Milieueffectrapport: Kerncentrale Doel t.b.v. levensduurverlenging Doel 1 en 2

© NRG 2021

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekend gemaakt en is NRG niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.

Inhoudsopgave

Afkortingen		11
Systemenlijst		15
1	**Algemeen deel**	**Hoofdstuk 1: 1**
1.1	Introductie	Hoofdstuk 1: 1
1.1.1	*Achtergrond*	*Hoofdstuk 1: 1*
1.1.2	*Probleemstelling*	*Hoofdstuk 1: 1*
1.1.3	*Doelstelling en reikwijdte*	*Hoofdstuk 1: 5*
1.1.4	*Gegevens van de aanvrager*	*Hoofdstuk 1: 11*
1.1.5	*Gegevens van Bevoegd Gezag*	*Hoofdstuk 1: 12*
1.1.6	*Projectorganisatie*	*Hoofdstuk 1: 12*
1.1.7	*Team van deskundigen*	*Hoofdstuk 1: 13*
1.1.7.1	Niet-radiologische deel	Hoofdstuk 1: 13
1.1.7.2	Radiologische deel	Hoofdstuk 1: 14
1.1.8	*Leeswijzer*	*Hoofdstuk 1: 14*
1.2	Bestaande vergunningen	Hoofdstuk 1: 15
1.2.1	*Federale vergunningen*	*Hoofdstuk 1: 15*
1.2.2	*Regionale vergunningen*	*Hoofdstuk 1: 18*
1.3	Algemene beschrijving van een kerncentrale	Hoofdstuk 1: 18
1.3.1	*Werkingsprincipe*	*Hoofdstuk 1: 18*
1.3.2	*Nucleair deel*	*Hoofdstuk 1: 19*
1.3.3	*Conventioneel deel*	*Hoofdstuk 1: 21*
1.4	Beschrijving van de kerncentrale Doel	Hoofdstuk 1: 22
1.4.1	*Locatie*	*Hoofdstuk 1: 22*
1.4.2	*Ruimtelijke situering*	*Hoofdstuk 1: 23*
1.4.3	*Natuurlijke omgeving*	*Hoofdstuk 1: 25*
1.4.4	*Bebouwde omgeving*	*Hoofdstuk 1: 26*
1.4.5	*Kadastrale percelen*	*Hoofdstuk 1: 27*
1.4.6	*Inrichtingsplan van de site van KCD*	*Hoofdstuk 1: 27*
1.4.7	*KCD-1 en KCD-2*	*Hoofdstuk 1: 28*
1.4.7.1	Reactorgebouwen (RGB)	Hoofdstuk 1: 28
1.4.7.2	Gebouw van de reactorhulpdiensten (BAR1, BAR2)	Hoofdstuk 1: 29
1.4.7.3	Gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH)	Hoofdstuk 1: 29
1.4.7.4	Gebouw van de noodsystemen (GNS)	Hoofdstuk 1: 29
1.4.7.5	Machinezaal (MAZ)	Hoofdstuk 1: 30
1.4.7.6	Gebouw van de elektrische hulpdiensten (GEH)	Hoofdstuk 1: 30
1.4.7.7	Gebouw van de mechanische hulpdiensten (GMH)	Hoofdstuk 1: 31
1.4.7.8	Watervang- en waterlozingsleidingen	Hoofdstuk 1: 31
1.4.7.9	Centraal Gebouw A (CGA)	Hoofdstuk 1: 32
1.4.7.10	Gebouw van de veiligheidsdiesels (DGG)	Hoofdstuk 1: 32
1.4.7.11	Bijgebouwen	Hoofdstuk 1: 32
1.4.7.12	Aansluiting op het WAB	Hoofdstuk 1: 32
1.4.7.13	Verbruikte splijtstof	Hoofdstuk 1: 33
1.4.7.14	Beschermingsniveaus	Hoofdstuk 1: 33
1.5	Wijzigingen aan installaties KCD-1 en KCD-2	Hoofdstuk 1: 33
1.5.1	*Wijzigingen voorafgaand aan het Project*	*Hoofdstuk 1: 33*
1.5.2	*Wijzigingen gelinkt aan het Project*	*Hoofdstuk 1: 35*
1.6	Het Project	Hoofdstuk 1: 37
1.6.1	*Beschrijving van het Project*	*Hoofdstuk 1: 37*

1.6.2 Alternatieven aan het Project Hoofdstuk 1: 38
1.6.3 Nieuwe vergunningen of aanpassingen aan bestaande vergunningen in het kader van het Project Hoofdstuk 1: 39
1.7 Beschrijving van de scenario's Hoofdstuk 1: 40
1.7.1 Uitgangssituatie Hoofdstuk 1: 40
1.7.2 Project (LTO-scenario) Hoofdstuk 1: 41
1.7.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 Hoofdstuk 1: 41
1.7.2.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) Hoofdstuk 1: 41
1.7.3 Nul-alternatief Hoofdstuk 1: 41
Referenties Hoofdstuk 1: 42
Lijst van tabellen Hoofdstuk 1: 43
Lijst van figuren Hoofdstuk 1: 44
2 Niet radiologische aspecten Hoofdstuk 2: **1**
2.1 Bodem Hoofdstuk 2: 3
2.1.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 3
2.1.1.1 Afbakening van het studiegebied Hoofdstuk 2: 3
2.1.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 3
2.1.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling Hoofdstuk 2: 4
2.1.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 6
2.1.2.1 Topografie Hoofdstuk 2: 6
2.1.2.2 Pedologie Hoofdstuk 2: 7
2.1.2.3 (Hydro)geologie Hoofdstuk 2: 8
2.1.2.4 Hydraulische parameters Hoofdstuk 2: 9
2.1.2.5 Grondwaterwinningen Hoofdstuk 2: 10
2.1.2.6 Bodem- en grondwaterkwaliteit Hoofdstuk 2: 12
2.1.2.7 Genomen maatregelen ter bescherming van de bodem- en grondwaterkwaliteit Hoofdstuk 2: 14
2.1.2.8 Bodemgebruik Hoofdstuk 2: 15
2.1.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 15
2.1.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 Hoofdstuk 2: 15
2.1.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) Hoofdstuk 2: 17
2.1.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) Hoofdstuk 2: 19
2.1.3.4 Nul-alternatief Hoofdstuk 2: 19
2.1.3.5 Cumulatieve effecten Hoofdstuk 2: 19
2.1.3.6 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 19
2.1.4 Monitoring Hoofdstuk 2: 19
2.1.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen Hoofdstuk 2: 20
2.1.6 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 20
2.1.7 Conclusies Hoofdstuk 2: 20
2.2 Water Hoofdstuk 2: 20
2.2.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 21
2.2.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 24
2.2.2.1 Hydrografie Hoofdstuk 2: 24
2.2.2.2 Oppervlaktewaterkwaliteit Hoofdstuk 2: 26
2.2.2.3 Watertoetskaarten: gevoeligheid voor overstromingen, infiltratie, grondwaterstroming en erosie en ligging binnen winterbed Hoofdstuk 2: 43
2.2.2.4 Watervoorziening / waterbalans Hoofdstuk 2: 43
2.2.2.5 Intern rioleringsstelsel Hoofdstuk 2: 47
2.2.2.6 Beschrijving van de emissies Hoofdstuk 2: 49
2.2.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 77
2.2.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 Hoofdstuk 2: 77
2.2.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) Hoofdstuk 2: 99
2.2.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) Hoofdstuk 2: 99
2.2.3.4 Nul-alternatief Hoofdstuk 2: 99

2.2.3.5 Cumulatieve effecten Hoofdstuk 2: 101
2.2.3.6 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 101
2.2.4 Monitoring Hoofdstuk 2: 102
2.2.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen Hoofdstuk 2: 102
2.2.6 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 103
2.2.7 Conclusies Hoofdstuk 2: 104
2.3 Geluid & trillingen Hoofdstuk 2: 106
2.3.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 106
2.3.1.1 Afbakening van het studiegebied Hoofdstuk 2: 106
2.3.1.2 Beschrijving van de referentiesituatie Hoofdstuk 2: 106
2.3.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling Hoofdstuk 2: 107
2.3.2 Uitgangssituatie (= 2013-2014) Hoofdstuk 2: 109
2.3.2.1 Immissiemetingen (2009-2014) Hoofdstuk 2: 109
2.3.2.2 Beschrijving van de geluidsemissie Hoofdstuk 2: 113
2.3.2.3 Geluidsoverdrachtsberekening Hoofdstuk 2: 115
2.3.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 125
2.3.3.1 Bedrijfsfase tussen 2015-2019 Hoofdstuk 2: 125
2.3.3.2 Beschrijving van de geluidsimpact werkzaamheden LTO Hoofdstuk 2: 132
2.3.3.3 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (2020-2025) Hoofdstuk 2: 138
2.3.3.4 Bedrijfsfase definitieve stopzetting (2025-2029) Hoofdstuk 2: 138
2.3.3.5 Bedrijfsfase nul-alternatief Hoofdstuk 2: 139
2.3.3.6 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 144
2.3.4 Monitoring Hoofdstuk 2: 144
2.3.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen Hoofdstuk 2: 144
2.3.6 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 144
2.3.7 Conclusies Hoofdstuk 2: 144
2.4 Lucht & klimaat Hoofdstuk 2: 146
2.4.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 146
2.4.1.1 Afbakening van het studiegebied Hoofdstuk 2: 146
2.4.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 147
2.4.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling Hoofdstuk 2: 147
2.4.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 150
2.4.2.1 Luchtkwaliteit Hoofdstuk 2: 150
2.4.2.2 Identificatie en kwantificatie van de geleide emissies Hoofdstuk 2: 159
2.4.2.3 Identificatie en kwantificatie van de niet-geleide emissies Hoofdstuk 2: 166
2.4.2.4 Emissie van stoompluimen uit de koeltorens Hoofdstuk 2: 166
2.4.2.5 Historiek van de emissies Hoofdstuk 2: 167
2.4.2.6 Energie en klimaat Hoofdstuk 2: 167
2.4.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 170
2.4.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2019 Hoofdstuk 2: 170
2.4.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2020-2025) Hoofdstuk 2: 175
2.4.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) Hoofdstuk 2: 175
2.4.3.4 Nul-alternatief Hoofdstuk 2: 176
2.4.3.5 Energie en klimaat Hoofdstuk 2: 178
2.4.3.6 Cumulatieve effecten Hoofdstuk 2: 180
2.4.3.7 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 180
2.4.4 Monitoring Hoofdstuk 2: 180
2.4.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen Hoofdstuk 2: 180
2.4.6 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 180
2.4.7 Conclusies Hoofdstuk 2: 181
2.5 Biodiversiteit Hoofdstuk 2: 181
2.5.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 181
2.5.1.1 Afbakening van het studiegebied Hoofdstuk 2: 181
2.5.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 182
2.5.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling Hoofdstuk 2: 182

2.5.2	*Uitgangssituatie*	*Hoofdstuk 2: 185*
2.5.2.1	Situering van de natuurgebieden	Hoofdstuk 2: 185
2.5.2.2	Beschrijving van de natuurgebieden	Hoofdstuk 2: 191
2.5.3	*Effectbeoordeling*	*Hoofdstuk 2: 206*
2.5.3.1	Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018	Hoofdstuk 2: 206
2.5.3.2	Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)	Hoofdstuk 2: 231
2.5.3.3	Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)	Hoofdstuk 2: 231
2.5.3.4	Nul-alternatief	Hoofdstuk 2: 231
2.5.3.5	Cumulatieve effecten	Hoofdstuk 2: 238
2.5.3.6	Grensoverschrijdende effecten	Hoofdstuk 2: 238
2.5.4	*Voortoets/passende beoordeling Natura 2000*	*Hoofdstuk 2: 238*
2.5.4.1	Inleiding	Hoofdstuk 2: 238
2.5.4.2	Situering van de Natura 2000-gebieden	Hoofdstuk 2: 239
2.5.4.3	SBZ-H BE2300006 'Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent'	Hoofdstuk 2: 240
2.5.4.4	SBZ-V BE2301336 'Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever'	Hoofdstuk 2: 248
2.5.4.5	Effectbeschrijving en -beoordeling	Hoofdstuk 2: 250
2.5.5	*Verscherpte natuurtoets*	*Hoofdstuk 2: 258*
2.5.5.1	Inleiding, situering en beschrijving van het VEN-gebied	Hoofdstuk 2: 258
2.5.5.2	Effectbeoordeling	Hoofdstuk 2: 259
2.5.6	*Monitoring*	*Hoofdstuk 2: 261*
2.5.7	*Mitigerende maatregelen en aanbevelingen*	*Hoofdstuk 2: 261*
2.5.8	*Leemten in kennis*	*Hoofdstuk 2: 261*
2.5.9	*Conclusies*	*Hoofdstuk 2: 261*
2.6	Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie	Hoofdstuk 2: 266
2.6.1	*Methodologie*	*Hoofdstuk 2: 266*
2.6.1.1	Afbakening van het studiegebied	Hoofdstuk 2: 266
2.6.1.2	Beschrijving van de uitgangssituatie	Hoofdstuk 2: 266
2.6.1.3	Effectbeschrijving en -beoordeling	Hoofdstuk 2: 266
2.6.1.4	Landschapsgenese	Hoofdstuk 2: 267
2.6.1.5	Erfgoedwaarden	Hoofdstuk 2: 269
2.6.1.6	Landschapsbeeld op microniveau	Hoofdstuk 2: 271
2.6.2	*Effectbeoordeling*	*Hoofdstuk 2: 275*
2.6.3.1	Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018	Hoofdstuk 2: 275
2.6.3.2	Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)	Hoofdstuk 2: 276
2.6.3.3	Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)	Hoofdstuk 2: 279
2.6.3.4	Nul-alternatief	Hoofdstuk 2: 280
2.6.3.5	Cumulatieve effecten	Hoofdstuk 2: 280
2.6.3.6	Grensoverschrijdende effecten	Hoofdstuk 2: 280
2.6.4	*Monitoring*	*Hoofdstuk 2: 280*
2.6.5	*Mitigerende maatregelen en aanbevelingen*	*Hoofdstuk 2: 280*
2.6.6	*Leemten in kennis*	*Hoofdstuk 2: 280*
2.6.7	*Conclusies*	*Hoofdstuk 2: 281*
2.7	Mens – Gezondheid en Veiligheid	Hoofdstuk 2: 281
2.7.1	*Methodologie*	*Hoofdstuk 2: 281*
2.7.1.1	Afbakening van het studiegebied	Hoofdstuk 2: 281
2.7.1.2	Beschrijving van de uitgangssituatie	Hoofdstuk 2: 281
2.7.1.3	Effectbeschrijving en -beoordeling	Hoofdstuk 2: 282
2.7.2	*Beschrijving van het ruimtegebruik en de betrokken bevolking*	*Hoofdstuk 2: 285*
2.7.3	*Uitgangssituatie*	*Hoofdstuk 2: 288*
2.7.3.1	Geluidshinder	Hoofdstuk 2: 288
2.7.3.2	Schaduw van de waterdamppluim	Hoofdstuk 2: 288
2.7.3.3	Infectiegevaar door Legionella	Hoofdstuk 2: 289
2.7.3.4	Psychosomatische aspecten en risicoperceptie	Hoofdstuk 2: 290

2.7.3.5 Veiligheid en niet-nucleaire ongevallen Hoofdstuk 2: 292
2.7.4 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 300
2.7.4.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2019 Hoofdstuk 2: 300
2.7.4.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2020-2025) Hoofdstuk 2: 301
2.7.4.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) Hoofdstuk 2: 305
2.7.4.4 Nul-alternatief Hoofdstuk 2: 306
2.7.4.5 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 307
2.7.5 Monitoring Hoofdstuk 2: 307
2.7.6 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen Hoofdstuk 2: 307
2.7.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 308
2.7.8 Conclusies Hoofdstuk 2: 308
2.8 Mens – Mobiliteit Hoofdstuk 2: 308
2.8.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 308
2.8.1.1 Afbakening van het studiegebied Hoofdstuk 2: 308
2.8.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 310
2.8.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling Hoofdstuk 2: 310
2.8.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 311
2.8.2.1 Algemeen Hoofdstuk 2: 311
2.8.2.2 Voetgangers Hoofdstuk 2: 312
2.8.2.3 Fietsverkeer Hoofdstuk 2: 312
2.8.2.4 Openbaar vervoer Hoofdstuk 2: 317
2.8.2.5 Autoverkeer Hoofdstuk 2: 317
2.8.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 319
2.8.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 Hoofdstuk 2: 319
2.8.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) Hoofdstuk 2: 320
2.8.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) Hoofdstuk 2: 320
2.8.3.4 Nul-alternatief Hoofdstuk 2: 321
2.8.3.5 Cumulatieve effecten Hoofdstuk 2: 321
2.8.3.6 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 322
2.8.4 Monitoring Hoofdstuk 2: 323
2.8.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen Hoofdstuk 2: 323
2.8.6 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 323
2.8.7 Conclusies Hoofdstuk 2: 323
2.9 Afval Hoofdstuk 2: 324
2.9.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 324
2.9.1.1 Afbakening van het studiegebied Hoofdstuk 2: 324
2.9.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 324
2.9.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling Hoofdstuk 2: 324
2.9.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 324
2.9.2.1 Algemene beschrijving Hoofdstuk 2: 324
2.9.2.2 Exploitatievoorwaarden Hoofdstuk 2: 325
2.9.2.3 Huidige afvalstromen Hoofdstuk 2: 326
2.9.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 327
2.9.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 Hoofdstuk 2: 327
2.9.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) Hoofdstuk 2: 328
2.9.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) Hoofdstuk 2: 328
2.9.3.4 Nul-alternatief Hoofdstuk 2: 328
2.9.3.5 Cumulatieve effecten Hoofdstuk 2: 329
2.9.3.6 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 329
2.9.4 Monitoring Hoofdstuk 2: 329
2.9.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen Hoofdstuk 2: 329
2.9.6 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 329
2.9.7 Conclusies Hoofdstuk 2: 329
2.10 Accidentele situaties (niet radiologisch) Hoofdstuk 2: 330
2.10.1 Methodologie Hoofdstuk 2: 330

2.10.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 2: 332
2.10.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 2: 334
2.10.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 Hoofdstuk 2: 335
2.10.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) Hoofdstuk 2: 335
2.10.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) Hoofdstuk 2: 335
2.10.3.4 Nul-alternatief Hoofdstuk 2: 335
2.10.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 2: 336
2.10.5 Monitoring Hoofdstuk 2: 336
2.10.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 2: 337
2.10.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 2: 337
2.10.8 Conclusies Hoofdstuk 2: 337
Referenties Hoofdstuk2: 337
Lijst van tabellen Hoofdstuk 2: 342
Lijst van figuren Hoofdstuk 2: 346
3 Radiologische aspecten Hoofdstuk 3: 1
3.1 Beschouwde scenario's Hoofdstuk 3: 1
3.1.1 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 2
3.1.2 Project (LTO-scenario) Hoofdstuk 3: 2
3.1.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 Hoofdstuk 3: 2
3.1.2.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) Hoofdstuk 3: 2
3.1.3 Nul-alternatief Hoofdstuk 3: 3
3.2 Straling en de radiologische impact Hoofdstuk 3: 3
3.2.1 Termen en definities Hoofdstuk 3:3
3.2.2 Straling en radiologische impact Hoofdstuk 3: 7
3.2.2.1 Atoom Hoofdstuk 3: 7
3.2.2.2 Bindingsenergie per nucleon Hoofdstuk 3: 8
3.2.2.3 Kernsplijting in praktijk Hoofdstuk 3: 9
3.2.2.4 Radioactiviteit Hoofdstuk 3: 10
3.2.2.5 Radioactief verval Hoofdstuk 3: 11
3.2.2.6 Straling Hoofdstuk 3: 11
3.2.2.7 Impact van blootstelling aan straling Hoofdstuk 3: 12
3.2.2.8 Blootstellingswijzen Hoofdstuk 3: 13
3.2.2.9 Blootstelling aan straling als gevolg van een kerncentrale Hoofdstuk 3: 15
3.2.2.10 Radiologische impact Hoofdstuk 3: 18
3.2.2.11 Limieten Hoofdstuk 3: 19
3.2.2.12 Radiologisch toezicht Hoofdstuk 3: 20
3.2.2.13 Nucleaire veiligheid Hoofdstuk 3: 22
3.3 Verwachte radiologische milieuaspecten Hoofdstuk 3: 23
3.4 Milieubeoordeling Hoofdstuk 3: 24
3.4.1 Directe straling aan de terreingrens Hoofdstuk 3: 24
3.4.1.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 26
3.4.1.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 28
3.4.1.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 30
3.4.1.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 34
3.4.1.5 Monitoring Hoofdstuk 3: 35
3.4.1.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 3: 36
3.4.1.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 3: 36
3.4.1.8 Conclusies Hoofdstuk 3: 36
3.4.2 Stralingsblootstelling van de medewerkers Hoofdstuk 3: 37
3.4.2.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 38
3.4.2.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 39
3.4.2.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 40
3.4.2.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 44
3.4.2.5 Monitoring Hoofdstuk 3: 44
3.4.2.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 3: 44
3.4.2.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 3: 44

3.4.2.8 Conclusies Hoofdstuk 3: 44
3.4.3 Radioactieve gasvormige lozingen Hoofdstuk 3: 44
3.4.3.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 45
3.4.3.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 48
3.4.3.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 51
3.4.3.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 57
3.4.3.5 Monitoring Hoofdstuk 3: 59
3.4.3.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 3: 60
3.4.3.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 3: 60
3.4.3.8 Conclusies Hoofdstuk 3: 60
3.4.4 Radioactieve vloeibare lozingen Hoofdstuk 3: 61
3.4.4.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 62
3.4.4.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 65
3.4.4.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 69
3.4.4.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 76
3.4.4.5 Monitoring Hoofdstuk 3: 77
3.4.4.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 3: 78
3.4.4.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 3: 78
3.4.4.8 Conclusies Hoofdstuk 3: 78
3.4.5 Radioactief afval Hoofdstuk 3: 79
3.4.5.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 83
3.4.5.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 83
3.4.5.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 84
3.4.5.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 87
3.4.5.5 Monitoring Hoofdstuk 3: 87
3.4.5.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 3: 87
3.4.5.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 3: 87
3.4.5.8 Conclusies Hoofdstuk 3: 88
3.4.6 Verbruikte splijtstofelementen Hoofdstuk 3: 88
3.4.6.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 89
3.4.6.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 90
3.4.6.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 90
3.4.6.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 94
3.4.6.5 Monitoring Hoofdstuk 3: 94
3.4.6.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 3: 94
3.4.6.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 3: 94
3.4.6.8 Conclusies Hoofdstuk 3: 95
3.4.7 Accidentele situaties Hoofdstuk 3: 95
3.4.7.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 98
3.4.7.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 100
3.4.7.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 101
3.4.7.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 105
3.4.7.5 Monitoring Hoofdstuk 3: 106
3.4.7.6 Mitigerende maatregelen Hoofdstuk 3: 106
3.4.7.7 Leemten in kennis Hoofdstuk 3: 107
3.4.7.8 Conclusies Hoofdstuk 3: 107
3.4.8 Totale effectieve volgdosis Hoofdstuk 3: 107
3.4.8.1 Methodologie Hoofdstuk 3: 107
3.4.8.2 Uitgangssituatie Hoofdstuk 3: 108
3.4.8.3 Effectbeoordeling Hoofdstuk 3: 109
3.4.8.4 Grensoverschrijdende effecten Hoofdstuk 3: 113
3.4.8.5 Leemte in kennis Hoofdstuk 3: 114
3.4.8.6 Conclusies Hoofdstuk 3: 114
Referenties Hoofdstuk 3: 114
Lijst van tabellen Hoofdstuk 3: 120
Lijst van figuren Hoofdstuk 3: 123
4 Conclusie hoofdstuk 4: 1

4.1 Niet-radiologische aspecten hoofdstuk 4: 1
4.1.1 Normale uitbating *hoofdstuk 4: 2*
4.1.1.1 Bodem Hoofdstuk 4: 2
4.1.1.2 Water Hoofdstuk 4: 3
4.1.1.3 Geluid Hoofdstuk 4: 4
4.1.1.4 Lucht Hoofdstuk 4: 5
4.1.1.5 Biodiversiteit Hoofdstuk 4: 5
4.1.1.6 Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie Hoofdstuk 4: 6
4.1.1.7 Mens – gezondheid Hoofdstuk 4: 7
4.1.1.8 Mens – mobiliteit Hoofdstuk 4: 7
4.1.1.9 Afval Hoofdstuk 4: 7
4.1.2 Accidentele situaties *Hoofdstuk 4: 8*
4.1.3 Algehele conclusie *Hoofdstuk 4: 8*
4.2 Radiologische aspecten Hoofdstuk 4: 8
4.2.1 Normale uitbating *Hoofdstuk 4: 9*
4.2.1.1 Directe straling Hoofdstuk 4: 9
4.2.1.2 Stralingsblootstelling van het personeel Hoofdstuk 4: 9
4.2.1.3 Radioactieve gasvormige lozingen Hoofdstuk 4: 10
4.2.1.4 Radioactieve vloeibare lozingen Hoofdstuk 4: 10
4.2.1.5 Radioactief afval Hoofdstuk 4: 10
4.2.1.6 Verbruikte splijtstofelementen Hoofdstuk 4: 11
4.2.2 Accidentele situaties *Hoofdstuk 4: 11*
4.2.3 Algehele conclusie *Hoofdstuk 4: 11*
Lijst van tabellen Hoofdstuk 4: *12*
Bijlage A Kaartenbundel **Bijlage A: 1**
A.1 Lijst van Kaarten Bijlage A: 1
A.2 De kaarten Bijlage A: 3
Bijlage B Verslag 5 uitgevoerde monitoringscampagnes (periode juni 2011- maart 2012) naar de temperatuursinvloed van het koelwater van de kerncentrale van Doel op de Schelde **Bijlage B: 1**

Afkortingen

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
AOX	Adsorbeerbare organische halogeenverbindingen
ARBIS	Algemeen Reglement op de Bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de Ioniserende Stralingen
ASME	American Society of Mechanical Engineers
BBI	Belgische Biotische Index
BBO	Beschrijvend Bodemonderzoek
BBT	Best Beschikbare Technieken
BDBA	Beyond Design-Based Accident (buiten-ontwerpbasisongeval)
BEST	Belgian Stress Tests
BWK	Biologische Waarderingskaart
BZV	Biologische Zuurstofvraag
CH_4	Methaan
CO	Koolstofoxide
CO_2	Koolstofdioxide
CZV	Chemische Zuurstofvraag
dB	Decibel
DBA	Design-Based Accident (ontwerpbasisongeval)
DHM	Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen
DNA	Desoxyribonucleïnezuur (DeoxyriboNucleic Acid)
DOV	Databank Ondergrond Vlaanderen
DPC	Dual Purpose Cask
DSZ	Definitieve StopZetting
EBSD	Erkend BodemSaneringsDeskundige

EIN	Ecologische Infrastructuur Natuur
FANC	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle
FHA	Fuel Handling Accident
GEN	Grote Eenheden Natuur
GENO	Grote Eenheden Natuur in Ontwikkeling
GGG	Gecontroleerd Gereduceerd Getijdengebied
GIS	Geografisch InformatieSysteem
GNH	Gebouw Nucleaire Hulpdiensten
GNS	Gebouw NoodSystemen
GRUP	Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringslan
GS	Gevaarlijke Stoffen
GSG	Gebouw Stoom Generator
GSL	Gebouw voor Secundaire Lozingen
GW	Gaseous Waste (gasvormig afval)
ha	Hectare
HCOV	Hydrogeologische Codering van de Ondergrond van Vlaanderen
HEPA	High Efficiency Particulate Arrestance
Hz	Hertz
I/C	Intensiteit/Capaciteit verhoudingen op een wegvak
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IE	InwonersEequivalent
IED	Industrial Emissions Directive
IHD	InstandHoudingsDoelstelling
INBO	Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek
IP	ImmissiePunten

IRCEL	Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu
IVON	Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk
KCD	KernCentrale Doel
KCD-1/2/3/4	KernCentrale van Doel (eenheid 1/2/3/4)
KDW	Kritische DepositieWaarden
LOCA	Loss Of Coolant Accident (Verlies van koelmiddelongeval)
Lsp	Specifiek geluid
LTO	Long Term Operation
LwA	Geluidsvermogen
MER	MilieuEffectRapport
m.e.r.	MilieuEffectRapportage
MKN	MilieuKwaliteitsNorm
mpt	MeetPunT
m-mv	Meter beneden het MaaiVeld
MSI	Main Safety Issue
MWe	MegaWatt elektrisch
MWth	MegaWatt thermisch
NIRAS	Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen
NO_x	Stikstofoxiden
OBO	Oriënterend BodemOnderzoek
OBBO	Gecombineerd Oriënterend en Beschrijvend Bodemonderzoek
OOG	Oorspronkelijk OmgevingsGeluid
OVAM	Openbare Vlaamse AfvalstoffenMaatschappij
OVR	OmgevingsVeiligheidsRapport
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PBM	Persoonlijk BeschermingsMiddel

PIO	Prati-Index voor Opgeloste zuurstof
PM	Fijnstof
PSA	Probabilistic Safety Assessment (probabilistische veiligheidsstudie)
PSR	Periodic Safety Review
Pwe/h	Personenwageneenheden per uur
PWR	Pressurized Water Reactor
QRA	Kwantitatieve risicoanalyse (Quantitative Risk Assessment)
RGB	ReactorGebouw
RUP	Ruimtelijk UitvoeringsPlan
SBP	SoortenBeschermingsPogramma
SBZ	Speciale BeschermingsZone
SCG	SplijtstofContainerGebouw
SCK•CEN	Studiecentrum voor Kernenergie • Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire
SF^2	Spent Fuel Storage Facility
SGBP	StroomGebiedBeheerPlan
SO_2	Zwaveldioxide
SOx	Zwaveloxiden
SSC	Structuren, Systemen en Componenten
SWA-VR	VeiligheidsRapport in het kader van het SamenWerkingsAkkoord
TAW	Tweede Algemene Waterpassing
TLD	ThermoLuminescentie Dosismeter
TW	Toetsingswaarde
ΔT	Temperatuurstoename
US-NRC	United States Nuclear Regulatory Commission
VEN	Vlaams Ecologisch Netwerk
Vlarebo	Vlaams reglement betreffende de bodemsanering

Vlarem	Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning
VMM	Vlaamse MilieuMaatschappij
WAB	Water- en AfvalBehandeling
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
WGO	WereldGezondheidsOrganisatie
WHO	World Health Organization

Systemenlijst van de kerncentrale Doel

AFW	Hulpvoedingswaterkring
BAR	Gebouw van de reactorhulpdiensten
CGA	Centraal Gebouw A
EC	Noodtussenkoelkring GNS
ED	Fueltanks en fuelpompen
EDG	Emergency Diesel Generator
EF	Noodvoedingswaterkring GNS
EI	Noodregelperslucht GNS
FCV	Filtered Containment Vent
FE	Brandweerkring
FW	Voedingswaterkring
GEH	Gebouw van de Elektrische Hulpdiensten
GMH	Gebouw van de Mechanische Hulpdiensten
GNH	Gebouw van de Nucleaire Hulpdiensten
GNS	Gebouw van de NoodSystemen
MAG	MAGazijn

MAZ	MAchineZaal
MS	Hoofdstoomkring
NKZ	Noodcontrolezalen
PL	Stockeerdokkring
RGB	Reactor GeBouw
RJ	Nooddichtingswater primaire pompen GNS
RW	Ruwwaterkring
RWST	Refuelling Water Storage Tanks

1 Algemeen deel

1.1 Introductie

1.1.1 Achtergrond

Alle nucleaire eenheden van Doel beschikken over een exploitatievergunning voor onbepaalde tijd. De wet van 31 januari 2003 [FOD, 2003] heeft de bedrijfstijd van de productie-eenheden echter beperkt en stelde de data vast voor het stopzetten van de elektriciteitsproductie met behulp van kernenergie in België. Deze data kwamen overeen met 40 kalenderjaren van werking voor kerncentrale Doel 1, Doel 2, Doel 3 en Doel 4 (afgekort respectievelijk KCD-1 t/m KCD-4). Dit hield in dat KCD-1 en KCD-2 in 2015 zouden stoppen met uitbating (KCD-3 in 2022 en KCD-4 in 2025).

De wet van 28 juni 2015 [FOD, 2015] tot wijziging van de wet van 31 januari 2003 (houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie met het oog op het verzekeren van de bevoorradingszekerheid op het gebied van energie), heeft het mogelijk gemaakt voor KCD-1 om opnieuw elektriciteit te produceren tot 15 februari 2025 en heeft de datum van buitenwerkingstelling van KCD-2 opgeschoven naar 1 december 2025.

De elektriciteitsproductie met behulp van kernenergie door middel van KCD-1 en KCD-2 voorbij het aanvankelijk vastgestelde tijdsbestek van 2015 (de lange termijn operatie genoemd - LTO G1) werd toegestaan op basis van de strategische nota uitgegeven door het FANC in 2009 [FANC, 2009] en de overeenkomstige investeringen door Electrabel om een hoog veiligheidsniveau bij het ontwerp en de werking van de productie-eenheden te waarborgen. Uitgaande van de langere elektriciteitsproductie door en dienvolgens uitbating van KCD-1 en KCD-2 werd de elektriciteitsproductie door middel van de vier eenheden toegestaan tot:

- Kerncentrale Doel 1 (KCD-1): 15 februari 2025;
- Kerncentrale Doel 2 (KCD-2): 1 december 2025;
- Kerncentrale Doel 3 (KCD-3): 1 oktober 2022;
- Kerncentrale Doel 4 (KCD-4): 1 juli 2025.

1.1.2 Probleemstelling

De wet van 28 juni 2015 maakte het voorwerp uit van een vernietigingsberoep, ingesteld bij het Grondwettelijk Hof, dat verschillende prejudiciële vragen stelde aan het Europees Hof van Justitie.

Op basis van de antwoorden die door het Hof van Justitie werden geformuleerd in zijn arrest C-441/17 van 29 juli 2019 heeft het Grondwettelijk Hof op 5 maart 2020 zijn arrest nr. 34/2020 uitgesproken.

Met het voorgemelde arrest van 5 maart 2020 vernietigde het Grondwettelijk Hof de wet van 28 juni 2015 « tot wijziging van de wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie met het oog op het verzekeren van de bevoorradingszekerheid op het gebied van energie ». Tegelijkertijd handhaafde het Hof de gevolgen van de vernietigde wet tot het aannemen, door de wetgever, van een nieuwe wet die is voorafgegaan door de vereiste milieueffectbeoordeling en passende beoordeling, met inspraak van het publiek en een grensoverschrijdende raadpleging, en uiterlijk tot en met 31 december 2022.

Om de onderliggende probleemstelling, alsook de hierna volgende doelstelling en reikwijdte van onderhavig MER beter te kaderen, lijkt het nuttig de belangrijkste overwegingen van voormeld arrest van het Grondwettelijk Hof in herinnering te brengen:

"(...) B.5.1. Overeenkomstig artikel 4, § 1, van de wet van 31 januari 2003, zoals vervangen bij de wet van 18 december 2013, mocht de centrale Doel 1 geen elektriciteit meer produceren vanaf 15 februari 2015. Artikel 4, § 2, van de wet van 31 januari 2003, zoals vervangen bij de wet van 18 december 2013, bepaalt evenwel dat in de individuele vergunningen tot exploitatie en tot industriële elektriciteitsproductie enkel de bepalingen betreffende de toelating tot industriële elektriciteitsproductie een einde nemen op de in artikel 4, § 1, van dezelfde wet bedoelde datum van desactivering, waarbij de overige bepalingen - waaronder die met betrekking tot de exploitatievergunning - van toepassing blijven tot op het ogenblik dat zij worden aangepast.

(...)

B.5.3. Uit de formulering van artikel 4, § 1, van de wet van 31 januari 2003, zoals vervangen bij de bestreden wet, blijkt dat de bestreden wet de geleidelijke uitstap uit kernenergie, zoals voorzien in voormeld artikel 4, § 1, in twee opzichten heeft gewijzigd : enerzijds staat zij toe dat de centrale Doel 1 « opnieuw » elektriciteit produceert vanaf de inwerkingtreding van de bestreden wet, zijnde 6 juli 2015, en stelt zij de desactivering ervan uit tot 15 februari 2025; anderzijds stelt zij de datum van de desactivering en van het einde van de industriële elektriciteitsproductie van de centrale Doel 2 uit met tien jaar, tot 1 december 2025.

(...)

B.18.1. Zoals in B.5 is vermeld, toont de context van de wet van 28 juni 2015 voldoende aan dat de wetgever, door de bestreden wet aan te nemen, heeft beslist de duur van de industriële elektriciteitsproductie van de centrales Doel 1 en Doel 2 met tien jaar te verlengen, op voorwaarde dat aanzienlijke werkzaamheden aan die centrales worden verricht, meer bepaald om ze te moderniseren en om te waarborgen dat de veiligheidsnormen in het kader van het « LTO »-plan worden nageleefd.

Zoals in B.5.4 tot B.5.6 is vermeld, zijn die omvangrijke werkzaamheden vastgelegd in de overeenkomst « voor levensduurverlenging » die op 30 november 2015 werd ondertekend tussen de Belgische Staat en Electrabel, en maken zij investeringen noodzakelijk die geraamd worden op een bedrag van ongeveer 700 miljoen euro (artikel 3 van de overeenkomst). Het Hof van Justitie heeft in dat verband vastgesteld dat die werkzaamheden onder meer betrekking zouden moeten hebben « op de modernisering van de koepels van de centrales Doel 1 en Doel 2, op de vernieuwing van de bassins voor de opslag van gebruikte splijtstof, op de plaatsing van een nieuwe pompinstallatie en op de aanpassing van de onderbouw om die centrales

beter te beschermen tegen overstromingen », en impliceren dat « niet enkel verbeteringen [worden] aangebracht aan de bestaande structuren, maar […] tevens [dat] drie gebouwen [worden] opgericht. Twee daarvan zouden worden bestemd voor het onderbrengen van de ventilatiesystemen en het derde voor een brandbestrijdingsinstallatie », zodat « dergelijke werkzaamheden […] gevolgen [kunnen] hebben voor de materiële toestand van de betrokken plaatsen, zoals bedoeld in de rechtspraak van het Hof » (ibid., punt 66).

Ook al zijn die werkzaamheden niet vermeld in de wet van 28 juni 2015, vormen zij niettemin, in het licht van de parlementaire voorbereiding van de bestreden wet, een conditio sine qua non voor de verlenging van de levensduur van de kerncentrales (Parl. St., Kamer, 2014-2015, DOC 54-0967/001, pp. 7 en 9; Parl. St., Kamer, 2014-2015, DOC 54-0967/003, p. 10).

Artikel 4, § 3, van de wet van 31 januari 2003, zoals het werd ingevoegd bij de wet van 28 juni 2015, bevestigt eveneens het onlosmakelijke verband tussen de ondertekening van die overeenkomst, uiterlijk op 30 november 2015, en de verlenging van de activiteit van industriële elektriciteitsproductie van de kerncentrales Doel 1 en Doel 2, daar die bepaling erin voorzag dat, wanneer die overeenkomst niet wordt gesloten, de Koning de datum van desactivering van die centrales zou vervroegen naar 31 maart 2016.

B.18.2. Zoals het Hof van Justitie vaststelt in de punten 63 tot 71 van zijn voormelde arrest Inter-Environnement Wallonie ASBL, zijn zulke moderniseringswerkzaamheden, die investeringen impliceren die op 700 miljoen euro worden geraamd, onlosmakelijk verbonden met de aanneming van de beslissing tot verlenging, met tien jaar, van de duur van de industriële elektriciteitsproductie van de centrales Doel 1 en Doel 2, zodat de bestreden wet en de werkzaamheden die zijn vastgelegd in de overeenkomst « voor levensduurverlenging » die op 30 november 2015 werd ondertekend tussen de Belgische Staat en Electrabel, samen een en hetzelfde « project » vormen in de zin van artikel 1, lid 2, a), eerste streepje, van de richtlijn 2011/92/EU. Het Hof ziet geen enkel feitelijk element dat die vaststelling op losse schroeven zou kunnen zetten.

Het Hof van Justitie oordeelt overigens dat die maatregelen en die werkzaamheden « qua omvang vergelijkbaar zijn met de risico's die zich voordeden bij de oorspronkelijke ingebruikname van die centrales », en « onder punt 24 van bijlage I bij de MEB-richtlijn vallen », zodat « een dergelijk project […] uit zijn aard een risico op een aanzienlijk milieueffect in de zin van artikel 2, lid 1, van deze richtlijn [oplevert] en […] krachtens artikel 4, lid 1, van die richtlijn [moet] worden onderworpen aan een milieueffectbeoordeling » (HvJ, grote kamer, 29 juli 2019, C-411/17, Inter-Environnement Wallonie ASBL, punten 79-80).

B.18.3. Daaruit volgt dat de wet van 28 juni 2015 het voorwerp moest uitmaken van een milieueffectbeoordeling, met raadpleging van het publiek, en dat, aangezien zij vermoedelijk in een andere lidstaat aanzienlijke milieueffecten kon hebben, zij ook moest worden onderworpen aan een grensoverschrijdende beoordelingsprocedure als bedoeld in artikel 7 van de MEB-richtlijn (ibid., punten 81 en 93).

(…)

B.19.4. Met de wet van 28 juni 2015 heeft de federale wetgever bijgevolg een kaderbesluit genomen waarin het principe wordt vastgelegd van een verlenging met tien jaar van de duur van de industriële

elektriciteitsproductie door de kerncentrales Doel 1 en Doel 2, waarvan de uitvoering en de gevolgen inzake moderniserings- en beveiligingswerkzaamheden bekend waren op het ogenblik van de aanneming van de bestreden wet. In die context vormde de wet van 28 juni 2015 de eerste fase van de vergunningsprocedure van het in het geding zijnde project inzake de verlenging van de duur van de industriële elektriciteitsproductie door de kerncentrales Doel 1 en Doel 2, waarvan de gevolgen waren vastgesteld en beoordeeld op het ogenblik van de aanneming van de bestreden wet, die dus moest worden voorafgegaan door de milieueffectrapportering die wordt geëist door de richtlijn 2011/92/EU.

Voor het overige, zoals het Hof van Justitie onderstreept, « [kan het feit] dat de tenuitvoerlegging van dit project voor één van de twee centrales in kwestie vereist dat een nieuwe individuele vergunning voor industriële elektriciteitsproductie wordt afgegeven, […] niet rechtvaardigen dat pas een milieueffectbeoordeling wordt verricht na de vaststelling van de wet van 28 juni 2015 » (HvJ, grote kamer, 29 juli 2019, C-411/17, Inter-Environnement Wallonie ASBL, punt 89).

B.19.5. Aangezien de wet van 28 juni 2015 moest worden beschouwd als de principiële beslissing die geldt als « vergunning » in de zin van artikel 1, lid 2, c), van de MEB-richtlijn, van een « project » in de zin van artikel 1, lid 2, a), eerste streepje, van de richtlijn 2011/92/EU, in samenhang gelezen met de bijlagen I en II van dezelfde richtlijn, diende de bestreden wet, vóór de aanneming ervan, te worden voorafgegaan door een milieueffectbeoordeling en een raadpleging van het publiek over het principe van de verlenging met tien jaar van de duur van de industriële elektriciteitsproductie door de kerncentrales Doel 1 en Doel 2, en over de gevolgen van die verlenging inzake moderniserings- en beveiligingswerkzaamheden.(…)"

In essentie kan uit voormeld arrest dus het volgende worden afgeleid of geconcludeerd:

1 De individuele vergunningen tot exploitatie blijven onverkort van toepassing. In de betrokken individuele vergunningen kunnen enkel de bepalingen betreffende de toelating tot industriële elektriciteitsproductie een einde hebben genomen op de in artikel 4, § 1, van de wet van 31 januari 2003, zoals vervangen bij de wet van 18 december 2013, bedoelde datum van desactivering.

2 De wet van 28 juni 2015 wijzigde voormelde wet van 31 januari 2003 op twee wijzen:
- enerzijds stond zij toe dat de eenheid KCD-1 « opnieuw » elektriciteit produceerde vanaf de inwerkingtreding van de bestreden wet, zijnde 6 juli 2015, en stelde zij de desactivering ervan uit tot 15 februari 2025;
- anderzijds stelde zij de datum van de desactivering en van het einde van de industriële elektriciteitsproductie van de eenheid KCD-2 uit met tien jaar, tot 1 december 2025.

De wet van 28 juni 2015 toonde voldoende aan dat de wetgever, door de bestreden wet aan te nemen, heeft beslist de duur van de industriële elektriciteitsproductie van de eenheden KCD-1 en KCD-2 met tien jaar te verlengen, op voorwaarde dat aanzienlijke werkzaamheden aan die centrales worden verricht, meer bepaald om ze te moderniseren en om te waarborgen dat de veiligheidsnormen in het kader van het « LTO »-plan worden nageleefd. Ook al zijn die werkzaamheden zelf niet concreet vermeld in de wet van 28 juni 2015, toch vormden zij een *conditio sine qua non* voor de verlenging van de levensduur van de betrokken kerncentrales.

3 Aangezien zulke moderniseringswerkzaamheden onlosmakelijk verbonden zijn met de aanneming van de beslissing tot verlenging, met tien jaar, van de duur van de industriële elektriciteitsproductie van de eenheden KCD-1 en KCD-2, vormen de bestreden wet en de werkzaamheden samen één en hetzelfde « project » in de zin van artikel 1, lid 2, a), eerste streepje, van de richtlijn 2011/92/EU.

4 De door de wetgever genomen maatregelen en de daarmee verband houdende werkzaamheden worden qua omvang vergelijkbaar geacht met de risico's die zich voordeden bij de oorspronkelijke ingebruikname van die centrales.

5 De wet van 28 juni 2015 vormde aldus de eerste fase van de vergunningsprocedure van het betrokken project inzake de verlenging van de duur van de industriële elektriciteitsproductie door de eenheden KCD-1 en KCD-2, waarvan de gevolgen waren vastgesteld en beoordeeld op het ogenblik van de aanneming van de bestreden wet. Voormelde wet moest dus worden voorafgegaan door de milieueffectrapportering die wordt geëist door de richtlijn 2011/92/EU. Het feit dat de concrete tenuitvoerlegging van dit Project voor KCD-1 en KCD-2 vereist dat een nieuwe individuele vergunning voor industriële elektriciteitsproductie wordt afgegeven doet daaraan niets af.
De wet van 28 juni 2015 moest worden beschouwd als de principiële beslissing die geldt als « vergunning » in de zin van artikel 1, lid 2, c), van de MEB-richtlijn, van een « project » in de zin van artikel 1, lid 2, a), eerste streepje, van de richtlijn 2011/92/EU.

6 De wet van 28 juni 2015 diende, vóór de aanneming ervan, te worden voorafgegaan door een milieueffectbeoordeling en een raadpleging van het publiek over het principe van de verlenging met tien jaar van de duur van de industriële elektriciteitsproductie door de eenheden KCD-1 en KCD-2, en over de gevolgen van die verlenging inzake moderniserings- en beveiligingswerkzaamheden.

1.1.3 Doelstelling en reikwijdte

Gelet op voormelde conclusies die uit het arrest van het Grondwettelijk Hof kunnen worden getrokken en gelet op de handhaving in de tijd van de gevolgen van de vernietigde wet, werd besloten om een MER op te stellen voor

- de door de wetgever aan te nemen wet tot verlengde elektriciteitsproductie en
- de daarmee verband houdende werkzaamheden, die samen als één en hetzelfde « project » dienen te worden beschouwd.

Voor praktische redenen werd beslist om twee onderscheiden MER op te stellen, die evenwel in hun samenhang zullen dienen te worden beoordeeld. De eerste is een milieueffectbeoordeling op strategisch niveau, welke opgesteld wordt door SCK•CEN.

Aangezien de vernietigde wet en de daarmee verband houdende werkzaamheden samen als één en hetzelfde « project » dienen te worden beschouwd, werd beslist om zowel voor de wet, als voor de daaruit voortvloeiende werkzaamheden, naast een strategische MER, het hier voorliggende MER op te stellen.

Het aan de aan te nemen wet voorafgaande MER wordt opgesteld op initiatief van de Belgische Staat.

Het onderhavige MER strekt ertoe de (grensoverschrijdende) milieueffecten te beoordelen van de concreet uit te voeren werkzaamheden die het gevolg zijn van de door de wetgever aan te nemen wet tot verlengde elektriciteitsproductie. In dit kader wordt het onderhavig document onderworpen aan de procedure van milieueffectrapportage met grensoverschrijdende beoordeling.

In het kader van het voorliggend Project is dit MER opgesteld in het kader van de werkzaamheden aan de eenheden KCD-1 en KCD-2 met het oog op een verlengde elektriciteitsproductie voor de periode 2015-2025.

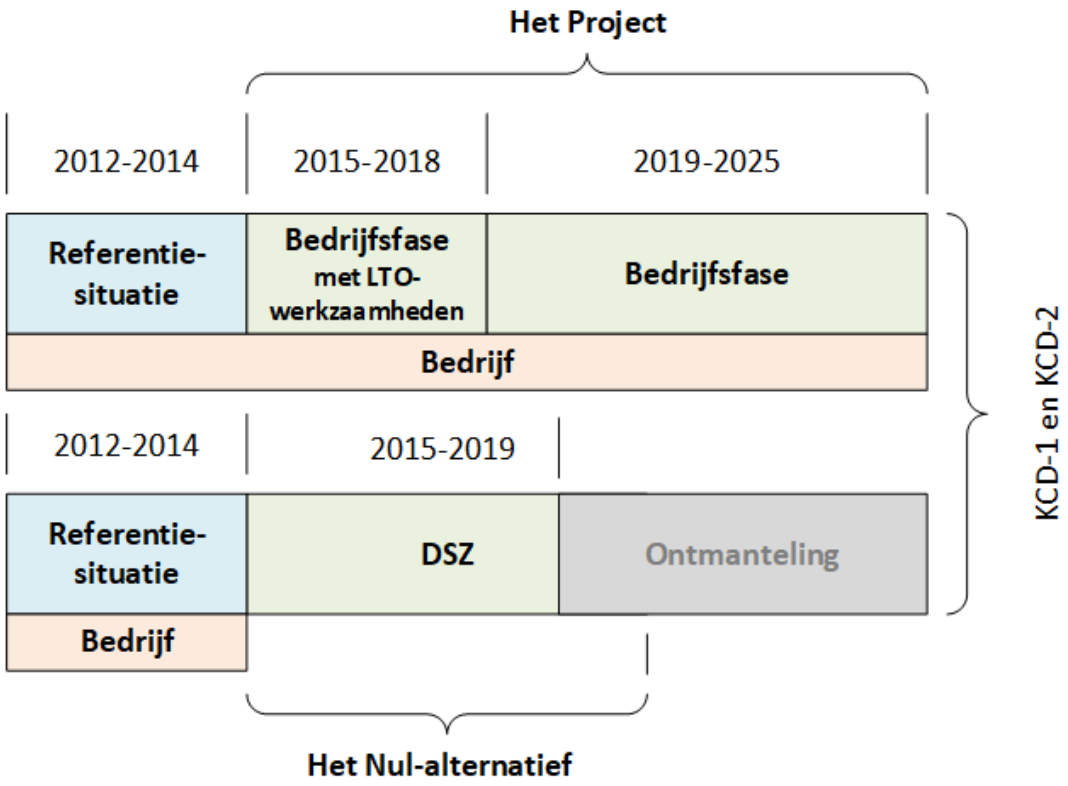
Gelet op hetgeen werd vermeld onder 1.1.2, dient dit MER ter regularisatie van de toestand die is ontstaan als gevolg van het arrest van 5 maart 2020 van het Grondwettelijk Hof.

Daarom is de referentiedatum het tijdstip van de stemming over de (ondertussen vernietigde) wet (28 juni 2015) in aanmerking genomen om de studie uit te voeren. In dit MER is het verschil tussen de Uitgangssituatie (vóór 2015) en de verwachte situatie (d.w.z. de uit te voeren werkzaamheden in het kader van de verlenging van de levensduur van de KCD-1 en KCD-2 met tien jaar) geanalyseerd. De gebruikte gegevens betreffen zowel bestaande gegevens tot en met 2018, alsmede prognoses.

Doelstelling
Het doel van dit MER is de gevolgen vast te stellen van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 (het Project). Als gevolg van het stoppen van uitbating zullen de milieueffecten door de uitbating verminderen. Om de gevolgen van het Project eenduidig vast te kunnen stellen, zonder het effect van het stoppen van de uitbating van KCD-3 en KCD-4, is in dit MER aangenomen dat de milieueffecten t.g.v. beide eenheden KCD-3 en KCD-4 na het stopzetten van de elektriciteitsproductie gelijk blijven aan de periode vóór de stopzetting. Dit is een conservatieve aanname: er wordt rekening gehouden met een langere periode met milieueffecten als gevolg van de uitbating dan daadwerkelijk het geval zal zijn.

Reikwijdte
De reikwijdte van dit MER betreft de verdere uitbating van KCD-1 en KCD-2 in de periode 2015-2025. Binnen de bestuderen periode wordt onderscheid gemaakt tussen de bedrijfsfase van het Project (periode 2015 en 2018) en de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025). In de eerste periode worden werkzaamheden uitgevoerd in het kader van het Project. Voor de beschrijving van de werkzaamheden, zie § 1.5.2 en § 1.6.1. In de periode daarop volgend worden KCD-1 en KCD-2 verder uitgebaat. Het geheel van werkzaamheden en uitbating van de eenheden behoort tot de reikwijdte.

De DSZ van KCD-3 en KCD-4, evenals de ontmanteling van KCD-1, KCD-2, KCD-3 en KCD-4 behoren niet tot de reikwijdte van dit MER. De ontmanteling is onderworpen aan eigen specifieke vergunningstraject, waarbij een milieueffectbeoordeling hoort. Figuur 1-1 geeft de fasen schematisch weer.



Figuur 1-1 Fasen binnen het Project

Parallelle projecten

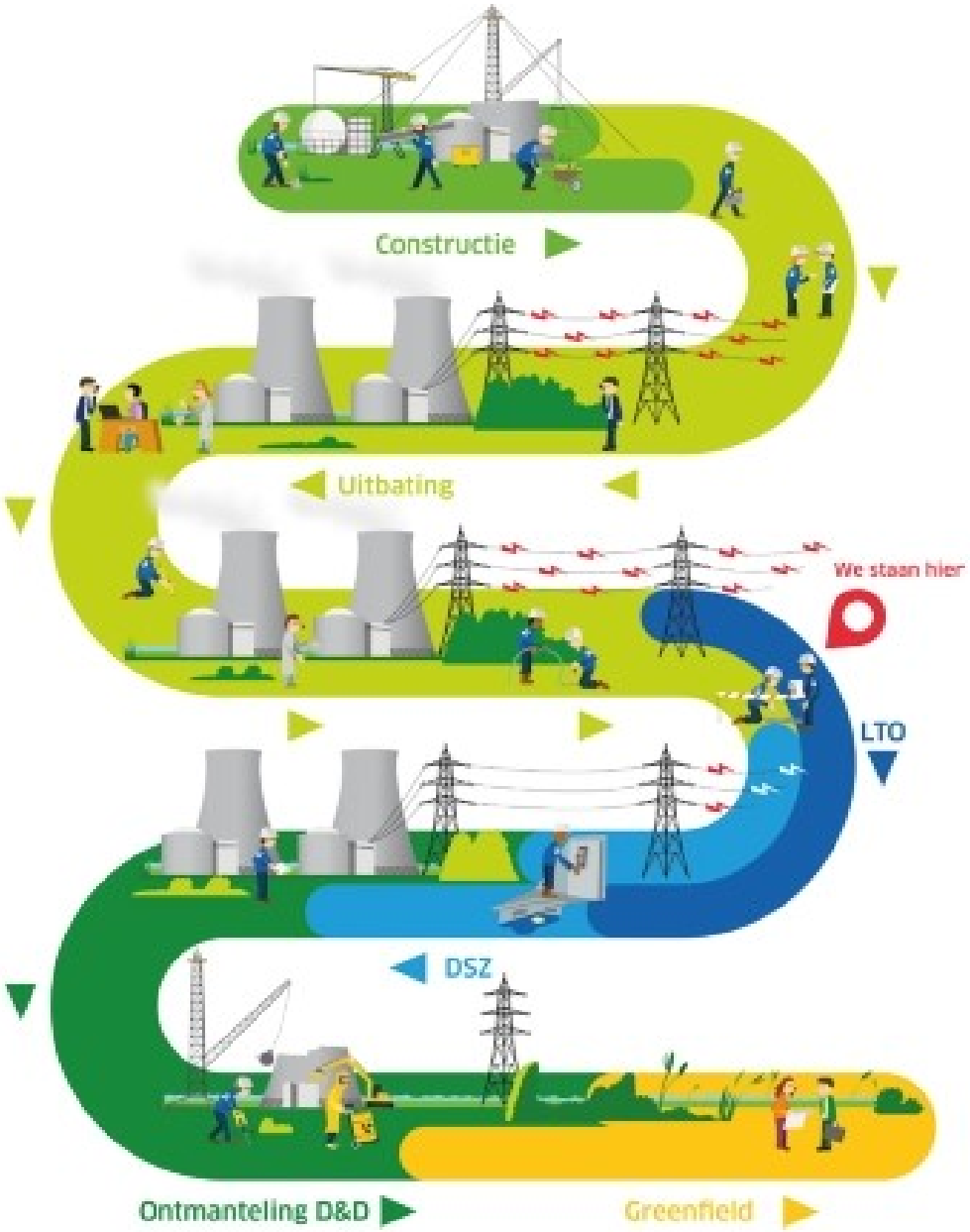
In de te bestuderen periode (2015-2025) zullen belangrijke veranderingen plaatsvinden. Het SF²-project, dat tot doel heeft de opslagcapaciteit van verbruikte splijtstof op de site van Doel te verhogen, zal in die periode worden uitgevoerd. Dit project was nog niet voorzien in 2015. Project SF² is niet noodzakelijk voor de uitbating van KCD-1 en KCD-2 tot 2025: de splijtstofelementen van KCD-1 en KCD-2 blijft in het bestaande droge opslaggebouw en de splijtstofelementen van KCD-3 en KCD-4 gaat naar SF². Die veranderingen maken geen deel uit van het Project, maar kunnen een cumulatief effect hebben met het Project. De effecten van het Project en het project SF² tezamen zullen daar waar relevant in algemene termen worden beschreven.

In respectievelijk 2022 en 2025 vindt de Definitieve Stopzetting van KCD-3 en KCD-4 plaats, tenzij het project LTO G2 doorgang gaat vinden. De werkzaamheden binnen LTO G2 moeten ervoor zorgen dat de bedrijfslevensduur van KCD-4 verlengd kan worden.

Stopzetting elektriciteitsproductie

Ter illustratie is in Figuur 1-2 de levensloop van een kerncentrale aangegeven, met daarin onder andere de verlenging van de levensduur (*Long Term Operation* - LTO) (in dit MER het Project genoemd), de Definitieve Stopzetting (DSZ) en ontmanteling van de kerncentrale. Na de figuur wordt kort ingegaan op de fases van een kerncentrale bij stopzetting van de elektriciteitsproductie. In andere woorden: stopzetting

van de uitbating van de eenheid. De figuur en beschrijving komen grotendeels uit de milieuverklaring van 2019 [Electrabel, 2019].



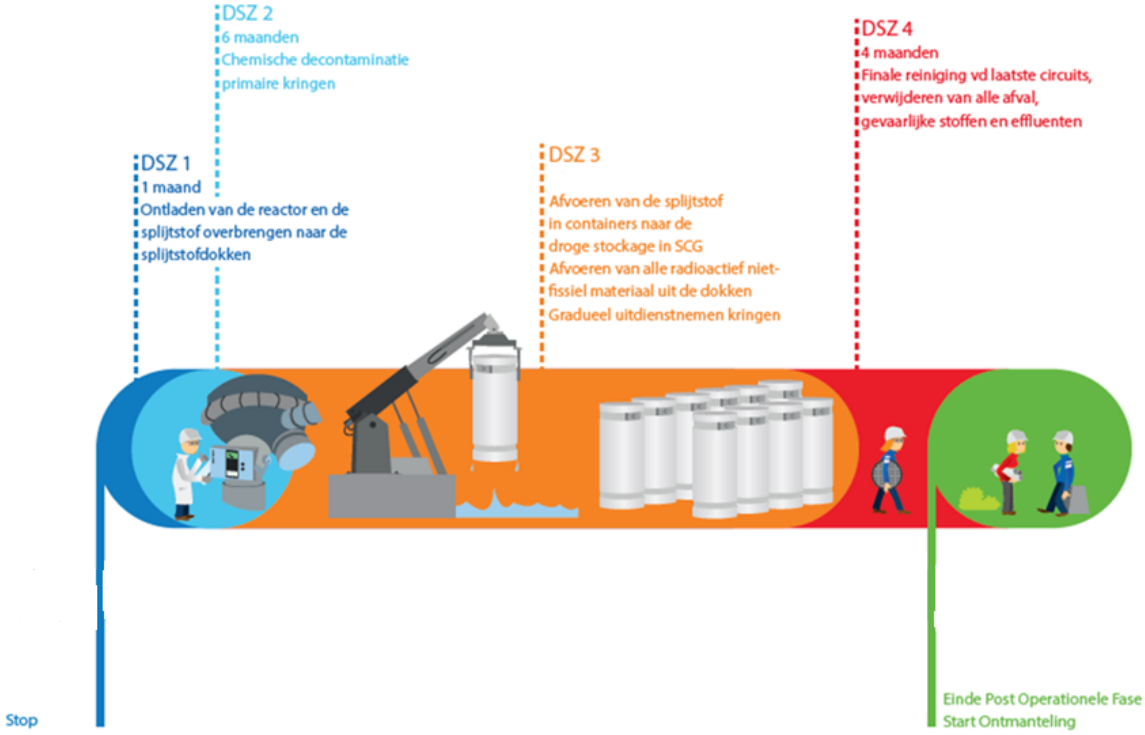
Figuur 1-2 Levenscyclus van een kerncentrale

Definitieve Stopzetting (DSZ)

De productie van elektriciteit in elke kerncentrale wordt op een zeker moment stopgezet. Dit begint met het definitief stilleggen van de reactor, de spoeling en reiniging en/of ontsmetting van de installatie en het leegmaken van de vloeistofkringen, enz. Deze fase eindigt met het verwijderen van de laatste bestraalde splijtstofelementen en zoveel mogelijk van de aanwezige radioactieve materialen. Tijdens de fase van Definitieve Stopzetting (die nog steeds onder de exploitatiefase valt, die wordt gedekt door de

exploitatievergunning voor de reactor) wordt de bestaande installatie voorbereid op de ontmanteling. Wel zal in het kader van het stopzetten de omgevingsvergunning mogelijk aangepast moeten worden.

Tijdens de fase van de Definitieve Stopzetting wordt er in de nucleaire installaties in principe niets afgebroken. De doelstelling is om de grootste bronnen van radioactiviteit waar mogelijk te verwijderen, zodat de ontmanteling in alle veiligheid kan plaatsvinden en met de laagst mogelijke dosis (zie Figuur 1-3).



Figuur 1-3 Schematische weergave van de 4 fasen tijdens de Definitieve Stopzetting

De fasen van Definitieve Stopzetting neemt tussen de 3 en 5 jaar in beslag, afhankelijk van de eenheid. Ook in deze fase blijft het noodzakelijk om verschillende systemen en parameters te bewaken: koeling van de splijtstof in het splijtstofbekken, de ventilatie van de gebouwen, de radioactiviteitmetingen, de brandbeveiligingssystemen, enz. Shiftwerk blijft dan ook nog steeds vereist in deze fase [Electrabel, 2019]. De DSZ is opgenomen in de nucleaire exploitatievergunning van de eenheden. Voor KCD-1 en KCD-2 is een periode van een kleine 5 jaar voorzien. De DSZ-periode is op te delen in vier fases. De fases zijn gerelateerd aan een bundeling van vastgelegde activiteiten. Het einde van een fase is gekoppeld aan een specifiek (operationele / technische) toestand van de eenheid.

Fase 1 start met stoppen van de reactor en het ontkoppelen van het elektriciteitsnet. De reactor wordt ontladen en de splijtstofelementen, regelstaven en andere niet-splijtstofhoudende hoogstralende componenten worden naar het splijtstofbekken overgebracht. De fase eindigt als de reactor volledig ontladen is.

Fase 2 omhelst de chemische decontaminatie van de primaire kringen. De andere kringen in de gecontroleerde zone (behalve rond het splijtstofbekken) worden geledigd en gereinigd.

Chemische decontaminatie wordt gedaan conform een methodiek die in lijn is met de internationale goede praktijken en ervaringen. Tijdens chemische decontaminatie wordt de binnenzijde van de voornaamste componenten van de betreffende systemen gereinigd door middel van scheikundige producten, waarbij de laag met het merendeel van de activiteit (neergeslagen geactiveerde en/of splijtingsproducten), geheel of gedeeltelijk verwijderd. De gebruikte scheikundige producten en de geheel of gedeeltelijk verwijderde laag worden verzameld, bewerkt en het restant wordt als radioactief afval afgevoerd.

Fase 3 eindigt als de splijtstofelementen verwijderd zijn uit het splijtstofbekken. Nadat de nakomende warmte voldoende is afgenomen, worden de elementen in containers geladen en afgevoerd naar het splijtstofopslaggebouw (SCG). Ook worden tijdens deze fase de niet-splijtstofhoudende hoogstralende componenten die aanwezig zijn in het splijtstofbekken als radioactief afval afgevoerd via de daarvoor geëigende weg. De overige kringen worden gradueel uit dienst genomen.

Fase 4 behelst het ledigen en reinigen van het splijtstofbekken en kringen daar rondom. Na het afronden van fase DSZ-4 is de centrale klaar voor ontmanteling [Electrabel, 2020].

De DSZ zal met of zonder de realisatie van het Project uitgevoerd moeten worden. Het enige verschil is het tijdstip waarop de DSZ zal gebeuren. Bij realisatie van het Project zal dat ongeveer 10 jaar later zijn dan zonder de realisatie van het Project. De effecten van de DSZ zullen voor beide situaties hetzelfde zijn. Het feit dat er 10 jaar langer geproduceerd is, heeft geen significante invloed op de effecten van de DSZ op zich.

Ontmanteling
Tijdens de ontmanteling, die in meerdere deelfases kan gebeuren, wordt de installatie gedemonteerd. De uitrustingen, structuren en componenten worden verwijderd en/of ontsmet voor vrijgave, hergebruik, recyclage of voor behandeling als radioactief afval.

Deze fase maakt integraal deel uit van de levenscyclus van de kerncentrale. Het is immers de taak van de uitbater om de centrale na de Definitieve Stopzetting af te breken en de oorspronkelijke omgeving terug te herstellen. In de praktijk betekent dit dat de installaties plaats moeten maken voor een grasveld (ook wel '*greenfield*' genoemd) of voor andere industriële toepassingen.

Na de bouw van de centrale is de ontmanteling een van de grootste projecten die de onderneming ooit zal verwezenlijken. Zolang er radioactiviteit, afkomstig van de industriële activiteit elektriciteit-opwekking, in de installaties aanwezig is, is men verplicht om alle nucleaire werkwijzen, processen en reglementeringen te respecteren. Dit betekent dat bij elke actie van afbraak diverse competenties nodig zijn in de verschillende domeinen. Dit zal blijven tot de radioactiviteit afkomstig van industriële activiteiten weg is. De fase van de ontmanteling duurt zo'n 10 tot 15 jaar [Electrabel, 2019].

Voor de ontmanteling is een specifieke vergunning nodig van het FANC (Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle). Deze vergunning wordt pas verleend als NIRAS (Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen) het 'Definitief Ontmantelingsplan' goedkeurt. De

milieueffecten van de ontmanteling worden dus bij de specifieke ontmantelingsvergunningsaanvraag onderzocht. Daarom vallen de milieueffecten van de ontmanteling buiten dit MER.

Greenfield
Als verantwoordelijke onderneming is het de finale doelstelling om de sites terug in de oorspronkelijke staat te herstellen. Dit betekent dat het terrein in principe terug een *groene grasmat* moet worden. Dan is het aan de autoriteiten om te beslissen of deze terreinen opnieuw voor een industriële activiteit gebruikt kunnen worden of niet. Het herstellen naar de oorspronkelijke staat zal worden gedaan nadat alle nucleaire installaties op de site Doel ontmanteld zijn.

1.1.4 Gegevens van de aanvrager

Naam:	Electrabel N.V.
Adres:	Simon Bolivarlaan 34 1000 Brussel
Bestuurder:	Philippe van Troeye, Gedelegeerd Bestuurder
Telefoon:	+32 2 518 61 11
Fax:	+32 2 518 64 00
BTW-nummer:	BE 0403.170.701 (Electrabel)

Electrabel is de exploitant en eigenaar van KCD-1 en KCD-2. Electrabel maakt deel uit van ENGIE, een wereldleider op het vlak van energie en milieu. Electrabel is marktleider in België en de grootste producent van groene stroom. Op deze markt produceert de onderneming elektriciteit en verkoopt ze elektriciteit, aardgas en energiediensten. De onderneming biedt haar 3,1 miljoen residentiële, professionele en industriële klanten energieoplossingen en een dienstverlening op maat. Electrabel beschikt in België over een gediversifieerd productiepark van 9900 MW (aandeel van de onderneming), dat bestaat uit installaties die werken met hernieuwbare energiebronnen, fossiele brandstoffen en kernenergie. De uitstoot van broeikasgassen door het productiepark behoort tot de laagste in Europa. ENGIE bevestigt zijn strategische keuze voor een gediversifieerde, evenwichtige en koolstofarme energiemix. Die bestaat voornamelijk uit aardgas, kernenergie en hernieuwbare energie, en zorgt voor een productie met lage CO_2-uitstoot. Kernenergie speelt een belangrijke rol in deze strategie. Kernenergie vertegenwoordigt ca. 8% van de mondiale elektriciteitsproductie van de Groep. Naast de zeven reactoren die in België (Doel en Tihange) worden uitgebaat, beschikt de Groep over een participatie in twee reactoren in Frankrijk (1 208 MW) en over capaciteit (nucleaire trekkingsrechten) in Duitsland (700 MW). In 2015 leverden de kerncentrale Doel zo'n 29.9% van de totale elektriciteitsproductie van Electrabel in België [Electrabel, 2016].

1.1.5 Gegevens van Bevoegd Gezag

Naam:	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC)
Adres:	Ravensteinstraat 36 1000 Brussel
Telefoon:	+32 2 289 21 11
Fax:	+32 2 289 21 12

De overheid, in casu de Koning, is bevoegd voor het verlenen, aanvullen of wijzigen van een vergunning voor een ieder die een nucleaire activiteit of nucleaire installatie wil opstarten. Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) is de toezichthoudende overheid bij de exploitatie van de vergunde inrichting en kan op grond van artikel 13 van ARBIS [ARBIS] nieuwe voorwaarden voor een vergunning voorstellen. Tevens inspecteert FANC op regelmatige basis of de vergunningsvoorwaarden gerespecteerd worden.

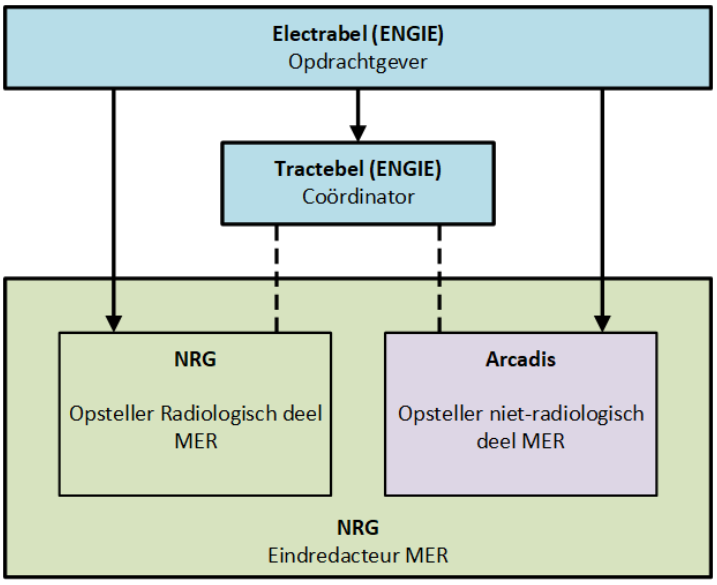
FANC beheert ook een systeem dat hen in staat stelt om toezicht te houden op de straling op het Belgische grondgebied. Het TELERAD-net meet constant de radioactiviteit in de lucht en in het water. Daarnaast neemt FANC ook voortdurend monsters van de belangrijkste schakels van de voedselketen en van het leefmilieu: de bodem, luchtdeeltjes, melk, drinkwater, vlees, groenten[1].

Bovenstaande sluit aan bij de missie van FANC: de gezondheid van de bevolking, de werknemers en het leefmilieu te beschermen tegen het gevaar van ioniserende straling. Bepaalde installaties (kerncentrales, ziekenhuizen...) en activiteiten (transport van nucleaire materialen, opslag van radioactief afval...) vereisen de inzet van ioniserende straling.

1.1.6 Projectorganisatie

De opdracht voor het opstellen van dit MER is door Electrabel (moederorganisatie: ENGIE) verstrekt aan Arcadis en NRG. Electrabel heeft Tractebel opdracht gegeven om te coördineren tussen betrokken partijen. Figuur 1-4 geeft de projectorganisatie schematisch weer.

[1] https://fanc.fgov.be/nl/



Figuur 1-4 Projectorganisatie

Arcadis is de opsteller van de delen van dit MER waarin niet-radiologische aspecten worden behandeld (hoofdstuk 2, en de conclusies in § 4.1), en is hiermee verantwoordelijk voor de feitelijke juistheid van de door hen aangeleverde inhoud. Aan de hand van de aangeleverde informatie zijn door Arcadis berekeningen uitgevoerd om de effecten van het Project en het Nul-alternatief te bepalen.

NRG is de opsteller van de delen van dit MER waarin radiologische aspecten worden behandeld (hoofdstuk 3), als ook van het algemene deel (hoofdstuk 1) en van de conclusies in § 4.2. NRG is hiermee verantwoordelijk voor de feitelijke juistheid van de door hen aangeleverde inhoud. NRG heeft zelf geen modeleringen en berekeningen uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld voor het bepalen van de effecten tijdens ongevalssituaties. Deze berekeningen zijn door Tractebel uitgevoerd in het kader van het veiligheidsrapport van KCD-1 en KCD-2. Dit veiligheidsrapport is opgesteld door Electrabel en Tractebel en goedgekeurd door BEL-V, de technische dochterorganisatie van FANC. Om de kwaliteit van dit MER te kunnen waarborgen heeft NRG een kritische, vragende houding aangenomen richting Electrabel t.a.v. de gebruikte rekenmethodiek, datavergaring, etc. en zijn de berekeningsresultaten beoordeeld op basis van ervaring en engineering judgement. Als eindredacteur van het gehele MER heeft NRG de door Arcadis aangeleverde informatie rechtstreeks overgenomen en geïntegreerd in het MER, afgezien van lay-out gerelateerde wijzigingen om de delen van Arcadis en NRG met elkaar in lijn te brengen.

1.1.7 Team van deskundigen

1.1.7.1 Niet-radiologische deel

Het team van externe deskundigen dat zal instaan voor de opmaak van het MER (niet-radiologisch deel) wordt weergegeven in Tabel 1-1.

Tabel 1-1 Coördinatoren en deskundigen voor de niet-radiologisch milieuaspecten

Discipline	Naam	Erkenningsnummer
Coördinator Bodem Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie	Hanne Carlens (Arcadis)	Erkend MER-deskundige Bodem – pedologie; Landschap, bouwkundig erfgoed en Archeologie - Landschap; Mens – ruimtelijke aspecten en erkend MER-coördinator EDA-817, Erkenning voor onbepaalde duur
Water	Dirk Libbrecht (Arcadis)	Erkend MER-deskundige Water – geohydrologie, oppervlakte- en afvalwater, mariene waters EDA-277, Erkenning voor onbepaalde duur
Geluid en Trillingen	Ann Himpen (Arcadis)	Erkend MER-deskundige Geluid & Trillingen EDA-782, Erkenning voor onbepaalde duur
Biodiversiteit	Wouter Rommens (Arcadis)	Erkend MER-deskundige Biodiversiteit EDA-593, Erkenning voor onbepaalde duur
Mens - gezondheid Coördinatie	An Tombeur (Arcadis)	Erkend MER-deskundige Mens – gezondheid 2016/00001, Erkenning voor onbepaalde duur
Lucht Klimaat	Frank Van Daele (Arcadis)	Erkend MER-deskundige Lucht – luchtverontreiniging EDA-481, Erkenning voor onbepaalde duur
Mens – mobiliteit	Adel Lannau (Arcadis)	Erkend MER-deskundige Mens – mobiliteit EDA-611, Erkenning voor onbepaalde duur

Bedrijf: Arcadis Belgium nv
Projectleider H. Carlens
Adres: Borsbeeksebrug 22 (Post X)
Antwerpen-Berchem, België
Telefoon: +32 (2) 505 75 00

1.1.7.2 Radiologische deel

De studie van de radiologische impact op het milieu is, conform met artikel 6.1.bis van het ARBIS, verricht op initiatief van de aanvrager door NRG, na goedkeuring door het Agentschap (FANC) op grond van een erkenningsdossier waarvan de inhoud eveneens vastgelegd is via het artikel 6.2 van het ARBIS.

Op basis van een erkenningsdossier met referentie 24543/19.154718 rev.1 C&S/CR ingediend door NRG (1 oktober 2019), heeft het FANC NRG goedgekeurd als auteur van het radiologische deel van de milieurapportage en rapportering [FANC, 2019].

Bedrijf: Nuclear Research & consultancy Group (NRG)
Projectleider C. Rooker
Adres: Westerduinweg 3
1755 LE Petten, Nederland
Telefoon: +31 (0)224 56 4356

1.1.8 Leeswijzer

Dit MER is opgebouwd uit vier hoofdstukken. Hoofdstuk 1 is een algemeen deel. Hierin wordt de achtergrond en aanleiding van het MER gegeven als ook toelichting op de projectorganisatie, de werking

van een kerncentrale in het algemeen, en wordt de kerncentrale van Doel, en specifiek de eenheden 1 en 2, beschreven. Daarnaast worden in dit hoofdstuk het Project en de onderzochte scenario's beschreven.

De effecten van het Project worden beschreven in twee afzonderlijke hoofdstukken. Hoofdstuk 2 gaat in op de niet-radiologische aspecten, hoofdstuk 3 op de radiologische aspecten. Beide hoofstukken geven eerst een overzicht van de belangrijkste milieuaspecten waarop het Project effect heeft. Vervolgens wordt de gehanteerde methodologie beschreven waarna de milieubeoordeling volgt. Bij de milieubeoordeling van hoofdstuk 2 (niet-radiologisch) komen onder anderen de effecten op bodem, water, biodiversiteit, klimaat en mens & gezondheid aan bod. Bij het hoofdstuk 3 over de radiologische aspecten wordt onder anderen ingegaan op de directe straling, de lozingen en accidentele situaties[2]. Beide hoofdstukken sluiten af met een conclusie en een referentielijst.

In hoofdstuk 4 worden de algehele conclusies voor zowel de niet-radiologische milieuaspecten als de radiologische milieuaspecten getrokken.

1.2 Bestaande vergunningen

De vergunningstoestand van KCD vormt een complex geheel. De reactoren KCD-1 en KCD-2 (als tweelingreactor), KCD-3 en KCD-4 zijn als nucleaire instelling van klasse I onderworpen aan het vergunningensysteem van art.6 van het ARBIS [ARBIS]. Voor de niet-radiologische milieueffecten is KCD onderworpen aan de gewestelijke wetgeving, voor de radiologische milieueffecten aan de federale wetgeving.

1.2.1 Federale vergunningen

De eenheden KCD-1 en KCD-2 werden vergund door Federale Staat bij Koninklijke besluiten voor de oprichting en de uitbating van de eenheden van de kerncentrale en voor latere wijzigingen, zie Tabel 1-2 en Tabel 1-3.

[2] De impact van de niet-radiologische ongevallen wordt beschouwd in hoofdstuk 2

Tabel 1-2 Basisvergunning voor de exploitatie van KCD-1 en KCD-2

Datum	Besluit	Referentie	Geldigheid	Voorwerp
25/01/1974	KB 28/02/1963 ARBIS	Koninklijk Besluit S.3.497/C 10001860841 gewijzigd door: • het KB van 7 mei 1987 (ref. S.3.497/L); • het KB van 20 oktober 2009 (ref. FANC 5000/AM-4-P/2B) waarbij de Naamloze Vennootschap "Verenigde Energiebedrijven van het Scheldeland EBES" vergund wordt te Doel een kerncentrale op te richten, en waarbij de N.V. ELECTRABEL als rechtsopvolger van voornoemde N.V. vergund wordt tot vervanging van de stoomgeneratoren en verhoging van het thermisch vermogen van de kernreactor van de eenheid Doel 1	- (onbeperkte duur)	Vergunning tot: • het oprichten van een kerncentrale, twee eenheden elk met thermisch vermogen van 1192 MW, en turbo-alternator 390 MWe • diverse installaties onontbeerlijk voor de exploitatie van de kerncentrale

Tabel 1-3 Overzicht van de exploitatievergunningen volgens ARBIS voor KCD-1 en KCD-2

Datum	Besluit	Referentie	Geldigheid	Voorwerp
10/03/1975	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/D 10001860843	-	Uitbreiding met twee bijkomende stoomvaten
06/05/1975	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/E (E1 + E2) 10001860845 10001866814	-	Uitbreiding met één bijkomend stoomvat
21/09/1981	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/G 10001860911	-	Vervanging van twee stoomvaten
17/03/1981	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/H 10001860913	-	Aanvulling van exploitatievoorwaarden (security)
07/09/1981	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/I 10001860916	-	Bijvoeging van 2 stationaire batterijen
19/08/1983	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/J 10001860919	-	Verplaatsen en uitbreiden van opslagplaats voor ontvlambare vloeistoffen en verplaatsbare gasrecipiënten
03/10/1986	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/K 10001860931	-	Plaatsen van 2 bijkomende houders voor afvalolie en 4 bijkomende stoomvaten
07/05/1987	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/L 10001860932	-	Wijziging KB n° S.3497/C nav TJH
04/02/1988	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/M 10001860939	-	Vervanging van 16 voorverwarmers
12/04/1991	KB 28/02/1963 ARBIS	S.3.497/N 10001860949	-	Verhoging van de aanrijking van de splijtstof voor de kernreactoren D1 en D2
1/03/2004	FOD Economie, KMO Middenstand en Energie	EP-2004-0010-A 10001861092	-	Individuele vergunning voor de verbouwing van de installaties van elektriciteitsproductie eenheid 2, te Doel
06/05/2004	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/1 10001861095	-	Verhogen van de aanrijkingsgraad van de splijtstof voor de eenheden Doel 1 en Doel 2

Datum	Besluit	Referentie	Geldigheid	Voorwerp
06/05/2004	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/2 10001861104	-	Opslag van de oude stoomgeneratoren van Doel 2 in de uitbreiding van de opslagplaats voor gebruikte stoomgeneratoren
06/05/2004	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/3 10001861136	-	Vervanging van de stoomgeneratoren en verhoging van het vermogen van de eenheid Doel 2
16/05/2004	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/2A 10001861134	-	Bevestigingsbesluit tot de opslag van de oude stoomgeneratoren van Doel 2 in de uitbreiding GSG
05/12/2004	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/3A 10001861167	-	Bevestigingsbesluit vervanging van de stoomgeneratoren en verhoging van het vermogen van de eenheid Doel 2 (aspect vervanging van de stoomgeneratoren) VSG&P-D2 Overzicht documenten
20/01/2005	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/1A 10000546314	-	Bevestigingsbesluit tot het verhogen van de aanrijkingsgraad van de splijtstof voor de eenheden Doel 1 en Doel 2
29/04/2005	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/3B 10000546315	-	Bevestigingsbesluit vervanging van de SG'n en verhoging van het vermogen voor de eenheid Doel 2 (aspect verhoging van het vermogen) VSS&P – D2 Vergunning FANC overzicht document
18/02/2008	FOD Economie, KMO Middenstand en Energie	EP-2007-0024-A 10001862415	-	Individuele vergunning voor de verbouwing van de installaties van elektriciteitsproductie eenheid 1, te Doel
22/07/2008	KB 20/07/2001 ARBIS	3-1/FVW/06/08/7/ UN4/6252/53999 1001041985	-	Kerncentrale Doel project "Vervanging veiligheidsdiesels D12"
23/06/2009	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC-683/AM-4-N/3B 10010021026	-	BELV: R – dec – PV – 09-001-0-no: PV van oplevering
20/10/2009	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC 5000/AM-4-P/1; 2; 1A 10010136425 10010136425	-	Uitbreiding GSG bij Doel 1 en VSG&P + bij Doel 1
08/02/2010	FOD binnenlandse zaken FANC	FANC 8658/AM-4-P	-	Vergunning voor wijziging voorwaarden voor Doel 1 en Doel 2
21/02/2010 26/10/2010	KB 20/07/2001 ARBIS	FANC 5000/AM-4-P/2A en 2B 10010170964 10010221377	-	KB waarbij NV Electrabel als rechtspersoon voor vernoemde NV vergund wordt tot de vervanging van de stoomgeneratoren en verhoging van het thermisch vermogen van de kerncentrale voor de eenheid Doel 1

1.2.2 Regionale vergunningen

KCD beschikt over verschillende milieuvergunningen. Deze vergunningen zijn vermeld in Tabel 1-4.

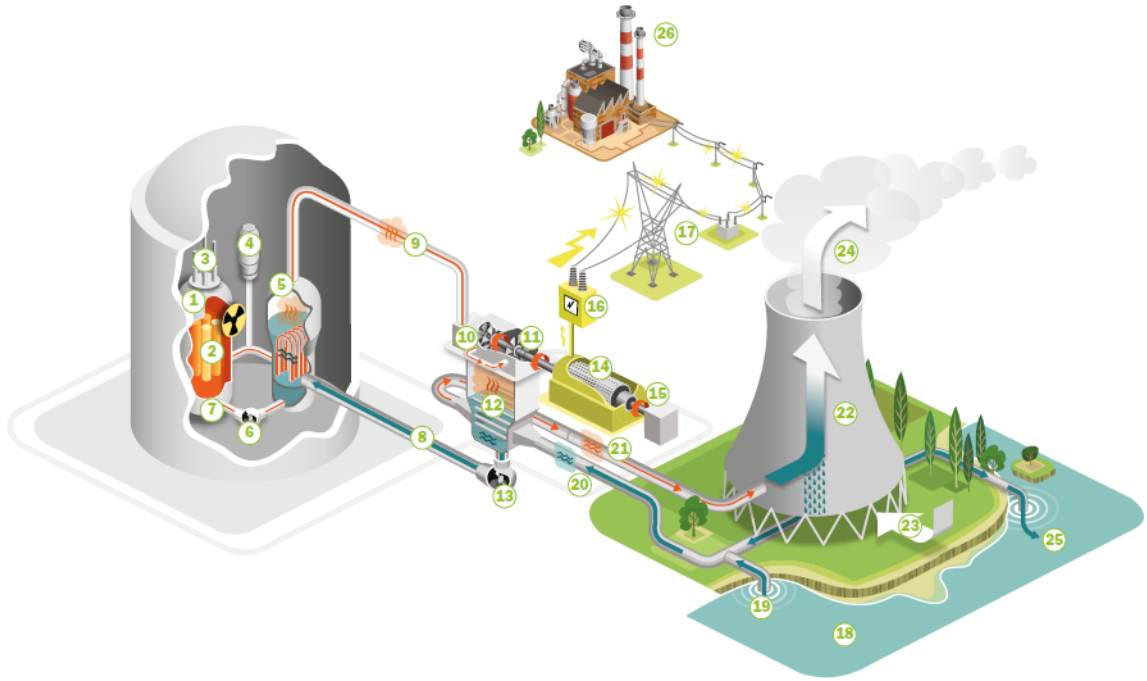
Tabel 1-4 Overzicht van de milieuvergunningen voor KCD-1 en KCD-2

Datum	Overheid	Referentie	Geldigheid	Voorwerp
04/02/1992	Ministerie Vlaamse Gemeenschap	V/2535 10001863750	-	Vergunning voor capteren van water uit Zeeschelde te Doel en voor het terugstorten van water in de Zeeschelde te Doel
31/03/2011	Bestendige Deputatie Oost-Vlaanderen	M03/46003/46/2/A/5/HV/LW 10010248886	31.03.2031	Vergunning voor het verder exploiteren van een inrichting van het opwekken van elektriciteit.(niet nucleaire installaties)
10/11/2011	Bestendige Deputatie Oost-Vlaanderen	M03/46003/46/2/W/5/LBR/KVDB 10010294911	31.03.2031	Wijziging van de bijzondere voorwaarden bij de inrichting K1
12/02/2015	Bestendige Deputatie Oost-Vlaanderen	M03/46003/46/2/W/6/LDR/FV 10010529979	31.03.2031	Verzoek tot wijziging van de milieuvergunnings-voorwaarden K1 m.b.t. het lozen van het bedrijfs-afvalwater en het koelwater.

1.3 Algemene beschrijving van een kerncentrale

1.3.1 Werkingsprincipe

Een nucleaire productie-eenheid bestaat uit een nucleair deel en een conventioneel deel. Elektriciteit wordt geproduceerd door gebruik te maken van de warmte die in de reactorkern vrijkomt door de splijting van uranium licht verrijkt in ^{235}U (tussen 3 en 5%), dat de splijtstof vormt. Deze warmte wordt gebruikt om het water te verwarmen dat onder druk in het primaire circuit wordt gehouden. In stoomgeneratoren stroomt het water van het primaire circuit door duizenden afgesloten buizen en geeft het zijn warmte af aan het water in het secundaire circuit. Het water in het secundaire circuit wordt omgezet in stoom onder hoge druk die gebruikt wordt om een turbine met hoge snelheid aan te drijven, die een alternator aandrijft die elektriciteit produceert. Aan de uitgang van de turbine wordt de stoom in de condensor weer omgezet in water en vervolgens teruggestuurd naar de stoomgenerator voor een nieuwe cyclus. Het proces van elektriciteitsopwekking wordt geïllustreerd in Figuur 1-5.



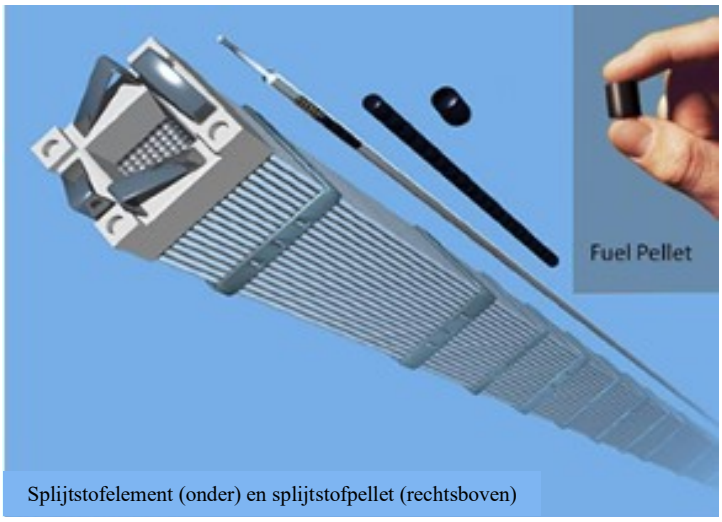
1. Reactor
2. Splijtstofstiften
3. Regelstaven
4. Drukregelvat
5. Stoomgenerator
6. Primaire pomp
7. Voedingswater primaire kring
8. Voedingswater secundaire kring
9. Stoom secundaire kring
10. Hogedrukturbine
11. Lagedrukturbine
12. Condensor
13. Voedingspomp
14. Alternator
15. Bekrachtiger alternator
16. Transformator
17. Hoogspanningslijn
18. Waterloop (Schelde)
19. Opname koelwater
20. Koud koelwater
21. Opgewarmd koelwater
22. Koeltoren
23. Opwaartse luchtstroom
24. Waterdamp
25. Lozing koelwater
26. Consumenten

Figuur 1-5 Schema van een kerncentrale

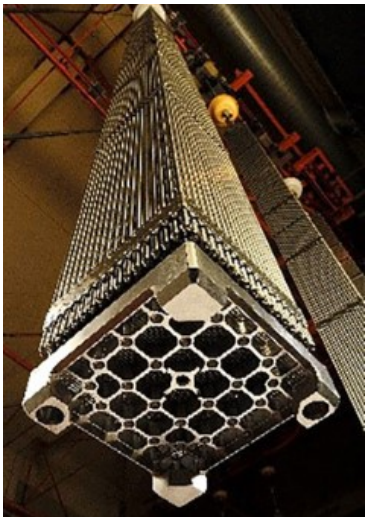
1.3.2 Nucleair deel

De reactoren van KCD zijn van het type "*Pressurized Water Reactor*" (PWR). De reactorgebouwen hebben elk een dubbel insluitingssysteem. De ringvormige ruimte tussen de twee behuizingen is in onderdruk om lekkage naar de omgeving te voorkomen.

De splijtstof is in de vorm van uraanoxidepellets, cilindrisch in de vorm van ongeveer 8 tot 9 mm in diameter en 15 mm hoog. De splijtstofpellets worden gestapeld in gesloten buizen van ongeveer 4 m hoog: de combinatie van de pellets en de buis wordt meestal de splijtstofstaaf genoemd. Splijtstofstaven worden in verschillende bundels geassembleerd tot een metalen structuur die een zogenaamd splijtstofelement vormt (zie Figuur 1-6). Het is in deze vorm dat de splijtstof op de site wordt geleverd en gebruikt.



Splijtstofelement (onder) en splijtstofpellet (rechtsboven)



Figuur 1-6 Splijtstofelement

Het deel waar de kernsplijtingsreactie plaatsvindt, wordt de kern genoemd; het is de set splijtstofelementen die uranium bevat. De splijtstofelementen worden in een welbepaalde volgorde in het reactorvat geplaatst (stalen vat gevuld met water). De splijtstofelementen blijven daar ongeveer 48 maanden. Een kwart van de splijtstof wordt ongeveer om de 12 maanden uit de reactor verwijderd en vervangen door splijtstofelementen met daarin nieuwe splijtstof. De verbruikte splijtstofelementen van KCD-1 en KCD-2 worden opgeslagen in het splijtstofbekken in het gebouw voor nucleaire diensten (GNH). Wanneer de verbruikte splijtstofelementen voldoende zijn gekoeld, worden deze overgebracht naar het SCG.

Dit type assemblage maakt het mogelijk de thermische energie die vrijkomt door de splijting over te dragen op het water in het primaire circuit, zonder dat de splijtingsproducten de afgedichte splijtstofstaven verlaten.

De kernsplijtingskettingreactie brengt de splijtstofelementen op hoge temperatuur (ongeveer 900°C). De warmte uit de reactorkern wordt overgebracht naar het water[3] dat in een gesloten en afgesloten circuit circuleert. Dit eerste circuit wordt het primaire circuit genoemd. Het water in dit circuit bereikt een gemiddelde temperatuur van 300°C. In een drukwaterreactor wordt het water onder druk gehouden door middel van een drukregelaar, die voorkomt dat het water kookt. Primaire pompen worden gebruikt om drukverliezen in het circuit te compenseren.

Het warme water in het primaire circuit brengt op zijn beurt de warmte over naar een tweede gesloten circuit, het secundaire circuit. Beide zijn hermetisch afgesloten van elkaar. De warmte-uitwisseling vindt plaats in een stoomgenerator, een grote cilindrische warmtewisselaar bestaande uit duizenden buizen. De eenheden KCD-3 en KCD-4 hebben drie lussen, elk uitgerust met een stoomgenerator en een primaire pomp, maar slechts één drukregelaar voor het volledige primaire circuit. De eenheden KCD-1 en KCD-2 hebben slechts 2 lussen.

[3] Water met toegevoegd boorzuur, dat het proces matigt (vertraagt) en overtollige neutronen absorbeert om de kettingreactie te controleren.

De werking van een kernreactor wordt nauwkeurig gecontroleerd. Om de reactor te starten, te stoppen, te bedienen op verschillende vermogensniveaus, werken de operatoren in op de intensiteit van de kettingreactie door middel van controlestaven die gemaakt zijn van materialen die neutronen kunnen absorberen. Het inbrengen van deze staven in de reactorkern zorgt ervoor dat de neutronen worden geabsorbeerd en zodus neemt het aantal kettingreacties af. In het geval van een onverwachte situatie vallen deze zelfde staven automatisch in de kern, waardoor de kettingreactie in minder dan 2 seconden wordt gestopt. De staven worden dus gebruikt voor snelle variaties in reactorvermogen. Bovendien wordt aan het kernwater een in water oplosbare neutronenabsorber, boor, toegevoegd om de intensiteit van de splijtingsreactie te regelen; de boorconcentratie wordt dagelijks aangepast.

1.3.3 Conventioneel deel

Het water in het primaire circuit geeft zijn warmte af aan het water dat in het secundaire circuit circuleert. Er is dus geen vloeistofuitwisseling, maar alleen warmte-uitwisseling, die plaatsvindt in de stoomgenerator. Wanneer het water in contact komt met de buizen van het primaire circuit van de stoomgenerator, wordt het water in het secundaire circuit warm en verandert het in stoom. De geproduceerde stoom drijft een turbine aan: de calorische energie wordt omgezet in kinetische energie. Elke turbine bestaat uit een hogedruklichaam en twee lagedruklichamen. Een alternator, gekoppeld aan elke turbine, zet de kinetische energie uiteindelijk om in elektriciteit, die naar het hoogspanningsnet wordt gestuurd, zie Figuur 1-5.

De door de turbine gebruikte stoom wordt gekoeld in de condensor, waar hij na contact met duizenden buizen weer wordt omgezet in vloeibaar water. In de buizen circuleert het water van een derde circuit, het tertiaire circuit of koelcircuit genaamd, dat wordt gevoed door water uit de Schelde. Het water in het secundaire circuit kan dan worden teruggestuurd naar de stoomgenerator om opnieuw te worden verwarmd in de stoomtoestand en de cyclus voort te zetten.

Net als de grote conventionele thermische centrales gebruiken de eenheden KCD-3 en KCD-4 koeltorens, om de temperatuur van het koelwater te verlagen door natuurlijke luchtcirculatie. Het verwarmde water wordt aan de voet van de toren verspreid in de vorm van druppels en wordt gekoeld door de opstijgende luchtstroom. Het grootste deel van dit water keert terug naar de condensor, terwijl de rest in de rivier wordt geloosd, waarbij slechts een klein deel, ongeveer 2%, in de atmosfeer verdampt: dit is de condensatiepluim die de toren verlaat. De condensorkoeling van de eenheden KCD-1 en KCD-2 gebeurt door rechtstreekse doorstroming. In de loop der jaren werd de mogelijkheid gecreëerd om ook dit koelwater, in functie van behoefte, over de koeltorens te sturen.

Veel kringen en bijgebouwen maken ook de werking van de energiecentrales mogelijk, zoals:

- conventionele hulpdieselketels voor de stoomproductie bij het opstarten van de eenheid of als back-up bij het niet beschikbaar zijn van stoomtrafo's op nucleaire installaties;
- nooddieselmotoren in verband met nucleaire veiligheid en de bijbehorende tanks;
- stationaire batterijen;
- transformatoren die de geproduceerde elektriciteit naar het hoogspanningsnet sturen.

1.4 Beschrijving van de kerncentrale Doel

Electrabel NV baat in Doel een kerncentrale (KCD) uit met vier productie-eenheden met een totaal productiecapaciteit van 3 720 MWe.

KCD bestaat uit:

- Vier productie-eenheden
  - De tweelingcentrale KCD-1 en KCD-2 heeft bepaalde circuits gezamenlijk;
  - De eenheden van KCD-3 en KCD-4 zijn aparte, doch nagenoeg identieke eenheden;
- Een installatie voor verwerking van nucleaire afval en levering van proceswater;
- Een installatie voor droge opslag van gebruikte splijtstofelementen;
- Een gebouw voor opslag van de oude stoomgeneratoren.

De netto elektriciteitsproductie (bruto productie min het verbruik van de hulpdiensten die nodig zijn om de installatie te exploiteren) van KCD tussen 2012 en 2018 wordt weergegeven in Tabel 1-5 [Electrabel, 2013] [Electrabel, 2014], [Electrabel, 2015a], [Electrabel, 2016], [Electrabel, 2017], [Electrabel, 2018], [Electrabel, 2019].

Tabel 1-5 Netto elektriciteitsproductie in de kerncentrale van Doel, in GWh

Eenheid	Indienst-stelling	Thermische vermogen [MWth]	Geïnstal-leerde productie capaciteit [MWe][4]	Productie [GWh]						
				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
KCD-1	1975	1 312	530	3 445	3 708	3 556	397	3 015	3 426	1 172
KCD-2	1975	1 312	530	3 262	3 557	3 528	2 971	3 307	3 413	1 475
KCD-3	1982	3 064	1 330	3 695	4 998	2 072	64	7 287	6 380	3 756
KCD-4	1985	3 000	1 330	7 819	8 447	4 887	7 744	8 782	7 461	5 514
Totaal		8 688	3 720	18 220	20 720	14 044	11 177	22 120	20 681	11 918

1.4.1 Locatie

De vestigingsplaats van KCD bevindt zich in het uiterste noorden van wat wordt omschreven als de Waaslandhaven, in het Antwerpse havengebied op Linkeroever in Doel, deelgemeente van de gemeente Beveren in de provincie Oost-Vlaanderen. De ligging is aangeduid in onderstaande Figuur 1-7.

[4] Alternator vermogen

Figuur 1-7 Situering (in het rood) van de productiesite KCD[5]

Het bedrijfsterrein van KCD werd in de jaren ‘60 aangelegd, waarbij de toenmalige poldergronden opgehoogd werden met opgespoten zand. De Scheldepolders zijn voornamelijk in de historische tijden tot stand gekomen.

KCD ligt vrij geïsoleerd in een noordelijke uithoek van het havengebied op Linkeroever. Het bedrijfsterrein wordt geografisch begrensd door:

- Polders en het natuurcompensatiegebied Paardenschor in het noorden;
- Het polderdorp Doel (of de restanten ervan) in het zuiden;
- De Schelde in het oosten;
- Polders (aangeduid als zeehavengebied met tijdelijke agrarische bestemming – ZTA-gebied) in het westen.

1.4.2 Ruimtelijke situering

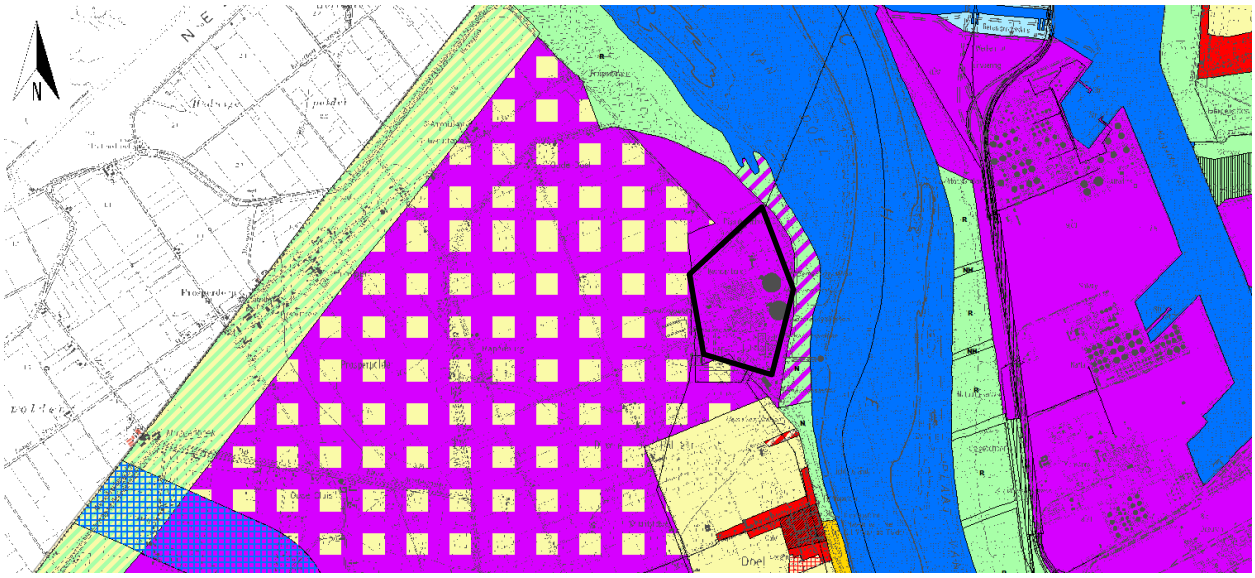
KCD en de onmiddellijke omgeving waren opgenomen in het Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan (GRUP) – Afbakening Zeehavengebied Antwerpen – Havenontwikkeling Linkeroever dat in 2014 was goedgekeurd door de Vlaamse regering. Het arrest van de Raad van State van 20 december 2016 vernietigde het GRUP van 2014. Hierdoor gaat de verdere natuurontwikkeling ter hoogte van Doelpolder Midden en de aanleg van het Saeftinghedok (ter hoogte van het polderdorp Doel) voorlopig niet door.

[5] http://geo-vlaanderen.gisvlaanderen.be/geo-vlaanderen/kleurenortho/#

Actueel is een procedure “complex project lopende” waarin de Vlaamse overheid een beslissing heeft genomen m.b.t. het alternatief van de uitvoering.

Dit maakt dat de bestemming van KCD en zijn onmiddellijke omgeving opnieuw wordt vastgelegd door het oorspronkelijke gewestplan d.d. 1978 (Koninklijk Besluit van 7 november 1978 houdende vaststelling van het gewestplan Sint-Niklaas-Lokeren).

Figuur 1-8 toont de huidige bestemming van KCD en zijn onmiddellijke omgeving op het gewestplan van 1978. Tabel 1-6 omvat de legenda.



Figuur 1-8 Omgeving van de productiesite KCD[6], met in het zwart omkaderd KCD

Tabel 1-6 Legenda

Element	Omschrijving
	Industriegebied
	Havenuitbreidingsgebied
N	Natuurgebied
R	Natuurgebieden met wetenschappelijke waarde of natuurreservaten
	Bosgebieden
	Natuurgebied met erfdienstbaarheid (t.a.v. transport- en pijpleidingen)
	Agrarisch gebieden
	Reservegebied voor uitbreiding
	Woongebied

[6] Bron: http://geopunt.be

Element	Omschrijving
	Woongebieden met een landelijk karakter
	Woongebieden met culturele, historische en/of esthetische waarde
	Woonuitbreidingsgebieden
	Industrieel gebied met mogelijkheid tot uitbreiding van het getijdendok

1.4.3 Natuurlijke omgeving

KCD is gelegen langs de Schelde en bevindt zich bijgevolg ook in het stroomgebied ervan, meer bepaald in het bekken van de Beneden-Schelde.

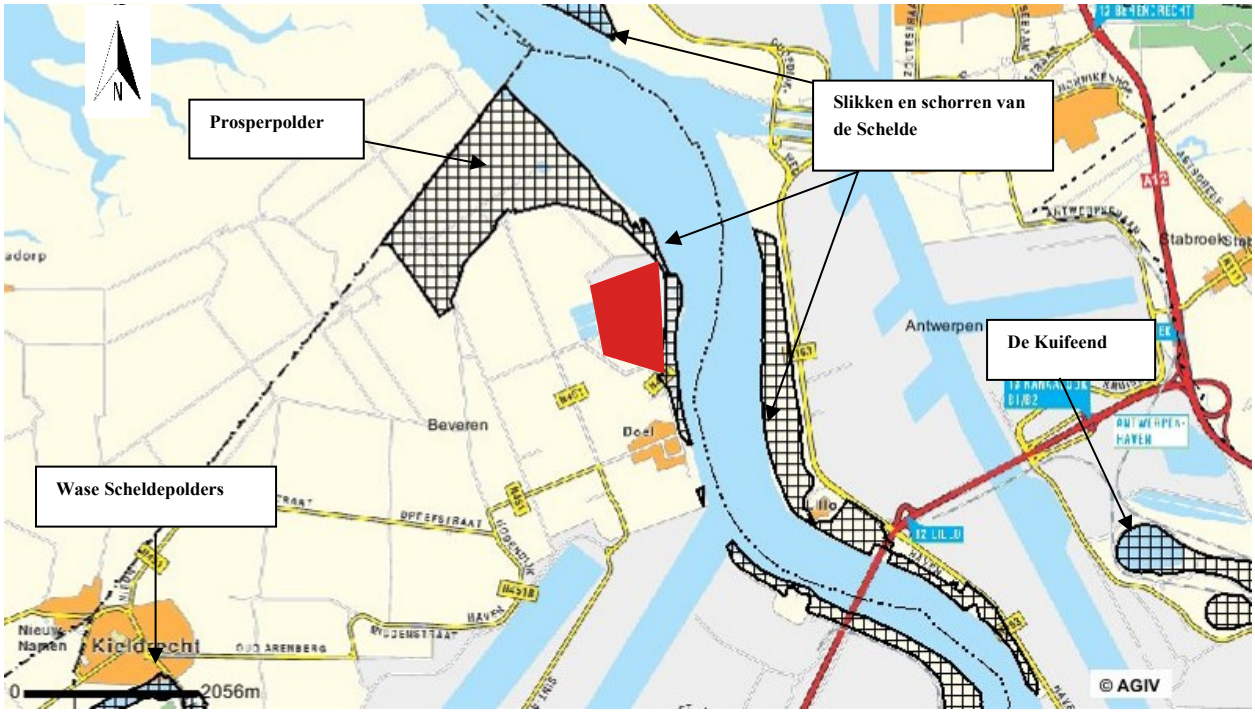
De Schelde is een getijdenrivier. Deze getijdenwerking zorgt er ook voor dat er aan de oevers van de Schelde, onder andere ter hoogte van KCD, tal van belangrijke natuurgebieden met een biologisch zeer waardevol karakter liggen. Die natuurgebieden omvatten de poldergebieden en de slikken en schorren die buitendijks gelegen zijn. De slikken en schorren en de Schelde zelf zijn aangeduid als habitatrichtlijngebied. Daarnaast is het hele gebied van de Waaslandhaven en de daarbij aansluitende poldergebieden aangeduid als faunistisch belangrijk gebied. Het is tevens ingekleurd als vogelrichtlijngebied.

De Natura 2000 gebieden in de buurt van KCD zijn:

- BE2300006 - Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent;
- BE2301336 - Beneden-Schelde.

Men vindt ook Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN)-gebieden, Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk (IVON)-gebieden en erkende natuurreservaten in de omgeving van de site van KCD.

Figuur 1-9 toont de voornaamste natuurwaarden in de omgeving van de kerncentrale.



Figuur 1-9 Natuurwaarden in de omgeving van de site van KCD en wijde omgeving[7]. KCD is in het rood aangegeven.

1.4.4 Bebouwde omgeving

Er bevinden zich geen andere bedrijven rondom de site van KCD. De dichtstbijzijnde bedrijvigheid situeert zich op rechteroever op ongeveer 2 km (chemische industrie) en rondom het Deurganckdok (containertrafiek).

Voor wat betreft bewoning, bevinden er zich, naast de verlaten en de deels onteigende dorpskern van het polderdorp Doel, enkele woonkernen in de omgeving van de kerncentrale (Prosperdorp en Oude Doel) en verspreide hoeves in de polders. Deze woningen liggen, behalve Prosperdorp, niet binnen afgebakend woongebied op ruimtelijke plannen (gewestplan).

Het dichtstbijzijnde woongebied bevindt zich op 2 600 meter (vanaf de terreingrens) naar het zuidoosten, met name Lillo-Fort. Daarna volgen Berendrecht (3 300 meter – noordoosten) en Zandvliet (4 000 meter – noordoosten). Al deze woonzones zijn gelegen op rechteroever. De dichtstbijzijnde woonzone op linkeroever is Kieldrecht, op ongeveer 5 700 meter ten zuidwesten. Kallo is gelegen op meer dan 6 700 meter (zuidoosten), terwijl de Beverse dorpskern zich op 10 km ten zuiden van het bedrijfsterrein situeert.

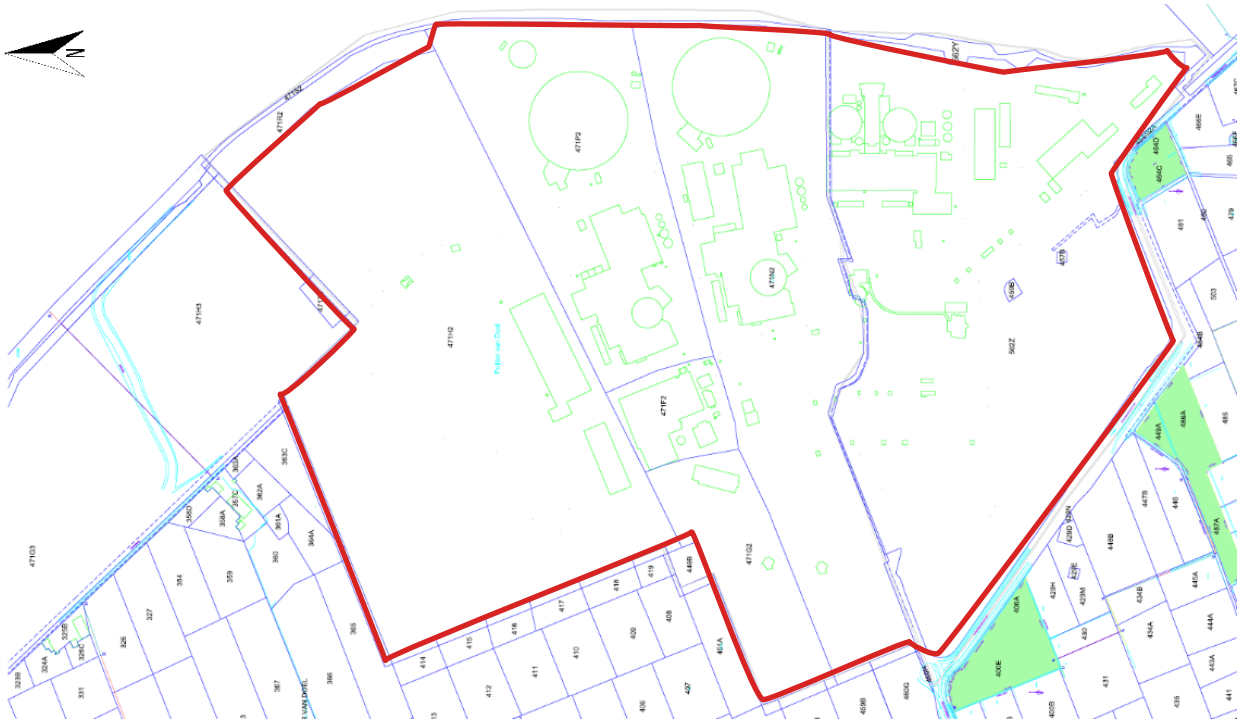
De dichtstbijzijnde woning is gelegen op een afstand van ongeveer 800 m ten westen van het projectgebied.

[7] http://geo-vlaanderen.gisvlaanderen.be/geo-vlaanderen/ven/#

De polders in de onmiddellijke omgeving zijn dunbevolkt.

1.4.5 Kadastrale percelen

Het Project is volledig gelegen op kadastrale percelen die eigendom zijn van Electrabel N.V. (Figuur 1-10). Al deze percelen bevinden zich in de gemeente Beveren.



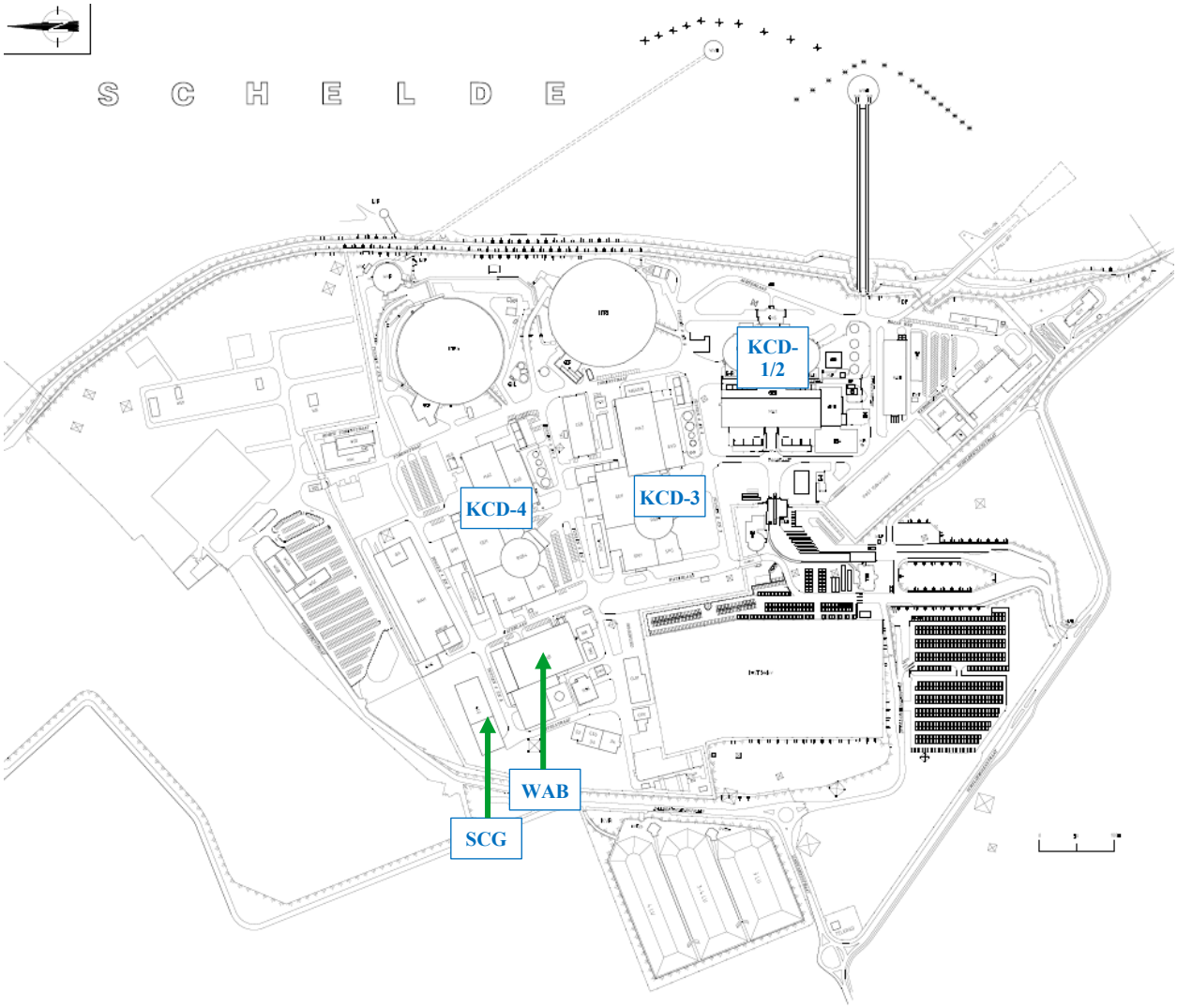
Figuur 1-10 Kadasterplan

1.4.6 Inrichtingsplan van de site van KCD

Het inrichtingsplan van de site is weergegeven op Figuur 1-11. De site heeft vier reactoren:

- de dubbele reactoren van KCD-1 en KCD-2, die enkele systemen gemeen hebben;
- KCD-3;
- KCD-4.

Daarnaast bevindt zich in het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw) en het splijtstofcontainergebouw (SCG) radioactief materiaal. In de overige gebouwen bevindt zich geen radioactief materiaal. Een nadere beschrijving van de verschillende installaties en gebouwen wordt gegeven in § 1.4.7.



Figuur 1-11 Inrichtingsplan van de site van Doel

1.4.7 KCD-1 en KCD-2

KCD-1 en KCD-2 werden gebouwd volgens de Amerikaanse reglementering. Ze werden aangesloten op het net respectievelijk in 1974 en 1975. De voornaamste structuren en gebouwen worden hieronder beschreven.

1.4.7.1 Reactorgebouwen (RGB)

De twee reactorgebouwen (RGB's) van KCD-1 en KCD-2 zijn symmetrisch aan weerszijden van het gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH) gelegen.

Elk reactorgebouw bevat een twee-loopsreactor en zijn primaire kring met water onder hoge druk, alsook een gedeelte van de nucleaire hulpdiensten, zoals de accumulatoren van het veiligheidsinjectiesysteem, en de sproeicollectors van de sproeikring van het containment. Men kan stellen dat het veiligheidsinjectiesysteem en de sproeikring ervoor zorgen dat de reactorkern tijdens een ongeval met verlies van primair koelmiddel gekoeld blijft en dat de drukstijging in het containment beperkt blijft zodat

het containment intact en de uitstoot van radioactiviteit beperkt blijft.

Elk van de beide nucleaire stoomproductie-eenheden is geïnstalleerd in een lekdicht containment dat wordt gevormd door een metalen sfeer met een diameter van 46 m (het primair containment), omgeven door een betonnen cilindrisch omhulsel met een buitendiameter van 50 m (het secundair containment), bekroond met een afgeronde kap.

Tot de interne structuren worden hoofdzakelijk gerekend:

- de ballistische afscherming van gewapend beton rond de primaire kring van de reactor;
- het reactorbekken;
- de werkvloeren verdeeld over 4 niveaus (5 m – 9 m - 18,5 m en 24,5 m);
- de rolbaan van de polaire kraan.

Met de vervanging van de stoomgeneratoren op KCD-1 (2010) en KCD-2 (2004) werd een vermogensverhoging van 10% behaald. De oude stoomgeneratoren, die na ontmanteling beschouwd worden als radioactieve bron, worden op de site van KCD in een daarvoor uitgerust gebouw opgeslagen.

1.4.7.2 Gebouw van de reactorhulpdiensten (BAR1, BAR2)

In het gebouw van de reactorhulpdiensten (BAR) bevinden zich de stoomleidingen (MS-kring) en de voedingswaterleidingen (FW-kring), de uitrustingen van deze kringen en nagenoeg alle uitrustingen van de hulpvoedingswaterkring (AFW-kring).

1.4.7.3 Gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH)

Het gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH), dat zich tussen de reactorgebouwen 1 en 2 bevindt, werd opgesplitst in twee zones om de potentieel hoge radioactieve zones af te zonderen van de rest van het gebouw. De opsplitsing gebeurde ter hoogte van de vloer 9 m. Het GNH bevat:

- de nucleaire hulpsystemen en de veiligheidssystemen van de reactoren van KCD-1 en KCD-2;
- het splijtstofbekken voor de verbruikte splijtstof;
- de installaties voor de opslag en de behandeling van de radioactieve gasvormige, vloeibare en vaste afvalstoffen, alsook de pompen voor het naar het WAB sturen van de verschillende vloeibare lozingen; de vaste afval wordt zoals voor de andere eenheden in het WAB gecentraliseerd;
- de zaal voor bereiding en opslag van de geconcentreerde boorzuuroplossingen;
- de chemische laboratoria en de kleedkamers (met douches en sanitairs) die toegang verlenen tot de gecontroleerde zone;
- ventilatie-installaties.

Het gebouw van de nucleaire hulpdiensten is 85 m lang op 22 m breed.

1.4.7.4 Gebouw van de noodsystemen (GNS)

Onder GNS verstaat men het gebouw waarin de noodsystemen zijn ondergebracht. Het gebouw van de noodsystemen werd gebouwd aan het gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH) langs de kant van de Schelde. Het bevat de noodcontrolezaal en het staat in verbinding met het gebouw van de elektrische hulpdiensten (GEH) via een gang op het dak van het GNH.

In dit gebouw bevinden zich voornamelijk:

- drogers, filters en reservoirs van de EI-kring (noodperslucht) en EI-compressoren;
- de glycolbereiding en recuperatie van glycolhoudende drains en vents;
- nooddiesels met hun fueltanks en fuelpompen (ED-kring) en hun luchtkoelers;
- de luchtkoelers van de EC-kring (noodtussenkoeling) en PL-kring (koeling en zuivering van het splijtstofbekken);
- de EF-pompen en EF-reservoirs (noodvoedingswater);
- de RJ-pompen en RJ-reservoirs (noodkoeling van de dichtingen van de primaire pompen);
- de kabelzalen 6,6 kV en 380 V;
- twee reeksen batterijen;
- de gelijkrichters;
- de noodcontrolezalen (NKZ), die het mogelijk maken vanuit het GNS de reactoren van KCD-1 en KCD-2 in warme stop te houden of tot koude stop te brengen;
- de extractieventilatie van het gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH) en de ventilatie voor het GNS.

In de kelder bevinden zich:

- een lokaal met twee reservoirs voor de opslag van gasvormige lozingen;
- een lokaal voor een GW-compressor (gasvormige afval);
- een lokaal voor de opslag van radioactieve afvalstoffen.

1.4.7.5 Machinezaal (MAZ)

De machinezaal (MAZ) is 132 m lang, 38 m breed en 40 m hoog. De buitengevels zijn afgedekt met een metalen bekleding en ook het dak is van metaal.

De MAZ bevat, opgesteld in lijn, de uitrustingen van het secundair gedeelte van de eenheden, met uitzondering van de circulatiepompen die zich in de watervang bevinden: de turbo-alternatorgroepen met een toerental van 1 500 toeren per minuut, hun waterposten, de condensors, de herverwarmingspost, enz.

De twee turbo-alternatorgroepen zijn tegenover elkaar geplaatst volgens een gemeenschappelijke as. De betonnen funderingsblokken van de turbo-alternatorgroepen rusten op palen.

De hoofdtransformatoren bevinden zich langs de westelijke gevel van de machinezaal (MAZ), terwijl de huistransformatoren en de starttransformatoren zich langs de oostelijke gevel van het gebouw van de elektrische hulpdiensten (GEH) bevinden.

1.4.7.6 Gebouw van de elektrische hulpdiensten (GEH)

Het gebouw van de elektrische hulpdiensten (GEH) grenst aan de machinezaal (MAZ), langs de kant van de Schelde.

Het gebouw van de elektrische hulpdiensten omvat:

- de controlezaal met de bedieningstafels en de verticale hoofdpanelen. Er is slechts één controlezaal (KZ), gelegen in het midden van het GEH en grenzend aan het gebouw van de

nucleaire hulpdiensten (GNH); van daaruit kunnen de beide eenheden vanaf afzonderlijke kontroletafels en -panelen worden bestuurd;
- de hulpcontrolezalen met de verticale hulppanelen;
- de elektronicazaal;
- de relais- en verdelerszaal;
- de kabelzaal;
- de batterijzaal;
- de zalen met de elektrische borden.

Het gebouw heeft een totale lengte van 132 m en een breedte van 10 m. In het midden van het gebouw loopt deze breedte op tot 14 m over een lengte van 39,6 m. De totale hoogte van het gebouw bedraagt 22,5 m.

1.4.7.7 Gebouw van de mechanische hulpdiensten (GMH)

Het gebouw van de mechanische hulpdiensten bevat de voormalige veiligheidsdiesels. Dit gebouw met metalen geraamte strekt zich uit langs de zuidelijke gevel van de machinezaal. Het is een gebouw van 51 m bij 28 m.

Het is onafhankelijk van de machinezaal berekend met zelfdragende structuren. Er zijn geen kelders; op het gelijkvloers bevinden zich onafhankelijke zalen voor de diesels, de luchtcompressoren, evenals het *Onsite Technical Support Center* (OTSC) en de lokalen met een sociale functie. Ongeveer de helft van het oppervlakte van de verdieping wordt ingenomen door installaties voor het demineraliseren van het water.

Het gedeelte van het gebouw met verdieping is 18 m hoog. Het gedeelte zonder verdieping is 9 m hoog. Op het dak werden de luchtkoelers van de dieselgroepen en de ventilatie van het OTSC geplaatst.

1.4.7.8 Watervang- en waterlozingsleidingen

De watervang voor de aanvoer van Scheldewater (tertiair circuit) bevindt zich op ongeveer 200 m van de vaargeul, tussen de dieptelijnen op - 4,00 m en - 6,00 m, op ongeveer 225 m van de winterdijk en 150 m van de zomerdijk. De structuur omvat een cilinder van gewapend beton, met een buitendiameter van 40 m, verdeeld in twee gelijke helften die elk voor een afzonderlijke groep zijn bestemd. Hij wordt beveiligd door een reeks van dukdalven waarvan de drie belangrijkste, die in visgraat langs de zijde van de vaargeul zijn opgesteld, zijn berekend voor het opvangen van een schok van een schip van 50 000 ton.

Het circulatiewater wordt naar de machinezaal (MAZ) gestuwd via een stuwleiding uit gewapend beton. De voedingskanalen onder de vloerplaat van de machinezaal worden door de stuwleiding gevoed en ze verdelen water naar de condensor. Na koeling van de condensor gaat het circulatiewater naar de atmosferische koeltorens van KCD-3 en KCD-4. Een gedeelte van het gemeenschappelijke circulatiewater wordt via de lozingskanalen in de Schelde geloosd.

Op de voedingskanalen in de machinezaal, vóór de condensor, is een leiding aangesloten die koelwater aftapt en naar een batterij van warmtewisselaars voor de nucleaire uitrustingen leidt, in het gebouw van de nucleaire hulpdiensten (GNH).

Een onafhankelijke koelkring (RW) verdubbelt de bovenvermelde kring. Hij staat in voor de koeling van de nucleaire kringen wanneer de hoofdkring het door defect laat afweten. Hij bestaat uit een geheel van vier atmosferische koeltorens met aanzuigventilatoren.

1.4.7.9 Centraal Gebouw A (CGA)

Het centraal gebouw A (CGA), een administratief gebouw, is aangrenzend aan de gebouwen MAZ en GMH. Het bevat geen veiligheidsgebonden uitrustingen.

1.4.7.10 Gebouw van de veiligheidsdiesels (DGG)

Het gebouw van de dieselgeneratoren bevat de veiligheidsdiesels en aanverwante dieseltanks en systemen (elektrische lokalen, batterij lokalen, enz.). Dit gebouw bevindt zich tussen het werkplaatsengebouw (WPG) en de 150 kV post. Het gebouw is gemeenschappelijk voor KCD-1 en KCD-2.

1.4.7.11 Bijgebouwen

Naast de productie-eenheden en de neveninstallaties die de goede en veilige werking van de centrale garanderen vindt men nog:

- het ingangsgebouw;
- het kantoorgebouw;
- de geheel “werkplaats – magazijn”, die de volgende diensten omvat :
  - het magazijn verdeeld over twee niveaus,
  - het magazijn van de gasflessen (klein, onafhankelijk gebouw, met een licht dak en een natuurlijke ventilatie, verdeeld in twee delen door een wand : één deel voor de flessen met perslucht of met samengeperste zuurstof, en een ander deel voor de flessen met brandbare gassen (acetyleen, waterstof, methaan, enz...); de neutrale gassen mogen willekeurig in één van beide delen worden opgeslagen),
  - de werkplaats mechanica,
  - de werkplaats elektriciteit,
  - de laboratoria van de instrumentatie en de elektriciteit,
  - de schrijnwerkerij,
  - een garage met het brandbestrijdingsmaterieel,
  - een garage met het materieel van de dienst stralingsbescherming.

1.4.7.12 Aansluiting op het WAB

Op de site KCD bestaat eveneens het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw) met de behandelingssystemen voor de vaste en de vloeibare afvoerstoffen.

Aan de installaties van KCD-1 en KCD-2 werden een aantal wijzigingen aangebracht om de aansluiting ervan op het WAB mogelijk te maken. De wijzigingen zijn hoofdzakelijk op gericht de bestaande scheiding van afvalstoffen aan te passen aan de principes geldend in KCD-3 en KCD-4:

- recycleerbare afvalwaterstromen met enerzijds de niet ontgaste drains van primair water en anderzijds de ontgaste drains van primair water;
- niet recycleerbare afvalwaterstromen met: de bedrijfsafvalwater (vloerdrains, douche- en wasserijwater), de chemische drains en de regeneratie-afvalwater van de continue zuivering van de condensaten.

De transfers naar het WAB gebeuren in "batch", na telefonisch akkoord tussen het WAB en KCD-1 en KCD-2.

1.4.7.13 Verbruikte splijtstof

De verbruikte splijtstof van KCD-1 en KCD-2 wordt opgeslagen in het splijtstofbekken in het gebouw voor nucleaire diensten (GNH). Wanneer de verbruikte splijtstof voldoende gekoeld is, wordt deze overgebracht naar het SCG, waar het opgeslagen wordt in *Dual Purpose Casks* (DPC).

De DPC zijn ontworpen voor het transport van gebruikte splijtstof tussen gebouwen op de site, hun tijdelijke opslag op de site, en het transport op het openbare domein. De containers zijn opgesteld om de afscherming tegen ioniserende stralingen te garanderen. Iedere DPC is ontworpen om een vooraf gedefinieerde hoeveelheid splijtstofelementen op te slaan. Het aantal splijtstofelementen per DPC is functie van het DPC type, de geometrie en de massa van de splijtstofelementen, hun aanrijkingsgraad en versplijtingsgraad.

De veiligheidsfuncties worden gegarandeerd door het ontwerp van de DPC. De veiligheidsfuncties zijn gegarandeerd tijdens opslag, intern transport tussen de slijtstofgebouwen van de nucleaire eenheden en het opslaggebouw, alsook tijdens diverse handelingen en ontladings-/verladingsoperaties. Deze veiligheidsfuncties zijn:

1. Insluiting van de radioactieve materialen in de container;
2. Radiologische bescherming tegen ioniserende straling afkomstig van de verbruikte splijtstofelementen;
3. Verzekeren van de subkritische toestand;
4. Afvoeren van de residuele warmte van de splijtstofelementen (het design van het gebouw moet dit toelaten).

1.4.7.14 Beschermingsniveaus

Alle eenheden in Doel beschikken over twee beschermingsniveaus: de veiligheidssystemen van het eerste niveau van bescherming zijn ontworpen om de eenheid te beschermen tegen incidenten en ongevallen van interne oorsprong en aardbevingen, terwijl het tweede niveau van bescherming van de ultieme veiligheidssystemen zijn gewijd aan externe ongevallen.

1.5 Wijzigingen aan installaties KCD-1 en KCD-2

1.5.1 Wijzigingen voorafgaand aan het Project

Het eerste ontwerp van de centrales is gebaseerd op een solide regelgevende basis: de Amerikaanse nucleaire codes en de 10CFR50-regeling voor het hele nucleaire eiland. Vervolgens heeft de invoering van de ASME-code (*American Society of Mechanical Engineers)* het mogelijk gemaakt om het belang van nucleaire circuits te onderscheiden en de veiligheidseisen voor elk circuit te versterken.

In de loop van de tijd zijn er verbeteringen aangebracht aan de faciliteiten, met als belangrijkste doelstellingen:

- Verbetering van de nucleaire veiligheid;
- Verhoging van de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van installaties.

De belangrijkste wijzigingen in het kader van de nucleaire veiligheid zijn gebaseerd op de periodieke veiligheidsbeoordelingen (*Periodic Safety Reviews,* PSR's). Naast de verbeteringen die het resultaat zijn van de PSR's, zijn er nog vele andere wijzigingen en verbeteringen doorgevoerd als gevolg van interne en externe inspecties, onderhoud, ervaringsgegevens (inclusief na grote nucleaire incidenten en ongelukken, zoals die op Three Miles Island, Tsjernobyl en Fukushima).

De eerste tienjaarlijkse veiligheidsherziening (PSR 1, in 1984) was ingrijpend. De nieuwe inzichten en vereisten vanuit de jonge nationale en internationale ervaring van PWR-centrales lieten toe om de nucleaire veiligheid in belangrijke mate te verhogen. De voorschriften voor de bouw van de nieuwe eenheden werden mee opgenomen en er werd rekening gehouden met veiligheidsthema's, ervaring en reglementeringen uit de buitenlandse centrales. PSR 2 (1995) focuste op de herziening van de veiligheid. Vanaf dan wordt er gestart met de structurele aanpak van veroudering en slijtage. De focus van PSR 3 (2012) lag op de volgende aspecten: bevestiging van het initieel veiligheidsniveau, evaluatie van de veroudering van de installaties, '*operating experience feedback*' (intern en extern). Andere verbeteringen werden aangebracht naar aanleiding van ervaringsbeheer.

De belangrijke realisaties voor KCD-1 en KCD-2 worden hieronder weergegeven (vanuit een lange lijst van verbeteringen aan de hand van het principe van de continue verbetering):

- Bouw van het gebunkeriseerd Gebouw Nood Systemen (GNS), naar analogie met de nieuwe eenheden KCD-3 en KCD-4. Het GNS is belangrijk als back-up voor de systemen van het eerste niveau voor een aantal ongevalsscenario's. Het ontwerp van het GNS is gebaseerd op uitgebreide ongevalsstudies van externe oorsprong zoals aardbeving, gasontploffing, impact van een vliegtuig. De noodsystemen van het GNS zijn ontworpen om de volgende functies te waarborgen: behoud van de waterinventaris in de reactorkring, behoud van de ondercriticaliteit van de reactor, afvoer van de nakomende warmte, noodcontrolezaal (PSR1, opvallendste realisatie);
- Evaluatie en verhoging van de weerstand tegen aardschokken van nucleair belangrijke installaties (PSR1);
- Verhoging van de brandweerstand van de controlezaal en aanpassing van de ventilatie van de controlezaal tegen het risico van toxische gassen en radioactieve besmetting (PSR1);
- Versterking van hoge-energieleidingen om de gevolgen bij breuk te beperken en om de eenheid in veilige koude stilstand te kunnen brengen (PSR1);
- Vervanging van de veiligheidskleppen op de reactorkring door hydraulisch gestuurde veiligheidskleppen, om de overdrukbeveiliging zowel in warme als in koude toestand te kunnen waarborgen (PSR1);
- Plaatsing van passieve katalytische waterstofrecombinatoren in de reactorgebouwen om het risico op waterstofontploffing te vermijden (PSR1);
- Vervanging van de vier hoofdstoomafsluiters om de betrouwbaarheid van de snelle isolatie van de hoofdstoomleidingen te verbeteren (PSR1);

- Plaatsing van bijkomende dieselgeneratoren voor de elektrische voeding van de hulpsystemen van de turbine (PSR1);
- '*Full-scope*' simulator van de controlezaal van KCD-1 en KCD-2 (1988); ondertussen werd de simulator geactualiseerd en uitgebreid;
- Upgrade van de lagedrukveiligheidsinjectiepompen/*shutdown*-pompen om hun betrouwbaarheid te verhogen (PSR2);
- Uitbreiding van het filter van de recirculatie van het veiligheidsinjectiesysteem in de reactorgebouwen (later volgde een tweede belangrijke uitbreidingscampagne) (PSR2);
- Upgrade van de weerstand tegen aardbevingen van een aantal uitrustingen (PSR2);
- Evaluatie en validatie van de kwalificatie voor thermische stratificatie van leidingen op het drukregelvat en stoomgeneratoren (PSR2);
- Herevaluatie van de ongevallenstudies, na de aanpassingen van PSR 1 (PSR2);
- Uitvoering van *Probabilistic Safety Assessment* (PSA), om mogelijke zwakheden in de installaties in kaart te brengen; zo werd de gunstige impact aangetoond van de gewijzigde ongevallenprocedures en de plaatsing van de katalytische waterstofrecombinatoren in de reactorgebouwen (PSR2);
- Aanpassingen aan de polaire bruggen in de reactorgebouwen om te voldoen aan de geëvolueerde regelgeving (PSR3);
- Vervanging van de koelbatterijen van de ventilatiesystemen in het reactorgebouw en elektrisch gebouw (PSR3);
- Vervanging en verbetering van het *Loose Part Monitoring System* van de reactorkring (PSR3).
- Aanbrengen van een nieuwe coating op het extern betonnen omhulsel van het reactorgebouw (PSR3);
- Vervanging van de stoomgeneratoren in respectievelijk KCD-2 en KCD-1; hierdoor werd de integriteit van de reactorkring verbeterd (2004 en 2009);
- Uitbreiding van de luchtkoeling van de veiligheidsdiesels, en de mogelijkheid om de reactorcaviteit onder water te zetten in geval van kernsmelting;
- Vervanging van de veiligheidsdiesels om conform te zijn met de sterk geëvolueerde kwalificatievereisten voor dergelijke veiligheidsuitrustingen; ook de stuurlogica wordt grondig veranderd, van complexe gekruiste logica naar een mono-trein logica: iedere diesel voedt zijn eigen elektrische polariteit, zoals in de modernere eenheden;
- In de machinezaal zijn de condensors vervangen door titanium condensors en zijn ook verschillende warmtewisselaars vervangen.

1.5.2 Wijzigingen gelinkt aan het Project

De exploitant investeert voortdurend in de veiligheid van haar nucleaire installaties door een beter ontwerp en verouderingsbeheer[8] van de structuren, systemen en componenten (SSC), met bijzondere aandacht voor kennisbeheer en de integratie van interne en externe feedback.

Het Project werd geëvalueerd in het kader van de vierde Periodieke Evaluatie van de Veiligheid (PSR) van de centrales, waarbij de volgende elementen meer in het bijzonder werden geanalyseerd:

- Verouderingsbeheer;
- Herbeoordeling en ontwerpverbetering;
- Relevante regelgeving en referenties;
- Betrouwbaarheid van installaties en menselijke en organisatorische factoren.

De vierde Periodieke Evaluatie van de Veiligheid (PSR) omvat een *Long Term Operation* (LTO) programma.

Daarnaast heeft de Europese Commissie het initiatief genomen om na het ongeval in Fukushima in maart 2011 weerstandstests te organiseren. Op 28 oktober 2011 heeft Electrabel aan het FANC het verslag over de in België uitgevoerde stresstests ("*Belgian Stress Tests*", BEST) voorgelegd [Electrabel, 2011]. Op verzoek van het FANC zijn de in dit verslag genoemde acties die betrekking hebben op lange termijn activiteiten, ook in het Project geïntegreerd.

Het Project heeft aangetoond dat verouderingsprocessen en de mogelijke gevolgen daarvan onder controle zijn.

FANC heeft het door de uitbater voorgestelde veiligheidsverbeteringsplan [Electrabel, 2015b] goedgekeurd om KCD-1 en KCD-2 met tien jaar langer te laten uitbaten tot in 2025. De voorgestelde technische verbeteringen zijn bedoeld om het verschil met het ontwerpveiligheidsniveau van de meest recente PWR-kerncentrales te beperken en een hoog niveau van betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de installaties te waarborgen [FANC, 2009], [FANC, 2011]. De door het FANC en Bel V goedgekeurde investeringen (die overeenstemmen met de overeengekomen ontwerpverbeteringen of "*Agreed Design Upgrade*", rekening houdend met de aanbevelingen van de Wetenschappelijke Raad en de opmerkingen van het FANC en Bel V) zijn het onderwerp geweest van gedetailleerde studies voorafgaand aan de uitvoering ervan.

Het geïntegreerd Actie Plan en de werken die in het kader van het Project moeten uitgevoerd worden, worden beschreven in het Long Term Syntheserapport – Doel 1en Doel 2 April 2015 – Versie O [Electrabel, 2015b].

---

[8] Fysieke of materiële veroudering is de veroudering van structuren, systemen en componenten (SSC's) als gevolg van fysische, chemische of biologische processen. Slijtage, hitteschade, stralingsschade en corrosie zijn enkele voorbeelden van fysieke veroudering. Niet-fysieke veroudering, of technologische veroudering, houdt verband met het proces van verstrijken of veroudering als gevolg van veranderingen in kennis en technologie, alsmede met de veranderingen die zij veroorzaken in codes en normen.

Jaarlijks, na elke revisie en zonder uitzondering, rapporteert de uitbater ook op basis van het syntheserapport de vooruitgang van de uitgevoerde modificaties.

1.6 Het Project

1.6.1 Beschrijving van het Project

Electrabel wil de kerncentrales van KCD-1 en KCD-2 ook na 2015 nog uitbaten. Hiertoe heeft Electrabel het Project (*Long Term Operation*, lange termijn bedrijfsvoering, LTO) gestart. Hierbij is onderzocht of Electrabel technisch en organisatorisch klaar is om KCD-1 en KCD-2 ook na 2015 veilig uit te baten, en dit voor een periode van tien jaar. Hierbij is een aantal technische verbeteringen geformuleerd.

Het bepalen van de wijzigingen die aan de installaties moeten worden aangebracht, volgt op een lang proces van studies, op basis van nationale en internationale eisen op het gebied van nucleaire veiligheid, die erop gericht zijn het veiligheidsniveau te verbeteren om het zo dicht mogelijk bij het niveau van de meest recente installaties te brengen.

Het proces voor het identificeren van wijzigingen aan installaties is als volgt [Electrabel, 2012]:

- Analyse van het ontwerp, met name op basis van:
  - De nucleaire vergunning van de eenheid;
  - Regelgevend toezicht (International Atomic Energy Agency (IAEA), USNRC (United States Nuclear Regulatory Commission)-normen, enz.);
  - De WENRA (Western European Nuclear Regulators Association) -referentieniveaus;
  - Vergelijkingsoefeningen op nationaal (met de meest recente eenheden) en internationaal (centrales in het buitenland) niveau, alsmede met recente conceptuele ontwikkelingen;
  - Terugblik op eerdere PSR's;
  - Ervaringsgegevens over de operationele ervaring;
  - Documentatie van het basisontwerp;
- Het opmaken van een *long list* van *concerns* vertrekkende vanuit verschillende informatie bronnen (zie hierboven);
- Het evolueren naar een *short list of Main Safety Issues* (MSI) op basis van risicoanalyses (welke hebben de meeste impact op nucleaire veiligheid: het vermijden van kernschade);
- Het zoeken naar de beste technische oplossing om de MSI's op te lossen waarbij verschillende alternatieven werden vergeleken.

De definitie van de voorgestelde wijzigingen is dan ook het resultaat van een lang proces van studie en selectie uit de mogelijke alternatieven, met het oog op de verbetering van de nucleaire veiligheid. Door het verbeteren van de nucleaire veiligheid is er minder kans op kernschade en minder kans op een lozing met impact op het milieu. De uiteindelijke keuze is het onderwerp van het LTO-rapport [Electrabel, 2012].

De definitie van de wijzigingen is gebaseerd op een analyse door de Belgische veiligheidsautoriteit van de voorgestelde wijzigingen. Deze analyse heeft tot doel een zo hoog mogelijk veiligheidsniveau te waarborgen, rekening houdend met de technische en economische haalbaarheid. Deze prioriteit ten opzichte van nucleaire veiligheid heeft milieuvoordelen, in die zin dat bijvoorbeeld radioactieve lozingen zo laag mogelijk worden gehouden en de risico's van ongevallen en de gevolgen daarvan zoveel mogelijk worden beperkt (ALARA-principe - *As Low As Reasonably Achievable*).

Het LTO-rapport [Electrabel, 2012] toont aan dat de verouderingsprocessen en hun mogelijke gevolgen onder controle zijn. Er wordt verzekerd dat de systemen, structuren en componenten ook tijdens de verlengde exploitatieperiode blijven functioneren zoals voorzien. Ook wordt het veiligheidsniveau van de centrales tot op het hoogst mogelijke niveau gebracht.

Het LTO-Project is volledig in lijn met de internationale referenties. Bovendien wordt het ontwerp van de centrales verbeterd door het te herevalueren en te vergelijken met het ontwerp van recentere en nieuw ontworpen centrales. Daarnaast worden ook afzonderlijk de menselijke en organisatorische factoren van de exploitatie van een kerncentrale (competentie, kennis en gedrag) behandeld.

De belangrijkste verbeteringen zijn [Electrabel, 2012]:

- Er zal een nieuw seismisch FE-pompstation gebouwd worden, met seismische toevoerleidingen naar de lokalen die veiligheidssystemen bevatten die nodig zijn na een aardbeving. Daarmee zullen KCD-1 en KCD-2 beter beschermd zijn tegen brand als gevolg van een aardbeving. Dankzij deze ontwerpverbetering zal de automatische brandblussing in de machinezaal ook doeltreffender worden en zal er een bijkomende, seismische voedingsmogelijkheid voor de stoomgeneratoren tot stand komen;
- De kelders met veiligheidstuigen zullen bijkomend beveiligd worden tegen overstroming. Er zullen ook nieuwe, onderdompelbare pompen geplaatst worden op de watervang om de RW-koeltorens bij te vullen (om de ultieme koude bron te verzekeren);
- De noodsystemen (GNS) zullen betrouwbaarder en meer automatisch gemaakt worden en hun kabels zullen beter fysiek gescheiden worden van de kabels met een veiligheidsfunctie op het eerste niveau;
- Er zal een systeem voor gefilterde drukontlasting of '*Filtered Containment Vent*' (FCV) geplaatst worden om het 'containment' te beschermen tegen overdruk bij een ongeval met kernsmelting en zo onaanvaardbare radiologische gevolgen voor de omgeving te vermijden.

1.6.2 Alternatieven aan het Project

Het mogelijke alternatief is het Nul-alternatief (§ 1.7.3), d.w.z. geen LTO. In dit geval stoppen de eenheden met de productie van elektriciteit na 40 jaar exploitatie, op de wettelijke datum bepaald in de wet van 31 januari 2003 [FOD, 2003]:

- 14 februari 2015 voor KCD-1;
- 30 november 2015 voor KCD-2.

De verschillende opties voor de levering van elektriciteit om het productieverlies te compenseren zijn talrijk en afhankelijk van politieke en marktbeslissingen, met name op basis van technische en economische overwegingen. Deze zullen niet worden bestudeerd in deze milieueffectrapportage en worden in het strategisch MER beschouwd.

1.6.3 Nieuwe vergunningen of aanpassingen aan bestaande vergunningen in het kader van het Project

KCD beschikt over verschillende vergunningen die in het kader van het Project zijn verleend. Deze vergunningen staan in de onderstaande tabel.

Tabel 1-7 Overzicht van de vergunningen voor KCD-1 en KCD-2 verleend in het kader van het project

Datum	Overheid	Referentie	Geldigheid	Voorwerp
21/02/2014	Bestendige Deputatie Oost-Vlaanderen	M03/46003/46/2/M/4/CW 10010674488	31.03.2031	Mededeling van kleine verandering van de inrichting (K1) tgv LTO
12/02/ 2015	Bestendige Deputatie Oost-Vlaanderen	M03/46003/46/2/W/6/LDR/FV 10010529979	31.03.2031	Verzoek tot wijziging van de milieuvergunningsvoorwaarden K1
12/03/2015	Bestendige Deputatie Oost-Vlaanderen	M03/46003/46/2/M/2/FV 10010529973	31.03.2031	Mededeling van kleine verandering van de inrichting (K1)
27/09/2015	FOD binnenlandse zaken	FANC ANPP-0011847 10010655894	-	KB wijzigingsvergunnings-voorwaarden D1 en D2 in het kader van LTO
1/03/2016	Bestendige Deputatie Oost-Vlaanderen	M03/46003/46/2/M/3/FV 10010598533	31.03.2031	Mededeling van kleine verandering van de inrichting (K1)
27/12/2016	Gem Beveren	B 2016/579 B 2016/580	/ (onbeperkte duur)	Filtered Containment Vent geplaatst om het 'containment' te beschermen tegen overdruk bij een ongeval met kernsmelting
06/03/2017	Gem Beveren	B 2016/611	/	Nieuw seismisch brandweerkring (FE) - Pompstation met grotere bluswatertank en bijhorende omgevingswerken
15/05/2018	Vlaamse Regering	OMV/2017009795 10010798142	31.03.2031	MB tot bijstelling bijzondere voorwaarden met betrekking tot NO2
7/02/2019	Vlaamse Regering	OMV/2018067813 10010826349	31.03.2031	Besluit tot rechtzetting alternatoren en aanvullende installaties dossier 2018122825
24/05/2019	Departement omgeving	BE-VL00000797	31.03.2031	Kennisgeving evaluatie omgevingsvergunning ikv BBT grote stookinstallatie

Datum	Overheid	Referentie	Geldigheid	Voorwerp
18/06/2019	Vlaamse Overheid	OMV2019028682 Omleggen weg, ophoging terrein en aanleg stormbekken	/	Kelders met veiligheidstuigen bijkomend beveiligd tegen overstroming

1.7 Beschrijving van de scenario's

In het MER worden twee scenario's behandeld. Het eerste scenario (voortzetting, oftewel realisatie van het LTO-Project) heeft betrekking op de uitvoering van het Project en dus op de verlenging van de levensduur van KCD-1 en KCD-2 tot 2025, terwijl de andere installaties in gebruik blijven tot hun geplande sluitingsdatum, zie Tabel 1-8.

Tabel 1-8 Scenario's voor het MER

Scenarionaam	Datum stopzetting		Opmerking
	KCD-1&2	KCD-3&4	
Project	2025	2022 / 2025	KCD-3 is vergund tot 2022. KCD-4 is vergund halverwege het jaar 2025. De DSZ van KCD-3 en KCD-4 behoren niet tot de reikwijdte van dit MER.[9]
Nul-alternatief	2015	2022 / 2025	

Het tweede scenario (Nul-alternatief) gaat uit van de afwezigheid van het Project (uitstap) d.w.z. dat KCD-1 en KCD-2 worden stilgelegd, terwijl de andere installaties op de site operationeel blijven. Dit Nul-alternatief wordt in de tweede Sectie nader toegelicht.

De variabele tussen de scenario's is uitsluitend de datum van stopzetting van KCD-1 en KCD-2. Alle overige nucleaire installaties, niet alleen KCD-3 en KCD-4, maar ook de WAB en SCG blijven in de onderzochte periode in bedrijf.

Zoals ook in § 1.1.3 is aangegeven, wordt het stoppen van de elektriciteitsproductie gevolgd door de Definitieve Stopzetting, waarna de ontmanteling begint. De ontmanteling is onderworpen aan eigen specifieke vergunningstraject, waarbij een milieueffectbeoordeling hoort. Aangezien dit een eigen procedure is, maakt de ontmanteling van KCD-1 en KCD-2 geen deel uit van dit MER.

1.7.1 Uitgangssituatie

De Uitgangssituatie is gedefinieerd als de periode 2012-2014. In 2015 is de uitvoering van de werkzaamheden m.b.t. het Project begonnen. Hierdoor is 2014 het laatste jaar met de situatie zonder invloed van het Project. Echter, binnen de normale uitbating (inclusief de afvoertransporten van radioactief afval en verbruikte splijtstofelementen) vinden fluctuaties in de elektriciteitsproductie plaats. Hierdoor zijn er ook schommelingen in de lozingen en impact van de kerncentrale op de omgeving. Om

[9] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3

een beter beeld te krijgen van de gemiddelde situatie, is niet alleen 2014 beschouwd, maar ook minimaal de twee voorliggende jaren, te weten 2012 en 2013.

De effecten van KCD in de Uitgangssituatie zijn bepaald door te onderzoeken wat de gemeten en gerapporteerde effecten waren in de periode 2012-2014. Indien mogelijk zijn de gegevens opgesplitst naar de bijdrage van KCD-1 en KCD-2 en de gezamenlijke bijdrage van alle eenheden. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt wat de bijdrage is van KCD-1 en KCD-2 aan de Uitgangssituatie. Indien mogelijk is voor de Uitgangssituatie een gemiddeld effect bepaald, voor zowel KCD-1 en KCD-2 samen als voor alle eenheden. Deze gemiddelden zijn vervolgens gebruikt om de effecten tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018, de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025), als ook voor het Nul-alternatief te bepalen.

1.7.2 Project (LTO-scenario)

Het Project wordt opgesplitst in twee fases: de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 en de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025).

1.7.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Het LTO-syntheserapport bevat het geïntegreerde actieplan om KCD-1 en KCD-2 tien jaar langer te kunnen uitbaten dan zoals voorzien in de wet op de kernuitstap van 2003. Dit actieplan is ter beoordeling voorgelegd aan het FANC [Electrabel, 2015b]. Het FANC heeft samen met Bel V dit plan geanalyseerd en die analyse toont aan dat het Project haalbaar is en de veiligheid van KCD-1 en KCD-2 aangetoond blijft tijdens de periode van *Long Term Operation* [FANC, 2015]. In de periode 2015-2018 worden verreweg de meeste werkzaamheden uitgevoerd om het veiligheidsniveau van de eenheden zo dicht mogelijk bij het niveau van meest recente installaties te brengen en die periode wordt binnen dit Project de “bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018” genoemd. Voor de beschrijving van de werkzaamheden, zie § 1.5.2 en § 1.6.1.

In deze bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 worden KCD-1 en KCD-2 door Electrabel geëxploiteerd. Het is echter niet mogelijk om de effecten van de werkzaamheden en van de normale uitbating te scheiden en te kwantificeren.

1.7.2.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

In 2018 zijn verreweg de meeste werkzaamheden in het kader van het Project afgerond. 2019 is het eerste jaar na de start van het Project waarin sprake is van normale uitbating d.w.z. zonder LTO-werkzaamheden[10]. Deze fase van het Project is gedefinieerd als de periode 2019-2025 en wordt binnen dit MER de “bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)” genoemd. Na de bedrijfsfase zullen KCD-1 en KCD-2 worden afgeschakeld en zal gestart worden met de Definitieve Stopzetting gevolgd door ontmanteling.

[10] Tijdens de onderhoudsstop in 2019 (die duurde tot begin 2020) worden de laatste werkzaamheden t.b.v. LTO voltooid. Omdat met name niet al het radioactief afval uit de constructiefase is verwerkt en dit invloed heeft op de totalen van de jaren na 2018, wordt in dit MER verondersteld dat van 2019 er geen LTO werkzaamheden uitgevoerd worden.

1.7.3 Nul-alternatief

Zoals eerder aangegeven is het Nul-alternatief het scenario waarbij er vanuit gegaan wordt dat de exploitatie van zowel KCD-1 als KCD-2 in 2015 is gestopt en de Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2 begint. Binnen dit MER wordt voor de Definitieve Stopzetting (DSZ) het volgende tijdsschema gehanteerd:

- DSZ fase 1 vindt plaats in 2015;
- DSZ fase 2 vindt aansluitend plaats in 2015;
- DSZ fase 3 loopt gedurende 2016 – 2018;
- DSZ fase 4 vindt plaats in 2019.

Opgemerkt dient te worden dat de Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2 bij beide scenario's zal gebeuren, alleen bij het Project-scenario zal dit 10 jaar later gebeuren dan bij het Nul-alternatief. Het is aannemelijk dat de Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2 bij beide scenario's op gelijke wijze wordt uitgevoerd, waardoor naar verwachting de milieueffecten niet verschillen tussen beide scenario's.

Referenties

ARBIS	Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemene reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, de Belgische staat, 2001, Brussel
Electrabel, 2011	Kerncentrale Doel Rapport Weerstandstesten – Bijkomende veiligheidsvoorziening van de installaties, Electrabel, oktober 2011, Brussel, België
Electrabel, 2012	Long Term Operation Technisch Rapport Doel 1&2, versie 2.0, Electrabel, Juni 2012, Brussel, België.
Electrabel, 2013	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2013, Electrabel, 2013, Doel, België
Electrabel, 2014	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2014, Electrabel, 2014, Doel, België
Electrabel, 2015a	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2015, Electrabel, 2015, Doel, België
Electrabel, 2015b	Verantwoord veilig verder uitbaten 2015 – 2025, Long Term Operation, Syntheserapport – Doel 1 en Doel 2, april 2015 – versie 0, Brussel, België.
Electrabel, 2016	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2016, Electrabel, 2016, Doel, België
Electrabel, 2017	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2017, Electrabel, 2017, Doel, België
Electrabel, 2018	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2018, Electrabel, 2018, Doel, België
Electrabel, 2019	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2019, Electrabel, 2019, Doel, België

Electrabel, 2020 Communicatie met specialist t.b.v. Definitieve Stopzetting, nov. 2020.

FANC, 2009 Strategienota "Long term operation van Belgische Kerncentrales: Doel 1/2 en Tihange 1", Nota nr. 008-194, herz.2, FANC, september 2009

FANC, 2011 Tests de résistance belges - Rapport national pour les centrales nucléaires, AFCN, décembre 2011 / Belgische weerstandstesten – Nationaal rapport voor de kerncentrales, FANC, december 2011

FANC, 2015 Long Term Operation Doel 1 & 2 – Finale Evaluatie Actieplan, 2015-08-18-MVDH-5-4-8-NL, FANC, augustus 2015, Brussel, België.

FANC, 2019 Goedkeuring deskundigen bevoegd voor het uitvoeren van een MER – MER-0053526, 2019-10-28-FVW-5-1-2-NL, FANC, 3-10-2019

FOD, 2003 Wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie, Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie

FOD, 2015 Wet van 28 juni 2015 tot wijziging van de wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie met het oog op het verzekeren van de bevoorradingszekerheid op het gebied van energie, Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie

Lijst van tabellen

Tabel 1-1 Coördinatoren en deskundigen voor de niet-radiologisch milieuaspecten 14

Tabel 1-2 Basisvergunning voor de exploitatie van KCD-1 en KCD-2 16

Tabel 1-3 Overzicht van de exploitatievergunningen volgens ARBIS voor KCD-1 en KCD-2 16

Tabel 1-4 Overzicht van de milieuvergunningen voor KCD-1 en KCD-2 18

Tabel 1-5 Netto elektriciteitsproductie in de kerncentrale van Doel, in GWh..... 22

Tabel 1-6 Legenda 24

Tabel 1-7 Overzicht van de vergunningen voor KCD-1 en KCD-2 verleend in het kader van het project 39

Tabel 1-8 Scenario's voor het MER 40

Lijst van figuren

Figuur 1-1 Fasen binnen het Project 7

Figuur 1-2 Levenscyclus van een kerncentrale 8

Figuur 1-3 Schematische weergave van de 4 fase tijdens de Definitieve Stopzetting 9

Figuur 1-4 Projectorganisatie 13

Figuur 1-5 Schema van een kerncentrale 19

Figuur 1-6 Splijtstofelement 20

Figuur 1-7 Situering (in het rood) van de productiesite KCD 23

Figuur 1-8 Omgeving van de productiesite KCD, met in het zwart omkaderd KCD 24

Figuur 1-9 Natuurwaarden in de omgeving van de site van KCD en wijde omgeving. KCD is in het rood aangegeven. 26

Figuur 1-10 Kadasterplan 27

Figuur 1-11 Inrichtingsplan van de site van Doel 28

2 Niet radiologische aspecten

In dit hoofdstuk worden de niet radiologische milieueffecten beschreven ten gevolge van het project. De volgende disciplines worden behandeld in het MER: bodem; water; geluid & trillingen; lucht & klimaat; biodiversiteit; landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie; mens – mobiliteit; mens – gezondheid en afval. De methodologie en uitgangssituatie worden per discipline beschreven.

De uitgangssituatie in voorliggend MER is de periode 2013-2014. In de effectbespreking wordt er een onderscheid gemaakt tussen de volgende fasen:

- Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 (samen met de werkzaamheden i.k.v. LTO): deze situatie wordt vergeleken met de situatie zonder de exploitatie van KCD;
- Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025): de effecten van LTO van KCD-1 en KCD-2 worden vergeleken met de uitgangssituatie;
- Definitieve stopzetting (periode 2025-2029): de effecten van DSZ van KCD-1 en KCD-2 worden vergeleken met de uitgangssituatie;
- Nulalternatief (situatie zonder LTO en waarbij Doel 1 en 2 stopgezet worden in 2015): De effectbeoordeling van het nul-alternatief verschilt niet sterk van die van het project. In het nul-alternatief zullen de effecten echter al vanaf 2015 afnemen in plaats van pas vanaf 2025..

De effecten van de bestaande industriële en havenactiviteiten rondom de site van de KCD maken deel uit van de referentiesituatie. Hun impact, zoals omschreven in het project-MER voor elk van deze bedrijven, maakt deel uit van de bestaande milieukwaliteit (onder meer geluidsklimaat, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, bodem, mobiliteit).

In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van een aantal autonome en gestuurde evoluties (in het studiegebied of in de omgeving ervan). Er wordt aangegeven of deze ontwikkelingen een invloed kunnen hebben op de effectbespreking en -beoordeling van LTO. Dit kan door het vergroten van de omvang van de effecten, bijvoorbeeld doordat de kwetsbaarheid van de omgeving is toegenomen of doordat deze projecten eigen effecten veroorzaken die cumulatief zijn aan de effecten van LTO.

Tabel 2-1: Overzicht van ontwikkelingen die een invloed kunnen hebben op de effectbespreking en -beoordeling

Project	Omschrijving	Relevantie
Complex project extra containercapaciteit Antwerpen (CP ECA)	Dit project houdt de realisatie in van een nieuw getijdendok in de Antwerpse haven, ten oosten van het dorp Doel, aansluitend op het bestaande Deurganckdok. In dit dok zullen grote containerschepen (tot 400 m lengte) aanmeren. Op de containerkades worden containers aan- en afgevoerd, gelost en geladen en/of tijdelijk gestockeerd.	Er wordt onder de discipline mens – mobiliteit (§1.8) onderzocht of er cumulatieve effecten kunnen ontstaan ten gevolge van dit project.

Project	Omschrijving	Relevantie
	Aansluitend op de containerkade wordt ook een nieuw logistiek terrein aangelegd waarop bijvoorbeeld activiteiten in het domein van value added logistics kunnen plaatsvinden.	
Dorp Doel	Voor het dorp Doel, dat niet voor CP ECA moet verdwijnen, en de bufferzone langs het nieuwe dok loopt een afzonderlijk project. Op 17 mei 2019 werd een opdracht gegeven om een duurzaam toekomstperspectief uit te tekenen voor Doel, alsook voor de mobiliteitsproblemen in heel het gebied in het Waasland, binnen de context van het voorkeursbesluit over ECA. Dit onderzoek maakt geen deel uit van het CP ECA, maar beide verlopen wel in nauwe afstemming. Doordat het voorkeursbesluit voor ECA momenteel aangevochten wordt bij de Raad Van State, is het onderzoek naar de toekomst van Doel tijdelijk stilgelegd.	In de discipline mens – gezondheid en veiligheid (§1.7) wordt aangenomen dat Doel momenteel (volgens het bestemmingsplan) woongebied is en dat er bewoning aanwezig is en dat dit zo blijft in de toekomst.
INEOS 'Project ONE'	Aan de overkant van de Schelde, tussen de Scheldelaan en Kanaaldok B2, plant INEOS 'Project ONE' een ethaankraker waarin ethaangas wordt omgezet in ethyleen. In 2021 wordt de vergunning voor de benodigde ontbossing en de installatie aangevraagd. Vanwege de omvang en complexiteit zal de realisatie van het project in verschillende fasen verlopen over een tijdspanne van 4 à 5 jaar. Een reële overlapping tussen de exploitatie van dit project en voorliggend plan voor het 10 jaar langer openhouden van Doel 1 en 2 is er bijgevolg niet.	Er worden geen cumulatieve effecten verwacht ten gevolge van dit project.
Natuurontwikkeling:	In het kader van de ontwikkeling van de haven van Antwerpen en van het Sigmaplan worden in de directe omgeving van KCD natuurontwikkelingsprojecten gepland en uitgevoerd. Deze	In de discipline biodiversiteit (§1.5) zijn de cumulatieve effecten van het Sigma Plan, Doelpolder Noord, Hedwige en Prosperpolder en GGG Doelpolder beschouwd.

Project	Omschrijving	Relevantie
	projecten geven aanleiding tot een verhoging van de natuurwaarden en dus van de potentiële kwetsbaarheid van de omgeving.	
Realisatie van de verschillende fasen in de wet op de kernuitstap	Op 1 oktober 2022 zal de stroomproductie in kernreactor Doel 3 stoppen. Doel 4 zal stoppen op 1 juli 2025.	LTO van Doel 1 en 2 heeft op zich geen invloed op de andere stappen die voorzien zijn in de wet op de kernuitstap. Er wordt in dit MER geen rekening gehouden met de stopzetting van Doel 3 en 4. Wanneer Doel 3 en 4 zijn stopgezet, zal de cumulatieve impact van de KCD lager zijn. Er worden bijgevolg geen grotere effecten verwacht dan reeds beschreven in het MER.

2.1 Bodem

Bijlage A - Kaart 5: Bodem

Bijlage A - Kaart 6: Digitaal Hoogtemodel

Bijlage A - Kaart 8: Bodemonderzoeken en saneringen

2.1.1 Methodologie

2.1.1.1 Afbakening van het studiegebied

Onder de bodem wordt het vaste deel van de aarde met inbegrip van het grondwater, en de andere bestanddelen en organismen die er zich in bevinden, verstaan. Het studiegebied voor de discipline Bodem in horizontale richting is ruimer dan de grenzen van de KCD, voornamelijk omwille van de mogelijke invloed op de bodems ten gevolge van de zoutneerslag uit de stoompluimen van de koeltorens. Het studiegebied wordt afgebakend door een contour van 2 km rondom de KCD. In verticale richting wordt het studiegebied afgebakend tot de basis van de Formatie van Boom, die zich op een diepte van ca. 50 m-mv[1] bevindt.

2.1.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

Bij de bespreking van de uitgangssituatie wordt een beschrijving gegeven van:

[1] meter beneden het maaiveld

- de topografie van het studiegebied: hiervoor wordt gebruik gemaakt van literatuurgegevens, de topografische kaart en het digitaal hoogtemodel.
- de pedologische karakteristieken in het studiegebied: dit wordt behandeld op basis van de Bodem kaart van België.
- de (hydro)geologische gesteldheid van het studiegebied: hiervoor wordt gebruik gemaakt van de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV).
- de hydraulische parameters: hydraulische basisparameters zijn o.a. de hydraulische geleidbaarheid, de grondwaterstand of stijghoogte, de grondwaterkwetsbaarheid, de grondwaterstromingsrichting. Deze gegevens worden besproken op basis van de DOV-databank.
- de grondwaterwinningen: de aanwezigheid van waterwinningen wordt besproken op basis van informatie uit de DOV-databank, de aanwezigheid van beschermingszone voor waterwingebieden wordt besproken op basis van kaarten beschikbaar op Geopunt.
- de bodem- en grondwaterkwaliteit: de bespreking gebeurt op basis van de uitgevoerde bodemonderzoeken volgens de databank van Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM). Er wordt enkel rekening gehouden met de bodemonderzoeken uitgevoerd op de site van de KCD.
- het bodemgebruik binnen het studiegebied: de bespreking gebeurt op basis van een terreinbezoek en fotomateriaal.

2.1.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

De werkzaamheden die plaatsvinden in het kader van de aanpassingen voor LTO kunnen aanleiding geven tot een aantasting van de bodemstructuur en het bodemprofiel. Er vinden tijdens de werkzaamheden geen bemalingen plaats. Wijzigingen in het bodemvochtregime, aantrekking van mobiele verontreinigingspluimen en bodemzettingen door een tijdelijke grondwaterverlaging worden bijgevolg niet verwacht. Tijdens de verschillende fasen van het project bestaat het risico op het ontstaan van een verontreiniging in de bodem of het grondwater. Door depositie van zout uit de stoompluim van de koeltorens kunnen wijzigingen in de bodemgeschiktheid optreden tot buiten de grenzen van de KCD.

De voor de discipline bodem te verwachten effecten tijdens de bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 zullen als volgt beschreven worden:

- structuurwijziging: kwalitatieve beschrijving en aanduiding van zones waar bodemverdichting kan optreden;
- profielwijziging: kwalitatieve beschrijving van de diepte waarover wijziging optreedt door graafwerkzaamheden;
- aantasting van de bodemhygiëne: kwalitatieve inschatting van risico op (verspreiding van) verontreiniging.

De te verwachten effecten tijdens de toekomstige situatie (periode 2019-2025) zullen als volgt beschreven worden:

- aantasting van de bodemhygiëne: kwalitatieve inschatting van risico op (verspreiding van) verontreiniging;
- wijziging van het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid: kwalitatieve inschatting van de effecten van zoutneerslag uit de stoompluim van de koeltorens.

Daarnaast zullen ook de effecten beschreven worden die kunnen optreden tijdens de definitieve stopzetting (periode 2025-2029) en tijdens het nul-alternatief. Dit gebeurt kwalitatief.

De effectbeoordeling gebeurt als volgt voor:

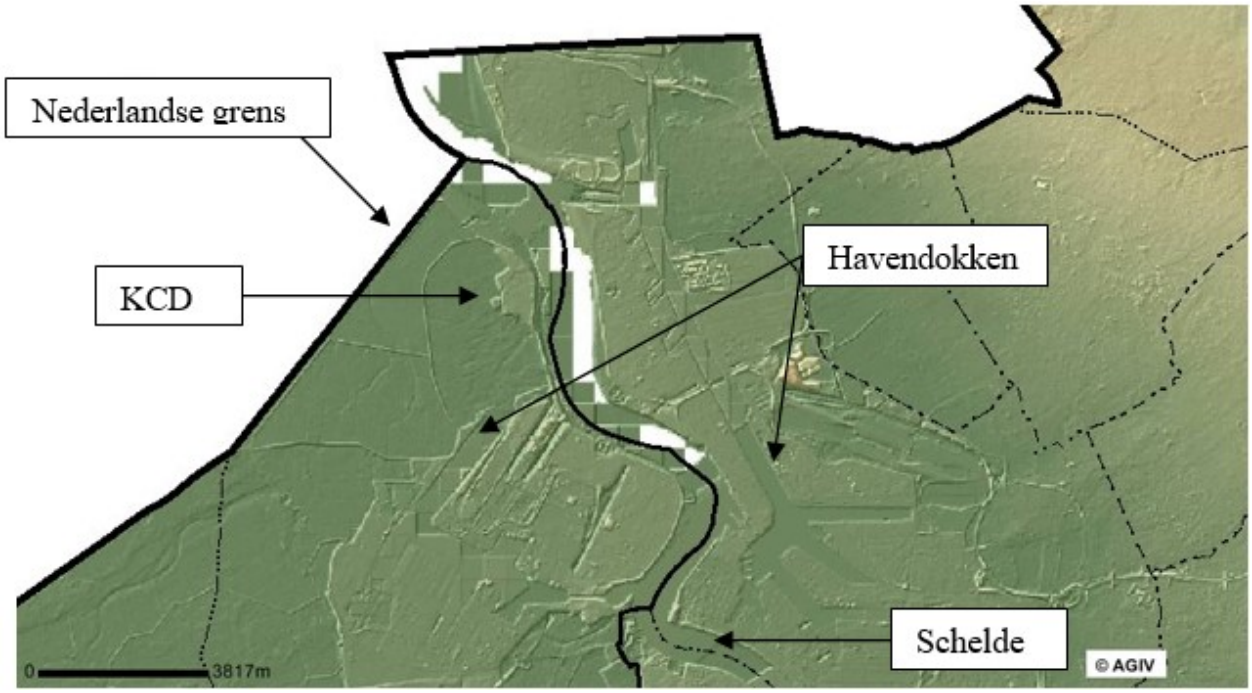
- profielwijziging en structuurwijziging:
  - aanzienlijk negatief: Verstoring van waardevolle bodems;
  - negatief: Verstoring van bodems in natuurlijk bodemgebruik/landbouwkundig bodemgebruik of verstoring van gevoelige bodems;
  - beperkt negatief: Verstoring van (recent) verstoorde bodems of verstoring van weinig gevoelige bodems;
  - verwaarloosbaar: Verstoring van verharde bodems of niet gevoelige bodems;
  - beperkt positief: Herstel (herstructurering) naar landbouwgebruik;
  - positief: Herstel (herstructurering) naar natuurlijk bodemgebruik;
  - aanzienlijk positief: Het richtlijnenboek haalt aan dat aanzienlijk positieve effecten; gezien het feit dat bodemvorming een zeer langdurig proces is, in bovengenoemd kader niet worden toegewezen;
- aantasting van de bodemhygiëne:
  - aanzienlijk negatief: Het project resulteert in een verslechtering van de bodemkwaliteit, waarbij (mogelijks) gezondheids- of ecotoxicologische risico's ontstaan;
  - negatief: Het project resulteert in een verslechtering van de bodemkwaliteit, waarbij saneringsnormen (mogelijks) overschreden worden;
  - beperkt negatief: Het project resulteert in een verslechtering van de bodemkwaliteit, zonder dat er gezondheids- of ecotoxicologische risico's ontstaan en zonder dat saneringsnormen overschreden worden;
  - verwaarloosbaar: Het project resulteert niet in wijzigingen van de bodemkwaliteit;
  - beperkt positief: De bodemkwaliteit na realisatie verbetert. Bestaande verontreiniging waar geen risico vanuit gaat, blijft aanwezig;
  - positief: De bodemkwaliteit na realisatie verbetert. Bestaande verontreiniging waarvan geen gezondheids- of ecotoxicologische risico's uitgaan, worden gesaneerd;
  - aanzienlijk positief: De bodemkwaliteit na realisatie verbetert. Bestaande verontreiniging met humaan of ecotoxicologisch risico wordt gesaneerd;
- wijziging van het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid:
  - aanzienlijk negatief: Het huidige bodemgebruik wordt zeer sterk gehinderd en/of verdwijnt nagenoeg volledig uit het studiegebied door wijzigingen in de bodemgeschiktheid;
  - negatief: Het huidige bodemgebruik ondervindt matige hinder en verdwijnt over delen van het studiegebied door wijzigingen in de bodemgeschiktheid;
  - beperkt negatief: Het huidige bodemgebruik ondervindt hinder door wijzigingen in de bodemgeschiktheid maar dit in slechts geringe mate;
  - verwaarloosbaar: Er zijn geen wijzigingen te verwachten in de bodemgeschiktheid voor het huidige bodemgebruik;
  - beperkt positief: De bodemgebruiksmogelijkheden ondervinden een verbetering door wijzigingen in de bodemgeschiktheid maar dit doet zich slechts in beperkte mate voor;

- positief: De bodemgebruiksmogelijkheden ondervinden een duidelijk positief effect en kunnen verbeteren maar de ruimtelijke uitbreiding blijft beperkt;
- aanzienlijk positief: De bodemgebruiksmogelijkheden kunnen over grote delen van het studiegebied sterk verbeteren.

2.1.2 Uitgangssituatie

2.1.2.1 Topografie

De ruime omgeving van de site van de KCD vertoont vrijwel geen reliëf. Lokaal is de topografie van de omgeving verstoord als gevolg van de aanleg van de industriezones, maar de industrieterreinen tussen de Schelde en de kanaaldokken zelf, zijn vrij vlak. Op Figuur 2-1 is het opgehoogde plateau waarop de KCD gelegen is, goed te zien. De vestigingsplaats werd door opspuiting met zand uit de Schelde opgehoogd tot ongeveer + 9,00 m ten opzichte van het referentieniveau TAW (Tweede Algemene Waterpassing), dit is een 6-tal meter hoger dan de omliggende polders.



Figuur 2-1 Topografie ter hoogte van het studiegebied

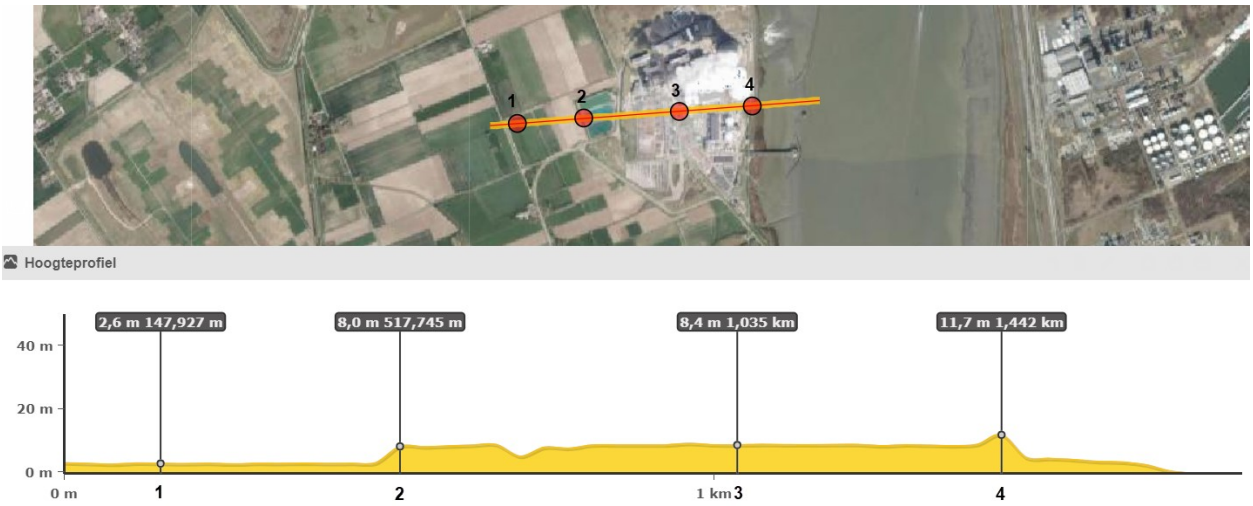
De terreinen waarop de kerncentrale gelegen is, werden tussen de jaren ’60 en ’90 opgehoogd, in verschillende fasen, met baggerspecie uit de Schelde, bovenop de toenmalige poldergronden.

Op basis van de beschikbare gegevens kan niet nagegaan worden uit welke zone van de Schelde de baggerspecie afkomstig was voor de verschillende fases. Er wordt echter aangenomen dat, gezien de verschillende periodes van ophoging, de samenstelling van de baggerspecie varieert.

Teneinde de terreinen te kunnen ophogen, werd de baggerspecie aangebracht tussen dijken. Hiervoor werden enerzijds de bestaande dijken gebruikt en werden anderzijds dijken aangelegd. Deze dijken zijn

niet volledig ondoordringbaar, teneinde de afwatering van de terreinen te kunnen garanderen. Ter hoogte van de vijvers (in het westen) werden deze dijken voorzien van een waterdichte talud.

De kruin van de beschermdijk van de vestigingsplaats bevindt zich op ca. + 12,00 m TAW (dijk tussen de vestigingsplaats en de Schelde). De kruin van het overige gedeelte van de dijk van de vestigingsplaats bevindt zich op + 11,00 m TAW (dijk tussen vestigingsplaats en omliggende polders). In het kader van het Sigmaplan werden de dijken op de Zeeschelde vanaf de Nederlandse grens tot Oosterweel (juist stroomafwaarts van Antwerpen) opgehoogd tot + 11,00 m TAW.



Figuur 2-2 Hoogteprofiel ter hoogte van KCD

2.1.2.2 Pedologie

De bodemkaart van België geeft informatie over het oorspronkelijke bodemprofiel tot op een diepte van 1,25 meter onder het maaiveld. Volgens de bodemkaart van België kwamen ter hoogte van het studiegebied oorspronkelijk matig natte tot natte, lichte zandleem- tot (zware) kleibodems zonder profielontwikkeling voor (voornamelijk bodemtypes Pep, Eep, Uep, Udp):

- Textuurklasse: Licht zandleem (P), klei (E) tot zware klei (U);
- Drainageklasse: matig nat, matig gleyig (d) tot nat, sterk gleyig met reductiehorizont (e);
- Profielontwikkeling: geen profielontwikkeling (p).

De terreinen waarop de kerncentrale gelegen is, werden tussen de jaren ’60 en ’90 opgehoogd, in verschillende fasen, met baggerspecie uit de Schelde, bovenop de toenmalige poldergronden. De nieuw ontstane antropogene bodem zonder profielopbouw bestaat tot op een diepte van 5 tot 6 m onder het huidige maaiveld overwegend uit tertiair zand, maar ook uit kleisedimenten. De aard van het materiaal is nogal wisselend. Meestal bestaan de ophogingen uit heterogene, fijne tot middelmatig fijne zanden die weinig glauconiethoudend zijn en waarin sliblagen kunnen voorkomen.

2.1.2.3 (Hydro)geologie

Het terrein van KCD is opgehoogd en bevindt zich gemiddeld 5 tot 6 m hoger dan de omringende terreinen. De aangevulde gronden zijn van antropogene oorsprong en zijn overwegend zandig van samenstelling. De opgespoten zanden bezitten een hoge doorlaatbaarheid.

Op 5 tot 6 m-mv onder de kunstmatige ophogingen, bevinden zich de onverstoorde holocene afzettingen, die gevormd werden als alluviale afzettingen van de Schelde. Ze zijn grotendeels opgebouwd uit zandleem en klei, waarin lokaal zandige, lemige en venige tussenlagen voorkomen. De dikte van deze alluviale afzettingen bedraagt ongeveer 3 m. De alluviale afzettingen zijn slecht tot zeer slecht doorlatend.

Onder de holocene afzettingen worden de pleistocene zandige afzettingen aangetroffen van niveo-eolische of niveo-fluviatiele oorsprong. Dit glauconiethoudend zandcomplex bestaat voornamelijk uit zanden waarin ook leem en kleihoudende zones en lemige tot venige tussenlaagjes voorkomen. De dikte van deze pleistocene zanden bedraagt ongeveer 12 m.

Onder de pleistocene afzettingen bevinden zich de formaties van Lillo, Kattendijk en Berchem, die eveneens zandig van aard zijn. De dikte van deze afzettingen bedraagt ongeveer 30 m.

De formatie van Lillo bestaat uit schelphoudend zand, dat bij aanvang ook leemhoudend kan zijn. Naarmate de top van de afzetting wordt genaderd, neemt het leem- en/of schelpgehalte af om aan de top helemaal te verdwijnen. De dikte van deze afzettingen bedraagt ongeveer 12 m. Aansluitend bevindt zich de formatie van Kattendijk bestaande uit glauconiethoudend zand. Aan de basis van de afzetting kunnen lagen aanwezig zijn met sporen van fossielen en/of fosfaten. De dikte van deze laag bedraagt ongeveer 8 m. Op basis van sonderingen is gebleken dat er een duidelijke leemachtige laag aanwezig is. De formatie van Kattendijk wordt gevolgd door de zandige formatie van Berchem.

Onder deze zandige afzettingen bevindt zich op een diepte van ca. 50 m-mv de formatie van Boom, die bestaat uit stijve klei en als zeer slecht doorlatend wordt beschouwd.

In Tabel 2-2 worden de opeenvolgende geologische lagen ter hoogte van het studiegebied weergegeven. Ook worden in deze tabel de hydrogeologische karakteristieken van de geologische formaties weergegeven. De diktes van de grondlagen die gegeven worden in Tabel 2-2 zijn indicatief en kunnen lokaal wijzigen.

Tabel 2-2 Overzicht van de (hydro)geologische opbouw ter hoogte van het studiegebied

Diepte top-basis (m-mv)	Tijdvak	Formatie	Lithologie	HCOV[2]-codering	Hydrogeologie
0-5	-	Ophoging (antropogeen)	Zandig	0110 Quartaire Aquifersystemen - ophogingen	Waterdoorlatend, beperkt watervoerend

[2] HCOV = Hydrogeologische codering van de Ondergrond van Vlaanderen

Diepte top-basis (m-mv)	Tijdvak	Formatie	Lithologie	HCOV[2]-codering	Hydrogeologie
5-8	Quartair	Holoceen	Zandleem of klei	0133 Quartaire Aquifersystemen - kleiige polderafzettingen van Waasland-Antwerpen	Slecht doorlatend
8-20		Pleistoceen	Glauconiethoudend zand	0233 Pleistoceen en Plioceen Aquifer - zandige top van Lillo	Watervoerend
20-32	Tertiair	Formatie van Lillo	Zand	0241 Plioceence kleiige laag - kleiig deel van Lillo of van de overgang Lillo-Kattendijk	Watervoerend
32-40		Formatie van Kattendijk	Homogeen fijn micahoudend tot licht glauconiethoudend	0251 Mioceen Aquifersysteem - zand van Kattendijk of onderste zandlaag van Lillo	Watervoerend
40-50		Formatie van Berchem	Zwartgroene glauconietrijke en kleirijke middelfijne zanden van mica en schelpen	0254 Mioceen Aquifersysteem - zanden van Berchem of Voort	Watervoerend
50-115		Formatie van Boom	Klei	0303/304 Boom Aquitard – klei van Terhagen/klei van Belsele-Waas	Zeer slecht doorlatend

2.1.2.4 Hydraulische parameters

Oorspronkelijk vormde het complex van de Quartaire dekzanden en de Tertiaire zanden een watervoerend geheel of aquifer, afgedekt door een kleiige toplaag, de polderafzettingen, en onderaan afgesloten door de Boomse klei. Door het terrein op te hogen met overwegend goed doorlatend zandig materiaal is boven de oorspronkelijke aquifer een andere aquifer ontstaan, die van elkaar gescheiden worden door de kleiige polderafzettingen. Omwille van het feit dat de ophoging gerealiseerd is tussen dijken, is dit eerste bodempakket echter slechts beperkt watervoerend.

De grondwaterstroming onder de polderklei wordt sterk beïnvloed door de aanwezigheid van de Schelde (getijdenwerking). Globaal is deze grondwaterstroming noordoostelijk gericht, dus in de richting van de Schelde.

De Quartaire gronden worden in het havengebied allemaal gekenmerkt door een nat tot zeer nat karakter. Uit peilmetingen op het terrein is gebleken dat het grondwater in de opgehoogde zones waargenomen wordt op een diepte variërend tussen 4 m-mv en 6 m-mv. In de zones die niet opgehoogd zijn, wordt de het grondwater waargenomen op een diepte van ongeveer 2 m-mv. Lokaal kunnen natte situaties voorkomen, vermoedelijk als gevolg van gecompacteerde grond of de heterogene kwaliteit van de ophoging die de infiltratie en drainage van regenwater bemoeilijken.

Het grondwater in de bovenste freatische laag ter hoogte van het terrein van de KCD wordt volgens de Kwetsbaarheidskaart van het grondwater van de provincie Oost-Vlaanderen ingedeeld als zeer kwetsbaar. Dit is het gevolg van de beperkte dikte van de onverzadigde zone, die minder dan 10 m bedraagt en het zandig en dus doorlaatbaar/watervoerend karakter van de bovengrond. Ook de afwezigheid van een laag van voldoende dikte die deze afdoende afschermt, is hier een factor. Alhoewel de eerste aquifer zeer kwetsbaar is voor polluerende activiteiten, is de geologische opbouw evenwel toch gunstig om de verspreiding van de pollutie in de diepte te voorkomen, als gevolg van de afsluitende kleilagen (polderafzettingen) tussen de eerste en de tweede watervoerende laag (Tertiaire aquifer). Het grondwater in de omgeving van de Schelde is ten slotte sterk verzilt, wat het ongeschikt maakt voor de toepassing van drinkwater, koelwater of voedingswater voor stoomketels.

De doorlatendheden van de opeenvolgende lagen zijn als volgt (benaderende waarden via DOV):

- opgespoten zanden: horizontale hydraulische doorlatendheid ca. 6 m/dag (relatief goed doorlatende afzetting);
- polderafzettingen: verticale doorlatendheid ca. 0,01 m/dag;
- tertiaire zandige afzettingen: horizontale doorlatendheid ca. 6,9 tot 17,2 m/dag.

2.1.2.5 Grondwaterwinningen

Het studiegebied is niet gelegen in een beschermingszone voor waterwingebieden. In Tabel 2-2 zijn de vergunde grondwaterwinningen opgelijst die aanwezig zijn in de uitgangssituatie (2013-2014) binnen een straal van ca. 2 km rond het gebied van de KCD op linkeroever . De grondwaterwinningen op rechteroever worden niet relevant geacht gezien de tussenliggende Schelde.

De KCD maakt voor zijn exploitatie geen gebruik van grondwater.

Tabel 2-3 Overzicht van de vergunde grondwaterwinningen in de uitgangssituatie ter hoogte van het studiegebied

Nr installatie	Exploitant	Vergund jaardebiet (m³/j)	Vergund dagdebiet (m³/d)	Van datum deeltermijn	Tot datum deeltermijn	Aquifer (vergunning)	Vergunde diepte (m)	Vergunde aantal putten	Coördinaten installatie:	
									X (m Lambert 72)	Y (m Lambert 72)
2019-058463	Hesse-Noord Natie, Deurganskdok zn 9120 Beveren	30000,0		08/01/2009	04/04/2024	0160 - Pleistocene afzettingen		1	141696,0	222315,0
2019-063711	De Bock Robby, Zoetenberm 26 9120 Beveren	2920,0	8,0	03/01/2002	03/01/2022	0400 - Oligoceen Aquifersysteem	121,0	1	140200,0	223410,0
2019-063922	Gillis Petrus, Oostlangeweg 9 9120 Beveren	125,0		19/01/1998	19/01/2018	0100 - Quartaire aquifersystemen	5,0	2	141698,0	222281,0
2019-064100	Gillis Eric, Zoetenberm 29 9120 Beveren	2939,0	10,0	11/10/2012	10/10/2032	0400 - Oligoceen Aquifersysteem	132,0	1	140212,0	223753,0
2019-066843	Van Den Berghe André, Oostlangeweg 1 9120 Beveren	720,0	4,0	14/05/2001	06/12/2013	0100 - Quartaire aquifersystemen	2,0	1	140734,0	224957,0

2.1.2.6 Bodem- en grondwaterkwaliteit

In het kader van het Bodemdecreet worden op de site periodiek bodemonderzoek uitgevoerd gezien de aanwezige Vlarebo-activiteiten. Ook in het kader van overdrachten van percelen werden in het verleden bodemonderzoeken uitgevoerd.

Bij een calamiteit met een bodemverontreiniging wordt de bodemverontreiniging zo spoedig mogelijk verwijderd. Ter bevestiging van de verwijdering wordt vervolgens een beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd. Indien de verontreiniging onvoldoende verwijderd is, wordt overgegaan tot het uitvoeren van een bodemsanering.

Een overzicht van de uitgevoerde bodemonderzoeken in het kader van het Bodem(sanerings)decreet ten tijde van de uitgangssituatie (2010-2014) wordt gegeven in Tabel 2-4. In de tabel zijn ook de later uitgevoerde bodemonderzoeken opgenomen.

De resultaten van de bodemonderzoeken worden onder de tabel toegelicht.

Tabel 2-4 Overzicht van de uitgevoerde bodemonderzoeken op de KCD

Datum rapport	Type	EBSD	Onderzochte percelen
april 1996	OBO	Becewa vzw	562/Z – 459/B – 457/B – 471/Z2 – 471/T2 – 471/R2 – 471/P2 – 471/N2 - 471/H3 – 471/H2 – 471/G3 – 471/G2 – 471/F3 – 471/F2 – 471/E3 - 459/B – 449/B
mei 2000	OBO	Becewa vzw	562/Z - 471/P2 - 471/N2 - 471/H2 - 471/G2 - 471/F2
mei 2001	BBO	Becewa vzw	562/Z – 471/Z2 – 471/R2 – 471/P2 – 471/N2 – 471/H3 – 471/H2 – 471/G3 - 471 G2 - 471 F3 - 471 F2 - 471 E3
september 2002	OBO	Soresma	562/Z – 471/N2 (enkel het gedeelte waarop de 150 kV en 380 kV stations zich bevinden)
mei 2005	OBO	Becewa vzw	562/Z – 471/P2 – 471/N2
november 2007	BBO	ABO NV	471/P2
november 2009	OBBO	Becewa vzw	562/Z – 471/T2 – 471/R2 – 471/P2 – 471/N2 – 471/H3 – 471/H2 – 471/G3 – 471/G2 – 471/F2
mei 2010	OBO	Becewa vzw	471/F2
December 2015	OBO	AIB Vinçotte International NV	562Z, 471N2, 471P2
Oktober 2019	OBO	Sweco Belgium NV	471H2

Gebruikte afkortingen: OBO=Oriënterend Bodemonderzoek; BBO=Beschrijvend Bodemonderzoek; OBBO=Gecombineerd Oriënterend en Beschrijvend Bodemonderzoek; EBSD=erkend bodemsaneringsdeskundige

Het laatste bodemonderzoek ingediend bij de OVAM dateert van oktober 2019.

Onderstaand overzicht van de onderzoeksresultaten geeft een beeld van de kwaliteit van bodem en grondwater ter hoogte van het studiegebied en is gebaseerd op de bevindingen uit de uitgevoerde bodemonderzoeken ter hoogte van de KCD:

- Het volledige terrein vertoont verhoogde concentraties van arseen in het grondwater, als gevolg van de ophoging met baggerspecie van de Schelde. Beschrijvend bodemonderzoek (mei 2001) heeft aangetoond dat er geen ernstige bedreiging bestaat en er geen bodemsaneringsproject moest worden opgesteld;
- Geen overschrijding van de bodemsaneringsnorm voor de algemene verontreinigingsparameters in de opgespoten zanden (vaste deel van de bodem);
- Ter hoogte van ondergrondse afvalolietanks aan de garage werd een historische verontreiniging vastgesteld met minerale olie, aromaten en gechloreerde koolwaterstoffen (OBO mei 2000). Op basis van een BBO in mei 2011 werd besloten dat er geen ernstige bedreiging was en dat geen bodemsaneringsproject moest worden opgesteld. Een periodiek OBO werd aanbevolen om de verontreinigingstoestand op te volgen;
- In een OBO van mei 2005 werd t.h.v. enkele locaties op 3 percelen een overschrijding van de bodemsaneringsnorm vastgesteld voor lood, EOX, zink, koper in de bodem en voor geleidbaarheid, arseen, minerale olie en 1,1,1-trichloorethaan in het grondwater. Met uitzondering van het perceel 471 P2 (zink en koper in bodem) zijn deze verontreinigingen beschouwd als historische verontreinigingen. Voor 471 P2 was een beschrijvend bodemonderzoek noodzakelijk. Een BBO voor het perceel 471 P2 toonde aan dat er geen ernstige bedreiging aanwezig is en er geen bodemsaneringsproject noodzakelijk was;
- In een indicatief bodemonderzoek (oktober 2007) werd ter hoogte van het brandweeroefenterrein in de grond en het grondwater een overschrijding vastgesteld van minerale olie (perceel 471 H2). Ter hoogte van de stortzone werd een sterk verhoogde pH, geleidbaarheid en zware metalen gemeten in de grond en in het grondwater. In de andere zones is er een verhoogde concentratie aan zware metalen en acenaftyleen in de grond en arseen en nikkel in het grondwater vastgesteld. De verontreinigingen werden verder onderzocht in een gecombineerd oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek (november 2009). De verontreinigingen werden in kaart gebracht en door de overheid beoordeeld als ongevaarlijk voor mens en milieu. Er diende geen bodemsanering te gebeuren;
- In een decretaal verplicht periodiek oriënterend bodemonderzoek van het perceel 471 F2 van de KCD (mei 2010) werden geen concentraties vastgesteld boven de richtwaarde voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, was er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is.
- In het periodiek OBO van december 2015 werden op de percelen 562 Z, 471 N2 en 471 P2 verschillende (rest-)verontreinigingen vastgesteld die ook reeds in vorige onderzoeken werden vastgesteld (arseen, minerale olie, VOCl, zink, lood). Uit het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er voor de verschillende verontreinigingen geen aanwijzingen zijn dat de verhoogde concentraties een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden.
- In het periodiek OBO van oktober 2019 werd op perceel 471 H2. Uit het onderzoek blijkt dat de aangetroffen verhoogde concentraties (zink, minerale olie, arseen) geen ernstige

bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Er diende bijgevolg geen beschrijvend bodemonderzoek of bodemsaneringsproject uitgevoerd te worden.

2.1.2.7 Genomen maatregelen ter bescherming van de bodem- en grondwaterkwaliteit

De KCD slaat tal van stoffen op die een mogelijke bron kunnen zijn van een bodem- en/of grondwaterverontreiniging.

Ter hoogte van alle huidige potentiële verontreinigingsbronnen op de terreinen van de KCD worden steeds de nodige bodembeschermende maatregelen genomen teneinde verontreiniging van grond en grondwater te voorkomen. Hieronder wordt een duidelijk overzicht gegeven van de huidige maatregelen.

- Alle bovengrondse opslagtanks op het terrein zijn ingekuipt of dubbelwandig. In vele gevallen liggen deze tanks in een gebouw, waar bijkomende maatregelen zijn getroffen om verspreiding van eventuele verontreiniging te voorkomen;
- De opslag van gevaarlijke producten situeert zich op afzonderlijke locaties en gebeurt eveneens met de nodige voorzorgsmaatregelen (inkuipingen);
- De ondergrondse tanks zijn dubbelwandig en bezitten bijkomend een lekdetectiesysteem. Er zijn (met uitzondering van de aangetroffen verontreinigingen die beschreven zijn in de bodemonderzoeken van de naburige (KCD) percelen) geen meldingen bekend van eventuele lekken;
- Alle opslagtanks zijn voorzien van elektronische overvulbeveiligingen gekoppeld aan de pomp van de vrachtwagen;
- Voor chemicaliën zijn er lospistes met opvang voorzien. Voor gasolie leveringen zijn er lospistes of mobiele pistes voorzien (op de locaties waar een piste onmogelijk is);
- De tankplaats is voorzien van een vloeistofdichte ondergrond en opvang;
- Het lossen van chemicaliën of gasolie gebeurt steeds door middel van een checklist en in aanwezigheid van de chauffeur en een door de KCD aangestelde persoon;
- In de containerparken gebeurt enkel opslag van niet-gevaarlijke afvalstoffen. Het gaat hierbij uitsluitend om vaste inerte afvalstoffen. De opslag gebeurt in containers en op een verharde ondergrond welke afwatert naar een olieafscheider;
- Het ‘bluswater’ dat vrijkomt tijdens de brandweeroefeningen, wordt opgevangen via de interne bedrijfsriolering;
- De transformatoren zijn voorzien van een drainagesysteem. Bij eventuele lekken wordt koelolie die bij de ‘natte’ transformatoren kan vrijkomen, opgevangen in een ondergrondse lekbak;
- De KCD heeft interventiepersoneel en -materiaal ter plaatse, wat er voor zorgt dat er gemakkelijk ingegrepen kan worden indien er zich een incident voordoet;
- Als er zich een incident voordoet, wordt onmiddellijk een onderzoek van de bodem ingesteld en desgevallend wordt de verontreiniging gekwantificeerd, beoordeeld op risico en verwijderd.

Ter hoogte van alle toekomstige nieuwe potentiële verontreinigingsbronnen zullen ook steeds de nodige bodembeschermende maatregelen genomen worden.

2.1.2.8 Bodemgebruik

De vestigingsplaats van de KCD bevindt zich in het uiterste noorden van wat wordt omschreven als de Waaslandhaven (Antwerps havengebied Linkeroever).

De site van de centrale is omgeven door open ruimte. Op linkeroever van de Schelde wordt deze open ruimte voornamelijk ingenomen door landbouwactiviteiten. Volgens de landbouwgebruikskaart van 2014 zijn granen, zaden en peulvruchten de meest voorkomende teelten. Daarnaast zijn er ook graslanden aanwezig en worden er aardappelen, maïs en suikerbieten geteeld.

Binnen een straal van 5 km rond de vestigingsplaats van de KCD is de bevolkingsdichtheid vrij beperkt: het gebied bestaat voor een belangrijk deel uit de haven van Antwerpen en de Schelde en voor het overige voornamelijk uit dunbevolkte polders. Verspreid in de polders liggen er verschillende wooneenheden en wooncluster, onder meer de poldergehuchten Ouden Doel, Saeftinghe en Prosperpolder. De dichtstbijzijnde woning (Scheldemolenstraat 65, 9130 Beveren) bevindt zich op 330 m ten zuiden van de site.

De site wordt rechtstreeks begrensd:

- in het noorden en oosten door de Schelde met zijn slikken en schorrengebieden;
- in het zuiden en westen door de Doelpolder met op een afstand van 900 m en meer de kleine woonkernen van Oude Doel (noordwesten), Rapenburg (westen), Saftingen (zuidwesten) en Doel (zuiden);

Buiten het studiegebied, in het oosten op een afstand van 2 km en meer, zijn Lillo-Fort en bedrijven (petrochemie) gelegen. Daarna volgen Berendrecht (3,3 km in noordoosten) en Zandvliet (4 km in noordoosten). Al deze woonzones zijn gelegen op rechteroever (overkant van de Schelde).

De ruime omgeving van de kerncentrale wordt gekenmerkt door een sterke industrialisering (havengebied). De Antwerpse havenzone wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een (petro)chemische cluster enerzijds en containerterminals anderzijds.

2.1.3 Effectbeoordeling

2.1.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie hoofdstuk 1.6).

2.1.3.1.1 Structuurwijziging

Structuurwijziging van de bodem kan veroorzaakt worden door het rijden met zwaar materieel of door het stapelen van gronden. Dit brengt een korrelstructuur met een ongunstige water- en luchthuishouding met zich mee wat een lagere (water)doorlaatbaarheid creëert waardoor de bodem ongeschikt kan worden voor een bepaald type van bodemgebruik. Het risico op structuurwijziging – vooral in klei- en/of leemgronden - is het grootst wanneer de werken in natte weersomstandigheden gebeuren.

De oorspronkelijke bodems binnen het projectgebied hebben een zandlemige of kleiige structuur. Het terrein werd echter opgehoogd met zand uit de Schelde waardoor de bovenste 5 tot 6 m overwegend een zandige textuur vertoont. Het risico op bodemverdichting is daardoor beperkt. Bovendien is het effect minder van belang in de zones waar harde infrastructuur (zoals gebouw, terreinverharding, …) wordt aangebracht. Ook de aan- en afvoer van materiaal is via bestaande, verharde wegenis gebeurd waardoor het werfverkeer geen invloed heeft op de bodemstructuur.

Het effect op de bodemstructuur wordt daarom beoordeeld als verwaarloosbaar.

2.1.3.1.2 Profielwijziging

Bij het uitgraven van grond en bij de inbreng van vreemde materialen in de bodem wordt het oorspronkelijke bodemprofiel verstoord. Profielverstoring kan enerzijds negatieve effecten hebben door o.a. wijziging van de waterhuishouding en de lokale grondwaterstroming, mogelijke afname van de microbiële activiteit en verlies van oorspronkelijke bodemfuncties. Anderzijds kan profielverstoring ook positieve effecten hebben door verhoging van de doorlatendheid en beluchting van de bodem en vergroting van de bewortelingsdiepte. In het kader van dit project is vooral profielwijziging in negatieve zin van belang.

Tijdens de werkzaamheden in het kader van de aanpassingen voor LTO is er verstoring van de ondergrond opgetreden bij de graafwerken ter hoogte van het FE-pompgebouw en de Filtered Containment Vent. Op de site van KCD zijn echter enkel antropogene bodems zonder profielopbouw aanwezig ten gevolge van de ophoging met baggerspecie. De uitgravingen zijn beperkt gebleven tot deze antropogene laag (met een dikte van 5 tot 6 m) en reikten niet tot in de oorspronkelijke bodems, die volgens de bodemkaart van België ook geen profielontwikkeling vertonen.

Het effect op de profielontwikkeling wordt verwaarloosbaar geacht.

2.1.3.1.3 Aantasting van de bodemhygiëne

Tijdens de werkzaamheden in het kader van de aanpassingen voor LTO bestond het risico op accidentele bodemverontreiniging ten gevolge van lekken in (brandstof)leidingen of morsverliezen van voornamelijk olie en/of brandstoffen. Dit ten gevolge van het gebruik en het onderhoud van het machinepark op de werf. Verontreinigde stoffen die op of in de bodem terechtkomen, kunnen onder invloed van insijpelend regenwater uitspoelen en naar het grondwater migreren. Rekening houdend met het feit dat een dergelijke bodem- en/of grondverontreiniging volgens de bepalingen van het Bodemdecreet als nieuw te beschouwen is, dient de aannemer bij het optreden van calamiteiten onmiddellijk in te grijpen en de nodige maatregelen te treffen om bodem- en grondwaterverontreiniging uit te sluiten.

Het grondverzet is conform de vigerende wetgeving gebeurd. Om de verspreiding van bodemverontreiniging te beheersen, heeft de Vlaamse Regering een regelgeving opgesteld met betrekking tot het gebruik van uitgegraven bodem. Deze regelgeving wordt beschreven in Hoofdstuk XIII van het Vlarebo (Vlaams Reglement betreffende bodemsanering en bodembescherming). Daar waar de totale uitgraving meer dan 250 m³ bedraagt, dient een technisch verslag door een erkend bodemsaneringsdeskundige opgemaakt te worden.

In het technisch verslag zullen de milieuhygiënische kwaliteit en de hergebruiksmogelijkheden van de uit te graven gronden bepaald worden. De maatregelen die als gevolg van het technisch verslag genomen moeten worden, zorgen ervoor dat een verspreiding van bodemverontreiniging binnen de uitgravingszone wordt vermeden.

Voor de uitgravingen bij de bouw van de Filtered Containment Vent is in 2016 een technisch verslag opgemaakt (conform verklaar door Grondbank NR: 2067-16-202396). De uit te graven gronden kregen de

volgende milieukwaliteiten: 911[3] (zone nabij reactorgebouw 1 tot 1,5 m-mv) en 211[4] (zone nabij reactorgebouw 1 1,5-3 m-mv + zone reactorgebouw 2 tot 3 m-mv). De gronden werden tijdelijk opgeslagen en hergebruikt voor de aanvullingen. Aangezien de uitgegraven bodem conform de regelgeving hergebruikt werden, wordt het effect ten gevolge van mogelijke kwaliteitswijzigingen door grondverzet als niet aanzienlijk beoordeeld. Voor de graafwerken in functie van het nieuwe brandweergebouw diende geen technisch verslag opgesteld te worden omdat het volume uit te graven grond minder dan 250 m³ was.

De impact van op de bodem- en grondwaterkwaliteit tijdens de werkzaamheden in het kader van LTO wordt als beperkt negatief tot verwaarloosbaar beoordeeld.

2.1.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)

2.1.3.2.1 Aantasting van de bodemhygiëne

De opslag en behandeling van gevaarlijke stoffen in grote hoeveelheden (diesel, neutralisatieproducten, ..) houdt potentieel bepaalde risico's in op verontreiniging van bodem en grondwater. De genomen maatregelen ter bescherming van de bodem- en grondwaterkwaliteit zijn opgelijst in § 2.1.2.7.

Om de risico's van deze opslag zo klein mogelijk te houden, past men volgende risicobeheerprincipes toe:

- beperken van de hoeveelheid opgeslagen chemicaliën tot het strikt noodzakelijke;
- opslag onder de juiste omstandigheden in tanks met opvangkuip of met dubbele wand en lekdetectie.

KCD1 en KCD-2 beschikken over een beheerssysteem om bodem- en grondwaterverontreiniging tegen te gaan. Er zijn voor de bedrijfsfase in de toekomstige periode geen wijzigingen aan dit systeem voorzien. Aangezien het risico op bodem- en grondwaterverontreiniging als beheerst beschouwd wordt in de uitgangssituatie, is er geen reden om aan te nemen dat dit in de toekomst zou veranderen. Een blijvend toezicht op het naleven van de voorgeschreven maatregelen inzake bodem- en grondwaterbescherming wordt voldoende geacht. In de meest recente bodemonderzoeken (2015, 2019) werd dan ook geen nieuwe bodemverontreiniging (ontstaan na 2000) vastgesteld.

Incidenten die een impact hebben op bodem- en grondwater zijn echter nooit uit te sluiten. De kans blijft bestaan dat er zich een aanzienlijk effect op de bodem- en grondwaterkwaliteit voordoet, in die zin dat een dergelijk incident kan leiden tot aanwijzingen dat de verontreiniging in de bodem en in het grondwater de bodemsaneringsnormen overschrijdt of dat dreigt te doen, waardoor de uitvoering van een bodemonderzoek en de mogelijk daaropvolgende sanering zich zal opdringen.

Zo heeft er zich een lek aan een stookolietank voorgedaan in 2019. De calamiteit werd gemeld aan OVAM (05/09/2019). De verontreinigde grond werd met behulp van een zuigwagen verwijderd. De verontreinigde grond werd afgevoerd voor verwerking naar Suez Remediation en GRC Kallo. Uit de

---

[3] Deze gronden kunnen vrij gebruikt worden binnen de kadastrale werkzone. Buiten de kadastrale werkzone moet deze grond gereinigd worden voor hij als bodem kan gebruikt worden. De gronden kunnen als bouwkundig bodemgebruik of in vormvast product toegepast worden.

[4] Deze gronden kunnen vrij gebruikt worden binnen de kadastrale werkzone. Buiten de kadastrale werkzone kunnen ze vrij gebruikt worden als bodem in bestemmingstype I t.e.m. V. Aangezien de concentraties aan zware metalen de waarden voor vrij gebruik niet overschrijden kunnen deze gronden als bouwkundig bodemgebruik of in vormvast product toegepast worden.

controlestalen bleek geen overschrijding van de richtwaarde. Er kan besloten worden dat alle verontreiniging met minerale olie verwijderd werd. De aanvulgrond voldeed aan de voorwaarden voor vrij gebruik volgens conformverklaring 2015-18202469 van de Grondbank.

Ook bij eventuele nieuwe calamiteiten zal onmiddellijk ingegrepen worden en zullen de nodige maatregelen genomen worden om bodem- en grondwaterverontreiniging uit te sluiten.

De impact van op de bodem- en grondwaterkwaliteit tijdens de bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) wordt als beperkt negatief tot verwaarloosbaar beoordeeld.

2.1.3.2.2 Wijziging van het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid

Binnen een straal van 2 km rond de KCD zijn de bodems volgens de bodemgeschiktheidskaart :

- matig geschikt voor grasland;
- matig tot weinig geschikt voor akkerbouw en maïs;
- weinig tot ongeschikt voor extensieve groenteteelt en fruitteelt;
- ongeschikt voor intensieve groenteteelt, glasteelt, sierteelt, boomgaard.

De bodemgeschiktheid kan beïnvloed worden door de emissie van zout via meegevoerde druppels in de stoompluim van de koeltorens van KCD, als gevolg van het brak Scheldewater als koelwater. Uit de berekeningen in de discipline Lucht is gebleken dat de depositie van zout in de omgeving (binnen een straal van 2 km) neerkomt op maximaal ongeveer 0,25 g/m² per maand. De koeltorens werken enkel in functie van Doel 3 en 4. Aangezien de aanpassingen in het kader van LTO enkel betrekking hebben op Doel 1 en 2 worden er dus geen wijzigingen in de zoutdepositie verwacht.

Bovendien bevindt KCD zich op een locatie die reeds beïnvloed wordt door de aanwezigheid van brak Scheldewater. Dat blijkt ook uit de grondwaterkwetsbaarheidskaart waar de aanwezigheid van verzilt grondwater wordt op aangeduid. De aanwezige vegetatie en teelten zijn waarschijnlijk al aangepast aan deze zoutinvloed. De invloed van de zoutneerslag vanuit de koeltorens wordt daarom beperkt geacht. Ook vermindert de afzetting continu naarmate de afstand toeneemt..

Verzilting kan echter ook aanleiding geven tot directe effecten op de bodem, zo kunnen verslempingsverschijnselen optreden (dichtslaan van de bodem). Zout vernietigt namelijk de bodemstructuur van kleigronden door een kationuitwisselingsproces. Dit effect kan echter o.a. geremedieerd worden door het toevoegen van kalk of organische stof in de bodem. Er kan aangenomen worden dat deze toevoegingen momenteel al gebeuren op de omliggende landbouwpercelen. Er worden wat dit betreft geen wijzigingen in de toekomstige situatie verwacht.

De wijziging van het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid door de depositie van zout wordt beoordeeld als verwaarloosbaar.

2.1.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

Tijdens de definitieve stopzettingen zullen er geen wijzigingen aan de infrastructuur van de site van KCD plaatsvinden die gepaard gaan met graaf- of bouwwerken. Er treden geen wijzigingen in de bodemstructuur of het bodemprofiel op.

De ingrepen die zullen gebeuren in het kader van de definitieve stopzettingen zullen steeds gebeuren volgens de meest recente, beschikbare goede praktijken, zodat de kans op bodemverontreiniging aanzienlijk verkleint. Het meldingssysteem voor accidentele emissies zal steeds strikt opgevolgd worden. Op die manier wordt het risico op bodem- en grondwaterverontreiniging als beheerst beschouwd. De impact op de bodem- en grondwaterkwaliteit wordt beperkt negatief tot verwaarloosbaar beoordeeld.

2.1.3.4 Nul-alternatief

In het nul-alternatief (= de no-LTO situatie) hebben er geen ingrepen plaatsgevonden in het kader van de levensduurverlenging van Doel 1 en 2. Er zouden bijgevolg geen bouw- en graafwerkzaamheden zijn gebeurd. De hierboven beschreven effecten tijdens de bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 op de bodemstructuur, het bodemprofiel en de bodemhygiëne zouden dus niet zijn opgetreden. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze effecten in de LTO-situatie als verwaarloosbaar tot beperkt negatief worden beoordeeld.

In het nul-alternatief zouden de opslagplaatsen en de risico-activiteiten op de site stopgezet worden vanaf 2015 in plaats van 2025. Gezien het risico op bodem- en grondwaterverontreiniging als beheerst beschouwd kan worden, wordt wat betreft de impact op de bodem- en grondwaterkwaliteit het verschil met de LTO-situatie beperkt geacht.

De werking van de eenheden Doel 1 en 2 heeft geen impact op de zoutdepositie in de omgeving. Het niet uitvoeren van de levensduurverlenging van Doel 1 en 2 heeft bijgevolg geen impact op het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid.

Wat de discipline bodem betreft kan geconcludeerd worden dat er geen verschil is tussen de DSZ in 2015 (= nul-alternatief) of in 2025.

2.1.3.5 Cumulatieve effecten

Er worden wat de discipline bodem betreft geen cumulatieve effecten verwacht met andere projecten in de omgeving.

2.1.3.6 Grensoverschrijdende effecten

Er treden geen grensoverschrijdende effecten op voor de discipline bodem. Ook de zoutneerslag vanuit de pluim van de koeltorens zal niet wijzigen, aangezien de koeltorens enkel in functie van Doel 3 en 4 werken (zie discipline Lucht, Hoofdstuk 2.4).

2.1.4 Monitoring

Er zijn voor de discipline bodem geen maatregelen met betrekking tot monitoring en evaluatie nodig.

2.1.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Zoals reeds gesteld zijn incidenten met een mogelijke impact op bodem en/of grondwater nooit volledig uit te sluiten. De verdere exploitatie van de kerncentrale zal steeds gebeuren volgens de meest recente, beschikbare goede praktijken, zodat de kans op bodemverontreiniging aanzienlijk verkleint.

Voor wat betreft accidentele emissies, zal te allen tijde het meldingssysteem (voor o.a. incidenten) strikt opgevolgd worden, om op die manier kritische punten te kunnen identificeren, analyseren en verhelpen.

Er worden geen bijkomende mitigerende maatregelen of aanbevelingen noodzakelijk geacht.

2.1.6 Leemten in kennis

Er zijn geen leemtes in de kennis vastgesteld die een invloed hebben op de uitgevoerde analyse of op de besluiten die daaruit zijn gevolgd.

2.1.7 Conclusies

De impact van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO kan voor de discipline bodem beoordeeld worden als beperkt negatief tot verwaarloosbaar. Er worden geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie verwacht.

De effecten van de DSZ worden eveneens beoordeeld als beperkt negatief tot verwaarloosbaar. Het verschil tussen de DSZ in 2015 (= nul-alternatief) of in 2025 is wat bodem beperkt.

Er valt echter niet uit te sluiten dat incidenten die een impact hebben op de bodemhygiëne zich in de toekomst kunnen voordoen. Momenteel zijn KCD1- en KCD-2 echter uitgerust met zowel technische als organisatorische maatregelen om mogelijke verontreiniging zo veel mogelijk te verhinderen of tegen te gaan. De verdere exploitatie van de kerncentrale zal steeds gebeuren volgens de meest recente, beschikbare goede praktijken, zodat de kans op bodemverontreiniging aanzienlijk verkleint.

De werking van de eenheden Doel 1 en 2 heeft geen impact op de zoutdepositie in de omgeving, en dus ook niet op het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid.

2.2 Water

Bijlage A - Kaart 8: Vergunde grondwaterwinningen

Bijlage A - Kaart 9: Vlaamse Hydrografische Atlas

Bijlage A - Kaart 10: Watertoets - overstromingsgevoelige gebieden

Bijlage A - Kaart 11: Watertoets - erosiegevoelige gebieden

Bijlage A - Kaart 12: Watertoets - grondwaterstromingsgevoelige gebieden

2.2.1 Methodologie

2.2.1.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline Water omvat alle oppervlaktewateren behorende tot het openbaar hydrografisch net, waarvan de kwaliteit, de kwantiteit en/of het profiel als gevolg van KCD zou kunnen worden beïnvloed.

Het aspect grondwater wordt samen met de discipline Bodem behandeld.

2.2.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

Bij de bespreking van de uitgangssituatie wordt een beschrijving gegeven van:

- hydrografie: dit wordt besproken op basis van de topografische kaart en Vlaamse Hydrografische Atlas;
- oppervlaktewaterkwaliteit: de globale toestand van de Zeeschelde en de aanliggende Doorloop wordt beschreven aan de hand van de beoordeling in het kader van het 2de stroomgebiedbeheerplan (SGBP) van het bekkenspecifiek deel Benedenscheldebekken, te vinden op het geoloket stroomgebiedbeheerplannen. De oppervlaktewaterkwaliteit van de Zeeschelde wordt ook beschreven op basis van de meetdatabank van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) zowel opwaarts als afwaarts van de lozingspunten van KCD. De actuele waterkwaliteit wordt getoetst aan de kwaliteitsdoelstellingen die van toepassing zijn;
- gevoeligheid voor overstromingen, infiltratie, grondwaterstroming en erosie en ligging binnen een winterbed: hiervoor wordt gebruik gemaakt van de watertoetskaarten beschikbaar op Geopunt;
- watervoorziening / waterbalans / intern rioleringsstelsel: de ingaande en uitgaande waterstromen van KCD worden kwantitatief bepaald en schematisch weergegeven op het rioleringsplan;
- beschrijving van de emissies: de concentraties aan verontreinigende stoffen in de uitgaande waterstromen van KCD worden beschreven, begroot en getoetst aan de geldende lozingsnormen.

2.2.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

Tijdens de constructiefase in het kader van de aanpassingen voor LTO worden voor de discipline water geen effecten verwacht. Er zullen ook geen bemalingswerken plaatsvinden.

KCD maakt tijdens zijn exploitatie gbruik van leidingwater en water onttrokken uit de Schelde. Hemelwater wordt niet hergebruikt. Aanpassingen in het kader van LTO kunnen gepaard gaan met een bijkomende verharding of dakoppervlakte. Tijdens de exploitatiefase (industrieel en sanitair afvalwater) vinden er lozingen plaats op het oppervlaktewater. Er wordt koelwater geloosd in de Schelde met een hogere temperatuur dan het oppervlaktewater. Voor de lozing en monitoring van het koelwater zijn er bijzondere milieuvoorwaarden van toepassing zoals opgelegd in de omgevingsvergunning. De ligging van KCD langs de Schelde kan gepaard gaan met een overstromingsrisico (rekening houdend met de verwachte effecten van klimaatverandering).

De voor de discipline water te verwachten effecten tijdens de exploitatiefase zullen als volgt beschreven worden:

- waterhuishouding (de waterbalans): zowel de ingaande als uitgaande stromen als gevolg van het project worden kwantitatief bepaald;
- wijziging infiltratie- en afvoerkarakteristieken: kwalitatieve beschrijving van de hemelwaterafvoer (op basis van de gewestelijke hemelwatertoets). De risico's op overstromingen (ook als gevolg van de klimaatverandering) worden kwalitatief beschreven (kwetsbaarheid van het project);
- wijziging oppervlaktewaterkwaliteit: kwantitatieve inschatting van de geloosde vuilvrachten van het industrieel en sanitair afvalwater en bepaling van de effecten van de lozing op de kwaliteit van de ontvangende waterloop via een statische benadering;
- thermische impact van de lozing van koelwater: kwantitatieve inschatting van de temperatuurstijging in functie van de afstand tot het lozingspunt en van de omvang van de warmtepluim op basis van de 5 uitgevoerde monitoringscampagnes naar de temperatuurinvloed van het koelwater van KCD op de Schelde (Arcadis, 2012). De invloed van klimaatverandering op de koelcapaciteit van KCD en de thermische verontreiniging van de Schelde wordt kwalitatief beschreven.
- beoordeling van effecten op de toestand van waterlichamen: Met de uitspraak van 1 juli 2015 van het Europees Hof van Justitie over de interpretatie van de Kaderrichtlijn Water (zaak C-461/13, het zogenaamde Wezer-arrest) bleek dat er meer aandacht moet worden besteed aan de effecten op water en de verschillende elementen die de toestand bepalen. Er zal een toets aan de Kaderrichtlijn Water uitgevoerd worden.

De effectbeoordeling gebeurt als volgt voor:

- watervoorziening (kwantitatief – de waterbalans):
  - hier wordt geen beoordeling aan gekoppeld;
- wijziging infiltratie- en afvoerkarakteristieken:
  - aanzienlijk negatief: Belangrijke wijziging waterhuishouding met negatieve secundaire effecten (bvb. frequentie en omvang overstromingen) tot gevolg;
  - negatief: Beperkte wijziging waterhuishouding met beperkte negatieve secundaire effecten tot gevolg;
  - beperkt negatief: Beperkte wijziging waterhuishouding zonder negatieve secundaire effecten tot gevolg;
  - verwaarloosbaar: Geen wijziging waterhuishouding te verwachten;
  - beperkt positief: Beperkte wijziging waterhuishouding zonder positieve secundaire effecten tot gevolg;
  - positief: Beperkte wijziging waterhuishouding met beperkte positieve secundaire effecten tot gevolg;
  - aanzienlijk positief: Belangrijke wijziging waterhuishouding met positieve secundaire effecten tot gevolg;
- wijziging oppervlaktewaterkwaliteit:
  Voor de evaluatie van de permanente (gemiddelde impact) van de lozing wordt de methodiek van de meest recente versie van het richtlijnenboek voor de discipline water gebruikt (juni 2011). Deze methodiek bestaat er in eerste instantie uit om stroomafwaarts een lozing voor parameter x

de concentratieverhoging Cv bij volledige menging te berekenen volgens de volgende formule:

$$Cv = \frac{Ce * Q_L}{Q_{opp} + Q_L}$$

Waarbij

$Ce =$ concentratie parameter x in het geloosde water (jaargemiddelde);

$QL =$ lozingsdebiet afvalwaterstroom (jaardebiet;

$Qopp$ = afvoerdebiet oppervlaktewater (gemiddeld tijdebiet)

Om de significantie van de permanente impact van de lozing te duiden, wordt onderstaand beoordelingskader uit het vermelde richtlijnenboek gehanteerd. Als toetsingswaarde worden de milieukwaliteitsnormen gebruikt van bijlage 2.3.1. van VLAREM II.

Totale concentratieverhoging lozingen (X) vs. Toetsingswaarde	**1% < X ≤ 10%**	**10% < X ≤ 20%**	**X > 20%**
Huidige, immissiekwaliteit (Y) vs. toetsingswaarde			
Y < 50%	-1	-1	-2
50% ≤ Y < 75%	-1	-2	-3
Y ≥ 75%	-2	-3	-3

-1: beperkte bijdrage = beperkt negatief effect; -2: relevante bijdrage = negatief effect; -3: belangrijke bijdrage = aanzienlijk negatief effect
Y = gemiddelde immissiekwaliteit stroomopwaarts van de lozing

- beoordeling temperatuurstijging:
  - aanzienlijk negatief – belangrijke thermische impact: Als gevolg van de lozing zal een temperatuurstijging optreden van meer dan 3°C;
  - negatief – relevante (aanvaardbare) thermische impact: Als gevolg van de lozing zal een temperatuurstijging optreden tussen 1 en 3°C;
  - beperkt negatief – beperkte thermische impact: Als gevolg van de lozing zal een temperatuurstijging optreden van minder dan 1°C.
- beoordeling omvang warmtepluim (cf. Beoordelingssystematiek voor warmtelozingen van de Commissie Integraal Waterbeheer Nederland): de mengzone nabij het lozingspunt (dit is de zone begrensd door een temperatuur hoger dan 25°C) mag niet meer dan 25% van de dwarsdoorsnede van het oppervlaktewater innemen (hierdoor is de warmtebarrière die gevormd wordt, nog afdoende passeerbaar voor aquatische organismen).
- beoordeling van effecten op de toestand van waterlichamen: de beoordeling wordt uitgevoerd op basis van de tussentijdse richtlijnen voor de beoordeling van effecten op de toestand van waterlichamen (Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 2019).

2.2.2 Uitgangssituatie

2.2.2.1 Hydrografie

De site van KCD is gelegen op de linkeroever van de Schelde.

De Schelde is een laaglandrivier, die van de bron bij Saint Quentin (Noord-Frankrijk) tot de monding bij Vlissingen (Nederland) zo'n 355 km lang is. Het stroomgebied van de Schelde met haar zijrivieren omvat vrijwel geheel Laag-België, een stukje Noord-Frankrijk en de helft van Zeeland. Het stroomgebied wordt in het westen begrensd door het IJzerbekken en in het noorden, oosten en zuiden door het bekken van de Maas. De Schelde en al haar zijrivieren zijn zogenaamde regenrivieren. Dit betekent dat de waterafvoer bij de Belgisch-Nederlandse grens in de loop van het jaar grote verschillen kan vertonen.

Ruwweg bestaat de Schelde uit twee delen. Het eigenlijke rivierdeel begint bij Saint Quentin en eindigt bij de stuwen in Gent. Stroomafwaarts van Gent tot de monding in Vlissingen vormt de Schelde een estuarium waarin het getij vanuit de Noordzee een significante invloed uitoefent op de morfologie en waarbij de interactie tussen rivier- en zeewater voor een uitgesproken gedifferentieerde morfologie-ontwikkeling zorgt. De Schelde behoort ter hoogte van KCD tot dit estuarium.

Tot enkele kilometers van de Belgisch-Nederlandse grens bestaat de Schelde uit één enkele stroomgeul. Verder stroomafwaarts, in de richting van de Noordzee, zijn in het dwarsprofiel een veelal eb-gedomineerde hoofdgeul met enkele, meestal vloedgedomineerde, nevengeulen (scharen) te onderscheiden. De hoofdgeul is het diepst in de relatief smalle, scherpe bochten. In de rechte geuldelen en op de relatief brede splitsingen van hoofd- en nevengeulen is de rivier van nature ondiep. Dergelijke ondiepten worden met de term "drempels" aangeduid. Het Schelde estuarium is lateraal verbonden met het intergetijdengebied onder de vorm van schorren en slikken (o.a. het Galgenschoor).

De Schelde te Doel is een getijdenrivier; er zijn dus twee types debieten. Vooreerst de tij-debieten (vloed en eb) en secundair de afvoer van bovendebiet vanuit het hydrografisch achterland naar zee. De tij-debieten zijn zeer groot en variëren met de cyclus van het beschouwde getij. De getijdestroming wordt groter in stroomafwaartse richting.

Om enig idee van grootte te geven: bij een gemiddeld getij passeren te Liefkenshoek vloed en eb met een gemiddeld debiet van 5.300 resp. 5.400 m^3/s. De duurtijden zijn verschillend: vloed duurt iets langer dan vijfeneenhalf uur, terwijl eb bijna zeven uur duurt. Tijdens vloed resp. eb is er - bij gemiddeld tij- een ogenblikkelijk maximum debiet van 9.400 resp. 8.300 m^3/s. In totaal gaat het om een vloedvolume van 115 Mm^3 en een ebvolume gelijk aan 123 Mm^3 (Bron: Plancke et al., 2017).

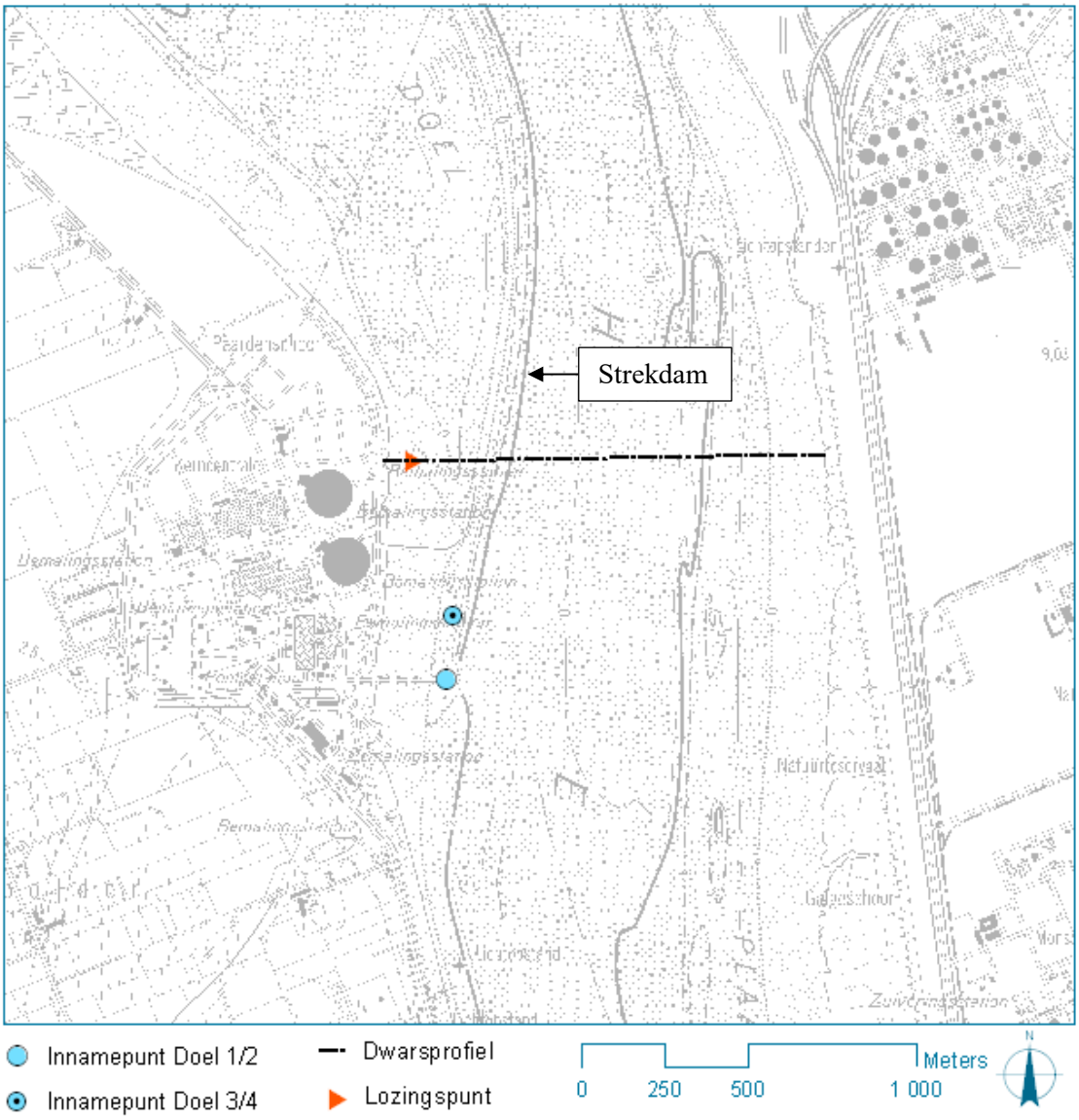
Het verschil van vloed- en ebdebieten geeft meteen aan dat er een gemiddeld bovendebiet is van een 100-tal m^3/s.

Vloed en eb geven tegengestelde stroomrichtingen, m.n. landinwaarts bij vloed, zeewaarts bij eb. Rond en om het keren van de vloedzin en ebzin van de stroming (de kenteringen; ca. 1 uur na hoog- en laagwater) is de stroomsnelheid vrij klein. Aan meetpaal Lillo zijn er uitgesproken verschillen tussen de stroomsnelheden bij vloed en deze bij eb. Voor het bovenste toestel worden hier snelheden bij vloed gemeten van 0,4-0,8 m/s, voor het onderste toestel liggen deze rond 0,4 – 0,7 m/s. Nabij de bodem wordt de snelheid vrij klein. Niettemin is zij dikwijls voldoende om zand en slib over de bodem te doen

bewegen. Bij eb worden snelheden rond 0,2-0,35 m/s gemeten aan het bovenste toestel, en snelheden rond 0,25-0,4 m/s onderaan. De stroming is hier dus duidelijk vloedgedomineerd (Bron: Plancke et al., 2017).

De bathymetrie van de Schelde ter hoogte van KCD kan vereenvoudigd worden beschreven aan de hand van de gemiddelde rechthoekige bathymetrie. De locatie van het dwarsprofiel van de Schelde waarvoor de gemiddelde rechthoekige bathymetrie voor de Schelde wordt beschreven, is weergegeven in Figuur 2-3. De gemiddelde diepte van de Schelde bij eb is hier 7,8 m en de breedte is ongeveer 1.100 m. De berekening voor de gemiddelde diepte zorgt ervoor dat de oppervlakte van het werkelijke dwarsprofiel gelijk is aan de oppervlakte van het vereenvoudigde rechthoekige dwarsprofiel. Aan de opwaartse uitloop van de vloedgeul van de Plaat van Doel is er een strekdam aanwezig, tevens aangeduid op Figuur 2-3. Een strekdam beteugelt de vloedstroom gedeeltelijk en leidt deze naar de overloop van de bestaande ebgeul. Hierbij wordt de ebstroom meer in het hoofdvaarwater geconcentreerd en daardoor, ingevolge de toename van het zandtransportvermogen, wordt een grotere uitschuring in de vaargeul verwezenlijkt en bijgevolg grotere natuurlijke diepten in stand gehouden. Een strekdam legt een platengebied in zekere zin vast en voorkomt het vormen van doorlopende secondaire ebgeulen in het platenstelsel, welke in hun natuurlijke toestand zekere evoluties vertonen welke een nadelige invloed kunnen hebben op het behoud van het vaarwater. Op te merken valt dat gezien de specifieke ligging van het lozingspunt aan de kop van de Plaat van Doel voor de situatie bij eb aangenomen is dat het grootste volume water via deze Plaat terugstroomt. Bij eb wordt voor de Plaat van Doel een diepte van 3 m en een breedte van 300 m in aanmerking genomen.

Ten zuiden van KCD loopt de Doorloop, een waterloop van 3de categorie beheerd door de Polder van het Land van Waas. Deze mondt net opwaarts van KCD uit in de Schelde. KCD heeft geen lozingspunten op deze waterloop.



Figuur 2-3 Bathymetrie Schelde ter hoogte van Doel

2.2.2.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

2.2.2.2.1 Globale toestandsbeoordeling in het kader van het stroomgebiedbeheerplan

Zeeschelde

Voor de beschrijving van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Schelde in de uitgangssituatie wordt beroep gedaan op de beoordeling in het kader van het 2de SGBP (stroomgebiedbeheerplan) voor de Schelde voor het bekkenspecifiek deel Benedenscheldebekken. De Schelde ter hoogte van KCD maakt deel uit van het Vlaams waterlichaam Zeeschelde IV met code VL08_43. Dit waterlichaam wordt gecategoriseerd als overgangswater van het type brak macrotidaal laaglandestuarium (O1b) en heeft het statuut van een sterk veranderd waterlichaam. De beoordeling is gebaseerd op meetresultaten van de jaren 2005-2013 en kan dus als representatief voor de uitgangssituatie beschouwd worden:

- De globale beoordeling van het ecologisch potentieel van de Zeeschelde IV is algemeen ontoereikend:
  - De evaluatie van de biologische elementen is ontoereikend: ontoereikend voor macrofyten en vis en matig voor macroinvertebraten.
  - De evaluatie van de fysico-chemische elementen die bepalend zijn voor de biologische elementen is algemeen slecht. Voor de evaluatie van de afzonderlijke fysico-chemische elementen geldt:
    - Slechte beoordeling voor nitraat+nitriet+ammonium;
    - Goede beoordeling voor temperatuur, opgeloste zuurstof en pH.
  - De evaluatie voor de specifiek verontreinigende stoffen is slecht. Er is een overschrijding voor opgelost arseen, boor en uranium.
- De evaluatie van de chemische toestand voor de Zeeschelde IV is slecht. Er zijn overschrijdingen voor PAK's en totaal kwik.
- De waterbodem van de Zeeschelde IV is verontreinigd.

Voor de beschrijving van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Schelde in de periode 2015 – 2019, wordt beroep gedaan op de beoordeling in het kader van het 3de SGBP. De beoordeling is gebaseerd op meetresultaten van de jaren 2018 en kan dus als representatief voor deze periode worden beschouwd:

- De globale beoordeling van het ecologisch potentieel van de Zeeschelde IV is algemeen ontoereikend:
  - Het resultaat van de evaluatie van de biologische elementen is ontoereikend: ontoereikend voor macrofyten, matig voor macroinvertebraten en goed voor vis.
  - Het resultaat van de evaluatie van de fysico-chemische elementen is algemeen slecht:
    - Slechte beoordeling voor nitraat+nitriet+ammonium;
    - Goede beoordeling voor opgeloste zuurstof en pH.
  - Het resultaat van de evaluatie voor de specifiek verontreinigende stoffen die bepalend zijn voor de biologische elementen is niet goed. Er is een overschrijding voor opgelost arseen, boor en uranium.
  - De evaluatie van de hydromorfologie is ontoereikend.
- Het resultaat van de evaluatie van de chemische toestand voor de Zeeschelde IV is niet goed. Er zijn overschrijdingen voor PAK's, polybroomdifenylether, tributyltin, perfluoroctaansulfonzuur, heptachloorepoxide en totaal kwik.
- De waterbodem van de Zeeschelde IV is licht verontreinigd.

Doorloop

Voor de beschrijving van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Doorloop in de uitgangssituatie wordt beroep gedaan op de beoordeling in het kader van het 2de SGBP (stroomgebiedbeheerplan) voor de Schelde voor het bekkenspecifiek deel Benedenscheldebekken. De Doorloop is een lokaal waterlichaam van 1ste orde met code L107_333. Het waterlichaam wordt gecategoriseerd als een river van het type brakke polderwaterloop (Pb) en heeft het statuut van een sterk veranderd waterlichaam. De beoordeling is gebaseerd op meetresultaten van het jaar 2012 en kan dus als representatief voor de uitgangssituatie beschouwd worden.

Voor de beoordeling van het ecologisch potentieel van de Doorloop geldt:

- Het resultaat van de evaluatie van de biologische elementen is algemeen matig: matig voor macrofyten en macroinvertebraten.
- Het resultaat van de evaluatie van de fysico-chemische elementen die bepalend zijn voor de biologische elementen is algemeen ontoereikend. Voor de evaluatie van de afzonderlijke fysico-chemische elementen geldt:
  - Ontoereikend voor totaal fosfor;
  - Matige beoordeling voor totale stikstof, temperatuur en opgeloste zuurstof;
  - Goede beoordeling voor pH en geleidbaarheid.
- Het resultaat van de evaluatie voor de specifiek verontreinigende stoffen is niet goed. Er is een overschrijding voor opgeloste uranium.

De evaluatie van de chemische toestand voor de Doorloop is slecht. Er is een overschrijding voor opgelost uranium.

Er gebeurde geen globale toestandsbeoordeling voor de Doorloop in het kader van het 3de SGBP.

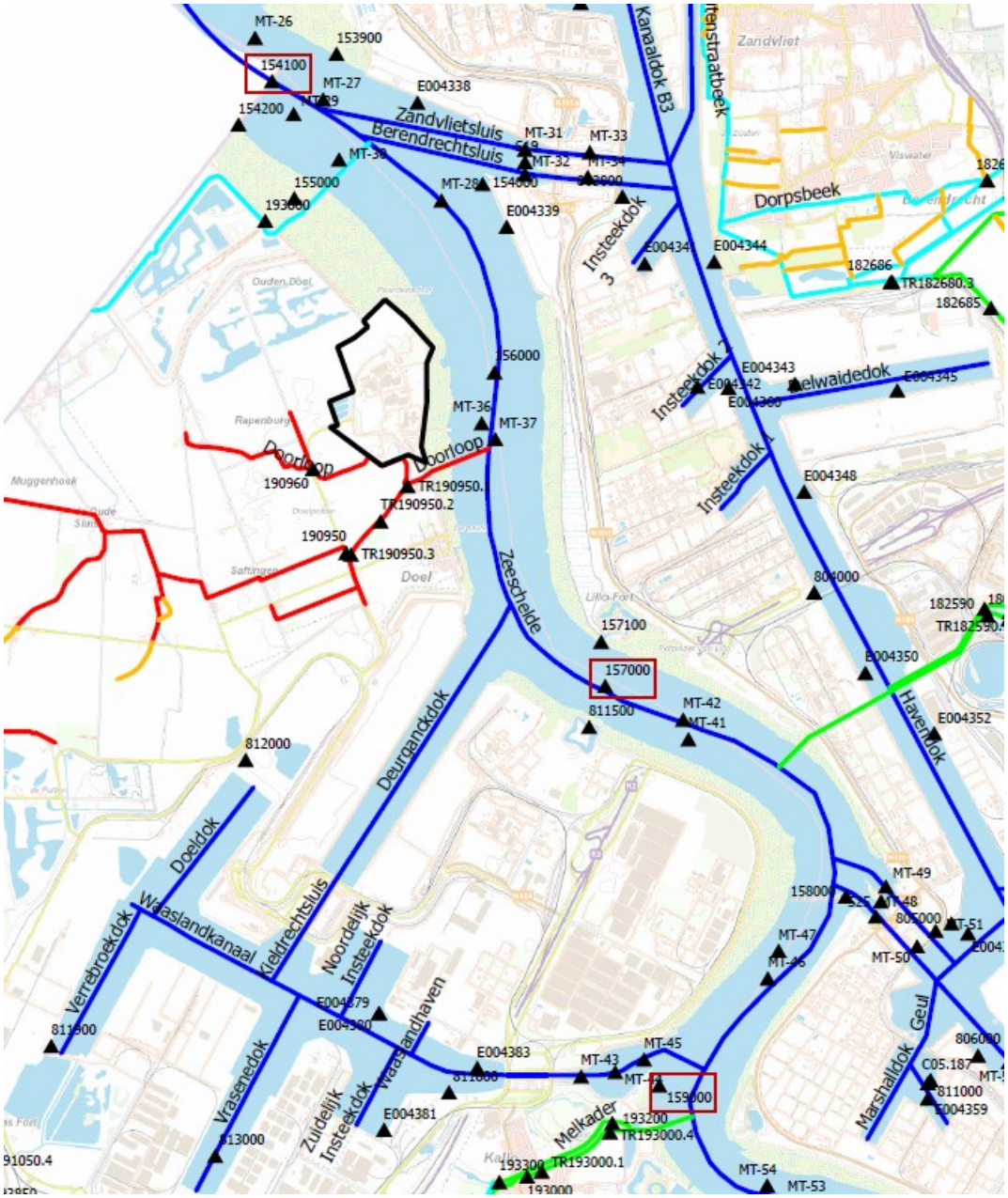
2.2.2.2.2 Fysico-chemische kwaliteit

De oppervlaktewaterkwaliteit van de Schelde op- en afwaarts van de lozingspunten van KCD wordt verder besproken op basis van het oppervlaktewaterkwaliteitsmeetnet van de VMM. De volgende meetpunten worden maandelijks bemeten en zijn van belang voor dit MER:

- 159000: opwaarts, Beveren, vaargeul Scheldebocht ter hoogte van de Kallosluis;
- 157000: opwaarts, Lillo, vaargeul ter hoogte van Fort Liefkenshoek en Fort van Lillo;
- 154100: afwaarts, Zandvliet, grens Doel, vaargeul midden Schelde ter hoogte van boei.

De ligging van de meetpunten wordt in Figuur 2-4 weergegeven.

De Schelde moet stroomop- en stroomafwaarts van KCD aan de richtwaarden voldoen die bepalend zijn voor de goede ecologische en goede chemische toestand voor het type “Overgangswater – brak macrotidaal laaglandestuarium” (O1b), die terug te vinden zijn in Bijlage 2.3.1 van VLAREM II. De doelstellingen voor chloriden, sulfaat en geleidbaarheid zijn omwille van het brakke karakter van het water in het Schelde-estuarium niet van toepassing.



Figuur 2-4 Situering VMM-meetpunten

Uitgangssituatie 2013-2014

In Tabel 2-4 worden de gemiddelde meetresultaten van de fysico-chemische waterkwaliteit in de periode 2013 – 2014 weergegeven voor de hoger vermelde meetpunten van de VMM. De basismilieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater zijn eveneens in de tabel opgenomen. Waarden in rood betreffen een overschrijding van de betreffende milieukwaliteitsnorm (MKN).

Uit Tabel 2-5 blijkt dat de maximaal gemeten temperatuur (net) onder de milieukwaliteitsnorm van 25°C ligt. De milieukwaliteitsdoelstellingen worden niet gerespecteerd voor de parameters pH, opgeloste zuurstof (de milieukwaliteitsdoelstelling wordt niet behaald in het meest stroomopwaartse meetpunt maar wel verder stroomafwaarts), chemisch zuurstofverbruik (CZV), orthofosfaat, nitraat+nitriet+ammonium, opgelost boor, arseen, beryllium, thallium en uranium.

Zoals hoger vermeld, worden de beschouwde VMM-meetpunten maandelijks bemeten. Aan de innamepunten van Doel 1 en Doel 2 en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 wordt de Scheldetemperatuur continu gemeten door Engie zelf. Het innamepunt is weergegeven in Figuur 2-3. De continue metingen voor de uitgangssituatie 2013-2014 tonen aan dat de maximale temperatuur van 25°C in het algemeen niet wordt overschreden, behalve voor een dag eind juli in zowel 2013 als 2014, waar de maximale temperatuur uitstijgt tot 26°C (Figuur 2-5 en Figuur 2-6). Discontinuïteiten in de metingen zijn te wijten aan meetfouten, een fout in het registratiesysteem of een buitendienst name van de meetapparatuur ten gevolge van revisie.

Het zuurstofgehalte aan de innamepunten van Doel 1 en Doel 3 en 4 wordt ook continue gemeten door Engie zelf. De metingen voor de uitgangssituatie 2013-2014 worden weergegeven in Figuur 2-15 en Figuur 2-16 van § 2.2.2.6.3.1. Gezien de Schelde veel zwevende stoffen bevat kan de toevoer naar de meetcel verstoppen. Microbiële activiteit leidt dan tot zuurstofverbruik waardoor de metingen naar nul gaan. Dit leidt frequent tot foutmetingen, zoals te zien is op de figuren. Zonder rekening te houden met de outliers en de waarden ten tijde van verstoppingen van de meetcel, kan uit de metingen afgeleid worden dat de milieukwaliteitsnorm van 6 mg O_2/L als P10-waarde steeds gerespecteerd worden voor het ingetrokken Scheldewater.

Periode 2015 – 2019

In Tabel 2-6 worden de gemiddelde meetresultaten van de fysico-chemische waterkwaliteit in de periode 2015 – 2019 weergegeven voor de hoger vermelde meetpunten van de VMM. Uit Tabel 2-6 blijkt dat de maximaal gemeten temperatuur (net) onder de milieukwaliteitsnorm van 25°C ligt, behalve voor het meetpunt stroomafwaarts KCD (meetpunt 1574100). Hier was er een overschrijding van de milieukwaliteitsnorm in augustus van 2018, toen de temperatuur 25,2°C bereikte. De milieukwaliteitsdoelstellingen worden niet gerespecteerd voor de parameters chemisch zuurstofverbruik (CZV), nitraat+nitriet+ammonium, opgelost boor, arseen, beryllium, cadmium en uranium.

De continue temperatuurmetingen voor de periode 2015-2019 (Figuur 2-7 tot en met Figuur 2-11) tonen aan dat de maximale temperatuur van 25°C niet wordt overschreden, behalve voor een aantal dagen in de zomers van 2018 en 2019, waar de maximale temperatuur uitstijgt tot 26°C (de sporadische overschrijdingen/outliers ten gevolge van meetfouten buiten beschouwing gelaten).

De continue metingen van het zuurstofgehalte voor de periode 2015 – 2019 worden weergegeven in Figuur 2-17 tot Figuur 2-21 van § 2.2.2.6.3.1. In de jaren 2016 en 2018 worden de P10-waarden van 6 mg O_2/L niet gerespecteerd.

Tabel 2-5 Waterkwaliteit en toetsing aan de milieukwaliteitsnorm (MKN) in de meetpunten stroomop- en stroomafwaarts van het lozingspunt van KCD in de Schelde – Uitgangssituatie 2013-2014

Parameter	Een-heid	MKN geldig 2013-2014	Meetpunten (resultaten 2013 – 2014)																	
			159000 – stroomopwaarts						157000 – stroomopwaarts						1574100 – stroomafwaarts					
		Bijlage 2.3.1 Vlarem II	Min	P10	gem	P90	max	Winter gem	Min	P10	Gem	P90	Max	winterg em	min	P10	gem	P90	max	Winter gem
Temperatuur	°C	25 (max)	6,90	8,06	14,04	20,88	24,10	8,25	6,70	7,74	14,11	20,66	23,50	8,23	7,00	7,92	13,90	20,22	24,20	8,12
pH	-	tussen 7,5 en 9	7,10	7,60	7,78	8,00	8,00	7,74	7,10	7,64	7,83	8,00	8,00	7,87	7,30	7,74	7,91	8,10	8,10	7,98
Zuurstof, opgeloste	mg/L	6 (P10)	4,90	5,56	7,61	9,66	10,30	9,24	5,30	6,44	8,20	10,08	10,50	9,60	6,80	7,20	9,01	10,94	11,80	10,47
Geleidbaarheid (20°C)	µS/cm		1667,00	2274,60	7574,72	12460,00	14480,00	5490,00	3590,00	5156,00	10529,20	14362,00	17210,00	7020,00	4990,00	7170,00	12540,00	17588,00	19490,00	8668,33
Chloride	mg/L		0,00	466,00	2289,60	4220,00	5300,00	1705,00	0,00	1274,00	3369,60	5120,00	6500,00	2433,33	0,00	2042,00	3988,80	6000,00	7300,00	3038,33
Biochemisch zuurstofverbruik na 5d. (BZV)	mgO2/L	6 (P90)	0,00	0,50	0,86	1,54	2,30	1,03	0,50	0,50	0,86	1,66	2,00	0,85	0,25	0,50	1,51	2,32	12,00	0,68
Chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mgO2/L	30 (P90)	19,00	20,80	32,64	48,40	81,00	34,63	19,00	20,60	31,48	43,20	56,00	29,33	13,00	20,40	34,60	58,40	80,00	24,50
Kjeldahlstikstof	mgN/L		0,20	0,58	1,24	2,02	2,90	1,39	0,10	0,20	1,02	1,66	2,80	1,38	0,00	0,20	0,81	1,46	2,00	0,94
Ammonium	mgN/L		0,04	0,04	0,12	0,30	0,87	0,28	0,04	0,04	0,13	0,31	0,75	0,28	0,04	0,04	0,12	0,24	0,65	0,22
Nitraat	mgN/L		2,40	2,49	3,57	4,50	4,90	4,24	1,73	2,34	3,30	4,26	4,60	4,02	1,66	1,73	3,03	4,10	4,30	3,82
Nitriet	mgN/L	0,2 (gem) 0,6 (max)	0,01	0,01	0,01	0,04	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,03	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,04
Nitraat + nitriet + ammonium	mgN/L	0,49 (wintergem)	2,45	2,56	3,70	4,89	5,22	4,54	1,78	2,41	3,44	4,59	5,19	4,32	1,71	1,79	3,16	4,31	4,99	4,07
Stikstof, totaal	mgN/L		3,20	3,46	4,84	6,34	6,80	5,15	2,80	2,90	4,36	5,86	6,20	5,42	0,00	2,50	3,71	5,14	5,70	4,80
Fosfor, totaal	mgP/L		0,00	0,27	0,48	0,87	1,00	0,63	0,00	0,24	0,39	0,62	0,90	0,53	0,00	0,21	0,29	0,48	0,66	0,27
Orthofosfaat	mgP/L	0,07 (gem)	0,00	0,08	0,12	0,15	0,19	0,11	0,00	0,08	0,12	0,16	0,17	0,11	0,00	0,08	0,11	0,15	0,16	0,11
Sulfaat	mg/L		0,00	130,00	375,36	656,00	750,00	297,88	0,00	238,00	512,40	720,00	870,00	371,67	0,00	332,00	614,40	886,00	1000,00	456,67
Cyaniden, totaal	µg/L	50 (gem) 75 (max)	0,00	0,00	0,22	0,70	1,40	0,09	0,00	0,00	0,03	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,70	0,00
Zwevende stoffen	mg/L		0,00	39,40	109,68	264,00	290,00	154,63	0,00	27,00	94,16	196,20	350,00	145,83	0,00	19,80	54,52	113,40	193,00	42,00
Hardheid, totaal	°F		0,00	0,00	30,24	118,00	150,00	10,88	0,00	0,00	46,28	166,00	220,00	24,50	0,00	0,00	50,80	188,00	250,00	30,00
Calcium, opgelost	µg/L		0,00	0,00	46000,00	156000,00	180000,00	26250,00	0,00	0,00	55600,00	180000,00	230000,00	43333,33	0,00	0,00	56000,00	192000,00	250000,00	43333,33
Magnesium, opgelost	µg/L		0,00	0,00	46520,00	198000,00	270000,00	10500,00	0,00	0,00	78600,00	282000,00	410000,00	32500,00	0,00	0,00	88000,00	324000,00	450000,00	46666,67
Zilver, totaal	µg/L		0,00	0,08	0,14	0,34	0,54	0,25	0,00	0,08	0,11	0,15	0,38	0,15	0,00	0,08	0,08	0,08	0,15	0,08

Parameter	Eenheid	MKN geldig 2013-2014	Meetpunten (resultaten 2013 – 2014)																	
			159000 – stroomopwaarts						157000 – stroomopwaarts						1574100 – stroomafwaarts					
		Bijlage 2.3.1 Vlarem II	Min	P10	gem	P90	max	Winter gem	Min	P10	Gem	P90	Max	wintergem	min	P10	gem	P90	max	Winter gem
Zilver, opgelost	µg/L	0,08 (gem)	0,00	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,00	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,00	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08
Arseen, totaal	µg/L		0,00	4,62	7,44	13,18	15,60	9,28	0,00	4,52	6,60	10,18	13,40	8,15	0,00	4,20	5,36	7,68	9,70	5,03
Arseen, opgelost	µg/L	3 (gem)	0,00	2,39	3,00	4,02	4,20	2,64	0,00	2,54	3,24	4,42	4,80	2,80	0,00	2,47	3,14	4,12	4,50	2,83
Boor, totaal	µg/L		0,00	100,00	577,20	1020,00	1200,00	430,00	0,00	332,00	832,00	1360,00	1600,00	583,33	0,00	466,00	968,00	1460,00	1700,00	705,00
Boor, opgelost	µg/L	700 (gem)	0,00	100,00	528,80	876,00	1200,00	380,00	0,00	308,00	748,80	1220,00	1400,00	523,33	0,00	422,00	884,80	1360,00	1600,00	633,33
Barium, totaal	µg/L		0,00	36,20	51,96	79,60	84,00	59,25	0,00	37,20	48,92	62,20	90,00	52,83	0,00	32,40	42,16	53,40	64,00	40,33
Barium, opgelost	µg/L	60 (gem)	0,00	24,40	33,32	43,20	52,00	30,13	0,00	26,00	34,16	45,20	52,00	29,50	0,00	26,40	32,84	41,60	50,00	29,33
Berylium, totaal	µg/L		0,00	0,20	0,22	0,40	0,40	0,28	0,00	0,20	0,21	0,20	0,40	0,23	0,00	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20
Berylium, opgelost	µg/L	0,08 (gem)	0,00	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,19	0,20	0,20	0,20
Koper, totaal	µg/L		0,00	2,84	8,40	16,84	21,00	11,83	0,00	2,00	6,71	12,66	17,80	9,30	0,00	2,00	5,54	10,28	24,00	8,38
Koper, opgelost	µg/L	7 (gem)	0,00	1,00	1,95	2,00	7,00	1,50	0,00	1,00	2,03	2,00	7,50	1,50	0,00	2,00	2,04	2,00	6,00	2,00
Cadmium, totaal	µg/L		0,00	0,15	0,51	1,10	1,40	0,68	0,00	0,15	0,40	0,74	1,20	0,52	0,00	0,15	0,27	0,48	0,76	0,18
Cadmium, opgelost	µg/L	0,2 (gem) 0,45 (max)	0,00	0,08	0,08	0,08	0,15	0,08	0,00	0,08	0,09	0,15	0,15	0,08	0,00	0,08	0,10	0,15	0,15	0,08
Kobalt, totaal	µg/L		0,00	0,96	2,17	4,66	6,00	3,19	0,00	0,81	1,69	3,42	5,00	2,58	0,00	0,54	1,08	2,04	2,76	1,20
Kobalt, opgelost	µg/L	0,5 (gem)	0,00	0,20	0,40	0,77	0,90	0,56	0,00	0,20	0,43	0,85	1,37	0,51	0,00	0,20	0,24	0,49	0,63	0,31
Chroom, totaal	µg/L		0,00	3,88	11,70	27,52	35,00	18,06	0,00	2,84	8,91	20,60	28,40	14,52	0,00	1,92	5,41	11,52	15,10	5,65
Chroom, opgelost	µg/L	5 (gem)	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,85	0,50	8,10	0,58	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50
Kwik, totaal	µg/L		0,00	0,02	0,08	0,21	0,23	0,12	0,00	0,02	0,06	0,13	0,25	0,09	0,00	0,01	0,04	0,08	0,13	0,03
Kwik, opgelost	µg/L	0,05 (gem) 0,07 (max)	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Mangaan, totaal	µg/L		0,00	66,40	175,04	392,00	510,00	259,88	0,00	30,00	138,84	316,00	460,00	226,00	0,00	30,00	78,04	179,20	246,00	84,00
Mangaan, opgelost	µg/L		0,00	15,00	24,52	50,40	104,00	38,63	0,00	15,00	30,56	81,00	107,00	32,50	0,00	15,00	15,60	15,00	30,00	20,00
Molybdeen, totaal	µg/L		0,00	2,54	4,05	5,80	6,30	3,55	0,00	3,14	4,54	6,06	6,80	4,05	0,00	3,34	4,84	6,84	7,10	4,37
Molybdeen, opgelost	µg/L	340 (gem)	0,00	2,38	3,94	5,86	6,20	3,20	0,00	2,94	4,46	6,26	6,70	3,67	0,00	2,98	4,78	6,56	6,90	4,02
Nikkel, totaal	µg/L		0,00	2,00	5,10	9,46	12,30	6,93	0,00	2,00	3,93	8,14	10,00	6,22	0,00	2,00	2,72	5,52	6,10	2,80
Nikkel, opgelost	µg/L	8,6 (gem) 34 (max)	0,00	2,00	1,92	2,00	2,00	2,00	0,00	1,40	1,98	2,00	5,60	2,00	0,00	1,00	1,80	2,00	2,00	2,00
Lood, totaal	µg/L		0,00	3,88	12,54	30,60	37,00	18,65	0,00	3,40	9,39	20,20	35,40	14,58	0,00	2,18	5,50	11,74	19,00	5,23
Lood, opgelost	µg/L	1,3 (gem) 14 (max)	0,00	0,25	0,29	0,25	1,40	0,25	0,00	0,25	0,67	0,25	6,00	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25

Parameter	Eenheid	MKN geldig 2013-2014	Meetpunten (resultaten 2013 – 2014)																	
			159000 – stroomopwaarts						157000 – stroomopwaarts						1574100 – stroomafwaarts					
		Bijlage 2.3.1 Vlarem II	Min	P10	gem	P90	max	Winter gem	Min	P10	Gem	P90	Max	winter gem	min	P10	gem	P90	max	Winter gem
Antimoon, totaal	µg/L		0,00	0,50	1,00	1,46	1,70	0,98	0,00	0,50	0,91	1,25	1,50	0,96	0,00	0,50	0,72	1,15	1,24	0,69
Antimoon, opgelost	µg/L	100 (gem)	0,00	0,50	0,79	1,24	1,44	0,60	0,00	0,50	0,71	1,10	1,19	0,68	0,00	0,50	0,55	0,81	1,08	0,59
Seleen, totaal	µg/L		0,00	1,00	2,22	3,56	4,30	2,21	0,00	1,00	2,03	3,56	4,30	1,83	0,00	1,00	1,80	3,24	3,60	1,35
Seleen, opgelost	µg/L	2 (gem)	0,00	0,70	1,01	1,00	2,20	0,94	0,00	0,70	1,04	1,00	2,60	0,92	0,00	1,00	1,12	2,06	2,30	0,92
Tin, totaal	µg/L		0,00	0,50	1,65	2,76	5,80	1,94	0,00	0,50	1,44	2,00	3,20	1,17	0,00	0,50	1,38	2,00	6,00	1,00
Tin, opgelost	µg/L	3 (gem)	0,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50
Tellurium, totaal	µg/L		0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50
Tellurium, opgelost	µg/L	100 (gem)	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50
Titaan, totaal	µg/L		0,00	5,90	71,32	196,00	210,00	106,44	0,00	5,90	54,64	136,00	210,00	87,33	0,00	3,90	37,12	84,20	120,00	39,00
Titaan, opgelost	µg/L	20 (gem)	0,00	0,50	0,52	0,50	1,00	0,50	0,00	0,20	0,44	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50
Thallium, totaal	µg/L		0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50
Thallium, opgelost	µg/L	0,2 (gem)	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50	0,48	0,50	0,50	0,50
Uranium, totaal	µg/L		0,00	0,70	1,71	1,78	11,50	2,74	0,00	1,18	1,86	1,97	11,30	3,15	0,00	1,32	1,68	2,01	4,00	2,22
Uranium, opgelost	µg/L	1 (gem)	0,00	0,50	1,09	1,54	1,64	1,05	0,00	0,50	1,22	1,62	1,70	1,14	0,00	1,05	1,39	1,78	1,85	1,31
Vanadium, totaal	µg/L		0,00	7,08	14,16	29,72	35,00	19,65	0,00	6,34	11,76	22,60	30,90	16,72	0,00	5,38	8,38	14,30	19,10	8,33
Vanadium, opgelost	µg/L	4 (gem)	0,00	2,32	3,01	3,90	4,50	2,63	0,00	2,43	3,51	4,86	9,90	2,73	0,00	2,31	3,05	4,00	4,90	2,69
Zink, totaal	µg/L		0,00	23,96	55,80	114,20	152,00	80,59	0,00	21,40	42,52	85,60	117,00	64,80	0,00	15,76	28,32	52,20	71,00	28,97
Zink, opgelost	µg/L	20 (gem)	0,00	3,50	7,06	11,30	33,00	5,88	0,00	3,50	7,38	16,60	35,00	4,58	0,00	5,00	5,78	10,00	15,00	5,00
Silicium, opgelost	µg/L		0,00	2040,00	4700,00	7060,00	9000,00	6887,50	0,00	1740,00	4536,00	7160,00	11000,00	6583,33	0,00	1540,00	3692,00	6560,00	8000,00	5783,33

Resultaten < detectielimiet werden gelijk gesteld aan detectielimiet / 2
Overschrijding van de MKN

Tabel 2-6 Waterkwaliteit en toetsing aan de milieukwaliteitsnorm (MKN) in de meetpunten stroomop- en stroomafwaarts van het lozingspunt van KCD in de Schelde – 2015-2020

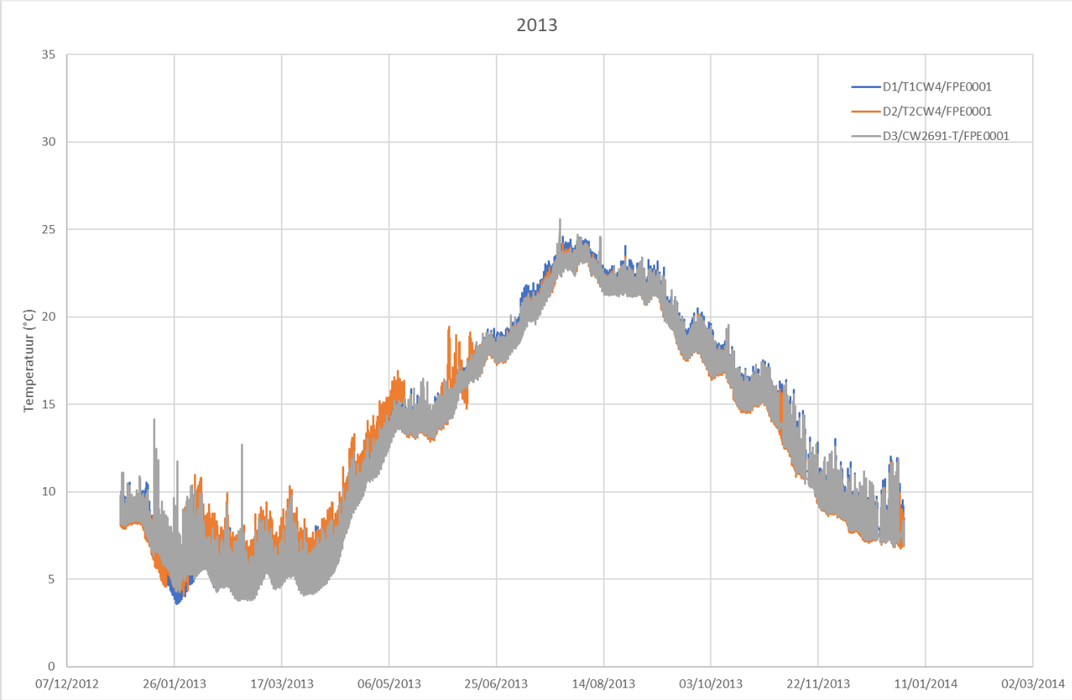
Parameter	Parameter	Eenheid	MKN	Meetpunten (resultaten 2015 - 2020)																	
				159000 – stroomopwaarts						157000 - stroomopwaarts						1574100 – stroomafwaarts					
			Bijlage 2.3.1 Vlarem II	Min	P10	Gem	P90	Max	Wintergem	min	P10	gem	P90	max	wintergem	min	P10	gem	P90	max	wintergem
T	Temperatuur	°C	25 (max)	4,70	6,82	13,79	21,47	25,00	7,90	5,30	7,14	13,74	21,50	24,50	8,14	5,10	7,04	13,63	21,08	25,20	7,68
pH	pH	-	tussen 7,5 en 9	7,60	7,70	7,81	7,90	8,00	7,79	7,70	7,80	7,86	8,00	8,00	8,07	7,70	7,80	7,91	8,00	8,00	7,89
O2	Zuurstof, opgeloste	mg/L	6 (P10)	5,10	6,40	8,09	9,57	10,40	9,29	0,00	6,80	8,35	10,06	10,50	9,53	0,00	7,22	8,82	10,58	11,20	10,14
EC 20	Geleidbaarheid (20°C)	µS/cm		691,00	2644,00	10860,84	18869,00	23300,00	8549,39	1625,00	5122,00	13873,77	21126,00	24400,00	9284,04	0,00	7184,00	15642,70	23480,00	26500,00	13786,11

Parameter	Parameter	Eenheid	MKN	Meetpunten (resultaten 2015 - 2020)																	
				159000 – stroomopwaarts						157000 - stroomopwaarts						1574100 – stroomafwaarts					
Cl-	Chloride	mg/L		93,00	723,00	3955,52	7810,00	8800,00	3119,61	0,00	1570,00	5019,69	8100,00	9400,00	3348,21	0,00	2263,00	5917,50	9400,00	11000,00	5066,11
BZV5	Biochemisch zuurstofverbruik na 5d.	mgO2/L	6 (P90)	0,25	0,50	1,22	1,90	4,10	1,35	0,00	0,50	1,08	1,70	2,40	2,68	0,00	0,50	1,06	1,67	2,30	1,24
CZV	Chemisch zuurstofverbruik	mgO2/L	30 (P90)	0,00	3,00	29,39	53,70	78,00	22,39	0,00	6,00	32,89	58,60	86,00	23,32	0,00	0,00	36,09	75,70	130,00	34,50
KjN	Kjeldahlstikstof	mgN/L		0,00	0,00	0,63	1,75	3,20	0,96	0,00	0,00	0,54	1,50	2,70	2,27	0,00	0,00	0,53	1,40	2,40	0,68
NH4+	Ammonium	mgN/L		0,03	0,03	0,14	0,33	0,55	0,21	0,00	0,03	0,13	0,27	0,47	1,71	0,00	0,03	0,13	0,26	0,45	0,17
NO3-	Nitraat	mgN/L		0,20	1,19	3,06	4,80	5,50	3,52	0,00	0,53	2,65	4,56	5,10	3,88	0,00	0,26	2,30	4,27	5,10	2,74
NO2-	Nitriet	mgN/L	0,2 (gem) 0,6 (max)	0,00	0,01	0,02	0,06	0,10	0,04	0,00	0,01	0,02	0,06	0,09	1,58	0,00	0,01	0,03	0,07	0,09	0,04
NO3- + NO2- + NH4+	Nitraat + nitriet + ammonium	mgN/L	0,49 (wintergem)	0,33	1,41	3,22	5,06	5,93	3,76	0,00	0,80	2,81	4,74	5,35	4,08	0,00	0,46	2,46	4,41	5,33	2,95
N t	Stikstof, totaal	mgN/L		2,00	2,60	3,93	5,47	6,60	4,57	0,00	2,20	3,53	4,96	5,50	4,98	0,00	1,90	3,12	4,37	5,30	3,57
P t	Fosfor, totaal	mgP/L		0,13	0,24	0,43	0,67	1,47	0,41	0,00	0,24	0,37	0,49	1,34	1,87	0,12	0,19	0,28	0,41	0,57	0,30
oPO4	Orthofosfaat	mgP/L	0,07 (gem)	0,00	0,00	0,06	0,15	0,24	0,06	0,00	0,00	0,06	0,15	0,19	1,59	0,00	0,00	0,05	0,14	0,18	0,06
SO4	Sulfaat	mg/L		65,00	160,00	612,16	1128,00	1300,00	492,61	0,00	269,00	762,75	1256,00	1500,00	521,93	177,00	369,90	904,48	1400,00	1700,00	759,78
ZS	Zwevende stoffen	mg/L		19,00	33,00	116,84	260,00	1060,00	151,06	0,00	32,00	85,65	152,00	340,00	82,66	0,00	23,65	51,36	95,40	163,00	62,51
H t	Hardheid, totaal	°F		0,00	0,00	48,59	167,00	260,00	49,67	0,00	0,00	81,00	260,00	330,00	37,38	0,00	0,00	133,06	320,00	380,00	116,89
Ca o	Calcium, opgelost	µg/L		0,00	0,00	54190,48	194000,00	255000,00	61555,56	0,00	0,00	88158,73	260600,00	299000,00	45612,66	0,00	0,00	124619,05	297000,00	331000,00	124111,11
Mg o	Magnesium, opgelost	µg/L		0,00	0,00	74366,67	298200,00	458000,00	83500,00	0,00	0,00	147190,48	480000,00	612000,00	59279,32	0,00	0,00	216761,90	590000,00	716000,00	207277,78
Ag t	Zilver, totaal	µg/L		0,00	0,05	0,14	0,26	1,00	0,13	0,00	0,05	0,10	0,17	0,45	1,66	0,00	0,03	0,07	0,10	0,15	0,09
Ag o	Zilver, opgelost	µg/L	0,08 (gem)	0,00	0,03	0,05	0,10	0,10	0,06	0,00	0,03	0,06	0,10	0,12	1,60	0,00	0,03	0,05	0,10	0,10	0,06
As t	Arseen, totaal	µg/L		0,00	3,86	6,47	10,37	15,60	6,15	0,00	3,80	5,84	7,90	14,10	6,41	0,00	3,60	4,79	6,22	8,40	4,75
As o	Arseen, opgelost	µg/L	3 (gem)	0,00	2,07	3,19	4,58	5,10	2,71	0,00	2,31	3,31	4,50	5,10	3,90	0,00	2,29	3,15	4,48	5,00	2,93
B t	Boor, totaal	µg/L		50,00	203,10	887,92	1584,00	2110,00	692,39	0,00	340,00	1124,11	1906,00	2170,00	764,32	210,00	520,00	1335,62	2150,00	2370,00	1131,76
B o	Boor, opgelost	µg/L	700 (gem)	0,00	148,80	846,62	1528,00	2110,00	707,50	0,00	334,00	1130,78	1992,00	2250,00	779,32	0,00	414,00	1224,21	2148,00	2430,00	1150,00
Ba t	Barium, totaal	µg/L		0,00	29,00	41,22	59,70	74,00	37,72	0,00	28,00	38,47	54,60	65,00	33,82	0,00	28,20	34,44	46,60	62,00	34,41
Ba o	Barium, opgelost	µg/L	60 (gem)	0,00	20,36	30,47	41,80	63,00	27,22	0,00	23,20	31,42	42,80	59,00	25,68	0,00	21,36	29,01	42,40	55,00	28,67
Be t	Berylium, totaal	µg/L		0,00	0,08	0,15	0,20	0,61	0,16	0,00	0,08	0,14	0,20	0,52	1,68	0,00	0,08	0,12	0,20	0,23	0,14
Be o	Berylium, opgelost	µg/L	0,08 (gem)	0,00	0,05	0,11	0,20	0,20	0,11	0,00	0,05	0,11	0,20	0,20	1,64	0,00	0,05	0,11	0,20	0,20	0,11
Cu t	Koper, totaal	µg/L		0,00	4,70	8,64	15,94	32,10	8,44	0,00	2,50	7,52	13,34	31,00	7,73	0,00	2,00	5,51	8,78	11,60	6,08
Cu o	Koper, opgelost	µg/L	7 (gem)	0,00	2,00	2,57	3,80	6,40	2,61	0,00	2,00	2,65	3,75	8,90	3,51	0,00	2,00	3,09	4,49	13,30	2,80
Cd t	Cadmium, totaal	µg/L		0,00	0,15	0,39	0,78	1,37	0,34	0,00	0,12	0,31	0,50	1,07	1,80	0,00	0,10	0,22	0,34	0,64	0,22

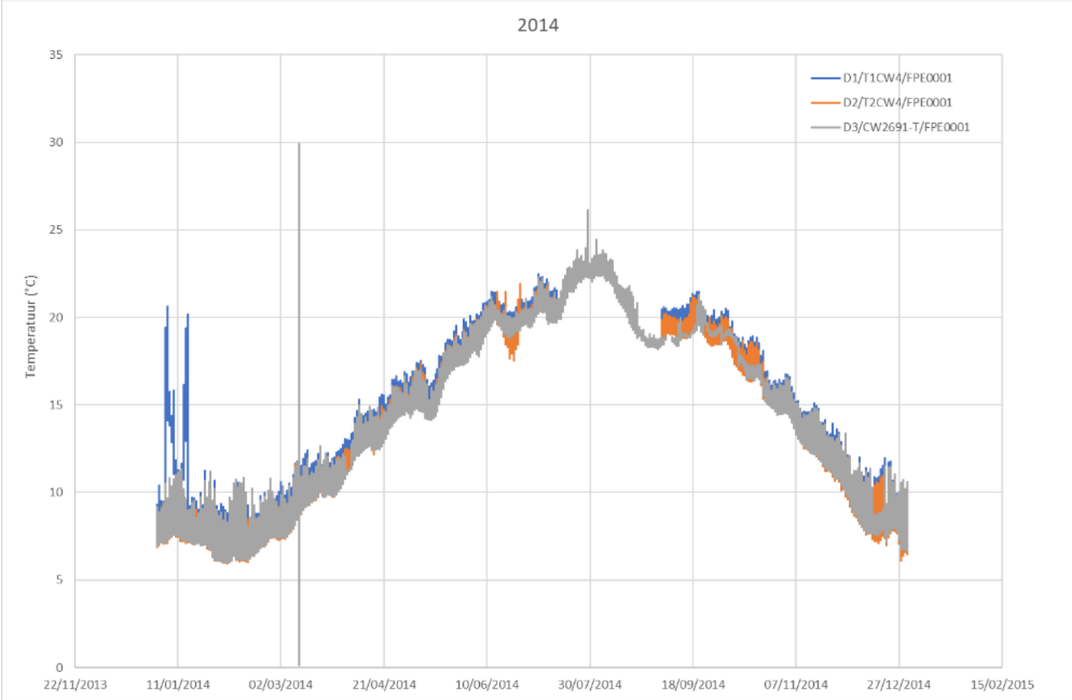
Parameter	Parameter	Eenheid	MKN	Meetpunten (resultaten 2015 - 2020)																	
				159000 – stroomopwaarts						157000 - stroomopwaarts						1574100 – stroomafwaarts					
Cd o	Cadmium, opgelost	µg/L	0,2 (gem) 0,45 (max)	0,00	0,05	0,09	0,15	0,26	0,07	0,00	0,05	0,10	0,21	0,30	1,62	0,00	0,05	0,11	0,22	0,60	0,13
Co t	Kobalt, totaal	µg/L		0,00	0,85	2,11	4,10	8,80	2,34	0,00	0,74	1,70	2,79	7,60	3,17	0,00	0,46	1,01	1,74	2,84	1,31
Co o	Kobalt, opgelost	µg/L	0,5 (gem)	0,00	0,16	0,42	0,70	0,96	0,59	0,00	0,20	0,36	0,62	0,92	1,96	0,00	0,10	0,26	0,45	0,78	0,38
Cr t	Chroom, totaal	µg/L		0,00	2,08	9,17	19,04	32,00	10,26	0,00	2,00	7,19	12,86	27,60	8,43	0,00	1,50	4,06	8,00	18,60	5,51
Cr o	Chroom, opgelost	µg/L	5 (gem)	0,00	0,50	0,64	0,75	1,50	0,67	0,00	0,50	0,69	0,75	2,04	2,09	0,00	0,50	0,67	0,75	1,50	0,71
Hg t	Kwik, totaal	µg/L		0,01	0,02	0,06	0,14	0,25	0,06	0,00	0,02	0,05	0,09	0,24	1,59	0,01	0,01	0,03	0,07	0,12	0,04
Hg o	Kwik, opgelost	µg/L	0,05 (gem) 0,07 (max)	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	1,55	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Mn t	Mangaan, totaal	µg/L		30,00	52,00	155,89	318,30	590,00	181,44	0,00	33,00	119,46	222,00	500,00	129,66	15,00	30,00	67,55	132,60	209,00	90,95
Mn o	Mangaan, opgelost	µg/L		0,00	5,96	24,55	49,70	98,00	37,87	0,00	5,58	19,32	31,00	115,00	29,94	0,00	3,09	12,54	16,17	67,00	19,89
Mo t	Molybdeen, totaal	µg/L		0,00	2,50	5,01	7,77	8,50	4,28	0,00	2,80	5,46	8,20	8,80	5,62	0,00	3,01	5,96	8,68	9,60	5,45
Mo o	Molybdeen, opgelost	µg/L	340 (gem)	0,00	2,28	4,83	7,58	8,60	4,43	0,00	2,64	5,46	8,08	9,00	5,61	0,00	2,70	5,55	8,40	9,30	5,53
Ni t	Nikkel, totaal	µg/L		0,00	2,00	5,72	10,57	18,40	5,81	0,00	1,85	4,90	8,64	17,00	5,40	0,00	1,75	3,66	6,24	10,80	4,09
Ni o	Nikkel, opgelost	µg/L	8,6 (gem) 34 (max)	0,00	1,50	2,41	3,80	7,50	2,51	0,00	1,15	2,45	3,80	7,40	3,46	0,00	1,00	2,00	3,60	6,90	2,11
Pb t	Lood, totaal	µg/L		0,00	2,72	9,15	19,31	40,70	9,69	0,00	2,20	7,00	11,94	32,80	8,80	0,00	1,50	3,81	7,92	13,60	5,05
Pb o	Lood, opgelost	µg/L	1,3 (gem) 14 (max)	0,00	0,25	0,30	0,50	0,75	0,31	0,00	0,25	0,31	0,50	0,75	1,81	0,00	0,25	0,36	0,50	3,80	0,49
Sb t	Antimoon, totaal	µg/L		0,00	0,50	0,79	1,38	1,80	0,81	0,00	0,50	0,76	1,80	1,80	2,23	0,00	0,50	0,78	1,80	1,80	0,81
Sb o	Antimoon, opgelost	µg/L	100 (gem)	0,00	0,50	0,66	1,06	1,80	0,66	0,00	0,50	0,67	1,09	1,80	2,10	0,00	0,50	0,64	1,17	1,80	0,65
Se t	Seleen, totaal	µg/L		0,00	0,65	1,28	2,40	3,70	1,22	0,00	0,46	1,27	2,96	4,20	2,67	0,00	0,33	1,12	2,70	4,30	1,08
Se o	Seleen, opgelost	µg/L	2 (gem)	0,00	0,33	0,94	2,49	3,80	0,72	0,00	0,33	1,14	2,87	4,30	2,35	0,00	0,33	1,04	2,60	4,00	0,82
Sn t	Tin, totaal	µg/L		0,00	0,33	0,70	1,00	3,16	0,74	0,00	0,33	0,66	0,99	2,80	2,14	0,00	0,33	0,55	0,98	1,00	0,65
Sn o	Tin, opgelost	µg/L	3 (gem)	0,00	0,33	0,45	0,75	0,98	0,47	0,00	0,33	0,46	0,75	0,98	1,96	0,00	0,33	0,45	0,75	0,98	0,47
Te t	Tellurium, totaal	µg/L		0,00	0,50	0,79	0,75	2,25	0,83	0,00	0,50	0,83	2,25	2,25	2,25	0,00	0,50	0,88	2,25	2,25	0,93
Te o	Tellurium, opgelost	µg/L	100 (gem)	0,00	0,50	0,69	0,75	2,25	0,71	0,00	0,50	0,75	1,28	2,25	2,13	0,00	0,50	0,71	1,28	2,25	0,71
Ti t	Titaan, totaal	µg/L		0,00	15,37	57,74	115,90	222,00	60,32	0,00	11,82	46,07	89,60	192,00	46,02	0,00	9,40	26,76	56,76	91,00	34,19
Ti o	Titaan, opgelost	µg/L	20 (gem)	0,00	0,50	0,81	1,00	2,00	0,92	0,00	0,50	0,80	1,00	1,00	2,21	0,00	0,50	0,90	1,00	9,80	1,32
Tl t	Thallium, totaal	µg/L		0,00	0,05	0,22	0,50	0,50	0,22	0,00	0,05	0,22	0,50	0,50	1,75	0,00	0,03	0,20	0,50	0,50	0,21
Tl o	Thallium, opgelost	µg/L	0,2 (gem)	0,00	0,03	0,20	0,50	0,50	0,20	0,00	0,03	0,20	0,50	0,50	1,74	0,00	0,03	0,19	0,50	0,50	0,19
U t	Uranium, totaal	µg/L		0,00	0,98	1,38	1,87	1,95	1,27	0,00	1,14	1,55	1,99	2,26	2,72	0,00	1,14	1,57	2,05	2,29	1,56

Parameter	Parameter	Eenheid	MKN	Meetpunten (resultaten 2015 - 2020)																
				159000 – stroomopwaarts						157000 - stroomopwaarts						1574100 – stroomafwaarts				
U o	Uranium, opgelost	µg/L	1 (gem)	0,00	0,50	1,18	1,67	1,90	1,09	0,00	0,98	1,40	1,87	2,06	2,57	0,00	1,04	1,45	1,94	2,09	1,42
V t	Vanadium, totaal	µg/L		0,00	4,70	10,83	19,31	31,00	10,94	0,00	4,70	9,18	15,24	27,00	9,62	0,00	4,00	6,47	10,16	15,60	7,11
V o	Vanadium, opgelost	µg/L	4 (gem)	0,00	1,20	2,74	3,90	4,60	2,38	0,00	1,20	2,77	4,04	5,20	3,49	0,00	1,20	2,52	3,88	4,70	2,45
Zn t	Zink, totaal	µg/L		0,00	20,00	47,26	92,00	194,00	49,13	0,00	20,00	38,06	60,20	155,00	37,01	0,00	11,25	23,79	33,90	56,00	30,49
Zn o	Zink, opgelost	µg/L	20 (gem)	0,00	3,75	7,44	11,97	20,00	8,48	0,00	3,75	7,03	11,92	21,00	8,02	0,00	3,75	7,71	13,70	20,00	7,91
Si o	Silicium, opgelost	µg/L		0,00	1800,00	3568,73	5380,00	7100,00	4866,67	0,00	1600,00	3247,46	5100,00	6600,00	3929,32	0,00	1400,00	2966,83	5060,00	6700,00	4111,11

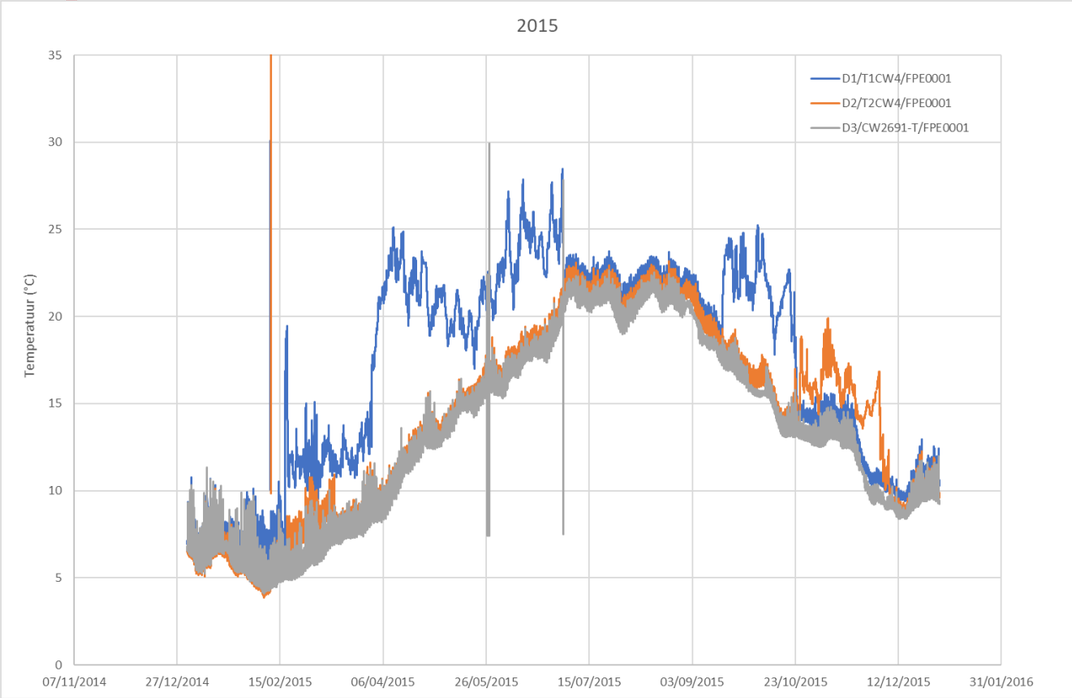
Resultaten < detectielimiet werden gelijk gesteld aan detectielimiet / 2
Overschrijding van de MKN



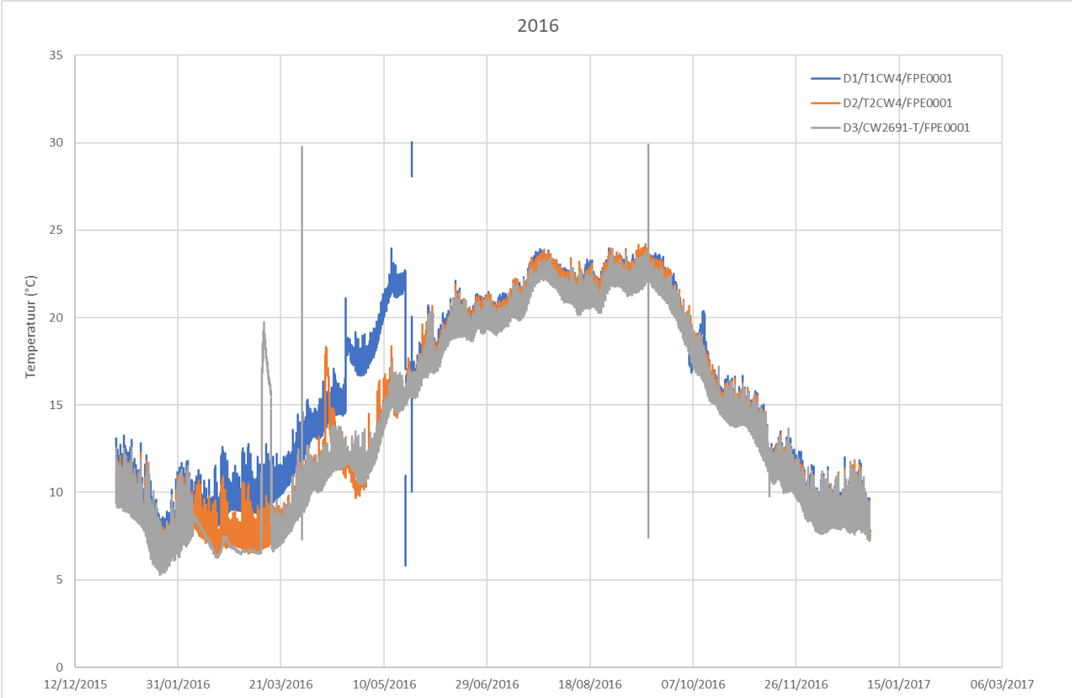
Figuur 2-5 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2013



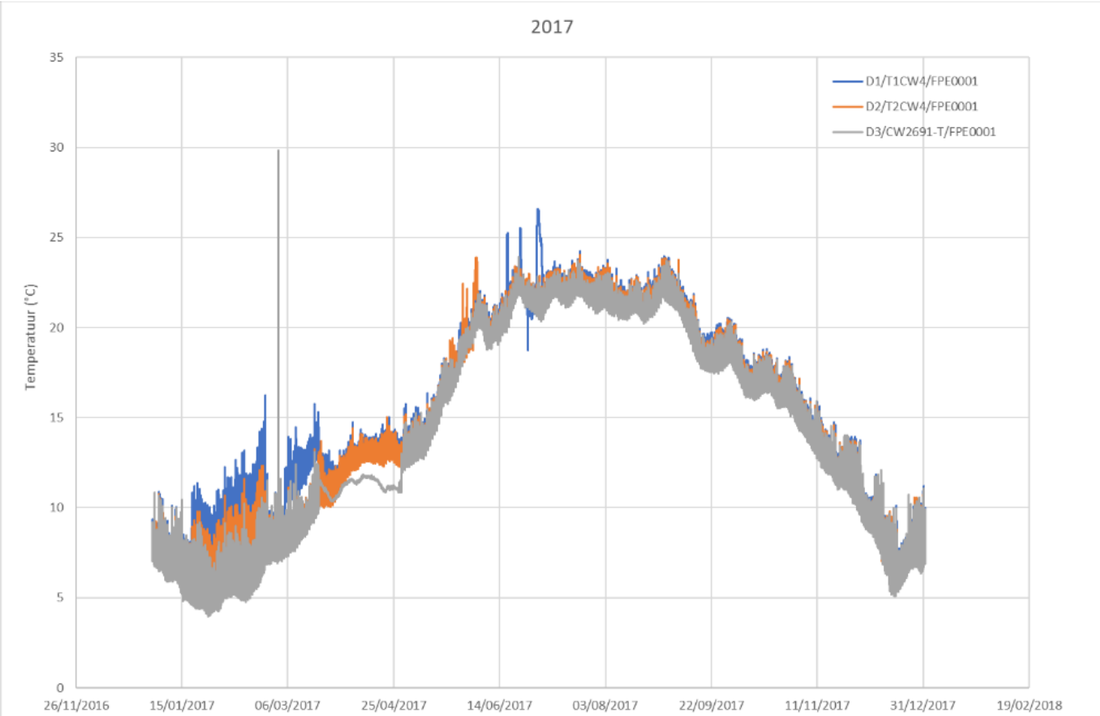
Figuur 2-6 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2014



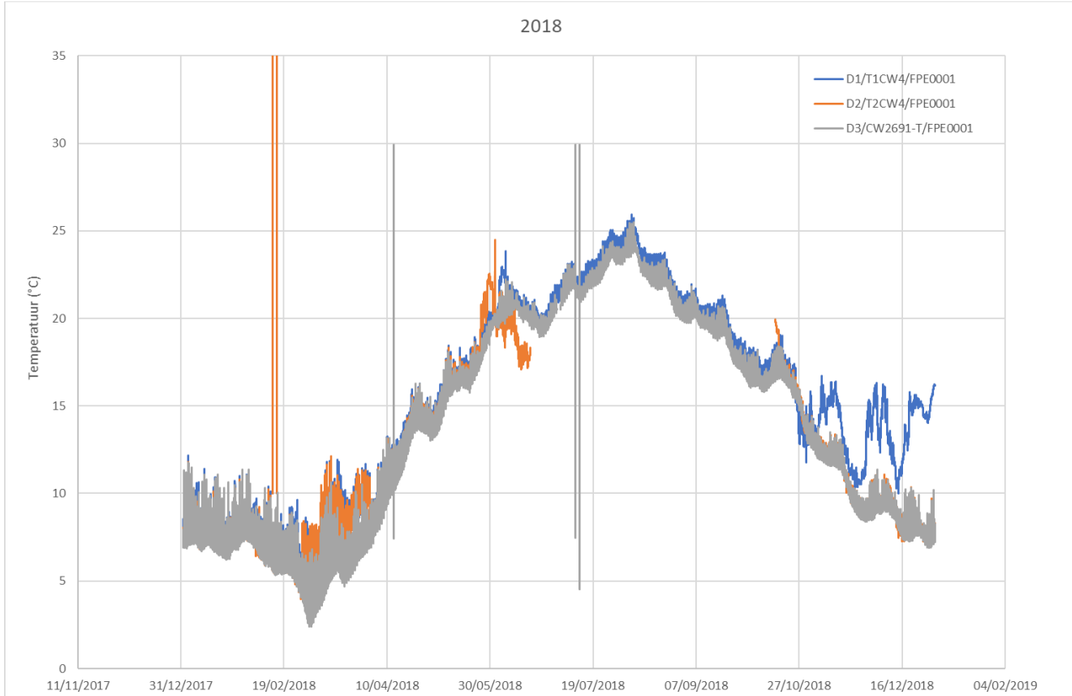
Figuur 2-7 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2015



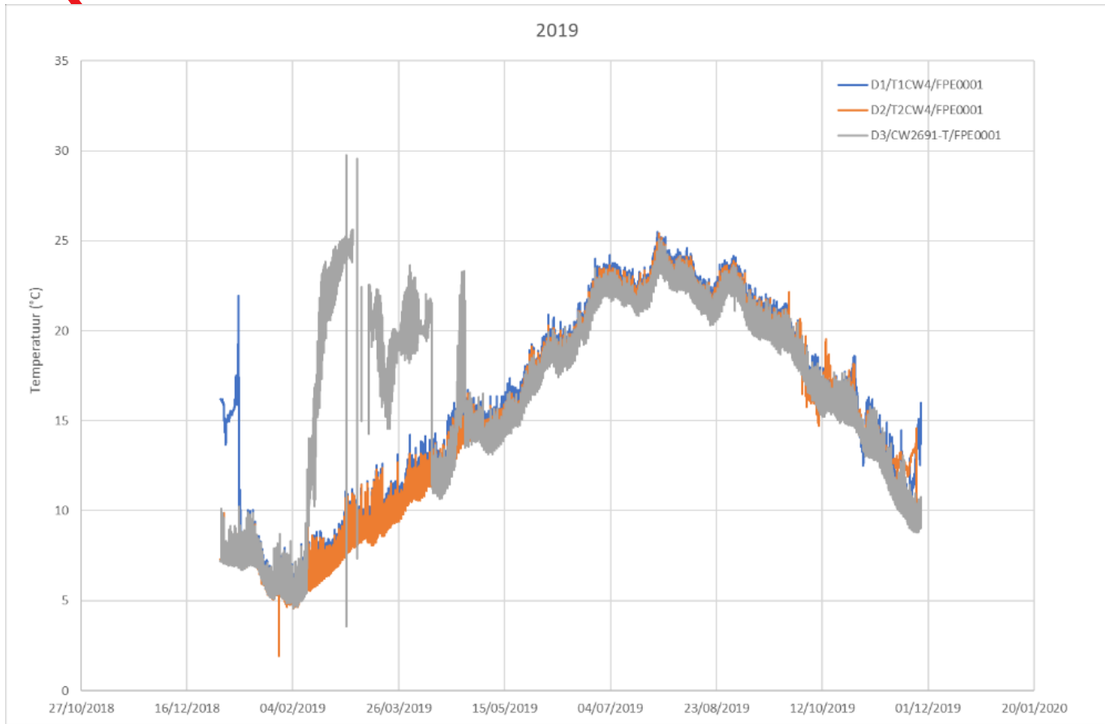
Figuur 2-8 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2016



Figuur 2-9 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2017



Figuur 2-10 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2018



Figuur 2-11 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2019

2.2.2.2.3 Prati-index voor opgeloste zuurstof (PIO)

De VMM gebruikt voor de beoordeling van de waterkwaliteit onder meer de Prati-index voor opgeloste zuurstof (PIO). Dit is een bijkomende parameter die de kwaliteitsklasse van de zuurstofhuishouding in oppervlaktewater aangeeft.

De Italiaanse onderzoeker Prati ontwikkelde voor verscheidene parameters een transformatieformule om een gemeten waarde om te rekenen naar een onderling vergelijkbare kwaliteitsindex. Aan de hand van deze index kan de kwaliteitsklasse bepaald worden. De kwaliteitsindex voor opgeloste zuurstof is een cijfer tussen 0,1 en >16 (zie Tabel 2-7). De bekomen cijfers worden in klassen van 1 tot 6 ingedeeld die de kwaliteit van het water beoordelen van niet verontreinigd (klasse 1) tot zeer zwaar verontreinigd (klasse 6). In Tabel 2-8 wordt de PIO op de in beschouwing genomen meetpunten weergegeven in de periode 1994-2019.

Op alle meetpunten wordt een geleidelijke verbetering van de waterkwaliteit vastgesteld in functie van de tijd. Voor de stroomopwaartse meetpunten 159000 en 157000 evolueert de kwaliteit van verontreinigd naar aanvaardbaar en op meetpunt 154100 van verontreinigd tot zuiver. Ook wordt er een verbetering van de zuurstofhuishouding vastgesteld in stroomafwaartse richting van KCD.

Tabel 2-7 Prati-index volgens zuurstof: klassen

Klasse	Index	Omschrijving
1	0,1 – 1	Niet verontreinigd
2	1 – 2	Aanvaardbaar
3	2 – 4	Matig verontreinigd
4	4 – 8	Verontreinigd
5	8 – 16	Zwaar verontreinigd
6	> 16	Zeer zwaar verontreinigd

Tabel 2-8 Prati-index volgens zuurstof

Meet-plaats	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
159000 (stroomopwaarts)		7,1	5,45	6,26	4,88	5,5	4,74	5,51	4,63	3,75	3,97	4,45	4,78	3,29	3,13	2,42	2,4	1,99	1,96	2,16	2,02	1,72	2,06	1,66	1,7	1,32
157000 (stroomopwaarts)		5,48	4,36	5,08	3,96	4,64	4,49	4,72	3,5	2,75	3,02	3,04	3,15	2,5	2,51	1,95	1,8	1,5	1,5	1,53	1,56	1,34	1,61	1,25	1,26	1,04
154100 (stroomafwaarts)	4,65			4,13	3,13	3,91	3,59	4,39	3	2,29	2,68	1,98	1,5	1,43	1,51	1,35	1,28	0,9	0,88	0,85	1,01	0,84	1,1	0,85	0,66	0,76

2.2.2.2.4 Belgische Biotische Index (BBI)

De VMM bepaalt ook de biologische kwaliteit van het oppervlaktewater. Het biologisch onderzoek evalueert de waterloop als biotoop, eerder dan enkel de kwaliteit van de waterkolom te bekijken. Voor het bepalen van de biologische waterkwaliteit van zoet oppervlaktewater wordt gebruik gemaakt van de methode van de Belgisch Biotische Index (BBI). Voor de bepaling van de BBI worden met een schepnet macro-invertebraten van de bodem en uit het water verzameld. De aan- of afwezigheid van bepaalde macro-invertebraten is bepalend voor de BBI. De biotische index staat in functie van de relatieve gevoeligheid van bepaalde indicatorsoorten ten opzichte van verontreiniging enerzijds en diversiteit anderzijds. In tegenstelling tot de chemische analyses, die een weerspiegeling geven van het moment waarop het waterstaal genomen wordt, evalueert de biologische bepaling verontreinigingseffecten die over een langere periode zijn opgetreden. Voor de beoordeling wordt een waardecijfer van 10 (zeer goede kwaliteit) tot 0 (uiterst slechte kwaliteit) toegekend.

Voor de meetpunten 159000, 157000 en 154100 zijn geen waarden voor de BBI beschikbaar. De BBI is immers een meetinstrument dat ontwikkeld werd voor de evaluatie van zoet oppervlaktewater en geeft geen bruikbare resultaten voor brak en zout water.

2.2.2.2.5 Besluit waterkwaliteit

Algemeen kan, aan de hand van al de bovenvermelde gegevens uit het meetnet van VMM, worden besloten dat de Schelde, zowel stroomop- als stroomafwaarts van het lozingspunt van KCD, niet aan alle kwaliteitsdoelstellingen voldoet. De meest kritische parameters zijn temperatuur (in de zomer enkele dagen boven 25°C), opgeloste zuurstof (de P10-waarde van 6 mg O_2/L wordt niet steeds gerespecteerd), chemisch zuurstofverbruik (CZV), nitraat+nitriet+ammonium, opgelost boor, arseen, beryllium, cadmium en uranium. Op basis van de Prati index voor opgeloste zuurstof wordt echter wel een geleidelijke verbetering van de zuurstofhuishouding op alle meetpunten in functie van de tijd vastgesteld. Ook wordt er een verbetering van de zuurstofhuishouding vastgesteld in stroomafwaartse richting van KCD. Als verklaring hiervoor kan de grotere getijdestroming in stroomafwaartse richting worden genomen.

Ook de aan KCD aanliggende Doorloop voldoet niet aan alle kwaliteitsdoelstellingen. De meest kritische parameters zijn totaal fosfor en opgeloste uranium.

2.2.2.3 Watertoetskaarten: gevoeligheid voor overstromingen, infiltratie, grondwaterstroming en erosie en ligging binnen winterbed

Het bedrijfsterrein van KCD ligt in een zone die volgens de watertoetskaarten wordt aangeduid als:

- niet overstromingsgevoelig. De lagergelegen polders ten westen van KCD zijn aangeduid als mogelijk overstromingsgevoelig.
- niet infiltratiegevoelig
- zeer gevoelig voor grondwaterstroming (type 1)
- hellingen van 0,5% of 0,5-5%
- niet gelegen in een winterbed.

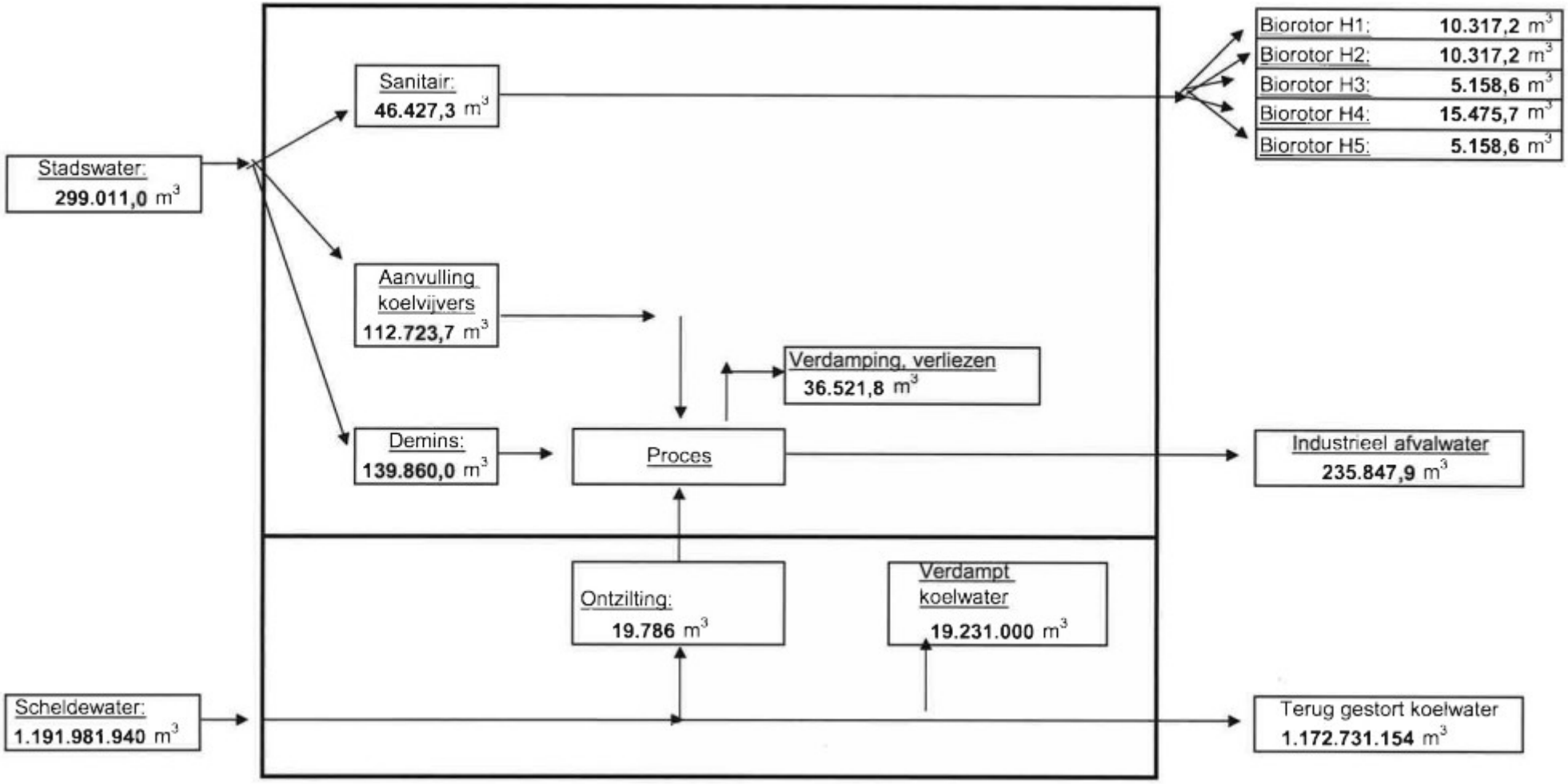
2.2.2.4 Watervoorziening / waterbalans

De waterbalansen van KCD voor uitgangssituatie 2013 en 2014 zijn opgenomen in Figuur 2-12 en Figuur 2-13, respectievelijk. Deze waterbalansen zijn ook representatief voor de periode 2015 – 2019 gezien de

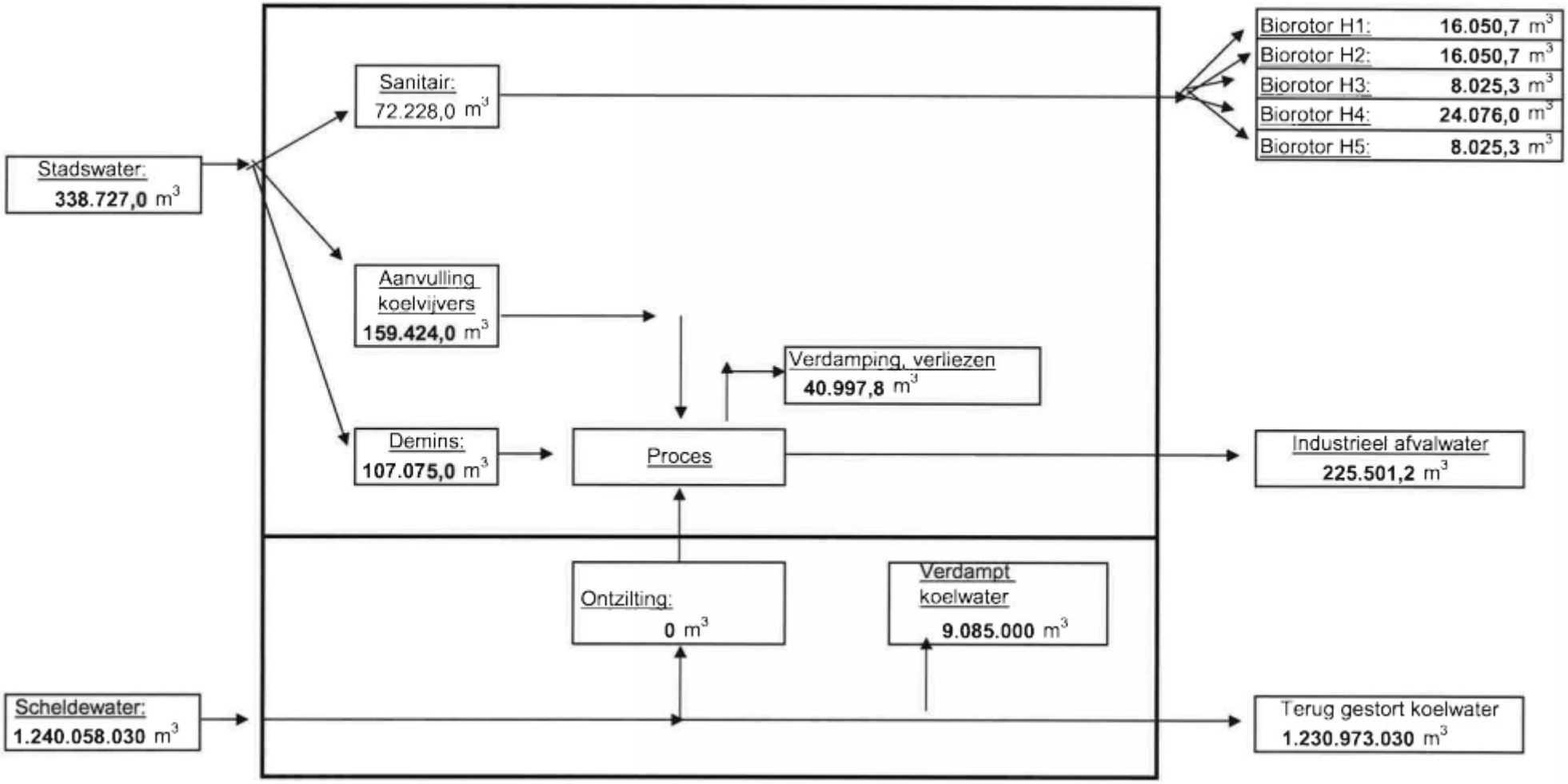
exploitatie van KCD niet gewijzigd werd ten opzichte van de uitgangssituatie. Vandaar dat de waterbalansen voor deze periode niet apart worden opgenomen in het MER.

KCD maakt gebruik van de volgende waterbronnen:

- Leidingwater (stadswater): wordt vnl. gebruikt voor de aanmaak van gedemineraliseerd water dat wordt gebruikt voor stoomproductie in de secundaire kring, voor de aanvulling van de koelvijvers en voor sanitaire doeleinden. In 2013 en 2014 werd respectievelijk 299.011 m³ en 338.727 m³ aan leidingwater verbruikt. Het verschil tussen het verbruik in 2014 en 2013 is te wijten aan het feit dat er in 2014 enkel stadswater en geen Scheldewater werd gebruikt voor de aanmaak van proceswater en door de stijging van het verbruik voor sanitaire doeleinden in 2014.
- Scheldewater: wordt quasi uitsluitend gebruikt als koelwater in de tertiaire kring. Het koelwater wordt onttrokken aan de Schelde en na gebruik terug in de Schelde geloosd. Een deel van het koelwater verdampt in 2 koeltorens (Doel 3 en Doel 4). In 2013 werd 1.191.981.940 m³ koelwater uit de Schelde gepompt. Hiervan werd 1.172.731.154 m³ terug geloosd. In 2014 werd 1.240.058.030 m³ koelwater uit de Schelde gepompt. Hiervan werd 1.230.973.030 m³ terug geloosd. Een zeer kleine fractie van het oppervlaktewater wordt gebruikt voor aanmaak van proceswater via destillaties.



Figuur 2-12 Waterbalans 2013 (m³)



Figuur 2-13 Waterbalans 2014 (m³)

2.2.2.5 Intern rioleringsstelsel

KCD beschikt over een intern rioleringssysteem voor de afvoer van de verschillende (afval)waterstromen. Een schematische voorstelling van de interne riolering en de lozingspunten is terug te vinden in Figuur 2-14.

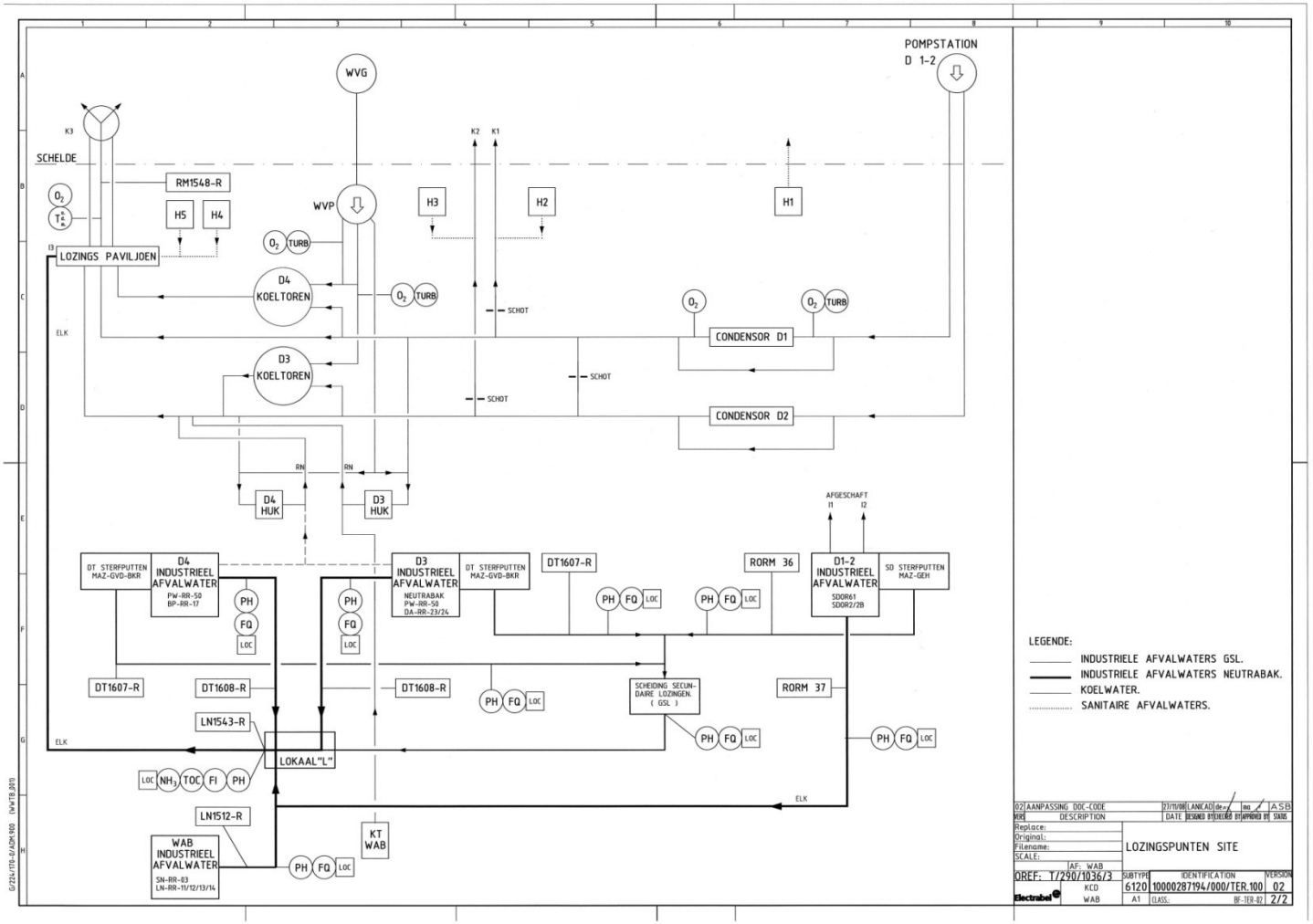
KCD beschikt niet over een gescheiden rioleringsstelsel voor hemelwater. Het sanitair afvalwater wordt samen met het hemelwater van de daken en het merendeel van de verharde oppervlakken opgevangen en afgevoerd naar vijf opvangputten. Deze putten zijn voorzien van dompelpompen die het water bij zware regenval naar de Schelde pompen. In normale omstandigheden wordt dit water gezuiverd in 5 biorotoren vooraleer het in de Schelde geloosd wordt (H1 – H5 op Figuur 2-12 en Figuur 2-13). In 2013 bedroeg de duur van de overstortwerking van de opvangputten 18 dagen en in 2014 bedroeg deze tijd 14 dagen. Voor de periode 2015 tot 2019 varieerde de duur van de overstortwerking van de opvangputten tussen 12 en 46 dagen. In de ondergrondse galerijen tussen de eenheden en de koeltorens zijn lekken aanwezig (vnl. door zettingen). Deze galerijen bestaan uit betonnen kokers met een grote diameter. Bij iedere revisie worden de galerijen gereinigd en gecontroleerd op lekken welke dan hersteld worden. Lekdetectie- en herstel is een tijd- en kostenintensief werk. Tijdens herstel moet de betreffende reactoreenheid stilgelegd worden. Het gelekt koelwater komt via de bodem in de gemengde riolering terecht. De gemengde riolering is zelf ook niet waterdicht en draineert koelwater en grondwater af. Deze lekken van koelwater en in mindere mate grondwater in de gemengde riolering verklaren de frequente overstortwerking.

In totaal zijn er 5 lozingspunten. Elke biorotor beschikt over een eigen lozingspunt. Het industrieel afvalwater wordt samen met het koelwater geloosd via één gezamenlijk lozingspunt (lozingspaviljoen op Figuur 2-14). De lozingspunten K1 en K2 op de figuur zijn de oude kanalen van Doel 1 en Doel 2 die enkel nog gebruikt worden in noodgevallen, wanneer het ander lozingskanaal voor koelwater (K3) niet beschikbaar is, bvb. ten gevolge van revisie.

Hemelwater wordt niet hergebruikt. Het hemelwater van daken en het merendeel van de verharde oppervlakken wordt opgevangen in een gezamenlijk stelsel met het sanitair afvalwater en gezuiverd door middel van vijf biorotoren. Het water van de parkings aan de bedrijfsingang watert af de nabijgelegen Doorloop. Hergebruik van hemelwater voor de aanmaak van deminwater, gebruik als koelwater of voor sanitaire doeleinden is in principe mogelijk. De nodige infrastructuur voor hergebruik van hemelwater is echter niet aanwezig. De stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater is niet van toepassing voor bestaande gebouwen en constructies.

De totale oppervlakte van het terrein van KCD bedraagt 1.154.583 m². Hiervan is 555.894 m² verhard of bebouwd en 598.689 m² onverhard. Het terrein van KCD is dus 52% waterdoorlatend. De hoeveelheid hemelwater, die wordt afgevoerd, is niet bekend en is niet in de waterbalans (zie Figuur 2-12 en Figuur 2-13) opgenomen. Rekening houdend met de verharde of bebouwde oppervlakte hierboven en een gemiddelde neerslag van 690 mm/jaar in de uitgangssituatie 2013-2014 ter hoogte van het dichtstbijzijnde meetstation van VMM (Melsele, P04_001)[5], wordt de hoeveelheid hemelwater die afgevoerd wordt in de uitgangssituatie 2013-2014 begroot als grofweg 383.600 m³.

[5] Bron: waterinfo.be (VMM)



WVG = watervang gebouw; WVP = watervang pompen; D3 HUK = hulpkoeltoren Doel 3; D4 HUK = hulpkoeltoren Doel 4; KT WAB= koeltoren WAB; DT = afvalwaterkring; MAZ = machinezaal; GEH = gebouw elektrische hulpdiensten; O = zuurstof metingen; T = temperatuurmeting; Turb = Turbiditeitsmeting

Figuur 2-14 Schematische voorstelling interne riolering industrieel afvalwater en koelwater

2.2.2.6 Beschrijving van de emissies

2.2.2.6.1 Afvalwaterstromen

KCD loost verschillende afvalwaterstromen:

- Sanitair afvalwater: het sanitair afvalwater wordt samen met het hemelwater van de daken opgevangen en na zuivering in vijf biorotoren in de Schelde geloosd;
- Industrieel afvalwater: het industrieel afvalwater wordt apart opgevangen en afgevoerd en al dan niet na behandeling in de Schelde geloosd (zie verder);
- Koelwater: Het koelwater van de tertiaire kring wordt aan de Schelde onttrokken en wordt na gebruik grotendeels terug in de Schelde geloosd.

2.2.2.6.1.1 Sanitair afvalwater/hemelwater

Elk gebouw op de site van KCD waar sanitair afvalwater wordt gecreëerd is voorzien van een septische put. Op de site van KCD bevinden zich een 38-tal septische putten. Deze septische putten worden periodiek gecontroleerd. Het sanitair afvalwater wordt opgevangen in de septische putten. KCD beschikt niet over een gescheiden rioleringsstelsel voor hemelwater. Na deze septische putten wordt op de gemengde riolering het hemelwater van de daken en het merendeel van de verharde oppervlakken aangesloten. De gemengde riolering wordt dan afgevoerd naar vijf opvangputten. Deze putten zijn voorzien van dompelpompen die het water bij zware regenval naar de Schelde pompen. In normale omstandigheden wordt dit water gezuiverd in 5 biorotoren vooraleer het in de Schelde geloosd wordt.

Het doel van de biorotoren is de verwijdering van de vracht aan biochemisch zuurstofverbruik (BZV)/chemisch zuurstofverbruik (CZV) door aërobe biologische afbraak van organische bestanddelen tot CO_2 en water door micro-organismen. Deze micro-organismen zijn geïmmobiliseerd als vaste film op de biorotor.

Biorotoren zijn ook geschikt voor denitrificatie. Denitrificerende micro-organismen groeien langzaam; door de immobilisatie in een biorotor kunnen deze micro-organismen goed standhouden. De biorotor is een unit die bestaat uit een trommel als frame met binnenin een honingraatstructuur of een vulmateriaal waarop de micro-organismen zijn geïmmobiliseerd. De trommel wordt gedeeltelijk ondergedompeld in een continu met afvalwater doorstroomde bak, waarbij de organische stoffen geadsorbeerd en omgezet worden. Door middel van rotatie en contact met de open lucht vindt beluchting plaats. Vervolgens stroomt het afvalwater in een nabezinker waar het slib bezinkt. Voor volledige stikstofverwijdering is een extra denitrificatiestap noodzakelijk.

De belangrijkste parameters in het sanitair afvalwater zijn BZV, CZV, zwevende stoffen, N en P.

2.2.2.6.1.2 Industrieel afvalwater

Het industrieel afvalwater bestaat uit de volgende deelstromen:

- Effluent afkomstig van de regeneratie van de demineralisatie-installaties van Doel 1 tot en met 4 en van de water- en afvalbehandelingseenheid (WAB). Dit effluent heeft een hoog zoutgehalte en een afwijkende pH. Deze afvalwaterstroom wordt na neutralisatie (met zwavelzuur, zoutzuur en natriumhydroxide) via het uniek lozingspunt (lokaal L) geloosd en bemonsterd;
- Vloerwaters (o.a. water van reiniging, grondwater, …) van Doel 1 tot en met 4 en van de WAB die weinig verontreiniging bevatten, worden afgeleid naar een gemeenschappelijke neutralisatie

installatie (GSL). Na neutralisatie met CO_2 en natriumhydroxide wordt het afvalwater eveneens via het unieke lozingspunt (lokaal L) geloosd en bemonsterd;

- Afvalwater van de WAB waarin afvalwater van de primaire kring behandeld wordt. Dit afvalwater dat potentieel radioactieve elementen bevat, wordt behandeld in demineralisaties en destillatoren. Het concentraat wordt verwerkt in betonvaten van actief afval. Het gezuiverde water en het destillaat, dat geen radioactieve elementen meer bevat, wordt eveneens geloosd en bemonsterd via het uniek lozingspunt.

De inrichting beschikt verder over een omgekeerde osmose-eenheid om ammoniakrijke effluenten van de vacuümpompen te isoleren met het oog op externe afvoer en behandeling.

Enkele relevante parameters in het industrieel afvalwater zijn:

- Boor: het water van de primaire kring bevat boorzuur dat gebruikt wordt bij de controle van de reactiviteit van de kern. Indien boorzuur niet gerecupereerd kan worden dient het na zuivering geloosd te worden;
- Stikstof: Bestrijding van corrosie in de secundaire kring gebeurt door het water hoge pH-waarden te laten aanhouden en zuurstofbindende producten te gebruiken. Daar zorgen respectievelijk ammoniak en hydrazine voor. Ionenwisselaars zuiveren een gedeelte van de secundaire kring. Deze chemische filters kunnen echter geen onderscheid maken tussen de onzuiverheden die uit de kring moeten worden verwijderd en de ammoniak die er wel in thuishoort. Daarnaast is ammoniak een gas dat, samen met andere niet-condenseerbare gassen en een beperkte stoomfractie, uit de condensor wordt afgezogen. Na de vacuümpompen, waar atmosferische druk heerst, condenseert deze stoom en lossen de gassen erin op. Deze waterstroom is niet meer recupereerbaar en belandt in het industrieel afvalwater. Langs deze twee wegen komen er dus stikstofhoudende componenten in het afvalwater. 80% van de totale stikstofvracht is afkomstig van het afvalwater van Doel 3 en 4. Om de hoeveelheid stikstof in dit afvalwater te verminderen, werden er in 2011, 2 installaties gebouwd. Voor Doel 4 gaat het over een opvanginstallatie van de effluenten welke afgevoerd worden voor externe verwerking. Voor Doel 3 gaat het over een installatie voor omgekeerde osmose voor de effluenten van de vacuümpompen. Deze installatie dikt het uit het afvalwater onttrokken vuile water aan tot een stikstofgeconcentreerde vloeistof (ammonium), waardoor minder afvalwatertransporten noodzakelijk zijn. Het ingedikte afvalwater van deze installatie wordt eveneens afgevoerd voor externe verwerking. Het gezuiverde water wordt via het industriële afvalwater geloosd;
- Chloriden: afkomstig van HCl dat gebruikt wordt voor de regeneratie van de ionenwisselaars van de demineralisatie-installaties. De demineralisatie-installaties doen heden dienst als back-up installaties. In 2018 werd immers overgegaan naar een osmosetechniek voor de aanmaak van deminwater. Hierbij werd H_2SO_4 vervangen door HCl;
- Chroom: chroom wordt gebruikt voor de passivatie van specifieke interne gesloten waterkringen.
- (Molybdeen): Vòòr 2012 werd ook molybdeen gebruikt voor de behandeling van specifieke waterkringen. Vanaf 2012 werd overgeschakeld op molybdeenvrije producten, waardoor er sindsdien geen lozing meer van molybdeen optreedt;

- Arseen: De bodem in de Antwerpse haven is opgespoten met grond die verontreinigd was met arseen. Daarom is het door KCD geloosde arseen vermoedelijk afkomstig uit grondwater, dat via de vloerwaters in het industrieel afvalwater terechtkomt.

2.2.2.6.1.3 Koelwater

Als koelwater voor het proces wordt Scheldewater gebruikt dat via twee nabij gelegen captatiepunten wordt opgepompt. Het captatiepunt van de eenheden Doel 1 en 2 (oudste eenheden) is “in de Schelde” gebouwd. M.a.w. de zuiveringsinstallaties, roosters, schrapers en trommelfilters zijn in een constructie op de Schelde aanwezig. Via pompen wordt het water naar de eenheden Doel 1 en 2 gepompt. Het koelcircuit van deze eenheden is van het open type, wat wil zeggen dat het water dat door de condensor gestuurd wordt eenmalig gebruikt wordt. Voor de bouw van Doel 3 en 4 werd het koelwater van Doel 1 en Doel 2 via de lozingspunten K1 en K2 terug in de Schelde gebracht. Deze lozingspunten worden momenteel enkel nog gebruikt wanneer bvb. het algemene lozingspunt K3 of het “verdeelsysteem “ onbeschikbaar is. Via dit verdeelsysteem heeft men de mogelijkheid het water hetzij rechtstreeks naar het lozingspunt K3 te brengen of via aanwezige pompen in de koeltorens van Doel 3 en of 4 te pompen.

Het captatiepunt op de Schelde van de eenheden Doel 3 en 4 betreft alleen een open structuur van waaruit een galerij naar het pompstation op het “vaste land” vertrekt. De koker is enkel uitgerust met een stationair rooster om grote materialen buiten te houden.

Het pompstation bestaat uit een bufferput uitgerust met schrapers en roterende korffilters. In het pompstation zijn twee suppletiepompen aanwezig die water injecteren in de gesloten koelkringen van Doel 3 en 4. Beide pompen kunnen naar de twee eenheden debiteren. De koelkringen van de eenheden Doel 3 en 4 zijn gesloten koelkringen wat wil zeggen dat koelwater circuleert tussen de koeltoren en de condensor. De suppletie dient om de verdampingsverliezen en de deconcentratiespuien aan te vullen. Een klein deel van het koelwater wordt gebruikt voor voeding van de hulpkoeltoren die de veiligheidskringen koelen. Deze deconcentratiespuien worden eveneens via het lozingspunt K3 terug in de Schelde gebracht.

In 2013 werd 1.191.981.940 m³ koelwater aan de Schelde onttrokken. De vergunde hoeveelheid bedraagt 1.500.000.000 m³. In 2013 werd van de totale opgepompte hoeveelheid Scheldewater 19.786 m³ ontzilt en gebruikt als proceswater, 19.231.000 m³ is verdampt in de koeltorens en het overige gedeelte (1.172.731.154 m³) werd terug in de Schelde geloosd. In 2014 werd 1.240.058.030 m³ koelwater uit de Schelde gepompt. Hiervan werd 0 m³ ontzilt om te gebruiken als proceswater (in 2014 werd er hiervoor enkel stadswater gebruikt en geen Scheldewater), 9.085.000 m³ is verdampt in de koeltorens en 1.230.973.030 m³ terug geloosd.

De belangrijkste parameters van het koelwater zijn de temperatuur, het zuurstofgehalte, CZV, chloriden en AOX. De temperatuur en het gehalte opgeloste zuurstof worden continu gemeten. Maandelijks gebeuren er analyses op CZV, driemaandelijks op actieve chloor. Het koelwaterdebiet wordt bepaald aan de hand van uurtellers en pompkarakteristieken. Het koelwater warmt op door de koeling van het water uit de secundaire kring en condensatie van de stoom in de condensatoren van de eenheden. De chloriden zijn afkomstig van NaOCl dat aan het koelwater wordt toegevoegd om biologische groei in de koeltorens tegen te gaan. Hierdoor wordt vermeden dat extra CZV via het koelwater in de Schelde geloosd wordt. Metingen tonen aan dat er geen merkbaar verschil is tussen het CZV-gehalte van het inkomende en uitgaande koelwater. Wekelijks wordt een berekende shockdosis NaOCl geïnjecteerd (ca. 4.000 liter per

koeltoren). De shockdosering werd bepaald aan de hand van analyse van de overmaat actieve chloor en ervaring met betrekking tot de koeltoeren pakking. Eventuele bijdosering gebeurt op basis van de controle van biologische groei op getuigeplaatjes en op basis van ATP metingen van de koeltorens. Het NaOCl reageert weg ter vorming van chloriden. In het geloosde koelwater wordt geen actieve chloor boven de detectielimiet (<0,1 mg/L) teruggevonden. Samen met de shockdosis aan NaOCl, wordt er wekelijks ook ca. 200 liter per koeltoren aan het biodetergent SPECTRUS BD1501E toegediend. Het betreft een mengsel van nonionische surfactants in waterige oplossing. Tijdens periodes van hittegolven, wordt er wekelijks dubbel zoveel NaOCl met SPECTRUS BD1501E geïnjecteerd in de koeltorens.

Bij gebruik van NaOCl als conditioneringsmiddel, ontstaan AOX (=adsorbeerbare organische halogeenverbindingen). De AOX gehalten zullen bestaan uit haloformen, ook wel trihalomethanen genoemd (vnl. bromoform in brak en zout water) en allerlei gehalogeneerde polaire verbindingen (o.m. chloor- en broomazijnzuren) (Berbee, 1997).

Aan het koelwater wordt continu een antischuimmiddel toegevoegd ter voorkoming van schuimgroei ten gevolge van algengroei. Het gaat hier over het middel FOAMTROL AF4039 (het betreft een combinatie van gemodifieerde vetalcoholen en speciale alcoholen). Dit antischuimmiddel wordt continu gedoseerd met een pomp in het inkomend Scheldewater. Tijdens de wekelijkse injecties van NaOCl met SPECTRUS BD1501E wordt ook telkens een extra hoeveelheid antischuimmiddel gedoseerd met een tweede pomp. De aangekochte hoeveelheid antischuimmiddel bedraagt jaarlijkse gemiddeld ca. 5.500 kg. Hierop zit een grote variatie ten gevolge van stock. Hieruit kan besloten worden dat de geloosde concentraties aan antischuimmiddel zeer beperkt zijn.

2.2.2.6.2 Afvalwaterdebiet en vuilvrachten

In de uitgangssituatie (anno 2013) werden de volgende (afval)waterstromen geloosd:

- Sanitair afvalwater (+ hemelwater): 46.427,3 m³;
- Industrieel afvalwater: 235.847,9 m³;
- Koelwater: 1.172.731.154 m³.

In de uitgangssituatie (anno 2014) werden de volgende (afval)waterstromen geloosd:

- Sanitair afvalwater (+ hemelwater): 72.228,0 m³;
- Industrieel afvalwater: 225.501,2 m³;
- Koelwater: 1.230.973.030 m³.

De afvalwaterstromen en vuilvrachten voor de uitgangssituatie 2013-2014 zijn ook representatief voor de periode 2015 – 2019 gezien de exploitatie van KCD niet gewijzigd werd ten opzichte van de uitgangssituatie.

2.2.2.6.2.1 Sanitair afvalwater

Het geloosde sanitair afvalwater in 2013 en 2014 moet voldoen aan de normen voor het geloosde debiet in de milieuvergunning dd. 31/03/2011 (M03/46003/46/2/A/5/HV/CW). De concentraties in het effluent moeten voldoen aan Artikel 4.2.8.1.1 van VLAREM II. Voor parameters welke bedoeld zijn in bijlage 2C van titel I van het VLAREM geldt dan dat het effluent geen concentraties mag bevatten die hoger zijn dan tien keer de indelingscriteria, vermeld in de kolom “indelingscriterium GS (gevaarlijke stoffen)” van artikel 3 van bijlage 2.3.1 van VLAREM II.

Uit Tabel 2-9 kan het volgende afgeleid worden voor het sanitair afvalwater in de uitgangssituatie 2013 - 2014:

- Voor het jaar 2013 wordt voldaan aan alle lozingsnormen voor het gezuiverde sanitaire afvalwater;
- Voor het jaar 2014 wordt niet voldaan aan de lozingsnorm voor het jaardebiet en zwevende stoffen:
    - Het jaardebiet wordt berekend op basis van tellers. Dit is echter een overschrijding van het werkelijk geloosd sanitair afvalwater. Zo wordt het dichtingswater van de koelwaterpompen (met stadswater) en interne voeding van de IC kringen meegeteld. De debietberekening is gebaseerd op een telperiode van 3 dagen met extrapolatie naar het volledige jaar. Het stadswatercircuit is een vrij ingewikkeld circuit met verweving naar diverse installaties. In de praktijk doet er zich geen overschrijding van het vergund jaardebiet voor. Het vergund jaardebiet is immers bepaald op basis van het debiet van de aanwezige voedingspompen van de biorotoren.
    - Voor zwevende stoffen is de verhoogde waarde veroorzaakt tijdens de eerste dag van de meetcampagne in 2014. Hierbij neemt men een 24h waterstaal d.m.v. een monstername apparaat. De slang wordt in de bezinkput geplaats uitgang “reactiekamer”. Bij dit voorval heeft men de slang te diep geplaatst waarbij er slib mee opgepompt is;
- Een atypische parameter in het effluent van het gezuiverde sanitair afvalwater voor 2013 en 2014 is AOX (adsorbeerbare organische halogeenverbindingen). Het voorkomen van AOX is vermoedelijk te wijten aan het lekken van koelwater via de bodem in de gemengde riolering (zie beschrijving in § 2.2.2.5) en/of aan het sporadisch gebruik van desinfecterende sanitaire middelen. De gemiddelde concentratie ligt tussen 62,4 en 68,4 µg/L voor de jaren 2013 en 2014, respectievelijk, en ligt tussen het indelingscriterium GS (gevaarlijke stoffen) van 40 µg/L (Art.3, bijlage 2.3.1 VLAREM II) en 10 keer dit indelingscriterium, waardoor wel wordt voldaan aan de lozingsnorm.
- Voor de parameters ammonium, B, Sb, Co, Mo, Se, Sn, Ag, Ba, Tl, Ti, V, Be, Te, anionische, niet-ionogene en kationische oppervlakteactieve stoffen, worden de metingen inconsistent uitgevoerd voor de jaren 2013 en/of 2014 of ligt de detectielimiet van de metingen hoger dan de lozingsnorm. Hierdoor is het niet mogelijk om gefundeerde uitspraken te doen over de concentraties en het halen van de lozingsnormen voor deze parameters.

De kwaliteit van het sanitair afvalwater voor de jaren 2015 - 2019 werd nagekeken in functie van dit MER. De concentraties en vuilvrachten voor de periode 2015 – 2019 verschillen niet wezenlijk van de uitgangssituatie 2013 – 2014 gezien de exploitatie van KCD niet gewijzigd werd ten opzichte van de uitgangssituatie.

Tabel 2-9 Lozingsnormen, effluentconcentraties en vuilvrachten sanitair afvalwater

	Geldig 2013-2014		2013				2014			
Parameter	**Lozingsnorm**		**Aantal metingen**	**Gem. (mg/L)**	**Max. (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)**	**Aantal metin-gen**	**Gem (mg/L)**	**Max (mg/L)**	**Totale gemid-delde vracht (kg/jaar)**
Debiet	Max. 90 m³/uur, 135 m³/dag en 50.000 m³/jaar, als volgt verdeeld over 5 lozingspunten: H1: 20 m³/uur en 30 m³/dag; H2: 20 m³/uur en 30 m³/dag; H3: 10 m³/uur en 15 m³/dag; H4: 30 m³/uur en 45 m³/dag; H5: 10 m³/uur en 15 m³/dag.		46.427,3 m³/jaar: H1: 10.317,2 m³/jaar; H2: 10.317,2 m³/jaar; H3: 5.158,6 m³/jaar; H4: 15.475,7 m³/jaar; H5: 5.158,6 m³/jaar.				72.228 m³/jaar: H1: 16.050,7 m³/jaar; H2: 16.050,7 m³/jaar; H3: 8.025,3 m³/jaar; H4: 24.076 m³/jaar; H5: 8.025,3 m³/jaar.			
BZV (mg/L)	Max. 25	mg/L	40	3,7	23	170	36	4,4	25	317
CZV (mg/L)			36	35,9	100	1668	25	34,3	74	2479
Zwevende stoffen (mg/L)	Max. 60	mg/L	39	21,6	55	1002	34	24,1	200	1742
Tot P (mg/L)	Max. 10	mg/L	42	2,5	6,6	115	31	2,6	10	185
NO2 (N-mg/L)	Max. 6,6	mg N/L	13	0,043	0,230	2	20	0,332	1,8	24
NO3 (N-mg/L)			8	10,8	42	503	20	12,4	66	898

	Geldig 2013-2014		2013				2014			
Parameter	**Lozingsnorm**		**Aantal metingen**	**Gem. (mg/L)**	**Max. (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)**	**Aantal metin-gen**	**Gem (mg/L)**	**Max (mg/L)**	**Totale gemid-delde vracht (kg/jaar)**
Kjld N (N-mg/L)			8	3,1	16	142	20	4,3	34	314
NH4 (N-mg/L)			0	-	-	-	5	3	13	217
Tot N (N-mg/L)			23	19,2	71	890	35	19,2	85	1386
B (mg/L)	Max. 7	mg/L	5	0,066	0,160	3	0	-	-	-
Sb (mg/L)	Max. 1	mg/L	5	<0,020	<0,020	-	0	-	-	-
Cd (mg/L)	Max. 0,008	mg/L	20	0,0001	0,001	0,003	15	<0,001	<0,001	-
Cr (mg/L)	Max. 0,5	mg/L	20	<0,010	<0,010	-	15	0,002	0,016	0,128
Co (mg/L)	Max. 0,006	mg/L	5	<0,010	<0,010	-	0	-	-	-
Cu (mg/L)	Max. 0,5	mg/L	20	0,008	0,053	0,361	15	0,004	0,036	0,289
Mn (mg/L)			5	0,117	0,380	5	0	-	-	-
Mo (mg/L)	Max. 3,5	mg/L	5	<0,020	<0,020	-	0	-	-	-
Se (mg/L)	Max. 0,03	mg/L	5	<0,005	<0,005	-	0	-	-	-
Sn (mg/L)	Max. 0,4	mg/L	5	<0,04	<0,04	-	0	-	-	-
Zn (mg/L)	Max. 2	mg/L	20	0,054	0,170	3	15	0,073	0,210	5
As (mg/L)	Max. 0,05	mg/L	20	0,013	0,030	1	15	0,015	0,031	1
Hg (mg/L)	Max. 0,003	mg/L	20	<0,0001	<0,0001	-	15	<0,000 1	<0,000 1	-
Pb (mg/L)	Max. 0,5	mg/L	20	<0,025	<0,025	-	15	0,003	0,025	0,201

	Geldig 2013-2014		2013				2014			
Parameter	**Lozingsnorm**		**Aantal metingen**	**Gem. (mg/L)**	**Max. (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)**	**Aantal metin-gen**	**Gem (mg/L)**	**Max (mg/L)**	**Totale gemid-delde vracht (kg/jaar)**
Ni (mg/L)	Max. 0,3	mg/L	20	0,002	0,017	0,111	15	<0,010	<0,010	-
Ag (mg/L)	Max. 0,004	mg/L	20	<0,010	<0,010	-	15	<0,010	<0,010	-
Al (mg/L)			5	0,206	0,320	10	0	-	-	-
Ba (mg/L)	Max. 0,700	mg/L	5	0,010	0,021	0,469	0	-	-	-
Fe (mg/L)			5	0,808	2,200	38	0	-	-	-
Tl (mg/L)	Max. 0,002	mg/L	5	<0,020	<0,020	-	0	-	-	-
Ti (mg/L)	Max. 1	mg/L	5	0,021	0,033	1	0	-	-	-
V (mg/L)	Max. 0,05	mg/L	5	<0,010	<0,010	-	0	-	-	-
U (mg/L)	Max. 0,01	mg/L	5	<0,001	<0,001	-	0	-	-	-
Be (mg/L)	Max. 0,001	mg/L	5	<0,005	<0,005	-	0	-	-	-
Te (mg/L)	Max. 1	mg/L	5	<0,010	<0,010	-	0	-	-	-
F (mg/L)	Max. 9	mg/L	5	0,102	0,290	5	5	0,184	0,470	13
Anion det (mg/L)	Max. 1	mg/L	0	-	-	-	0	-	-	-
Kation det (mg/L)	Max. 10	mg/L	0	-	-	-	0	-	-	-
Niet-ion det (mg/L)			0	-	-	-	1	0,278	2,5	20
AOX µg/L	Max. 400	µg/L	10	62,4	210	3	9	68,4	93	5
DOC mg/L			10	6,1	10	281	9	8,6	12	621

	Geldig 2013-2014		2013				2014			
Parameter	**Lozingsnorm**		**Aantal metingen**	**Gem. (mg/L)**	**Max. (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)**	**Aantal metin-gen**	**Gem (mg/L)**	**Max (mg/L)**	**Totale gemid-delde vracht (kg/jaar)**
vrij cyanide	Max. 0,5	mg/L	5	<0,005	<0,005	-	5	<0,005	<0,005	-

Rood: overschrijding van de lozingsnorm in 2013 en/of 2014; Geel: geen metingen in 2013 en/of 2014 of detectielimiet van de meting ligt hoger dan lozingsnorm.

2.2.2.6.2.2 Industrieel afvalwater

2.2.2.6.2.2.1 Debiet en vuilvracht

Het geloosde industrieel afvalwater in 2013 en 2014 moet voldoen aan de lozingsnormen als opgenomen in de (bijzondere) milieuvoorwaarden van de milieuvergunningen dd. 31/03/2011 (M03/46003/46/2/A/5/HV/CW) en 10/11/2011 (M03/46003/46/2/W/5/LDR/KVDS). De concentraties in het effluent van de niet-nominatief in de vergunning genoemde parameters welke bedoeld zijn in bijlage 2C van titel I van het VLAREM, worden beperkt tot concentraties opgenomen in de indelingscriteria, vermeld in de kolom "indelingscriterium GS (gevaarlijke stoffen)" van art. 3 van bijlage 2.3.1. van titel II van het VLAREM of bij ontstentenis daarvan tot maximaal 10 maal de rapportagegrens.

Uit Tabel 2-10 kan het volgende afgeleid worden voor het industrieel afvalwater in de uitgangssituatie 2013 - 2014:

- Voor de jaren 2013 en/of 2014 wordt niet voldaan aan de lozingsnorm voor nitriet, titanium en AOX:
  - In 2013 en 2014 werd er een onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen en de behandeling van nitriet in het industrieel afvalwater. De gemiddelde nitrietconcentratie situeerde zich in 2013 boven de lozingsnorm. In 2014 lag de gemiddelde concentratie onder de lozingsnorm maar werden er toch nog piekconcentraties tot boven de lozingsnorm opgemeten. Onderzoek door KCD wees uit dat het nitriet in het industrieel afvalwater afkomstig is van biologische groei in de behandelingsinstallatie GSL. Er werd nagegaan welke maatregelen zouden kunnen genomen worden om de biologische groei te inhiberen. Om correctief de bacteriegroei te beperken heeft KCD eenmalig een test uitgevoerd met de injectie van H_2O_2 in de sterfputten. Gezien de reactiviteit (verstopping filters door loskomen vervuiling) en schuimvorming werd deze techniek niet weerhouden. Eind 2014 werd een dossier ingediend tot wijziging van de milieuvergunningsvoorwaarden, onder meer om de bijzondere voorwaarde met betrekking tot het nitrietgehalte in het industrieel afvalwater aan te passen. In het dossier werd gevraagd om een daggemiddelde norm van 20 mg/L NO_2-N en een glijdende jaarvracht van 1.200 kg/jaar NO_2-N toe te staan. Het dossier was eind 2014 nog in behandeling.
  - De lozingsnorm voor titanium bedraagt 0,1 mg/L. In 2014 was er een eenmalige meting van Ti. De concentratie bedroeg 0,11 mg/L. De oorzaak van de overschrijding van de lozingsnorm is onbekend. Op KCD wordt geen Ti verwerkt. Het betreft een eenmalig voorval dat niet verder werd nagegaan. In latere jaren traden er geen overschrijdingen meer op voor Ti.
  - De verhoogde concentraties voor AOX zijn onverklaarbaar daar gebruik van chloorhoudende producten tot een minimum beperkt wordt. Daarnaast worden er in het proces ook geen organische producten gebruikt of toegevoegd. Vermoedelijk worden de verhoogde waarden gemeten als gevolg van interferentie door chlorides afkomstig van de regeneratie-effluenten of door lekken van koelwater naar het industrieel afvalwatercircuit. Eind 2014 werd een dossier ingediend tot wijziging van de milieuvergunningsvoorwaarden, onder meer om een bijzondere lozingsnorm voor AOX van 400 µg/L te verkrijgen. Het dossier was eind 2014 nog in behandeling.

- Voor de parameters ammonium, Co, Ag, Tl, V, Be, anionische, niet-ionogene en kationische oppervlakteactieve stoffen en natriumfluoricinaat worden de metingen inconsistent uitgevoerd voor de jaren 2013 en/of 2014 of ligt de detectielimiet van de metingen hoger dan de lozingsnorm. Hierdoor is het niet mogelijk om gefundeerde uitspraken te doen over de concentraties en het halen van de lozingsnormen voor deze parameters.

De kwaliteit van het industrieel afvalwater voor de jaren 2015 - 2019 werd nagekeken in functie van dit MER. De concentraties en vuilvrachten voor de periode 2015 – 2019 verschillen niet wezenlijk van de uitgangssituatie 2013 – 2014 gezien de exploitatie van KCD niet gewijzigd werd.

Tabel 2-10 Lozingsnormen, effluentconcentraties en vuilvrachten industrieel afvalwater

	Geldig 2013-2014		2013				2014			
Parameter	**Lozingsnorm**		**Aantal metingen**	**Gem. (mg/L)**	**Max. (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)***	**Aantal metingen**	**Gem (mg/L)**	**Max (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)***
Debiet	Max. 700 m³/uur; 3.000 m³/dag; 600.000 m³/jaar		Max. 1.686 m³/dag; 235.848 m³/jaar.				Max. 2.055 m³/dag; 225.501 m³/jaar.			
BZV (mg/L)			8	13,3	41	3137	9	6,3	18	1423
CZV (mg/L)	Max. 125	mg/L	11	22,4	57	5283	9	17,9	28	4034
Zwevende stoffen (mg/L)			17	11,5	55	2712	15	9,3	23	2094
Tot P (mg/L)	Max. 2	mg/L	8	0,609	0,930	144	9	0,686	1,2	155
NO2 (N-mg/L)	Max. 6,089	mgN/L	106	6,4	24	1518	68	1,1	6,5	244
NO3 (N-mg/L)			72	5, 2	21	1217	67	5,4	33	1212
Kjld N (N-mg/L)			70	17, 3	63	4069	68	9,3	52	2105
NH4 (N-mg/L)			0	-	-	-	5	13,2	51	2980
Tot N (N-mg/L)	daggem.: 100 mg/L; glijdend jaargem.: 27 mg/L; glijdende jaarvracht: 7200 kg/jaar		338	17,9	63,2	4.226	310	11,8	67,8	2.663
B (mg/L)	Max. 7.300	kg/jaar	54	29,0	370	6842	55	22,5	470	5070
Sb (mg/L)	Max. 0,07	mg/L	3	<0,020	<0,020	-	1	<0,020	<0,020	-
Cd (mg/L)	Max. 0,003	mg/L	9	<0,0001	<0,0001	-	9	<0,0001	<0,0001	-
Cr (mg/L)	Max. 0,15	mg/L	10	<0,010	<0,010	-	9	0,006	0,051	1
Co (mg/L)	Max. 0,006	mg/L	2	<0,010	<0,010	-	1	<0,010	<0,010	-
Cu (mg/L)	Max. 0,2	mg/L	7	0,007	0,047	2	7	<0,025	<0,025	-
Mn (mg/L)	Max. 1	mg/L	4	0,088	0,110	21	2	0,078	0,078	17
Mo (mg/L)	Max. 0,35	mg/L	4	<0,020	<0,020	-	2	<0,020	<0,020	-
Se (mg/L)	Max. 0,03	mg/L	2	<0,005	<0,005	-	1	<0,005	<0,005	-

	Geldig 2013-2014		2013				2014			
Parameter	**Lozingsnorm**		**Aantal metingen**	**Gem. (mg/L)**	**Max. (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)***	**Aantmetingen**	**Gem (mg/L)**	**Max (mg/L)**	**Totale gemddelde vracht (kg/jaar)***
Sn (mg/L)	Max. 0,04	mg/L	1	<0,04	<0,04	-	1	<0,04	<0,04	-
Zn (mg/L)	Max. 0,8	mg/L	9	0,033	0,064	8	9	0,058	0,120	13
As (mg/L)	Max. 0,05	mg/L	9	0,017	0,028	4	9	0,011	0,030	2
Hg (mg/L)	Max. 0,0005	mg/L	9	<0,0001	<0,0001	-	9	0,000	0,0001	0
Pb (mg/L)	Max. 0,050	mg/L	7	<0,025	<0,025	-	6	<0,025	<0,025	-
Ni (mg/L)	Max. 0,1	mg/L	9	<0,010	<0,010	-	6	0,002	0,011	0
Ag (mg/L)	Max. 0,002	mg/L	7	<0,010	<0,010	-	6	<0,010	<0,010	-
Al (mg/L)			1	<0,100	<0,100	-	1	0,100	0,100	23
Ba (mg/L)	Max. 0,25	mg/L	4	0,026	0,047	6	4	0,032	0,064	7
Fe (mg/L)			2	0,710	1,000	167	1	0,700	0,700	158
Tl (mg/L)	Max. 0,002	mg/L	1	<0,020	<0,020	-	1	<0,020	<0,020	-
Ti (mg/L)	Max. 0,1	mg/L	1	<0,020	<0,020	-	1	0,110	0,110	25
V (mg/L)	Max. 0,005	mg/L	1	<0,010	<0,010	-	1	<0,010	<0,010	-
U (mg/L)	Max. 0,001	mg/L	1	<0,001	<0,001	-	1	<0,001	<0,001	-
W (mg/L)			0	-	-	-	0	-	-	-
Sr (mg/L)			0	-	-	-	0	-	-	-
Be (mg/L)	Max. 0,0001	mg/L	1	<0,005	<0,005	-	1	<0,005	<0,005	-
Te (mg/L)	Max. 0,1	mg/L	1	<0,010	<0,010	-	1	<0,010	<0,010	-
F (mg/L)	Max. 9	mg/L	4	0,465	0,650	110	3	0,393	0,680	89

	Geldig 2013-2014		2013				2014			
Parameter	**Lozingsnorm**		**Aantal metingen**	**Gem. (mg/L)**	**Max. (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)***	**Aantal metingen**	**Gem (mg/L)**	**Max (mg/L)**	**Totale gemiddelde vracht (kg/jaar)***
Cl (mg/L)			4	635	970	149.763	4	392,5	800	88.509
SO4 (mg/L)			4	452,5	810	106.721	4	559,5	1900	126.168
Anion det (mg/L)	Max. 0,1	mg/L	0	-	-	-	1	<0,2	<0,2	-
Kation det (mg/L)	Max. 1	mg/L	0	-	-	-	1	<0,5	<0,5	-
Niet-ion det (mg/L)			0	-	-	-	1	<0,5	<0,5	-
S (mg/L)			4	<0,050	<0,050	-	4	<0,050	<0,050	-
Si (mg/L)			0	-	-	-	0	-	-	-
Natriumfluoricianaat	Max. 50	mg/L	0	-	-	-	0	-	-	-
AOX µg/L	Max. 4	µg/L	4	52	86	12	6	82,7	170	19
DOC mg/L			4	4,7	7,5	1.097	6	5,2	9,9	1.169
SO3 mg S/l			0	-	-	-	4	<0,05	<0,05	-
CN mg/L	Max. 0,05	mg/L	3	<0,005	<0,005	-	5	0,001	0,005	0
TOC mg/L			1	3,3	3,3	778	0	-	-	-
Chroom (VI) als Cr			4	<0,005	<0,005	-	4	0,004	0,010	1
Geleidbaarheid µS/cm							3	3033,333	4600	684.020

Rood: overschrijding van de lozingsnorm in 2013 en/of 2014; Geel: geen metingen in 2013 en/of 2014 of detectielimiet van de meting ligt hoger dan lozingsnorm.

*In 2013 werd er ca. 235.847,9 m³ industrieel afvalwater geloosd. Ca. 19.786 m³ of 8% van dit volume was verbruikt Scheldewater. De overige 92% was verbruikt stadswater. Gezien het een verwaarloosbaar volume aan Scheldewater betreft, wordt dit niet in rekening gebracht bij de berekening van de totale netto vuilvracht naar de Schelde. In 2014 werd er enkel stadswater ingezet als proceswater.

2.2.2.6.2.2.2 Temperatuur

Lozingsvoorwaarden

Het geloosde industrieel afvalwater in 2013 en 2014 moet voldoen aan de milieuvoorwaarden van de milieuvergunningen dd. 31/03/2011 (M03/46003/46/2/A/5/HV/CW) en 10/11/2011 (M03/46003/46/2/W/5/LDR/KVDS):

De maximale lozingstemperatuur van het industrieel afvalwater mag 35°C bedragen bij één van de volgende condities:

- bij een buitentemperatuur van 25°C of meer;
- bij een koelwaterinnametemperatuur van 20°C of meer

voor zover de temperatuur van het ontvangende oppervlaktewater zoals vermeld in de milieukwaliteitsnormen niet overschreden wordt (art. 4.2.2.2.1.4° VLAREM II).

Temperatuur industrieel afvalwater

Voor de uitgangssituatie 2013 – 2014 en de periode 2015 – 2019 werden de continue temperatuurmetingen van het geloosde industrieel afvalwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 van KCD in het kader van dit MER geëvalueerd. Deze evaluatie gebeurde samen met de evaluatie van de continue temperatuurmetingen van het Scheldewater aan het innamepunt voor Doel 3/4. Uit deze evaluatie blijkt dat er geen overschrijdingen zijn van de hierboven vermelde lozingsvoorwaarden voor de temperatuur van het geloosde industrieel afvalwater van KCD. Dit met uitzondering van één dag eind december in 2018 gedurende 2 uur, hier bedraagt de temperatuur van het industrieel afvalwater 36°C, terwijl de innametemperatuur van het Scheldewater lager ligt dan 20°C en de buitentemperatuur lager ligt dan 25°C.

2.2.2.6.3 Koelwater

2.2.2.6.3.1 Debiet en vuilvracht

Het geloosde koelwater in 2013 en 2014 moet voldoen aan de normen voor maximaal lozingsdebiet en actief chloorgehalte als opgenomen in de (bijzondere) milieuvoorwaarden van de milieuvergunningen dd. 31/03/2011 (M03/46003/46/2/A/5/HV/CW) en 10/11/2011 (M03/46003/46/2/W/5/LDR/KVDS). De concentraties in het effluent van de niet-nominatief in de vergunningen genoemde parameters, worden beperkt tot concentraties vermeld in Artikel 4.2.4.1. van VLAREM II. Dit betekent onder meer dat het geloosde koelwater geen stoffen mag bevatten die behoren tot de families en groepen van stoffen vermeld in de bijlage 2C.

ln toepassing van artikel 4.2.5.1.2 van VLAREM II kan voor de debietsmeting van het koelwater toepassing gemaakt worden van de berekeningsmethode die gebaseerd is op de gemeten innamegegevens water.

De chloridenvracht wordt niet gemeten maar wordt berekend op basis van het NaOCl-verbruik. In 2013 werd 379.997 kg NaOCl (15%) gebruikt. De berekende chloridenvracht in het koelwater bedraagt ca. 27.161 kg. In 2014 werd 319.420 kg NaOCl (15%) gebruikt. De berekende chloridenvracht in het koelwater bedraagt ca. 22.831 kg.

Het zuurstofgehalte van het geloosde koelwater moet minstens 4 mg/L bedragen en indien lager minstens even hoog zijn als het zuurstofgehalte van het ingetrokken water. Het zuurstofgehalte van het ingetrokken Scheldewater en het geloosde koelwater wordt continue opgevolgd door Engie en de metingen voor de uitgangssituatie 2013-2014 worden weergegeven in Figuur 2-15 en Figuur 2-16. Het zuurstofgehalte van het ingetrokken Scheldewater en het geloosde koelwater wordt continue opgevolgd door Engie en de metingen voor de periode 2015 - 2019 worden weergegeven in Figuur 2-17 tot en met Figuur 2-21. Gezien de Schelde veel zwevende stoffen bevat kan de toevoer naar de meetcel verstoppen. Microbiële activiteit leidt dan tot zuurstofverbruik waardoor de metingen naar nul gaan. Dit leidt frequent tot foutmetingen, zoals te zien is op de figuren. De opgelegde norm van 4 mg/L voor het geloosde koelwater wordt steeds gerespecteerd, zonder de outliers mee te rekenen. In de herfst-, winter- en lenteperiode is het zuurstofgehalte van het ingetrokken Scheldewater gelijk aan of hoger dan dat van het geloosde koelwater. In de zomerperiode is het zuurstofgehalte van het geloosde koelwater hoger dan dat van het ingetrokken Scheldewater. Dit fenomeen is vermoedelijk temperatuurgebonden.

Uit Tabel 2-11 kan het volgende afgeleid worden voor het koelwater in de uitgangssituatie 2013 - 2014:

- Voor de parameters pH, actieve chloor en CZV wordt voor de jaren 2013-2014 voldaan aan de lozingsnormen. Metingen tonen aan dat er geen merkbaar verschil is tussen het CZV-gehalte van het inkomende en uitgaande koelwater. Dit betekent dat er geen extra CZV geloosd wordt via het koelwater. De CZV-vracht in het koelwater wordt niet relevant geacht.
- In 2014 werd de groepsparameter AOX bemeten op het in- en uitgaande koelwater. In het geloosde koelwater wordt er een concentratieverhoging voor de parameter AOX (adsorbeerbare organische halogeenverbindingengevonden) gevonden, welke tot de families en groepen van stoffen vermeld in de bijlage 2C behoren. Opgemerkt hierbij moet worden dat het hier brakwater betreft wat mogelijk interfereert met de analyse. De bemeten concentratie aan AOX bedroeg 190 µg/L, welke bovendien boven het indelingscriterium GS (gevaarlijke stoffen) van 40 µg/L (Art.3, bijlage 2.3.1 VLAREM II) ligt. In 2014 werd er een onderzoek uitgevoerd naar het effect van NaOCl bij eventuele oxidatie van nitriet naar nitraat op de AOX-parameter uitgevoerd. De omzetting van nitriet naar nitraat is mogelijk met een aanzienlijke overmaat NaOCl. De dosering heeft een frappante invloed op de AOX-vorming. In brak water blijkt voornamelijk bromoform een belangrijke component te zijn.
- Voor de parameters fecale coliformen en totaal N, worden de metingen inconsistent uitgevoerd voor de jaren 2013 en/of 2014. Hierdoor is het niet mogelijk om gefundeerde uitspraken te doen over de effluentconcentraties en vuilvrachten en het halen van de lozingsnormen voor deze parameters.

De kwaliteit van het koelwater voor de jaren 2015 - 2019 werd nagekeken in functie van dit MER. De concentraties en vuilvrachten voor de periode 2015 – 2019 verschillen niet wezenlijk van de uitgangssituatie 2013 – 2014 gezien de exploitatie van KCD niet gewijzigd werd ten opzichte van de uitgangssituatie.

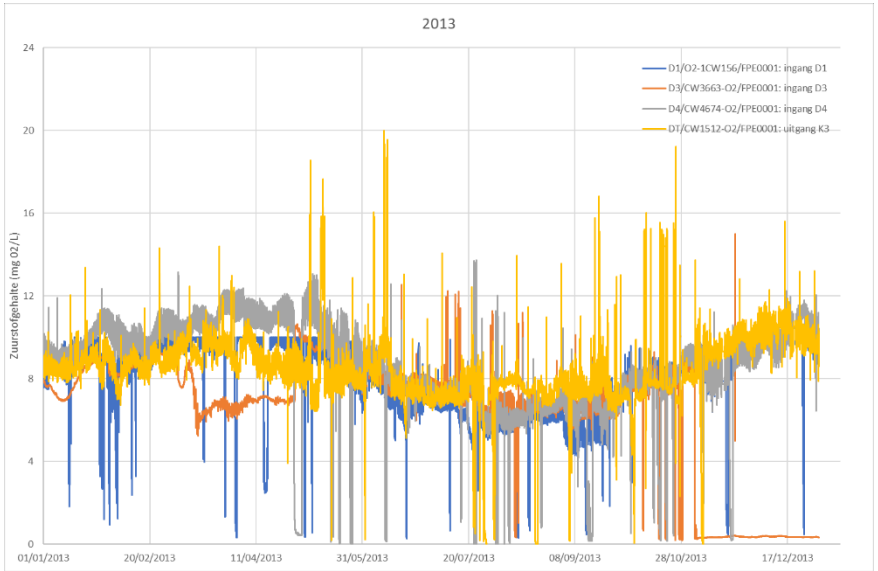
Tabel 2-11 Lozingsnormen, effluentconcentraties en vuilvrachten koelwater

Parameter	Lozingsnorm	2013				2014			
		Aantal metingen	Gem. (mg/L)	Max. (mg/L)	Totale gemiddelde vracht (ton/jaar)	Aantal metingen	Gem. (mg/L)	Max. (mg/L)	Totale gemiddelde vracht (ton/jaar)
Debiet	- K1 (koelwater afkomstig van Doel 1): max. 44.500 m³/uur in winter (oktober t.e.m. april) en max. 56.800 m³/uur in zomer (mei t.e.m. september); - K2 (koelwater afkomstig van Doel 2): max. 44.500 m³/uur in winter en max. 56.800 m³/uur in zomer; - K3: max. 171.160 m³/uur in winter en max. 195.760 m³/uur in zomer, waarvan: max. 44.500 m³/uur (w)/56.800 m³/uur (z) afkomstig van Doel 1; max. 44.500 m³/uur (w)/56.800 m³/uur (z) afkomstig van Doel 2; max. 40.000 m³/uur + 1.080 m³/uur afkomstig van Doel 3; max. 40.000 m³/uur + 1.080 m³/uur afkomstig van Doel 4.	Debiet wordt niet gemeten maar berekend op basis van de pompcapaciteit en het aantal bedrijfsuren				Debiet wordt niet gemeten maar berekend op basis van de pompcapaciteit en het aantal bedrijfsuren			
Chloriden (Cl conc wordt niet gemeten. Cl-vracht wordt berekend op basis van het NaOCl-verbruik)		*0*	-	-	*27,161*	*0*	-	-	*22,831*
pH	Tussen 6,5 en 8,5	12	7,78	8	-	19	7,91	9,1	-

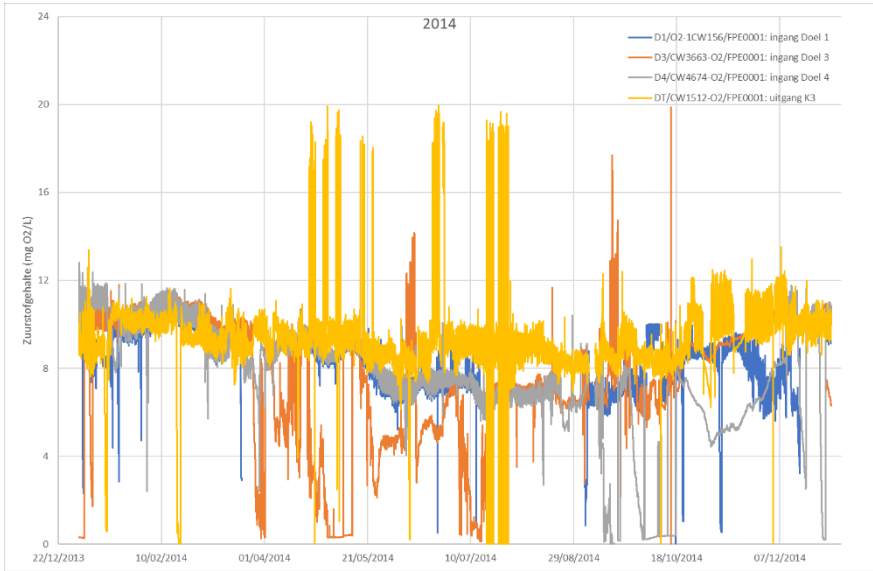
Parameter	Lozingsnorm	2013				2014			
		Aantal metingen	Gem. (mg/L)	Max. (mg/L)	Totale gemiddelde vracht (ton/jaar)	Aantal metingen	Gem. (mg/L)	Max. (mg/L)	Totale gemiddelde vracht (ton/jaar)
Resterende actieve chloor (mg/L) lozingspunt	1 mg/L als ogenblikkelijke waarde 0,2 mg/L als daggemiddelde waarde	4	<0,1	<0,1	-	4	<0,1	-	-
Fecale coliformen/100 mL	Geen zodanige hoeveelheid pathogene kiemen in het geloosde koelwater dat het ontvangende water er gevaarlijk door kan worden besmet	0	-	-	-	3	6,33	10	-
Totaal N (mg/L) ingetrokken koelwater	Nvt	Maandelijkse metingen stroomopwaartse VMM-meetpunten 159000 en 157000	5	7	-	Maandelijkse metingen stroomopwaartse VMM-meetpunten 159000 en 157000	4,2	5,9	-
Totaal N (mg/L) geloosd koelwater	-	3	0,55	1,3		0	-	-	
AOX (mg/L) ingang Doel 1	Geen stoffen uit bijlage 2C	0	-	-	-	1	0,065	0,065	153,87
AOX (mg/L) ingang Doel 3		0	-	-		1	<0,04	<0,04	
AOX (mg/L) lozingspunt		0	-	-		1	0,19	0,19	
CZV (mg/L) ingetrokken koelwater	Verschil uit – in max. 30 mg/L	Maandelijkse metingen stroomopwaartse VMM-meetpunten 159000 en 157000	30	56	-	Maandelijkse metingen stroomopwaartse VMM-meetpunten 159000 en 157000	35	81	-

Parameter	Lozingsnorm	2013				2014			
		Aantal metingen	Gem. (mg/L)	Max. (mg/L)	Totale gemiddelde vracht (ton/jaar)	Aantal metingen	Gem. (mg/L)	Max. (mg/L)	Totale gemiddelde vracht (ton/jaar)
CZV (mg/L) geloosd koelwater		12	33	55		19	33	66	

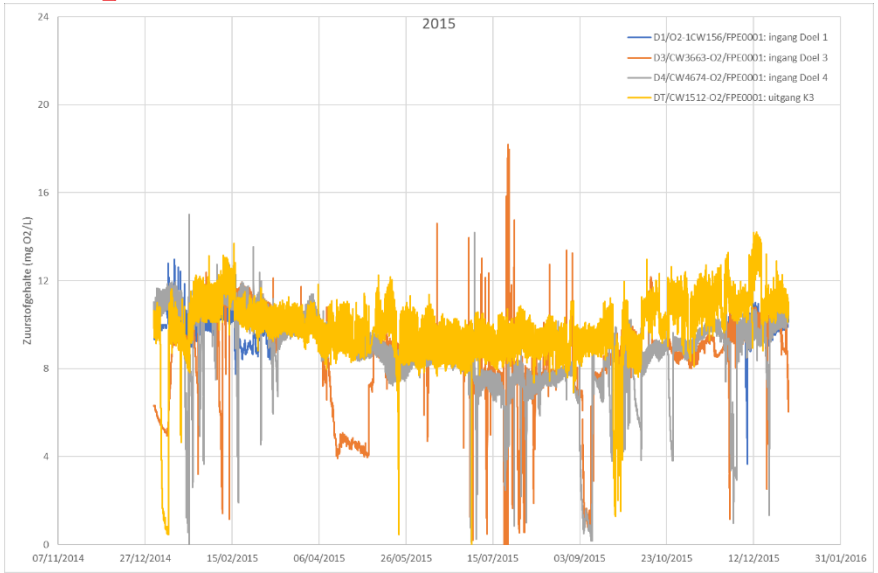
Rood: overschrijding van de lozingsnorm in 2013 en/of 2014; Geel: geen metingen in 2013 en/of 2014.



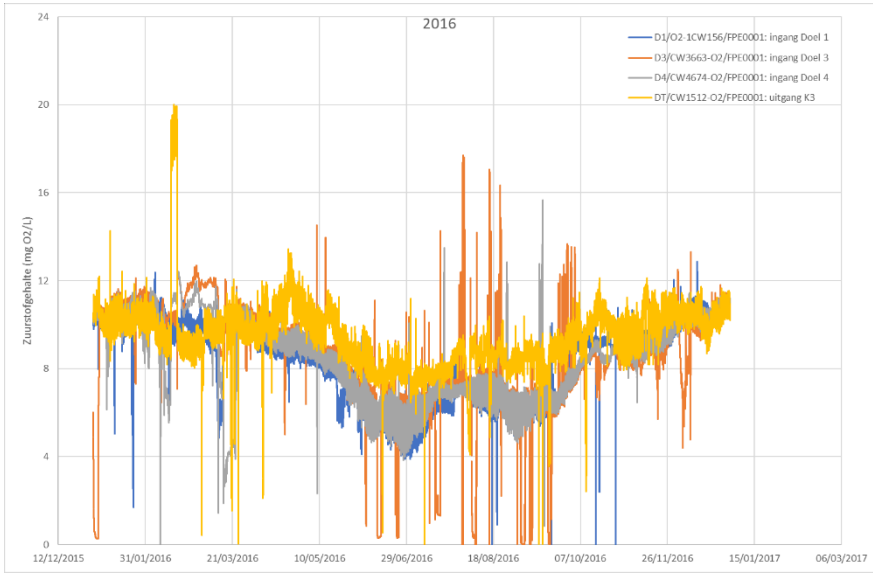
Figuur 2-15 Zuurstofgehalte (mg O_2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2013



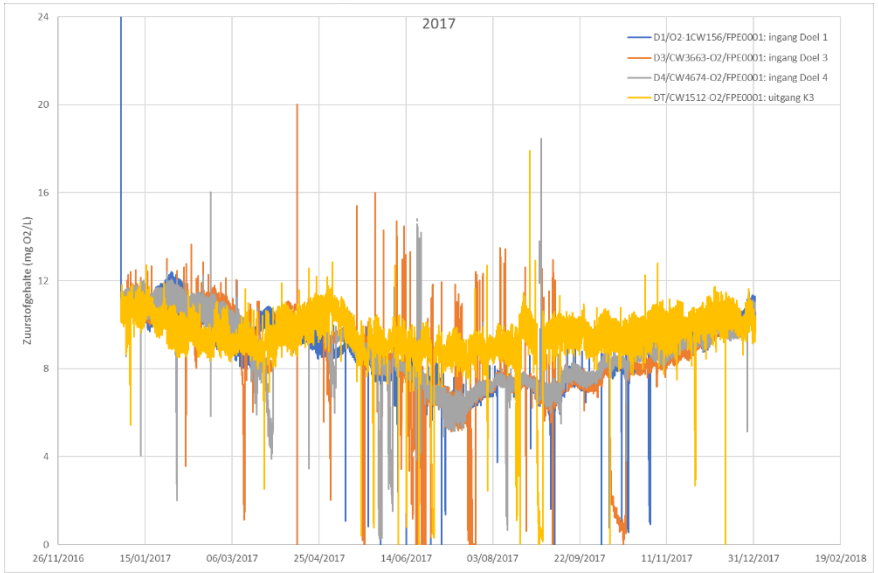
Figuur 2-16 Zuurstofgehalte (mg O_2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2014



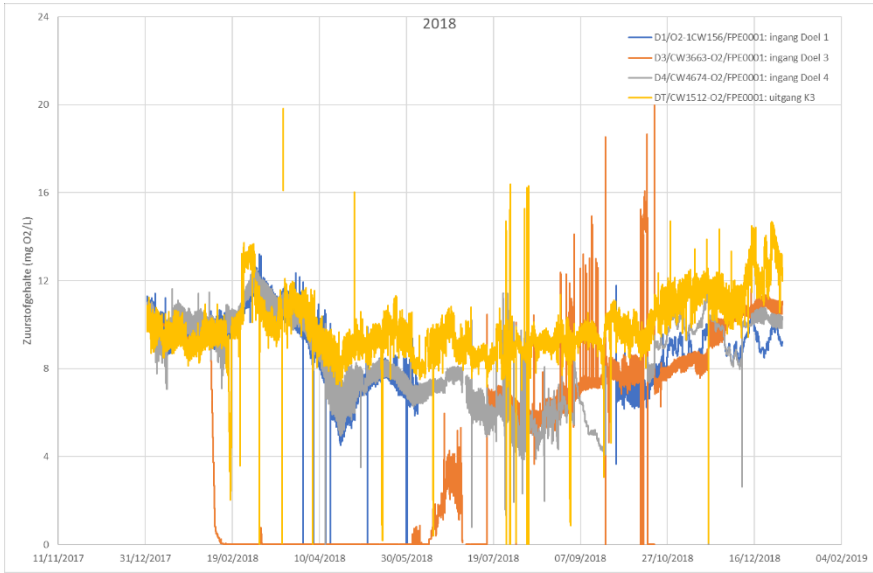
Figuur 2-17 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2015



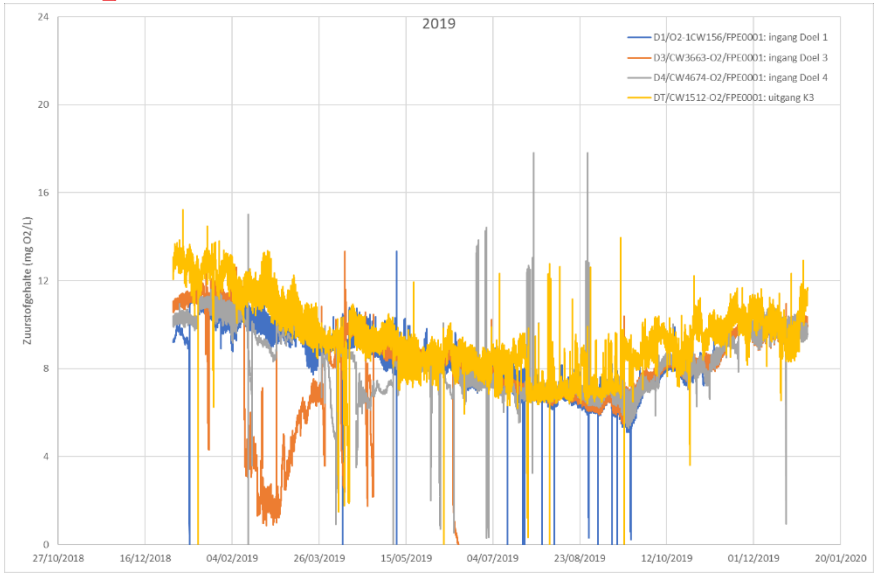
Figuur 2-18 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 - 2016



Figuur 2-19 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2017



Figuur 2-20 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2018



Figuur 2-21 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2019

2.2.2.6.3.2 Temperatuur en thermische vracht koelwater

Lozingsvoorwaarden

Het geloosde koelwater in 2013 en 2014 moet voldoen aan de normen voor temperatuur als opgenomen in de sectorale milieuvoorwaarden voor de lozing van koelwater van elektrische centrales in Artikel 4.2.4.1. van VLAREM II en aan de bijzondere milieuvoorwaarden van de milieuvergunningen dd. 31/03/2011 (M03/46003/46/2/A/5/HV/CW) en 10/11/2011 (M03/46003/46/2/W/5/LDR/KVDS):

Voor de temperatuur van het geloosde koelwater gelden volgende emissiegrenswaarden:

- maximum 33°C als ogenblikkelijke waarde;
- maximum 32°C als daggemiddelde; hiervoor worden de uurwaarden in aanmerking genomen, zoals gemeten van de middag (12 h) van de ene dag tot de middag (12 h) van de daaropvolgende dag;
- maximum 30°C als voortschrijdend 30-dagengemiddelde.

Wanneer de maximale lozingstemperatuur bereikt wordt op dagbasis, evenals bij het bereiken van een gemiddelde dagtemperatuur van 26°C van het gecapteerde water, dient de thermische vracht beperkt te worden, zeker bij de kentering van eb naar vloed, zodat de effecten gemilderd worden. De procentuele beperking van de thermische vracht dient hierbij overeen te stemmen met de bepalingen in het VLAREM terzake, met name:

- bij een gemiddelde dagtemperatuur van het gecapteerde water van 26°C: tot 70% van de maximale thermische vracht per dag;
- bij een gemiddelde dagtemperatuur van het gecapteerde water van 27°C: tot 40% van de maximale thermische vracht per dag;
- bij een gemiddelde dagtemperatuur van het gecapteerde water van 28°C: tot 10% of minder van de maximale thermische vracht per dag.

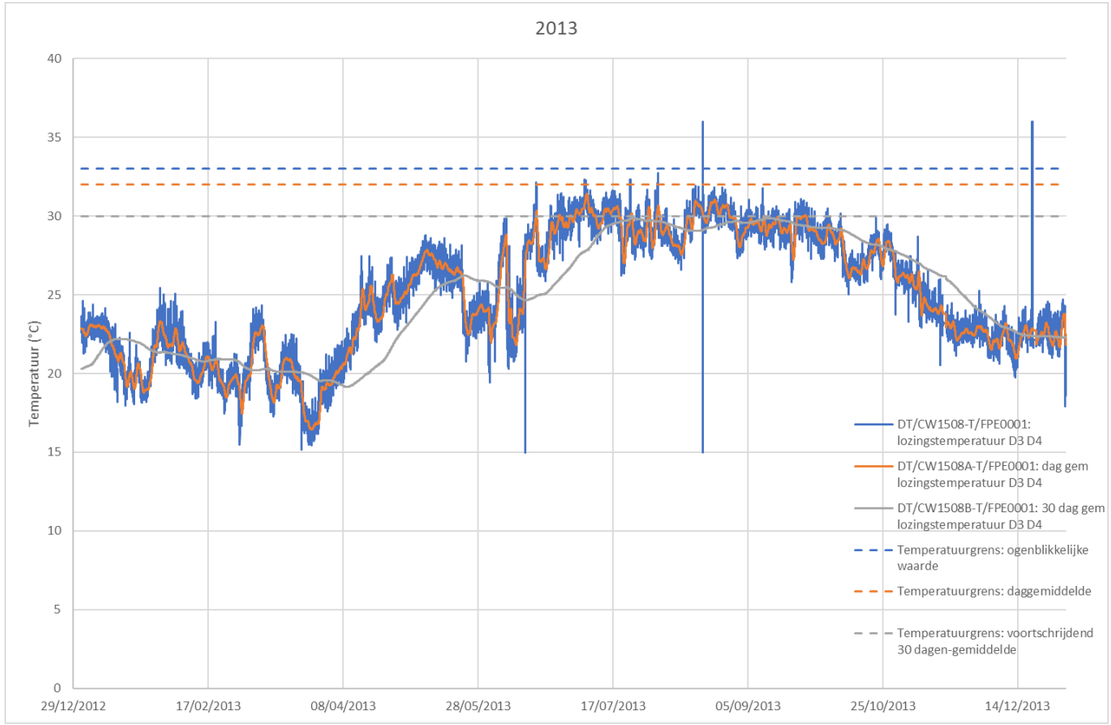
Hiertoe dienen in functie van de noodwendigheid:

- de koeltorens maximaal ingezet te worden en het water afkomstig van de directe koelkringen van Doel 1 en Doel 2 omgeleid worden naar de koeltorens;
- de temperatuur aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 maximaal beperkt worden door opening van de bypass koeltorens.

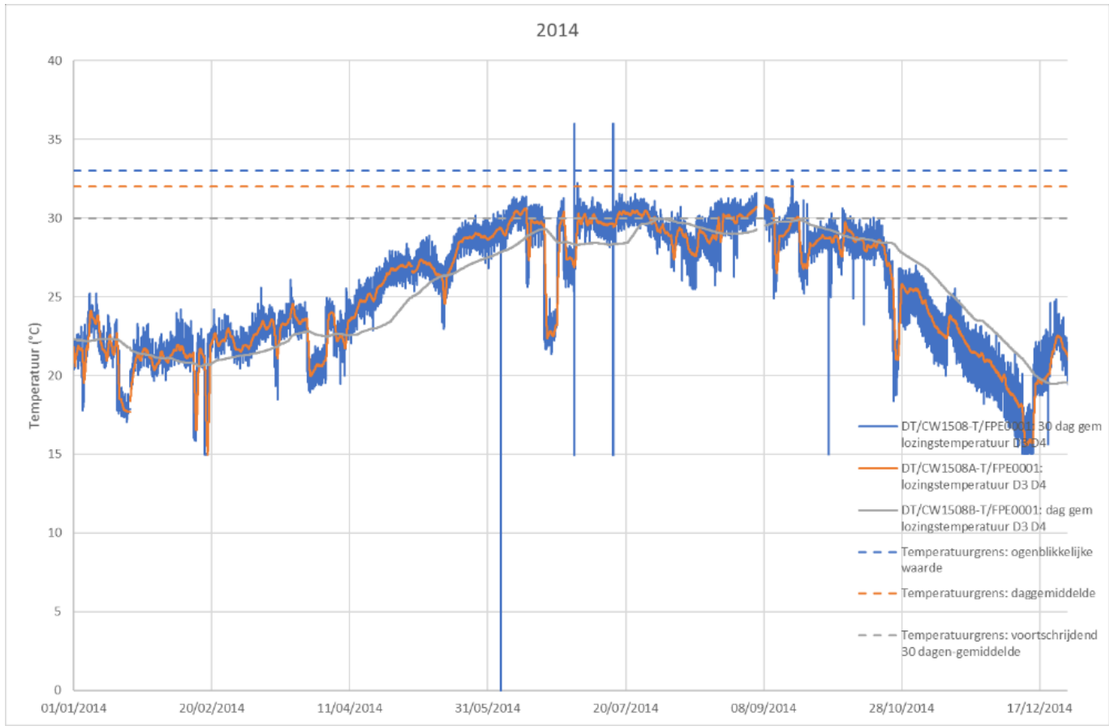
Temperatuur koelwater

De continue temperatuurmetingen van het geloosde koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 van KCD voor de uitgangssituatie 2013 en 2014, worden weergegeven in Figuur 2-22 en Figuur 2-23 respectievelijk. De continue temperatuurmetingen van het geloosde koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 van KCD voor de periode 2015 tot 2019, worden weergegeven in Figuur 2-24 tot Figuur 2-28 respectievelijk. Voor de uitgangssituatie 2013 – 2014 en de periode 2015 – 2019 wordt er aan de richtwaarden voor de ogenblikkelijke waarde, de daggemiddelde waarde en de 30-dagen gemiddelde waarde voldaan (met uitzondering van een beperkt aantal outliers van de temperatuursensor).

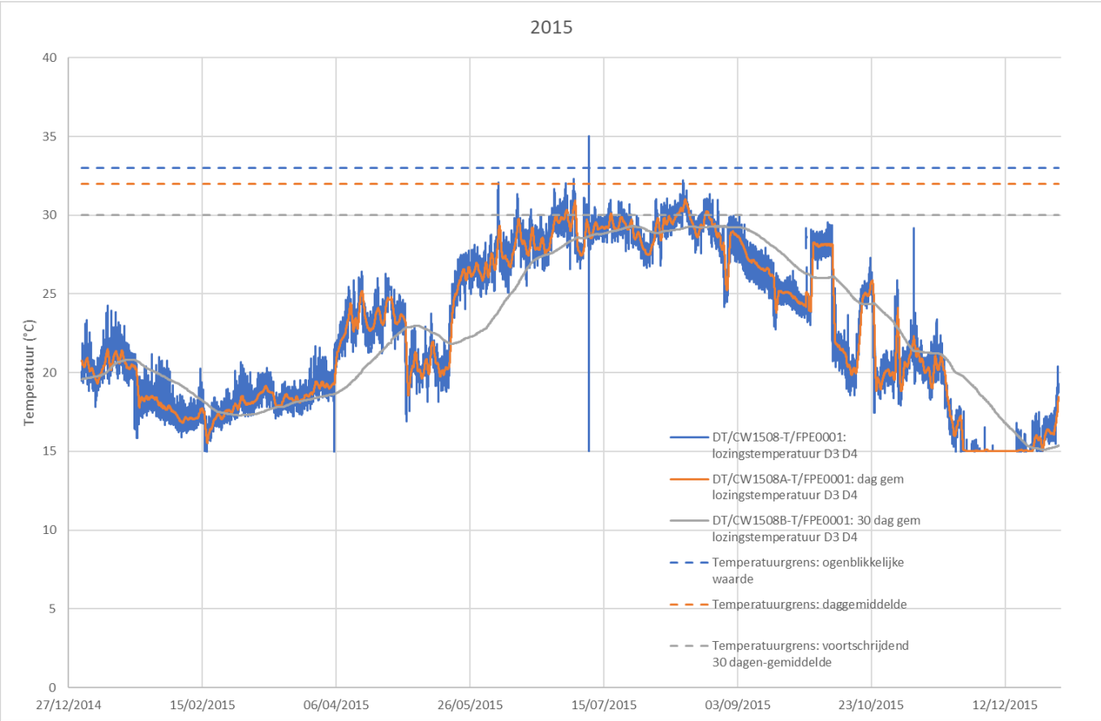
De temperatuurinvloed van het geloosde koelwater op de Schelde voor zowel de uitgangssituatie als de exploitatiefase van voorliggend project wordt uitgebreid beschreven en beoordeeld in §2.2.3.1.5.



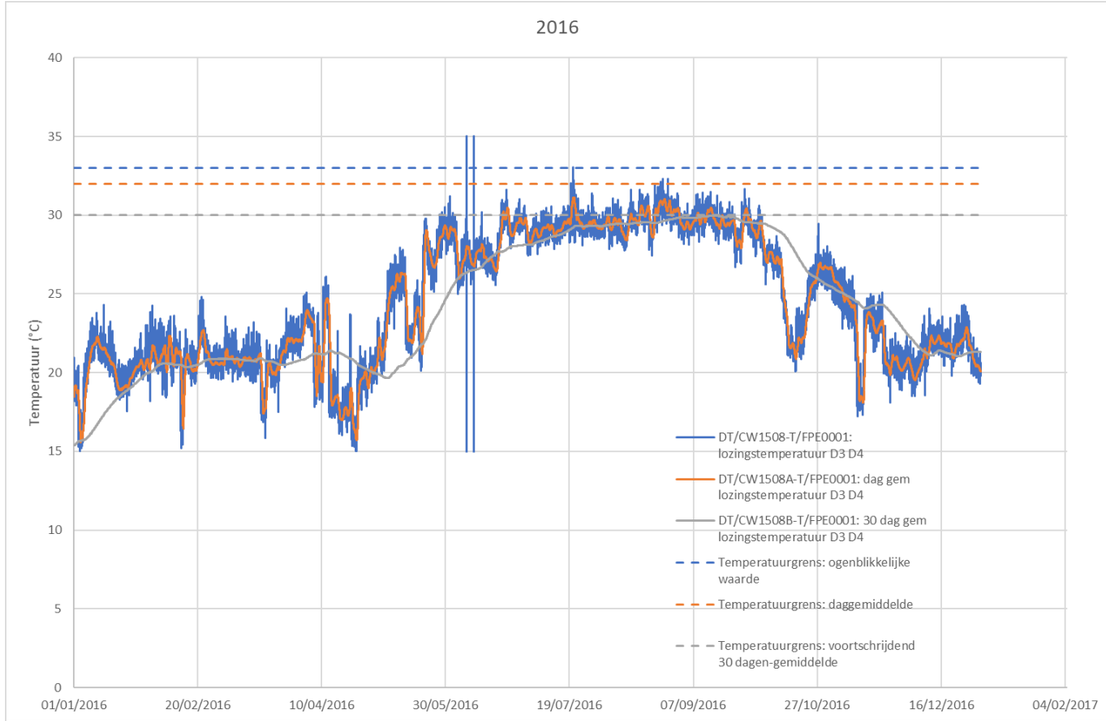
Figuur 2-22 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2013



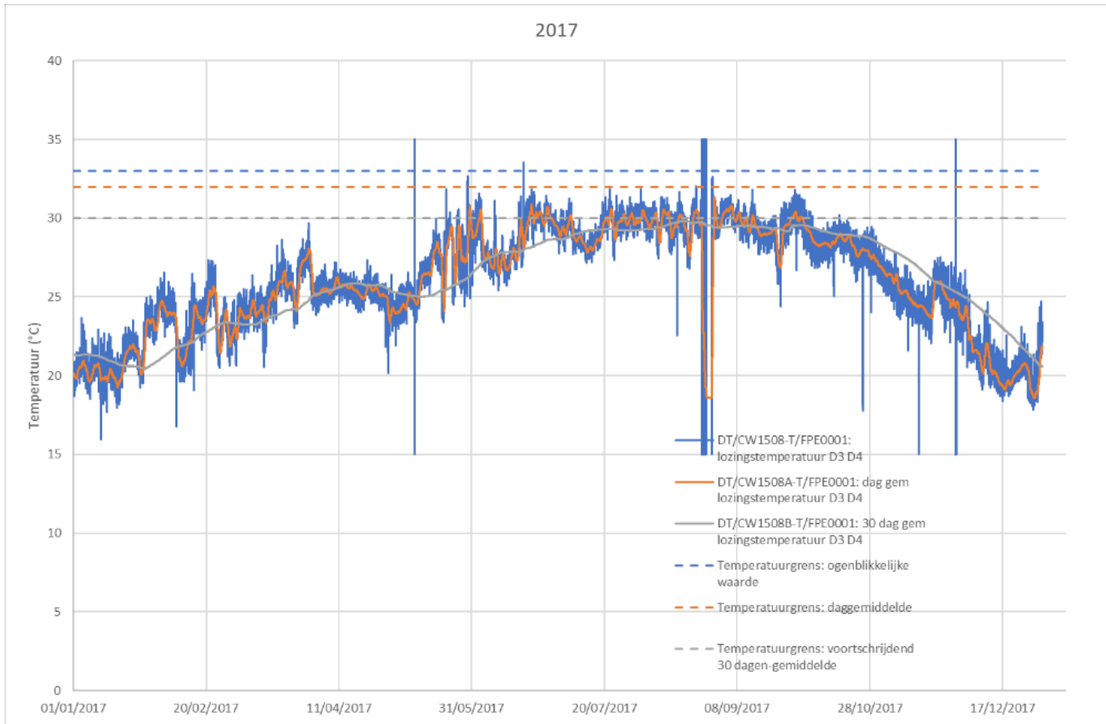
Figuur 2-23 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2014



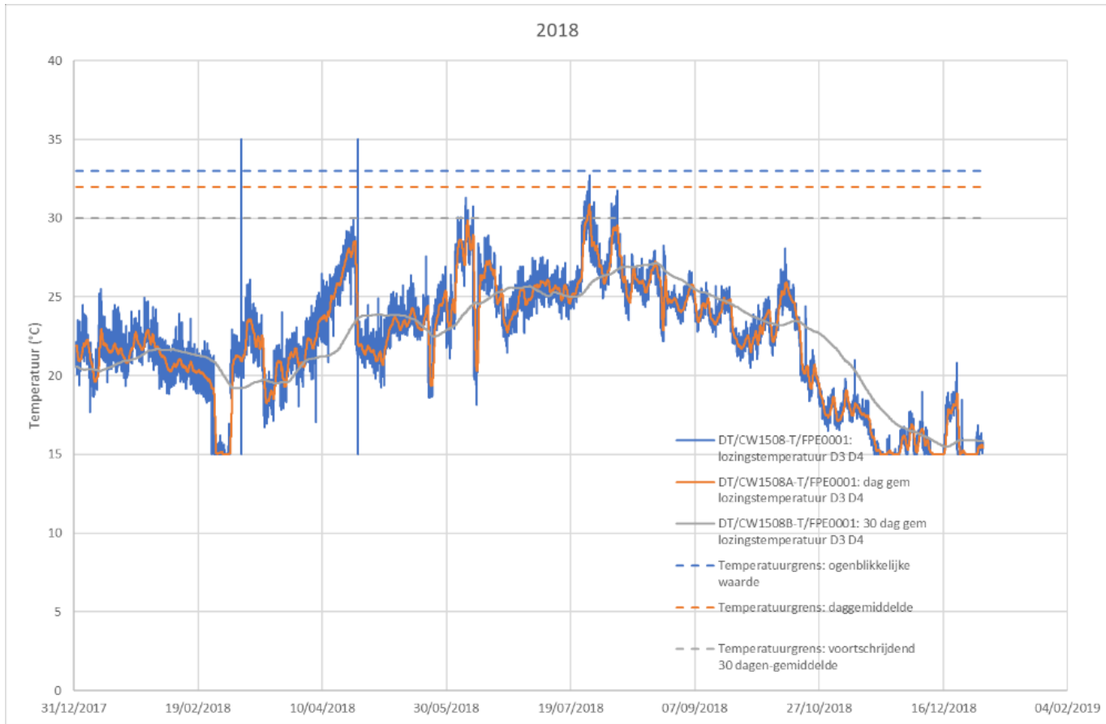
Figuur 2-24 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2015



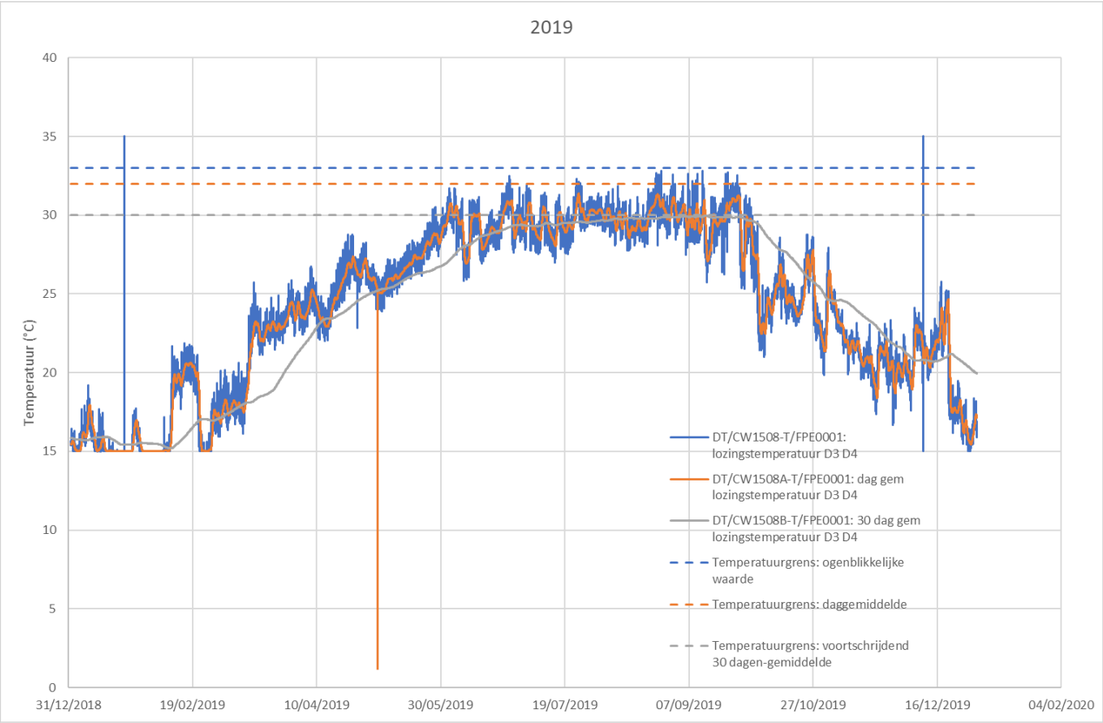
Figuur 2-25 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2016



Figuur 2-26 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2017



Figuur 2-27 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2018



Figuur 2-28 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2019

2.2.3 Effectbeoordeling

2.2.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018

2.2.3.1.1 LTO Werkzaamheden

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie hoofdstuk 1.6). Aangezien er tijdens de werkzaamheden geen bemalingswerken zijn gebeurd, worden er voor de discipline Water geen effecten verwacht.

2.2.3.1.2 Watervoorziening / waterbalans

De milieuvergunning van KCD bepaalt de maximum lozingsdebieten voor sanitair en industrieel afvalwater en koelwater en inherent hieraan ook het maximaal waterverbruik. Het project omvat een hervergunning van de bestaande installaties van KCD en de waterbalans voor de uitgangsjaren 2013-2014 wordt representatief geacht voor de productie in de volgende jaren van de periode van hervergunning. Er worden dus geen relevante wijzigingen in het waterverbruik en in de waterbalans verwacht in vergelijking met de uitgangssituatie.

2.2.3.1.3 Wijziging infiltratie- en afvoerkarakteristieken - Watertoets en klimaatverandering

Watertoets

De watertoets vormt één van de algemene instrumenten van het Decreet betreffende het integraal waterbeleid van 18 juli 2003, gecoördineerd op 15 juni 2018 (waterwetboek). Doel van de watertoets is in hoofdzaak het ontstaan van schadelijke effecten op watersystemen te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken en als dat niet kan, om de schadelijke effecten te herstellen.

Alle vergunningsplichtige ingrepen met een potentieel schadelijk effect op watersystemen zijn onderworpen aan de watertoets. Voorbeelden zijn ingrepen waarvoor een omgevingsvergunning vereist is en die een effect hebben op de kwaliteit of de kwantiteit van het oppervlaktewater of het grondwater.

Voor vergunningsplichtige activiteiten, plannen of programma's die onderworpen zijn aan de milieueffectenrapportage geschiedt de analyse van het al dan niet optreden van een schadelijk effect en de op te leggen voorwaarden om dat effect te vermijden, te beperken, te herstellen of te compenseren, in dit rapport.

De watertoets moet uitgevoerd worden door de overheid. In dit hoofdstuk worden de nodige elementen aangereikt voor de uitvoering van de watertoets.

Het bedrijfsterrein van KCD ligt in een zone die volgens de watertoetskaarten wordt aangeduid als:

- niet overstromingsgevoelig;
- niet infiltratiegevoelig;
- zeer gevoelig voor grondwaterstroming;
- hellingen van 0,5% of 0,5-5%;
- niet gelegen in een winterbed.

Het project omvat de hervergunning van de bestaande installaties van KCD. In vergelijking met de uitgangssituatie zijn er een beperkt aantal verhardingen bijgekomen op de site van KCD: 70 m² voor een nieuw brandweerlokaal met tank en 2x104 m² voor de filter containment gebouwen. Ook werd er een tijdelijke verharding gelegd 50x50 m voor een werkplaats. Gezien de beperkte hoeveelheid bijkomende verhardingen, zullen er geen schadelijke effecten optreden t.g.v. wijzigingen in de afvoer van oppervlaktewater, structuurverandering van waterlopen, infiltratie van hemelwater, kwaliteitsverlies van oppervlaktewater of grondwater of wijzigingen in grondwaterstroming.

De belangrijkste impact van KCD op het watersysteem is de lozing van afvalwater en van koelwater in de Schelde. Het watertoetsbesluit vermeldt dat de watertoets voor een vergunningsaanvraag die betrekking heeft op een lozing op een rioleringsstelsel, het oppervlaktewater of het grondwater wordt uitgevoerd volgens het beoordelingsschema vastgesteld in bijlage V van het besluit. Volgens dit beoordelingsschema worden de kwaliteitsaspecten behandeld in VLAREM I en in de algemene en sectorale milieuvoorwaarden van VLAREM II die van toepassing zijn. Voor de bespreking van de kwaliteitsaspecten wordt verwezen naar § 2.2.3.1.2.

In § 2.2.2.5 werd de frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater gevonden. In 2013 bedroeg de duur van de overstortwerking van de opvangputten 18 dagen en in 2014 bedroeg deze tijd 14 dagen. Voor de periode 2015 tot 2019 varieerde de duur van de overstortwerking van de opvangputten tussen 12 en 46 dagen. De frequente overstortwerking van sanitair afvalwater is te wijten aan de lekken van koelwater uit de ondergrondse galerijen en in mindere mate grondwater in de gemengde riolering. Deze overstortwerkingen kunnen pieken van nutriëntenconcentraties teweeg brengen in de Schelde ter hoogte van KCD. Dit wordt beschouwd als een negatief effect (-2) ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD. Engie neemt reeds de volgende maatregelen:

- Regelmatige inspectie van de septische putten;
- Lekdetectie en herstel van de ondergrondse koelwatergalerijen.

Hemelwater wordt niet hergebruikt. Het hemelwater van daken en het merendeel van de verharde oppervlakken wordt opgevangen in een gezamenlijk stelsel met het sanitair afvalwater en gezuiverd door middel van vijf biorotoren. Het water van de parkings aan de bedrijfsingang watert af in de nabijgelegen Doorloop. Hergebruik van hemelwater voor de aanmaak van deminwater, gebruik als koelwater of voor sanitaire doeleinden is in principe mogelijk. Op die manier kan het leidingwaterverbruik dalen. Ook kan de frequentie van rechtstreeks verpompen van de inhoud van de vijf opvangputten voor hemelwater en sanitair afvalwater bij zware regenval op die manier dalen. De nodige infrastructuur voor hergebruik van hemelwater is echter niet aanwezig. De stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater is niet van toepassing voor bestaande gebouwen en constructies.

Invloed klimaatverandering

Om de effecten van voorliggend project op het klimaat of de specifieke kwetsbaarheid ervan ten aanzien van klimaatwijzigingen te kunnen inschatten, is het van belang eerst een overzicht te geven van de

verwachte klimaatveranderingen inzake water op hoofdlijnen, dit op basis van verschillende klimaatscenario's voor België[6] en relevant voor KCD:

- meer periodes van intense regen in de winter en zware onweersbuien in de zomer, waardoor het risico op overstromingen toeneemt;
- lagere rivierdebieten in de zomer (daling van ruim 50 % tegen het einde van de 21ste eeuw) door de afnemende zomerneerslag gecombineerd met een grotere verdamping, waardoor risico's op watertekorten ontstaan.

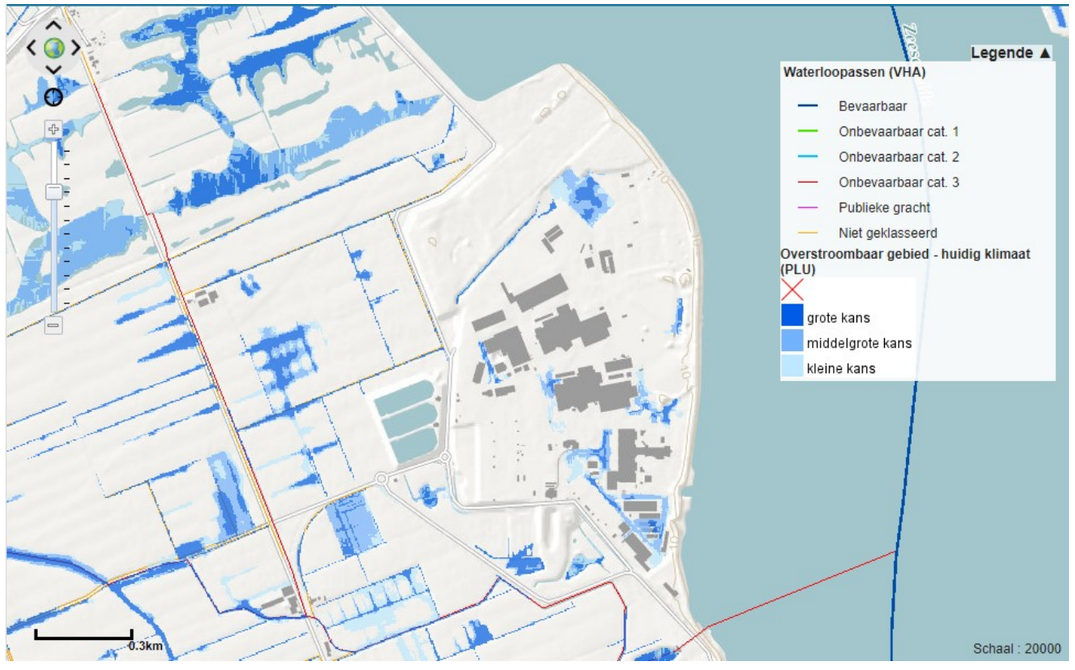
Op Figuur 2-29 en Figuur 2-30 is te zien dat er zich op het terrein van KCD rond bepaalde gebouwen overtollig hemelwater ophoopt zowel in het huidig klimaat als in het toekomstig klimaat in 2050, onder het hoog impact klimaatscenario (hoge zomer) van VMM. Dit ten gevolge van neerslagbuien met terugkeerperiodes 10, 100 en 1000 jaar. De overstromingsdiepte en het overstroombaar gebied zijn zowel in het huidig klimaat als in het toekomstig klimaat in 2050 beperkt. De aangroei van het overstroombaar gebied in het toekomstig klimaat in 2050 ten opzichte van het huidig klimaat is tevens beperkt.

Aanbevelingen

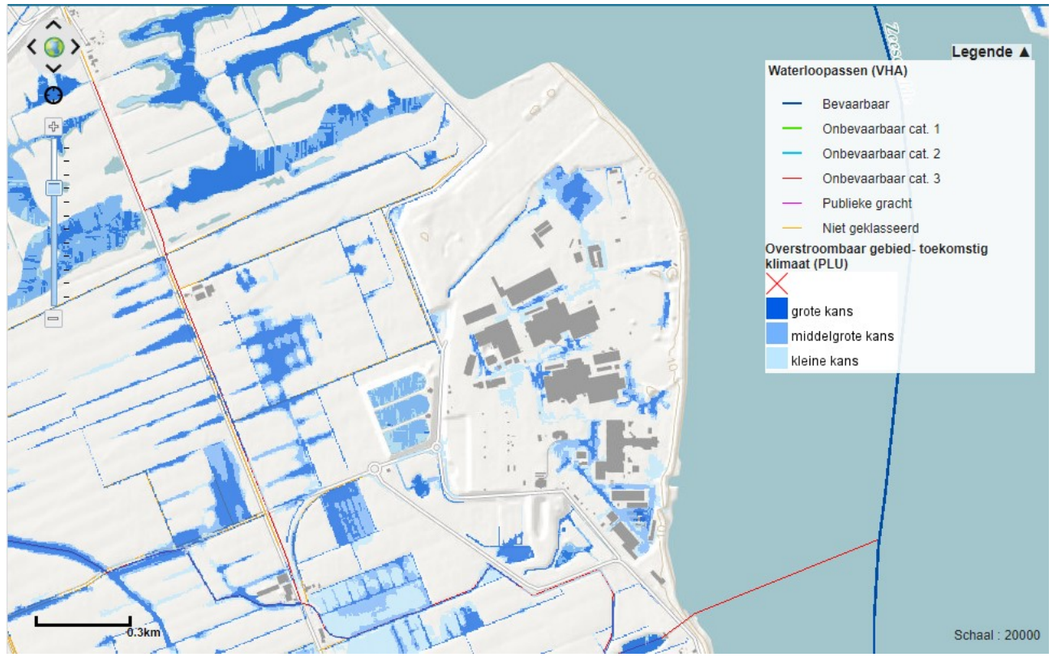
Gezien de aanzienlijke hoeveelheid verharde oppervlakte van KCD, de frequentie en het volume van de overstortwerking van de opvangputten voor sanitair afvalwater van de site naar de Schelde in de uitgangssituatie en de bedrijfsfase 2015-2018, het feit dat de milieukwaliteitsnormen inzake N, P en CZV voor de Schelde niet worden gehaald in de uitgangssituatie en de bedrijfsfase 2015-2018 en de verwachte periodes van intense regen in winter en zware onweersbuien en watertekorten in de zomer ten gevolge van klimaatverandering, wordt vanuit de discipline Water aanbevolen om de haalbaarheid van de volgende maatregelen te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken:

- Brongerichte maatregel: bij nieuwe projecten onderzoek doen naar de afkoppeling van hemelwater op het sanitair afvalwater en de mogelijkheden tot hergebruik van hemelwater, infiltratie of buffering volgens de BBT. Hierbij moet rekening gehouden worden met de klimaat-verschaalde ontwerpbuien. Hierbij biedt het hoog-impactscenario een goed referentiekader om KCD meer klimaatbestendig te maken;
- End-of-pipe maatregel: onderzoek naar het plaatsen van bijkomend opvangvolume voor sanitair afvalwater volgens de BBT met als doel een daling van de overstortwerking.

[6] Bron: klimaat.be



Figuur 2-29 Pluviale overstromingskaart – overstroombaar gebied onder het huidig klimaat. Grote kans: neerslagbui met terugkeerperiode 10 jaar (T10); middelgrote kans: terugkeerperiode 100 jaar (T100); kleine kans: terugkeerperiode 1000 jaar (T1000) (Bron : www.waterinfo.be/overstromingsrichtlijn).



Figuur 2-30 Pluviale overstromingskaart – overstroombaar gebied onder het hoog-impact klimaatscenario (hoge zomer) 2050. Grote kans: neerslagbuit met terugkeerperiode 10 jaar (T10); middelgrote kans: terugkeerperiode 100 jaar (T100); kleine kans: terugkeerperiode 1000 jaar (T1000) (Bron : www.waterinfo.be/overstromingsrichtlijn)

2.2.3.1.4 Oppervlaktewaterkwaliteit

Het afvalwater van KCD wordt in de Schelde geloosd.

Het debiet van de Schelde kan sterk variëren. Hoge bovenafvoeren komen hoofdzakelijk in de winter en in het voorjaar voor, lage afvoeren hoofdzakelijk in de zomer. Het reële debiet van de Schelde ter hoogte van KCD wordt sterk bepaald door de getijden (het gemiddeld tijverschil bedraagt ter hoogte van Antwerpen 5 m) en is daardoor moeilijk te kwantificeren. In het kader van dit MER wordt gerekend met een jaargemiddeld netto afvoerdebiet van 70 m^3/s.

De lozingspunten van KCD bevinden zich tussen de opwaartse VMM-meetpunten 159000 en 157000 en het afwaartse VMM-meetpunt 154100. Als gevolg van de getijdenwerking treedt er menging op van de geloosde vrachten in opwaartse en afwaartse richting.

De berekende gemiddelde concentratieverhoging door de activiteiten van KCD van de vuilvracht in de Schelde in de uitgangsjaren 2013-2014 is opgenomen in

Tabel 2-12. Bij de berekening van de concentratieverhoging werd rekening gehouden met de totale gemiddelde vuilvracht van het sanitair afvalwater, het industrieel afvalwater en het koelwater van KCD, het totale netto gemiddeld geloosde debiet van KCD en het gemiddelde netto afvoerdebiet van 70 m^3/s van de Schelde. De afvalwaterstromen en vuilvrachten voor de uitgangssituatie 2013-2014 zijn ook representatief voor de periode 2015 – 2019 gezien de exploitatie van KCD niet gewijzigd werd ten opzichte van de uitgangssituatie.

Per parameter wordt de bekomen concentratieverhoging getoetst ten opzichte van de milieukwaliteitsnorm en wordt het effect beoordeeld volgens het significantiekader voorgesteld in § 2.2.1.3.

Tabel 2-12 Bijdrageberekening

				Schelde gem. conc. VMM meetpunten 2013-2014			MKN	Concentratiever hoging	% bijdrage t.o.v. MKN	Beoor-deling
				Gemiddelde Scheldedebiet	70	m³/s				
Parameter	**Eenheid**	**Gemiddelde vracht KCD 2013-2014**	**Een-heid**	**159000 - stroomopwaarts**	**157000 - stroomopwaarts**	**1574100 - stroomafwaarts**	**Bijlage 2.3.1 Vlarem II**			
Nettto lozingsdebiet	m³/jaar	290002								
	m³/s	0,0092								
Biochemisch zuurstofverbruik na 5d.	kg/jaar	2524	mgO2/L	0,86	1,66	12,00	6	0,00114	0,02%	verwaarloosbaar
Chemisch zuurstofverbruik	kg/jaar	6732	mgO2/L	32,64	43,20	80,00	30	0,00305	0,01%	verwaarloosbaar
Zwevende stoffen	kg/jaar	3775	mg/L	109,68	196,20	193,00		0,00171	-	
Orthofosfaat	kg/jaar	57	mgP/L	0,12	0,16	0,16	0,07	0,00003	0,04%	verwaarloosbaar
Fosfor, totaal	kg/jaar	299	mgP/L	0,48	0,62	0,66		0,00014	-	
Nitriet	kg/jaar	894	mgN/L	0,01	0,04	0,08	0,2	0,00040	0,20%	verwaarloosbaar
Nitraat	kg/jaar	1916	mgN/L	3,57	4,26	4,30		0,00087	-	
Kjeldahlstikstof	kg/jaar	3315	mgN/L	1,24	1,66	2,00		0,00150	-	
Ammonium	kg/jaar	3197	mgN/L	0,12	0,31	0,65		0,00145	-	
Stikstof, totaal	kg/jaar	4837	mgN/L	4,84	5,86	5,70		0,00219	-	
Nitraat + nitriet + ammonium	kg/jaar	4408	mgN/L	3,70	4,59	4,99	0,49	0,00200	0,41%	verwaarloosbaar
Boor, opgelost	kg/jaar	5957	µg/L	528,80	1220,00	1600,00	700	0,00270	0,00%	verwaarloosbaar
Antimoon, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	0,79	1,10	1,08	100	-	-	
Cadmium, opgelost	kg/jaar	0,003	µg/L	0,08	0,15	0,15	0,2	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar
Chroom, opgelost	kg/jaar	1	µg/L	0,48	0,50	0,50	5	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar
Kobalt, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	0,40	0,85	0,63	0,5	-	-	
Koper, opgelost	kg/jaar	1	µg/L	1,95	2,00	6,00	7	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar

				Schelde gem. conc. VMM meetpunten 2013-2014			MKN	Concentratiever hoging	% bijdrage t.o.v. MKN	Beoor-deling
				Gemiddelde Scheldedebiet	70	m³/s				
Parameter	**Eenheid**	**Gemiddelde vracht KCD 2013-2014**	**Een-heid**	**159000 - stroomopwaarts**	**157000 - stroomopwaarts**	**1574100 - stroomafwaarts**	**Bijlage 2.3.1 Vlarem II**			
Mangaan, opgelost	kg/jaar	22	µg/L	24,52	81,00	30,00		0,00001	-	
Molybdeen, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	3,94	6,26	6,90	340	-	-	
Seleen, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	1,01	1,00	2,30	2	-	-	
Tin, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	0,50	0,50	0,50	3	-	-	
Zink, opgelost	kg/jaar	14	µg/L	7,06	16,60	15,00	20	0,00001	0,00%	verwaarloosbaar
Arseen, opgelost	kg/jaar	4	µg/L	3,00	4,42	4,50	3	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar
Kwik, opgelost	kg/jaar	0,006	µg/L	0,01	0,01	0,01	0,05	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar
Lood, opgelost	kg/jaar	0,201	µg/L	0,29	0,25	0,50	1,3	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar
Nikkel, opgelost	kg/jaar	0,262	µg/L	1,92	2,00	2,00	8,6	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar
Zilver, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	0,07	0,08	0,08	0,08	-	-	
Aluminium, opgelost	kg/jaar	16		-	-	-		0,00001	-	
Barium, opgelost	kg/jaar	7	µg/L	33,32	45,20	50,00	60	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar
Ijzer, opgelost	kg/jaar	181		-	-	-		0,00008	-	
Thallium, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	0,48	0,50	0,50	0,2	-	-	
Titaan, opgelost	kg/jaar	13	µg/L	0,52	0,50	1,00	20	0,00001	0,00%	verwaarloosbaar
Vanadium, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	3,01	4,86	4,90	4	-	-	
Uranium, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	1,09	1,62	1,85	1	-	-	
Wolfraam, opgelost	kg/jaar	-		-	-	-		-	-	
Strontium, opgelost	kg/jaar	-		-	-	-		-	-	
Berylium, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	0,19	0,20	0,20	0,08	-	-	

				Schelde gem. conc. VMM meetpunten 2013-2014			MKN	Concentratiever hoging	% bijdrage t.o.v. MKN	Beoor-deling
				Gemiddelde Scheldedebiet	70	m³/s				
Parameter	**Eenheid**	**Gemiddelde vracht KCD 2013-2014**	**Een-heid**	**159000 - stroomopwaarts**	**157000 - stroomopwaarts**	**1574100 - stroomafwaarts**	**Bijlage 2.3.1 Vlarem II**			
Tellurium, opgelost	kg/jaar	-	µg/L	0,48	0,50	0,50	100	-	-	
Fluoride, opgelost	kg/jaar	108	µg/L	-	-	-	900	0,00005	0,00%	verwaarloosbaar
Chloride	kg/jaar	144132	mg/L	2289,60	5120,00	7300,00		0,06528	-	
Sulfaat	kg/jaar	116445	mg/L	375,36	720,00	1000,00		0,05274	-	
Magnesium, opgelost	kg/jaar	-		46520,00	282000,00	450000,00		-	-	
Silicium, opgelost	kg/jaar	-		4700,00	7160,00	8000,00		-	-	
AOX	kg/jaar	76954	µg/L	-	-	-	40	0,03486	0,09%	verwaarloosbaar
Cyaniden, totaal	kg/jaar	0,226	µg/L	0,22	0,00	0,70	50	0,00000	0,00%	verwaarloosbaar

Geel: geen metingen in 2013 en 2014 of detectielimiet van de meting ligt hoger dan lozingsnorm, waardoor er geen bijdrageberekening kan gebeuren.

Uit Tabel 2-11 blijkt dat voor alle parameters de bijdrage t.o.v. de MKN kleiner is dan 0,1% en wordt een verwaarloosbare impact verwacht (0) ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD.

Jaargemiddeld wordt er voor de nutriëntenparameters nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat een verwaarloosbare bijdrage (kleiner dan 0,1%) berekend. In § 2.2.2.5 werd de frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater gevonden. In 2013 bedroeg de duur van de overstortwerking van de opvangputten 18 dagen en in 2014 bedroeg deze tijd 14 dagen. Voor de periode 2015 tot 2019 varieerde de duur van de overstortwerking van de opvangputten tussen 12 en 46 dagen. De frequente overstortwerking van sanitair afvalwater is te wijten aan de lekken van koelwater uit de ondergrondse galerijen en in mindere mate grondwater in de gemengde riolering. Deze overstortwerkingen kunnen pieken van nutriëntenconcentraties teweegbrengen in de Schelde ter hoogte van KCD in het gebied binnen de strekdam. Dit wordt beschouwd als een negatief effect (-2) ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD.

Om de overstortwerking van sanitair afvalwater van KCD te doen dalen, werden in § 2.2.3.1.3 aanbevelingen gesteld voor onderzoek volgens de BBT naar de aanleg van een gescheiden rioleringsstelsel voor hemelwater en sanitair afvalwater en onderzoek volgens de BBT naar het plaatsen van bijkomend opvangvolume voor sanitair afvalwater.

Wijziging norm nitriet

De bijdrage voor nitriet t.o.v. de MKN is kleiner dan 0,1% waardoor een verwaarloosbare impact wordt verwacht (<1%) ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD. Het bedrijf was in 2013 en 2014 vergund voor een lozingsnorm voor nitriet van 20 mg/L tot 31 december 2014, daarna verstrengd tot 2 mg/L. De gemiddelde nitrietconcentratie situeerde zich in 2013 boven de lozingsnorm. In 2014 lag de gemiddelde concentratie onder de lozingsnorm maar er werden toch nog piekconcentraties tot boven de lozingsnorm opgemeten. In 2013 en 2014 werd er een onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen en de behandeling van nitriet in het industrieel afvalwater. Onderzoek door KCD wees uit dat het nitriet in het industrieel afvalwater afkomstig is van biologische groei in de behandelingsinstallatie GSL, waarbij ammonium en/of nitraat wordt omgezet tot nitriet. Er werd nagegaan welke maatregelen zouden kunnen genomen worden om de biologische groei te inhiberen. Om correctief de bacteriegroei te beperken heeft KCD eenmalig een test uitgevoerd met de injectie van H_2O_2 in de sterfputten. Gezien de reactiviteit (verstopping filters door loskomen vervuiling) en schuimvorming werd deze techniek niet weerhouden. Eind 2014 werd een dossier ingediend tot wijziging van de milieuvergunningsvoorwaarden, onder meer om de bijzondere voorwaarde met betrekking tot het nitrietgehalte in het industrieel afvalwater aan te passen. In het dossier werd gevraagd om een daggemiddelde norm van 20 mg/L NO2-N en een glijdende jaarvracht van 1.200 kg/jaar NO2-N toe te staan.

In het navolgende besluit dd. 09/04/2015 (M03/46003/46/2/W/6/LDR/FV) werd de norm voor nitrieten vervangen door 20 mg N-NO2/L tot en met 31 december 2017 en 2 mg N-NO2/L vanaf 1 januari 2018. Hieraan werd de volgende voorwaarde toegevoegd:

In verband met nitriet moet het bedrijf verdergezet onderzoek voeren naar:

- de route waarlangs de microbiële omzetting plaatsvindt;
- de oorzaken van verhoogde stikstofconcentraties die (discontinu) vrijkomen vanuit bepaalde eenheden of bij bepaalde operaties;
- (optioneel) de haalbaarheid van het ELONITA-proces.

Een tussentijdse rapportering over de stand van zaken van dit onderzoek, alsook over de effectiviteit van de voorziene shock-dosering met H_2O_2 naar het bereiken van de tijdelijke norm van 20 mg NO2-N/L dient tegen 31 december 2016 te worden bezorgd aan LNE - afdeling Milieuvergunningen, de deskundigen, de milieuambtenaar van de gemeente en de VMM.

Door Engie werd een tussentijds rapport opgesteld (Onderzoek oorsprong nitriet in industrieel afvalwater, ref. 10010675123/000/, dd. 08/03/2017) over het nitrietonderzoek. De badgelozingen van het industrieel afvalwater werden bijkomend op nitrieten geanalyseerd, startend vanaf 2013. De conclusie van dit tussentijds rapport was:

- Het aanwezige nitriet in het afvalwater wordt gevormd ter hoogte van het Gebouw voor Secundaire Lozingen (GSL) door de omzetting van ammonium door de aanwezige biologie;
- De aanwezigheid van ammonium is een voorwaarde voor het ontstaan van nitrieten. Er is echter geen verband tussen de concentratie ammonium en nitriet;
- De aanwezige hoeveelheid ammonium is afkomstig van lozingen van proceswater afkomstig van de secundaire kringen. De meerderheid hiervan is afkomstig van de eenheid Doel 3. De voornaamste bron van het aanwezige ammonium is een slechte werking van het verwerkingssysteem (via omgekeerde osmose) voor de effluenten van de vacuümpompen van eenheid Doel 3. Een gevolg hiervan is het overlopen van een buffervat voor opvang van de condensaten afkomstig van deze vacuümpompen. Een andere bijdrage zou het pakkinglek afkomstig van deze vacuümpompen zijn.

Door de ammoniumvracht naar het GSL te beperken zou de kans op het ontstaan van nitrieten verminderen maar het is niet uitgesloten dat het resterende ammonium volledig omgezet wordt naar nitriet. De conclusie van dit rapport werd bevestigd in een studie van Sweco (Motivering wijziging norm voor nitriet, ref. 0546-0182, dd. 01/12/2017). Naast het zoeken van de oorzaak van nitrietvorming werd eveneens onderzoek verricht in deze studie naar end-of-pipe oplossingen. Uit het rapport bleek dat de nadelen van een end-of-pipe oplossing groter zijn dan de voordelen en dat de haalbaarheid twijfelachtig is. Deze studie werd toegevoegd aan een aanvraagdossier voor het wijzigen van de norm van nitriet. In het navolgende besluit dd. 07/02/2019 (2018122825) werd de norm voor nitrieten vervangen door 8 mg N-NO2/L tot en met 31 december 2021 en 2 mg N-NO2/L vanaf 1 januari 2022. Hieraan werd de volgende voorwaarde toegevoegd:

- *Een controleprogramma wordt geïmplementeerd met acties om het overlopen van de verzameltank van de vacuümcondensaten te vermijden;*
- *Verder onderzoek wordt uitgevoerd voor het beperken van de hydraulische verblijftijd in het GSL-systeem;*
- *De exploitant maakt een tussentijds evaluatierapport, teneinde de progressie van het onderzoek en de uitwerking van de brongerichte maatregelen (controleprogramma en verder onderzoek van de hydraulische verblijftijd) te duiden en de impact op de finale lozingskwaliteit aantoonbaar te maken; dit rapport wordt bezorgd aan de afdeling Ecologisch Toezicht van de Vlaamse Milieumaatschappij en de afdeling GOP (Milieu) van het departement Omgeving tegen 31 december 2019.*

Engie maakte een tussentijds evaluatierapport voor nitrieten op (Tussentijds evaluatierapport nitrieten KCD, ref. 10010933709, dd. 03/12/2019). De volgende brongerichte maatregelen werden geïntroduceerd in de periode 2016-2018:

- Afvoer naar neutralisatietank van de overloop van de verzameltank van de vacuümcondensaten;
- Opvang van het dichtingswater van de vacuümpompen D3;
- Vervangen van de buffertank van de GSL installatie (minder dood volume; kortere verblijftijd);

- Herstel lekken in de koelkringen van de vacuümpompen;
- De afvoer van het concentraat uit de installatie van de omgekeerde osmose gebeurde vroeger op afroep bij een volle tank. Dit werd gewijzigd naar een wekelijks leegmaken van de opslag. Hierbij voorkomt men het risico van stilstand door volle tanks.

Door implementatie van deze brongerichte maatregelen kan de norm van 8 mg N-NO2/L gerespecteerd worden. De toekomstige norm van 2 mg N-NO2/L wordt sporadisch overschreden maar de concentratie ligt gemiddeld onder de norm.

Wijziging norm AOX
De bijdrage voor AOX t.o.v. de MKN is kleiner dan 0,1% waardoor een verwaarloosbare impact wordt verwacht (<1%) ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD. Er werden echter verhoogde concentraties voor AOX gemeten in het sanitair en industrieel afvalwater en in het koelwater, waardoor deze parameter apart wordt beschreven.

Aan het koelwater wordt NaOCl toegevoegd als conditioneringsmiddel, om aangroei in het koelsysteem tegen te gaan. Hierdoor kunnen AOX ontstaan. In brak water blijkt voornamelijk bromoform een belangrijke component te zijn.

Vermoedelijk worden de verhoogde waarden aan AOX in het industrieel afvalwater gemeten als gevolg van interferentie door chlorides afkomstig van de regeneratie-effluenten of door lekken van koelwater naar het industrieel afvalwatercircuit. In 2014 werd er een onderzoek uitgevoerd naar het effect van NaOCl bij eventuele oxidatie van nitriet naar nitraat. De vorming van AOX werd hierbij ook nagegaan. De omzetting van nitriet naar nitraat is mogelijk met een aanzienlijke overmaat NaOCl. De dosering blijkt een frappante invloed te hebben op de AOX-vorming.

Eind 2014 werd een dossier ingediend tot wijziging van de milieuvergunningsvoorwaarden, onder meer met de vraag om een bijzondere lozingsnorm van 400 µg/L voor AOX toe te staan. Deze lozingsnorm werd in het besluit dd. 09/04/2015 (M03/46003/46/2/W/6/LDR/FV) aanvaard.

Een optimaal conditioneringsregime kan ervoor zorgen dat de omvang van het gebruik van NaOCl en de periode waarin conditionering moet worden toegepast wordt gereduceerd, hetgeen uiteindelijk leidt tot een vermindering van emissies van organohalogenen via koelsystemen naar oppervlaktewater op jaarbasis. Overmatig doseren kan komen door suboptimale procesbeheersing, maar ook doordat proceslekkages plaatsvinden. Het beleid moet erop gericht zijn om primair het gebruik van NaOCl terug te dringen (Berbee, 1997).

Naast allerlei chemische reacties blijken ook procesmatige aspecten erg belangrijk te zijn. De praktijk wijst uit dat bij vergelijkbaar koelwater een langere verblijftijd in een doorstroomkoelsysteem het nodig kan maken dat bij de inlaat meer chloor gedoseerd moet worden (Berbee, 1997).

Veruit de belangrijkste stuurparameter blijkt het gebruik van actief chloor. Door dit verbruik goed te reguleren kan worden bereikt dat de milieu-impact zo gering mogelijk is (Berbee, 1997). Momenteel gebeurt de dosering van NaOCl bij KCD op basis van de analyse van de overmaat actieve chloor en ervaring met betrekking tot de koeltoeren pakking. Eventuele bijdosering gebeurt op basis van de controle van biologische groei op getuigeplaatjes in de koeltorens en gewichtsmetingen van de pakking. In het geloosde koelwater wordt geen actieve chloor boven de detectielimiet gevonden (<100 µg/L). Voor de monitoring van actieve

chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.

2.2.3.1.5 Thermische impact van de lozing van koelwater

De milieukwaliteitsnormen cf. Bijlage 2.3.1 van VLAREM II inzake temperatuur die bepalend zijn voor de goede ecologische en goede chemische toestand voor de Schelde ter hoogte van KCD (type "Overgangswater – brak macrotidaal laaglandestuarium" (O1b)) zijn:

- Max. temperatuur: 25°C;
- Impact thermisch lozing: max. + 3°C.

In het MER van 2010 voor de hervergunning van de milieuvergunning van KCD werd de impact van de koelwaterlozing op de temperatuur van de Schelde beschreven en beoordeeld door toepassing van het model CORMIX. In het MER werd vervolgens voorgesteld ter hoogte van de Plaat van Doel een monitoring van de temperatuur van de Schelde uit te voeren om er de evolutie van de temperatuur te verifiëren gedurende de getijdencyclus en dit in het bijzonder bij de kentering bij laagwater, en om het model CORMIX te valideren. In het vergunningenbesluit voor de verdere vergunning van KCD (dd. 31/03/2011, M03/46003/46/2/A/5/HV/CW) is deze aanbeveling gevolgd en is opgenomen dat er een monitoringsprogramma dient uitgevoerd te worden om de invloed van het koelwater van de kerncentrale op de Schelde na te gaan en de modelresultaten verder te valideren en te preciseren.

In 2012 werden door Arcadis, in opdracht van Engie, 5 monitoringscampagnes uitgevoerd ter invulling van deze eis. De monitoringscampagnes werden uitgevoerd conform het monitoringsprogramma opgemaakt op 24 mei 2011, conform het 'voorstel voor verdere monitoring' opgenomen in het verslag van monitoringscampagnes 1 en 2 (d.d. 05/09/2011) en conform de opmerkingen en voorstellen van de bevoegde overheden aangegeven vóór aanvang van de 1ste monitoringscampagne en op het overleg van 12 september 2011. Het volledige verslag van de resultaten van de monitoringscampagne is bijgevoegd in Bijlage B.

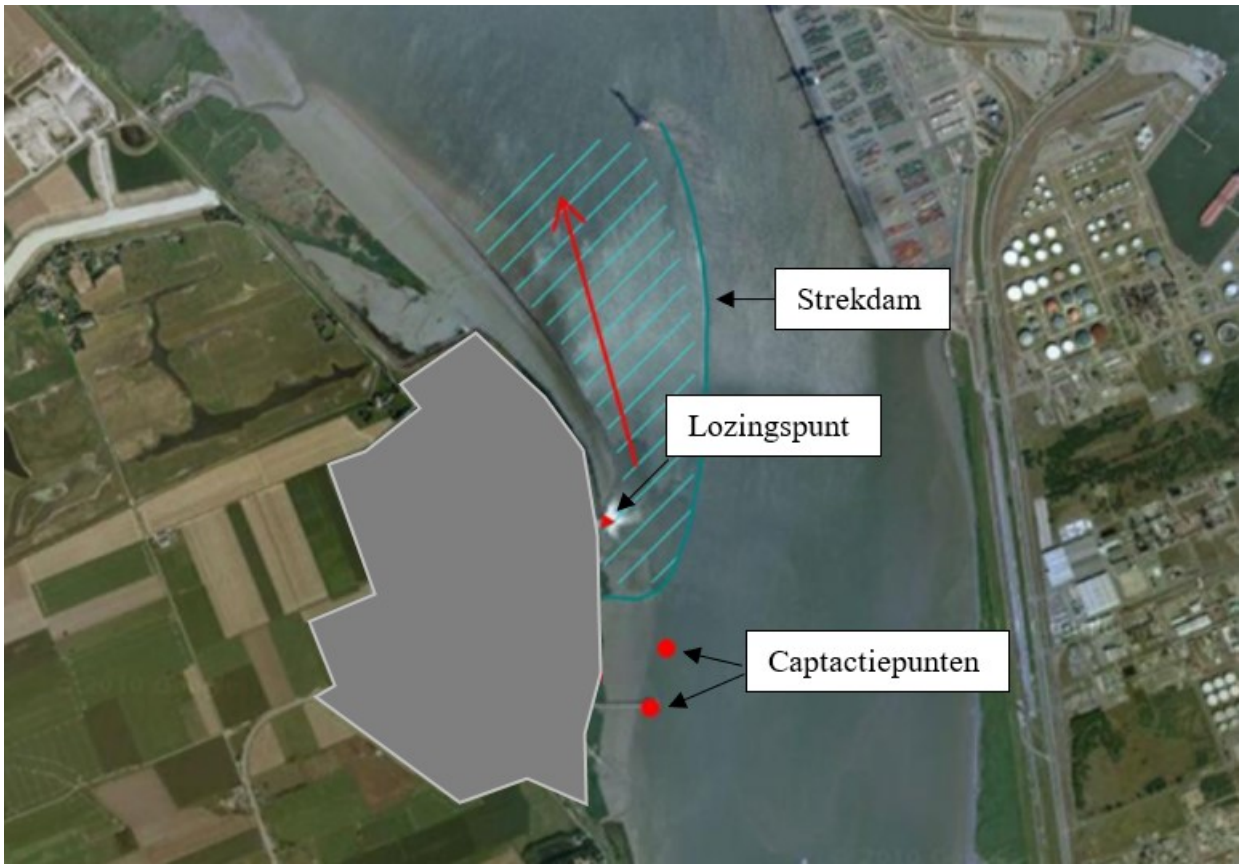
De 5 monitoringscampagnes werden uitgevoerd in de periode juni 2011-maart 2012 waarbij temperatuur en zuurstofgehalte op twee dieptes ten opzichte van het wateroppervlak werden gemeten in en rond de lozingspluim bij verschillende getijomstandigheden en dit in het bijzonder bij de kentering bij laagwater. De kennis van deze evolutie is vooral wenselijk bij de hoogste Scheldetemperaturen in warme periodes. Daartoe werden de monitoringscampagnes in de verschillende seizoenen uitgevoerd. De 5 monitorings-campagnes vonden telkens plaats wanneer alle eenheden in dienst waren, bij een gemiddeld lozingsdebiet van 195.760 m^3/u. Dit debiet en de hieruit volgende thermische vracht is representatief voor zowel de uitgangsituatie als de bedrijfsfase 2015-2018 van voorliggend project.

De metingen tonen geen zuurstofverarming van het Scheldewater ten gevolge van de lozing van warm koelwater, eerder een lichte aanrijking (bij doorstroming van het koelwater doorheen het koelproces wordt het water sterk belucht). De resultaten van de zuurstofmetingen worden in het verslag niet verder in detail besproken.

<u>Vaststellingen temperatuurmetingen</u>

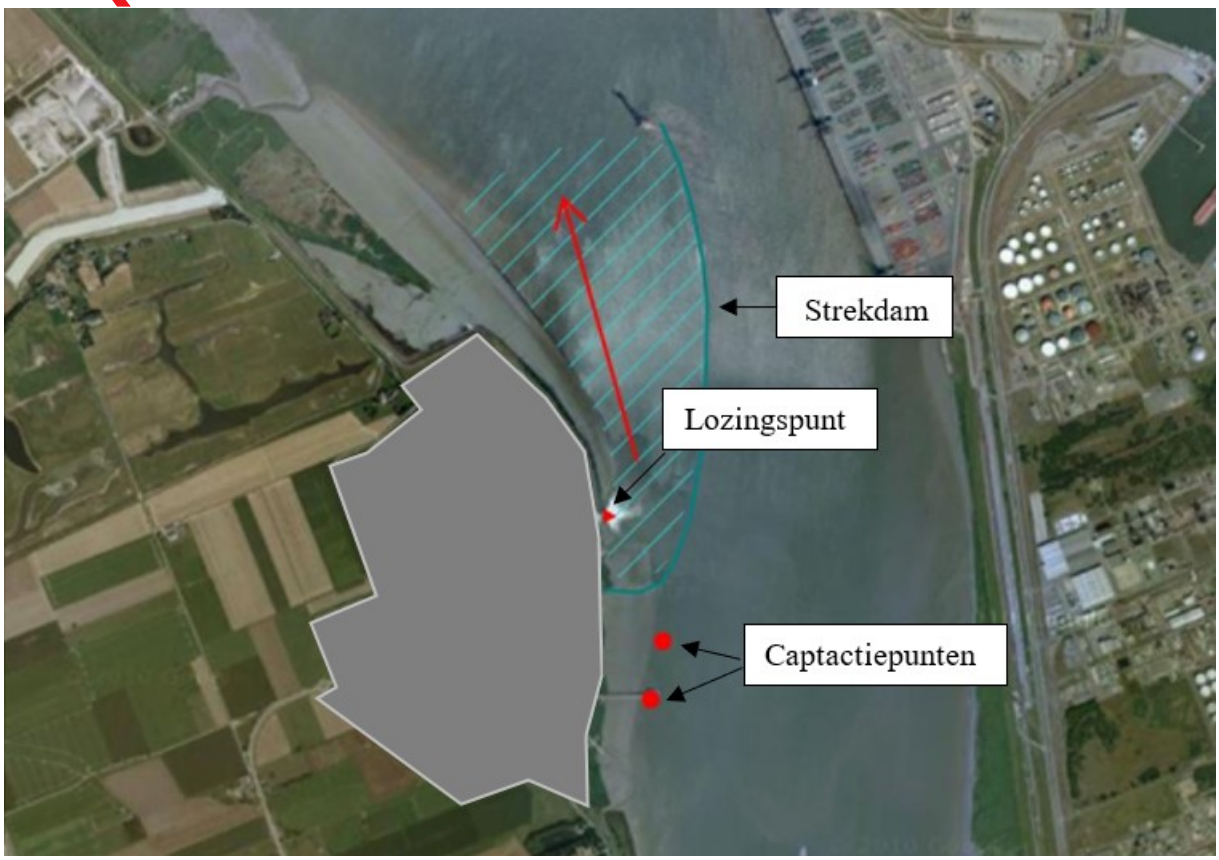
Hieronder worden de vaststellingen voor de temperatuurmetingen besproken per periode in de getijdencyclus:

- Afgaand water:
  - Bij afgaand water vormt zich een pluim in de zone binnen de strekdam, waarbij de temperatuur afneemt in functie van de afstand van het lozingspunt.
  - In de zone tot 200 à 300 m van het lozingspunt blijft de temperatuur nagenoeg gelijk aan de lozingstemperatuur.
  - Aan het einde van de strekdam, op een afstand van ongeveer 1300 m stroomafwaarts van het lozingspunt bedraagt de temperatuurstoename (ΔT) ca. 1°C.
  - De strekdam blijft in de periode na hoogwater nog lange tijd onder water, waardoor het koelwater zich theoretisch over de gehele breedte en diepte van de Schelde kan verspreiden, en het koelwater voortdurend vermengd wordt met vers en koel Scheldewater vanaf stroomopwaartse richting. De zone met waarneembare temperatuursverhoging blijft op die manier beperkt tot een kegel binnen de strekdam (gearceerde zone in Figuur 2-31).



Figuur 2-31 Zone met waarneembare temperatuursverhoging (>1°C) bij afgaand water, strekdam onder water

  - Vanaf het moment dat de strekdam boven het wateroppervlak komt te liggen (ca. 1,5 uur voor kentering) is er geen toestroom meer mogelijk van vers, koel Scheldewater vanaf stroomopwaartse richting tot in de zone binnen de strekdam, en is er stroomafwaarts geen verdere verspreiding meer mogelijk over de gehele breedte en diepte van de Schelde. De zone met waarneembare temperatuursverhoging wordt dan gedefinieerd als het volledige gebied binnen de strekdam (gearceerde zone in Figuur 2-32).



Figuur 2-32 Zone met waarneembare temperatuursverhoging (>1°C) bij afgaand water, strekdam boven

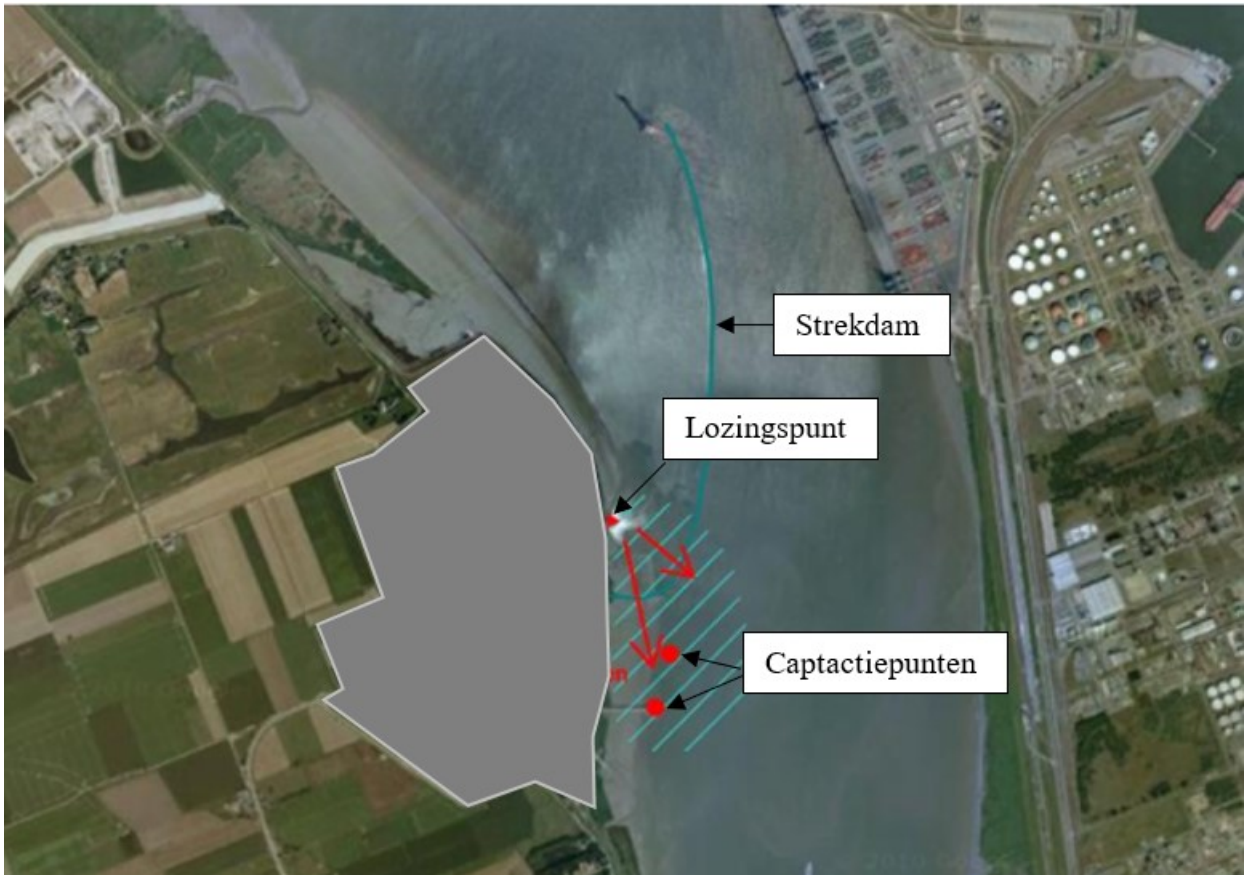
- Er is een duidelijke thermische stratificatie waarneembaar, waarbij het warmere, minder dense koelwater aan de oppervlakte drijft. Het temperatuursverschil tussen het water aan de oppervlakte en het water op grotere diepte neemt af met toenemende afstand tot het lozingspunt.
- Op een diepte van 2 tot 2,5 m is enkel dicht bij het lozingspunt (< 300 m) een sterke temperatuurstoename waarneembaar. In deze zone komt immers een goede verticale menging voor door de turbulentie veroorzaakt door het instromend koelwater, de geringe waterdiepte en de grillige morfologie. Vermoedelijk komt er ter hoogte van het lozingspunt een diepere zone voor, iets verder stroomafwaarts gevolgd door een duin.

- Kentering bij laagwater:
  - Bij kentering bij laagwater hoopt het koelwater zich op binnen de strekdam waardoor de temperatuur oploopt in dit gebied. De temperatuur neemt af naargelang men zich verder van het lozingspunt verwijdert.
  - Op een afstand van 400 tot 500 m stroomafwaarts van het lozingspunt bedraagt de temperatuurstoename (ΔT) van het Scheldewater tijdens de kentering aan de oppervlakte gemiddeld 10 à 12°C (bij een ΔT bij lozing van 11 tot 16°C); op een diepte van 2 tot 2,5 m bedraagt deze gemiddeld 6 à 7°C. De temperatuurstoename aan de oppervlakte blijft hoger dan 5°C tot op een afstand van ca. 850 m. Op een diepte van 2 tot 2,5 m is ΔT beperkt tot ca. 3°C op een afstand van 800 m. Op 1250 m afstand stroomafwaarts van het lozingspunt bedraagt ΔT 0,5 à 1°C.
  - De hoogste watertemperaturen bij zowel de inname van het koelwater als afwaarts van het lozingspunt blijken zich voor te doen tijdens de 2de monitoringscampagne in de zomer (02/08/2011). Tijdens deze monitoringscampagne bedroeg de gemiddelde temperatuur van de

Schelde bij inname aan KCD ca. 19,8°C. Voor de temperaturen afwaarts van het lozingspunt blijkt:

- Tot op ca. 800 m stroomafwaarts van het lozingspunt kan de oppervlakkige watertemperatuur (tot op 0,5 m diepte) hoger bedragen dan 25°C en dit bij de kentering van laagwater.
- Voor de watertemperatuur tussen 2 en 2,5 m diepte kan de temperatuur bij de kentering van laagwater hoger bedragen dan 25°C tot op ca. 450 m stroomafwaarts van het lozingspunt.

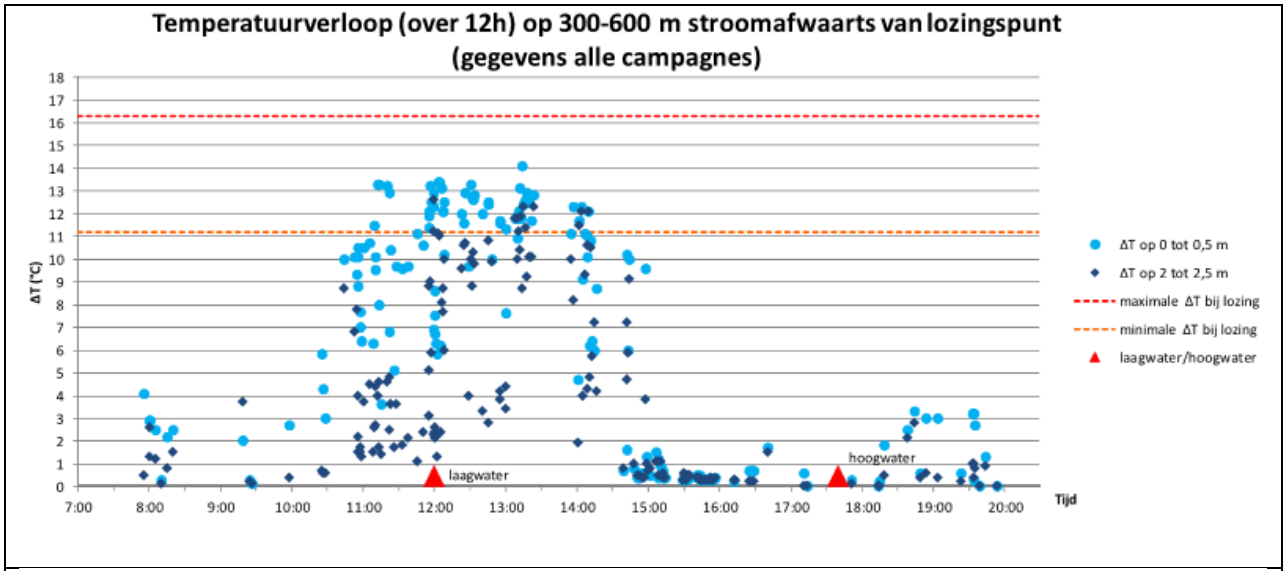
- Opkomend water:
  - Bij opkomend water wordt de lozingspluim gelegen binnen de strekdam geleidelijk teruggedrongen naar het lozingspunt toe.
  - Naarmate het waterpeil opnieuw stijgt, komt de strekdam vervolgens opnieuw onder water te liggen. Het net geloosde koelwater en opgehoopte water binnen de strekdam wordt uitgespoeld en stroomt over de breedte van de dam, stroomopwaarts.
  - Binnen de strekdam is er na verloop van tijd amper nog een temperatuurstoename meetbaar.
  - Stroomopwaarts, buiten de strekdam, is de impactzone beperkt van omvang; er blijkt zich ten zuiden van het lozingspunt een wolk te vormen → het koelwater wordt min of meer kortgesloten tussen het lozingspunt en de captatiepunten (gearceerde zone in Figuur 2-33).
  - De impactzone bij opkomend water is meetbaar tot op maximaal 500 m van het lozingspunt in oostelijke richting en reikt maximaal tot 800 m stroomopwaarts van het lozingspunt (zuidelijke richting). Binnen deze zone bedraagt de temperatuurtoename 1 tot 3°C; uitzonderlijk werd een hogere ΔT gemeten (maximaal 6°C).

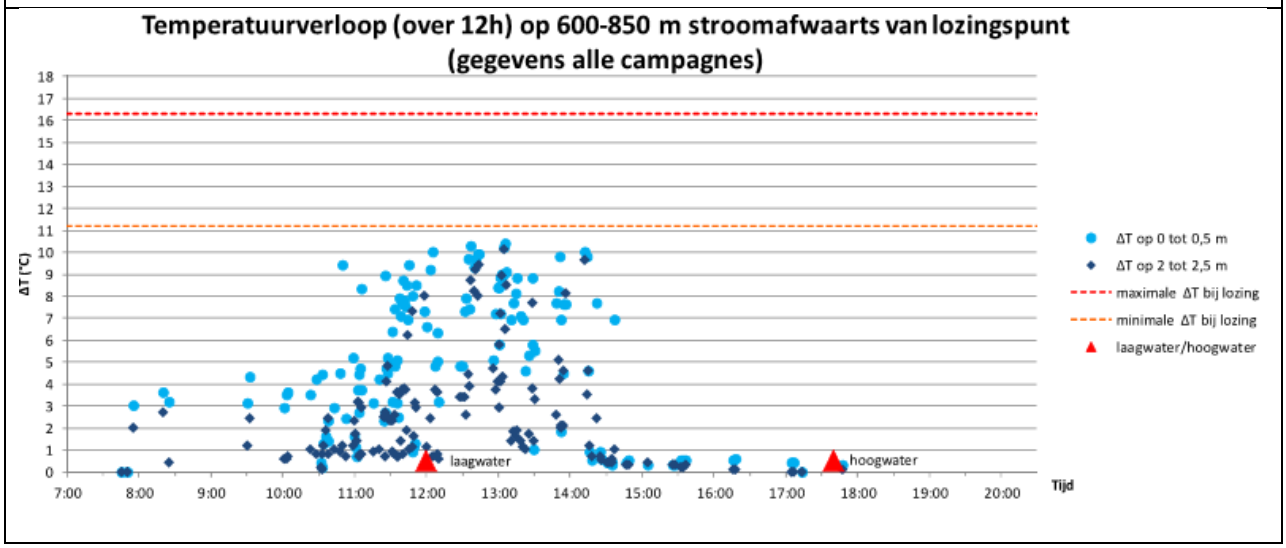


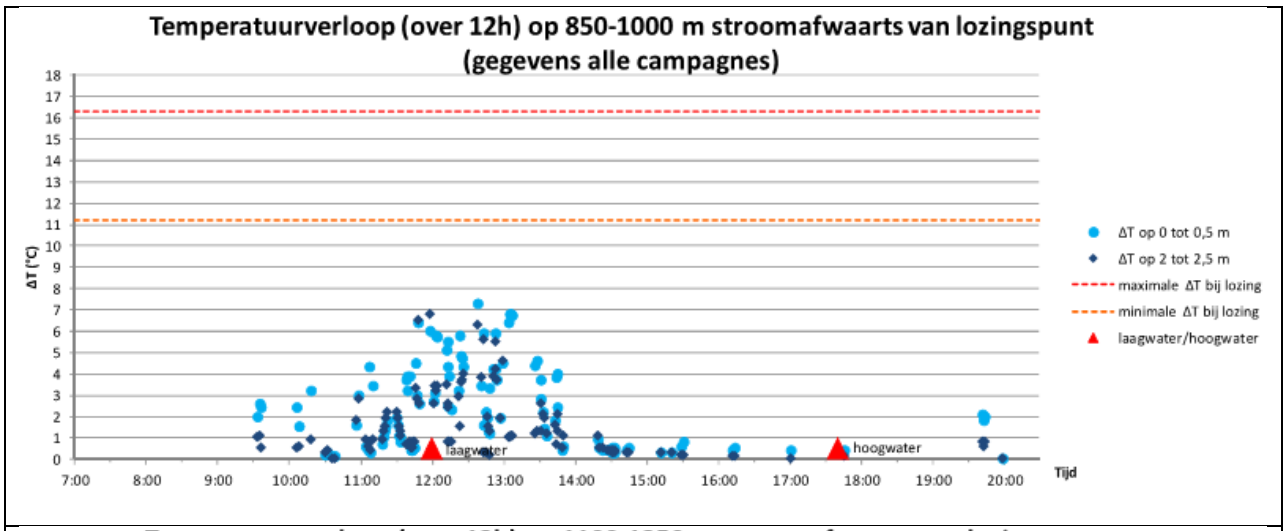
Figuur 2-33 Maximale zone met waarneembare temperatuursverhoging (>1°C) bij opkomend water

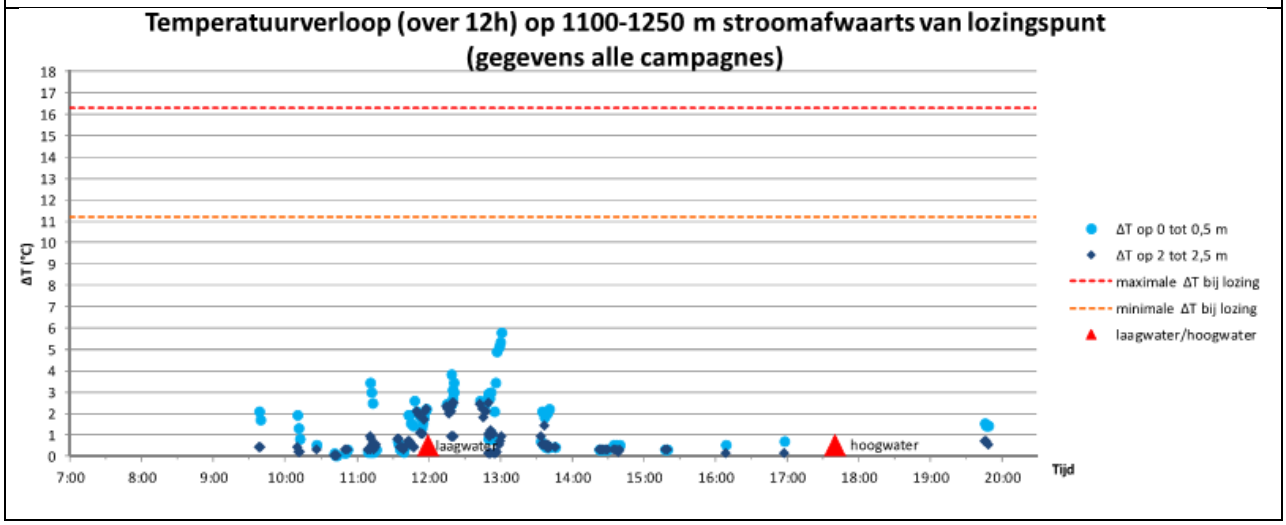
- Afgaand water, vlak na hoogwater kentering:
  - Na kentering bij hoogwater stroomt het koelwater opnieuw stroomafwaarts. De thermische pluim stroomopwaarts buiten de strekdam verdwijnt helemaal. Korte tijd na hoogtij stijgt de watertemperatuur in de zone binnen de strekdam opnieuw. De cyclus herhaalt zich.
- Globaal temperatuurverloop per invloedszone over 12 uur:
  - Uit de figuren in Tabel 2-13 kan afgeleid worden dat er in de zone van 300-600 m stroomafwaarts van het lozingspunt een sterke temperatuurstoename plaatsvindt vanaf 1,5 uur voor laagwater tot 3 uur na laagwater. In de zones verder stroomafwaarts van het lozingspunt neemt ΔT steeds verder af en neemt de periode waarin een duidelijke temperatuurstoename waarneembaar is eveneens steeds verder af:
    - Op 600-850 m stroomafwaarts is er een duidelijke temperatuurstoename vanaf 1 uur voor laagwater tot 2,5 uur na laagwater.
    - Op 850-1000 m stroomafwaarts is er een duidelijke temperatuurstoename vanaf 1 uur voor laagwater tot 2 uur na laagwater.
    - Op 1000-1250 m stroomafwaarts is er een duidelijke temperatuurstoename vanaf minder dan 1 uur voor laagwater tot minder dan 2 uur na laagwater.

Tabel 2-13 Grafische voorstelling van het temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (gegevens alle monitoringscampagnes) (Arcadis, 2012)









Conclusies temperatuurmetingen

- Watertemperatuurverhoging bij kentering bij laagwater: Het CORMIX model blijkt niet geschikt voor de voorspelling van de ogenblikkelijke watertemperatuursverhoging bij kentering bij laagwater. Op basis van de gemeten waarden van de 5 uitgevoerde monitoringscampagnes werden daarom voor beide monitoringsdieptes (0-0,5 m en 2-2,5 m) formules afgeleid die het verband tussen ΔT en de afstand tot het lozingspunt 1 uur bij kentering bij laagwater beschrijven. Aan de hand van deze formules kan voor elke afstand tot het lozingspunt de temperatuurtoename voorspeld worden, en omgekeerd:
    - ΔT bedraagt tijdens de kentering op 500 m stroomafwaarts 10°C aan de oppervlakte, en 5,7°C op 2-2,5 m diepte;
    - Op 750 m afstand bedraagt ΔT aan de oppervlakte 6,1°C en 3,3°C op 2-2,5 m diepte;
    - Op 1 km afstand bedraagt ΔT aan de oppervlakte 3,4°C en 1,6°C op 2-2,5 m diepte;
    - ΔT daalt naar 1°C op een afstand van 1300 m aan de oppervlakte, en op een afstand van 1100 m op 2-2,5 m diepte.
- Daggemiddelde watertemperatuurverhoging: Het CORMIX model blijkt een representatieve voorspelling te geven voor de daggemiddelde watertemperatuurverhoging van het Scheldewater bij

afgaand water. Op basis van het model, afgetoetst aan de metingen, kunnen volgende daggemiddelde watertemperatuurverhogingen afgeleid worden:

- Stroomafwaarts:
  - Op 500 m bedraagt ΔT 1 tot 2°C;
  - Vanaf 750 m afstand bedraagt ΔT ca. 1°C of minder.
- Stroomopwaarts:
  - Op 500 m bedraagt ΔT 0,5 tot 1°C;
  - Vanaf 750 m bedraagt ΔT ongeveer 0,5°C of minder.

Beoordeling temperatuurstijging en omvang warmtepluim ten gevolge van de koelwaterlozing van KCD ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD

Belangrijke temperatuurstijgingen hoger dan 3°C ten gevolge van de koelwaterlozing van KCD blijken zich enkel voor te doen binnen het gebied van de strekdam, tot op maximaal ca. 1050 m afstand van het lozingspunt (aanzienlijk negatief effect, -3).

Relevante (aanvaardbare) temperatuurstijgingen tussen 1 en 3°C blijken zich bij afgaand water en bij de kentering van laagwater voor te doen tot op maximaal ca. 1.300 m afstand van het lozingspunt, het gebied dat nog steeds binnen de strekdam is gelegen (negatief effect, -2). Bij opkomend water doet zich een relevante temperatuurstijging voor tussen 1 en 3°C buiten de strekdam tot op maximaal 500 m van het lozingspunt in oostelijke richting en maximaal tot 800 m stroomopwaarts van het lozingspunt in zuidelijke richting (negatief effect, -2).

De omvang van de warmtepluim is het grootst bij de kentering van laagwater. De zone die begrensd wordt door een temperatuur hoger dan 25°C (strikt genomen de mengzone, volgens de definitie cf. het beoordelingskader) is kleiner dan de zone waarin zich belangrijke temperatuurstijgingen voordoen groter dan 3°C. Dit volgt uit de hierboven beschreven resultaten van de 2de monitoringscampagne in de zomer en bij de kentering van laagwater. Op basis hiervan, kan aangenomen worden dat de zone die begrensd wordt door een temperatuur hoger dan 25°C (strikt genomen de mengzone, cf. de definitie van het beoordelingskader), zich niet buiten de strekdam zal uitstrekken, gezien de belangrijke temperatuurstijgingen groter dan 3°C steeds begrensd worden door de strekdam.

Voor de specifieke situatie van KCD kan gesteld worden dat het gebied binnen de strekdam een warmtebarrière zal vormen voor bepaalde aquatische organismen. Voor het gebied binnen de strekdam wordt er niet voldaan aan de milieukwaliteitsnormen inzake temperatuur voor de Schelde ten gevolge van de koelwaterlozing van KCD. De vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam blijft echter passeerbaar voor aquatische organismen. De gemiddelde oppervlakte van de dwarsdoorsnede van het gebied binnen de strekdam is niet groter dan 25% van de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de Schelde. De vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam wordt ten allen tijde passeerbaar geacht voor aquatische organismen.

Bovenstaande effectbeoordelingen gelden zowel voor de uitgangssituatie als voor de bedrijfsfase 2015-2018 van voorliggend project.

Cumulatieve effecten

Andere industriële koelwaterlozingen in de omgeving van KCD

In het rapport van de 5 monitoringscampagnes van de temperatuur op de Schelde (Arcadis, 2012), wordt de temperatuurverhoging van de koelwaterlozing van KCD weergegeven ten opzichte van een gemeten achtergrondwaarde stroomopwaarts van de lozing bij afgaand water en stroomafwaarts van de lozing bij

opkomend water. De gemeten achtergrondwaarden situeren zich binnen de zone Hansweert Antwerpen, die reeds thermisch onder druk staat. Door de lozing van thermisch vracht op verschillende locaties in de Beneden-Zeeschelde, is de zone tussen Hansweert en Antwerpen tijdens de winter 1 à 2 graden warmer dan de stroomop- en stroomafwaarts gelegen zones (Stevens & Van den Bergh, 2010). De productiesituatie voor 2010 is representatief voor de uitgangsjaren 2013-2014 en voor de bedrijfsfase 2015-2018. Hierdoor wordt aangenomen dat er onder de geldende milieukwaliteitsnorm cf. Bijlage 2.3.1 van VLAREM II inzake temperatuur voor het beschouwde deel van de Schelde kan gebleven worden, nl. dat de impact van thermische lozingen niet groter mag zijn dan 3°C.

In dit MER wordt de monitoringsmaatregel cf. het advies van INBO (Van den Bergh et al., 2013) overgenomen, met name dat Engie voorziet in een routine-opvolging van de spatio-temporele evolutie van de temperatuurgradiënt tussen Hansweert en Antwerpen. Gezien de redelijk algemene beschikbaarheid van (thermische) satellietbeelden en gezien de ervaring hiermee in het buitenland kan deze techniek misschien ook toegepast worden in de Zeeschelde om de temperatuurgradiënt in de ruimere omgeving van KCD op te volgen. Op die manier kunnen wijzigingen van de cumulatieve thermische vracht op de Zeeschelde beter in beeld gebracht worden en gesignaleerd worden.

Invloed klimaatverandering
Bij een autonome ontwikkeling gedurende de volgende twintig jaar kan een stijging van de Scheldetemperatuur verwacht worden. Bovendien worden er lagere rivierdebieten verwacht in de zomer (daling van ruim 50% tegen het einde van de 21ste eeuw) door de afnemende zomerneerslag gecombineerd met een grotere verdamping. Hierdoor ontstaan risico's op watertekorten.

De klimaatverandering zal een negatieve invloed hebben op de koelcapaciteit van het Scheldewater. De capaciteit van koelwater is onder meer afhankelijk van de temperatuur van het ingenomen water. Er kan gesteld worden dat met de huidige koelcapaciteit van de koeltorens van KCD, het temperatuurverschil tussen de in- en uitgang van de koeltorens gelijk zal blijven. Door de verwachte stijging van de Scheldetemperatuur ten gevolge van klimaatverandering, zal de temperatuur van het geloosde koelwater evenredig stijgen. Hierdoor kan de maximale lozingstemperatuur van het koelwater frequenter bereikt worden waardoor er frequenter een beperking van de maximaal te lozen thermische vrachten op dagbasis zou kunnen voorkomen, cf. de voorwaarden die hierover opgenomen zijn in de bestaande vergunning van KCD, met de zomer als meest gevoelige periode. Deze effecten hebben mogelijk een belangrijke invloed op de algehele werking van KCD. Door de verwachte daling in het debiet van de Schelde ten gevolge van klimaatverandering, wordt verwacht dat de impact van de thermische vracht van KCD in de Schelde zal toenemen. De zone waarin de temperatuurstijging meer bedraagt dan 3°C zal mogelijk verder kunnen reiken dan de strekdam, voornamelijk bij de kentering van laagwater. De mogelijkheid bestaat dan dat de gevormde warmtebarrière in de Schelde gedurende bepaalde perioden in de getijdencyclus, moeilijker of zelfs niet meer passeerbaar is voor bepaalde aquatische organismen. De toename van de omvang van de warmtepluim zal het meest uitgesproken zijn in de zomer.

De significantie van de negatieve effecten van klimaatverandering op enerzijds de werking van KCD en anderzijds de thermische verontreiniging in de Schelde met afgeleide secundaire effecten op de biodiversiteit, is afhankelijk van de mate van de evolutie van de klimaatverandering.

In het licht van klimaatadaptatie, bestaat een mogelijk toekomstscenario eruit dat KCD diens koelcapaciteit zal moeten uitbreiden om dezelfde productiecapaciteit te kunnen aanhouden als die van de uitgangssituatie

en de bedrijfsfase 2015-2018. Dit betekent meer verliezen door verdamping en een stijging van de geloosde thermische vracht op de Schelde.

2.2.3.1.6 Beoordeling van effecten op de toestand van waterlichamen - Toets aan KRW-Bijlage V

2.2.3.1.7 Inschatting van de kans op effect – toets voor verder onderzoek

Conform de tussentijdse richtlijnen voor de beoordeling van effecten op de toestand van waterlichamen (Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 2019) wordt getoetst aan een aantal criteria om na te gaan of verder onderzoek nodig is:

- Hydromorfologische wijzigingen: Het project heeft geen betrekking op hydromorfologische wijzigingen aan het waterlichaam → geen verder onderzoek noodzakelijk
- Lozingen: het project heeft betrekking op een klasse 1-lozing van bedrijfsafvalwater → verder onderzoek aangewezen
- Wijzigingen aan grondwater: het project heeft geen betrekking op wijzigingen aan grondwater → geen verder onderzoek noodzakelijk

Er is verder onderzoek noodzakelijk naar de effecten van de lozing.

2.2.3.1.8 Onderzoek naar de effecten van de lozing

De fysico-chemisch te beoordelen elementen zijn de volgende, in het geval van overgangswater:

- opgeloste zuurstof
- temperatuur
- pH
- nitraat+nitriet+ammonium

Onderstaande elementen zijn te onderzoeken (ze moeten onderzocht worden voor de voorspelling van de effecten op de biologische elementen, maar worden niet in rekening gebracht voor de beoordeling van de toestand):

- BZV
- CZV

Daarnaast dient een evaluatie te gebeuren voor ‘specifiek verontreinigende stoffen die mee de ecologische toestand bepalen’ en ‘verontreinigde stoffen die de chemische toestand bepalen’ voor die parameters waarvoor in de huidige toestand een overschrijding van de milieukwaliteitsnorm wordt vastgesteld of waarvan de concentratie toe zou nemen. Tenslotte dienen de biologische kwaliteitselementen beoordeeld te worden, indien mogelijk.

In Tabel 2-14 worden de grenswaarden weergegeven op basis waaraan de kwaliteit van het waterlichaam wordt beoordeeld.

Tabel 2-14: Klassenindeling voor de categorie overgangswater (Bron: Stroomgebiedbeheerplan Beneden-Scheldebekken) – ter hoogte KCD geldt O1b

				Ondergrens of bereik van de klassen			
Parameter	Eenheid	Toetswijze	Typen	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoe-reikend
Thermische omstandigheden							
Temperatuur	°C	Maximum	Alle	21	25	27,5	30
Impact thermische lozing	°C	Maximum	Alle	+1	+ 3	+4	+5
Zuurstofhuishouding							
Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg/l	10-percentiel	Alle	8	6	4	3
Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	Maximum	Alle	80-110	60-80 / 110-120	50-60 / 120-130	40-50 / 130-140
Biochemisch zuurstofverbruik (BZV)	mg/ l	90-percentiel	Alle	3	6	10	25
Chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg/ l	90-percentiel	Alle	20	30	40	80
Verzuringstoestand							
Parameter	Eenheid	Toetswijze	Typen	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoe-reikend
pH		Minimum-maximum	O1b O2zout	7,5-9,0	7,5-9,0	<7,5-7,0 of >9,0-9,5	<7,0 of >9,5
		Minimum-maximum	O1o	7,0-9,0	7,0-9,0	<7,0-6,5 of >9,0-9,5	<6,5 of >9,5
Nutriënten							
Kjeldahl-stikstof	mg N/l	90-percentiel	O1o	1.5	6	12	18
Nitraat	mg N/l	90-percentiel	O1o	1,3	5,65	11,3	17
Nitraat + nitriet + ammonium	mg N/ l	Wintergemiddelde	O1b O2zout	0,25	0,49	1,0	2,0
Totaal stikstof	mg N/ l	Zomerhalfjaargemiddelde	O1o	2	2,5	5	7,5
Totaal fosfor	mg P/ l	Zomerhalfjaargemiddelde	O1o	0,06	0,14	0,19	0,42
Orthofosfaat	mg P/ l	Gemiddelde	O1o	0,02	0,14	0,28	0,56
			O1b O2zout	0,01	0,07	0,14	0,28
Diversen							
Doorzicht*	m	90-percentiel	Alle	1,5	0,7	0,3	0,1

*uitgezonderd de mortaliteitszone voor fytoplankton voor O1b

Fysico-chemische elementen die bepalend zijn voor de biologische elementen:
Methodiek: Voor de fysisch-chemische kwaliteitselementen in oppervlaktewater, uitgezonderd opgelost zuurstof, pH en watertemperatuur, kan berekend worden of er een achteruitgang zal optreden.

Voor opgelost zuurstof wordt aangenomen dat er geen achteruitgang optreedt als de normen voor de biologische en chemische zuurstofvraag worden gehaald. Indien de fysisch-chemische elementen een achteruitgang vertonen, wordt aangenomen dat er ook een effect zal optreden in de biologische kwaliteitselementen en dat de toestand van het waterlichaam achteruitgaat.

Er wordt gemiddeld geloosd bij een neutrale pH, er worden geen wijzigingen aan de pH verwacht omwille van voorliggend project.

De impact van de lozing op de temperatuur van de Schelde wordt uitgebreid besproken in § 2.2.3.1.5. Als conclusie geldt dat er geen achteruitgang van de temperatuur optreedt voor wat betreft het volledige waterlichaam als gevolg van de thermische lozing van de KCD.

Voor de parameters nitriet+nitraat+ammonium, BZV en CZV werd in Tabel 2-11 de impact van de lozing berekend. De impact is voor deze parameters verwaarloosbaar; er wordt bijgevolg geen wijziging van de toestand van het waterlichaam verwacht.

Specifiek verontreinigende stoffen die mee de ecologische toestand bepalen:
Methodiek: Voor de specifiek verontreinigende stoffen en de chemische toestand wordt een overschrijding van de milieukwaliteitsnormen uit Bijlage 2.3.1. van VLAREM en de klassegrenzen beschreven in de stroomgebiedsbeheerplannen als achteruitgang beschouwd. Net als voor de fysisch-chemische elementen wordt bij de specifiek verontreinigende stoffen aangenomen dat er ook een effect zal optreden in de biologische kwaliteitselementen als ze een achteruitgang vertonen en dat de toestand van het waterlichaam achteruitgaat.

In de huidige toestand overschrijden volgende parameters de basismilieukwaliteitsnorm: arseen, boor, uranium. De evaluatie voor de ‘specifiek verontreinigende stoffen die mee de ecologische toestand bepalen’ is ‘niet goed’.

Voor de parameters arseen en boor werd in Tabel 2-11 de impact van de lozing berekend. Uranium is geen relevante parameter want wordt niet geloosd door de KCD. De berekende impact voor de parameters arseen en boor is verwaarloosbaar; er wordt bijgevolg geen achteruitgang voor de ‘evaluatie van de specifiek verontreinigende stoffen die mee de ecologische toestand bepalen’ verwacht.

Verontreinigende stoffen die de chemische toestand bepalen:
In de huidige toestand overschrijden volgende parameters de basismilieukwaliteitsnorm: PAK’s, polybroomdifenylether, tributyltin, perfluoroctaansulfonzuur, heptachloorepoxide en totaal kwik.

Voor de parameters werd in Tabel 2-11 de impact van de lozing berekend voor de parameter kwik. De impact is verwaarloosbaar. De overige parameters worden niet geloosd door de KCD. Er wordt bijgevolg geen achteruitgang voor de ‘verontreinigende stoffen die de chemische toestand bepalen’ verwacht.

Biologische kwaliteitselementen:
De impact op de biologische kwaliteitselementen kan niet kwantitatief bepaald worden. Op basis van de

beoordelingen in de discipline Biodiversiteit van de impact van de watercaptatie, de lozing van koelwater en de lozing van chemische stoffen op de waterorganismen in de Schelde, wordt er geen achteruitgang van de biologische kwaliteitselementen in het volledige waterlichaam verwacht.

Conclusie:
Er wordt niet verwacht dat de uitvoering van het project zal leiden tot een achteruitgang of dat dit de vooropgestelde doelstellingen voor het volledige waterlichaam in gevaar zal brengen.

2.2.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)

De watervoorziening, de infiltratie- en afvoerkarakteristieken en de emissies naar het watersysteem zullen in de LTO situatie, zoals hoger uitgelegd, niet significant verschillen van de emissies in de uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

2.2.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

De definitieve stopzetting of DSZ van KCD begint in 2025 en eindigt in 2028. Na de DSZ-periode kan de ontmanteling van de reactoren starten, wanneer de nodige vergunningen hiervoor verkregen zijn. De DSZ-periode bestaat uit 3 fasen waarbij KCD stapsgewijs evolueert van een kerncentrale over de natte stockage van bestraalde splijtstof naar een gebouw met te verwerken radioactief afval. Tijdens de DSZ-periode is er voorzien om:

- de reactoren te ontladen en alle bestraalde splijtstof over te brengen naar de Pool Loops-dokken in het Gebouw Nucleaire Hulpdiensten
- om de radioactiviteit van bestraalde splijtstof te laten vervallen in de Pool Loops-dokken in het Gebouw Nucleaire Hulpdiensten.
- de bestraalde splijtstof in containers te laden en af te voeren naar Splijtstof-Container-Gebouw.
- om uitbatings- en onderhoudsactiviteiten uit te voeren zoals voor de definitieve stopzetting, maar met een kleinere amplitude (geen elektriciteitsproductie meer).

Dit zijn allemaal activiteiten die gedekt zijn door huidige vergunning. Specifiek voor de productie van afvalwater geldt dat proceskringen worden leeggelaten voor behandeling in de water- en afvalbehandelingseenheid (WAB) of afgevoerd worden voor externe verwerking, zoals dat zou gebeuren voor een revisie .

Besluit: De voornaamste kenmerken van de DSZ-periode zijn dat deze periode ligt in het verlengde van de huidige KCD-uitbating (= met huidige KCD-processen die doorlopen) en dat de processen zullen verlopen conform de huidige vergunning. De emissies naar het watersysteem zullen vergelijkbaar of minder zijn dan in de uitgangssituatie.

Er wordt geen verschil verwacht in effecten tussen een DSZ in 2015-2019 versus in 2025-2029.

2.2.3.4 Nul-alternatief

Watervoorziening
Onder de alternatieve situatie no-LTO wordt een daling in het verbruik van zowel stadswater als Scheldewater verwacht.

Voor het verbruik van stadswater wordt echter geen drastische daling verwacht. Er werd door de initiatiefnemer immers geen drastische daling opgemerkt wanneer een eenheid buiten dienst is. Enkel het verbruik van stadswater voor de stoomcyclus wordt verwacht licht te dalen.

De eenheden Doel 1 en 2 zullen niet meer in werking zijn, waardoor het koelcircuit van deze eenheden ook niet meer gebruikt zal worden. Het verbruik van Scheldewater als koelwater zal dus ook dalen en wordt verwacht jaarlijks ca. 704 miljoen m³ te bedragen. Deze berekening gebeurde door de initiatiefnemer op basis van het verwachte aantal bedrijfsuren en het gemiddelde uurdebiet van de pompen op het innamepunt voor Doel 3/4. Het Scheldewaterverbruik in de alternatieve situatie no-LTO bedraagt ca. 60% van het Scheldewaterverbruik in de uitgangssituatie.

Wijziging infiltratie- en afvoerkarakteristieken
Onder de alternatieve situatie no-LTO zijn er geen fysische ingrepen gepland ten opzichte van de uitgangssituatie. In de situatie onder het basisproject is er een beperkte toename in verhardingen. De effectgroepen t.g.v. wijzigingen in de afvoer van oppervlaktewater, structuurverandering van waterlopen, wijzigingen van infiltratie van hemelwater, kwaliteitsverlies van oppervlaktewater of grondwater of wijzigingen in grondwaterstroming zijn niet relevant in het nul-alternatief noch voor het basisproject.

Gezien de aanzienlijke hoeveelheid verharde oppervlakte van KCD, de frequentie en het volume van de overstortwerking van de opvangputten voor sanitair afvalwater van de site naar de Schelde in de uitgangssituatie, het feit dat de milieukwaliteitsnormen inzake N, P en CZV voor de Schelde niet worden gehaald in de uitgangssituatie en de verwachte periodes van intense regen in winter en zware onweersbuien en watertekorten in de zomer ten gevolge van klimaatverandering, wordt vanuit de discipline Water aanbevolen om de haalbaarheid van de volgende maatregelen te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken:

- Brongerichte maatregel: bij nieuwe projecten onderzoek doen naar de afkoppeling van hemelwater op het sanitair afvalwater en de mogelijkheden tot hergebruik van hemelwater, infiltratie of buffering volgens de BBT. Hierbij moet rekening gehouden worden met de klimaat-verschaalde ontwerpbuien. Hierbij biedt het hoog-impactscenario een goed referentiekader om KCD meer klimaatbestendig te maken;
- End-of-pipe maatregel: onderzoek naar het plaatsen van bijkomend opvangvolume voor sanitair afvalwater volgens de BBT met als doel een daling van de overstortwerking.

Oppervlaktewaterkwaliteit
De concentraties aan verontreinigende stoffen in het geloosde sanitair en industrieel afvalwater worden verwacht gelijk te zijn aan die van de uitgangssituatie. Voor de productie van sanitair en industrieel afvalwater wordt echter geen drastische daling verwacht. Er werd door de initiatiefnemer immers geen drastische daling opgemerkt wanneer een eenheid buiten dienst is. Enkel het verbruik van stadswater voor de stoomcyclus wordt verwacht licht te dalen. Een kwantificering van deze daling is niet mogelijk.

De concentraties aan verontreinigende stoffen in het koelwater, inclusief temperatuur en chloriden, worden verwacht gelijk te zijn aan die van de uitgangssituatie. De eenheden Doel 1 en 2 zullen niet meer in werking zijn, waardoor het koelcircuit van deze eenheden ook niet meer gebruikt zal worden. Het verbruik van Scheldewater als koelwater zal dus ook dalen en wordt verwacht ca. 704 miljoen m³ te bedragen. Deze berekening gebeurde door de initiatiefnemer op basis van het verwachte aantal

bedrijfsuren en het gemiddelde uurdebiet van de pompen op het innamepunt voor Doel 3/4. Het Scheldewaterverbruik in de alternatieve situatie no-LTO bedraagt ca. 60% van het Scheldewaterverbruik in de uitgangssituatie. De geloosde vuilvrachten en thermische vrachten van het koelwater worden dus ook verwacht te dalen tot ca. 60% van deze in de uitgangssituatie.

Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.

Thermische impact van de lozing van koelwater
De thermische vracht van het koelwater op de Schelde wordt verwacht te dalen tot ca. 60% van deze in de uitgangssituatie. De omvang van de warmtepluim in de Schelde wordt dus ook verwacht lager te zijn. Dit kan een positieve invloed met zich meebrengen, zeker in het licht van klimaatverandering zoals beschreven bij de beoordeling van de thermische impact van de koelwaterlozing bij de bedrijfase 2015-2018 van het basisproject.

De significantie van dit positief effect hangt af van de mate van inkrimping van de warmtepluim ten opzichte van de uitgangssituatie, wat met de huidige gegevens moeilijk te begroten valt, en hangt ook af van de evolutie van de verwachte klimaateffecten.

2.2.3.5 Cumulatieve effecten
Onder § 2.2.3.1.5 wordt de mogelijke cumulatie van de thermische impact van industriële lozingen van koelwater op de Schelde kwalitatief besproken. De monitoringsmaatregel cf. het advies van INBO (Van den Bergh et al., 2013) wordt overgenomen, met name dat Engie voorziet in een routine-opvolging van de spatio-temporele evolutie van de temperatuurgradiënt tussen Hansweert en Antwerpen. Gezien de redelijk algemene beschikbaarheid van (thermische) satellietbeelden en gezien de ervaring hiermee in het buitenland kan deze techniek misschien ook toegepast worden in de Zeeschelde om de temperatuurgradiënt in de ruimere omgeving van KCD op te volgen. Op die manier kunnen wijzigingen van de cumulatieve thermische vracht op de Zeeschelde beter in beeld gebracht worden en gesignaleerd worden.

Onder § 2.2.3.1.5 wordt het cumulatief effect van klimaatverandering op de thermische impact van de lozing van koelwater door KCD kwalitatief besproken.

2.2.3.6 Grensoverschrijdende effecten
Ter hoogte van de Nederlandse grens, gelegen op ca. 3,4 km afstand van het lozingspunt van KCD, is de invloed van de lozing van het koelwater hoogstens beperkt negatief (-1) te beschouwen. Dit op basis van de 5 uitgevoerde monitoringscampagnes van de temperatuurinvloed van het koelwater van Doel op de Schelde (Arcadis, 2012). Deze temperatuurstijging zal stroomafwaarts op het Nederlands grondgebied verder langzaam afnemen.

2.2.4 Monitoring

In dit MER wordt de monitoringsmaatregel cf. het advies van INBO (Van den Bergh et al., 2013) overgenomen, met name dat Engie voorziet in een routine-opvolging van de spatio-temporele evolutie van de temperatuurgradiënt tussen Hansweert en Antwerpen. Gezien de redelijk algemene beschikbaarheid van (thermische) satellietbeelden en gezien de ervaring hiermee in het buitenland kan deze techniek misschien ook toegepast worden in de Zeeschelde om de temperatuurgradiënt in de ruimere omgeving van KCD op te volgen. Op die manier kunnen wijzigingen van de cumulatieve thermische vracht op de Zeeschelde beter in beeld gebracht worden en gesignaleerd worden.

Voor de parameters ammonium, B, Sb, Co, Mo, Se, Sn, Ag, Ba, Tl, Ti, V, Be, Te, anionische, niet-ionogene en kationische oppervlakteactieve stoffen, worden de metingen op het sanitair afvalwater inconsistent uitgevoerd of ligt de detectielimiet van de metingen hoger dan de lozingsnorm. Hierdoor is het niet mogelijk om gefundeerde uitspraken te doen over de concentraties en het halen van de lozingsnormen voor deze parameters. KCD dient deze parameters consistent te meten op het sanitair afvalwater waarbij de detectielimieten van de analysemethoden lager ligt dan de betreffende lozingsnormen.

Voor de parameters Co, Ag, Tl, V, Be, anionische, niet-ionogene en kationische oppervlakteactieve stoffen en natriumfluoricinaat, worden de metingen op het industrieel afvalwater inconsistent uitgevoerd voor de jaren 2013 en/of 2014 of ligt de detectielimiet van de metingen hoger dan de lozingsnorm. Hierdoor is het niet mogelijk om gefundeerde uitspraken te doen over de concentraties en het halen van de lozingsnormen voor deze parameters. KCD dient deze parameters consistent te meten op het industrieel afvalwater waarbij de detectielimieten van de analysemethoden lager ligt dan de betreffende lozingsnormen.

Voor de parameter fecale coliformen, worden de metingen inconsistent uitgevoerd op het koelwater voor de jaren 2013 en/of 2014. Hierdoor is het niet mogelijk om gefundeerde uitspraken te doen over de effluentconcentraties en vuilvrachten en het halen van de lozingsnormen voor deze parameters. KCD dient deze parameters consistent te meten op het koelwater waarbij de detectielimieten van de analysemethoden lager ligt dan de betreffende lozingsnormen.

Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.

2.2.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Vanuit de discipline Water worden er geen milderende maatregelen gesteld.

Vanuit de discipline Water worden de volgende aanbevelingen gesteld:

- Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.
- Gezien de aanzienlijke hoeveelheid verharde oppervlakte van KCD, de frequentie en het volume van de overstortwerking van de opvangputten voor sanitair afvalwater van de site naar de Schelde in de uitgangssituatie en in de bedrijfsfase 2015-2018, het feit dat de milieukwaliteitsnormen inzake N, P en CZV voor de Schelde niet worden gehaald in de uitgangssituatie en in de bedrijfsfase 2015-2018 en de verwachte periodes van intense regen in winter en zware onweersbuien en watertekorten in de zomer ten gevolge van klimaatverandering, wordt vanuit de discipline Water aanbevolen om de haalbaarheid van de volgende maatregelen te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken:
    - Brongerichte maatregel: bij nieuwe projecten onderzoek doen naar de afkoppeling van hemelwater op het sanitair afvalwater en de mogelijkheden tot hergebruik van hemelwater, infiltratie of buffering volgens de BBT. Hierbij moet rekening gehouden worden met de klimaat-verschaalde ontwerpbuien. Hierbij biedt het hoog-impactscenario een goed referentiekader om KCD-1 en KCD-2 meer klimaatbestendig te maken;
    - End-of-pipe maatregel: onderzoek naar het plaatsen van bijkomend opvangvolume voor sanitair afvalwater volgens de BBT met als doel een daling van de overstortwerking.

2.2.6 Leemten in kennis

Rekening houdend met het oordeel van klimaatexperts, en de nog grote onzekerheid in de klimaatmodellering, zijn er uit vele tientallen scenariovarianten en modelresultaten via ‘statistische neerschaling’ drie klimaatscenario’s voor Vlaanderen afgeleid: laag, midden en hoog. De door de mens veroorzaakte klimaatverandering in Vlaanderen zal met hoge waarschijnlijkheid evolueren tussen de uiterste grenzen van deze 3 scenario’s.

De klimaatscenario’s omspannen een bereik dat de toekomstige werkelijkheid met grote waarschijnlijkheid omvat. Toch blijft de onzekerheid groot. De exacte kans op het voorkomen van een bepaald klimaatscenario is immers niet gekend. Bovendien zijn er gekende processen en mechanismen waarmee nog niet expliciet rekening kan gehouden worden (bijv. overschrijden tipping points). Ook zijn er onzekerheden waarvan het bestaan zelfs nog niet gekend is.

De gevolgen van klimaatscenario’s laten zich echter wel berekenen. Als de gevolgen van een bepaald scenario groot zijn, is het belangrijk er rekening mee te houden in de beleidsvoering en het beheer. Daarbij moet de mogelijkheid voorzien worden om - met een zo beperkt mogelijke kost - aanpassingen aan te brengen naarmate de klimaatkennis vergroot. Ook moeten beslissingen effectief en kostenefficiënt zijn, onafhankelijk van de precieze evolutie van het klimaat.

2.2.7 Conclusies

De watervoorziening, de infiltratie- en afvoerkarakteristieken en de emissies naar het watersysteem zullen in de LTO situatie niet significant verschillen van de emissies in de uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

Het project omvat een hervergunning van de bestaande installaties van KCD-1 en KCD-2 en de waterbalans voor de uitgangsjaren 2013-2014 wordt representatief geacht voor de productie in de volgende jaren van de periode van hervergunning. Er worden dus geen relevante wijzigingen in het waterverbruik en in de waterbalans verwacht in vergelijking met de uitgangssituatie.

De belangrijkste impact van KCD op het watersysteem ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD is de lozing van afvalwater en van koelwater in de Schelde:

- Lozing afvalwater:
  - De gemiddelde concentratieverhoging in de Schelde door de activiteiten van KCD t.o.v. de milieukwaliteitsnorm (MKN), is kleiner dan 0,1% (verwaarloosbaar, 0). De parameters nitriet en AOX werden afzonderlijk uitgelicht:
    - De gemiddelde nitrietconcentratie situeerde zich in 2013 boven de toen geldende lozingsnorm in het industrieel afvalwater van 2 mg/L. In 2014 lag de gemiddelde concentratie onder de lozingsnorm maar er werden toch nog piekconcentraties tot boven de lozingsnorm opgemeten. Door KCD werd er een onderzoek uitgevoerd naar het voorkomen en de behandeling van nitriet in het industrieel afvalwater. In het besluit dd. 07/02/2019 (2018122825) werd de norm voor nitrieten vervangen door 8 mg N-NO2/L tot en met 31 december 2021 en 2 mg N-NO2/L vanaf 1 januari 2022. Door implementatie van enkele brongerichte maatregelen door KCD in de periode 2016-2018, kan de norm van 8 mg N-NO2/L gerespecteerd worden. De toekomstige norm van 2 mg N-NO2/L wordt sporadisch overschreden maar de concentratie ligt gemiddeld onder de norm.
    - Er werden verhoogde concentraties voor AOX gemeten in het sanitair en industrieel afvalwater en in het koelwater, waardoor deze parameter apart wordt beschreven. Aan het koelwater wordt NaOCl toegevoegd als conditioneringsmiddel, om aangroei in het koelsysteem tegen te gaan. Hierdoor kunnen AOX ontstaan. In 2014 werd er door KCD een onderzoek uitgevoerd naar het effect van NaOCl bij eventuele oxidatie van nitriet naar nitraat. De vorming van AOX werd hierbij ook nagegaan. De omzetting van nitriet naar nitraat is mogelijk met een aanzienlijke overmaat NaOCl. De dosering blijkt een frappante invloed te hebben op de AOX-vorming. Een optimaal conditioneringsregime kan ervoor zorgen dat de omvang van het gebruik van NaOCl en de periode waarin conditionering moet worden toegepast wordt gereduceerd, hetgeen uiteindelijk leidt tot een vermindering van emissies van organohalogenen via koelsystemen naar oppervlaktewater op jaarbasis. Veruit de belangrijkste stuurparameter blijkt het gebruik van actief chloor. Door dit verbruik goed te reguleren kan worden bereikt dat de milieu-impact zo gering mogelijk is (Berbee, 1997). Momenteel gebeurt de dosering van NaOCl bij KCD op basis van de analyse van de overmaat actieve chloor en ervaring met betrekking tot de koeltoeren pakking. Eventuele bijdosering gebeurt op basis van de

controle van biologische groei op getuigeplaatjes in de koeltorens en gewichtsmetingen van de pakking. In het geloosde koelwater wordt geen actieve chloor boven de detectielimiet gevonden (<100 µg/L). Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.

- Er werd een frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater van KCD op de Schelde gevonden. De frequente overstortwerking van sanitair afvalwater is te wijten aan de lekken van koelwater uit de ondergrondse galerijen en in mindere mate grondwater in de gemengde riolering. Deze overstortwerkingen kunnen pieken van nutriëntenconcentraties teweeg brengen in de Schelde ter hoogte van KCD. Dit wordt beschouwd als een negatief effect (-2). Hemelwater wordt niet hergebruikt. De stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater is niet van toepassing voor bestaande gebouwen en constructies. Vanuit de discipline Water geldt als aanbeveling om de haalbaarheid van een afkoppeling van het hemelwater op het sanitair afvalwater (brongerichte maatregel) bij nieuwe projecten en de mogelijkheid tot het plaatsen van een bjikomend opvangvolume voor sanitair afvalwater (end-of-pipe maatregel) te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken.

- Lozing koelwater:
  - Belangrijke temperatuurstijgingen hoger dan 3°C ten gevolge van de koelwaterlozing van KCD blijken zich enkel voor te doen binnen het gebied van de strekdam, tot op maximaal ca. 1050 m afstand van het lozingspunt (aanzienlijk negatief effect, -3).
  - Relevante (aanvaardbare) temperatuurstijgingen tussen 1 en 3°C blijken zich bij afgaand water en bij de kentering van laagwater voor te doen tot op maximaal ca. 1.300 m afstand van het lozingspunt, het gebied dat nog steeds binnen de strekdam is gelegen (negatief effect, -2).
  - Bij opkomend water doet zich een relevante temperatuurstijging voor tussen 1 en 3°C buiten de strekdam tot op maximaal 500 m van het lozingspunt in oostelijke richting en maximaal tot 800 m stroomopwaarts van het lozingspunt in zuidelijke richting (negatief effect, -2).
  - Voor de specifieke situatie van KCD kan gesteld worden dat het gebied binnen de strekdam een warmtebarrière zal vormen voor bepaalde aquatische organismen. Voor het gebied binnen de strekdam wordt er niet voldaan aan de milieukwaliteitsnormen inzake temperatuur voor de Schelde ten gevolge van de koelwaterlozing van KCD. De vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam blijft echter passeerbaar voor aquatische organismen. De gemiddelde oppervlakte van de dwarsdoorsnede van het gebied binnen de strekdam is niet groter dan 25% van de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de Schelde. De vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam wordt ten allen tijde passeerbaar geacht voor aquatische organismen.

De watervoorziening, de infiltratie- en afvoerkarakteristieken en de emissies naar het watersysteem zullen in de LTO situatie niet significant verschillen van de emissies in de uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

2.3 Geluid & trillingen

Bijlage A - Kaart 3: Gewestplan

Bijlage A - Kaart 4: Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan

2.3.1 Methodologie

2.3.1.1 Afbakening van het studiegebied

De productie van elektriciteit is een ingedeelde inrichting volgens de Vlaamse milieuwetgeving (Vlarem II).

Het studiegebied wordt voor ingedeelde inrichtingen volgens Vlarem II vastgelegd volgens de bepalingen uit het Vlarem II en bijgevolg begrensd door:

- de 200 m-grens t.o.v. de perceelsgrenzen van de inrichting,
- de 200 m-grens t.o.v. de grens van het industriegebied.

De KCD is gelegen in een industriegebied volgens het gewestplan. Bij ontstentenis van woningen in een buffer van 200 m rondom het bedrijfsterrein, tevens 200 m tot de gebiedsgrenzen van het industriegebied, is de evaluatie op de 200 m contour te beschouwen.

Het specifiek geluid in de omgeving wordt aldus bepaald tot op minimum 200 m afstand van de perceelsgrenzen van de KCD-site, aangevuld met de bepaling van de geluidsimpact ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen. De referentiepunten zijn hiermee overeenkomstig met deze gehanteerd in voorgaande MER-studies voor de KCD-site.

2.3.1.2 Beschrijving van de referentiesituatie

De bestemde ontwikkeling in het projectgebied wordt steeds in een bestaande geluidsomgeving opgenomen. Afhankelijk van de functies die aan de bestemde ontwikkeling wordt gegeven kunnen deze van dien aard zijn dat zij een tijdelijke of permanente impact veroorzaken op de bestaande geluidsomgeving en aldus de huidige leefbaarheid. Om een afweging t.a.v. de referentiesituatie in de omgeving van het projectgebied mogelijk te maken, wordt eerst de referentiesituatie beschreven.

Bij de bespreking van de referentiesituatie wordt een beschrijving gegeven van:

- het geluidsklimaat in het studiegebied op basis van immissiemetingen: inventaris van het omgevingsgeluid door middel van reeds uitgevoerde in-situ geluidsmetingen in discrete meetpunten rondom de KCD-site (: immissiemeetcampagnes 2009, 2014, 2017)

- de geluidsoverdracht van KCD in het studiegebied op basis van een akoestisch rekenmodel: de geluidsoverdrachtsberekening voor het MER voor de hervergunning van de site in 2010, en ten tijde van het MER WMF in 2013-2014 geactualiseerd – wordt als basis gebruikt voor dit MER.

2.3.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

De KCD beschikt over in open lucht emitterende geluidsbronnen die een impact kunnen hebben op de omgeving. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen continue bronnen en bronnen die slechts een beperkt gedeelte van de tijd in bedrijf zijn, zoals noodgroepen en noodpompen. Aanpassingen in het kader van LTO kunnen gepaard gaan in wijzigingen in de geluidsemissietoestand van KCD, zowel op het vlak van totale geluidsemissie als op het vlak van bronspecifieke geluidsemissie.

Tijdens de werken die plaatsvinden in het kader van de aanpassingen voor LTO worden geluids- en/of trillingsemitterende werkzaamheden uitgevoerd in verschillende werfzones en op verschillende tijdstippen in de realisatieperiode. Het inschakelen van geluidsbronnen zal een wijziging veroorzaken van het omgevingsgeluid. Het uitgangspunt is dat de milieuverstoring onder invloed van de geplande werkzaamheden maximaal wordt beschermd rekening houdende met het BBT-principe.

Tijdens de verschillende fasen van het project kunnen voor de discipline geluid en trillingen volgende effecten verwacht worden:

- Wijziging van de geluidsimmissie van KCD: kwantitatieve beschrijving van de specifieke geluidsbijdrage naar de omgeving in de huidige en geplande situatie en vergelijking met de status tijdens de uitgangssituatie (2009, 2014).
- Wijziging in het omgevingsgeluid: kwantitatieve beschrijving van de impact van de gewijzigde geluidsimmissie van KCD op het omgevingsgeluid.
- Conformiteitstoets met de toepasbare Vlarem II geluidsvoorwaarden: kwantitatieve controle in verband met het respecteren van de richtwaarden voor het specifiek geluid in open lucht.

Het MER behandelt de wijziging in geluidsimmissie als gevolg van de exploitatie van KCD voor 2 mogelijke scenario's en 4 periodes :

1. Uitgangssituatie (periode 2009-2014);
2. Scenario "LTO": verderzetting eenheden Doel 1/2 in de periode 2015-2025:
   a. Bedrijfsfase in de periode 2015-2019;
   b. Bedrijfsfase in de toekomstige situatie, 2020-2025;
   c. Definitieve stopzetting, periode 2025-2029;
3. Scenario "no-LTO": Nul-alternatief: definitieve stopzetting eenheden Doel 1/2 (2015-2019), andere eenheden nog in exploitatie (periode 2015-2025).

Voor de bedrijfsfasen met een onderscheidende akoestische emissietoestand voor KCD wordt de geluidsimpact ten aanzien van de omgeving berekend.

De kwantitatieve beschrijving van de geluidseffecten wordt bepaald met behulp van een akoestisch rekenmodel voor de KCD-site. Het rekenmodel wordt daarvoor opgebouwd m.b.v. het rekenprogramma (GEOMILIEU) dat steunt op de internationale standaard ISO 9613 en rekening houdt met onderstaande omgevingscondities:

- geometrische simulatie van invloedsrijke objecten (bv. geluidsafschermende of –reflecterende gebouwen, schermen, aarden bermen, enz.) in x,y,z-coördinaten;
- geometrische simulatie van de geluidsbron in x,y,z-coördinaten;
- bronvermogenniveau en directiviteit van de geluidsbron;
- ligging en hoogte van berekeningspunten;
- maaiveldlijnen, reflecterende of absorberende bodemgebieden.

Met het rekenmodel wordt de geluidsbijdrage van elke gemodelleerde geluidsbron in gelijk welk rekenpunt in de omgeving berekend.

De berekende geluidsuitbreiding naar de omgeving van het volledig bronveld van KCD onder specifieke bedrijfstoestanden wordt voorgesteld aan de hand van ingekleurde geluidscontouren (: geluidskaart). De kritische zone, zijnde de zone waarbinnen het geluidsdrukniveau een bepaalde hinderwaarde (nl. toepasbare Vlarem II richtwaarde) overschrijdt, is daarbij duidelijk te identificeren.

De effectbeoordeling wordt uitgevoerd volgens het significantiekader opgenomen in het MER-richtlijnenboek voor de discipline geluid en trillingen (februari 2011). Tevens toegepast in voorafgaande mer's.

Tabel 2-15: Significantiekader discipline geluid

Invloed op omgeving		Eindscore na correctie Wordt er voldaan aan Vlarem-voorwaarden ?				
Lna – Lvoor $\Delta L_{AX,T}$	Tussenscore (effectscore)	'Nieuw' of 'Verandering'		'Bestaand' of 'Hervergunning'		
		Lsp ≤ GW	Lsp > GW	Lsp ≤ RW	RW < Lsp ≤ RW+10	Lsp > RW+10
$L_{AX,T}$ > +6	-3	-1	-3	-1	-2	-3
+3 <Δ $L_{AX,T}$ ≤ +6	-2	-1	-3	-1	-2	-3
+1 <Δ $L_{AX,T}$ ≤ +3	-1	-1	-3	-1	-1	-3
-1 ≤Δ $L_{AX,T}$ ≤ +1	0	0	-1 / -2 **	0	-1	-3
-3 ≤ Δ $L_{AX,T}$ < -1	+1	+1	-	+1	+1	-
-6 ≤ Δ $L_{AX,T}$ < -3	+2	+2	-	+2	+2	-
$L_{AX,T}$ < -6	+3	+3	-	+3	+3	-

Waarbij de gebruikte symbolen en afkortingen de volgende betekenis hebben:

- ΔLAX,T = verschil in omgevingsgeluid vooraleer en nadat een project zal zijn uitgevoerd met X en T te bepalen en te verantwoorden door de deskundige
  - Met T gelijk aan de tijdsduur.
  - Met X gelijk aan 'N' als parameter van statistische analyse LAN,T, in Vlarem II wordt N = 95 gebruikt als toetsing aan milieukwaliteitsnorm ofwel gelijk aan 'eq' voor het equivalent geluidsdrukniveau LAeq,T van het omgevingsgeluid
- LAN,T A-gewogen procentueel geluidsdrukniveau, dat gedurende N% (1, 5,… , 95, 99) van het tijdsinterval overschreden wordt
- GW = grenswaarde
- RW = richtwaarde
- Lsp = specifiek geluid

opmerking ** : de keuze -1 of -2 is afhankelijk van de grootte van de overschrijding van de GW, al dan niet binnen het betrouwbaarheidsinterval van de berekende specifieke immissie

De uiteindelijke negatieve scores worden als volgt gekoppeld aan milderende maatregelen:

Tabel 2-16: Koppeling van beoordeling aan milderende maatregelen

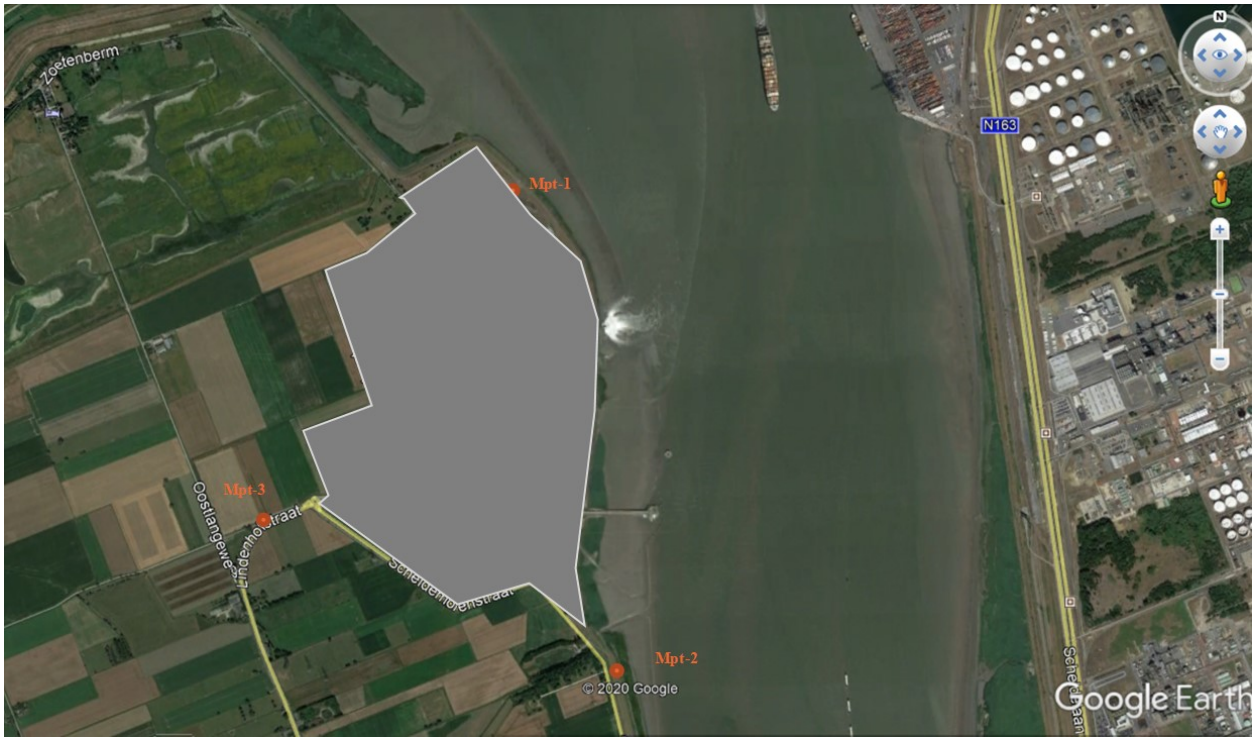
Significantie	Omschrijving	Milderende maatregelen
+3	Aanzienlijk positief	Geen maatregelen nodig
+2	Positief	
+1	Beperkt positief	
0	Verwaarloosbaar	Geen maatregelen nodig
-1	Beperkt negatief	Onderzoek naar milderende maatregelen is minder dwingend, maar indien de onderzoeksturende randvoorwaarden aangeven dat er zich een probleem kan stellen, dan dient de deskundige over te gaan tot het voorstellen van milderende maatregelen. Bij het ontbreken ervan dient dit gemotiveerd te worden.
-2	Negatief	Er dient noodzakelijkerwijs gezocht te worden naar milderende maatregelen, eventueel te koppelen aan de langere termijn. Bij het ontbreken ervan dient dit gemotiveerd te worden.
-3	Aanzienlijk negatief	Er dient noodzakelijkerwijs gezocht te worden naar milderende maatregelen, te koppelen aan de korte termijn. Bij het ontbreken ervan dient dit gemotiveerd te worden.

2.3.2 Uitgangssituatie (= 2013-2014)

2.3.2.1 Immissiemetingen (2009-2014)

Ter bepaling van het omgevingsgeluid werd er voor het MER 2010 op 3 meetpunten, gelegen op de perceelsgrens (mpt1) of op ongeveer 200 m van de perceelsgrens (mpt 2 en 3), gedurende 3 weken in 2009 continu en simultaan gemeten totdat er voldoende representatieve meetgegevens ter beschikking waren voor de meewindsituatie (t.t.z. met windrichting van KCD naar het meetpunt in kwestie). In 2014 werd door Vinçotte een nieuwe meetcampagne uitgevoerd voor het MER WMF[7]. Bij de keuze van de meetpunten is er rekening gehouden met de ligging van bewoonde gebouwen en natuurgebieden. De exacte locatie van de meetpunten wordt weergegeven in onderstaande tabel en figuur.

[7] De meetcampagne werd in 2014 opnieuw uitgevoerd in mpt 1 t.e.m. mpt3 (zie Tabel 2-19 en de onderstaande bespreking bij de tabel).



Tabel 2-17: Ligging van de immissiemeetpunten

Punt	Ligging	Lambertcoördinaten		Gebied volgens gewestplan (cfr § 2.6.3 in Deel I) conform Vlarem II	
		X	Y	Cat.	Omschrijving
Mpt-1	Terreingrens Noord thv Brits Monument op 0 m van de terreingrens	142384	224665	2	Natuurgebied < 500 m van industriegebied
Mpt-2	Scheldedijk op ± 200m van de terreingrens	142716	222989	2	
Mpt-3	Lindenhofstraat op ± 200m van de terreingrens	141509	223509	2	agrarisch gebied < 500 m van industriegebied

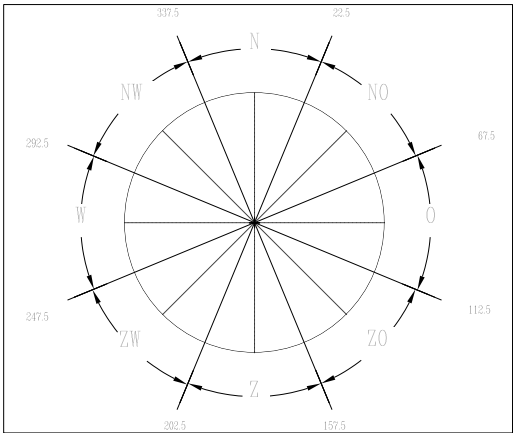
Gezien er geen verschil is tussen de productievoorwaarden overdag (7u-19u) en 's nachts (22u – 7u) en dus ook niet tussen de geluidsemissies, wordt enkel de meest kritische periode, zijnde de nachtperiode, in beschouwing genomen. Bovendien werd de parameter $L_{A95,1h}$ in beschouwing genomen omdat deze het meest representatief is ter beoordeling van continue en stabiele geluidsbronnen (op uurbasis).

Voor de volledige nachtperiode werd een gemiddelde waarde bepaald door alle $L_{A95,1h}$–niveau gedurende de nachtperiode in beschouwing te nemen. Dit gemiddelde werd berekend in overeenstemming met de technische bepalingen van VLAREM II. Het betreft hier het rekenkundige gemiddelde van de laagste 4 uurwaarden gedurende de nachtperiode die werden opgemeten onder vergelijkbare en representatieve omstandigheden.

Het omgevingsgeluid tijdens de nachtperiode – gemiddeld over de totale meetcampagne –, werd berekend en dit voor de verschillende windsectoren. Hiervoor werd er een onderscheid gemaakt tussen acht verschillende sectoren nl.:

Tabel 2-18: De verschillende windsectoren

Windsector	van	tot
Noord	337,5°	22,5°
Noordoost	22,5°	67,5°
Oost	67,5°	112,5°
Zuidoost	112,5°	157,5°
Zuid	157,5°	202,5°
Zuidwest	202,5°	247,5°
West	247,5°	292,5°
Noordwest	292,5°	337,5°



Voor de berekening van de gemiddelden per windrichting werden enkel de waarden gemeten bij een gemiddelde windsnelheid kleiner dan 5 m/s in aanmerking genomen.

De resultaten de uitgevoerde metingen van het totale omgevingsgeluid van 2014 worden vergeleken met de resultaten van de meetcampagnes Vinçotte van september 2009, alsook met de geldende milieukwaliteitsnorm (MKN).

Tabel 2-19: resultaten van de immissiemeting en vergelijking met MKN

Punt	Meet-periode	Gemiddeld $L_{A95,1h}$ nachtperiode in dB(A)								MKN in dB(A)
		N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	
Mpt-1	Sept 2009	48,9	50,0	49,8	50,2	**50,5**	49,8	49,0	(49,0)	45
	Sept 2014	46,5	49,1	49,5	48,4	(-)	47,9	48,0	(-)	
Mpt-2	Sept 2009	**48,1**	48,9	(44,2)	42,7	40,5	40,2	41,5	**(45,7)**	45
	Sept 2014	**47,5**	48,4	47,1	43,8	(-)	43,1	46,2	(-)	
Mpt-3	Sept 2009	45,5	**47,1**	(35,4)	37,4	37,3	34,0	(33,8)	(37,3)	45
	Sept 2014	43,6	**44,5**	43,3	39,8	(-)	35,9	39,6	(-)	

- Waarden tussen haakjes (xx): Te weinig relevante waarden om een representatief gemiddelde te berekenen.
- Aanduiding (-): geen waarden opgemeten bij de betreffende windrichting
- Vetgedrukte waarde xx: Resultaten bij meewind van KCD naar het beschouwde meetpunt

Bij de vergelijking van de meetresultaten dient rekening gehouden te worden met de verschillende bedrijfsomstandigheden tussen september 2009 en 2014.

Mpt-1: Terreingrens Noord:

Het meetpunt bevindt zich ten noorden van KCD zodat men kan spreken van een meewindsituatie van KCD naar het meetpunt bij zuidenwind. Tijdens de meetcampagne van 2014 kwam deze windrichting niet voor. De gemeten waarden bij de hierbij meest aanleunende windrichtingen ZO en ZW liggen in 2014 ongeveer 2.0 dB(A) lager. Dit is mogelijk te wijten aan de bedrijfsomstandigheden (minder eenheden in dienst).

De milieukwaliteitsnorm (MKN) wordt hier dus nog in de grootte-orde van 5 dB overschreden, zowel bij meewind als bij andere windrichtingen.

Mpt-2: Scheldedijk Zuid:

Dit meetpunt ligt op ongeveer dezelfde afstand ten zuiden van KCD. Bij meewind, van KCD naar het referentiepunt dus noord- of noordwestenwind, bedraagt het in september 2014 gemeten omgevingsgeluid 47,5 à 48,5 dB(A). Deze waarden liggen slechts 0,5 dB(A) lager dan in september 2009.

De milieukwaliteitsnorm (MKN) wordt hier dus in de grootte-orde van 1 à 3 dB overschreden bij meewind.

Mpt-3: Lindenhofstraat West:

Het meetpunt ligt verder van andere industriële installaties – vreemd aan KCD – vandaan. Het totale gemeten omgevingsgeluid, tijdens de meetcampagne van september 2014, bij meewind van het industriegebied naar het referentiepunt bedroeg 44,5 dB(A), wat een daling is met 2,6 dB(A) ten opzichte van de situatie in september 2009.

Op basis van de voorliggende resultaten mag aangenomen worden dat bij meewind de milieukwaliteitsnorm MKN van 45 dB(A) gerespecteerd wordt.

2.3.2.2 Beschrijving van de geluidsemissie

In november-december 2009 werd door Vinçotte een uitgebreide broninventarisatie uitgevoerd van de meest relevante, buiten gelegen bronnen die een mogelijke impact kunnen hebben op het omgevingsgeluid. Hierbij dient een onderscheid gemaakt te worden tussen bronnen die continu in werking zijn, en bronnen die slechts een beperkt gedeelte van de tijd werkelijk in bedrijf zijn. Zo beschikt het bedrijf over noodgroepen en nood koel condensors, verspreid over de site, die in principe enkel in noodsituaties in werking zijn, maar om veiligheids- en onderhoudsredenen ook elk afzonderlijk maandelijks worden getest.

Het geluidsvermogen van deze bronnen, zowel de continue als de niet-continue, werd bepaald met behulp van intensiteitsmetingen en/of geluidsdrukmetingen. Verschillende installaties zijn identiek voor de afzonderlijke centrales – Doel 1-2, Doel 3, Doel 4 – en werden dus niet telkens opnieuw opgemeten. Ook voor grotere installaties, zoals de hulpkoeltorens, werden metingen uitgevoerd op een representatief staal, waaruit daarna het geluidsvermogen, per 1/3-oktaaf, van de volledige installatie werd bepaald.

Voor de geluidsbronnen die onderdeel uitmaken van de toestand 2013-2014 maar niet zijn opgenomen in de broninventarisatie van 2009 of dewelke werden vervangen, werd het geluidsvermogenniveau door Tractebel Engineering ter plaatste opgemeten tijdens een representatieve bedrijfstoestand op 3 juni 2020.

Het specifiek geluid van nieuwe geluidsbronnen met meer dan 10% werking in de beoordelingsperiode zijn te toetsen aan de limietwaarde voor continue geluiden voor 'nieuwe inrichtingen'. De noodgroepen[8] (nieuwe discontinue bronnen) hebben ten allen tijde een werkingsduur van minder dan 10% van de dagperiode. De nieuwe bronnen zijn als incidentele geluiden te beschouwen. Daar de limietwaarden voor incidentele geluiden toleranter zijn als deze voor continue geluiden, kan men stellen dat de noodgroepen eveneens ruim voldoen aan de geldende limietwaarde voor incidentele geluiden.

N.b.: Onderstaande tabellen geven een overzicht van de geluidsvermogens LwA van de beschouwde continue en discontinue bronnen.

[8] De 'Best'-pompen en -dieselgeneratoren (nieuwe discontinue bronnen) worden periodiek getest in het GUM-gebouw met openstaande rolpoort. In de geluidsoverdrachtsberekening werd als worst-case een open lucht opstelling vooropgesteld.

2.3.2.2.1 Continue bronnen

Bron-groep	Omschrijving	**Beschouwde geluidsvermogens** in dB(A) re 1 pW
		2013-2014
1	Doel 1 – Transformators	102,6
2	Doel 1 – Ventilatie reactorgebouw	102,3
3	Doel 2 – Transformators	102,6
4	Doel 2 – Ventilatie reactorgebouw	102,3
5	Doel 1&2 – Hulpkoeltorens	107,0
6	Doel 1&2 – Machinezaal	104,0
7	Doel 1&2 – Watervang	102,9
8	Doel 1&2 – Ventilatie GNH	100,3
9	Doel 3 – Hoofdtransformators	98,9
10	Doel 3 – Bijtransformators thv van MAZ	92,0
11	Doel 3 – Bijtransformators tussen MAZ en CGB	87,4
12	Doel 3 – Hulpkoeltoren – ventilator op hoge snelheid	111,7
13	Doel 3 – Koelcompressor type Yoric	100,8
14	Doel 3 – Machinezaal – ramen en verluchtingsroosters	103,2
15	Doel 3 – Ventilatie BKR noordzijde	103,7
16	Doel 3 – Ventilatie BKR zuidzijde	103,7
16a	Doel 3 – Ventilatie GEH	96,0
17	Doel 4 – Hoofdtransformators	98,9
18	Doel 4 – Bijtransformators thv van MAZ	92,0
19	Doel 4 – Bijtransformators tussen MAZ en CGB	87,4
20	Doel 4 – Hulpkoeltoren – ventilator op hoge snelheid	111,7
21	Doel 4 – Koelcompressor type Carrier	99,2
22	Doel 4 – Machinezaal – ramen en verluchtingsroosters	102,8
23	Doel 4 – Ventilatieroosters op het dak GEH	94,8
24	Doel 4 – Ventilatie BKR noordzijde	109,7
25	Doel 4 – Ventilatie BKR zuidzijde	108,4
26	Doel 3&4 – Watervang	95,5
27	Doel 1&4 – Koeltoren	117,8
28	Doel 1&4 – Circulatiepompen	109,3
29	Doel 1&4 – Bijvulpompen	103,3
30	Doel 2&3 – Koeltoren	117,8
31	Doel 2&3 – Circulatiepompen	103,2
32	Doel 2&3 – Bijvulpompen	98,4
33	WAB – Hulpkoeltorens	107,0
TOTAAL GEINSTALLEERD LwA op de KCD-site		**123,4**

Het totale geluidsvermogen van de continue bronnen van KCD bedraagt dus 123,4 dB(A). Hiervan is 55% toe te schrijven aan de twee koeltorens, die samen een geluidsvermogen hebben van 120,8 dB(A). De hulpkoelers vertegenwoordigen nog eens 20%. De uitstraling van de wanden van de machinezalen, en de ventilatie van bunkers en reactorgebouwen leveren een 15% van het totale vermogen.

Sommige geluidsbronnen of -brongroepen vertonen een tonaal karakter, voor het globaal geluidsvermogenniveau van KCD is dat echter niet meer het geval.

2.3.2.2.2 Discontinue bronnen

n°	Omschrijving		Totaal geluidsvermogen in dB(A) re 1pW
		Aantal	2013-2014
	Doel 1&2 – Diesel generatoren (4,3 MWth)	2	111,2
2	Doel 1&2 – Veiligheiddieselgeneratoren (6,2 MWth)	4	Buiten dienst
3	Doel 1&2 – Nooddieselgeneratoren (6,1 MWth)	2	115,1
4	Doel 1&2 – EC en PL-kring noodkoelers	3	115,9
5	Doel 3 – Nooddieselgeneratoren (12,6 MWth)	4	125,6
6	Doel 3 – Rookgasschouwen van de veiligheiddieselgeneratoren (5,7 MWth)	3	106,8
7	Doel 4 – Nooddieselgeneratoren (12,6 MWth)	3	124,4
9	Doel 4 – Rookgasschouwen van de veiligheiddieselgeneratoren (5,7 MWth)	3	106,8
Totaal geluidsvermogenniveau DISCONTINUE bronnen			**128,6 dB(A)**

Het geheel van de discontinue bronnen vertegenwoordigt een geluidsvermogenniveau van 128,6 dB(A), waarvan echter onder normale omstandigheden slechts een beperkt deel gedurende een beperkte tijd, en niet-simultaan, in werking is.

2.3.2.3 Geluidsoverdrachtsberekening

De geluidoverdrachtsberekeningen werden uitgevoerd op basis van de beschikbare gegevens zoals omschreven in de vorige paragraaf, met behulp van het model “GEOMILIEU” volgens de norm ISO 9613-2. Bij de berekening werd rekening gehouden met de juiste ligging van de verschillende geluidsbronnen, de afstand tussen bron en referentiepunt, luchtabsorptie, eventuele schermeffecten en de invloed van de bodem. De berekeningen werden uitgevoerd voor de meest kritische windrichting, t.t.z. de windrichting van iedere geluidsbron naar ieder referentiepunt. Voor de luchtvochtigheid en de temperatuur werd respectievelijk 70% en 10°C genomen. De berekeningen werden uitgevoerd voor de genormaliseerde 1/3 octaafbanden tussen 25 Hz en 10 kHz.

Het specifiek geluid (Lsp) van KCD werd berekend op verschillende referentiepunten.

Mpt 1, 2 en 3 zijn identiek aan de meetpunten waarop eerder immissiemetingen werden uitgevoerd. De punten met code IP-1x liggen ter hoogte van de dichtstbij gelegen woningen maar op meer dan 200 m van de terreingrens. Aangezien het specifiek geluid van een inrichting echter op 200 m van de terreingrens wordt geëvalueerd, werden, in de verschillende windrichtingen referentiepunten gekozen met code IP-2x, juist op de 200 m grens rondom de vergunde percelen van KCD.

Voor de evaluatie van de geluidsemissie dient het specifiek geluid van de continue bronnen van KCD vergeleken te worden met de voorwaarden van VLAREM II. Daarbij dient te worden voldaan aan de voorwaarden voor een **bestaande klasse 1-inrichting**. Deze kunnen als volgt samengevat worden:

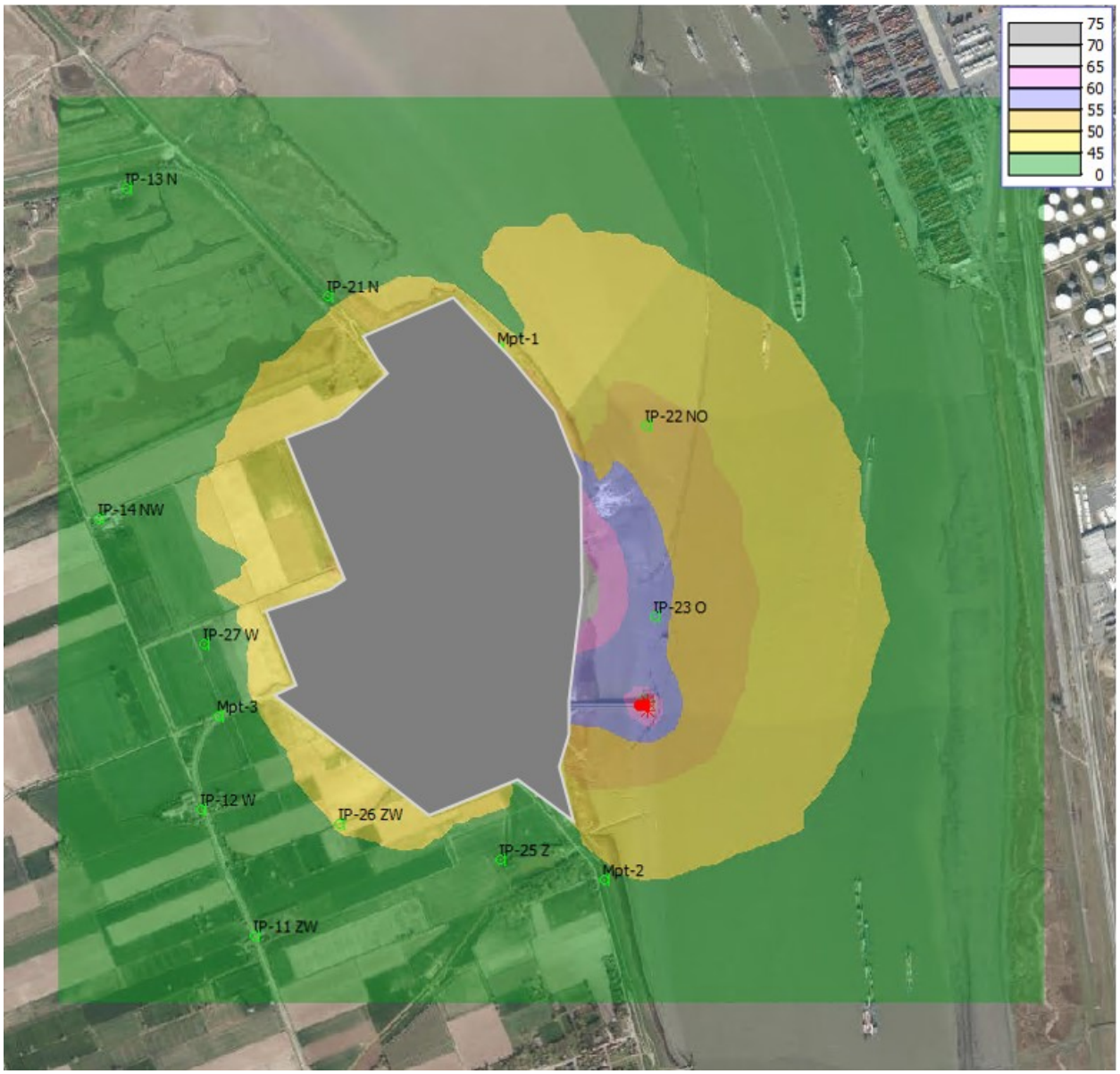
- Indien het specifiek geluid **Lsp** van de inrichting **lager** blijft dan **of ten hoogste gelijk** is aan de **geldende richtwaarde, voldoet de inrichting** aan de geluidseisen van VLAREM II, en zijn er dus geen bijkomende milderende maatregelen noodzakelijk.
- Indien het specifiek geluid **Lsp** de richtwaarde echter **overschrijdt**, **maar** deze overschrijding **beperkt blijft tot ten hoogste 10 dB(A) kan** de vergunningverlenende overheid, op advies van de afdeling bevoegd voor vergunningen voor de inrichting, een **saneringsplan opleggen** overeenkomstig de bepalingen in VLAREM II, bijlage 4.5.3.
- Indien het specifiek geluid **Lsp** blijkt een **overschrijding** te hebben **groter dan 10 dB(A)**, moet de exploitant van de betrokken inrichting op eigen initiatief een **saneringsplan opstellen** en uitvoeren overeenkomstig de bepalingen in VLAREM II, bijlage 4.5.3.

Daar de immissiepunten zich allen op minder dan 500 m van een industriegebied bevinden, dient **als limietwaarde de richtwaarde gedurende de nachtperiode voor gebieden op minder dan 500 m van een industriegebied in beschouwing te worden genomen, nl. 45 dB(A).**

2.3.2.3.1 Continue bronnen

Er werden twee berekeningen uitgevoerd volgens de werkingstoestand van de geluidsbronnen. In de eerste berekening worden de totale geluidsbijdrage berekend van alle continu werkende bronnen. Gezien er geen verschil is in de bedrijfstoestanden van de continue bronnen tijdens de dag-, avond- en nachtperiode moet er geen periode afhankelijke immissietoestand worden berekend. De toetsing van de berekende waarde wordt uitgevoerd voor de meest kritische beoordelingsperiode, namelijk de nachtperiode: 45 dB(A) op 200 m van de terreingrens (bij ontstentenis van woningen binnen een afstand van 200 m tot de terreingrens). De bijdrage van niet-continue bronnen zoals noodgroepen wordt verder besproken.

De berekende geluidsuitbreiding naar de omgeving wordt voorgesteld aan de hand van ingekleurde geluidscontouren (: geluidskaart). Een geluidscontour wordt daarbij gevormd door rasterpunten van gelijk geluidsdrukniveau met elkaar te verbinden. Op de geluidscontourenkaart worden zones met een gelijke geluidsbelasting (geluidsbelastingsklasse) in eenzelfde kleur weergegeven waardoor een duidelijk visueel overzicht bestaat van de geluidsvoortplanting. De kritische zone, zijnde de zone waarbinnen het geluidsdrukniveau een bepaalde hinderwaarde (nl. toepasbare Vlarem II richtwaarde) overschrijdt, is daarbij duidelijk te identificeren. Met de geluidscontouren kaart wordt inzicht verkregen op de verspreidingswijze en de uitgestrektheid van de geluidshinder.



Op bovenstaande figuur wordt de geluidskaart weergegeven berekend op basis van geluidsvermogens van de continue bronnen van KCD. De geluidscontouren worden weergegeven vanaf 45 dB(A) met een stapgrootte van 5 dB(A) t.e.m. de geluidcontourwaarde van 75 dB(A).

Hieruit blijkt dat het specifiek geluid van de continue bronnen op 200 m van de terreingrens aan de oostkant, dus in het natuurgebied langs de Schelde, het hoogst is en er varieert van 45 tot 60 dB(A). Van zuid over west tot noord, varieert het Lsp voor de continue bronnen grotendeels onder 45 dB(A) en voldoet hier dus aan de richtwaarde. Verder naar het noordoosten loopt het specifiek geluid terug op naar 50 dB(A) en meer.

Daarnaast werd het specifiek geluid voor KCD in absolute waarde voor de bovenvermelde referentiepunten (incl. evaluatiepunten en meetpunten) berekend.

Toestand 2013-2014		Overschrijding Vlarem II richtwaarde (dB(A))		
Naam	Lsp	D:50	A:45	N:45
IP-11 ZW_A	40.7	-	-	-
IP-12 W_A	41.4	-	-	-
IP-13 N_A	38.2	-	-	-
IP-14 NW_A	41.3	-	-	-
IP-21 N_A	44.6			
IP-22 NO_A	51.7	1.7	6.7	6.7
IP-23 O_A	56.6	6.6	11.6	11.6
IP-25 Z_A	43.1			
IP-26 ZW_A	45.3			
IP-27 W_A	43.4			
Mpt-1_A	48.7			
Mpt-2_A	43.4			
Mpt-3_A	43.6			

$L_{sp} < RW$
$RW < L_{sp} < RW + 10$
$L_{sp} > RW + 10$

Enkel de omkaderde referentiepunten worden getoetst aan de Vlarem II richtwaarde aangezien deze zich bevinden op een afstand van 200 m tot de terreingrens. De referentiepunten aan de nabije woningen (IP-1x) dienen strikt genomen niet te worden getoetst aan de richtwaarde omdat ze zich bevinden op een afstand van meer dan 200 m van de terreingrens. Omdat mpt 1 zich op de terreingrens bevindt is dit ook geen evaluatiepunt.

Uit de berekeningen blijkt dat gedurende de **avond- en nachtperiode** het specifiek geluid van KCD de richtwaarde overschrijdt ter hoogte van referentiepunten IP-22 NO en IP-23 O. Deze overschrijding ter hoogte van IP-23 O, dus op 200 m oosten van de terreingrens, is groter dan 10 dB(A), wat op zich wil zeggen dat de exploitant op eigen initiatief hiervoor een saneringsplan[9] dient uit te werken.

Invloed op het omgevingsgeluid: Naast de bovenvermelde toetsing van het berekend specifiek met de toepasbare richtwaarde van Vlarem II wordt bij de bepaling van de effectscore in het significantiekader

[9] In 2010 werd reeds een saneringstudie uitgevoerd m.b.t. de geluidsimpact afkomstig van de koeltorens. In een studie uitgevoerd door Technum (Studie geluidsanering koeltorens; 090-390-0225 14/06/2012) werd het vallend water als oorzaak van de geluidsemissie geïdentificeerd. Daarnaast werden een aantal mogelijke maatregelen voorgesteld om de geluidsbijdrage naar de omgeving te reduceren:

De haalbaarheid van de saneringsmaatregelen werd onderzocht door de constructeur Hamon Thermal Europe en het studiebureau Tractebel. Het aanpassen van de koeltoren is uit economisch en veiligheid standpunt niet verantwoord.

ook rekening gehouden met de verwachte impact van het specifiek geluid op het omgevingsgeluid. Het geluidsniveau van het omgevingsgeluid op een bepaalde locatie wordt bepaald door de cumulatieve van alle in de omgeving aanwezige geluidsbronnen, waaronder het industrielawaai aan de overzijde van de Schelde. Het specifiek geluid van KCD vormt aldus een onderdeel van het omgevingsgeluid.

Om de impact van het specifiek geluid van KCD op het omgevingsgeluid te kunnen bepalen is er eerst kennis nodig van het oorspronkelijk omgevingsgeluid, namelijk het omgevingsgeluid dat men zou opmeten wanneer KCD volledig inactief is. Dat opgemeten omgevingsgeluid wordt beschouwd als het oorspronkelijk omgevingsgeluid (afgekort OOG). Aangezien er geen metingen kunnen uitgevoerd worden met KCD niet in werking, dient men het OOG te berekenen aan de hand van het logaritmisch verschil tussen het omgevingsgeluid destijds opgemeten in de meetpunten rondom KCD onder meewindconditie en het berekend specifiek geluid van KCD van de continue bronnen t.h.v. de meetpunten aan de hand van het overdachtsmodel. De **bepaling van het OOG** werd reeds uitgevoerd in het MER 2010 waarbij een berekend OOG van **gemiddeld 45,6 dB(A)** werd bepaald in de meetpunten.

Op basis van het ingeschat oorspronkelijk omgevingsgeluid kunnen vervolgens de significantieniveaus volgens het significantiekader ter hoogte van de verschillende referentiepunten worden bepaald, zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2-20: Significantieniveaus voor geluid in toestand 2013-2014

Toestand 2013-2014							
Naam	Lsp	OOG	TOT = Lsp+OOG	Δ TOT-OOG	Tussen-score	Overschrijding Lsp vs RW	Eindscore
IP-11 ZW_A	40.7	45.6	46.8	1.2	-1	-4.3	-1
IP-12 W_A	41.4	45.6	47	1.4	-1	-3.6	-1
IP-13 N_A	38.2	45.6	46.3	0.7	0	-6.8	0
IP-14 NW_A	41.3	45.6	47	1.4	-1	-3.7	-1
IP-21 N_A	44.6	45.6	48.1	2.5	-1	-0.4	-1
IP-22 NO_A	51.7	45.6	52.7	7.1	-3	6.7	-2
IP-23 O_A	56.6	45.6	56.9	11.3	-3	11.6	-3
IP-25 Z_A	43.1	45.6	47.5	1.9	-1	-1.9	-1
IP-26 ZW_A	45.3	45.6	48.5	2.9	-1	0.3	-1
IP-27 W_A	43.4	45.6	47.6	2.0	-1	-1.6	-1
Mpt-1_A	48.7	45.6	50.4	4.8	-2	3.7	-2
Mpt-2_A	43.4	45.6	47.6	2.0	-1	-1.6	-1
Mpt-3_A	43.6	45.6	47.7	2.1	-1	-1.4	-1

Ter hoogte van de dichtstbij gelegen woningen (IP-1x) rond KCD vinden we een significantieniveau (eindscore) van 0 of –1 terug wat inhoudt dat KCD er een verwaarloosbare tot 'gering negatieve' impact heeft. Hier dient te worden opgemerkt dat deze punten strikt gezien niet in aanmerking komen als Vlarem II evaluatiepunten gezien de afstand van de woningen tot de perceelsgrens meer dan 200 m bedraagt.

In de Vlarem II evaluatiepunten (IP-2x) wordt een significantieniveau van -1 bekomen ten aanzien van de noordelijke, zuidelijke en westelijke zone. In de oostelijke zone wordt een significantieniveau van -2 (=

‘negatieve’ impact) bekomen in het noordoosten en een significantieniveau van -3 (= ‘significant negatieve’ impact) in het oosten, gelegen in het natuurgebied langs de Schelde.

2.3.2.3.2 Discontinue bronnen

Naast de continu werkende machines met permanente geluidsemissie tijdens dag-, avond- en nachtperiode, beschikt KCD over een aantal stroomgeneratoren en pompen om in te schakelen in het geval van calamiteiten. Deze noodinstallaties, deels op aanhangwagen gemonteerde installaties, staan verspreid opgesteld over de site, in een technisch gebouw (met uitzondering van één nooddieselgenerator van het magazijn en één pomp aan Doel ½). De geluidsemissieniveaus van de discontinue bronnen werden reeds bepaald tijdens de broninventarisatie van 2009. Echter, de vier veiligheidsdieselgeneratoren (PKD-D0/DG 12,14,22,24) werden uit de broninventarisatie van 2009 buiten dienst gesteld en vervangen door vijf nieuwe machines, allen opgesteld in een gecompartimenteerde betonnen gebouw met aan- en afblaasrooster en een batterij koeleenheden in open lucht.

De noodinstallaties zijn permanent buiten werking en worden enkel kortstondig in werking gesteld voor het uitvoeren van maandelijkse testen en bij onderhoud.

Al deze noodinstallaties zijn nooit gelijktijdig in werking, tenzij uiteraard in een noodtoestand. Er zal daarom een gemiddelde tijdsgewogen impact bepaald worden op basis van de verstrekte gegevens van de tellerstanden (draaiuren) van de noodinstallaties opgenomen in 2013 en 2014.

In noodtoestand bij calamiteiten kan de geluidsbijdrage bij een gelijktijdige werking van alle noodinstallaties oplopen tot een maximaal specifiek geluid dat ca. 20 dB(A) meer bedraagt dan het hierna berekend ‘tijdsgewogen totaal specifiek geluid’ van de niet-continue bronnen. In dergelijke situatie is de impact naar de omgeving vergelijkbaar met de huidige impact van de continue bronnen.

Tijdens LTO is het bijkomend testen niet wenselijk.

Er van uitgaande dat er 220 werkdagen zijn in een jaar, en 12 uur in een dagperiode werd de daggemiddelde werkingsduur bepaald per noodgroep. In combinatie met het specifiek geluid van elke individuele noodgroep, berekend op basis van het overdrachtsmodel, werd de tijdsgewogen bijdrage van elke noodgroep bepaald. De logaritmische som van al deze individuele bijdragen geeft dan het gemiddeld specifiek geluid van het geheel van deze niet-continue noodinstallaties van KCD ter hoogte van de beschouwde referentiepunten.

Naam	2013-2014
IP-11 ZW_A	20.3
IP-12 W_A	21.4
IP-13 N_A	26.8
IP-14 NW_A	32.2
IP-21 N_A	32.1
IP-22 NO_A	38.7
IP-23 O_A	33.1
IP-25 Z_A	25.8
IP-26 ZW_A	28.9
IP-27 W_A	33.9
Mpt-1_A	40.3
Mpt-2_A	26.4
Mpt-3_A	28.2

Dit 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' van de niet-continue bronnen blijft op alle referentiepunten ruimschoots onder het specifiek geluid van de continue bronnen.

De logaritmische som van het 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' van de niet-continue bronnen met de continue bronnen en de toetsing ervan aan de richtwaarde van 50 dB(A) tijdens de dagperiode (vermits de niet-continue bronnen enkel overdag worden getest), wordt voor de referentiepunten in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2-21: Tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2013-2014

Toestand 2013-2014 Naam	Continue bronnen Lsp	Niet-continue bronnen 'Tijdsgewogen' Lsp	Continue + Niet continue bronnen TOT Lsp	Overschrijding TOT vs RW 50 (dagperiode)
IP-11 ZW_A	40.7	20.3	40.7	-
IP-12 W_A	41.4	21.4	41.4	-
IP-13 N_A	38.2	26.8	38.5	-
IP-14 NW_A	41.3	32.2	41.8	-
IP-21 N_A	44.6	32.1	44.8	-
IP-22 NO_A	51.7	38.7	51.9	+1.9
IP-23 O_A	56.6	33.1	56.6	+6.6
IP-25 Z_A	43.1	25.8	43.2	-
IP-26 ZW_A	45.3	28.9	45.4	-
IP-27 W_A	43.4	33.9	43.9	-
Mpt-1_A	48.7	40.3	49.3	-
Mpt-2_A	43.4	26.4	43.5	-
Mpt-3_A	43.6	28.2	43.7	-

De logaritmische som van beiden, blijft op de meeste punten onder de richtwaarde voor de dagperiode, behalve voor de referentiepunten IP-22-NO en IP-23 O, gelegen in het natuurgebied op 200 m van de terreingrens in het oosten en noordoosten. Op deze punten overschrijdt dit 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' de richtwaarde voor de dagperiode met ca. 2 tot 6 dB(A). Met enkel de bijdrage van de continue bronnen wordt reeds een overschrijding van de richtwaarde 50 dB(A) bekomen. Het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue geluidsbronnen zorgt enkel in referentiepunt IP-22 NO voor een verwaarloze extra overschrijding van 0,2 dB(A). In referentiepunt IP-23 O wordt geen extra overschrijding bekomen door de niet-continue bronnen in het cumulatief geluidsniveau.

Tenslotte zou men het geluid, geproduceerd door de discontinue bronnen, apart in beschouwing kunnen nemen als incidenteel geluid dat moet worden getoetst aan de desbetreffende richtwaarden, zijnde 65 dB(A) overdag en 55 dB(A) 's avonds en 's nachts. Deze richtwaarden voor het incidenteel geluid worden voor alle referentiepunten ruim onderschreden. Dit werd reeds bevestigd in het MER 2010.

De berekende geluidsuitbreiding naar de omgeving van het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue bronnen wordt voorgesteld aan de hand van ingekleurde geluidscontouren (: geluidskaart). Een geluidscontour wordt daarbij gevormd door rasterpunten van gelijk geluidsdrukniveau met elkaar te verbinden. Op de geluidscontouren kaart worden zones met een gelijke geluidsbelasting (geluidsbelastingsklasse) in eenzelfde kleur weergegeven waardoor een duidelijk visueel overzicht bestaat van de geluidsvoortplanting. De kritische zone, zijnde de zone waarbinnen het geluidsdrukniveau een bepaalde hinderwaarde (nl. toepasbare Vlarem II richtwaarde) overschrijdt, is daarbij duidelijk te identificeren. Met de geluidscontouren kaart wordt inzicht verkregen op de verspreidingswijze en de uitgestrektheid van de geluidshinder.

Op bovenstaande figuur wordt de geluidskaart weergegeven voor het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue bronnen van KCD. De geluidscontouren worden weergegeven vanaf 45 dB(A) met een stapgrootte van 5 dB(A) t.e.m. de geluidcontourwaarde van 75 dB(A).

Hieruit blijkt dat het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue bronnen de Vlarem II richtwaarde van 50 tijdens de dagperiode nergens overschrijdt in de omgeving van KCD. Uit de geluidskaart blijkt zelfs dat de hindercontour van 50 dB(A) zich volledig situeert op het terrein van KCD.

Zoals voor continue bronnen werd toegepast kan voor de combinatie van de continue en niet-continue bronnen het effect op het omgevingsgeluid en het significantieniveau ter hoogte van de verschillende referentiepunten voor het 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' worden bepaald.

Tabel 2-22: Significantieniveau obv tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2013-2014

Toestand 2013-2014 Naam	Continue + Niet continue bronnen Lsp	OOG	TOT = Lsp+OOG	Δ TOT-OOG	Tussen-score	Overschrij-ding Lsp vs RW	Eind-score
IP-11 ZW_A	40.7	45.6	46.8	1.2	-1	-9.3	-1
IP-12 W_A	41.4	45.6	47	1.4	-1	-8.6	-1
IP-13 N_A	38.5	45.6	46.4	0.8	0	-11.5	0
IP-14 NW_A	41.8	45.6	47.1	1.5	-1	-8.2	-1
IP-21 N_A	44.8	45.6	48.2	2.6	-1	-5.2	-1
IP-22 NO_A	51.9	45.6	52.8	7.2	-3	1.9	-2
IP-23 O_A	56.6	45.6	56.9	11.3	-3	6.6	-2
IP-25 Z_A	43.2	45.6	47.6	2.0	-1	-6.8	-1
IP-26 ZW_A	45.4	45.6	48.5	2.9	-1	-4.6	-1
IP-27 W_A	43.9	45.6	47.8	2.2	-1	-6.1	-1
Mpt-1_A	49.3	45.6	50.8	5.2	-2	-0.7	-1
Mpt-2_A	43.5	45.6	47.7	2.1	-1	-6.5	-1
Mpt-3_A	43.7	45.6	47.8	2.2	-1	-6.3	-1

Voor het 'gewogen totaal specifiek geluid' van de continue en niet-continue bronnen tesamen, vinden we 'overdag' ter hoogte van de dichtstbij gelegen woningen (IP-1x) rond KCD een significantieniveau (eindscore) van 0 of –1 terug wat inhoudt dat KCD er een verwaarloosbare tot 'gering negatieve' impact heeft. Hier dient te worden opgemerkt dat deze punten strikt gezien niet in aanmerking komen als Vlarem II evaluatiepunten gezien de afstand van de woningen tot de perceelsgrens meer dan 200 m bedraagt.

In de Vlarem II evaluatiepunten (IP-2x) wordt een significantieniveau van -1 bekomen ten aanzien van de noordelijke, zuidelijke en westelijke zone. In de oostelijke en noordoostelijke zone wordt een significantieniveau van -2 (= 'negatieve' impact) bekomen, gelegen in het natuurgebied langs de Schelde.

Tijdens de nachtperiode is dit geen voorkomende evaluatietoestand vermits de niet-continue bronnen enkel tijdens de dagperiode worden getest.

2.3.3 Effectbeoordeling

2.3.3.1 Bedrijfsfase tussen 2015-2019

2.3.3.1.1 Immissiemetingen (2016-2017)

De meest recente geluidsimmissiemetingen werden uitgevoerd in 2017 door Vinçotte in het kader van MER SF2 op 3 meetpunten gedurende 18 dagen. De beschouwde meetpunten zijn identiek aan deze uit het MER van 2010 over de volledige KCD-site, en aan de meetpunten gebruikt voor het MER WMF dd 2014.

De resultaten van de recent in februari 2017 uitgevoerde metingen van het totale omgevingsgeluid worden vergeleken met de resultaten van de meetcampagnes Vinçotte van september 2009 en 2014 en Technum van september 2016 (gedurende +/- 4 weken in juni-juli 2016), alsook met de geldende milieukwaliteitsnorm (MKN).

Tabel 2-23: resultaten van de immissiemeting en vergelijking met MKN

Punt	**Meet-periode**	**Gemiddeld $L_{A95,1h}$ nachtperiode** in dB(A)								**MKN** in dB(A)
		N	**NO**	**O**	**ZO**	**Z**	**ZW**	**W**	**NW**	
Mpt-1	Sept 2009	48,9	50,0	49,8	50,2	**50,5**	49,8	49,0	(49,0)	45
	Sept 2014	46,5	49,1	49,5	48,4	(-)	47,9	48,0	(-)	
	Sept 2016	47,4	(50,5)	50,7	50,2	**50,2**	50,0	48,1	47,4	
	Feb 2017	(-)	(-)	48,0	50,5	**51,4**	50,8	49,0	(-)	
Mpt-2	Sept 2009	**48,1**	48,9	(44,2)	42,7	40,5	40,2	41,5	**(45,7)**	45
	Sept 2014	**47,5**	48,4	47,1	43,8	(-)	43,1	46,2	(-)	
	Sept 2016	**46,9**	(47,6)	43,7	40,9	40,9	41,1	42,0	**46,2**	
	Feb 2017	(-)	(-)	46,0	46,3	44,9	43,2	46,3	(-)	
Mpt-3	Sept 2009	45,5	**47,1**	(35,4)	37,4	37,3	34,0	(33,8)	(37,3)	45
	Sept 2014	43,6	**44,5**	43,3	39,8	(-)	35,9	39,6	(-)	
	Sept 2016	37,8	**(42,4)**	41,1	32,7	32,7	32,2	32,2	35,6	
	Feb 2017	(-)	(-)	40,2	41,6	40,5	37,0	36,3	(-)	

- Waarden tussen haakjes (xx): Te weinig relevante waarden om een representatief gemiddelde te berekenen.
- Aanduiding (-): geen waarden opgemeten bij de betreffende windrichting
- Vetgedrukte waarde xx:Resultaten bij meewind van KCD naar het beschouwde meetpunt

Bij de vergelijking van de meetresultaten dient rekening gehouden te worden met de verschillende bedrijfsomstandigheden tussen september 2009, 2014 en 2016 en februari 2017.

Mpt-1: Terreingrens Noord:

Het meetpunt bevindt zich ten noorden van KCD zodat men kan spreken van een meewindsituatie van KCD naar het meetpunt bij zuidenwind. Tijdens de meetcampagne van 2014 kwam deze windrichting niet voor. De gemeten waarden bij de hierbij meest aanleunende windrichtingen ZO en ZW liggen in 2014 ongeveer 2.0 dB(A) lager. Dit is mogelijk te wijten aan de bedrijfsomstandigheden (minder eenheden in dienst).

De meetcampagnes van september 2016 (Technum) en februari 2017 (Vinçotte) geven onderling vergelijkbare waarden, die bovendien in de lijn van de resultaten van 2009 liggen.

Uiteindelijk blijkt het omgevingsgeluid bij ZW, Z en ZO stabiel te blijven over de jaren, en gedurende de nacht gemiddeld ± 50,5 dB(A) te bedragen.

De milieukwaliteitsnorm (MKN) wordt hier dus nog in de grootte-orde van 5 dB overschreden, zowel bij meewind als bij andere windrichtingen.

De variatie in het omgevingsgeluid in functie van de windrichting blijft beperkt tot 3,0 dB. Dit is te verklaren doordat mpt-1 zich op relatief korte afstand bevindt van andere industriële installaties – vreemd aan KCD – gelegen aan de overkant van de Schelde.

Mpt-2: Scheldedijk Zuid:

Dit meetpunt ligt op ongeveer dezelfde afstand ten zuiden van KCD. Bij meewind, van KCD naar het referentiepunt dus noord- of noordwestenwind, bedraagt het in september 2014 gemeten omgevingsgeluid 47,5 à 48,5 dB(A). Deze waarden liggen slechts 0,5 dB(A) lager dan in september 2009.

De meettcampagnes van september 2016 (Technum) en februari 2017 (Vinçotte) geven sterk variërende resultaten. De resultaten van september 2016 liggen lager dan 2014, die van februari 2017 liggen dan weer hoger dan die van 2009. In 2017 zijn er geen waarden bij meewind.

Uiteindelijk blijkt het omgevingsgeluid bij N en NW over de jaren heen in de grootte-orde van 46 à 48 dB(A) te liggen gedurende de nacht.

De milieukwaliteitsnorm (MKN) wordt hier dus in de grootte-orde van 1 à 3 dB overschreden bij meewind.

Mpt-3: Lindenhofstraat West:

Het meetpunt ligt verder van andere industriële installaties – vreemd aan KCD – vandaan. Het totale gemeten omgevingsgeluid, tijdens de meetcampagne van september 2014, bij meewind van het industriegebied naar het referentiepunt bedroeg 44,5 dB(A), wat een daling is met 2,6 dB(A) ten opzichte van de situatie in september 2009.

Deze trend wordt bevestigd met de meetcampagne van september 2016. De resultaten van februari 2017 liggen dan weer eerder in de lijn van 2009, maar er zijn geen resultaten bij meewind.

Op basis van de voorliggende resultaten mag aangenomen worden dat bij meewind de milieukwaliteitsnorm MKN van 45 dB(A) gerespecteerd wordt.

2.3.3.1.2 Beschrijving van de geluidsemissie

Onderstaande tabellen geven een overzicht van de geluidsvermogens LwA van de beschouwde continue en discontinue bronnen.

2.3.3.1.3 Continue bronnen

De toestand met betrekking tot de geluidsemissie is voor bedrijfsfase 2015-2019 overeenkomstig met de toestand 2013 – 2014.

2.3.3.1.4 Discontinue bronnen

Tabel 2-24: Totaal geluidsvermogen van discontinue bronnen

n°	Omschrijving		Totaal geluidsvermogen in dB(A) re 1pW	
		Aantal		2015-2019
1	Doel 1&2 – Diesel generatoren (4,3 MWth)	2		111,2
2	Doel 1&2 – Veiligheiddieselgeneratoren (6,2 MWth)	4		Buiten dienst
3	Doel 1&2 – Veiligheidsdieselgeneratoren	5	nieuw	105
4	Doel 1&2 – Nooddieselgeneratoren (6,1 MWth)	2		115,1
5	Doel 1&2 – EC en PL-kring noodkoelers	3		115,9
6	Doel 3 – Nooddieselgeneratoren (12,6 MWth)	4		125,6
7	Doel 3 – Rookgasschouwen van de veiligheiddieselgeneratoren (5,7 MWth)	3		106,8
8	Doel 4 – Nooddieselgeneratoren (12,6 MWth)	3		124,4
9	Doel 4 – Rookgasschouwen van de veiligheiddieselgeneratoren (5,7 MWth)	3		106,8
10	Brandweer GUM – Best pompen	9	nieuw	114,5
11	Brandweer GUM - Best dieselgeneratoren	11	nieuw	98,5 102,5
12	Magazijn – Nooddieselgenerator	1	nieuw	91
Totaal geluidsvermogenniveau DISCONTINUE bronnen				**128,8 dB(A)**

Nota: Best = BElgian Stress Tests

Het geheel van de discontinue bronnen vertegenwoordigt een geluidsvermogenniveau van 128,8 dB(A), waarvan echter onder normale omstandigheden slechts een beperkt deel gedurende een beperkte tijd, en niet-simultaan, in werking is. Het betreft een verwaarloosbare stijging van het totaal geluidsvermogen met 0,2 dB(A) in vergelijking met de toestand 2013-2014.

2.3.3.1.5 Geluidsoverdrachtsberekening

2.3.3.1.6 Continue bronnen

Daar de toestand met betrekking tot de geluidsemissie voor de bedrijfsfase 2015-2019 overeenkomstig is met de toestand 2013 – 2014, wordt er voor de geluidseffecten verwezen naar de toestand 2013-2014.

2.3.3.1.7 Discontinue bronnen

Naast de wijzigingen die hebben plaatsgevonden voor de beschrijving van de toestand 2013-2014 werden in het GUM-gebouw van de brandweer 11 nieuwe ‘BEST dieselgeneratoren’ en 9 ‘BEST dieselpompen’ aangeworven. De geluidsvermogens van deze nieuwe bronnen werden opgemeten in juni 2020.

De noodinstallaties zijn permanent buiten werking en werden enkel kortstondig in werking gesteld voor het uitvoeren van maandelijkse testen en bij onderhoud.

Vier keer per jaar vindt er een onderhoud plaats aan de pompen (5 grote type 150 en 5 kleine type 80), waarvan 3 keer klein onderhoud waarbij men zich focust op batterijspanning en 1 keer per jaar groot onderhoud waarbij ook olie, filters e.d. worden vervangen. De techniekers voeren dan gelijktijdig ook een start uit waarbij de pomp 1 minuut tot hooguit 5 minuten draait. Dit gebeurt ter plaatse in het GUM-gebouw met geopende deuren en voor 1 pomp aan Doel ½ daar deze permanent buiten staat op Doel ½. Naast het starten van de pomp bij onderhoud wordt er maandelijks ook een test uitgevoerd van de pompen waarbij deze ook max. 5 minuten draaien. Tevens vindt er 1 keer per 3 jaren een voldebietstest plaats van

alle pompen. De draaitijd voor deze test is maximaal een half uur per pomp. Alle testen worden tijdens de dagperiode uitgevoerd.

Er van uitgaande dat er 220 werkdagen zijn in een jaar, en 12 uur in een dagperiode werd de daggemiddelde werkingsduur bepaald per noodgroep. In combinatie met het specifiek geluid van elke individuele noodgroep, berekend op basis van het overdrachtsmodel, werd de tijdsgewogen bijdrage van elke noodgroep bepaald. De logaritmische som van al deze individuele bijdragen geeft dan het gemiddeld specifiek geluid van het geheel van deze niet-continue noodinstallaties van KCD ter hoogte van de beschouwde referentiepunten.

Tabel 2-25: Gemiddeld specifiek geluid thv referentiepunten

Naam	2015-2019
IP-11 ZW_A	21.2
IP-12 W_A	23.1
IP-13 N_A	26.9
IP-14 NW_A	32.2
IP-21 N_A	32.1
IP-22 NO_A	38.7
IP-23 O_A	33.1
IP-25 Z_A	26.1
IP-26 ZW_A	29.3
IP-27 W_A	33.9
Mpt-1_A	40.3
Mpt-2_A	26.6
Mpt-3_A	28.8

* berekend in Genoise

Dit ‘tijdsgewogen totaal specifiek geluid’ van de niet-continue bronnen blijft op alle referentiepunten ruimschoots onder het specifiek geluid van de continue bronnen.

De logaritmische som van de het ‘tijdsgewogen totaal specifiek geluid’ van de niet-continue bronnen met de continue bronnen en de toetsing ervan aan de richtwaarde van 50 dB(A) tijdens de dagperiode (vermits de niet-continue bronnen enkel overdag worden getest), wordt voor de referentiepunten in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2-26: Tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2015-2019

Toestand 2015-2019 Naam	Continue bronnen Lsp	Niet-continue bronnen 'Tijdsgewogen' Lsp	Continue + Niet continue bronnen TOT Lsp	Overschrijding TOT vs RW 50 (dagperiode)
IP-11 ZW_A	40.7	21.2	40.7	-
IP-12 W_A	41.4	23.1	41.5	-
IP-13 N_A	38.2	26.9	38.5	-
IP-14 NW_A	41.3	32.2	41.8	-
IP-21 N_A	44.6	32.1	44.8	-
IP-22 NO_A	51.7	38.7	51.9	+1.9
IP-23 O_A	56.6	33.1	56.6	+6.6
IP-25 Z_A	43.1	26.1	43.2	-
IP-26 ZW_A	45.3	29.3	45.4	-
IP-27 W_A	43.4	33.9	43.9	-
Mpt-1_A	48.7	40.3	49.3	-
Mpt-2_A	43.4	26.6	43.5	-
Mpt-3_A	43.6	28.8	43.7	-

De logaritmische som van beiden, blijft op de meeste punten onder de richtwaarde voor de dagperiode, behalve voor de referentiepunten IP-22-NO en IP-23 O, gelegen in het natuurgebied op 200 m van de terreingrens in het oosten en noordoosten. Op deze punten overschrijdt dit 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' de richtwaarde voor de dagperiode met ca. 2 tot 6 dB(A). Met enkel de bijdrage van de continue bronnen wordt reeds een overschrijding van de richtwaarde 50 dB(A) bekomen. Het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue geluidsbronnen zorgt enkel in referentiepunt IP-22 NO voor een verwaarloze extra overschrijding van 0,2 dB(A). In referentiepunt IP-23 O wordt geen extra overschrijding bekomen door de niet-continue bronnen in het cumulatief geluidsniveau. Hiermee blijft de effectbeoordeling identiek aan de toestand 2013-2014.

De berekende geluidsuitbreiding naar de omgeving van het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue bronnen wordt voorgesteld aan de hand van ingekleurde geluidscontouren (: geluidskaart). Een geluidscontour wordt daarbij gevormd door rasterpunten van gelijk geluidsdrukniveau met elkaar te verbinden. Op de geluidscontouren kaart worden zones met een gelijke geluidsbelasting (geluidsbelastingsklasse) in eenzelfde kleur weergegeven waardoor een duidelijk visueel overzicht bestaat van de geluidsvoortplanting. De kritische zone, zijnde de zone waarbinnen het geluidsdrukniveau een bepaalde hinderwaarde (nl. toepasbare Vlarem II richtwaarde) overschrijdt, is daarbij duidelijk te identificeren. Met de geluidscontouren kaart wordt inzicht verkregen op de verspreidingswijze en de uitgestrektheid van de geluidshinder.

Op bovenstaande figuur wordt de geluidskaart weergegeven voor het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue bronnen van KCD. De geluidscontouren worden weergegeven vanaf 45 dB(A) met een stapgrootte van 5 dB(A) t.e.m. de geluidcontourwaarde van 75 dB(A).

Hieruit blijkt dat het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue bronnen de Vlarem II richtwaarde van 50 tijdens de dagperiode nergens overschrijdt in de omgeving van KCD. Uit de geluidskaart blijkt zelfs dat de hindercontour van 50 dB(A) zich volledig situeert op het terrein van KCD.

Zoals voor continue bronnen werd toegepast kan voor de combinatie van de continue en niet-continue bronnen het effect op het omgevingsgeluid en het significantieniveau ter hoogte van de verschillende referentiepunten voor het 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' worden bepaald.

Tabel 2-27: Significantieniveau obv tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2015-2019

Toestand 2015-2019 Naam	Continue + Niet continue bronnen Lsp	OOG	TOT = Lsp+OOG	Δ TOT-OOG	Tussen-score	Overschrijding Lsp vs RW	Eind-score
IP-11 ZW_A	40.7	45.6	46.8	1.2	-1	-9.3	-1
IP-12 W_A	41.5	45.6	47	1.4	-1	-8.5	-1
IP-13 N_A	38.5	45.6	46.4	0.8	0	-11.5	0
IP-14 NW_A	41.8	45.6	47.1	1.5	-1	-8.2	-1
IP-21 N_A	44.8	45.6	48.2	2.6	-1	-5.2	-1
IP-22 NO_A	51.9	45.6	52.8	7.2	-3	1.9	-2
IP-23 O_A	56.6	45.6	56.9	11.3	-3	6.6	-2
IP-25 Z_A	43.2	45.6	47.6	2.0	-1	-6.8	-1
IP-26 ZW_A	45.4	45.6	48.5	2.9	-1	-4.6	-1
IP-27 W_A	43.9	45.6	47.8	2.2	-1	-6.1	-1
Mpt-1_A	49.3	45.6	50.8	5.2	-2	-0.7	-1
Mpt-2_A	43.5	45.6	47.7	2.1	-1	-6.5	-1
Mpt-3_A	43.7	45.6	47.8	2.2	-1	-6.3	-1

Voor het 'gewogen totaal specifiek geluid' van de continue en niet-continue bronnen tesamen, vinden we 'overdag' ter hoogte van de dichtstbij gelegen woningen (IP-1x) rond KCD een significantieniveau (eindscore) van 0 of –1 terug wat inhoudt dat KCD er een verwaarloosbare tot 'gering negatieve' impact heeft. Hier dient te worden opgemerkt dat deze punten strikt gezien niet in aanmerking komen als Vlarem II evaluatiepunten gezien de afstand van de woningen tot de perceelsgrens meer dan 200 m bedraagt.

In de Vlarem II evaluatiepunten (IP-2x) wordt een significantieniveau van -1 bekomen ten aanzien van de noordelijke, zuidelijke en westelijke zone. In de oostelijke en noordoostelijke zone wordt een significantieniveau van -2 (= 'negatieve' impact) bekomen, gelegen in het natuurgebied langs de Schelde.

Tijdens de nachtperiode is dit geen voorkomende evaluatietoestand vermits de niet-continue bronnen enkel tijdens de dagperiode worden getest.

Hiermee blijft de effectbeoordeling identiek aan de toestand 2013-2014.

2.3.3.2 Beschrijving van de geluidsimpact werkzaamheden LTO

In de aanlegfase LTO worden twee bouwprojecten voorzien:

- CFVS-gebouwen (met FCV)
- FE-pompgebouw (op geboorde palen)

De werf voor het FE-gebouw wordt deels gelijktijdig met de werf voor de CFVS-gebouwen uitgevoerd. Om een conservatieve inschatting te maken wordt er voor de geluidsimpact ervan uitgegaan dat beide werven gelijktijdig worden uitgevoerd.

Een werf veroorzaakt vele vormen van geluidsoverlast als gevolg van:

- Machines, materieel en werkzaamheden die lawaai maken.
- Een slechte opstelling van de geluidsbronnen (dichtbij woningen, afwezigheid van een geluidsmaatregel, enz.).
- Geschreeuw en bepaalde gedragingen.

Elke werf zorgt voor specifieke geluidsemissies naargelang het type van werkzaamheden dat uitgevoerd wordt. Bovendien wijzigen deze geluidsemissies naarmate de werkzaamheden vorderen.

De voornaamste werkzaamheden voor het project met kans op geluids-/trillingshinder worden hierna opgesomd:

- Voor FE-pompgebouw wordt paalfundering voorzien.
- De uitgegraven grond moet worden afgevoerd en de bouw-/funderingsmaterialen worden aangevoerd.

In Tabel 2-28 worden de werktuigen die bij bovenvermelde werkzaamheden worden ingezet weergegeven:

- Graafmachines
- Torenkranen
- Schroefpaalmachine
- Hoogtewerkers (schaarliften)
- Stroomgenerator
- Klein bouwgereedschap
- Betonmixers

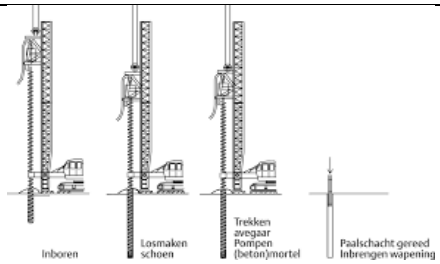
N.b.: er worden geen bemalingen voorzien, aldus geen bemalingspompen.

De geluidsblootstelling van de werkzaamheden hangt af van de omgeving van de werf, de vordering van de werken en het merkbare verschil tussen de theoretische geluidsemissie (begrensd door het KB van 6 maart 2002 betreffende het geluidsvermogen van materieel voor gebruik buitenshuis) en de werkelijke geluidsemissie ervan.

Het geluidsvermogenniveau van de opgegeven werktuigen wordt volgens de technische specificaties opgenomen in onderstaande tabel. Bij ontstentenis van gegevens werd het geluidsgegeven van een typerend werktuig opgegeven.

Desalniettemin moet elk werktuig voldoen aan het maximaal toelaatbaar geluidsvermogenniveau volgens het KB van 6 maart 2002.

Tabel 2-28: Typerende werktuigen tijdens de aanlegfase en hun geluidsvermogenniveau

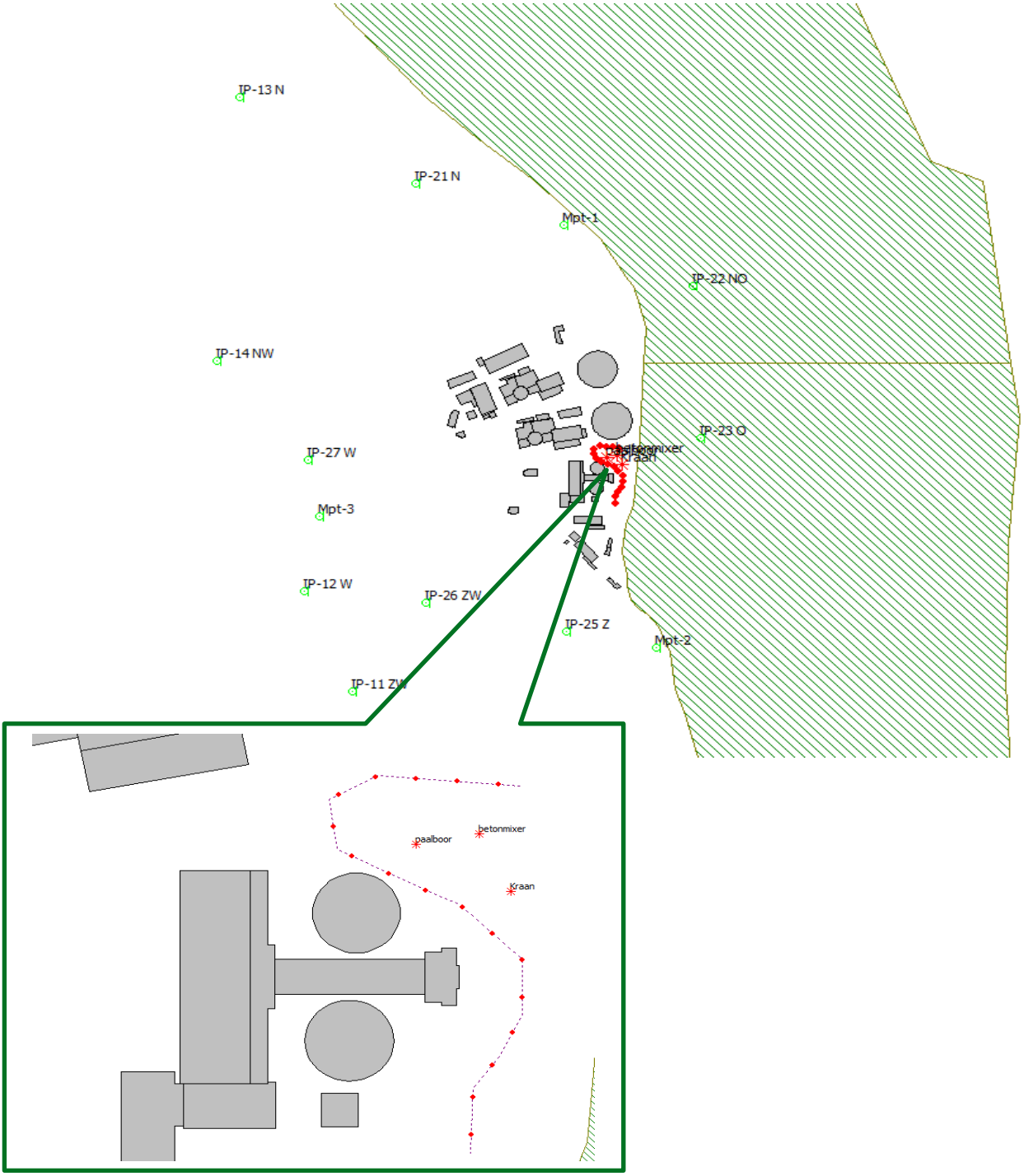
Type marterieel	**Typerend werktuig** **Netto geïnstalleerd vermogen P in kW**	**Geluidsvermogen-niveau volgens technische fiche**
Graafmachine	 Type: Caterpillar 328 DL 140kW	106 dB(A)
Torenkraan	 Type: Liebherr 280 ECH 65kW & Liebherr 200 ECH 45kW	105 dB(A)
Schroefpaalmachine	 	< 110 dB(A)
Betonmixer	 DAF CF85/410 – 302 kW	107 dB(A)[10]

[10] Geluidsvermogen uit studie Peutz B.V. – Bouwlawaai: hoe ermee om te gaan in de praktijk.

Type marterieel	Typerend werktuig Netto geïnstalleerd vermogen P in kW	Geluidsvermogen-niveau volgens technische fiche
Dumper/vrachtwagen [Vervoer van materialmen over weg]		104 dB(A)

Het geraamde grondverzet bedraagt 1000 m^3 (500 m^3 per project). Het aantal vrachtwagenbewegingen is daarmee beperkt en voornamelijk beperkt bij uitgravingen en materiaal aanvoer. Het vrachttransport wordt enkel in de dagperiode voorzien. Er bevinden zich geen werfroutes buiten de perceelsgrenzen van KCD, vermits de uitgegraven grond tijdelijk op eigen werfzone wordt opgeslagen in functie van hergebruik. Voor de interne werfroute wordt deels gebruik gemaakt van de naastliggende weg tot de projectzones.

Op basis van de gegevens voor de aanlegwerkzaamheden werd een akoestisch rekenmodel opgebouwd waarbij voor de simulatie wordt uitgegaan van de maximale belastingstoestand, namelijk het moment aan specifiek geluid waarbij alle werktuigen (één werktuig voor elk type) gelijktijdig in werking zijn. Dit in cumulatie met de uurgemiddelde geluidsbijdrage van het intern werftransport op de naastliggende weg tussen de projectzone en de nabije opslagplaats voor grondverzet binnen de werfzone. Op onderstaand uittreksel uit het rekenmodel wordt de situering van de werktuigen in de werfzone voorgesteld door een sterretje en het werfweg door een rode lijn. Eveneens wordt de ligging van de referentiepunten aangegeven, samen met het wateroppervlak (groene arcering) van de Schelde.



De logaritmische som van de het ‘tijdsgewogen totaal specifiek geluid’ van de niet-continue bronnen, de continue bronnen met de bijdrage van de werfgeluiden en de toetsing ervan aan de richtwaarde van 50 dB(A) tijdens de dagperiode (vermits de niet-continue bronnen en de werfactiviteiten enkel overdag worden getest), wordt voor de referentiepunten in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 2-29: Toetsing van de logaritmische som van het tijdsgewogen totaal specifiek geluid aan de richtwaarde thv referentiepunten in toestand 2015-2019

Toestand 2015-2019 Naam	Continue + Niet continue bronnen Lsp	Werktuigen aanleg LTO Lsp-werf	Continue + Niet continue bronnen + werktuigen aanleg TOT Lsp	Overschrijding TOT vs RW 50 (dagperiode)
IP-11 ZW_A	40.7	31.4	41.3	-
IP-12 W_A	41.5	20.7	41.6	-
IP-13 N_A	38.5	24.7	39	-
IP-14 NW_A	41.8	23.3	42.3	-
IP-21 N_A	44.8	19.3	45.1	-
IP-22 NO_A	51.9	39.8	52.4	+2.4
IP-23 O_A	56.6	50.4	57.6	+7.6
IP-25 Z_A	43.2	36.2	44	-
IP-26 ZW_A	45.4	33.9	45.8	-
IP-27 W_A	43.9	33.2	44.6	-
Mpt-1_A	49.3	17.0	49.8	-
Mpt-2_A	43.5	42.9	46.3	-
Mpt-3_A	43.7	20.2	43.9	-

De logaritmische som van beiden, blijft op de meeste punten onder de richtwaarde voor de dagperiode, behalve voor de referentiepunten IP-22-NO en IP-23 O, gelegen in het natuurgebied op 200 m van de terreingrens in het oosten en noordoosten. Deze situatie is reeds aanwezig zonder de werfactiviteiten. Op deze punten overschrijdt dit 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' de richtwaarde voor de dagperiode met ca. 2 tot 7 dB(A). Met enkel de bijdrage van de continue bronnen wordt reeds een overschrijding van de richtwaarde 50 dB(A) bekomen. De extra geluidsbijdrage van de werkzaamheden zorgt enkel in referentiepunt IP-22 NO voor een beperkte extra overschrijding van 0,5 dB(A), respectievelijk 1 dB(A) in referentiepunt IP-23 O, in een beperkt tijdsvenster. Hiermee blijft de effectbeoordeling tijdens de werkzaamheden (voor de worst-case belastingstoestand) overeenkomstig aan de toestand 2013-2014.

Geluidsnormen voor het aftoetsen van het specifiek lawaai tijdens de tijdelijke werkzaamheden is dusdanig in Vlaanderen niet in wetgeving geregulariseerd. Men kan wel verwijzen naar opgestelde geluidsnormen voor bouwwerkzaamheden in onze buurlanden. In het Nederlands Bouwbesluit 2012 wordt een geluidsbelasting van 60 dB(A) als grenswaarde gesteld t.h.v. de gevels van de omliggende bebouwing of andere geluidsgevoelige bestemmingen.

- Tot 60 dB(A) is er immers geen beperking in blootstellingsduur.
- Vanaf 60 dB(A) tot maximaal 80 dB(A) wordt het aantal dagen waarbij de omwonenden blootgesteld worden aan het lawaai van bouwwerkzaamheden gereguleerd (beperkt).

Wanneer het geluidsniveau t.g.v. de werkzaamheden ± 60 dB(A) bedraagt zal dit zeker waarneembaar en duidelijk herkenbaar zijn, doch zeker niet onacceptabel ten opzichte van het bestaande heersende omgevingsgeluid t.g.v. woonactiviteiten, wegverkeer, spoorverkeer, industrielawaai enz. Voor

geluidsniveaus van bepaalde werkzaamheden waarvan verwacht wordt dat deze 60 dB(A) zullen overschrijden is het aangewezen om bijkomende maatregelen te treffen.

Op basis van de voorschriften van het Nederlandse Bouwbesluit 2012 kunnen we stellen dat de richtwaarde van 60 dB(A) reeds op minder dan 200 m afstand tot de perceelsgrens van KCD wordt gerespecteerd. Daarmee is er zeker conformiteit aan de woningen waarvoor de richtwaarde werd bepaald, gezien alle woningen om meer dan 200 m afstand tot de perceelsgrens zijn gelegen.

2.3.3.3 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (2020-2025)

2.3.3.3.1 Beschrijving van de geluidsemissie

2.3.3.3.2 Continue bronnen

De toestand met betrekking tot de geluidsemissie is voor bedrijfsfase 2020-2025 overeenkomstig met de toestand 2013 – 2014. Er zijn geen wijzigingen in de geluidsemissies.

2.3.3.3.3 Discontinue bronnen

De toestand met betrekking tot de geluidsemissie is voor bedrijfsfase 2020-2025 overeenkomstig met de toestand 2015 – 2019. Er zijn geen wijzigingen in de geluidsemissies.

2.3.3.3.4 Geluidsoverdrachtsberekening

2.3.3.3.5 Continue bronnen

Daar de toestand met betrekking tot de geluidsemissie voor de bedrijfsfase 2020-2025 overeenkomstig is met de toestand 2013 – 2014, wordt er voor de geluidseffecten verwezen naar de toestand 2013-2014.

2.3.3.3.6 Discontinue bronnen

Daar de toestand met betrekking tot de geluidsemissie voor de bedrijfsfase 2020-2025 overeenkomstig is met de toestand 2015 – 2019, wordt er voor de geluidseffecten verwezen naar de toestand 2015 – 2019.

2.3.3.4 Bedrijfsfase definitieve stopzetting (2025-2029)

2.3.3.4.1 Beschrijving van de geluidsemissie

2.3.3.4.2 Continue bronnen

De toestand met betrekking tot de geluidsemissie is voor bedrijfsfase 2025-2029 overeenkomstig met de toestand 2013 – 2014. Er zijn geen wijzigingen in de geluidsemissies.

2.3.3.4.3 Discontinue bronnen

De toestand met betrekking tot de geluidsemissie is voor bedrijfsfase 2025-2029 overeenkomstig met de toestand 2015 – 2019. Er zijn geen wijzigingen in de geluidsemissies

2.3.3.4.4 Geluidsoverdrachtsberekening

2.3.3.4.5 Continue bronnen

Daar de toestand met betrekking tot de geluidsemissie voor de bedrijfsfase 2025-2029 overeenkomstig is met de toestand 2013 – 2014, wordt er voor de geluidseffecten verwezen naar de toestand 2013-2014.

2.3.3.4.6 Discontinue bronnen

Daar de toestand met betrekking tot de geluidsemissie voor de bedrijfsfase 2025-2029 overeenkomstig is met de toestand 2015 – 2019, wordt er voor de geluidseffecten verwezen naar de toestand 2015 – 2019.

2.3.3.5 Bedrijfsfase nul-alternatief

2.3.3.5.1 Beschrijving van de geluidsemissie

Onderstaande tabellen geven een overzicht van de geluidsvermogens LwA van de beschouwde continue en discontinue bronnen. Voor de beschrijving van het nul-alternatief wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie § 1.7).

2.3.3.5.2 Continue bronnen

Tabel 2-30: Beschouwde geluidsvermogens van de continue bronnen

Bron-groep	**Omschrijving**	**Beschouwde geluidsvermogens** in dB(A) re 1 pW
		Nulaternatief
1	Doel 1 – Transformators	102,6
2	Doel 1 – Ventilatie reactorgebouw	102,3
3	Doel 2 – Transformators	102,6
4	Doel 2 – Ventilatie reactorgebouw	102,3
5	Doel 1&2 – Hulpkoeltorens	107,0
6	Doel 1&2 – Machinezaal	Buiten dienst
7	Doel 1&2 – Watervang	Buiten dienst
8	Doel 1&2 – Ventilatie GNH	Buiten dienst
9	Doel 3 – Hoofdtransformators	98,9
10	Doel 3 – Bijtransformators thv van MAZ	92,0
11	Doel 3 – Bijtransformators tussen MAZ en CGB	87,4
12	Doel 3 – Hulpkoeltoren – ventilator op hoge snelheid	111,7
13	Doel 3 – Koelcompressor type Yoric	100,8
14	Doel 3 – Machinezaal – ramen en verluchtingsroosters	103,2
15	Doel 3 – Ventilatie BKR noordzijde	103,7
16	Doel 3 – Ventilatie BKR zuidzijde	103,7
16a	Doel 3 – Ventilatie GEH	96,0
17	Doel 4 – Hoofdtransformators	98,9
18	Doel 4 – Bijtransformators thv van MAZ	92,0
19	Doel 4 – Bijtransformators tussen MAZ en CGB	87,4
20	Doel 4 – Hulpkoeltoren – ventilator op hoge snelheid	111,7
21	Doel 4 – Koelcompressor type Carrier	99,2
22	Doel 4 – Machinezaal – ramen en verluchtingsroosters	102,8
23	Doel 4 – Ventilatieroosters op het dak GEH	94,8
24	Doel 4 – Ventilatie BKR noordzijde	109,7
25	Doel 4 – Ventilatie BKR zuidzijde	108,4
26	Doel 3&4 – Watervang	95,5
27	Doel 1&4 – Koeltoren	117,8
28	Doel 1&4 – Circulatiepompen	109,3
29	Doel 1&4 – Bijvulpompen	103,3
30	Doel 2&3 – Koeltoren	117,8
31	Doel 2&3 – Circulatiepompen	103,2
32	Doel 2&3 – Bijvulpompen	98,4
33	WAB – Hulpkoeltorens	107,0
TOTAAL GEINSTALLEERD LwA op de KCD-site		**123,2**

Het totale geluidsvermogen van de continue bronnen van KCD bedraagt dus 123,2 dB(A). Hiervan is 55% toe te schrijven aan de twee koeltorens, die samen een geluidsvermogen hebben van 120,8 dB(A). De hulpkoelers vertegenwoordigen nog eens 20%. De uitstraling van de wanden van de machinezalen, en

de ventilatie van bunkers en reactorgebouwen leveren een 15% van het totale vermogen. Het betreft een verwaarloosbare afname van het totaal geluidsvermogen met 0,2 dB(A) in vergelijking met de toestand 2013-2014.

2.3.3.5.3 Discontinue bronnen

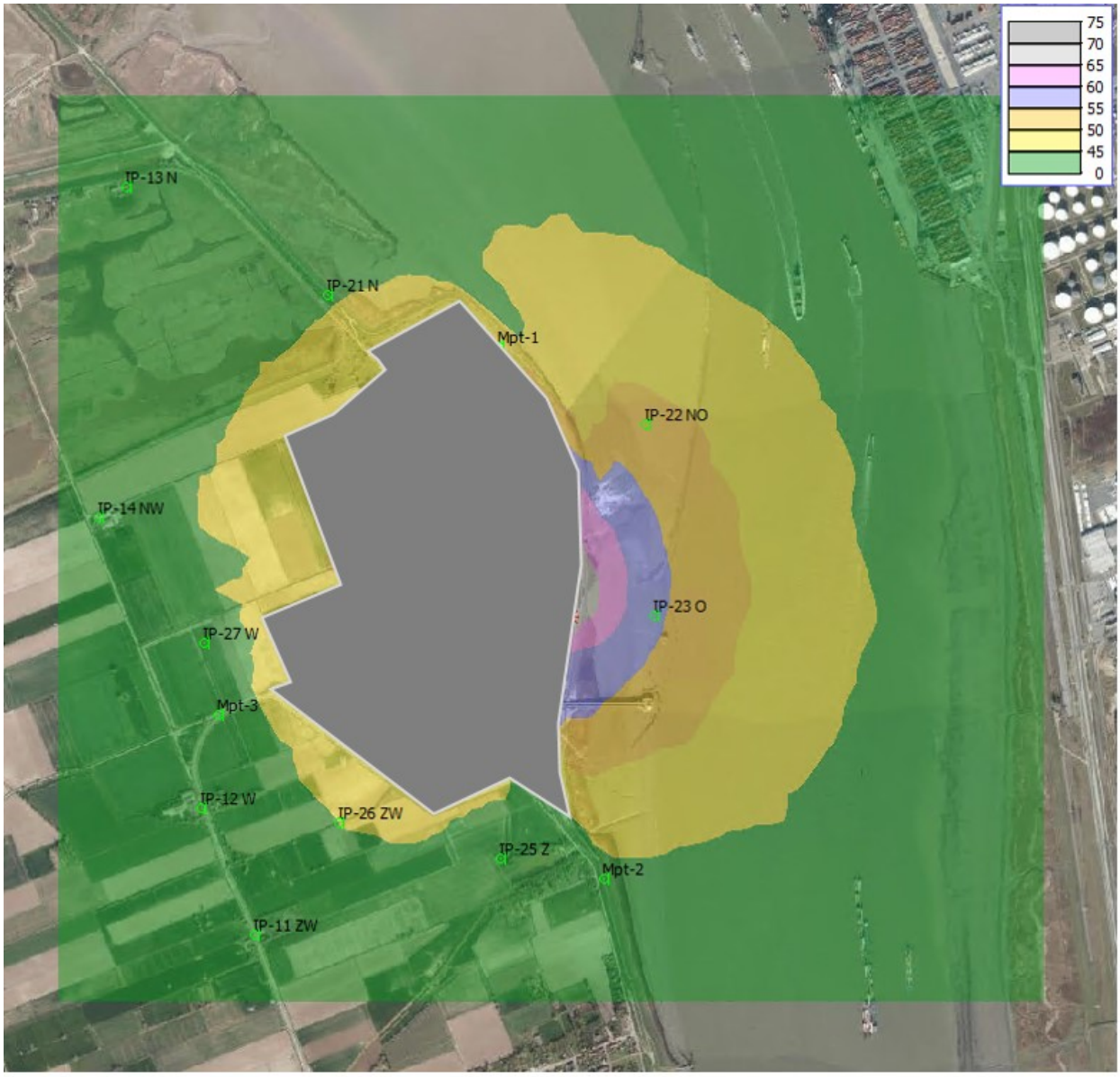
De toestand met betrekking tot de geluidsemissie is voor de bedrijfsfase 'nul-alternatief' overeenkomstig met de toestand 2015 – 2019.

Echter voor de periode 2019-2025 zouden enkel nog de noodinstallaties voor Doel 3 en 4 nog worden getest. Het totale geluidsvermogen van de continue bronnen van KCD bedraagt dus 128,3 dB(A) of een geluidsvermindering van slechts 0,5 dB(A) t.o.v. de toestand vóór 2019.

2.3.3.5.4 Geluidsoverdrachtsberekening

2.3.3.5.5 Continue bronnen

De berekende geluidsuitbreiding naar de omgeving wordt voorgesteld aan de hand van ingekleurde geluidscontouren (: geluidskaart). Een geluidscontour wordt daarbij gevormd door rasterpunten van gelijk geluidsdrukniveau met elkaar te verbinden. Op de geluidscontouren kaart worden zones met een gelijke geluidsbelasting (geluidsbelastingsklasse) in eenzelfde kleur weergegeven waardoor een duidelijk visueel overzicht bestaat van de geluidsvoortplanting. De kritische zone, zijnde de zone waarbinnen het geluidsdrukniveau een bepaalde hinderwaarde (nl. toepasbare Vlarem II richtwaarde) overschrijdt, is daarbij duidelijk te identificeren. Met de geluidscontouren kaart wordt inzicht verkregen op de verspreidingswijze en de uitgestrektheid van de geluidshinder.



Op bovenstaande figuur wordt de geluidskaart weergegeven berekend op basis van geluidsvermogens van de continue bronnen van KCD. De geluidscontouren worden weergegeven vanaf 45 dB(A) met een stapgrootte van 5 dB(A) t.e.m. de geluidcontourwaarde van 75 dB(A).

Hieruit blijkt dat het specifiek geluid van de continue bronnen op 200 m van de terreingrens aan de oostkant, dus in het natuurgebied langs de Schelde, het hoogst is en er varieert van 45 tot 60 dB(A). Van zuid over west tot noord, varieert het Lsp voor de continue bronnen grotendeels onder 45 dB(A) en voldoet hier dus aan de richtwaarde. Verder naar het noordoosten loopt het specifiek geluid terug op naar 50 dB(A) en meer.

Vergelijking met de geluidskaart 2013-2014 geeft een zichtbare inkrimping van de geluidscontour in de zuidoostelijke zone.

Daarnaast werd het specifiek geluid voor KCD in absolute waarde voor de bovenvermelde referentiepunten (incl. evaluatiepunten en meetpunten) berekend.

Tabel 2-31: Specifiek geluid in referentiepunten versus Vlarem II richtwaarde

Toestand Nul-alternatief		**Overschrijding Vlarem II richtwaarde (dB(A)**		
Naam	**Lsp**	**D:50**	**A:45**	**N:45**
IP-11 ZW_A	40.5	-	-	-
IP-12 W_A	41.2	-	-	-
IP-13 N_A	38.2	-	-	-
IP-14 NW_A	41.2	-	-	-
IP-21 N_A	44.6			
IP-22 NO_A	51.7	1.7	6.7	6.7
IP-23 O_A	56.3	6.3	11.3	11.3
IP-25 Z_A	42.7			
IP-26 ZW_A	45.1			
IP-27 W_A	43.2			
Mpt-1_A	48.7			
Mpt-2_A	42.4			
Mpt-3_A	43.4			

$L_{sp} < RW$
$RW < L_{sp} < RW + 10$
$L_{sp} > RW + 10$

Uit de berekeningen blijkt dat gedurende de **avond- en nachtperiode** het specifiek geluid van KCD de richtwaarde overschrijdt ter hoogte van referentiepunten IP-22 NO en IP-23 O. Deze overschrijding ter hoogte van IP-23 O, dus op 200 m oosten van de terreingrens, is groter dan 10 dB(A), wat op zich wil zeggen dat de exploitant op eigen initiatief hiervoor een saneringsplan dient uit te werken. Dezelfde beoordeling werd reeds bekomen voor de toestand 2013-2014. Het uit dienst nemen van de geluidsbronnen van het magazijn MAZ-12, de bronnen aan de watervang en de ventilatie van GNH-12, heeft enkel voor referentiepunt IP-23 O een verwaarloosbare geluidsreductie van 0,3 dB(A). Het beoordelingsresultaat blijft hiermee overeenkomstig met de toestand 2013-2014.

Invloed op het omgevingsgeluid:

Naast de bovenvermelde toetsing van het berekend specifiek met de toepasbare richtwaarde van Vlarem II wordt bij de bepaling van de effectscore in het significantiekader ook rekening gehouden met de verwachte impact van het specifiek geluid op het omgevingsgeluid.

Op basis van het ingeschat oorspronkelijk omgevingsgeluid kunnen vervolgens de significantieniveaus volgens het significantiekader ter hoogte van de verschillende referentiepunten worden bepaald, zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2-32: Significantieniveaus voor geluid in het nulalternatief

Toestand Nul-alternatief Naam	Lsp	OOG	TOT = Lsp+OOG	Δ TOT-OOG	Tussen-score	Overschrijding Lsp vs RW	Eind-score
IP-11 ZW_A	40.5	45.6	46.8	1.2	-1	-4.5	-1
IP-12 W_A	41.2	45.6	46.9	1.3	-1	-3.8	-1
IP-13 N_A	38.2	45.6	46.3	0.7	0	-6.8	0
IP-14 NW_A	41.2	45.6	46.9	1.3	-1	-3.8	-1
IP-21 N_A	44.6	45.6	48.1	2.5	-1	-0.4	-1
IP-22 NO_A	51.7	45.6	52.7	7.1	-3	6.7	-2
IP-23 O_A	56.3	45.6	56.7	11.1	-3	11.3	-3
IP-25 Z_A	42.7	45.6	47.4	1.8	-1	-2.3	-1
IP-26 ZW_A	45.1	45.6	48.4	2.8	-1	0.1	-1
IP-27 W_A	43.2	45.6	47.6	2.0	-1	-1.8	-1
Mpt-1_A	48.7	45.6	50.4	4.8	-2	3.7	-2
Mpt-2_A	42.4	45.6	47.3	1.7	-1	-2.6	-1
Mpt-3_A	43.4	45.6	47.6	2.0	-1	-1.6	-1

2.3.3.5.6 Discontinue bronnen

Daar de toestand met betrekking tot de geluidsemissie voor de bedrijfsfase 'Nul-alternatief' overeenkomstig is met de toestand 2015 – 2019, wordt er voor het 'tijdsgewogen specifiek geluid' van de niet-continue bronnen verwezen naar de toestand 2015 – 2019.

Zoals voor continue bronnen werd toegepast kan voor de combinatie van de continue en niet-continue bronnen het effect op het omgevingsgeluid en het significantieniveau ter hoogte van de verschillende referentiepunten voor het 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' worden bepaald.

Tabel 2-33: Significantieniveau obv tijdsgewogen totaal specifiek geluid in het nulalternatief

Toestand nul-alternatief Naam	Continue + Niet continue bronnen Lsp	OOG	TOT = Lsp+OOG	Δ TOT-OOG	Tussen-score	Overschrijding Lsp vs RW	Eind-score
IP-11 ZW_A	40.6	45.6	46.8	1.2	-1	-9.4	-1
IP-12 W_A	41.3	45.6	47	1.4	-1	-8.7	-1
IP-13 N_A	38.5	45.6	46.4	0.8	0	-11.5	0
IP-14 NW_A	41.7	45.6	47.1	1.5	-1	-8.3	-1
IP-21 N_A	44.8	45.6	48.2	2.6	-1	-5.2	-1
IP-22 NO_A	51.9	45.6	52.8	7.2	-3	1.9	-2
IP-23 O_A	56.3	45.6	56.7	11.1	-3	6.3	-2
IP-25 Z_A	42.8	45.6	47.4	1.8	-1	-7.2	-1
IP-26 ZW_A	45.2	45.6	48.4	2.8	-1	-4.8	-1
IP-27 W_A	43.7	45.6	47.8	2.2	-1	-6.3	-1
Mpt-1_A	49.3	45.6	50.8	5.2	-2	-0.7	-1
Mpt-2_A	42.5	45.6	47.3	1.7	-1	-7.5	-1
Mpt-3_A	43.5	45.6	47.7	2.1	-1	-6.5	-1

Voor het 'gewogen totaal specifiek geluid' van de continue en niet-continue bronnen tesamen, vinden we 'overdag' ter hoogte van de dichtstbij gelegen woningen (IP-1x) rond KCD een significantieniveau (eindscore) van 0 of –1 terug wat inhoudt dat KCD er een verwaarloosbare tot 'gering negatieve' impact heeft. Hier dient te worden opgemerkt dat deze punten strikt gezien niet in aanmerking komen als Vlarem II evaluatiepunten gezien de afstand van de woningen tot de perceelsgrens meer dan 200 m bedraagt.

In de Vlarem II evaluatiepunten (IP-2x) wordt een significantieniveau van -1 bekomen ten aanzien van de noordelijke, zuidelijke en westelijke zone. In de oostelijke en noordoostelijke zone wordt een significantieniveau van -2 (= 'negatieve' impact) bekomen, gelegen in het natuurgebied langs de Schelde.

Tijdens de nachtperiode is dit geen voorkomende evaluatietoestand vermits de niet-continue bronnen enkel tijdens de dagperiode worden getest.

Hiermee blijft de effectbeoordeling identiek aan de toestand 2013-2014.

2.3.3.6 Grensoverschrijdende effecten

De dichtst bij gelegen woning op Nederlands grondgebied ligt op 3.5 à 4 km afstand van KCD. Door extrapolatie van het berekend specifiek geluid op Mpt 3 -- woning Noord op 1350 m van KCD -- naar de Nederlandse woningen bekomen we aldaar een specifiek geluid van maximaal 30 dB(A) gedurende de nacht voor de geluidsbijdrage van de continue bronnen van KCD. Het 'tijdsgewogen totaal specifiek geluid' van de continue en niet-continue bronnen bedraagt eveneens maximaal 30 dB(A) vermits de bijdrage van de niet-continue zich ruimschoots onder de bijdrage van de continue bronnen bevindt.

Er kan dan aangenomen worden dat KCD een verwaarloosbare tot hoogstens een geringe invloed zal veroorzaken op het omgevingsgeluid ter hoogte van de beschouwde woningen in Nederland.

2.3.4 Monitoring

De verschillende bedrijfsfasen geven geen noemenswaardige afwijking ten opzichte van de uitgangssituatie 2013-2014, noch in negatieve of positieve beoordelingszin.

Bijkomende monitoring om significante negatieve effecten voor de komende bedrijfsfasen te duiden is niet noodzakelijk, maar kan zinvol zijn om de evolutie van de geluidsimpact op de omgeving aan de hand geluidsmetingen te inventariseren. Op basis van de bekomen resultaten kan dan beslist worden welke verdere acties en/of studies noodzakelijk zijn om de geluidsimpact tijdens de komende bedrijfsfasen en ontmantelingsfasen te kunnen beheersen.

2.3.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

De verschillende bedrijfsfasen geven geen noemenswaardige afwijking ten opzichte van de uitgangssituatie 2013-2014, noch in negatieve of positieve beoordelingszin.

Aanvullende mitigerende maatregelen worden daarom niet geformuleerd voor de komende bedrijfsfasen.

2.3.6 Leemten in kennis

Op basis van kennis uit huidige en voorgaande studie (metingen en berekeningen) zijn er geen leemten in de kennis van die aard dat ze een significante invloed op de beoordeling kunnen hebben.

2.3.7 Conclusies

Algemeen kan gesteld worden dat er geen onderscheidende geluidseffecten worden verwacht voor de verschillende bedrijfsfasen ten opzichte van de uitgangssituatie 2013-2014. De afwijkingen in de evaluatiepunten beperken zich tot minder dan 0,5 dB(A) voor alle bedrijfsfasen t.o.v. de situatie 2013-2014. Dit betekent dat de reeds vast te stellen geluidseffecten en -beoordeling voor de situatie 2013-2014 wordt behouden voor de komende jaren.

Het specifiek geluid van de continue bronnen van de KCD in de westelijke, zuidelijke en noordelijke evaluatiepunten (= richting daar waar nog enige bewoning is), wordt als ‘gering negatief’ beschouwd. Bovendien wordt er in deze evaluatiepunten (op 200 m afstand van de perceelsgrens) voor het specifiek geluid voldaan aan toepasbare richtwaarde tijdens dag-, avond- en nachtperiode.

Hoewel de nabije woningen niet behoren tot evaluatiepunten (omwille van een afstand van meer dan 200 m tot de perceelsgrens) wordt aldaar een beperkte geluidsverhoging tot maximaal 1,5 dB(A) op het

oorspronkelijk omgevingsgeluid bekomen, waardoor het geluidseffect maximaal als ‘gering significant’ kan worden beschouwd.

In het oosten wordt een ‘negatief’ effect bekomen voor het evaluatiepunt, aldaar gelegen in het natuurgebied langs de Schelde en bepaald door voornamelijk de geluidsbijdrage van de koeltorens

In 2010 werd reeds een saneringstudie uitgevoerd m.b.t. de geluidsimpact afkomstig van de koeltorens. In een studie uitgevoerd door Technum (Studie geluidsanering koeltorens; 090-390-0225 14/06/2012) werd het vallend water als oorzaak van de geluidsemissie geïdentificeerd. Daarnaast werden een aantal mogelijke maatregelen voorgesteld om de geluidsbijdrage naar de omgeving te reduceren:

Brongerichte maatregelen:

- Valhoogte reduceren
- Drijvende geluidsdempende matten

Overdrachtbeperkende maatregelen

- Geluidsdempers rondom de koeltorens
- Geluidsschermen langsheen de koeltorens

De haalbaarheid van de saneringsmaatregelen werd onderzocht door de constructeur Hamon Thermal Europe en het studiebureau Tractebel. Het aanpassen van de koeltoren is uit economisch en veiligheid standpunt niet verantwoord. Dit alles werd voorgesteld aan de opvolgingscommissie welke de studies en de besluiten heeft aanvaard.

Het grensoverschrijdend effect naar de Nederlandse woningen wordt voor het specifiek geluid van de continue geluidsbronnen van KCD naar verwachting beperkt tot maximaal 30 dB(A). Er kan dan aangenomen worden dat KCD geen verhoging van het omgevingsgeluid ter hoogte van de beschouwde woningen in Nederland zal veroorzaken.

2.4 Lucht & klimaat

Bijlage A - Kaart 26: Verschilkaart NO2 LTO

Bijlage A - Kaart 27: Verschilkaart NO2 no LTO

2.4.1 Methodologie

2.4.1.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline Lucht & klimaat omvat die zone waarin de atmosferische emissies een aantoonbare invloed hebben op de luchtkwaliteit. Hoewel atmosferische polluenten zich over zeer grote afstanden kunnen verspreiden, is de grootte van het studiegebied in eerste instantie beperkt tot de onmiddellijke omgeving van KCD (straal van 1 km). Door de specifieke ligging van de meetstations zal

de luchtkwaliteit in het studiegebied echter beschreven worden aan de hand van gegevens die verzameld (kunnen) worden buiten het studiegebied.

2.4.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

De luchtkwaliteit in het jaar 2014 (en waar mogelijk relevant 2013) wordt beschreven aan de hand van de interpolatie Kaarten van de Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL). Doel 1 en 2 waren in dit jaar operationeel (en overigens ook Doel 4).

De immissiewaarden in de uitgangssituatie worden getoetst aan de milieukwaliteitsnormen voor lucht volgens VLAREM II beschreven. Ten aanzien van de emissies van KCD (zie §2.3.4.1.3) zijn hierbij de polluenten CO, NO_2, SO_2, PM_{10} en $PM_{2,5}$ relevant. Voor $PM_{2,5}$ zal (ook voor de situatie in 2014) getoetst worden aan de indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ die vanaf 2020 van kracht zou worden.

Er zal tevens een model worden opgesteld (zie ook §2.3.4.1.3), waarbij enkel de emissies gerelateerd aan de exploitatie van Doel 3, 4 en WAB in rekening gebracht worden.

2.4.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

In de constructiefase kunnen voor de discipline lucht volgende emissies verwacht worden:

- Emissies van werfmachines
- Emissies van werfverkeer (vrachtwagens, bestelwagens)

Deze machines werken in principe op dieselbrandstof en geven dus vooral aanleiding tot CO, CO_2, SOx, NOx en fijn stof. Er zal in het kader van het MER worden nagegaan in welke mate dit aanleiding kan geven tot relevante effecten.

De KCD kent in de exploitatiefase maar één klassiek type emissies met een relevante massastroom, namelijk geleide emissies afkomstig van de verschillende verbrandingsinstallaties die op het terrein aanwezig zijn. De emissies die daaraan verbonden zijn, zullen in kaart worden gebracht, met aandacht voor hun specifieke karakteristieken. Aangezien het de verbranding van gasolie (diesel) betreft, zijn de voornaamste stoffen die geëmitteerd worden CO2, NOx, SOx, CO en fijn stof. Voor de inventarisatie van de emissies kan gebruik gemaakt worden van de monitoringgegevens. De emissiegegevens worden in kaart gebracht voor de situatie LTO en voor de nulsituatie.

Daarnaast zijn er mogelijk (diffuse) emissies afkomstig van de opslag van verschillende producten op de bedrijfsterreinen van KCD. Hierbij wordt voornamelijk gekeken naar ammoniak en hydrazine. Beide producten zijn als waterige oplossing aanwezig en worden toegevoegd aan de verschillende waterstromen om de pH in optimale condities te houden en om de zuurstofconcentratie laag te houden. Mogelijke emissies zullen vooral verwacht worden voor ammoniak, gezien de hoge dampspanning van dit product, ook in waterige oplossing. De vluchtigheid van hydrazine in water is zeer beperkt, zodat relevante emissies uit te sluiten zijn. De opslag gebeurt daarenboven op een dergelijk verdunde wijze dat ademverliezen maximaal worden tegengegaan. Verder zijn er maatregelen genomen om eventuele verspreiding via de lucht tegen te gaan, zoals watersloten en actieve koolfilters. Beide stoffen zijn ook volledig oplosbaar in water. KCD heeft verschillende procedures in voege met betrekking tot de behandeling en de opslag van deze producten. Omwille hiervan worden geen relevante emissies van ammoniak of hydrazine naar de omgeving toe verwacht. De impact van de emissies van ammoniak of hydrazine worden dan ook niet verder beschouwd in het MER.

De (geleide) emissies van KCD zullen geïnventariseerd en gekwantificeerd worden. De emissiebronnen worden, waar mogelijk, aangeduid en beschreven aan de hand van hun positie, de massastromen en de aard van de polluenten.

Er wordt geen rekening gehouden met uitzonderlijke of incidentele emissies. De emissies gerelateerd aan transport, die hoofdzakelijk gerelateerd zijn aan verbrandingsmotoren, worden als niet relevant beschouwd ten opzichte van het totale emissiebeeld en zullen verder niet behandeld worden. Op basis van een dagelijkse aanwezigheid van gemiddeld 1300 voertuigen en gegevens uit de discipline mobiliteit[11] wordt het aandeel van Doel 1 en Doel 2 in de totale hoeveelheid verkeer gegenereerd door de kerncentrale geraamd op 364 voertuigbewegingen per dag. Gezien de ligging van de N451/Oostlangeweg in open terrein, wordt de impact van het verkeer op de lokale polluentconcentraties verwaarloosbaar geacht.

De emissie van een stoompluim uit de koeltorens en de daaraan gekoppelde zoutneerslag in de omgeving wordt apart besproken gezien het een zeer specifieke problematiek betreft, die los staat van de klassieke emissies. Voor de kwantificatie van de zoutemissie en -neerslag wordt gebruik gemaakt van bestaande studies:

- Gassman, F., Tinguely, M. & Haschke, D. EIR-Bericht nr. 475, 1982. Calculs de panaches de tours de refroidissement pour des situations de haute pression hivernales.
- Méry, P. Aménagement et Nature no 94, Association pour les espaces naturels, Paris, France, 1989. Impact de la réfrigération atmosphérique.
- International Atomic Energy Agency, 1974. Technical Reports Series no 155. Thermal discharges at nuclear power stations. Their management and environmental impacts.
- Argonne National Laboratory, Environmental Science Division, 2014. Saline Water for Power Plant Cooling: Challenges and Opportunities.
- Lauver, T.L., Curtis C.R., Patterson, G.W. & Douglass, L.W., 1978. Effects of saline cooling tower drift on seasonal variations of sodium and chlorine concentrations in native perennial vegetation.

Ook de mogelijke invloed op het microklimaat van deze stoompluim wordt besproken op kwalitatieve wijze.

De geïdentificeerde luchtemissiestromen worden beoordeeld en getoetst aan de geldende reglementering (voor zover deze bestaat). Wanneer geen geldende gewestelijke reglementering voorhanden is wordt er een toetsing uitgevoerd aan internationale referenties.

In de exploitatiefase kunnen samengevat volgende effecten verwacht worden:

- luchtverontreiniging: als gevolg van de emissie van NOx, SOx, CO, PAK's en fijn stof afkomstig van de verbrandingsinstallaties;
- verzurende en vermestende depositie: als gevolg van de uitstoot van NOx en SOx afkomstig van de verbrandingsinstallaties;
- zoutneerslag: als gevolg van de emissie van de stoompluim afkomstig van de koeltoren;

[11] 14% van het personeel (Engie en externen) wordt gerelateerd aan de exploitatie van Doel 1 en 2. Gelet op een dagelijkse aanwezigheid van 1300 voertuigen (of 2600 voertuigbewegingen) komt dit overeen met een aandeel van 2600 * 14% = 364 voertuigbewegingen per dag.

- impact op het klimaat als gevolg van de emissie van CO_2 (afkomstig van de verbrandingsinstallaties) en gefluoreerde koolwaterstoffen (door emissie van koelmiddelen uit koelgroepen).

In het MER wordt de afweging gemaakt of er voor een luchtpolluent al dan niet een dispersiemodellering dient te gebeuren. De uitgevoerde afweging wordt onder meer onderbouwd door art. 4.1.8.1. van het VLAREM II, dat in uitvoering van Titel III van het Decreet van 5 april 1995 houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid, het milieujaarverslag oplegt aan bepaalde inrichtingen, op basis van hun indeling volgens VLAREM en op basis van drempelwaarden voor relevante verontreinigende stoffen. De lijst van relevante stoffen en drempelwaarden wordt vermeld in het deelformulier 'luchtemissie' van het Integraal Milieujaarverslag (IMJV).

Daarnaast wordt rekening gehouden met volgende omstandigheden:

- de massastroom van de polluent en de verspreiding ervan (cfr. schoorsteenhoogte);
- het potentieel schadelijk effect (de eigenschappen van de polluenten, gerelateerd aan hun verspreiding);
- andere bronnen in de omgeving;
- de 'natuurlijke' achtergrondconcentraties;
- aan/afwezigheid van omwonenden;
- ervaring van de deskundige in andere, gelijkaardige projecten.

Voor de geëmitteerde parameters zal nagegaan worden in hoeverre een relevante impact te verwachten valt, en bijgevolg of een dispersiemodellering noodzakelijk is. Dit zal gebeuren aan de hand van bovenstaande afweging.

In functie van bovenstaande afweging wordt de verspreiding van de relevante parameters daarna in kaart gebracht aan de hand van het IMPACT-model. De op deze manier berekende immissieconcentraties worden vervolgens verduidelijkt en gevisualiseerd met behulp van kaarten. Voor verzurende en vermestende depositie wordt in elk geval een dispersiemodellering voorzien, wegens de nabijheid van natuurgebieden.

Voor de polluenten waarvoor een dispersiemodellering wordt uitgevoerd, gebeurt dit zowel voor de referentiesituatie (enkel emissies gerelateerd aan Doel 3, Doel 4 en WAB) als voor de geplande situatie (emissies referentiesituatie + emissies gerelateerd aan Doel 1 en 2). De impact van het project (LTO) kan dan worden beschreven en beoordeeld aan de hand van het berekende verschil in immissiebijdrage in beide situaties.

De impact op het milieu van de relevante polluenten waarvoor verspreidingsberekeningen werden uitgevoerd, zullen volgens significantie getypeerd worden, in functie van de berekende immissiebijdrage.

De effectbeoordeling gebeurt als volgt voor:

- luchtverontreiniging als gevolg van de emissie van NOx, SOx, CO, PAK's en fijn stof (op basis van gemodelleerde immissiebijdragen, voor zover het gaat om relevante parameters):
  - gemiddelde immissiebijdrage:

        - aanzienlijk negatief: de immissiebijdrage bedraagt meer dan 10% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
        - negatief: de immissiebijdrage bedraagt meer dan 3% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
        - beperkt negatief: de immissiebijdrage bedraagt meer dan 1% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
        - verwaarloosbaar: de immissiebijdrage bedraagt minder dan 1% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
    - percentielen en/of omstandigheden die niet volledig met gemiddelden kunnen beoordeeld worden:
        - aanzienlijk negatief: de immissiebijdrage bedraagt meer dan 20% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
        - negatief: de immissiebijdrage bedraagt meer dan 5% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
        - beperkt negatief: de immissiebijdrage bedraagt meer dan 1% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
        - verwaarloosbaar: de immissiebijdrage bedraagt minder dan 1% van de milieukwaliteitsnorm of richtwaarde
- verzurende en vermestende depositie: deze wordt in de discipline Lucht enkel berekend; de beoordeling gebeurt in de discipline biodiversiteit en in het kader van de passende beoordeling;
- zoutneerslag: beoordeling van de mogelijke impact op landbouw en op natuur op basis van beschikbare literatuur (impact op de landbouw binnen de discipline bodem, op natuur binnen discipline biodiversiteit)
- impact op het klimaat: er bestaat momenteel nog geen algemeen aanvaard significantiekader voor de beoordeling van broeikasgasemissies. De berekende CO_2-equivalente emissies worden dan ook niet beoordeeld.

2.4.2 Uitgangssituatie

De beschrijving van de uitgangssituatie behandelt de bestaande installaties voor het referentiejaar 2014. Om de impact van meteorologische omstandigheden uit te middelen, worden voor de beschrijving van de luchtkwaliteit waar mogelijk relevant de gegevens van meerdere jaren gegeven (2009 tot 2014).

2.4.2.1 Luchtkwaliteit

Zoals aangegeven in §5.1, dienen de effecten in de geplande situatie te worden beoordeeld in vergelijking met de referentiesituatie, met name de situatie waarbij Doel 1 en 2 verondersteld worden niet in exploitatie te zijn. Voor de beschrijving van de luchtkwaliteit in de uitgangssituatie, wordt gebruik gemaakt van meetgegevens van meetposten van VMM. Deze meetgegevens omvatten bijgevolg reeds de bijdrage van Doel 1 en 2.

Om de impact van meteorologische omstandigheden uit te middelen, worden waar relevant de gegevens van drie jaren (2012, 2013 en 2014) gegeven. In de omgeving van KCD zijn volgende meetposten van VMM gelegen:

Tabel 2-34 Overzicht meetplaatsen VMM in de omgeving van KCD

Meet-post	Benaming	Afstand en richting tot KCD (km)	SO_2	NOx	PM	BC	CO	PAK's	BTEX
AB01	Antwerpen - Boudewijnsluis	ca. 6,3 km ZO			x	x			
AB02	Berendrecht – Antwerpse baan	ca. 4 km NO			x				
AL01	Antwerpen LO - Scheldeweg	ca. 12,3 km ZO		x	x	x			x
AL02	Doel - Engelsesteenweg	ca. 2,1 km ten ZW							
AL05	Kallo-sluis	ca. 6,3 km ten Z			x			x	
R830	Doel – Scheldemolenstraat	ca. 6,1 W	x	x					
R891	Antwerpen - Scheurweg	ca. 7 ZO	x	x					
R892	Kallo-sluis	ca. 7 ZW	x	x					
R893	Antwerpen – Ekerse dijk	ca. 4,5 ZO	x	x					
R894	Antwerpen – Muisbroeklaan	ca. 3,5 Z	x	x					
R897	Antwerpen – Scheldelaan	ca. 7,3 Z	x	x					

De regelgeving en advieswaarden voor luchtkwaliteit worden gegeven in Bijlage 4.1.

2.4.2.1.1 Zwaveldioxide

In de periode 2012 t/m 2014 lagen de jaargemiddelden voor SO_2 op de meetplaats in Doel tussen 2 µg/m³ en 4 µg/m³ (zie Tabel 2-35).

Tabel 2-35 SO_2-concentraties (µg/m³) in de omgeving van KCD

Meetpost	Benaming	Jaargemiddelde (µg/m³)			Dagwaarden P99 (µg/m³)			Uurwaarden P99 (µg/m³)		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
R830	Doel – Scheldemolenstraat	3	4	4	13	17	12	19	21	21
R891	Antwerpen – Scheurweg	6	5	5	39	13	22	63	38	35
R892	Kallo-sluis	4	5	4	18	13	17	35	39	33
R893	Antwerpen – Ekerse dijk	5	4	4	17	11	16	31	25	30
R894	Antwerpen – Muisbroeklaan	10	8	9	34	23	36	65	59	62
R897	Antwerpen – Scheldelaan	4	5	5	17	13	18	32	35	39

Meetpost	Benaming	Max. dagwaarde (µg/m³)			Max. uurwaarden (µg/m³)		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014
R830	Doel – Scheldemolenstraat	16	88	21	54	447	75
R891	Antwerpen – Scheurweg	56	35	55	166	116	262
R892	Kallo-sluis	21	37	29	159	175	193
R893	Antwerpen – Ekerse dijk	25	21	24	96	87	66
R894	Antwerpen – Muisbroeklaan	49	38	41	162	157	394
R897	Antwerpen – Scheldelaan	35	59	48	164	426	318
	Grenswaarde EU-richtlijn 2008/50/EG	**125, max. 3 overschrijdingen per jaar**			**350, max. 24 overschrijdingen per jaar**		

Op jaarbasis zijn er 24 overschrijdingen van het uurgemiddelde van 350 µg/m³ toegelaten. In 2013 werd één overschrijding geteld in de meetstations R830 en R897, in 2014 was er één overschrijding in R894. Dit betekent dat de uurgrenswaarde niet werd overschreden. Overigens voldeden alle meetplaatsen in Vlaanderen in 2012, 2013, en 2014 aan de uurgrenswaarde, de daggrenswaarde en de alarmdrempel voor SO_2 (zie Bijlage 6) waardoor ervanuit wordt gegaan dat dit voor het volledige studiegebied het geval is.

Wegens de dichte bebouwing, het uitgebreide wegennet en de verspreide industrie zijn er in Vlaanderen strikt genomen geen gebieden waarop het kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie van toepassing is. Er zijn immers geen zones die voldoen aan de criteria voor de inplanting van de meetstations zoals opgelegd in de richtlijn 2008/50/EG.

2.4.2.1.2 Stikstofoxiden

In de jaren 2012, 2013 en 2014 bedroeg de jaargemiddelde concentratie op de meetplaats in Doel 26 à 27 µg/m³. De Europese grenswaarde voor het jaargemiddelde onder 40 µg/m³ werd ruim gerespecteerd. Voor de meetpost Muisbroeklaan bedroeg het jaargemiddelde 40 à 42 µg/m³. Deze meetplaats ligt in een zone waarvoor uitstel voor het bereiken van de jaargrenswaarde van 40 µg/m³ werd verleend. De resultaten van deze meetplaatsen worden tot en met 2014 getoetst aan een jaargrenswaarde van 60 µg/m³.

Tabel 2-36 NO_2-concentraties (µg/m³) in de omgeving van KCD

Meetpost	Benaming	Jaargemiddelde (µg/m³)			Uurwaarden P99 (µg/m³)			Max. uurwaarde (µg/m³)		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
AL01*	Antwerpen - Linkeroever	-	-	26	-	-	84	-	-	142
R830	Doel – Scheldemolenstraat	26	27	27	76	83	85	110	135	136
R891	Antwerpen – Scheurweg	38	37	36	88	95	88	167	196	199
R892	Kallo-sluis	33	38	34	80	91	94	124	132	135
R893	Antwerpen – Ekerse dijk	40	36	36	84	85	83	177	137	139
R894	Antwerpen – Muisbroeklaan	41	40	42	82	96	95	165	203	159
R897	Antwerpen - Scheldelaan	35	37	35	84	94	96	128	127	143
	Grenswaarde EU-richtlijn 2008/50/EG	**40 µg/m³ ****			**-**			**200 µg/m³ , max. 18 overschrijdingen per jaar**		

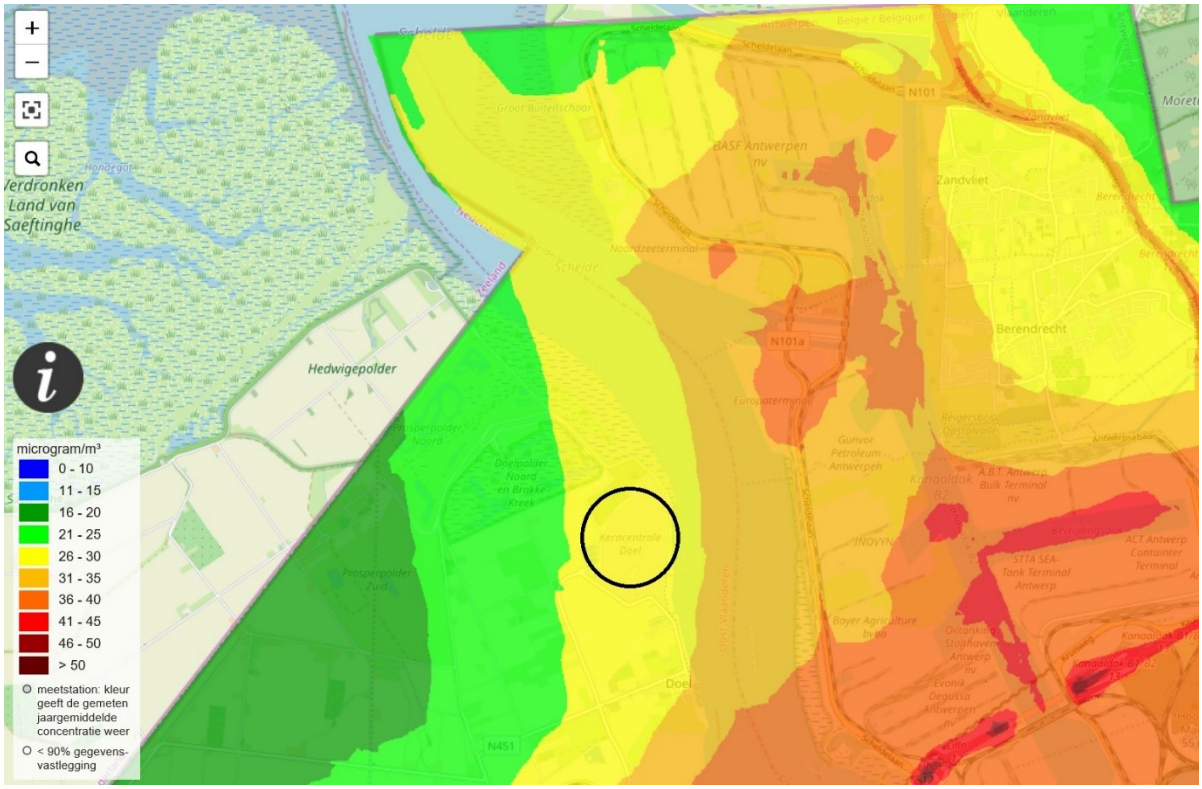
*Voor AL01 waren in 2012 nog geen metingen van NOx, in 2013 waren er onvoldoende data.

** De Europese Commissie verleende uitstel voor de zones Antwerpse Haven en Antwerpen Agglomeratie, waardoor de resultaten tot en met 2014 getoetst werden aan een jaargrenswaarde van 60 µg/m³.

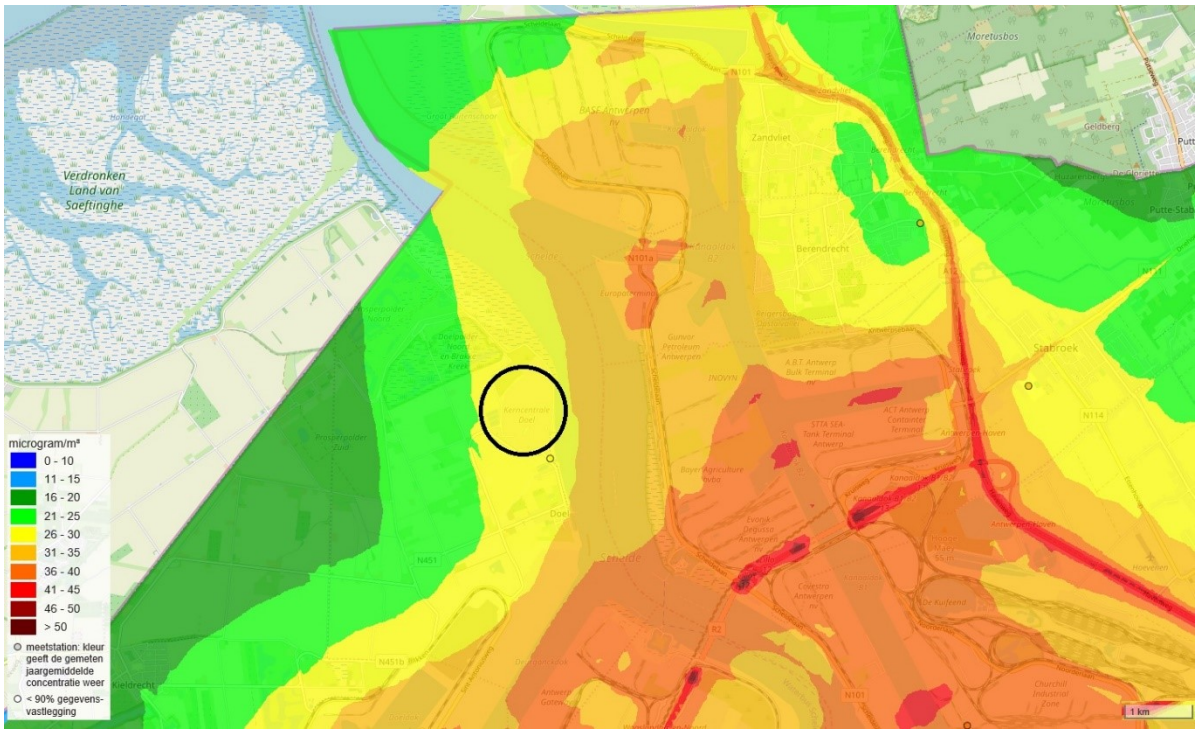
Op jaarbasis zijn er 18 overschrijdingen van het uurgemiddelde van 200 µg/m³ toegelaten. In 2013 werd één overschrijding geteld in de meetstation R894. Dit betekent dat de uurgrenswaarde niet werd overschreden.

Wegens de dichte bebouwing, het uitgebreide wegennet en de verspreide industrie zijn er in Vlaanderen strikt genomen geen gebieden waarop het kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie van toepassing is. Er zijn immers geen zones die voldoen aan de criteria voor de inplanting van meetstations, zoals opgelegd in richtlijn 2008/50/EG.

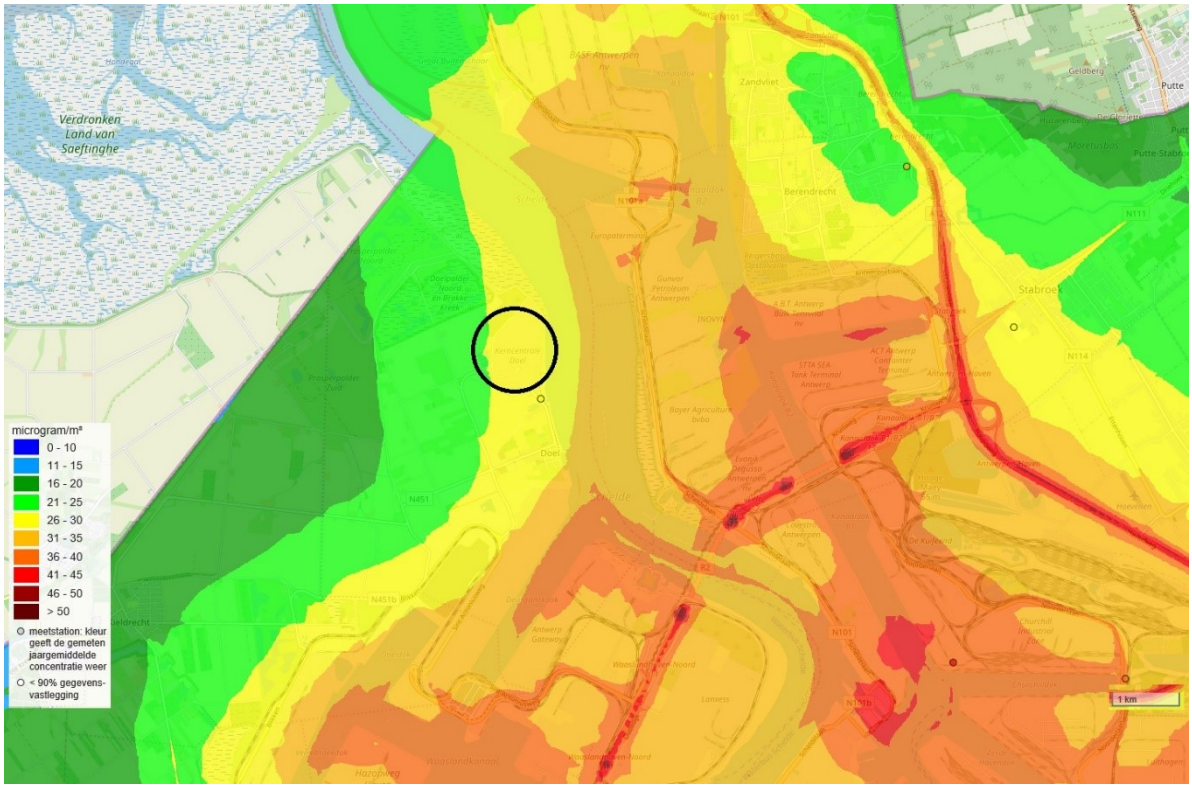
Figuur 2.34 toont een ruimtelijke weergave van het NO_2-jaargemiddelde in 2012. Deze model Kaart is berekend met het model RIO-IFDM v5.1.0. In de omgeving van de Antwerpse haven en de snelwegen komen duidelijk hogere gemiddelde NO_2-jaargemiddelden voor. Ter hoogte van KCD bedraagt de jaargemiddelde concentratie 26 à 30 µg/m³. In 2013 en 2014 is een lichte verbetering van de luchtkwaliteit merkbaar.



Figuur 2.34 Geïnterpoleerd NO2-jaargemiddelde in 2012 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel)



Figuur 2.35 Geïnterpoleerd NO_2-jaargemiddelde in 2013 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel)



Figuur 2.36 Geïnterpoleerd NO_2-jaargemiddelde in 2014 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel)

2.4.2.1.3 Fijn stof

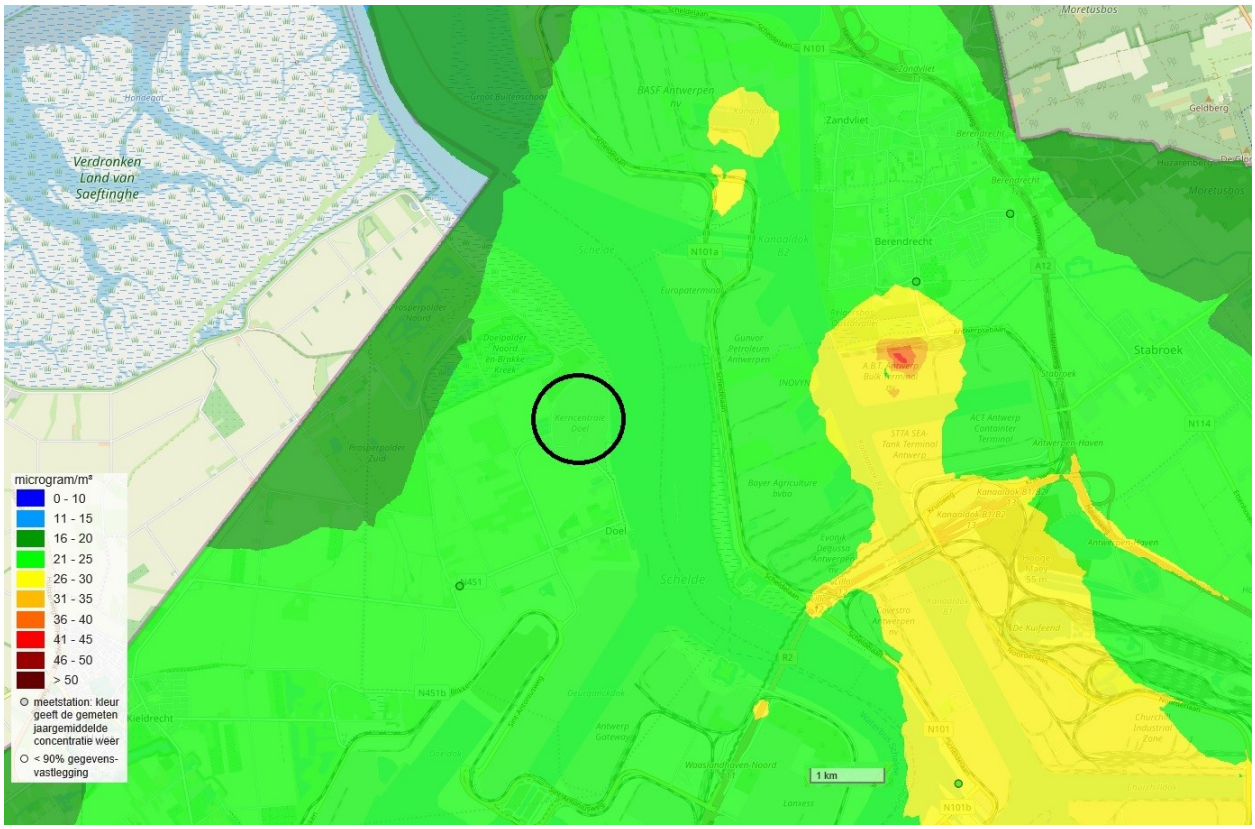
In Tabel 2-37 worden de concentraties van PM_{10} weergegeven gemeten op meetplaatsen in de omgeving van KCD.

Tabel 2-37 PM_{10}-concentraties in de omgeving van KCD

Meetpost	**Benaming**	**Jaargemiddelde (µg/m³)**			**aantal dagwaarden > 50 µg/m³**		
		2012	**2013**	**2014**	**2012**	**2013**	**2014**
40 AB01	Antwerpen – Boudewijnsluis	27	27	23	25	24	11
40 AB02	Berendrecht – Antwerpse baan	26	26	22	26	18	10
40 AL01	Antwerpen LO – Scheldeweg	24	25	22	22	18	11
40 AL02	Doel - Engelsesteenwesg	25	26	25	26	19	16
40 AL05	Kallo-sluis	29	28	25	35	25	12
	Grenswaarde EU-richtlijn 2008/50/EG	**40 µg/m³**			**35**		

Zowel de Europese daggrenswaarde als de jaargrenswaarde werd op de meetplaatsen in de omgeving van KCD gehaald (overigens in heel Vlaanderen).

Figuur 2.37 toont een inschatting van het PM_{10}-jaargemiddelde in 2014 in het studiegebied. Ter hoogte van KCD bedraagt de jaargemiddelde PM_{10}-concentratie tussen de 21 en 25 µg/m³. De absolute onzekerheid voor de RIO-achtergrond Kaart ligt tussen 7,4 en 10,0 µg/m³. De kaarten voor 2012 en 2013 vertonen een gelijkaardig beeld (figuren niet opgenomen).



Figuur 2.37 Gemodelleerde PM10-concentraties in de omgeving van KCD (zwarte cirkel)

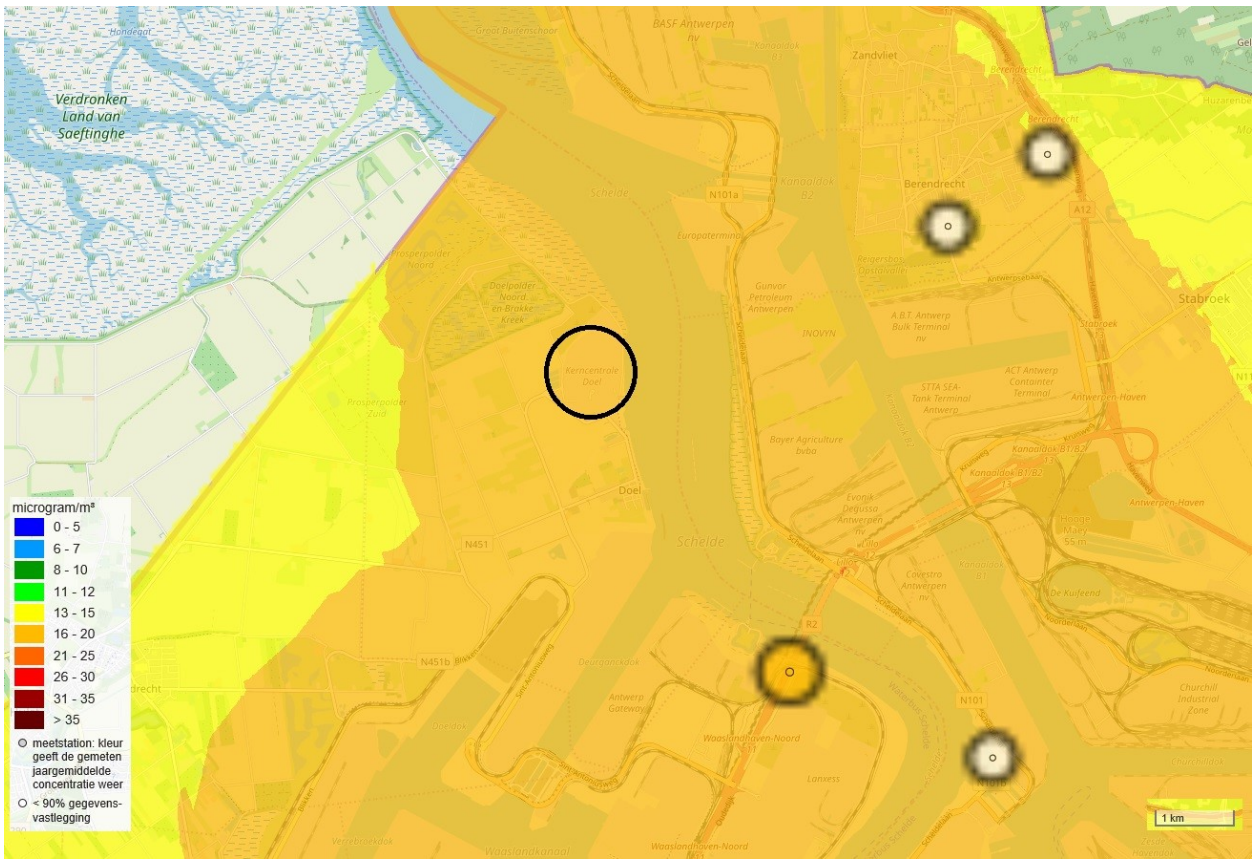
Tabel 2-38 $PM_{2,5}$-concentraties in de omgeving van KCD

Meetpost	Benaming	Jaargemiddelde (µg/m³)			aantal dagwaarden > 25 µg/m³		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014
40 AB01	Antwerpen – Boudewijnsluis	-	-	-	-	-	-
40 AB02	Berendrecht – Antwerpse baan	-	-	-	-	-	-
40 AL01	Antwerpen LO – Scheldeweg	-	-	13	-	-	13
	Grenswaarde EU-richtlijn 2008/50/EG	**25 µg/m³ vanaf 2015**			**-**		

De metingen van $PM_{2,5}$ werd in de beschouwde meetplaatsen en voor de beschouwde periode (2012-2014) enkel uitgevoerd in meetplaats AL01 in 2014. Uit Tabel 2-38 blijkt dat de Europese jaargrenswaarde voor $PM_{2,5}$ van 25 µg/m³ werd respecteerd (zoals in heel Vlaanderen). Ook de lagere indicatieve jaargrenswaarde van 20 µg/m³ die vanaf 2020 geldt, werd gehaald.

Figuur 2.38 toont een inschatting van de $PM_{2,5}$-jaargemiddelden in 2014. Ter hoogte van KCD bedraagt de jaargemiddelde PM_{10}-concentratie tussen de 16 en 20 µg/m³. De absolute onzekerheid voor de RIO-achtergrond Kaart varieert tussen 2,8 en 3,4 µg/m³. Volgens het model haalt heel Vlaanderen de Europese jaargrenswaarde en werd dus geen enkele Vlaming blootgesteld aan $PM_{2,5}$-concentraties hoger dan de grenswaarde. De Kaarten voor 2012 en 2013 vertonen een gelijkaardig beeld (figuren niet opgenomen).

Alle $PM_{2,5}$-jaargemiddelden lagen in 2014 hoger dan 10 µg/m³ en op elke meetplaats waren er meer dan drie dagen met een gemiddelde concentratie hoger dan 25 µg/m³. De WGO-advieswaarden werden bijgevolg op alle meetplaatsen overschreden (zoals in heel Vlaanderen).



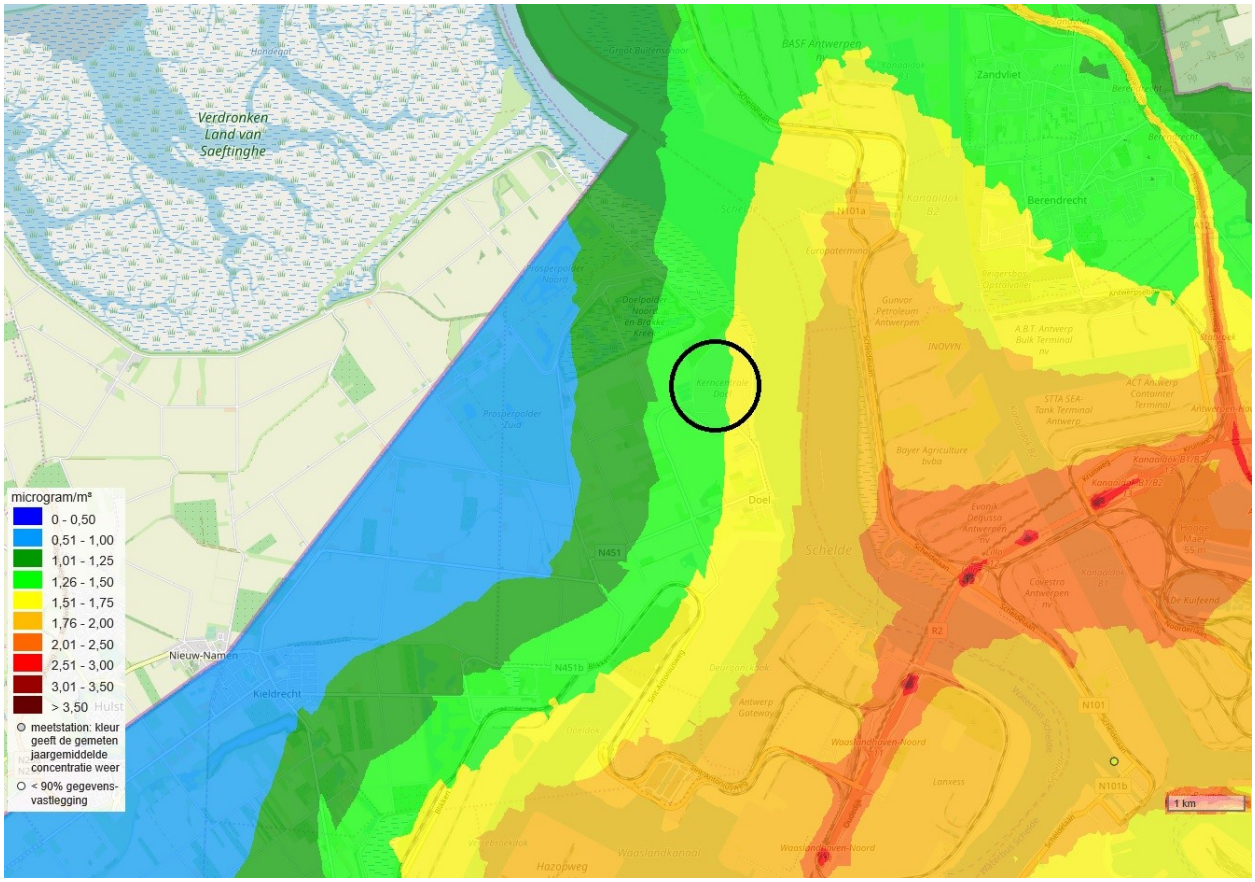
Figuur 2.38 Gemodelleerde PM2,5-concentraties in de omgeving van KCD (zwarte cirkel)

Tabel 2-39 Zwarte koolstof concentraties in de omgeving van KCD

Meetpost	Benaming	Jaargemiddelde (µg/m³)			Uurwaarden P99 (µg/m³)		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014
40 AB01	Antwerpen – Boudewijnsluis	1,7	1,7	1,6	7,6	7,7	6,7
40 AL01	Antwerpen LO – Scheldeweg	1,5	1,5	1,4	6,2	7,1	5,9

Figuur 2.39 toont een inschatting van de jaargemiddelden zwarte koolstof in 2014 in Vlaanderen. De absolute onzekerheid voor de RIO-achtergrond Kaart varieert tussen 0,68 en 0,90 µg/m³. Ter hoogte van KCD wordt een concentratie van 1,26 à 1,50 µg/m³ ingeschat.

Momenteel bestaat er op Europees of Vlaams niveau geen regelgeving voor zwarte koolstof.



Figuur 2.39 Gemodelleerde zwarte koolstof concentraties in 2014 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel)

2.4.2.1.4 CO

Alle Vlaamse meetstations respecteren in 2012, 2013 en 2014 ruim de Europese grenswaarde voor CO van 10 mg/m³ als hoogste 8-uurgemiddelde van een dag.

2.4.2.1.5 PAK's

De Europese 4de dochterrichtlijn 2004/107/EG definieert een streefwaarde van 1 ng/m³ als jaargemiddelde voor benzo(a)pyreen (B(a)P). De lidstaten moesten die waarde tegen 31 december 2012 respecteren.

In 2012, 2013 en 2014 lag het jaargemiddelde van benzo(a)pyreen op alle meetplaatsen onder de streefwaarde.

In 2014 bedroeg de gemiddelde concentratie benzo(a)pyreen 0,14 ng/m³ in Berendrecht.

2.4.2.2 Identificatie en kwantificatie van de geleide emissies

2.4.2.2.1 Algemeen

Bij KCD betreffen de geleide emissies de emissies afkomstig uit verschillende verbrandingsinstallaties: hulpstoomketels, noodgroepen en verwarmingsinstallatie. De ligging van deze emissiepunten is aangeduid in Bijlage 4.1 van dit hoofdstuk.

Hulpstoom is noodzakelijk voor de goede werking van de eenheden. De hulpstoom wordt in normale omstandigheden geleverd door de eenheden. Indien dit niet mogelijk is, nemen 2 hulpstoomketels de functie over. Om zeker te zijn van hun beschikbaarheid, worden ze op regelmatige basis getest. In de periode 2014 werden ze alleen opgestart voor dergelijke testen.

Noodgroepen op gasolie voorzien de veiligheid-, nood- en hulpinstallaties van een verzekerde elektrische voeding in het geval de externe elektrische voeding niet beschikbaar is. Om zeker te zijn van hun goede werking, worden ze periodiek getest. De noodgroepen (met uitzondering van noodgroep PKD-D3/ES-DG0004) zijn niet voorzien om elektrisch vermogen te leveren aan het extern net. In 2014 werden de noodgroepen alleen opgestart voor testen.

Tot slot is er in het Magazijn nog een verwarmingsinstallatie aanwezig.

2.4.2.2.2 Emissiegrenswaarden

KCD is vergund voor stookinstallaties met een totaal nominaal thermisch ingangsvermogen van meer dan 50 MW (rubriek 43.3.2°) en valt bijgevolg onder de toepassing van de IED (Industrial Emissions Directive).

In VLAREM III zijn onder Hoofdstuk 3.12 de sectorale milieuvoorwaarden opgenomen voor grote stookinstallaties. De bepalingen van dit hoofdstuk zijn niet van toepassing op eenheden met een nominaal thermisch ingangsvermogen van minder dan 15 MW. Alle dieselmotoren hebben een vermogen van minder dan 15 MW, dus hierop is het hoofdstuk 3.12 niet van toepassing.

De hulpstoomketels hebben elk een vermogen van ca. 43 MW en vallen bijgevolg wel onder de bepalingen van het hoofdstuk. Wel geldt dat de emissiegrenswaarden naar lucht niet van toepassing zijn op turbines en motoren voor gebruik in noodgevallen die <500 uur per jaar in bedrijf zijn, als een dergelijk gebruik in noodgevallen niet verenigbaar is met naleving van de emissiegrenswaarden (in dat geval gelden de voor de installatie relevante technieken vermeld in de BBT).

De hulpstoomketels zijn minder dan 500 uur per jaar in gebruik. Voor installaties die minder dan 500 uur per jaar in gebruik zijn, zijn in Subafdeling 3.12.4.1 (met zware stookolie of gasolie gestookte ketels) geen emissiegrenswaarden bepaald.

Daarnaast dient men ook rekening te houden met VLAREM II, Hoofdstuk 5.43. Als de sectorale voorwaarden van VLAREM II dezelfde problematiek regelen, gelden immers de strengste voorwaarden.

Voor de dieselgeneratoren is hoofdstuk 3.12 zoals gezegd niet van toepassing. Hier valt men terug op de sectorale bepalingen van VLAREM II, Hoofdstuk 5.43.

VLAREM II bepaalt dat stookinstallaties met minder dan 100 bedrijfsuren per kalenderjaar, wat het geval is voor de noodgeneratoren en de stoomketels van KCD, geen emissiegrenswaarden van toepassing (art. 5.43.2.2) zijn. Er zijn bijgevolg ook geen meetverplichtingen (art. 5.43.2.23).

Er zijn dan ook geen emissiemetingen beschikbaar voor de hulpstoomketels of de dieselgeneratoren.

2.4.2.2.3 Emissiefactoren

KCD heeft voor bovenstaande geleide emissies geen meetverplichtingen. Er kan dan ook verwacht worden dat de geleide emissies als gevolg van de hierboven beschreven activiteiten bij KCD beperkt zullen zijn.

Het niet aanwezig zijn van een meetverplichting heeft echter ook tot gevolg dat er weinig gegevens ter beschikking zijn met betrekking tot de emissies. Om evenwel toch een kader te scheppen worden de emissies berekend aan de hand van het gerapporteerde brandstofverbruik van elk van de verbrandingsinstallaties, met behulp van emissiefactoren.

De gebruikte emissiefactoren werden afgestemd op het bouwjaar[12] van de installaties.

Deze emissiefactoren zijn in Tabel 2-40 opgenomen.

Tabel 2-40 Emissiefactoren voor de verbrandinginstallaties op vloeibare brandstoffen, bouwjaar 1982-1984

Polluent	**Dieselmotoren**		**Hulpstoomketels**	
Bouwjaar	**1982, 1984[13]**	**Eenheid**	**1982[14]**	**Eenheid**
CO	12,2	kg/m³ diesel	0,63	kg/m³ diesel
NO_x	56,2	kg/m³ diesel	2,8	kg/m³ diesel
SO_x	3,74	kg/m³ diesel	17*zwavelgehalte[15] (%)	kg SO_2/m³ diesel
PM_{10}	4,01	kg/m³ diesel	0,25	kg/m³ diesel
$PM_{2,5}$	4,01	kg/m³ diesel	0,25	kg/m³ diesel

[12] Als bouwjaar wordt het jaar van vergunning verondersteld.
[13] AP-42 1977, tabel 3.3.3-1 'Emission factors for gasoline- and diesel-powered industrial equipment – emission factor rating: C' (diesel)
[14] AP-42 1977, tabel 1.3-1 'Emission factors for fuel oil combustion – Emission factor rating: A' (distillate oil)
[15] maximaal 0,1%

Tabel 2-41: Emissiefactoren voor de verbrandinginstallaties op vloeibare brandstoffen, bouwjaar 2000-2017

Polluent	**Dieselmotoren**		
Bouwjaar	**2000, 2010[16]**	**2015, 2017[17]**	**Eenheid**
CO	385	130	g/GJ
NO_x	1450	942	g/GJ
SO_x	46,1	48	g/GJ
PM_{10}	22,4	30	g/GJ
$PM_{2,5}$	21,7	30	g/GJ

2.4.2.2.4 Brandstofverbruik

Het brandstofverbruik van al deze emissiepunten voor de periode 2014 wordt in Tabel 2-42 gegeven.

Tabel 2-42 Brandstofverbruik (2014)

Functioneel element	**Nummer op plan**	**Vermogen [MWth]**	**Type**	**Draaiuren [h]**	**Gasolie verbruik [m³]**
DOEL 1 en 2					
PKD-D1/DG0011	1	4,3	motor op gasolie	6,49	1,57
PKD-D1/ED0022	8	6,1	motor op gasolie	47,39	15,76
PKD-D0/DG0014[18]	4	6,2	motor op gasolie	0,00	0,00
PKD-D0/DG0012	3	6,2	motor op gasolie	0,00	0,00
PKD-D0/DG0024	6	6,2	motor op gasolie	0,00	0,00
PKD-D0/DG0022	5	6,2	motor op gasolie	0,00	0,00
PKD-D2/DG0021	2	4,3	motor op gasolie	5,14	1,25
PKD-D2/ED0012	7	6,1	motor op gasolie	51,53	17,14
PKD-D0/DGS12	30	6,79	motor op gasolie	28,33	10,50
PKD-D0/DGS14	31	6,79	motor op gasolie	47,09	17,46
PKD-D0/DGS22	33	6,79	motor op gasolie	35,85	13,29
PKD-D0/DGS24	34	6,79	motor op gasolie	29,19	10,82
PKD-D0/DGS99	32	6,79	motor op gasolie	31,73	11,76
Subtotaal					**35,72 m³**

[16] EMEP EEA Guidebook 2009, tabel 3-38, Tier 2 emissiefactoren voor niet residentiële bronnen - zuigermotoren op gasolie

[17] EMEP EEA Guidebook 2013, tabel 3-37, Tier 2 emissiefactoren voor niet residentiële bronnen - zuigermotoren op gasolie; enkel van toepassing op dieselgeneratoren die vergund zijn in 2015 en 2017 (zie bedrijfsfase vanaf 2015).

[18] Diesels PKD-D0/DG0014, PKD-D0/DG0012, PKD-D0/DG0024 en PKD-D0/DG0022 zijn oude diesels die nog vergund zijn maar afgekoppeld en dus niet meer worden getest.

Functioneel element	Nummer op plan	Vermogen [MWth]	Type	Draaiuren [h]	Gasolie verbruik [m³]
DOEL 3					
PKD-D3/ES-DG0012	17	2,4	motor op gasolie	1,60	0,19
PKD-D3/ES-DG0022	18	2,4	motor op gasolie	18,60	2,26
PKD-D3/ES-DG0001	13	12,6	motor op gasolie	55,20	38,97
PKD-D3/ES-DG0002	14	12,6	motor op gasolie	34,10	24,07
PKD-D3/ES-DG0003	15	12,6	motor op gasolie	55,00	38,83
PKD-D3/ES-DG0004	16	12,6	motor op gasolie	53,70	37,91
PKD-D3/KE-DG0001	10	5,7	motor op gasolie	33,00	10,97
PKD-D3/KE-DG0002	11	5,7	motor op gasolie	31,00	10,31
PKD-D3/KE-DG0003	12	5,7	motor op gasolie	32,30	10,74
Subtotaal					**174,26 m³**
DOEL 4					
PKD-D4/ES-DG0022	26	2,4	motor op gasolie	131,30	15,97
PKD-D4/ES-DG0012	25	2,4	motor op gasolie	8,30	1,01
PKD-D4/ES-DG0001	22	12,6	motor op gasolie	84,20	59,44
PKD-D4/ES-DG0002	23	12,6	motor op gasolie	31,40	22,17
PKD-D4/ES-DG0003	24	12,5	motor op gasolie	39,70	28,03
PKD-D4/KE-DG0001	19	5,7	motor op gasolie	29,90	9,94
PKD-D4/KE-DG0002	20	5,7	motor op gasolie	26,90	8,95
PKD-D4/KE-DG0003	21	5,7	motor op gasolie	25,00	8,31
Subtotaal					**153,82 m³**
WAB					
Hulpstoomketel ABN	27	43,126	stoomketel	0,00	0,00
Hulpstoomketel ABZ	28	43,126	stoomketel	54,00	87,15
Subtotaal					**87,15 m³**
DIVERS					
Brandweerdiesel	9	0,125	motor op gasolie	14,00	0,15
verwarming MAI	29	0,204	stookketel		15,04
Subtotaal					**15,20 m³**
TOTAAL					**529,99 m³**

2.4.2.2.5 Emissies van de verbrandingsinstallaties

Volgende emissiefactoren worden gebruikt voor de verschillende verbrandingsinstallaties:

Tabel 2-43: Emissiefactoren per verbrandingsinstallatie

Functioneel element	Bouwjaar	Bron
Doel 1 en 2		
PKD-D1/DG0011	2000	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D1/ED0022	2000	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D2/DG0021	2000	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D2/ED0012	2000	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D0/DGS12	2010	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D0/DGS14	2010	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D0/DGS22	2010	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D0/DGS24	2010	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
PKD-D0/DGS99	2010	EMEP/EEA 2009, table 3-38 tier 2, non-residential sources, reciprocating engines burning gasoil. Ref: US EPA (1996), chapter 3.4
Doel 3		
PKD-D3/ES-DG0012	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/ES-DG0022	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/ES-DG0001	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/ES-DG0002	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/ES-DG0003	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/ES-DG0004	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/KE-DG0001	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/KE-DG0002	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D3/KE-DG0003	1982	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
Doel 4		
PKD-D4/ES-DG0022	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D4/ES-DG0012	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D4/ES-DG0001	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D4/ES-DG0002	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1

Functioneel element	Bouwjaar	Bron
PKD-D4/ES-DG0003	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D4/KE-DG0001	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D4/KE-DG0002	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
PKD-D4/KE-DG0003	1984	AP-42 1977, Tabel 3.3.3-1
WAB		
PKD-DT/ABN	1982	AP-42 1977, Tabel 1.3-1
PKD-DT/ABZ	1982	AP-42 1977, Tabel 1.3-1
DIVERS		
verwarming MAI	onbekend	AP-42 1977, Tabel 1.3-1
brandweerdiesel PKD-D0/FEOP2	onbekend	EMEP EEA 2013, Tabel 3-37 Non residential sources, reciprocating engines burning gas oil (ref: Nielsen et al. 2010)

Als het verbruik uit Tabel 2-42 gecombineerd wordt met de gegeven emissiefactoren[19], wordt een (indicatief) beeld verkregen van de totale geleide emissies bij KCD, weergegeven in Tabel 2-44.

Tabel 2-44 Emissies stookinstallaties (2014)

Functioneel element	CO emissie in kg/jaar	NOx emissie in kg/jaar	SOx emissie in kg/jaar	PM10 emissie in kg/jaar	PM2,5 emissie in kg/jaar
DOEL 1 en 2					
PKD-D1/DG0011	39	149	5	2	2
PKD-D1/ED0022	395	1487	47	23	22
PKD-D0/DG0014	0	0	0	0	0
PKD-D0/DG0012	0	0	0	0	0
PKD-D0/DG0024	0	0	0	0	0
PKD-D0/DG0022	0	0	0	0	0
PKD-D2/DG0021	31	118	4	2	2
PKD-D2/ED0012	429	1617	51	25	24
PKD-D0/DGS12	263	991	32	15	15
PKD-D0/DGS14	438	1648	52	25	25
PKD-D0/DGS22	333	1255	40	19	19
PKD-D0/DGS24	271	1022	32	16	15
PKD-D0/DGS99	295	1110	35	17	17
Subtotaal	**2495**	**9397**	**299**	**145**	**141**
DOEL 3					

[19] Rekening houdend met een dichtheid van gasolie van 0,85 en een onderste verbrandingswaarde van 42,279 GJ/ton

Functioneel element	CO emissie in kg/jaar	NOx emissie in kg/jaar	SOx emissie in kg/jaar	PM10 emissie in kg/jaar	PM2,5 emissie in kg/jaar
PKD-D3/ES-DG0012	4	20	1	1	1
PKD-D3/ES-DG0022	50	230	15	16	16
PKD-D3/ES-DG0001	861	3967	264	283	283
PKD-D3/ES-DG0002	532	2451	163	175	175
PKD-D3/ES-DG0003	858	3953	263	282	282
PKD-D3/ES-DG0004	838	3859	257	275	275
PKD-D3/KE-DG0001	243	1117	74	80	80
PKD-D3/KE-DG0002	228	1049	70	75	75
PKD-D3/KE-DG0003	237	1093	73	78	78
Subtotaal	**3851**	**17740**	**1181**	**1266**	**1266**
DOEL 4					
PKD-D4/ES-DG0022	353	1626	108	116	116
PKD-D4/ES-DG0012	22	103	7	7	7
PKD-D4/ES-DG0001	1314	6051	403	432	432
PKD-D4/ES-DG0002	490	2257	150	161	161
PKD-D4/ES-DG0003	619	2853	190	204	204
PKD-D4/KE-DG0001	220	1012	67	72	72
PKD-D4/KE-DG0002	198	911	61	65	65
PKD-D4/KE-DG0003	184	846	56	60	60
Subtotaal	**3399**	**15659**	**1042**	**1117**	**1117**
WAB					
Hulpstoomketel ABN	0	0	0	0	0
Hulpstoomketel ABZ	125	476	3	50	50
Subtotaal	**125**	**476**	**3**	**50**	**50**
DIVERS					
Brandweerdiesel PKD-D0/FEOP2	9	36	0,3	3,8	3,8
verwarming MAI	1	5	0,2	0,1	0,1
Subtotaal	**10**	41	**0,5**	**3,9**	**3,9**
TOTAAL (kg)	**9881**	**43314**	**2525**	**2582**	**2582**

Op basis van de emissiegegevens van de verschillende verbrandingsinstallaties, zoals weergegeven in bovenstaande tabel, kan worden vastgesteld dat de emissies van CO, SO_x en fijn stof (PM_{10}, $PM_{2,5}$) klein zijn ten opzichte van de emissies van NO_x.

2.4.2.3 Identificatie en kwantificatie van de niet-geleide emissies

In verschillende tanks op het terrein slaat KCD waterige oplossingen van zowel ammoniak als hydrazine op. Deze producten worden ingezet voor het behouden van een optimale pH in de watercircuits en het beperken van het zuurstofgehalte daarin om zo corrosie te voorkomen. Voor meer informatie hieromtrent en voor gegevens over de lozing van deze producten via het water, wordt verwezen naar de discipline Water.

Zowel ammoniak als hydrazine zijn giftig. Hydrazine is ook een carcinogeen product. Ammoniak heeft een hoge dampspanning, waardoor er reeds bij normale omstandigheden dampen ontstaan en er dus mogelijk emissies kunnen optreden. De vluchtigheid van hydrazine in water is echter zeer beperkt, zodat relevante emissies uit te sluiten zijn. De opslag gebeurt daarenbovenop een dergelijk verdunde wijze dat ademverliezen maximaal worden tegengegaan. Verder zijn er maatregelen genomen om eventuele verspreiding via de lucht tegen te gaan, zoals watersloten en actieve koolfilters. Beide stoffen zijn ook volledig oplosbaar in water. KCD heeft verschillende procedures in voege met betrekking tot de behandeling en de opslag van deze producten.

Omwille hiervan zijn de emissies van ammoniak of hydrazine naar de omgeving toe niet relevant.

2.4.2.4 Emissie van stoompluimen uit de koeltorens

2.4.2.4.1 Identificatie en kwantificatie van zoutneerslag uit de stoompluimen van de koeltorens

De centrales van Doel 3 en 4 maken gebruik van koelwater dat in de open koeltorens na gebruik wordt afgekoeld. Zoutneerslag uit de stoompluim van koeltorens waarin zout water wordt gebruikt, is een gekend probleem. Het Scheldewater ter hoogte van Doel is van nature brak door de getijdewerking op de Schelde.

In het verleden werd op basis van metingen een methodiek opgesteld om de emissie en de daarmee gepaard gaande zoutneerslag vanuit een grote koeltoren met natuurlijke trek en met een toevoer van zout water in kaart te brengen.

Daarnaast werd op basis van proefmetingen bepaald in hoeverre de zoutneerslag een invloed heeft op het bebouwd land vanuit de oogpunten rendement en kwaliteit, op de bodem en op de natuurlijke plantengroei.

De gegevens m.b.t. de zoutneerslag uit deze paragraaf zijn afkomstig uit de nota “Hoofdkoeltoren – Raming van de zoutneerslag, vertaling van nota nr. 51158 NTNUSO 3753”, Tractebel Engineering, 01/08/1983.

Het zoutgehalte van het circulatiewater in de koeltorens, dat uit de Schelde opgepompt wordt, wordt gelijk gesteld aan 20 g/l, wat een pessimistisch ingeschat jaarlijks gemiddelde is[20].

[20] Metingen over de periode 2010-2019 tonen een maximaal zoutgehalte aan van het opgepompte Scheldewater van ca. 10,8 g/l.

De zoutdepositie wordt ingeschat op basis van de volgende parameters:

- Het circulatiewaterdebiet in de torens 259.200 m³/h
- De graad van meevoering van de druppeltjes: $2\ 10^{-5}$
- Het zoutgehalte in het circulatiewater: 20 kg/m³
- De hoogte van de torens 167 m

Het combineren van deze gegevens leidt tot een emissie van zout door de 2 koeltorens van Doel (centrales 3 en 4) van 103,7 kg/h. De depositie van zout in de omgeving van de koeltorens (binnen een straal van 2 km) kan geschat worden op 0,25 g/m² per maand.

2.4.2.4.2 Invloed van de stoompluimen op het microklimaat in de omgeving

Stoompluimen afkomstig uit koeltorens kunnen door hun omvang een invloed hebben op het lokaal microklimaat.

De effecten die zich klassiek voordoen is het neerslaan van de stoompluim in de omgeving als gevolg van (lokale) meteorologische condities, waardoor mistvorming optreedt. Dit wordt echter voornamelijk waargenomen bij koeltorens met geringere hoogte dan de koeltorens van KCD, die met hun 160 m hoog genoeg boven de omgeving uitsteken om dergelijke mistvorming te vermijden.

Er zijn verder geen aanwijzingen dat de stoompluimen een effectieve invloed hebben op het klimaat in de omgeving. De stoompluimen van KCD vereisen dan ook geen verder onderzoek naar de impact op het microklimaat.

2.4.2.5 Historiek van de emissies

Het vergelijken van de geleide emissies tussen verschillende jaren is moeilijk, aangezien het verbruik voornamelijk gerelateerd is aan niet aan de productie gebonden factoren, in dit geval het testen van de motoren.

Ook met betrekking tot de zoutneerslag is een vergelijking van de gegevens onmogelijk, onder meer omdat het zoutgehalte van de Schelde sterk wisselt van jaar tot jaar, binnen een gegeven jaar zelf en zelfs afhankelijk is van het tij.

2.4.2.6 Energie en klimaat

2.4.2.6.1 Energieplan

De Europese IPPC-richtlijn 96/61/EC (Integrated Pollution Prevention & Control) verplicht de lidstaten om in het kader van de milieuwetgeving ervoor te zorgen dat zowel bij de uitbating van de inrichting als bij de vergunningsaanvraag voor een nieuwe inrichting rekening wordt gehouden met de energie-efficiëntie van de installaties.

Concreet voor Vlaanderen betekent dit dat de vergunningsvoorwaarden gekoppeld worden aan een energiestudie en/of energieplan. Het Besluit van de Vlaamse Regering van 14 mei 2004 (BS 16.07.2004) betreffende energieplanning voor ingedeelde energie-intensieve inrichtingen voegt aan deel 4 van Titel II van het Vlarem een hoofdstuk 4.9 "Energieplanning" toe. Daarin wordt gesteld dat elke ingedeelde inrichting met een primair energieverbruik van minstens 0,5 petajoule (500.000 GJp) per jaar, moet beschikken over een conform verklaard energieplan.

Het besluit van de Vlaamse regering houdende algemene bepalingen over energiebeleid ("Energiebesluit") van 19 november 2010 stelt eisen aan de inhoud van het Energieplan.

Voor KCD werd in 2010 een eerste energieplan opgesteld. Er gebeurde een screening van potentiële maatregelen ter besparing van energie. Voor elk van deze maatregelen werd nagegaan of ze veiligheidshalve en technisch haalbaar zijn en voldoende economisch rendabel. Dit plan werd in 2014 geëvalueerd en geüpdatet.

Naast de maatregelen van het energieplan, worden ook bijkomende maatregelen op initiatief van ENGIE genomen. Onderstaande Tabel 5-3 (uit het energieplan 2014) toont aan dat er door de getroffen maatregelen (tussen 2010 en 2014) meer dan 3.700 ton CO_2/jaar kon worden uitgespaard[21].

Tabel 2-45: Besparingen ten gevolge van energiemaatregelen bij KCD (volgens Energieplan 2014)

	maatregel EP2010	Besparingsoverzicht van uitgevoerde maatregelen van het EP2010		
			MWh_e/jaar	t CO_2/jaar
1	DOGB01a	ADG: verminderen verlichting	43,4	6,1
2	DOGB0a3a	WPG: aanwezigheidsdetectie	13,6	1,9
3	DOGB06a, 07a, 08a	CGA: optimalisatie van de verlichting	22,5	3,2
4	DOGB10a	CGB: optimalisatie van de verlichting	12,6	1,8
		totaal	**92,1**	**12,9**

	Besparingsoverzicht van uitgevoerde maatregelen niet vermeld in het EP2010		
		MWh_e/jaar	t CO_2/jaar
1	Andere gebouwen: optimalisatie verlichting en verwarming	1.240	174
2	WPG: warmtepomp i.p.v. directe verwarming	16	2
3	TGB: optimalisatie van de verlichting	8	1
4	Technische gebouwen: vervanging verlichting	843	118
5	WPG: verbeterde isolatie	3.223	451
6	vervangen van UPS uitrustingen	1626	228
7	vervanging van koelgroepen	73	10
8	vervanging van noodaggregaten	93	13
9	vervanging van opvoertransformatoren D3	2.759	386
10	vervanging van opvoertransformatoren D4	4.663	653
11	vervanging van de pakking van koeltoren D3	12.005	1.681
	Totaal	**26.547**	**3.717**

KCD heeft energiezorg geïntegreerd in zijn dagelijkse werking. Het energieverbruik van de verschillende installaties wordt per eenheid op maandelijkse basis gerapporteerd en geanalyseerd. Zowel het

[21] Laborelec, Energieplan 2014 Electrabel Centrale van Doel, 2014.

elektriciteitsverbruik als het verbruik van gasolie voor de verschillende noodinstallaties wordt bijgehouden. Er wordt continu gewerkt aan een reductie van het energiegebruik bij alle ondersteunende diensten (gebouwen, werkplaatsen, werktuigmachines…).

Het elektriciteitsverbruik in de niet technische gebouwen bedroeg in 2014 van 2.200 MWh, ten opzichte van 2.600 MWh in 2013. De daling is te danken aan een aantal energiebesparende maatregelen, onder andere de vervanging van verlichting en pompen, en instellingen. Naast de vermindering in elektriciteitsverbruik werd het warmteverlies van het Administratief gebouw teruggebracht door de plaatsing van de dubbele beglazing en het isoleren van daken en muren.

2.4.2.6.2 Energiestudie

Het uitvoeren van een energiestudie is slechts nodig voor nieuwe inrichtingen met een totaal jaarlijks energiegebruik van tenminste 0,1PJ of bij een verandering aan een bestaande installatie, die een (primair) meerverbruik van tenminste 10 TJ per jaar met zich meebrengt.

Aangezien er geen nieuwe installaties gepland zijn, noch een verhoging van de capaciteit voorzien is, valt KCD niet onder deze categorieën en dient dus geen energiestudie op te stellen.

2.4.2.6.3 Broeikasgasemissies

De klimaatconferentie in Kyoto heeft België en de Europese Unie verplicht om de uitstoot van CO_2 en andere broeikasgassen te verminderen. Het protocol werd goedgekeurd bij Beschikking 2002/358/EG van de Raad van 25 april 2002. Met het oog hierop werd middels de Europese Richtlijn 2003/87/EG een systeem van emissierechten voor broeikasgassen opgezet binnen de landen van de Europese Gemeenschap.

Sinds de handelsperiode 2013-2020 valt ook KCD onder de toepassing van deze richtlijn, wegens de exploitatie van stookinstallaties met een totaal nominaal thermisch ingangsvermogen van meer dan 20 MW (in 2014 betroffen dit 31 vast opgestelde motoren, 2 stookinstallaties horende bij de hulpstoomketels en 1 stookketel horende bij een verwarmingsinstallatie, met een vermogen van in totaal 298,031 MWth).

KCD dient sindsdien jaarlijks een monitoringverslag op te stellen. Voor het jaar 2014 bedroeg de aldus berekende CO_2-emissie 1411,33 ton.

Het ganse productiepark van Electrabel GDF Suez produceerde in 2014 47.008 GWh (netto productie aan 100%) in België aan elektriciteit en een CO_2-uitstoot van 7.617.325 ton. De vier nucleaire eenheden van Doel produceerden samen ongeveer 14.044 GWh netto en stootten daarbij dus 1.411,33 ton CO_2 uit, afkomstig van het testen van diesels en stoomketels. KCD stond dus in voor 29,87% van alle elektriciteit die Electrabel produceert in België en is slechts verantwoordelijk voor om en bij de 0,019% van de CO_2-emissie[22].

Gezien deze CO_2-emissies onder normale omstandigheden exclusief voortkomen uit het testen van de verbrandingsinstallaties die instaan voor het garanderen van de veilige werking van de nucleaire

[22] Electrabel, Milieuverklaring 2015 – prestaties 2014, 2015.

installaties, wordt niet verwacht dat er in de toekomst veel beweging zal zitten in het niveau van deze emissies.

De CO_2-uitstoot van deze emissiebronnen is dermate klein, zeker in vergelijking met die van een klassieke energiecentrale, dat de negatieve impact van deze emissies op het klimaat niet kan worden gekwantificeerd.

2.4.3 Effectbeoordeling

2.4.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2019

2.4.3.1.1 Emissies

LTO werkzaamheden

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie § 1.6.2 en 1.7.1).

Tijdens de werkzaamheden waren volgende emissies mogelijk:

- stofemissies bij graafwerken en aanvoer met vrachtwagens (grondverzet, constructiewerkzaamheden,…);
- emissies van uitlaatgassen van werfmachines en vrachtwagens (verbranding van fossiele brandstoffen en omvatten CO, CO_2, onverbrande koolwaterstoffen , NOx, SO_2 en fijn stof (PM 2,2 en PM 10)).

Bij een aantal activiteiten (aanvoer van materialen d.m.v. wegtransport, opslag en verlading van materialen, graafwerken) konden diffuse stofemissies ontstaan. Er zijn evenwel geen methoden beschikbaar om een betrouwbare kwantitatieve schatting van deze emissies uit te voeren.

De stofemissies zijn afhankelijk van een hele reeks factoren zoals het aantal en type van de ingezette werfmachines, de werkinstructies tijdens de bouw,…

Gezien de afstand van de site tot bewoning, werd geen impact verwacht vanwege stofemissies (stof van de werfmachines) tijdens de werkzaamheden.

Het aandeel van de emissies afkomstig van de werfmachines en het werfverkeer varieerde van dag tot dag, en werd eerder gering geacht ten opzichte van de huidige emissiebronnen op de site en in de omgeving zoals het verkeer. Het effect op de luchtkwaliteit ten gevolge van de werfmachines en het werfverkeer wordt, rekening houdend met het tijdelijke karakter, als een beperkt negatief tot verwaarloosbaar effect beoordeeld.

Het aantal transporten dewelke tijdens de werkzaamheden hebben plaatsgevonden is niet gekend. Langsheen ontsluitende wegen van KCD zijn slechts een beperkt aantal woningen aanwezig. Er kan dus gesteld worden dat de impact van de uitlaatgassen van deze transporten als verwaarloosbaar mag verondersteld worden.

Verbrandingsinstallaties

In het kader van het LTO-project werden 3 bijkomende dieselmotoren voor de brandweerpompen

voorzien. Deze zullen in dienst genomen worden in 2020. Onder normale bedrijfsomstandigheden beperkt het aantal bedrijfsuren zich tot enkel de periodieke testen.

Verder werden in 2015 en 2017 enkele bijkomende dieselgeneratoren geplaatst in het nieuwe GUM gebouw.

Het aantal draaiuren varieert van jaar tot jaar. Het frequentie en de testduur is afhankelijk van de functie van de dieselgenerator (hulpdiesel, veiligheidsdiesel, nooddiesel, dieselgeneratoren GUM).

De nieuwe dieselmotoren zullen eveneens zwaveldioxide (SO_2), stikstofoxides (NOx), koolstofmonoxide (CO) en fijn stof emitteren, maar zullen voldoen aan veel strengere emissiegrenswaarden. Voor de generatoren van 2015 en 2017 wordt dan ook gerekend met lagere emissiefactoren (zie Tabel 2-40).

Op basis van de gegevens per installatie tijdens de periode 2015-2019 werd een realistische worst case totale testduur per jaar bepaald:

Tabel 2-46: Theoretisch aantal draaiuren en gasolieverbruik, realistische worst case periode 2015-2019

Functioneel element	Draaiuren (h)	Gasolie verbruik (m³)
PKD-D1/DG0011	10	4.4
PKD-D1/ED0022	100	60.2
PKD-D0/DG0014	0	0.0
PKD-D0/DG0012	0	0.0
PKD-D0/DG0024	0	0.0
PKD-D0/DG0022	0	0.0
PKD-D2/DG0021	10	4.4
PKD-D2/ED0012	100	60.2
PKD-D0/DGS12	50	33.6
PKD-D0/DGS14	50	33.6
PKD-D0/DGS22	50	33.6
PKD-D0/DGS24	50	33.6
PKD-D0/DGS99	50	33.6
PKD-D3/ES-DG0012	10	2.2
PKD-D3/ES-DG0022	10	2.2
PKD-D3/ES-DG0001	50	63.9
PKD-D3/ES-DG0002	50	63.9
PKD-D3/ES-DG0003	50	63.9
PKD-D3/ES-DG0004	50	63.9
PKD-D3/KE-DG0001	50	30.1
PKD-D3/KE-DG0002	50	30.1
PKD-D3/KE-DG0003	50	30.1
PKD-D4/ES-DG0022	10	2.2
PKD-D4/ES-DG0012	10	2.2
PKD-D4/ES-DG0001	50	63.9
PKD-D4/ES-DG0002	50	63.9
PKD-D4/ES-DG0003	50	63.9
PKD-D4/KE-DG0001	50	30.1
PKD-D4/KE-DG0002	50	30.1
PKD-D4/KE-DG0003	50	30.1
PKD-DT/ABN	40	146.9
PKD-DT/ABZ	40	146.9

Aan de hand van de emissiefactoren uit Tabel 2-40 werden volgende emissies berekend voor de situatie LTO:

Tabel 2-47: Emissies verbrandingsinstallaties realistische worst case 2015-2019 situatie LTO (ton/jaar)

	CO	NOx	SOx	PM_{10}	$PM_{2,5}$
Doel 1&2	4,1	15,5	0,5	0,2	0,2
Doel 3	4,3	19,7	1,3	1,4	1,4
Doel 4	3,5	16,1	1,1	1,1	1,1
Hulpstoomketels	0,18	0,7	0,005	0,073	0,073
Diverse	0,02	0,1	0,006	0,004	0,004
Totaal	**12,1**	**52,1**	**2,9**	**2,9**	**2,9**

Zoutemissie en zoutneerslag (via de stoompluim)
De zoutemissie wordt niet jaarlijks berekend of gemonitord, daar het zoutgehalte van het Scheldewater sterk varieert. Er kan enkel een grootte-orde inschatting worden gemaakt (zie § 2.4.2.4.1). Er worden geen wijzigingen verwacht naar aanleiding van LTO.

2.4.3.1.2 Selectie van relevante polluenten

In onderstaande tabel wordt op basis van verschillende criteria aangegeven voor welke polluenten een effectevaluatie wordt uitgevoerd. Daarbij wordt rekening gehouden met:

- de emissievracht (vergelijking met IMJV-rapporteringsdrempel),
- huidige luchtkwaliteit (meer of minder dan 80% van de kwaliteitsdoelstellingen),
- toxiciteit (in het bijzonder mutagene, carcinogene en reprotoxische stoffen[23]),
- ligging nabij woon- en natuurgebieden,
- wijze van emissie (diffuus, schoorsteen, …).

We komen op basis van de tabel tot volgende selectie van verder te evalueren polluenten:

- CO, SO_2, stof: geen (afzonderlijke) evaluatie vanwege de lage emissievracht en de eerder goede luchtkwaliteit in het studiegebied;
- NOx: verdere evaluatie vanwege een emissie (net) boven de IMJV drempel;
- Verzurende en vermestende emissies: verdere evaluatie vanwege de ligging nabij natuurgebied.

Tabel 2-48 Selectie van de relevante polluenten

Polluent	Emissievracht realistische worst case [ton/jaar]	Huidige luchtkwaliteit (metingen meer of minder dan 80% van de kwaliteitsnorm)	Carcinogeniteit en toxiciteit (H-zinnen)	Ligging ten opzichte van woon- en natuurgebieden	Besluit voor verdere effect-evaluatie
NO_x	52,1 ton/j > 50 ton/j (IMJV)	Metingen < 80% v/d kwaliteitsnorm	H330	Max. 150 personen < 2km, dorp Doel ca. 900 m ten Z	Ja
CO	12,1 ton/j < 200 ton/j (IMJV)	Metingen < 80% v/d kwaliteitsnorm	H331	Max. 150 personen < 2km, dorp Doel ca. 900 m ten Z	Nee
SO_x	2,9 ton/j < 100 ton/j (IMJV)	Metingen < 80% v/d kwaliteitsnorm	H331	Max. 150 personen < 2km, dorp Doel ca. 900 m ten Z	Nee
PM10	2,9 ton/j < 20 ton/j (IMJV)	Metingen < 80 % v/d kwaliteitsnorm	Geen beoordeling met H zinnen	Max. 150 personen < 2km, dorp Doel ca. 900 m ten Z	Nee
PM2,5	2,9 ton/j < 10 ton/j (IMJV)	Metingen < 80 % v/d kwaliteitsnorm	Geen beoordeling met H zinnen	Max. 150 personen < 2km, dorp Doel ca. 900 m ten Z	Nee
Verzurende emissies	N.v.t.	N.v.t.	Geen beoordeling met H zinnen	Ligging nabij natuurgebied	Ja
Vermestende emissies	N.v.t.	N.v.t.	Geen beoordeling met H zinnen	Ligging nabij natuurgebied	Ja

[23] Polluenten met H-zinnen H340, H341, H350, H351, H360 en/of H361

2.4.3.1.3 Bepaling van de immissiebijdrage

Uit bovenstaande afweging blijkt dat NO2 en verzurende en vermestende depositie als relevante parameters worden geïdentificeerd. De verspreiding wordt hierna in kaart gebracht aan de hand van het IMPACT-model. Er wordt voor NO_2 gebruik gemaakt van de achtergrondwaarde van 2015.

De emissies die in Tabel 2-47 werden berekend, worden in ingevoerd in het dispersiemodel (samen met de emissiekarakteristieken[24]) en worden uitgevoerd voor de emissiepunten die samen minstens 95% van de emissievracht vertegenwoordigen.

De dieselgeneratoren die werden geplaatst in het GUM gebouw, en de dieselgeneratoren geplaatst in het kader van het LTO-project, zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de overige emissiebronnen, gezien hun lage vermogen (en dus lager brandstofverbruik) en lagere emissiefactoren.

Voor de polluenten waarvoor een dispersiemodellering wordt uitgevoerd, gebeurt dit zowel voor de LTO situatie (inclusief Doel 1 en 2) als voor de no-LTO-situatie[25] (exclusief Doel 1 en 2) (nul-alternatief).

- ➔ NO_2

De jaargemiddelde impactbijdrage van KCD bedraagt minder dan 1% van de milieukwaliteitsnorm (zie Figuur 2.40) en is bijgevolg te beoordelen als verwaarloosbaar.

[24] De emissiekarakteristieken zijn niet volledig gekend, gezien er geen emissiemetingen beschikbaar zijn. Er werd gerekend met volgende aannames: rookgasfactor 10, emissietemperatuur 420 °C voor de dieselgeneratoren en 200 °C voor de stoomketels, schouwhoogte 1,5x de gebouwhoogte en schouwdiameter 0,5 à 1,5 m. Er werd gebruik gemaakt van meteojaar 2012 en de standaard depositiesnelheden in IMPACT.

[25] Dit geldt voor de periode 2019-2025. Immers in de no-LTO situatie zouden in de periode van 2015-2019 (tijdens de definitieve stopzetting) nog steeds testen van de dieselgeneratoren van Doel 1 en 2 plaatsvinden, zolang er nog brandstof in de reactoren aanwezig is.

Figuur 2.40: Jaargemiddelde NO2 immissiebijdrage in de bedrijfsfase, scenario 'LTO'

➔ Vermestende en verzurende depositie

De emissies van NOx en SO_2 als gevolg van het project leiden tot een bijdrage in eutrofiërende en verzurende depositie in de omgeving, o.m. ter hoogte van het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en het (deels overlappende) VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'. Deze depositie wordt berekend en de resultaten worden weergegeven en geëvalueerd in de discipline 'Biodiversiteit'.

2.4.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2020-2025)

De emissies van de verbrandingsinstallaties zullen in de LTO situatie, zoals hoger uitgelegd, niet significant verschillen van de emissies in de uitgangssituatie.

2.4.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

In de periode 2025-2029 (periode van definitieve stopzetting) blijven de dieselgeneratoren gekoppeld aan Doel 1 en 2 in werking zolang er splijtstof aanwezig is. Deze situatie is dus gelijkaardig aan de LTO-situatie in de periode 2019-2025 en de periode 2015-2019. Enkel tijdens de laatste fase van de DSZ (3-tal maanden), wanneer alle splijtstof uit de dokken werd afgevoerd naar het splijtstofcontainergebouw (SCG)

is het mogelijk dat deze uit dienst worden genomen. Worst case kan voor deze periode uitgegaan worden van een testregime zoals in de periode 2019-2025. Voor de bespreking wordt dan ook verwezen naar §2.4.3.1.

2.4.3.4 Nul-alternatief

Emissies van de verbrandingsinstallaties

De emissies in het nul-alternatief zijn:

- In de periode 2015-2019 (periode van definitieve stopzetting in de situatie no-LTO): de dieselgeneratoren gekoppeld aan Doel 1 en 2 blijven in werking zolang er brandstof aanwezig is. Deze situatie is dus gelijkaardig aan de LTO-situatie;
- In de periode 2019-2029: emissies verminderd met de emissiepunten van Doel 1 en 2 (zie Tabel 2-49).

Tabel 2-49: Emissies verbrandingsinstallaties realistische worst case 2019-2029 situatie no-LTO (ton/jaar)

	CO	NOx	SOx	PM_{10}	$PM_{2,5}$
Doel 1&2	0	0	0	0	0
Doel 3	4,3	19,7	1,3	1,4	1,4
Doel 4	3,5	16,1	1,1	1,1	1,1
Hulpstoomketels	0,18	0,7	0,005	0,073	0,073
Diverse	0,02	0,1	0,006	0,004	0,004
Totaal	**8,0**	**36,6**	**2,4**	**2,6**	**2,6**

In deze situatie is de jaargemiddelde NO_2-bijdrage van KCD eveneens overal minder dan 1% van de milieukwaliteitsnorm en bijgevolg overal verwaarloosbaar.

Figuur 2.41: Jaargemiddelde NO2 immissiebijdrage in de bedrijfsfase (scenario no LTO)

De bijdrage van de dieselgeneratoren van Doel 1 en 2 is bijgevolg eveneens verwaarloosbaar.

Het nul-alternatief verschilt dus van het basisalternatief in het moment waarop de definitieve stopzetting plaatsvindt (2015-2019 in het nul-alternatief vs. 2025-2029 in het basisalternatief).

In het eerste geval zullen er gedurende 10 jaar minder emissies zijn (met name de emissies gekoppeld aan het testen van de dieselgeneratoren van Doel 1 en 2).

Zoals blijkt uit Figuur 2.41, is de bijdrage van deze emissies aan de luchtkwaliteit echter verwaarloosbaar. De impact van LTO op de luchtkwaliteit is bijgevolg ook verwaarloosbaar.

➔ Vermestende en verzurende depositie

De depositie wordt berekend en de resultaten worden weergegeven en geëvalueerd in de discipline 'Biodiversiteit'.

Zoutemissie en zoutneerslag (via de stoompluim)
De zoutemissie wordt niet jaarlijks berekend of gemonitord, daar het zoutgehalte van het Scheldewater

sterk varieert. Er kan enkel een grootte-orde inschatting worden gemaakt (zie § 2.4.2.4.1). Er worden geen wijzigingen verwacht in het nul-alternatief ten opzichte van het basisalternatief. De koeltorens zijn immers enkel gelinkt aan Doel 3 en 4. De reactoren van Doel 1 en 2 worden gekoeld door een water-waterkoeling (niet via de koeltorens). Het omloopwater in de koeltoren blijft dus gelijk ongeacht de werking van Doel 1 en 2.

2.4.3.5 Energie en klimaat

2.4.3.5.1 Bedrijfsfase periode 2015-2019

Tijdens de werkzaamheden in het kader van de aanpassingen voor LTO zijn er rechtstreekse emissies veroorzaakt door vrachtverkeer en werfmachines. Deze vormden het meest significante deel van de totale uitstoot. Een begroting van deze emissies is niet volledig mogelijk omdat parameters zoals het brandstofverbruik gekend zijn. Ook de afvalproductie tijdens de werkzaamheden, die bij verwerking aanleiding gaf tot emissies, is moeilijk te begroten.
Verder is de inzet van elektrische energie weinig relevant waardoor er op dit vlak geen onrechtstreekse emissies, veroorzaakt door elektriciteitsproductie te beschouwen zijn.
Een significante onrechtstreekse bron van emissies was afkomstig van de productie van de bouwmaterialen en technische installaties die noodzakelijk waren voor het project. De productie van bijvoorbeeld staal en beton is namelijk zeer energie-intensief. Aangezien de werken in het kader LTO-project vooral technische aanpassingen betreffen die weinig van dergelijke materiaalinzet behoefden, worden deze indirecte emissies als verwaarloosbaar beschouwd.

De CO_2-emissies gerapporteerd in het kader van de ETS-verplichtingen in de jaren 2015-2019 zijn hieronder weergegeven (ter vergelijking zijn ook de emissies van de jaren 2009 tot 2014 gegeven).

Tabel 2-50 Jaarlijkse CO2-emissies in de periode 2009-2019

	CO_2 (ton/jaar)
2009	1608,99
2010	1660,60
2011	1809,43
2012	2253,13
2013	1683,98
2014	1411,33
2015	1887,49
2016	1419,54
2017	1414,46
2018	1674,72
2019	1272,34

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er geen trend in de CO_2-emissies waar te nemen is.

2.4.3.5.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)

Rechtstreekse broeikasgasemissies tijdens de toekomstige situatie zijn te verwaarlozen omwille van de zeer beperkte uitstoot.

Onrechtstreeks veroorzaakt de exploitatiefase emissies omwille van het verbruik van noodzakelijke elektrische energie. Het energieverbruik zal beperkt zijn. Verder kunnen er ook emissies verwacht worden van de verwerking van bedrijfsafval zoals PMD, papier&karton, restafval. Ook op dit vlak is het niet mogelijk om een voorspelling te maken omdat de noodzakelijke parameters niet gekend zijn.

Er wordt geen significante impact verwacht van de directe CO_2-emissies van KCD als gevolg van LTO of het nul-alternatief.

Indirect kan er mogelijk wel een impact worden verwacht, omdat, bij gelijk blijvende of stijgende energievraag, de energiebehoefte bij het stilleggen van centrales Doel 1 en 2 op een andere manier dient te worden ingevuld.

Het Internationaal Energieagentschap (IEA) publiceerde in 2019 het rapport 'Nuclear Power in a Clean Energy System'. Nucleaire energie is momenteel de 2de grootste koolstofarme energiebron ter wereld met een aandeel van 10% van de wereldwijde elektriciteitsproductie. Enkel waterkracht heeft een hoger aandeel (16%). Voor geavanceerde economieën, zoals deze van de Verenigde Staten, Canada, de Europese Unie en Japan is het sinds 30 jaar de grootste koolstofarme bron van elektriciteit. De toekomst van kernenergie is echter onzeker aangezien oudere centrales stilaan worden gesloten, deels omwille van politieke beslissingen om deze centrales uit te faseren, maar ook om economische redenen of regelgeving. Volgens de studie kunnen, zonder wijzigingen in het beleid, de geavanceerde economieën 25% van hun nucleaire capaciteit verliezen tegen 2025 en twee derde tegen 2040. Zonder verdere levensduurverlengingen van bestaande kerncentrales of nieuwe projecten kan er bijkomend 4 miljard ton CO_2 worden uitgestoten.

Sommige landen hebben gekozen voor de kernuitstap omwille van veiligheids- of andere redenen. Veel landen echter zien echter nog een rol weggelegd voor kernenergie in hun energietransitie, maar doen volgens het rapport onvoldoende om hun doelen te halen.

Door het gebruik van kernenergie werd 55 Gt CO_2-emissies vermeden gedurende de voorbije 50 jaar, wat bijna gelijk is aan 2 jaar globale CO_2-emissies. Ondanks de bijdrage van kernenergie en de snelle groei van hernieuwbare energie, was 2018 een recordjaar van energiegerelateerde CO_2-emissies, aangezien de energievraag sneller steeg dan de koolstofarme energie.

Volgens het rapport zal een gamma aan technologieën, inclusief kernenergie, nodig zijn voor de energietransitie.

België was in de periode 2010-2018 een netto importeur van elektriciteit. In het nul-alternatief wordt dan ook verwacht dat er meer elektriciteit geïmporteerd wordt dan in de LTO-situatie. De CO_2-emissies in beide scenario's zijn afhankelijk van de energiemix van de exporterende landen. België voerde in deze jaren voornamelijk stroom in van buurlanden Frankrijk en Nederland. Aangezien deze landen ook fossiele energiebronnen in hun energiemix hebben, kan aangenomen worden dat de CO_2-emissies in het nul-alternatief hoger liggen dan in de LTO-situatie (basisalternatief). In dat opzicht is de LTO-situatie positiever voor het klimaat dan het nul-alternatief. Er wordt hierbij vanuit gegaan dat in het nul-alternatief evenveel koolstofarme elektriciteit geproduceerd wordt door andere bronnen (bvb. door wind, zonne-energie, biomassa…), en evenveel elektriciteit verbruikt wordt, als in vergelijking met de LTO-situatie. We houden hierbij dus geen rekening met een eventuele compensatie van de productie door de centrales Doel 1 en Doel 2 door gascentrales of door andere fossiele of niet-fossiele energiecentrales.

Uiteraard zijn dit aannames die met een grote onzekerheid gepaard gaan. Een ongewenst neveneffect van de verlenging van de levensduur van Doel 1 en 2 zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat investeringen in

hernieuwbare energie hiermee worden afgeremd. Dit potentieel effect kan echter niet binnen het bestek van dit MER worden ingeschat.

2.4.3.6 Cumulatieve effecten

Van de plannen en projecten in de omgeving van KCD, is het Complex project 'Extra containerbehandelingscapaciteit voor de haven' van mogelijke invloed op de luchtkwaliteit.

In het S-MER opgesteld voor dit complex project werden verschillende alternatieven om de gestelde doelstelling te bereiken tegen elkaar afgewogen. Uit dit S-MER blijkt dat alle alternatieven gepaard gaan met een belangrijke toename van de uitstoot van broeikasgassen (vooral CO_2) en luchtverontreinigingspolluenten (vooral NO_2) in zowel havengebied als hinterland. Vanuit het S-MER blijkt dat er nood is de implementatie van emissiereductiemaatregelen, om te kunnen voldoen aan de internationale en Europese verplichtingen voor wat betreft de inperking van luchtverontreiniging en klimaatverandering en om de groei van andere activiteiten/projecten met een relevante uitstoot niet te hypothekeren.

Het beoordelingskader voor de impact op luchtkwaliteit staat los van de luchtkwaliteit in de referentiesituatie – enkel de impactbijdrage van het project is van invloed op de kwalificatie. Er is wel een link met de milderende maatregelen. Vanaf een beperkt (negatieve) immissiebijdrage dient gezocht naar milderende maatregelen, indien de milieukwaliteitsnorm voor meer dan 80% wordt ingenomen. Aangezien de impact van KCD echter wordt beoordeeld als verwaarloosbaar, zijn milderende maatregelen niet noodzakelijk.

2.4.3.7 Grensoverschrijdende effecten

Uit bovenste analyse blijkt dat potentiële effecten van KCD als gevolg van emissies naar de lucht buiten de (gewest)grenzen volledig verwaarloosbaar zijn.

2.4.4 Monitoring

Gezien de effecten beoordeeld worden als verwaarloosbaar, worden er geen voorstellen voor monitoring geformuleerd. De wettelijke verplichtingen dienen uiteraard te worden gerespecteerd.

2.4.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Gelet op de afwezigheid van aanzienlijke effecten, worden geen mitigerende maatregelen of aanbevelingen voorgesteld.

2.4.6 Leemten in kennis

Er zijn geen leemten in de kennis die van invloed zijn op de beoordeling.

2.4.7 Conclusies

Uit bovenstaande analyse blijkt dat de effecten van KCD-1 en KCD-2 op de luchtkwaliteit:

- in het basisalternatief te beoordelen zijn als verwaarloosbaar, zowel tijdens de bedrijfsfase als tijdens de definitieve stopzetting ;
- in het nul-alternatief te beoordelen zijn als verwaarloosbaar zowel tijdens de bedrijfsfase als tijdens de definitieve stopzetting;
- het verder uitbaten van de centrales Doel 1 en Doel 2 gedurende een periode van 10 jaar eveneens te beoordelen is als verwaarloosbaar.

Inzake directe CO_2-emissies wordt er geen significant verschil verwacht tussen het nul- en het basisalternatief.

Wel wordt aangenomen dat in het nul-alternatief wordt er meer elektriciteit geïmporteerd wordt dan in de LTO-situatie. Bijgevolg zullen de indirecte CO_2-emissies in het nul-alternatief hoger liggen dan in de LTO-situatie (basisalternatief). In dat opzicht is de LTO-situatie positiever voor het klimaat dan het nul-alternatief (er vanuit gaande dat al het overige gelijk blijft). De aannames gaan wel met een grote onzekerheid gepaard.

2.5 Biodiversiteit

Bijlage A - Kaart 3: Gewestplan

Bijlage A - Kaart 4: Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan

Bijlage A - Kaart 13: Biologische waarderingskaart

Bijlage A - Kaart 14: Speciale beschermingszones

Bijlage A - Kaart 15: Europese habitats

Bijlage A - Kaart 16: Ramsargebieden

Bijlage A - Kaart 17: Vlaams Ecologisch Netwerk

Bijlage A - Kaart 18: Natuurreservaten

Bijlage A - Kaart 19: Risicoatlas – synthese kaart vogels

2.5.1 Methodologie

2.5.1.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline biodiversiteit betreft de site van de KCD en de ruimere omgeving op basis van de impactzone die bepaald wordt door geluid- en luchtemissies enerzijds en de impact door het

lozen van koelwater anderzijds. Hierbij is vooral de impact op de aandachtsgebieden waarbij het Schelde-estuarium het belangrijkste vormt, van belang.

2.5.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

Bij de bespreking van de uitgangssituatie wordt een beschrijving gegeven van:

- de vegetatietypes: de vegetatie in de directe omgeving wordt beschreven op basis van de Biologische waarderingskaart (BWK) - toestand 2018, de Natura 2000 Habitat Kaart – toestand 2018 en de ecotopenkaart van de Schelde (INBO, 2015);
- de beschermde gebieden: hiervoor wordt gebruik gemaakt van vrij consulteerbare databanken en gegevens aangaande VEN, Habitat- en Vogelrichtlijngebieden. Hun ligging wordt aan de hand van Kaart materiaal weergegeven. Er wordt een beschrijving gegeven van vegetatie, vogels, zoogdieren, amfibieën, ongewervelden en vissen;
- de ecologische kwetsbaarheid op microniveau: dit wordt beschreven op basis van ecosysteemkwetsbaarheidskaarten;
- de belangrijke vogelgebieden en –routes: de bespreking gebeurt op basis van de Vlaamse risicoatlas vogels-windturbines (INBO 2015).

2.5.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

Aanpassingen in het kader van LTO hebben enkel plaats gevonden binnen de grenzen van de site van de KCD. Ecotoop- en biotoopverlies door direct ruimtebeslag wordt bijgevolg niet relevant geacht. Om diezelfde reden worden er geen effecten van versnippering verwacht. De activiteiten van de KCD brengen luchtemissies van NO_X, SO_X, CO, CO_2 en fijn stof met zich mee (zie discipline Lucht & klimaat). Gerelateerd aan deze emissies, kunnen voor de discipline Biodiversiteit effecten van verzuring en eutrofiëring verwacht worden. Daarenboven veroorzaken de verschillende aanwezige installaties geluidemissies (zie discipline Geluid & trillingen). Het effect rustverstoring zal daarom onderzocht worden. Tenslotte kan ook de onttrekking en het opnieuw lozen van zowel koelwater, als de lozing van afvalwater een effect hebben op de organismen in en langs de Schelde.

De voor de discipline biodiversiteit te verwachten effecten tijdens de aanpassingen in het kader van LTO zullen als volgt beschreven worden:

- eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie: kwalitatieve evaluatie van de emissies van NO_X en SO_2 t.g.v. werfmachines en werfverkeer (gebaseerd op beoordeling in discipline Lucht & klimaat);
- rustverstoring: kwalitatieve beschrijving van geluidshinder t.g.v. werfmachines en werfverkeer (vanuit de discipline Geluid & trillingen).

De te verwachten effecten tijdens de bedrijfsfase in de toekomstige situatie zullen als volgt beschreven worden:

- eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie: kwantitatieve evaluatie o.b.v. de emissieberekeningen van NO_X en SO_2 t.g.v. geleide emissies vanuit de discipline Lucht & klimaat.
- rustverstoring: kwalitatieve beschrijving van geluidshinder door continue en niet-continue bronnen (vanuit de discipline Geluid & trillingen);

- watercaptatie: kwalitatieve beschrijving op basis van onderzoeksresultaten aangaande de vis en andere fauna die al of niet wordt aangezogen tijdens captatie;
- lozing van koelwater: kwalitatieve beschrijving van het thermisch effect o.b.v. monitoringsgegevens van de temperatuur (Arcadis, 2012) en van de populatie van vissen en kreeftachtigen in de omgeving van de lozingspunten van het koelwater afkomstig van KCD (Breine & Van Thuyne, 2013A);
- lozing van chemische stoffen: kwalitatieve beschrijving (vanuit de discipline Water). Hierbij zal de aandacht voornamelijk uitgaan naar de stoffen waarbij een beperkte tot belangrijke bijdrage werd bepaald volgens het significantiekader van de discipline Water. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de effecten van eutrofiëring door de lozing van nutriënten en ecotoxicologische effecten door de lozing van gevaarlijke stoffen in de Schelde.

De volgende natuurtoetsen zullen uitgevoerd worden:

- passende beoordeling in het kader van Artikel 36ter van het Natuurdecreet, waarbij impact op de Speciale beschermingszones wordt onderzocht;
- verscherpte natuurtoets in het kader van Artikel 26ter van het Natuurdecreet, waarbij impact op het Vlaams Ecologisch Netwerk wordt onderzocht;

De effectboordeling gebeurt als volgt voor:

- eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie: De significantiekaders die moeten gehanteerd worden voor eutrofiëring en verzuring ten gevolge van atmosferische depositie staan beschreven in respectievelijk de praktische wegwijzers voor eutrofiëring[26] en verzuring[27] via de lucht, uitgegeven door ANB. Deze praktische wegwijzers moeten begrepen worden als de meest actuele leidraad voor het beoordelen van de significantie van een effect op de instandhoudingsdoelstellingen in de speciale beschermingszones, meer bepaald de Habitatrichtlijngebieden. Deze praktische wegwijzers zijn geen richtlijnen voor de beoordeling in Vogelrichtlijngebieden, noch voor VEN of voor beschermde soorten noch voor biologisch waardevolle en zeer waardevolle gebieden volgens de Biologische waarderingskaart buiten Habitatrichtlijngebieden. Aangezien de KCD aangrenzend aan de Schelde is gelegen, dat aangeduid is als Habitatrichtlijngebied, is het gebruik van deze praktische wegwijzers het meeste geschikt in dit MER.
  Op basis van de immissieberekeningen gerelateerd aan de activiteiten van de KCD die gebeurd zijn in de discipline Lucht en op basis van de kritische depositiewaarden (KDW) van de aanwezige Europese habitattypes – weergegeven in de praktische wegwijzers voor eutrofiëring en verzuring via de lucht – zal er een uitspraak gedaan worden over het mogelijke effect van eutrofiëring en verzuring door deposities van NOx en SO_2 van de KCD. Het beoordelingskader

[26] https://pww.natuurenbos.be/eutrofiering-de-lucht

[27] https://pww.natuurenbos.be/verzuring-lucht

afkomstig uit de praktische wegwijzers voor verzuring en eutrofiëring zal hierbij gebruikt worden, weergegeven in Tabel 2-51.

Tabel 2-51 Beoordelingskader eutrofiëring en verzuring afkomstig uit de praktische wegwijzers voor eutrofiëring en verzuring via de lucht van ANB

Aandeel voorziene depositie X t.o.v. de kritische depositiewaarde (KDW) van de getroffen gevoelige habitat	Verhouding toe te laten emissie ten opzichte van huidige activiteit	Toe te passen techniek, op te nemen als voorwaarde in de vergunning
X < 5%	Niet significant	Gangbare emissiereducerende maatregelen (BBT)
5 ≤ X < 5%	Niet significant, indien er een substantiële daling gerealiseerd wordt	Indien nodig met het oog op de daling worde extra emissiereducerende maatregelen opgelegd
X ≥ 50%	Significant	/

- rustverstoring:
  - aanzienlijk negatief:
    - Permanent effect of tijdelijk effect tijdens kwetsbare periodes (broedseizoen, overwintering, … afhankelijk van het gebied);
    - Gebied is kwetsbaar tot zeer kwetsbaar voor rustverstoring;
    - Aanwezigheid van gevoelige tot zeer gevoelige soorten voor rustverstoring;
    - Een geluidsbijdrage als gevolg van het plan/project tot meer dan 55 dB(A);
  - negatief:
    - Tijdelijk effect buiten de kwetsbare periodes (broedseizoen, overwintering, … afhankelijk van het gebied);
    - Gebied is kwetsbaar tot zeer kwetsbaar voor rustverstoring;
    - Aanwezigheid van gevoelige tot zeer gevoelige soorten voor rustverstoring;
    - Een geluidsbijdrage als gevolg van het plan/project van 50-55 dB(A);
  - beperkt negatief:
    - Permanent of tijdelijk effect;
    - Gebied is weinig tot niet kwetsbaar of kwetsbaar voor rustverstoring;
    - Aanwezigheid van weinig gevoelige, gevoelige tot zeer gevoelige soorten voor rustverstoring;
    - Een geluidsbijdrage als gevolg van het plan/project van minder dan 50 dB(A);
  - verwaarloosbaar:
    - Permanent of tijdelijk effect;
    - Gebied is weinig tot niet kwetsbaar voor rustverstoring;
    - Er komen geen gevoelige soorten voor rustverstoring voor;
- watercaptatie: de impact van watercaptatie op biodiversiteit bestaat erin om te beschrijven en beoordelen welke soorten beïnvloed worden tijdens de watercaptatie. De kerncentrale heeft echter reeds verschillende maatregelen genomen om de inname van vis- en andere diersoorten tot een minimum te beperken. De beschrijving en beoordeling van deze effectgroep zal op een kwalitatieve manier gebeuren, op basis van gegevens van de kerncentrale;
- lozing van koelwater: de bespreking van de lozing van koelwater ter hoogte van de KCD wordt behandeld in drie onderdelen:

- Er wordt een samenvatting gegeven van de gemeten temperatuurverhoging en de omvang van de warmtepluim ten gevolge van de koelwaterlozing van de KCD. Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de discipline Water;
- Vervolgens worden de potentiële directe en indirecte effecten die kunnen optreden ten gevolge van een temperatuurverhoging door koelwaterlozing besproken. Voor de directe effecten is er sprake van algemene effecten op aquatische organismen en gemeenschappen, specifieke effecten op vis en specifieke effecten op plankton en macro-invertebraten. Ook de potentiële effecten van thermische pluimen op exoten wordt besproken.
- Tenslotte wordt een beoordeling van de potentiële effecten van koelwaterlozing op organismen voor de KCD uitgevoerd. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van de resultaten van de bemonstering van het visbestand in de koelwaterpluim van de KCD (Breine & Van Thuyne, 2013A).

- lozing van chemische stoffen:
  - aanzienlijk negatief: Het project houdt een risico in op een verslechtering van de waterkwaliteit in Europese of Vlaamse beschermde gebieden;
  - negatief: Het project houdt een risico in op een verslechtering van de waterkwaliteit buiten Europese of Vlaamse beschermde gebieden en/of houdt een beperkt risico in op een verslechtering van de waterkwaliteit binnen Europese of Vlaamse beschermde gebieden;
  - beperkt negatief: Het project houdt een beperkt risico in op een verslechtering van de waterkwaliteit buiten Europese of Vlaamse beschermde gebieden;
  - verwaarloosbaar: Het project wijzigt de waterkwaliteit niet of het risico hiertoe is verwaarloosbaar;
  - beperkt positief: Het project houdt een beperkte verbetering in van de waterkwaliteit buiten Europese of Vlaamse beschermde gebieden;
  - positief: Het project houdt een verbetering in van de waterkwaliteit buiten Europese of Vlaamse beschermde gebieden;
  - aanzienlijk positief: Het project houdt een verbetering in van de waterkwaliteit in Europese of Vlaamse beschermde gebieden.

2.5.2 Uitgangssituatie

2.5.2.1 Situering van de natuurgebieden

In de omgeving van KCD komen verschillende waardevolle natuurgebieden en beschermde gebieden voor. Deze gebieden liggen grotendeels ter hoogte van de Scheldeoevers en zijn zowel op Europees als op Vlaams niveau beschermd.

2.5.2.1.1 Natura 2000 gebieden

De natuurlijke structuur van het afgebakende studiegebied wordt op het Europese niveau voornamelijk ingevuld door de volgende speciale beschermingszones (zie Bijlage A - Kaart 14):

- **BE2301336 Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'**. Dit omvat het poldergebied op linkeroever, dat momenteel grotendeels door de haven wordt ingenomen en een kleiner oppervlakte poldergebied op rechteroever, maar ook het Galgenschoor en het Groot Buitenschoor. De site KCD wordt omgeven door het Vogelrichtlijngebied op linkeroever en

overlapt er plaatselijk mee. Door de inname van het Vogelrichtlijngebied op linkeroever door havengebonden infrastructuur (waaronder het Deurganckdok) ging heel wat natuur verloren. Om dit verlies van natuurwaarden te compenseren werden een aantal gebieden afgebakend en ingericht ter compensatie, dit zijn de zogenaamde compensatiegebieden. Nabij KCD bevinden zich het Paardenschor (zie § 2.5.2.2.3), Doelpolder Noord en de Brakke Kreek als ingerichte compensatiegebieden (zie § 2.5.2.2.5). Doelpolder Midden zal nog worden ingericht;

- **BE2300006 Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent'**. Dit omvat zowel de stroomgeul van de Schelde als de slikken en schorren langs de Schelde en het buitendijkse gebied Paardenschor. De KCD is gelegen aan de rand van de Schelde en dit Habitatrichtlijngebied.

Beide speciale beschermingszones overlappen met elkaar ter hoogte van de Scheldeoevers.

Het Vogelrichtlijngebied BE2300222 'De Kuifeend en de Blokkersdijk' en het Habitatrichtlijngebied BE2100045 'Historische fortengordels van Antwerpen als vleermuizenhabitat' zijn op meer dan 3 km van het bedrijfsterrein van de KCD gelegen. Ze bevinden zich buiten de invloedsfeer van de activiteiten van de KCD omwille van hun verdere ligging ten opzichte van het bedrijfsterrein in combinatie met de verwachte effecten van de activiteiten van de KCD op biodiversiteit.

Op Nederlands grondgebied is het 'Verdronken land van Saeftinghe' deel van het Natura 2000-gebied 'Westerschelde & Saeftinghe' en aangeduid als vogel- en habitatrichtlijngebied (NL9803061). Dit gebied bevindt zich op ruim 3 km ten noorden van KCD en dus buiten het studiegebied. Andere Natura-2000 gebieden in Nederland zoals de Oosterschelde, Markiezaat en Brabantse Wal liggen op grotere afstand (> 10 km) van de KCD. Deze gebieden bevinden zich buiten de invloedsfeer van de activiteiten van de KCD gelegen omwille van hun verdere ligging ten opzichte van het bedrijfsterrein in combinatie met de verwachte effecten van de activiteiten van de KCD op biodiversiteit.

2.5.2.1.2 Ramsargebieden

Ramsargebieden zijn waterrijke gebieden van internationaal belang (wetlands) en aangeduid omwille van hun belang voor watervogels, biodiversiteit en vispopulaties.

Het **Galgeschoor**, **Groot Buitenschoor** en de **Schorren van Ouden Doel** zijn aangeduid als Ramsargebied (Ramsar nr. 327; zie Bijlage A - Kaart 16). De afstand van het Galgenschoor en Groot Buitenschoor tot de KCD bedraagt respectievelijk 1,2 km en 2,7 km; deze gebieden zijn gelegen op de rechteroever van de Schelde. Het Schor van Ouden Doel ligt naast het terrein van de KCD op minder dan 1 km afstand en binnen het studiegebied. De Ramsargebieden liggen ter hoogte van de Scheldeoevers en overlappen met het Vogelrichtlijngebied en het Habitatrichtlijngebied.

2.5.2.1.3 VEN gebieden

De '**Slikken en schorren langs de Schelde'** zijn aangeduid als Grote Eenheden Natuur (GEN) (gebiedsnr. 304) en maken deel uit van het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) (zie Bijlage A - Kaart 17). De site KCD grenst aan dit VEN-gebied.

De vaarweg van de Schelde en de naastgelegen slikken en schorren zijn door de getijdenwerking zeer dynamisch en hebben een zeer hoge ecologische waarde. De hoge natuurlijke productiviteit van het ecosysteem heeft zijn weerslag over de ganse voedselketen zowel naar soorten als naar aantallen.

Belangrijk is de aanwezige gradiënt zout-brak-zoet in de getijdengevoelige zones. De landschapsbepalende structuur maakt dat ook trekkende fauna deze route als migratieroute gebruikt. De oeverzones langs de Schelde vormen belangrijke verbindingszones tussen de grotere natuurgebieden (Verdronken land van Saeftinghe), de resterende grote brakwatergebieden (Galgenschoor, Groot buitenschoor, Schor van Ouden Doel) en de recentere compensatiegebieden met slikken en schorren (Ketenisseschor, Paardenschor, Prosperpolder, Lillo-Potpolder,...) langs de Schelde. De oeverzones hebben hierdoor een belangrijke netwerkfunctie. Deze opgesomde zones maken allemaal deel uit van dit VEN-gebied. De Scheldeoevers ter hoogte van de KCD behoren eveneens tot dit afgebakende VEN-gebied.

De VEN-gebieden ter hoogte van de Scheldeoevers overlappen met het Vogelrichtlijngebied, het Habitatrichtlijngebied en Ramsargebied.

2.5.2.1.4 Natuurreservaten

De **Schorren van Ouden Doel** zijn een erkend natuurreservaat (reservaatnr. E-110) dat gelegen is op de linkeroever van de Schelde (zie § 2.5.2.2.4). Het overlapt met Vogelrichtlijngebied, Habitatrichtlijngebied, Ramsargebied en VEN-gebied. Het Schor van Ouden Doel ligt ten noorden van het terrein van de KCD, op minder dan 1 km afstand. In de verdere omgeving langs de Schelde zijn er het **Galgenschoor en Groot Buitenschoor** (reservaatnr. E-021), deze twee natuurreservaten zijn gelegen op de rechteroever van de Schelde op respectievelijk 1,2 km en 2,7 km afstand van de KCD.

2.5.2.1.5 Andere gebieden belangrijk voor natuur

Andere belangrijke gebieden in de omgeving van de KCD zijn de **Hedwigepolder** en **Prosperpolder** (zie § 2.5.2.2.6; Figuur 2-42). De Prosperpolder bevindt zich ten noordwesten van KCD op minimum 0,9 km afstand. De Hedwigepolder sluit hier bij aan en ligt over de grens in Nederland, op minimum 2,1 km afstand. Beide gebieden behoren tot het grensoverschrijdend intergetijdengebied dat in ontwikkeling is. Deze polders sluiten aan op het Verdronken Land van Saeftinghe en vormen een ca. 4.000 ha groot natuurgebied van internationaal belang.

Nabij de KCD bevinden zich het **Paardenschor, Doelpolder Noord** en de **Brakke Kreek** als ingerichte **compensatiegebieden** (zie § 2.5.2.2.3 en § 2.5.2.2.5). Deze gebieden sluiten aan bij het Schor van Ouden Doel en de Hedwigepolder en vormen sinds enkele jaren belangrijke gebieden voor de biodiversiteit. Een situering van deze gebieden is weergegeven op Figuur 2-42.

De overige zones rond KCD zijn als poldergebied behouden gebleven (**Doelpolder, Arenbergpolder**). Deze poldergebieden (§ 2.5.2.2.7) maken deel uit van het Vogelrichtlijngebied op Linkeroever. Doelpolder Midden kan op termijn nog ingericht worden als getijdengebied **(Gecontroleerd gereduceerd getijdengebied (GGG) Doelpolder)**, samen met weidevogelgebied Doelpolder Noord. Door de vernietiging van het GRUP Afbakening Zeehavengebied Antwerpen – Havenontwikkeling Linkeroever[28], kan deze natuurontwikkeling voorlopig niet doorgaan zoals gepland.

[28] Op vrijdag 12 mei 2017 heeft de Raad van State het Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan (GRUP) afbakening zeehavengebied Antwerpen van april 2013 vernietigd voor Linkerscheldeoever. Hierdoor vallen de onteigeningsplannen voor de gehuchten Ouden Doel en Rapenburg en voor de natuurgebieden Prosperpolder Zuid fase 1, Doelpolder Midden, Nieuw Arenberg fase 1 en Grote Geule weg. Op Rechterscheldeoever blijft het GRUP onverminderd van kracht.

Figuur 2-42 Andere gebieden belangrijk voor natuur in de omgeving van de KCD

De Schelde en directe omgeving is een **faunistisch belangrijk gebied**. Volgens de 'Vlaamse risicoatlas vogels-windturbines' (INBO, 2011) zijn verschillende broedgebieden, weidevogelgebieden, slaapplaatsen en pleistergebieden voor vogels aanwezig ter hoogte van de slikken en schorren, polders en dokken. De Schelde is een belangrijke trekroute voor vogels, vele soorten komen er pleisteren of overwinteren. Rond de site van Doel zijn er veel overvliegende vogels, van en naar hun slaapplaats, pleisterplaats of voedselplaats. De KCD is nagenoeg volledig omsloten door het pleistergebied Beveren Linkeroever Polders. Andere belangrijke gebieden zijn de Zeeschelde Nederlandse Grens - Lillo (pleistergebied),

De Raad van State stelt dat de havenontwikkeling en de natuurontwikkeling op Linkerscheldeoever onlosmakelijk verbonden zijn. Omdat de Raad op 20 december 2016 het GRUP voor de havenontwikkeling al vernietigde, vindt ze dat ook het GRUP voor de natuur nu vernietigd moet worden. Dit wil zeggen dat alle gebieden die in het GRUP als natuur aangeduid waren (Prosperpolder Zuid fase 1, Nieuw Arenberg fase 1, Doelpolder Midden en Grote Geule) nu terugvallen op de ruimtelijke bestemming uit het Gewestplan van 1978. Grote delen van Linkerscheldeoever hebben nu opnieuw de gemengde bestemming landbouw / havenuitbreiding. De Raad had wel al eerder een uitzondering gemaakt voor het westelijk deel van het Logistiek Park Waasland, en bevestigt dit nu, zodat de havenbestemming op die plaats overeind blijft.

Linkeroever (broedgebied), Galgeschoor en het Groot Buitenschoor (broed- en pleistergebied), het Kanaaldok B2, het Kanaaldok B3, de Zandvliet sluis, het Doeldok en het Deurganckdok (zie Figuur 2-43). Vogeltrekroutes vermijden de site van de KCD op zich, maar rondom de site is er een druk verkeer van slaap-, voedsel- en seizoentrek. De koeltorens van KCD zijn vanaf 1996 een broedlocatie voor de slechtvalk door de aanwezigheid van een nestkast. Hieronder wordt weergegeven hoeveel slechtvalken er in de periode 2013-2019 op deze broedlocatie geboren werden:

- 2013: 1
- 2014: 3
- 2015: 4
- 2016: geen
- 2017: 4
- 2018: 3
- 2019: geen

Figuur 2-43 Belangrijke broedgebieden en pleistergebieden in de omgeving van de KCD

2.5.2.2 Beschrijving van de natuurgebieden

Onderstaand volgt een beknopte beschrijving van de verschillende natuurgebieden in de omgeving van de KCD die gelegen zijn binnen het studiegebied. Deze natuurgebieden zijn zowel op Vlaamse als op Europees niveau beschermd.

2.5.2.2.1 De Schelde en Scheldeoevers

De Schelde en de Scheldeoevers maken deel uit van het **Habitatrichtlijngebied** 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent'. Delen van de Schelde-oevers behoren ook tot het **Vogelrichtlijngebied** 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde' en/of het **VEN-gebied** 'Slikken en schorren langs de Schelde'.

Met de Schelde wordt zowel de waterzone als de directe omgeving bedoeld, namelijk de oevers tot de dijken. De Scheldeoevers vormen smalle stroken langsheen de Schelde en worden begrensd door de dijken. De oevers van de Schelde zijn op Vlaams en Europees niveau beschermd door de aanduiding op het gewestplan als natuurgebied, natuurreservaat, natuurgebied met erfdienstbaarheid (t.a.v. transport- en pijpleidingen) of bijzondere natuurgebieden en door aanduiding van delen van de oevers als VEN-gebied en/of habitatrichtlijngebied.

2.5.2.2.1.1 Biotopen

Een estuarium is het benedenstroomse gedeelte van een rivier dat onder invloed staat van de getijdenwerking van de zee. In tegenstelling tot zeearmen en lagunen is er in estuaria een constante doorvoer van zoet rivierwater. Hierdoor ontstaat een typische zoet-zoutgradiënt vanaf het binnenland (zoet) naar de riviermonding (zout). In de brakwaterzone treden sterke schommelingen in het zoutgehalte op. De vermenging van zoet- en zoutwater en de verlaging van de stroomsnelheid geeft aanleiding tot de sedimentatie van fijne slibdeeltjes. Hierdoor ontstaat een zeer dynamisch systeem van nevengeulen, ondiep water, platen, slikken en schorren. Het slikgedeelte komt tweemaal daags onder water te staan, het hoger gelegen schorgedeelte loopt alleen onder bij storm- en springtij. Door de bouw van dijken is deze oeverzone herleid tot smalle stroken en werd ze afgescheiden van het binnendijks gebied, de Scheldepolders.

Estuaria zijn biologisch zeer rijke ecosystemen. Het voorkomen in deze getijdengebieden van diverse gradiënten (zoet naar zout, slibrijk naar zandig, etc.) zorgt voor een grote diversiteit aan organismen, niettegenstaande in de brakke delen het aantal soorten eerder laag is. Naast deze diversiteit zijn estuaria vooral zeer productief. Zo is de productie van organisch materiaal op jaarbasis in estuaria veel hoger dan deze van rivieren en zeeën. Deze hoge primaire productie is door de mens steeds benut. Estuaria zijn normaal goede visgronden en geschikte gebieden bij uitstek voor aquacultuur.

Het Schelde-estuarium is in de loop van de 20ste eeuw ernstig beschadigd door menselijk ingrijpen. Het estuarium werd steeds verder ingepolderd en bedijkt. De haven van Antwerpen groeide uit tot een haven van wereldniveau waardoor de vaargeul steeds dieper en ruimer werd uitgebaggerd. De belangrijkste knelpunten voor het ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium zijn de veranderingen in de hydromorfologie, de toegenomen getijdenenergie, de slechte waterkwaliteit en de verontreiniging van de waterbodem. Als gevolg van de indijking en de verdieping van de Schelde is de oppervlakte slik en schor de voorbije 150 jaar sterk afgenomen. In 2003 was de oppervlakte nog slechts een derde van de oppervlakte in 1850. De resterende intergetijdengebieden zijn op veel plaatsen weinig duurzaam omdat ze onder hoge hydromorfologische druk staan. De overgang tussen de geul en het schor wordt steeds steiler.

Slik, laag- en middenschor worden kwetsbaar en eroderen onder de verhoogde getij-energie. De geleidelijke overgangen verdwijnen en er ontstaan hoge schorkliffen die ten slotte door erosie kunnen verdwijnen ('coastal squeezing').

Echter, de voorbije decennia bracht de kentering in het internationale en lokale milieu- en natuurbeleid (meer specifiek het streven naar een meer integraal beheer van het estuarium) een aantal initiatieven, waaronder het vernieuwde Sigmaplan, op gang waardoor het tij langzaam kan keren.

De slikken en schorren in het buitendijks gebied hebben ter hoogte van de KCD een brakwaterkarakter; zuidelijker van Antwerpen neemt de zee-invloed af en komen zoetwaterschorren voor. De aanwezige slikken en schorren op de linkeroever van de Schelde zijn het Schor van Ouden Doel en het Paardenschor ten noorden van de KCD. De Ketenisse schorren ten zuiden van de KCD liggen op grotere afstand en buiten het studiegebied. Ter hoogte van de KCD is er een korte en steile overgangszone van de dijk naar de Schelde, waardoor slikken en schorren slechts weinig ruimte hebben en bijgevolg ook weinig ontwikkeld zijn. Op de rechteroever zijn het Galgenschoor en het meer noordelijk gelegen Groot Buitenschoor de meest waardevolle slikken en schorrengebieden.

Langs de oevers van de Schelde zijn duidelijk plantengordels te onderscheiden, namelijk grazige vegetaties op de hoogste delen van de schor en op de dijken; rietkragen en zones met strandkweek en zeebies op de lagere delen van het schor. Het slik is een modderige vlakte tussen de waterlijn en het hoger gelegen schor; deze zone heeft een rijk bodemleven, bevat veel ééncelligen (kiezelwieren, blauwwieren,…) en is niet tot weinig begroeid (zeekraal, slijkgras).

Schorrenplanten gebonden aan zoutinvloed zijn onder andere zeebies, schorrezoutgras, echt lepelblad, melkkruid, gewoon kweldergras, zilte rus en spiesbladmelde. Vochtminnende planten zijn riet, veenwortel, moeraszuring, ridderzuring, haagwinde en wolfspoot. Planten met minder specifieke voorkeur zijn grote brandnetel, kleine klit, akkerdistel en fluitenkruid.

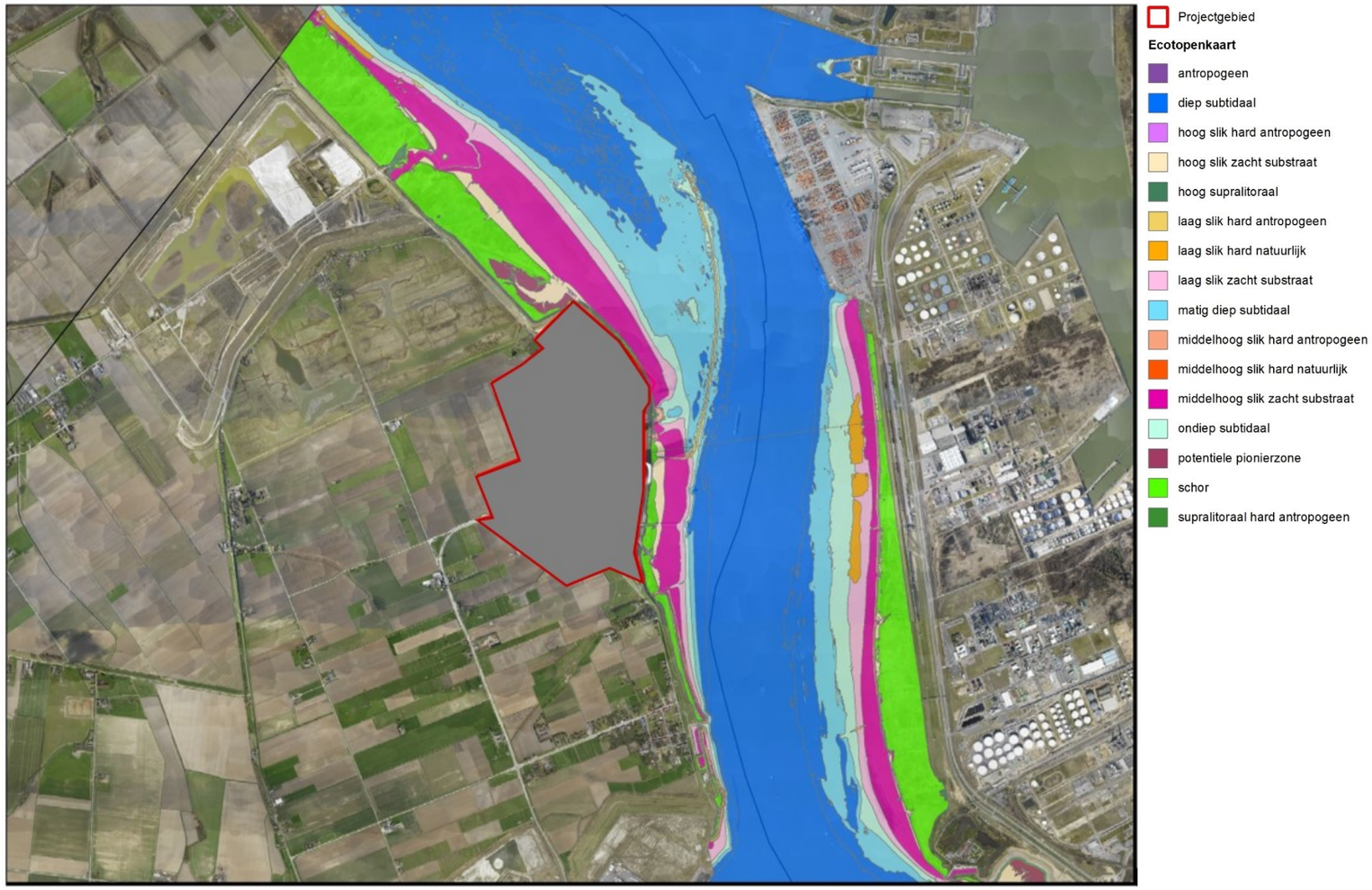
Op de Biologische waarderingskaart (zie Bijlage A - Kaart 13) zijn vegetaties ter hoogte van de dijken en oevers langs de Schelde op linkeroever ter hoogte van de KCD aangeduid als biologisch waardevol of biologisch zeer waardevol. Biologisch zeer waardevolle vegetaties zijn slik (ds), schor (da), zeebiesvegetaties (mz), rietvegetaties (mr) en hooilandvegetaties (hu). Biologisch waardevol zijn dijken (kd), rietruigten (mru), opslag van allerlei aard met wilg (sz+sal), ruderale vegetaties (ku) en ruigten (ku/kz) op opgespoten terreinen.

Op de Natura 2000 Habitatkaart (Bijlage A - Kaart 15) is de Schelde aangeduid als habitattype 1130 'Estuaria'. Ook de Scheldeoever maakt deel uit van het habitattype 1130 'Estuaria' met daarop de schorvegetaties langs de KCD aangeduid als habitattype 1330_da 'Buitendijkse schorren' en de rietzones langs de KCD aangeduid als regionaal belangrijk biotoop rietland en andere Phragmition-vegetaties (rbbmr). Een beperkte zone op de Scheldeoever ter hoogte van het innamepunt van Doel 1/2 van de KCD is aangeduid als habitattype 6430_mr 'Rietlanden met echte heemst, moeraslathyrus en/of moerasmelkdistel'. Een beperkte zone op de Scheldeoever ten zuiden van het innamepunt van Doel 1/2 van de KCD is aangeduid als regionaal belangrijk biotoop doornstruwelen van leemhoudende gronden (rbbsp). De Scheldedijk ten noorden van de KCD is aangeduid als onzeker habitat voor het habitattype 6510,gh 'Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond of geen habitattype uit de Habitatrichtlijn'.

De Scheldedijk ten zuiden van de KCD is aangeduid als deels habitat voor het habitattype 6510_hu 'Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond'.

Op de ecotopenkaart van de Schelde (INBO, 2015) op Figuur 2-44, kan voor de Schelde en linkeroever ter hoogte van de KCD, het volgende afgeleid worden van oost naar west:

- de vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam wordt gekarakteriseerd als diep subtidaal;
- het gebied binnen de strekdam wordt gekarakteriseerd door de matig diepe subtidale zone met de overgang naar een smalle zone ondiep subtidaal;
- de slikzone langs de linkeroever van de Schelde ter hoogte van de KCD bevindt zich volledig op zacht substraat – met uitzondering van de slikzone aan het lozingspunt van de KCD die zich op antropogeen substraat bevindt – en wordt gekarakteriseerd door een smalle zone laag slik met de overgang naar een brede strook middelhoog slik en een smalle zone hoog slik;
- aangrenzend aan de site van de KCD is er een smalle schorzone aanwezig.



Figuur 2-44 Ectoopenkaart Schelde (INBO, 2015)

2.5.2.2.1.2 Benthos

Het grote voedselaanbod in estuaria geeft ook aanleiding tot een hoge concentratie aan ongewervelde bodemorganismen, het benthos. Hier vinden we belangrijke populaties van grijze garnaal, grote aantallen schaaldieren zoals nonnetje en strandgaper en diverse soorten wormen zoals zandkokerworm en draadworm. Deze rijke bodemfauna is een voedselbron voor zowel vogels als vissen. Gaan vogels met laag water foerageren op de slikken, en rusten ze op de schorren tijdens hoog water; de vissen doen precies het omgekeerde: met hoog water komen ze de platen op en met laag water gaan ze rusten in de geulen.

2.5.2.2.1.3 Vissen

Estuaria spelen ook een belangrijke rol in de levenscyclus van vele vissen. De soortensamenstelling van de gemeenschap in de Beneden-Zeeschelde verandert echter in de loop van het jaar. In de zomer-herfst is dat de functie van kinderkamer waar de larven en juvenielen van een aantal soorten zoals garnalen en grondels zich voeden. In de winter heeft de Beneden-Zeeschelde een overwinteringsfunctie voor soorten zoals bijvoorbeeld haring, sprot en zeebaars. In de lente heeft het estuarium een belangrijke doortocht- en passagefunctie voor een aantal migrerende soorten zoals dunlipharder, prik, paling en bot. Eveneens komen een aantal zoetwatersoorten (kroeskarper, kolblei, pos, bittervoom en blankvoom) voor omwille van de lagere saliniteitsgehalten (Maes *et al.*, 1996).

INBO doet jaarlijks een opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij, driemaal per jaar (mei, juli en september) en langsheen de estuariene gradiënt, nl. Doel, Antwerpen, Steendorp en Branst. Voor de uitgangssituatie 2013 en 2014 gelden de volgende waarnemingen (Breine & Van Thuyne, 2013B en 2014):

Spiering blijkt de meest abundante soort in de Zeeschelde. Alle levensstadia (larven, juvenielen en volwassen) worden gevangen wat er op wijst dat deze diadrome soort met succes paait in de Zeeschelde;
Adulte finten werden opnieuw gevangen. Ondanks het feit dat paaiactiviteit werd geobserveerd en eitjes werden met bongonet is de rekrutering blijkbaar geen succes gezien noch larven noch juveniele finten werden gevangen;
De aanwezigheid van juveniele ansjovis, haring en zeebaars illustreert dat mariene soorten net als de diadriome bot de Zeeschelde gebruiken als kinderkamer;
Grijze- en steurgarnalen zwemmen tot ver stroomopwaarts in de Zeeschelde;
Specifiek ter hoogte van Doel gelden de volgende bevindingen:

- In Doel vertonen de jaargegevens meer soorten bij eb dan bij vloed;
- Ter hoogte van Doel komen voornamelijk mariene en estuariene vissen voor;
- Van de 4 monitoringslocaties wordt het grootste aantal soorten in Doel gevangen (mesohaliene zone),
- Van de 4 monitoringslocaties wordt het laagste aantal individuen exoten en het laagste relatief percentage aan exoten in Doel waargenomen (mesohaliene zone).

Voor de periode 2015-2019 gelden de volgende waarnemingen (Breine & Van Thuyne, 2015, 2016, 2017, 2018 en 2019):

Spiering blijkt de meest abundante soort in de Zeeschelde. Alle levensstadia (larven, juvenielen en volwassen) worden gevangen wat er op wijst dat deze diadrome soort met succes paait in de Zeeschelde;

Er werden adulte finten gevangen. In tegenstelling tot 2014 werden er juveniele finten gevangen voor alle jaren 2015-2019. Dit wijst erop dat rekrutering heeft plaatsgevonden;
De aanwezigheid van juveniele sprot, haring en zeebaars illustreert dat mariene soorten net als de diadriome bot de Zeeschelde gebruiken als kinderkamer;
Grijze- en steurgarnalen zwemmen tot ver stroomopwaarts in de Zeeschelde;
In de periode 2012 tot en met 2017 steeg het aantal gevangen individuen van exoten op bijna alle locaties. De hoge aantallen exoten in 2016 en 2017 waren hoofdzakelijk te wijten aan het groot aantal snoekbaarzen.
In de periode 2012 tot en met 2019 is ook een stijging van het relatief percentage aan exoten waargenomen in de 4 monitoringslocaties.
Specifiek ter hoogte van Doel gelden de volgende bevindingen:

- In Doel vertonen de jaargegevens meer soorten bij eb dan bij vloed;
- Ter hoogte van Doel komen voornamelijk mariene en estuariene vissen voor;
- Van de 4 monitoringslocaties wordt het grootste aantal soorten in Doel gevangen (mesohaliene zone);
- Van de 4 monitoringslocaties wordt het laagste aantal individuen exoten en het laagste relatief percentage aan exoten in Doel waargenomen (mesohaliene zone).

In 2013 deed INBO een bemonstering van het visbestand met boomkorvisserij in de koelwaterpluim (binnen de strekdam) van de KCD (Breine & Van Thuyne, 2013A). In de maand november werden gedurende twee dagen 17 trekken met boomkor uitgevoerd binnen en buiten de strekdam van de KCD. In het rapport werden de volgende vragen beantwoord:

- Is er verhoogde abundatie van warmteminnende inheemse soorten binnen de strekdam versus buiten de strekdam? En zo ja, van welke soorten en hun aantallen?
- Is er verhoogde abundantie van exoten binnen de strekdam versus buiten de strekdam? Zo ja, van welke soorten en hun aantallen?

Binnen de strekdam werden er 13 vissoorten gevangen en 7 erbuiten. Bot werd het meest gevangen. Binnen de strekdam is brakwatergrondel de tweede meest abundante soort terwijl bij vloed het aandeel tong stijgt. Buiten de strekdam is de bijdrage van de grondels, dikkopje en brakwatergrondel, groter. Ook hier wordt bij vloed meer tong gevangen. Tong trekt in het najaar en winter normaal gezien naar warmer en dieper water. Binnen de strekdam werd slechts één exotische vis aangetroffen: een exemplaar van de zwartbekgrondel. Deze soort heet zich ook al gevestigd in sommige kanalen en rivieren. Verreycken (2013) stelt dat zwartbekgrondel alle soorten habitat kan innemen. Hun omgevingseffect heeft voornamelijk te maken met voedsel- en habitatconcurentie alsook predatie. Binnen de strekdam werd ook de warmteminnende mariene zeebaars gevangen. Dat is wel opmerkelijk aangezien deze soort in 2013 ondermaats is gevangen in de Zeeschelde.

Naast vissen werden ook garnalen en krabben gevangen. Binnen de strekdam werden vier exemplaren van de Japanse steurgarnaal gevangen. De Chinese wolhandkrab is in grote aantallen gevangen: 274 binnen en 452 exemplaren buiten de strekdam. Grijze garnalen houden zich blijkbaar vooral binnen de strekdam op (18096 exemplaren gevangen) en in mindere maten steurgarnalen (544).

Uit deze vangstgegevens blijkt dat de visfauna alsook garnalen en krabben zich eerder ophouden in het gebied binnen de strekdam waar een hogere watertemperatuur heerst. Daarnaast is het gebied minder dynamisch dan buiten de strekdam. De aanwezigheid van zeebaars, een warmteminnende mariene soort, toont aan dat deze soort het gebied binnen de strekdam als winterrefugium gebruikt. Tong houdt zich op binnen en nabij het strekdamgebied. Sommige soorten gebruiken het opgewarmd gebied binnen de strekdam als opgroeigebied. Er is dus wel een aanduiding dat er een verhoogde abundantie is van warmteminnende inheemse soorten (zeebaars en tong) binnen de strekdam.

De aanwezigheid van exotische vissen is niet opmerkelijk, slechts één zwartbekgrondel werd er binnen de strekdam gevangen. Steurgarnalen en Chinese wolhandkrab zijn algemeen verspreid in de Zeeschelde. Men kan dus niet spreken van een verhoogde abundantie van exoten binnen de strekdam (Breine & Van Thuyne, 2013A).

2.5.2.2.1.4 Vogels

De Schelde en Scheldeboorden zijn aangegeven als faunistisch belangrijk gebied. Het rijke bodemleven in het slik vormt een belangrijke voedselbron voor vogels. De Scheldeboorden zijn dan ook een belangrijk doortrekgebied, overwinteringsgebied, broed- en opgroeigebied voor talrijke vogelsoorten. De slikken en schorren doen dienst als slaapplaats voor meeuwen, eenden en ganzen.

De monitoring van watervogels op de Zeeschelde gebeurt jaarlijks door het INBO. Enkele courante **watervogels** voor de Zeeschelde ter hoogte van de KCD zijn (Van Ryckegem *et al.*, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018):

- Aalscholver
- Bergeend
- Bonte strandsloper
- Canadese gans
- Fuut
- Grauwe gans
- Kievit
- Kluut
- Krakeend
- Kuifeend
- Pijlstaart
- Scholekster
- Smient
- Tafeleend
- Tureluur
- Wilde eend
- Wintertaling
- Wulp
- Zwartkopmeeuw

Voor de uitgangssituatie 2013 en 2014 gelden voor watervogels de volgende waarnemingen (Van Ryckegem *et al.*, 2014 en 2015):

- De globale patronen in de maandelijkse vogelaantallen langsheen de Zeeschelde blijven in 2013 en 2014 vergelijkbaar met de voorbije jaren. De winteraantallen vertonen een dalende trend sinds 1999, het aantal stabiliseert zich sinds 2008 tot rond de 25 000 tot 30 000 getelde wintervogels. De voornaamste terugval is te wijten aan een sterke afname in de aantallen smient en wintertaling. De wintermaxima laten zich tellen in de maanden december-januari. De laagste aantallen worden geteld in maart. De Zeeschelde is één van de belangrijkste overwinteringsgebieden voor watervogels in Vlaanderen. Het internationaal belang van de Zeeschelde als overwinteringsgebied is echter beperkter geworden en momenteel haalt enkel de Krakeend de 1%-norm (aantallen van internationale betekenis). Voor de Zeeschelde als Vogelrichtlijngebied verbleef minder dan 2% en minder dan 1% van de Noord-West Europese populatie in de Zeeschelde tijdens de winter 2013 en tijdens de winter van 2014, respectievelijk. In tegenstelling tot de verwachting is er geen grote toename in visetende vogelsoorten. Integendeel, de fuut is sinds eind de jaren '90 sterk afgenomen in de mesohaliene zone (waartoe voorliggend studiegebied behoort);
- De bergeend is de dominante 'waterbroedvogel' in de Zeeschelde. De wilde eend is naast de bergeend de meest talrijke broedvogels langsheen de Zeeschelde. Krakeend is geen algemene broeder langsheen de Zeeschelde.

Voor de periode 2015-2017 gelden voor watervogels de volgende waarnemingen (Van Ryckegem *et al.*, 2016, 2017 en 2018):

- De maandelijkse vogelaantallen langsheen de Zeeschelde zijn in de winters van 2015, 2016 en 2017 globaal iets lager dan de voorbije jaren. Hierdoor is het internationaal belang van de Zeeschelde voor overwinterende watervogels historisch laag. Enkel de krakeend haalt in de Zeeschelde nog 1% van de geschatte Noordwest-Europese populatie.
- Na een periode van toename (2012-2015) werd een daling van de benthivore vogelsoorten in de Beneden-Zeeschelde vastgesteld.
- Als algemene conclusie geldt dat de vogelaantallen op de Zeeschelde een doorgaande dalende trend vertonen.

In de periode 2013-2017 werden alle grote brakwaterschorgebieden langs de Zeeschelde in het IHD-gebied – waaronder Doelpolder Noord, Doelpolder midden, Prosperpolder, het Schor Ouden Doel en het Paardenschor – jaarlijks geïnventariseerd op **broedvogels** (Van Ryckegem *et al.*). De onderstaande vogelsoorten komen jaarlijkse tot broeden binnen het Noordelijk gebied van het Antwerpse havengebied op linkeroever – dit omvat Doelpolder Noord, Doelpolder midden, Prosperpolder, het Schor Ouden Doel en het Paardenschor:

- Baardman
- Blauwborst
- Bruine kiekendief
- Dodaars
- Kluut

- Porseleinhoen
- Rietzanger
- Scholekster
- Slobeend
- Tureluur

De laatste vijf jaar vertonen de zeldzamere soorten baardman, kluut, porseleinhoen en tureluur een stabiele trend. Op langere termijn beschouwd vertoont de bruine kiekendief een dalende trend. Voor de algemenere soorten blauwborst, dodaars, rietzanger, slobeend en zomertaling, neemt het belang toe naarmate meer Sigmagebieden ingericht worden.

Van de jaarlijks broedende soorten in het IHD-gebied Schelde-estuarium komt een aanzienlijk deel van de populatie van grutto, snor, woudaap en zomertaling voor buiten de haven. Verscheidene soorten komen tot 2017 nog maar zelden tot broeden binnen het IHD-gebied Schelde-estuarium (grote karekiet, kwak, kwartelkoning, lepelaar, roerdomp en paapje) of werden nog nooit vastgesteld als broedvogel (purperreiger).

2.5.2.2.1.5 Zoogdieren

Jaarlijks zwemmen zeehonden in kleine aantallen de Zeeschelde op en verblijven er min of meer lange tijd. De soort plant zich niet voort in het Belgisch deel van het Schelde-estuarium. Ook bruinvis wordt regelmatig waargenomen op de Zeeschelde. Van een echte terugkeer naar de Zeeschelde van deze soort lijkt voorlopig nog geen sprake (Van Ryckegem *et al.*, 2014, 2015, 2016 en 2017).

Vleermuizen komen eerder voor in gesloten tot halfopen bossen en kleinschalige, waterrijke landschappen of landschappen met houtkanten en bomenrijen. Meervleermuis komt voor nabij grote waterplassen, rivieren en kanalen. De Schelde zelf is echter geen gekend gebied. In de omgeving van de KCD zijn geen vliegroutes gekend voor vleermuizen (Baetens *et al.* 2016).

2.5.2.2.2 Galgenschoor

Het Galgenschoor behoort tot het **Habitatrichtlijngebied** ‘Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent’ en tot het **VEN-gebied** ‘Slikken en schorren langsheen de Schelde’. Het Galgenschoor is ook een **erkend natuurreservaat** ‘Groot Buitenschoor en Galgeschoor’ en is aangeduid als **Ramsargebied**.

Het Galgenschoor is ongeveer 46 ha groot en 2 km lang en bevindt zich ten oosten van de KCD op de rechter Scheldeoever tussen Lillo-Fort en de Europaterminal. Het is een zeer waardevol, brak schorrengebied op het grondgebied van de gemeenten Zandvliet en Lillo. Het zuidelijk deel van het Galgeschoor gaat via een smalle strook van rietvegetatie over in het reservaat van Fort Lillo.

Het volledige Galgeschoor is op de Biologische waarderingskaart (Bijlage A - Kaart 13) ingekleurd als biologisch zeer waardevol gebied met slik (ds), schorre (da) en rietland (mr). Het Europees habitatttype 1130 ‘Estuaria’ komt er voor en het habitattype 1330 ‘Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae)‘ op de iets hoger gelegen delen, die niet bij elk hoog tij overstromen, maar enkel bij springtij. Daarnaast komt ook het regionaal belangrijk biotoop ‘Rietland en andere Phragmition-vegetaties’ er voor.

Op de ecotopenkaart van de Schelde (INBO, 2015) op Figuur 2-44, kan voor de slik- en schorzone ter hoogte van het Galgenschoor het volgende afgeleid worden van oost naar west:

- De meest westelijke zone wordt gekenmerkt door een schorzone, die breed is in het zuiden en smaller wordt naar het noorden toe;
- Het schor gaat over in een slikzone gekenmerkt door: middelhoog slik zacht substraat, laag slik zacht
- substraat, 3 kleine zones laag slik hard natuurlijk;
- Het slik gaat over in een zone ondiep subtidaal en een zone diep subtidaal.

De faunistische waarde van het Galgenschoor wordt voornamelijk bepaald door de avifauna. Getijdengebieden zoals het Galgenschoor bezitten een grote waarde voor heel wat vogelsoorten. Dit is vooral het geval omwille van het gradiënt van zout naar zoet. Ze bezitten ook een heel duidelijk seizoenaal aspect: er zijn de broedvogels, de doortrekkers en de wintergasten.

Door de abundant aanwezige ongewervelde fauna op de slik- en zandgebieden foerageren hier vaak grote aantallen steltlopers zoals plevieren en strandlopers. Bij hoogwater vormen schorren bovendien een vluchtplaats voor allerlei waadvogels die op de omringende slikken of stranden foerageren.

2.5.2.2.3 Paardenschor

Het Paardenschor maakt deel uit van het **Habitatrichtlijngebied** 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en het **Vogelrichtlijngebied** 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde', maar niet van het VEN-gebied 'slikken en schorren langs de Schelde'.

Het Paardenschor bevindt zich ten noorden van de KCD, aansluitend op de site van de kerncentrale. Dit buitendijks gebied, dat onder invloed staat van getij, werd in 2004 heringericht ter compensatie van het verlies van natuurwaarden bij de aanleg van het Deurganckdok. De doelstelling is de ontwikkeling van slik en schor. Het grootste deel van de oppervlakte wordt ingenomen door slikken. De ruimtelijke uitbreiding van het schor blijft beperkt tot de randzones van het gebied. Zeeaster, zeebies en riet vormen de voornaamste begroeiing; deze sluit aan bij het noordelijk gelegen Schor Ouden Doel, waar vooral hoog schor aanwezig is. In de beginfase was vooral een vegetatie van nopjeswieren aanwezig; deze is grotendeels verdwenen door kolonisatie met hogere planten.

Het Paardenschor is op de Biologische waarderingskaart (Bijlage A - Kaart 13) aangeduid als een biologisch zeer waardevol slik en schorgebied (ds + da) met rietvegetaties (mr) en zeebiesvegeaties (mz).

Op de Natura 2000 Habitatskaart (Bijlage A - Kaart 15) is het Paardenschor aangeduid als habitattype 1130 'Estuaria' met de schorvegetaties aangeduid als habitattype 1330_da 'Buitendijkse schorren' en de rietvegetaties aangeduid als regionaal belangrijk biotoop rietland en andere Phragmition-vegetaties (rbbmr). Een beperkte zone op het Paardenschor is aangeduid als habitattype 1310_zk 'Pioniergemeenschappen met Zeekraal'. De Scheldedijk langs het Paardenschor is aangeduid als onzeker habitat voor het habitattype 6510,gh 'Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond of geen habitattype uit de Habitatrichtlijn'.

Op de ecotopenkaart van de Schelde (INBO, 2015) op Figuur 2-44, kan voor de slik- en schorzone ter hoogte van het Paardenschor het volgende afgeleid worden van oost naar west:

- een eerder smalle zone laag slik met de overgang naar een brede zone middelhoog slik en een smalle zone hoog slik. De slikzone bevindt zich volledig op zacht substraat;
- de slikzone wordt opgevolgd door een brede strook schor met aangrenzend ten noorden van de KCD een potentiële pionierzone.

In het Paardenschor komen vele overwinterende en pleisterende watervogels voor, ook doet het dienst als broedgebied.

2.5.2.2.4 Schor van Ouden Doel

Het Schor Ouden Doel behoort tot het **Habitatrichtlijngebied** 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent', het **Vogelrichtlijngebied** 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde', het **VEN-gebied** 'Slikken en schorren langsheen de Schelde', is beschermd als **Ramsargebied** en is een **erkend natuurreservaat**.

Het Schor Ouden Doel sluit aan bij het Verdronken land van Saeftinghe, beide gebieden samen vormen het grootste brakwaterschor van West-Europa.

Het Schor Ouden Doel is 51 ha groot en is gelegen op de linker Scheldeoever in de Prosperpolder op ongeveer 1,2 km ten noorden van de KCD. Dit buitendijks gebied tot aan de Schelde en de Nederlandse grens is een brakwaterschor van ca. 51 ha en wordt beheerd door Natuurpunt. Het gebied staat onder invloed van getijdenwerking en wordt zowel door zout water vanuit de Noordzee als door zoet water vanuit de Schelde overspoeld. Het slikgedeelte komt tweemaal daags onder water. De hoger gelegen schorren lopen alleen onder bij storm en springtij (Gyselings, 2011). Een deel van het gebied bestaat uit riet- en heenvegetaties. Om verruiging tegen te gaan worden delen van het gebied begraasd.

Op de Biologische Waarderingskaart (Bijlage A - Kaart 13) is het Schor Ouden Doel aangeduid als biologisch zeer waardevol gebied. Naast de aanduiding van slik (ds) en schor (da), komen ook rietland (mr), rietruigte (mru) en zeebiesvegetaties (mz) voor.

Op de Natura 2000 Habitatkaart (Bijlage A - Kaart 15) is het Schor Ouden Doel aangeduid als habitattype 1130 'Estuaria' met de schorvegetaties aangeduid als habitattype 1330_da 'Buitendijkse schorren' en de rietvegetaties aangeduid als regionaal belangrijk biotoop rietland en andere Phragmition-vegetaties (rbbmr). Een beperkte zone op het Schor Ouden Doel is aangeduid als habitattype 1320 'Schorren met slijkgrasvegetatie (Spartinion maritimae)'. De Scheldedijk langs het Paardenschor is aangeduid als deels habitat voor het habitattype 6510_hu 'Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond'.

Op de ecotopenkaart van de Schelde (INBO, 2015) op Figuur 2-44, kan voor de slik- en schorzone ter hoogte van het Schor Ouden Doel het volgende afgeleid worden van oost naar west:

- een eerder smalle zone laag slik met de overgang naar een brede zone middelhoog slik en een smalle zone hoog slik. De slikzone bevindt zich grotendeels op zacht substraat. De slikzone versmalt in noordelijke richting en ter hoogte van de versmalling bevindt de slikzone zich op natuurlijk hard substraat;
- de slikzone wordt opgevolgd door een brede strook schor met aangrenzend ten noorden van de KCD een potentiële pionierzone.

Door de specifieke flora (zoutminnende soorten) en de aanwezigheid van ongewervelden is dit gebied van belang voor overwinterende watervogels, pleisterende vogels en broedvogels.

2.5.2.2.5 Doelpolder Noord (met Brakke Kreek) en Doelpolder Midden

De Doelpolder-Noord en Brakke kreek maken deel uit van het **Vogelrichtlijngebied** 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'.

Doelpolder-Noord ligt vlak achter de Schelde dijk ter hoogte van het Paardenschor op minder dan 1 km ten noordwesten van de KCD. Het gebied Doelpolder-Noord werd als weidevogelgebied heringericht (compensatiegebied). De Brakke Kreek werd aangelegd samen met het weidevogelgebied Doelpolder-Noord en ligt ten zuiden ervan. De inlaatconstructie is echter nog in ontwerp, waardoor er nog geen getij op de kreek is. Een sluis in de Scheldedijk zal een beperkte hoeveelheid brak water toelaten in de Doelpolder-Noord, waardoor een lichtzoute getijdenkreek (36 ha) ontstaat. De Doelpolder Midden moet nog ingericht worden (nog in landbouwgebruik). De doelstelling voor de Doelpolder Noord (met Brakke Kreek) en Doelpolder Midden is de ontwikkeling van een getijdengebied (GGG Doelpolder met een gecontroleerde gereduceerde getijdenwerking), waarin slik en schor, kreken, geulen en eilandjes en een weidevogelgebied aanwezig zijn. Rond het GGG Doelpolder komen waterkerende dijken. De dijk tussen Doelpolder Noord en Doelpolder Midden zal worden afgegraven. De Brakke Kreek blijft behouden als hoofdkreek. Ter hoogte van het Paardenschor wordt een uitstromingsgeul aangelegd. De inrichting gebeurt gefaseerd.

Echter door de vernietiging van het GRUP Afbakening Zeehavengebied Antwerpen – Havenontwikkeling Linkeroever, kan deze ontwikkeling van het getijdengebied en de natuurontwikkeling in Doelpolder Midden voorlopig niet doorgaan zoals gepland.

Actueel vormt het gebied Brakke Kreek nog één geheel met Doelpolder-Noord. In beide delen komen nu dezelfde habitats voor. Deze beide natuurgebieden gelden als compensatie voor het verdwijnen van natuurwaarden bij de aanleg van het Deurganckdok en genieten bijgevolg de bescherming als vogelrichtlijngebied.

Op de Biologische waarderingskaart (Bijlage A - Kaart 13) is het gebied Doelpolder-Noord aangeduid als biologisch zeer waardevol, dat bestaat uit slotenrijke graslanden (hpr+), eutrofe waterpartijen (ae) en stroken met rietland (k(mr)). Ter hoogte van de Doelpolder Midden komen nog akkers (bu) en graslanden (hx, hp) voor volgens de Biologische Waarderingskaart; deze vegetaties zijn biologisch minder waardevol. Bomenrijen, sloten en rietkragen die aanwezig zijn tussen de percelen zijn biologisch waardevol tot zeer waardevol.

De akkers en graasweiden van Doelpolder Midden zijn een foerageergebied voor ganzen, zoals kolgans, grauwe gans en toendrarietgans. De Doelpolder-Noord en de Brakke Kreek vormen belangrijke gebieden voor broedvogels, weidevogels en overwinterende watervogels.

2.5.2.2.6 Hedwigepolder en Prosperpolder

De Prosperpolder maakt deel uit van het **Vogelrichtlijngebied** 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde' en het **VEN-gebied** 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'.

De Prosperpolder (Belgisch grondgebied) en de Hedwigepolder (Nederlands grondgebied) behoren tot het grensoverschrijdend intergetijdengebied dat in ontwikkeling is. Deze polders liggen ten zuiden van het

Verdronken Land van Saeftinghe en zullen op termijn een natuurgebied van internationaal belang vormen. De Prosperpolder bevindt zich ten noordwesten van de KCD op minimum 0,9 km afstand. De Hedwigepolder sluit hier bij aan en ligt over de grens in Nederland, op minimum 2,1 km afstand. De totale oppervlakte van deze gebieden die ontwikkeld worden bedraagt ca. 655 ha, waarvan 465 ha als slik en schor wordt ingericht. 170 ha hiervan ligt op Belgisch grondgebied in de Prosperpolder.

Het Schelde-estuarium is uniek in Europa. De overgang van rivier (zoet)- naar zeewater (zout) en het getij is hier nog redelijk intact. Het ecosysteem staat onder druk van de mens (verdieping van de Schelde), waardoor er in het kader van de natuurherstelverplichting meer ruimte voor natuur noodzakelijk is. Hierdoor kan voldaan worden aan de Europese verplichtingen inzake instandhouding. De Hedwige- en Prosperpolder is het meest geschikte gebied om dit herstel te realiseren. Een belangrijk aspect hierbij is dat de Hedwigepolder aansluit bij de Prosperpolder en hiermee tevens de verbindende schakel vormt tussen dit gebied en het Verdronken land van Saeftinghe. De gebieden sluiten ook aan op de slikken en schorren op de linkeroever van de Schelde (Schor Ouden Doel en Paardenschor) en op het GGG Doelpolder. Op deze wijze kan op termijn een groot natuurgebied van internationaal belang ontstaan, dat zelfs bijzondere potenties biedt voor soorten met een grote ruimtebehoefte.

In de Hedwige- en Prosperpolder zal estuariene natuur gecreëerd worden door dijkverplaatsing. In een eerste stap wordt landinwaarts een nieuwe dijk aangelegd vanaf de Schelde tot in het Verdronken Land van Saeftinghe. In een tweede stap wordt het getij van de Schelde in het gebied gelaten. Het maken van de bressen in de huidige Scheldedijken kan pas worden uitgevoerd indien de volledige ringdijk (zowel op Vlaams als op Nederlands grondgebied) is aangelegd. Vanaf het moment dat de werkzaamheden aan Nederlandse zijde aan de dijk zijn afgerond moet zich hier vanzelf estuariene natuur ontwikkelen.

De toekomstige habitats zijn slikken en schorren, waarvan de begroeiing vergelijkbaar zal zijn met deze in de aansluitende gebieden van het Verdronken land van Saeftinghe, het Schor Ouden Doel en Paardenschor.

Momenteel is het gebied nog in ontwikkeling en is het verstoord door de zandophogingen en inrichtingswerken die er plaats vinden. Het gebied is op de Biologische waarderingskaart (Bijlage A - Kaart 13) aangegeven als een minder waardevol tot waardevol opgehoogd gebied met ruderale vegetatie (kz en ku). De aangelegde dijk tussen de Prosperpolder en de Doelpolder-Noord is begroeid met een ruderale vegetatie. Aan de rand komen nog bomenrijen van populier en wilg voor. De dijk en omgeving is aangeduid als biologisch waardevol.

De Prosperpolder was en is nog steeds een belangrijk gebied voor overwinterende ganzen en het doet ook dienst als broedgebied. In de Prosperpolder komen nog een groot aantal andere vogelsoorten ter plaatse, jagend of foeragerend voor.

2.5.2.2.7 Overige poldergebieden

De Doelpolder en Nieuwe Arenbergpolder behoren tot het **Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'.**

Behalve de heringerichte Prosperpolder en Doelpolder-Noord zijn er in de directe omgeving van KCD nog de **Nieuwe Arenbergpolder** en de **Doelpolder** als resterende poldergebieden op Linkeroever. De Doelpolder ligt ten westen aansluitend bij de KCD en het dorp Doel en wordt ten noorden begrensd door

Doelpolder-Noord (GGG Doelpolder). Het gedeelte ten zuiden van Doelpolder Noord wordt ook Doelpolder Midden genoemd. De Nieuwe Arenbergpolder ligt westelijk van de Doelpolder en grenst aan de Prosperpolder en de Nederlandse grens.

De Doelpolder bestaat grotendeels uit akkerland en in mindere mate uit graslanden en slotenrijke graslanden. Deze laatste zijn biologisch waardevol, de akkers en weilanden zijn minder waardevol.

De beide poldergebieden doen dienst als pleistergebied en als broedgebied; Gezien het overwegend landbouwgebruik komen de rietbroeders slechts in kleine aantallen voor.

2.5.2.2.8 Netwerk ecologische infrastructuur Antwerpse haven en soortenbeschermingsprogramma

2.5.2.2.9 Netwerk ecologische infrastructuur

Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen voorzag dat maximaal 5% van alle zeehavengebied gevrijwaard zou blijven van industriële ontwikkelingen om te dienen als ecologische infrastructuur. Om dit te realiseren en daarmee het voortbestaan van bepaalde planten en dieren in het Antwerps zeehavengebied te garanderen, werd een netwerk van ecologische infrastructuur natuur (EIN) afgebakend binnen het GRUP Afbakening zeehavengebied Antwerpen. Op openbaar domein worden permanente leefgebieden aangelegd (permanente EIN). Aanvullend kunnen ook tijdelijke gebieden en initiatieven op bedrijfsterreinen in het netwerk ingepast worden (tijdelijke EIN)[29] (Figuur **2-45**).

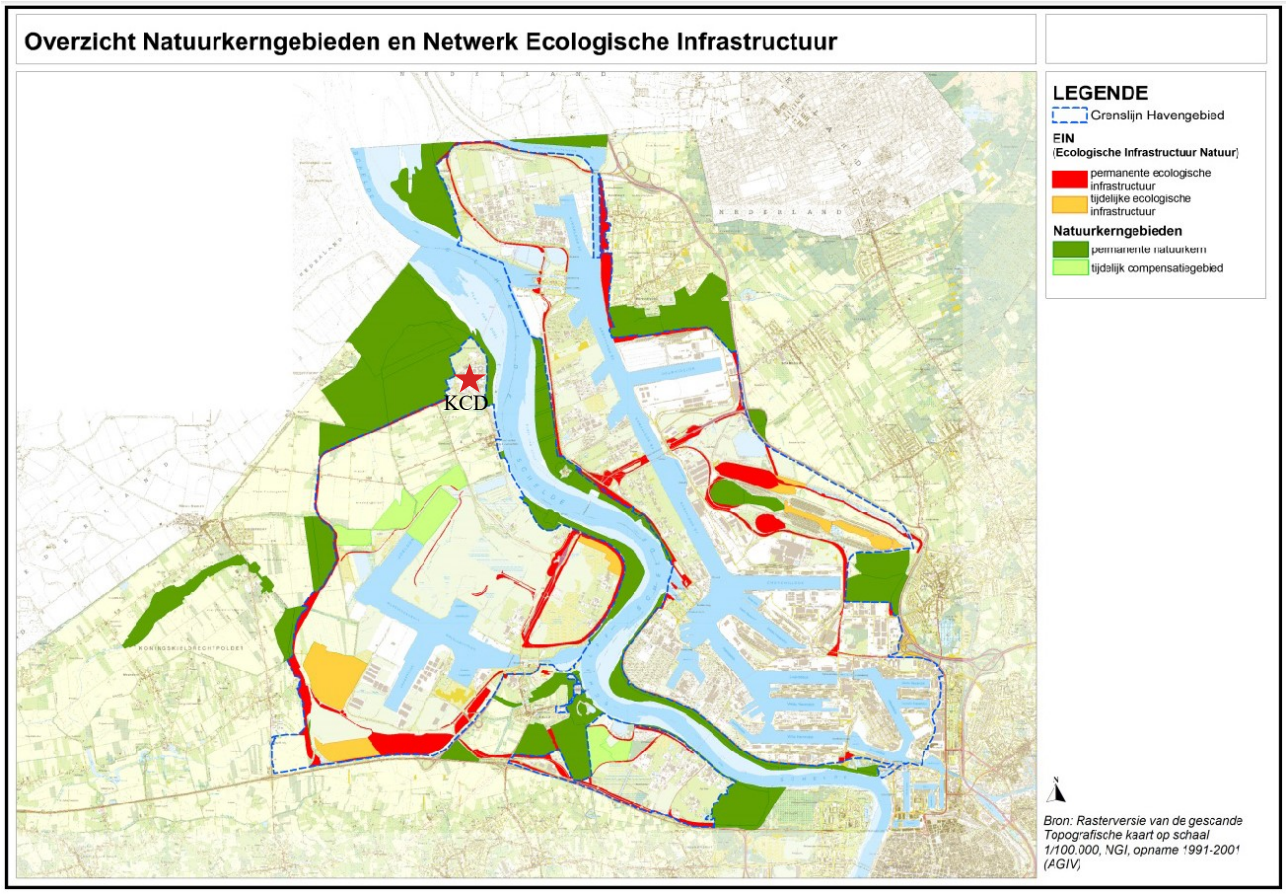
Het EIN bestaat uit een netwerk van corridors en stapstenen dat de kerngebieden met elkaar verbindt. De kerngebieden zijn grotere oppervlakten aaneengesloten natuur en beschikken vaak over een hogere natuurwaarde. Corridors vormen langgerekte verbindingszones tussen gebieden, terwijl stapstenen kleine restgebiedjes zijn waar soorten meer ruimte hebben om te verblijven. In de stapstenen is er normaal gezien meer geschikt habitat aanwezig voor voortplanting (zoals voor rugstreeppad) dan in een corridor. In realiteit lopen de twee in elkaar over.

Om tot een functioneel netwerk te komen, werden ook tal van bermen mee opgenomen in het netwerk van ecologische infrastructuur. Het merendeel van de bermen bestaan uit droge graslanden. Op plaatsen waar pijpleidingen aanwezig zijn wordt de bodem geregeld omgewerkt, waardoor die bermen veel potenties bieden voor pioniersvegetaties en de daarmee geassocieerde soorten.

In de onmiddellijke omgeving en ten noorden van de KCD bevindt zich het permanente natuurkerngebied van polders en schorren. Het Galgenschoor aan de overkant van de Schelde is tevens een permanent natuurkerngebied en werd reeds hierboven besproken. De dijken (BWK-code kd) en bermen met grasland

[29] De permanente EIN en de natuurkerngebieden zullen steeds behouden blijven. De tijdelijke EIN en de tijdelijke compensatiegebieden werden mee opgenomen tijdens het huidige Soortenbeschermingsprogramma Antwerpse haven ter ondersteuning van de natuurkerngebieden en het permanente EIN om de Instandhoudingsdoelstellingen (IHD's) te behalen. Die IHD's werden opgesteld voor de Europees beschermde habitats en soorten in alle Vlaamse speciale beschermingszones (SBZ) van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijngebieden als onderdeel van het Europees Natura 2000 netwerk. Het gaat hierbij vooral over soorten van de Vogelrichtlijn, zoals Bruine kiekendief, Visdief en Zwartkopmeeuw. Indien in 2019, na afloop van het eerste Soortenbeschermingsprogramma Antwerpse haven, de IHD's in de natuurkerngebieden behaald worden, zullen de tijdelijke EIN-gebieden en de tijdelijke compensatiegebieden worden vrijgegeven voor havenontwikkeling (website Natuurpunt WAL, Baetens et al., 2015).

(BWK-code hp) ten westen van de KCD maken deel uit van een permanente ecologische infrastructuur die het noordelijk deel met het zuidelijk deel van het havengebied op linkeroever verbindt.



Figuur 2-45 Netwerk van ecologische infrastructuur in het Antwerps havengebied (Baetens *et al.*, 2015)

2.5.2.2.10 Soorten

Het soortenbeschermingsprogramma (SBP) van de Antwerpse Haven (MB 23 mei 2014 en MB 5 september 2019 ter verlenging) is een gebiedsgericht programma die een bundeling van acties bevat voor de ontwikkeling en de instandhouding van paraplusoorten en hun meelifters. Het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen heeft zich in een overeenkomst met de Vlaamse overheid geëngageerd om borg te staan voor de uitvoering van de acties.

In de Antwerpse haven komen 51 havenspecifieke beschermde soorten en 39 niet-havenspecifieke beschermde soorten voor. Er werden 14 soorten geselecteerd uit de ruimere groep van 90 beschermde soorten omdat de behoudmaatregelen voor deze soorten meteen ook de instandhouding van de overige 76 beschermde soorten afdekken. Deze soorten worden paraplusoorten genoemd. Deze paraplusoorten vertegenwoordigen een specifiek (ontwikkelingsstadium van een) habitat, waarbij er telkens van wordt uitgegaan dat de maatregelen die voor de paraplusoorten worden genomen ook ten goede komen aan de meeliftende soorten (= de overige 76 soorten). Voor elke paraplusoort werd ook de zogenaamde Functionele Ecologische Eenheid afgebakend. Dit is het gebied dat minimaal nodig is voor de instandhouding van een levensvatbare populatie van deze soort.

Met de maatregelen uit het SBP wordt gestreefd naar een duurzame instandhouding van de paraplu- en meeliftende soorten binnen het havengebied.

De oppervlakte nodig voor het behalen van de kwantitatieve en kwalitatieve natuurdoelen van de 14 paraplusoorten kunnen gehaald worden binnen het netwerk van ecologische infrastructuur en de kerngebieden. Deze doelen zijn – voor zover het Europees beschermde soorten betreft – afgestemd op de instandhoudingsdoelstellingen die opgemaakt werden voor de desbetreffende speciale beschermingszones.

De geldigheid van het MB tot vaststelling van het soortenbeschermingsprogramma voor het Antwerpse havengebied van 23 mei 2014 werd verlengd tot en met 20 februari 2020, maar de wettigheid van deze verlenging wordt actueel ter discussie gesteld in het kader van een voor de Raad van State hangende annulatieprocedure.

Een tweede SBP is momenteel in opmaak, waarbij de visies en acties van het eerste SBP verder verankerd worden. grotendeels hetzelfde. Hierbij zijn de paraplusoorten en meelifters grotendeels hetzefde als in het eerste SBP, met enkele aanpassingen (o.a. Bruin blauwtje wordt vervangen door Argusvlinder). (mededeling Port of Antwerp).

2.5.3 Effectbeoordeling

2.5.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018

2.5.3.1.1 LTO Werkzaamheden

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie hoofdstuk 1.6).

2.5.3.1.1.1 Eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie

Tijdens de werkzaamheden in het kader van de aanpassingen in functie van LTO zijn emissies van uitlaatgassen van werfmachines en vrachtwagens opgetreden (verbranding van fossiele brandstoffen en omvatten CO, CO_2, onverbrande koolwaterstoffen, NOx, SO_2 en fijn stof ($PM_{2,5}$ en PM_{10})).

Het aandeel van de emissies afkomstig van de werfmachines en het werfverkeer varieerde van dag tot dag, en was eerder gering ten opzichte van de andere emissiebronnen op de site en in de omgeving zoals het (scheepvaart)verkeer. Het verzurend en vermestend effect ten gevolge van de werfmachines en het werfverkeer wordt, rekening houdend met het tijdelijke karakter, niet als significant negatief beoordeeld voor de habitats in de omgeving van de KCD.

2.5.3.1.1.2 Rustverstoring

Uit de discipline Geluid volgt dat de de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO, op zich een verwaarloosbare toename veroorzaakten van het omgevingsgeluid. De rustverstoring ten aanzien van fauna wordt dan ook als verwaarloosbaar beschouwd.

2.5.3.1.2 Eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie

Verzuring ontstaat als gevolg van verontreiniging van de lucht met de stoffen zwaveldioxide, ammoniak en stikstofoxiden. Deze gassen reageren met zuurstof en waterdamp tot onder andere zwavelzuur en

salpeterzuur. Wanneer deze verbindingen na afzetting op de bodem of planten verzurend werken, spreekt men van verzurende depositie.

Vermesting ontstaat door verontreiniging van de lucht met ammoniak en stikstofoxiden, hierdoor komen meer voedingsstoffen voor de planten ter beschikking. Ze hebben een vermestende werking op de groeiplaatsen, waardoor kwalificerende habitattypen of leefgebieden van kwalificerende soorten in kwaliteit achteruitgaan en mogelijk zelfs verdwijnen. Zo is vergrassing en vervilting van soortenrijke graslanden of heidevegetaties een typisch gevolg van atmosferische stikstofdepositie, wat kan resulteren in het verdringen van bijzondere soorten en in een afname van de biodiversiteit.

Verzuring en vermesting spelen beide een belangrijke rol in de verstoring van ecosystemen. Zo verliezen bossen aan vitaliteit, vergrast de heide, vermindert de diversiteit aan plant- en diersoorten, verzuren meren, worden visbestanden aangetast en raakt het grondwater verontreinigd (VMM, 2014).

De emissies van NOx en SO_2 als gevolg van het project leiden tot een bijdrage in vermestende en verzurende deposities in de omgeving, o.m. ter hoogte van het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en het (deels overlappende) VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'. Deze depositie wordt berekend in de discipline Lucht en de resultaten worden hieronder weergegeven en geëvalueerd.

2.5.3.1.2.1 Toets stikstofdepositie t.o.v. kritische depositiewaarden

Paragraaf 2.5.1.3 geeft het gehanteerde beoordelingskader voor stikstofdepositie weer.

In Tabel 2-52 staan alle Europese habitattypes opgelijst die binnen een straal van ca. 2,5 km rond de site van KCD voorkomen. De Biologische Waarderingsskaart en Natura 2000 Habitatkaart (Toestand 2018) werd gebruikt om de ligging van de Europese habitattypes in de omgeving van de site van KCD na te gaan.

Per habitattype wordt de kritische depositiewaarde (KDW) voor stikstof (uitgedrukt in kg N per ha en per jaar) vermeld. Aangezien het gehanteerde beoordelingskader uitgaat van 5% van deze KDW om te beoordelen of de bijdrage van een project wat de totale N-depositie betreft al of niet als verwaarloosbaar kan worden beschouwd, geeft de laatste kolom van Tabel 2-52 weer hoeveel 5% van de KDW bedraagt.

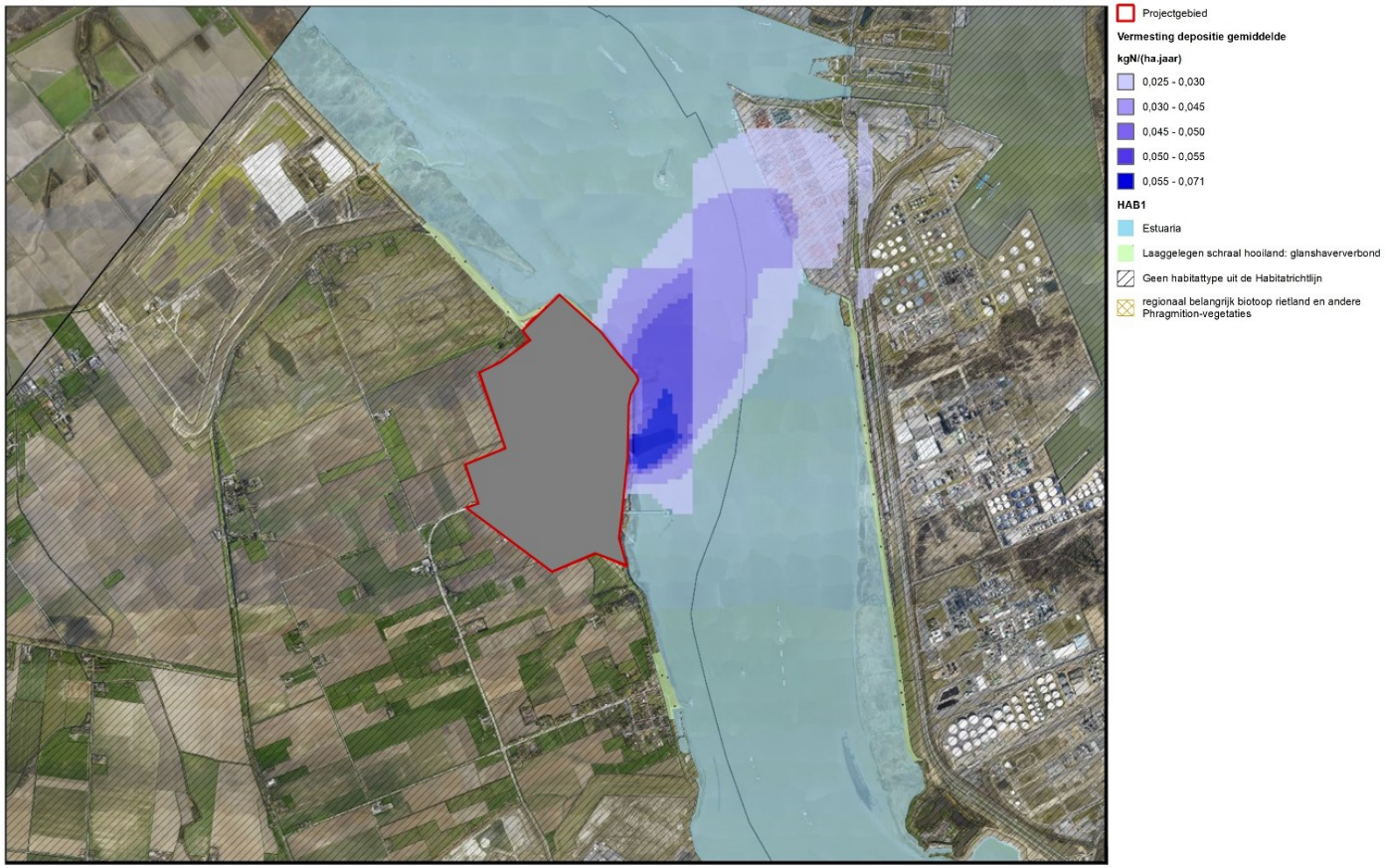
Tabel 2-52 Overzicht van de kritische depositiewaarden voor stikstof voor de Europese habitattypes binnen een straal van 2,5 km rondom de site van KCD

Habitattype		**KDW voor N * (kg N/(ha.jaar))**	**5% van de KDW voor N * (kg N/(ha.jaar))**
1130	Estuaria	> 34	> 1,7
1310_zk	Pioniergemeenschappen met zeekraal	23	1,15
1320	Schorren met slijkgrasvegetatie (Spartinion maritimae)	23	1,15
1330_da	Buitendijkse schorren	22	1,1
3270	Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het Chenopodietum rubri p.p. en Bidention p.p	> 34	> 1,7
6430_mr	Rietlanden met echte heemst, moeraslathyrus en/of moerasmelkdistel	> 34	> 1,7
6510,gh en 6510_hu	Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond	20	1

*Per habitattype wordt de kritische depositiewaarde (KDW) voor stikstof weergegeven (uitgedrukt in kg N/(ha.jaar)) en hoeveel 5% van deze KDW bedraagt. Habitats met een KDW > 34 kg N/ha.j zijn niet gevoelig voor stikstofdepositie.

Uit Tabel 2-52 blijkt dat het habitattype 6510 'Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond' de laagste kritische depositiewaarde heeft. Van de schorvegetaties heeft het habitattype 1330_da 'Buitendijkse schorren' de laagste kritische depositiewaarde.

Figuur 2-46 geeft een overzicht van de contouren van stikstofdepositie veroorzaakt door de KCD in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie binnen het studiegebied. De maximale stikstofdepositie bedraagt 0,071 kg N/(ha.jaar) voor de werking van KCD. Deze waarden doen zich voor bij de slikken en schorren langs de KCD (habitattype 1330) en voornamelijk op de vaargeul van het estuarium (habitattype 1130).



Figuur 2-46 Contour stikstofdepositie (in kg N/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie

Uit bovenstaande figuur blijkt het volgende:

- Op de figuur is af te lezen dat er zich geen depositie van meer dan 1 kg N/(ha.jaar) (5% van de laagste KDW van de voorkomende Europese habitattypes) voordoet ter hoogte van de Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' ten gevolge van de stikstofemissies naar de lucht van de KCD. Bijgevolg wordt de impact op het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' ten gevolge van de atmosferische stikstofdepositie van de KCD niet significant beoordeeld ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD.
- Er doet zich geen depositie van meer dan 1,1 kg N/(ha.jaar), 5% van de laagste KDW voor schorvegetaties, voor in het VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde' ten gevolge van de stikstofemissies naar de lucht van de KCD. Bijgevolg wordt de impact op het VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde' ten gevolge van de atmosferische stikstofdepositie van de KCD niet significant beoordeeld ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD.

2.5.3.1.2.2 Conclusie stikstofdepositie

Er kan besloten worden dat de stikstofdeposities van KCD in het voorliggend project geen significant negatief effect hebben ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD inzake eutrofiëring van de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'. De stikstofdeposities in de bedrijfsfase van de KCD in de toekomstige situatie bedraagt max. 0,071 kg N/(ha.jaar), wat lager is dan 5% van de kritische depositiewaarden voor N-depositie van de Europese habitattypes die zich bevinden in de nabije omgeving van de bedrijfssite.

2.5.3.1.2.3 Toets verzurende depositie t.o.v. kritische depositiewaarden

Paragraaf 2.5.1.3 geeft het gehanteerde beoordelingskader voor stikstofdepositie weer.

In Tabel 2-52 staan alle Europese habitattypes opgelijst die binnen een straal van ca. 2,5 km rond de site van KCD voorkomen. De Biologische Waarderingskaart en Natura 2000 Habitatkaart (Toestand 2018) werd gebruikt om de ligging van de Europese habitattypes in de omgeving van de site van KCD na te gaan.

Per habitattype wordt de kritische depositiewaarde (KDW) voor verzuring (uitgedrukt in zuurequivalenten (Zeq) per ha en per jaar) vermeld. Aangezien het gehanteerde beoordelingskader uitgaat van 5% van de KDW om te beoordelen of de bijdrage van een project wat het totale verzuringseffect betreft al of niet als verwaarloosbaar kan worden beschouwd, geeft de laatste kolom van Tabel 2-53 weer hoeveel 5% van de KDW bedraagt.

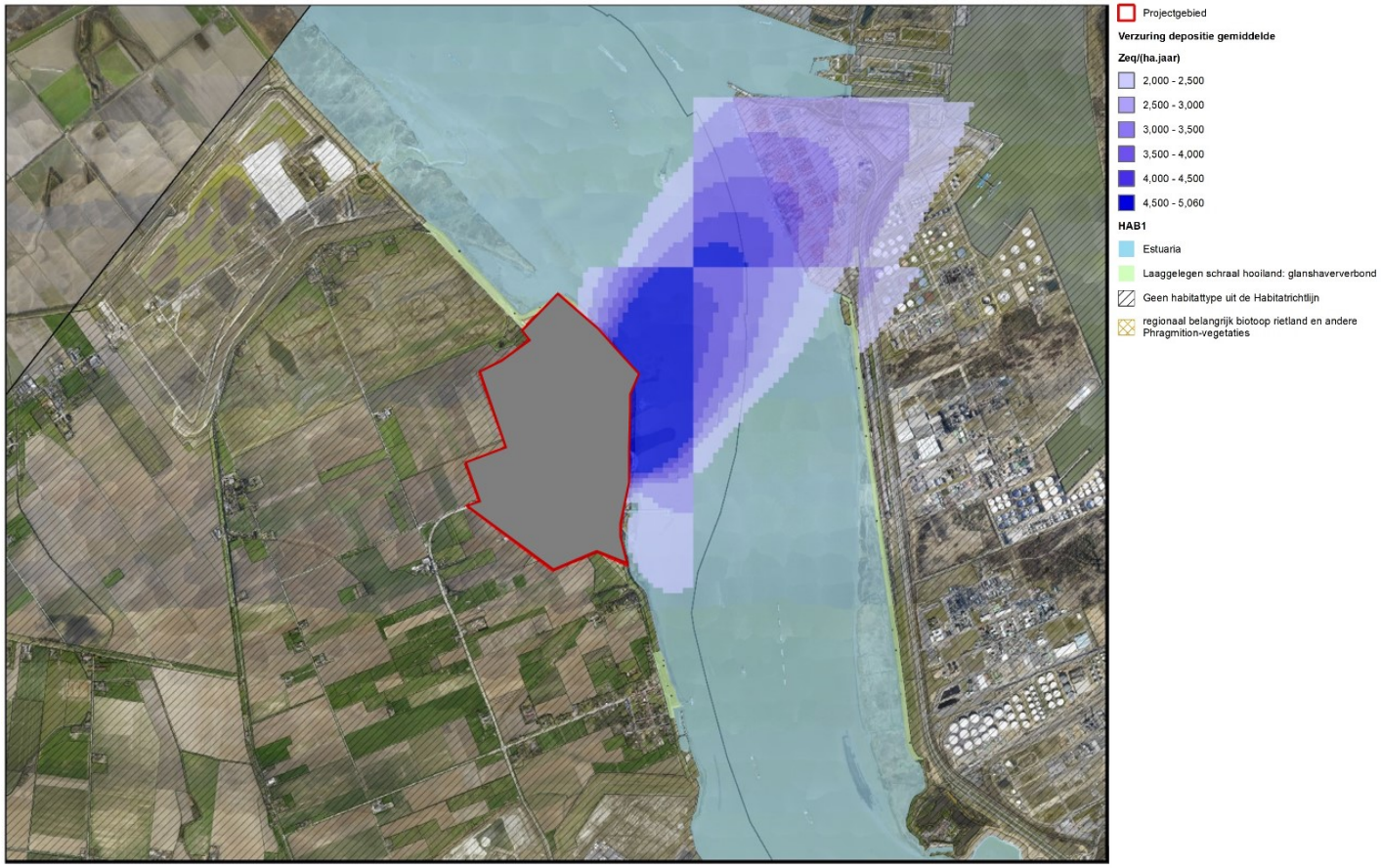
Tabel 2-53 Overzicht van de kritische last voor verzuring voor de Europese habitattypes binnen een straal van 2,5 km rondom de site van KCD

Habitattype		**KDW (Zeq/(ha.jaar)) naar van Dobben *et al*, 2012**	**5% van de KDW voor verzuring (Zeq/(ha.jaar))**
1130	Estuaria	>2400	>120
1310_zk	Pioniergemeenschappen met zeekraal	1643	82
1320	Schorren met slijkgrasvegetatie (Spartinion maritimae)	1643	82
1330_da	Buitendijkse schorren	1571	79
3270	Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het Chenopodietum rubri p.p. en Bidention p.p	>2400	>120
6430_mr	Rietlanden met echte heemst, moeraslathyrus en/of moerasmelkdistel	>2400	>120
6510,gh en 6510_hu	Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond	1429	71

Figuur 2-47 geeft een beeld van de contouren van de verzurende depositie veroorzaakt door de activiteiten van KCD in het projectgebied in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie.

Uit Tabel 2-53 blijkt dat van de in de omgeving van de KCD voorkomende habitats, het habitattype 6510 'Laaggelegen schraal hooiland: glanshaververbond' het meest gevoelig is voor verzurende depositie. Bijgevolg wordt aan deze waarde getoetst (71 Zeq/(ha.jaar)) om de verzuring afkomstig van de activiteiten van KCD te beschrijven.

De maximale totale verzurende depositie van de emissiepunten van KCD (afkomstig van NOx; pluimmaximum) ligt in de vaargeul van de Schelde en bedraagt 5,06 Zeq/(ha.jaar) in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie.



Figuur 2-47 Contour verzurende depositie (in Zeq/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie

Uit Figuur 2-47 en Tabel 2-53 blijkt dat de maximale verzurende depositie van KCD beduidend lager ligt dan 5% van de kritische depositiewaarden van alle relevante ecosystemen in de nabije omgeving van de KCD.

2.5.3.1.2.4 Conclusie verzurende depositie

Er kan besloten worden dat de verzurende deposities van KCD die worden beoordeeld in voorliggend project geen significant negatief effect hebben op de ecosystemen in het studiegebied ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD, aangezien de verzurende depositie van KCD maximaal 5,06 Zeq/ha.jaar bedraagt, wat lager is dan 5% van de kritische depositiewaarden voor verzurende depositie van de ecosystemen die zich bevinden in de nabije omgeving van de bedrijfssite. Er worden bijgevolg ook geen significant negatieve effecten verwacht van verzuring ten gevolge van de bedrijfsactiviteiten van de KCD ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD op de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'.

2.5.3.1.3 Rustverstoring

2.5.3.1.3.1 Verstoring avifauna

De mogelijke impact van chronische geluidsbelasting van bedrijvigheid en gepiekt geluid van evenementen op vogels is onderzocht in de studie van Sierdsema *et al.* (2014) en is een relevante studie voor dit MER.

Onderzoek van chronische geluidsbelasting veroorzaakt door industrieel geluid en stadsgeluiden wijzen erop dat de effecten vergelijkbaar zijn met deze van verkeer op vogels. Er zijn veel aanwijzingen dat vooral vogelgeluiden met lage tonen gemaskeerd worden door chronische geluidsbelasting (zowel stadsgeluid, als industrieel geluid bevatten veel lage tonen (<2 kHz) waarmee de communicatie verstoord wordt), wat gevolgen kan hebben voor broedsucces en fitness. Op grond hiervan is het aannemelijk dat vooral soorten die communiceren met lage tonen gevoelig zijn voor dit soort geluidsbelasting. Effecten werden vastgesteld vanaf 50-60 dB(A). Effectafstanden worden niet bepaald.

Naast chronisch aanwezige geluidsbelasting, veroorzaken sommige bronnen kortstondig geluid of een gepiekte geluidsbelasting, zoals het geluid van het inheien van palen. Ook hierin kunnen gradaties worden onderscheiden van een eenmalige knal, een passerend vliegtuig tot een popconcert dat een dag(deel) duurt.

Sommige soorten laten verstoringsreacties, zoals (tijdelijk) vluchten zien bij plotseling optredend sterk geluid, maar andere niet. Er zijn ook aanwijzingen dat als geluid regelmatig terugkeert er adaptatie optreedt. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het slik en schor in het Schelde-estuarium, dat een belangrijke waarde heeft voor allerlei watervogels, niettegenstaande er een grote trafiek is van schepen en geluid afkomstig van allerlei havenactiviteiten.

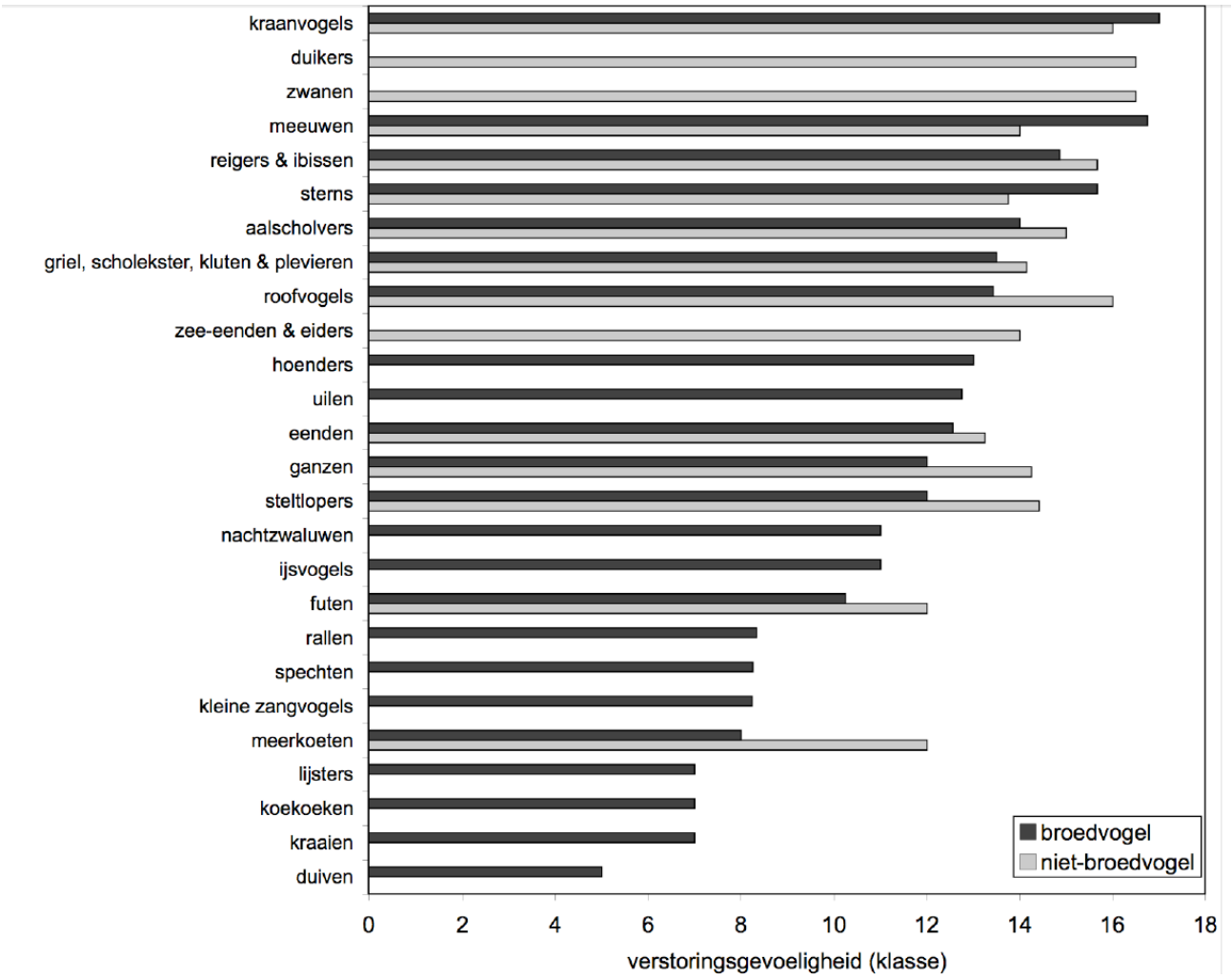
Bij chronisch geluid kan worden uitgegaan van effecten op dichtheden van vogels vanaf 50dB(A). Het gaat hierbij om een 24-uursgemiddelde. Geluidsbronnen die hogere pieken hebben dan 50dB, maar geen 24-uursgemiddelde hoger dan 50dB vallen onder gepiekt geluid. De gevoelige soorten zijn naar verwachting vooral soorten die in lage tonen communiceren.

Er zijn geen aanwijzingen dat laag frequent optredend gepiekt geluid van invloed is op de dichtheden van vogels. Aanname betreffende optredend gepiekt geluid is dat incidenteel optredend geluid niet wezenlijk van invloed is op dichtheden van broedvogels. Als het frequenter optreedt kan de impact van het geluid beter worden beoordeeld als chronisch optredend geluid.

In onderstaande figuur is de verstoringsgevoeligheid van de verschillende soortgroepen vogels, zowel als broedvogel als niet-broedvogel, weergegeven (Krijgsveld *et al.*, 2008). Hierbij worden volgende gevoeligheidsklassen gehanteerd:

- 1-6: weinig gevoelig
- 7-12: gevoelig
- 12-17: zeer gevoelig voor verstoring.

De soortgroepen relevant voor de omgeving van KCD zijn hoofdzakelijk meeuwen, aalscholvers, scholekster & kluten, steltlopers, eenden, ganzen, futen en kleine zangvogels (blauwborst, rietzanger, …).



Figuur 2-48: Verstoringsgevoeligheid van de verschillende soortgroepen, (gemiddelden van relevante Nederlandse soorten, Krijgsveld et al. 2008)

Naast verstoringsgevoeligheid van soortengroepen, bestaat er ook een relatieve gevoeligheid voor geluidsverstoring van de voor Vlaanderen relevante vogels, volgens een methodiek voorgesteld door Cuperus (in Tamis, W.L.M. & Runhaar, J. 1994). Hij stelt een gevoeligheidsbepaling voor per vogelsoort aan de hand van vijf criteria die ieder een gevoeligheidsscore tussen 1 (zeer gevoelig) en 3 (beperkt gevoelig) krijgen toebedeeld. Deze criteria zijn:

- reproductiecapaciteit/legselgrootte: soorten met een hoge reproductiecapaciteit (> 10) zijn minder gevoelig dan soorten met lage reproductiecapaciteit (< 6);
- territoriumgrootte: soorten met een grote oppervlaktebehoefte (> 40 ha) zijn gevoeliger dan soorten met een kleine oppervlaktebehoefte (< 4 ha);
- migratiestrategie: trekvogels zijn gevoeliger dan standvogels;
- zang/roep: luide zangers zijn minder gevoelig dan stille zangers;
- ecologische amplitudo of gebondenheid aan landschappelijk open gebieden, zoals graslanden: soorten van open gebieden zijn gevoeliger.

Dit zijn 5 van de 7 zogenaamde Life History kenmerken. Cuperus (in Tamis, W.L.M. & Runhaar, J. 1994) onderscheidt verder nog de criteria “kolonievorming” en “risico verkeersslachtoffer” die in deze niet relevant zijn.

Het product van de score over de vijf criteria levert vervolgens een globale gevoeligheidsscore per vogelsoort die tenslotte wordt omgezet naar een 5-delige ordinale gevoeligheidsschaal:

- 1 ongevoelig
- 2
- 3 gevoelig
- 4
- 5 zeer gevoelig.

Hierna wordt de verstoringsgevoeligheid weergegeven voor de relevante vogelsoorten in de omgeving van KCD (gepubliceerd in Aeolus & Lisec, 2001).

Tabel 2-54: Verstoringsgevoeligheid vogels (Aeolus & Lisec, 2001)

Vogelsoort	Verstoringsgevoeligheid	Broedvogels	Aangemelde soorten in het Vogelrichtlijngebied ‘Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever’
Aalscholver	1		
Baardman	2	X	
Bergeend	1		X
Blauwborst	3	X	X
Bonte strandloper	-		
Bruine kiekendief	5	X	X
Canadese gans	4		
Dodaars	3	X	
Fuut	4		
Grauwe gans	4		X
Kievit	3		
Kluut	5	X	X

Vogelsoort	Verstoringsgevoeligheid	Broedvogels	Aangemelde soorten in het Vogelrichtlijngebied 'Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever'
Krakeend	3		X
Kuifeend	2		
Pijlstaart	-		X
Porseleinhoen	4	X	X
Rietzanger	5	X	
Scholekster	4	X	
Slobeend	2	X	X
Smient	2		X
Tafeleend	1		
Tureluur	4	X	
Wilde eend	1		
Wintertaling	1		X
Wulp	5		
Zwartkopmeeuw	-		X

Op basis van de studie van Krijgsveld *et al.* (2008) en Cuperus (in Aeolus & Lisec, 2001) is de verstoringsgevoeligheid van de relevante soortgroepen en soorten voor de omgeving van KCD als volgt:

- **Meeuwen**: zeer gevoelig voor verstoring.
- **Aalscholvers**: zeer gevoelig voor verstoring, maar hierbij kan toegevoegd worden dat op basis van het onderzoek van Cuperus (in Aeolus & Lisec, 2001) aalscholver ongevoelig voor vestoring is.
- **Scholekster & kluten**: zeer gevoelig voor verstoring.
- **Eenden en ganzen**: zeer gevoelig voor verstoring, maar hierbij kan toegevoegd worden dat op basis van het onderzoek van Cuperus (in Aeolus & Lisec, 2001) de meest voorkomende eendensoorten, zoals wintertaling, wilde eend, tafeleend, bergeend en kuifeend ongevoelig tot weinig gevoelig zijn. Krakeend, Canadese gans en Grauwe gans zijn wel gevoelig voor verstoring.
- **Steltlopers**: zeer gevoelig voor verstoring.
- **Futen**: zeer gevoelig voor verstoring.
- **Kleine zangvogels**: gevoelig tot zeer gevoelig voor verstoring, zoals Kleine karekiet die een gevoeligheidsscore heeft van 5. Kneu en Rietgors zijn minder gevoelig voor verstoring. Blauwborst heeft een score 3.

2.5.3.1.3.2 Drempelwaarden

Uit het onderzoek van Reijnen en Foppen (2006) komen twee drempelwaarden naar boven: 42 dB(A) voor bosvogels en 47 dB(A) voor graslandsoorten en weidevogels. Dit zijn echter gemiddeldes over een grote groep van soorten. Voor individuele soorten bestaat een forse variatie.

In Duitsland is een omvangrijke studie gedaan naar de relatie tussen vogels en verkeerslawaai (Garniel *et al.,* 2007). De gevonden drempelwaarden voor een 20-tal soorten lopen uiteen van 47-58 dB(A), maar 85% zit tussen 52 en 55 dB(A).

Er is weinig ervaring met het beredeneerd doortrekken van de verkeersstudies naar effecten van geluidverstoring door industriële activiteiten. Voor industrielawaai zijn geen dosis-effectstudies gedaan maar in de praktijk wordt vaak een waarde gehanteerd van 45 dB(A) op 24 uurs niveau. Gezien de

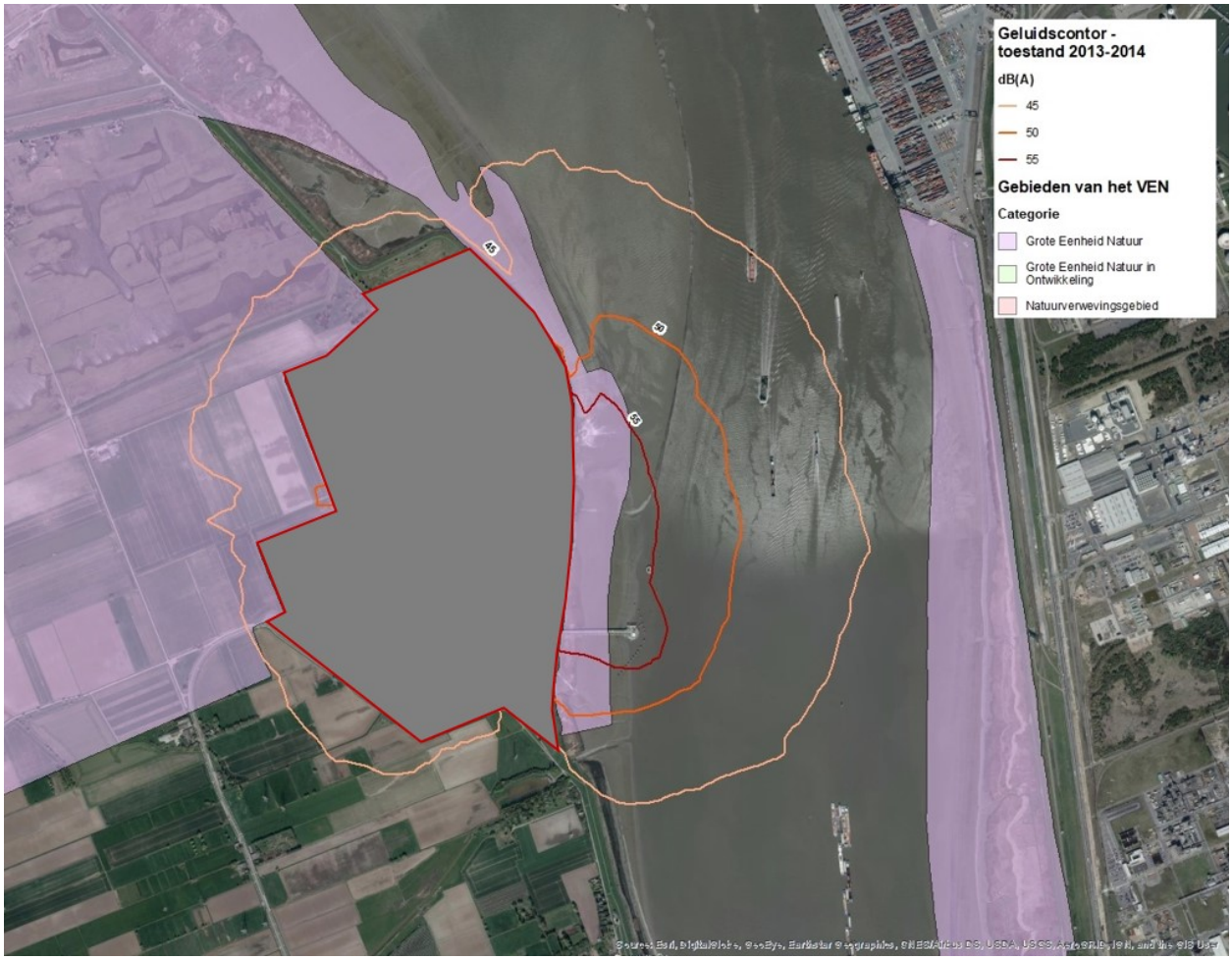
geconstateerde drempelwaardes in het verkeersonderzoek kan echter op basis van de beschikbare literatuur gesteld worden dat dit beter kan worden opgerekt tot 50 dB(A) hetgeen ook een waarde is die duidelijk boven achtergrondniveaus uitkomt (Sierdsema *et al.*, 2014). In een landelijke omgeving is dit bijvoorbeeld 40 dB(A), in stedelijke omgeving 50 dB(A).

2.5.3.1.3.3 Geluidsmodellering

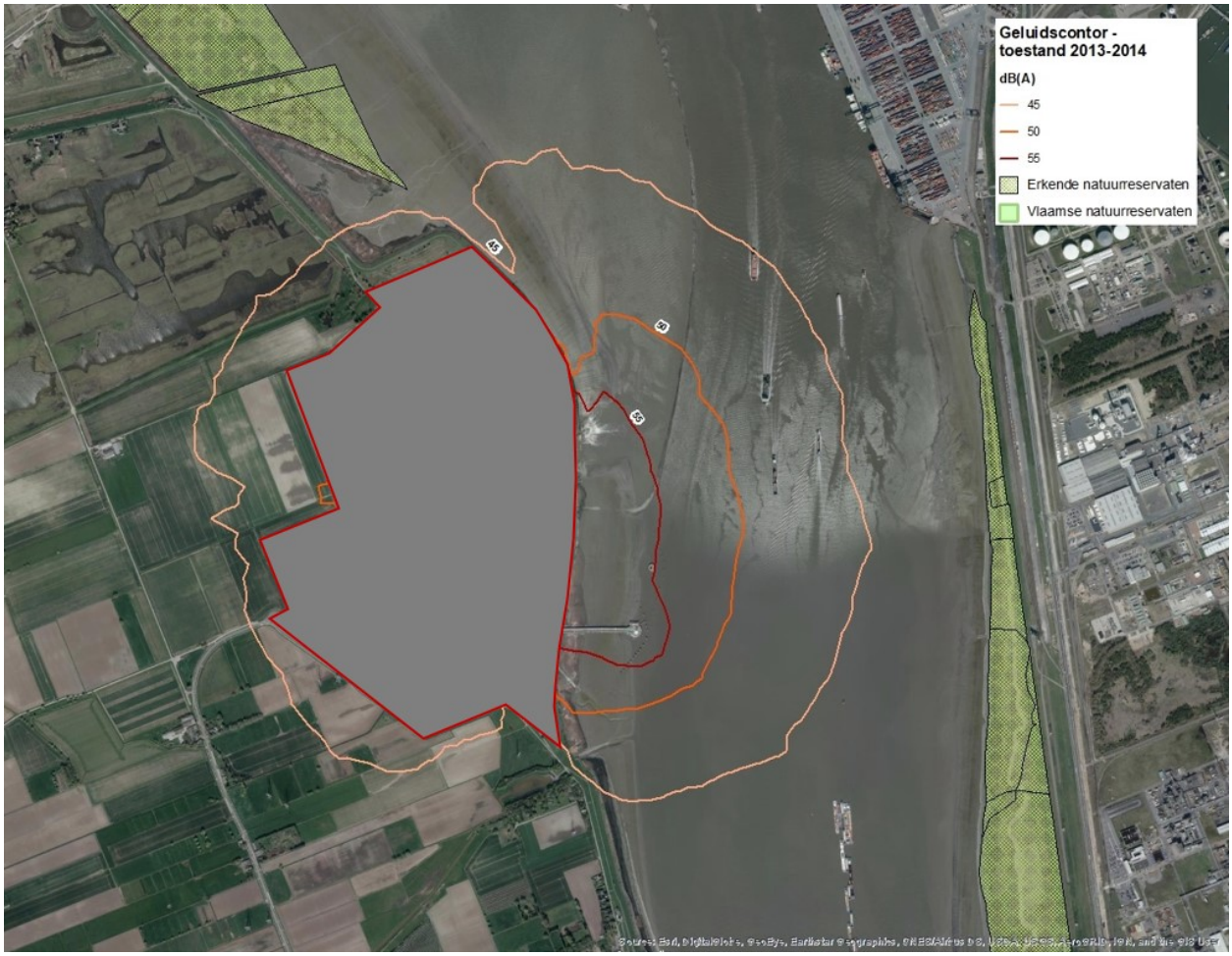
Op Figuur 2-49, Figuur 2-50 en Figuur 2-51 worden de 45-, 50- en 55 dB(A)-geluidscontouren gegeven voor de continu werkende bronnen tijdens de dag-, avond- en nachtperiode in de uitgangssituatie 2013-2014. Deze zijn dezelfde als in de bedrijfsfase 2015-2018 omdat het bronveld daarvoor niet wijzigt.

Voor de discontinue bronnen (niet relevant in de avond- en nachtperiode gezien deze bronnen enkel tijdens de dagperiode worden getest) blijkt dat de hindercontour van 50 dB(A) zich volledig situeert op het terrein van KCD. De rustverstoring ten gevolge van de discontinue bronnen van de KCD wordt dus verder niet meer besproken.

Figuur 2-49 Geluidscontouren 2013-2014 (= in de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van Natura 2000-gebieden



Figuur 2-50 Geluidscontouren 2013-2014 (ook dezelfde voor de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van VEN-gebieden



Figuur 2-51 Geluidscontouren 2013-2014 (ook dezelfde voor de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van erkende en Vlaamse natuurreservaten

2.5.3.1.3.4 Impact rustverstoring

De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in de uitgangssituatie 2013-2014, ook gelijk aan de rustverstoring in de bedrijfsfase 2015-2018, ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD kan als volgt beoordeeld worden:

- Ten oosten van de KCD reikt de hindercontour van 55 dB tot in het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde', tevens aangeduid als het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde' en als Ramsargebied. Er kan geconcludeerd worden dat deze rietzones en slikzones langsheen de oever van de Schelde, sterk geluidsverstoord zijn door de werking van KCD. De voorkomende soortgroepen (kleine zangvogels, steltlopers, futen, scholekster & kluten, …) zijn gevoelig tot zeer gevoelig voor rustverstoring. Anderzijds betreft het een continue geluidsverstoring en er kan redelijkerwijze aangenomen worden dat de aanwezige avifauna een zekere gewenning vertoont. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD langs de rietzones en de slikzones aan de oever van de Schelde, ter hoogte van de KCD, wordt als negatief beoordeeld. De hindercontouren van 50 dB en van 45 dB reiken niet tot in het Galgenschoor aan de overkant van de Schelde.

- Ten noorden van de KCD reiken de hindercontouren van 50 dB en van 45 dB niet tot in het erkend natuurreservaat 'Schor Ouden Doel' (verwaarloosbaar effect).
- Ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf en is er slechts een geringe overlap met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'. De hindercontour van 50 dB overlapt hier niet met het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde'. De hindercontour van 45 dB overlapt beperkt met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde' en met het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde'. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in de poldergebieden ten westen en ten zuiden van de KCD, wordt als een beperkt negatief effect beoordeeld.

2.5.3.1.4 Watercaptatie

KCD onttrekt koelwater uit de Schelde via een watervang die ruimtelijk gescheiden is in twee aparte onderdelen: één voor de koeling van de eenheden Doel 1 en Doel 2 en een andere, in bedrijf genomen in 1991, voor Doel 3 en Doel 4. Het water wordt steeds eerst over een zeef geleid om er de in aanwezige objecten uit te filteren om obstructie van de leidingen te verhinderen. Dat gebeurt voor de twee captatiepunten echter op een andere manier.

Voor het captatiepunt voor het koelwater van Doel 1 en 2 gebeurt de mechanische zuivering buitendijks, ter hoogte van de watervang zelf, door middel van roosters op de inlaat zelf. Vissen en kreeftachtigen krijgen op die manier niet de kans om in het koelwatercircuit terecht te komen. Ter hoogte van dit captatiepunt wordt dan ook geen sterfte van vissen of kreeftachtigen vastgesteld.

Voor Doel 3 en 4 is de opzet anders. Er werd geopteerd voor een koelwatercaptatie waarbij het water eerst gravitair vanuit de Schelde naar een opvangput op de site zelf werd geleid. Vanuit die opvangput werd het water dan over een systeem van roterende bandfilters gestuurd. De afgescheiden fractie (plastic, plantaardig materiaal, vissen…) werd verzameld in een container. Dit leidde tot het aanvoeren en dumpen van grote hoeveelheden vis en kreeftachtigen (krabben en garnalen) in de afvalcontainer. Hierdoor had de werking van de centrale een zekere impact op de biota in de Schelde in de buurt van de watervang, die begroot werd in een studie van Maes *et al.* (1996).

In 1997 werd een visafweersysteem geplaatst aan de watervang met een visvriendelijk filtersysteem en een afvoergoot. Door geluidsgolven worden vissen van het captatiepunt weggehouden. Door deze geluidsproductie worden de vissen afgeschrikt en komen ze minder in de watervang terecht. Vooral vissoorten met een zwemblaas worden weggejaagd. Dit orgaan is vergelijkbaar met een long en regelt de positie van de dieren in het water en vangt bovendien het geluid onder water op. De organismen die toch gecapteerd worden, worden via een terugvoersysteem opnieuw afgeleid naar hun biotoop.

De vismortaliteit wordt daardoor gereduceerd met 88% voor vissen en 100% voor kreeftachtigen. Dit komt overeen met 95,5% van de aantallen en 90% van de biomassa van vissen en kreeftachtigen (Maes *et al.*, 1999). De aantallen vissen in het systeem zijn sterk afhankelijk van de seizoenen en het getij. Er worden daarom geen absolute cijfers gegeven. Gebaseerd echter op de monitoring uitgevoerd door de KU Leuven (Maes *et al.*, 1996), waar werd vastgesteld dat de dagelijkse vangst voor vissen en kreeftachtigen zonder maatregelen respectievelijk zo'n 22437 en 50248 individuen bedroeg, kan gesteld worden dat er dagelijks gemiddeld 1010 vissen sterven en quasi geen kreeftachtigen als gevolg van de aanwezigheid

van de watercaptatie van Doel 3 en 4 mét visafweersysteem. In vergelijking met het feit dat uit de studie van de KU Leuven (Maes *et al.*, 1996) blijkt dat er per uur ter hoogte van de kerncentrale ongeveer 18 miljoen vissen en 7 miljoen kreeftachtigen passeren, is de impact als gevolg van de verschillende maatregelen die genomen werden herleid tot een verwaarloosbaar niveau.

Op basis hiervan kan er gesteld worden dat er geen aanzienlijk negatieve effecten te verwachten zijn m.b.t. mortaliteit van vissen en kreeftachtigen ter hoogte van de watervang ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. De capaciteit van de watercaptatiepunten in de Schelde worden door het project niet gewijzigd.

2.5.3.1.5 Lozing van koelwater

De bespreking van de lozing van koelwater ter hoogte van de KCD wordt behandeld in drie onderdelen:

- Er wordt een samenvatting gegeven van de gemeten temperatuurverhoging en de omvang van de warmtepluim ten gevolge van de koelwaterlozing van de KCD, gebaseerd op de resultaten van de 5 monitoringscampagnes ter hoogte van de KCD (Arcadis, 2012). Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de discipline Water;
- Vervolgens worden de potentiële directe en indirecte effecten die kunnen optreden ten gevolge van een temperatuurverhoging door koelwaterlozing besproken. Voor de directe effecten is er sprake van algemene effecten op aquatische organismen en gemeenschappen, specifieke effecten op vis en specifieke effecten op plankton en macro-invertebraten. Ook de potentiële effecten van thermische pluimen op exoten wordt besproken;
- Tenslotte wordt een beoordeling van de potentiële effecten van koelwaterlozing voor de KCD uitgevoerd. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van de resultaten van de bemonstering van het visbestand in de koelwaterpluim van de KCD (Breine & Van Thuyne, 2013A) en van de resultaten van de 5 monitoringscampagnes van temperatuur ter hoogte van de KCD (Arcadis, 2012).

2.5.3.1.5.1 Temperatuurverhoging en omvang warmtepluim

Belangrijke temperatuurstijgingen hoger dan 3°C ten gevolge van de koelwaterlozing van de KCD blijken zich enkel voor te doen binnen het gebied van de strekdam, tot op maximaal ca. 1050 m afstand van het lozingspunt.

Temperatuurstijgingen tussen 1 en 3°C blijken zich bij afgaand water en bij de kentering van laagwater voor te doen tot op maximaal ca. 1.300 m afstand van het lozingspunt, het gebied dat nog steeds binnen de strekdam is gelegen. Bij opkomend water doet zich een temperatuurstijging voor tussen 1 en 3°C buiten de strekdam tot op maximaal 500 m van het lozingspunt in oostelijke richting en maximaal tot 800 m stroomopwaarts van het lozingspunt in zuidelijke richting.

De omvang van de warmtepluim is het grootst bij de kentering van laagwater. Er kan aangenomen worden dat de zone die begrensd wordt door een temperatuur hoger dan 25°C, zich niet buiten de strekdam zal uitstrekken.

Voor de specifieke situatie van de KCD kan gesteld worden dat het gebied binnen de strekdam een warmtebarrière zal vormen voor bepaalde aquatische organismen. Voor het gebied binnen de strekdam wordt er niet voldaan aan de milieukwaliteitsnormen inzake temperatuur voor de Schelde ten gevolge van

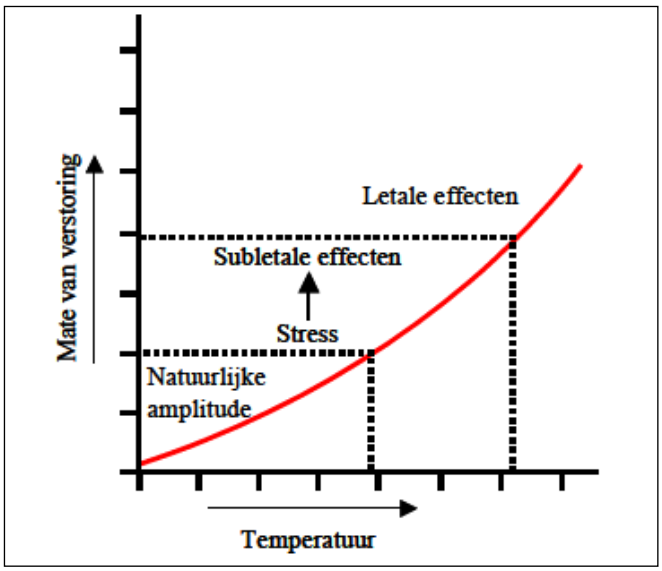
de koelwaterlozing van de KCD. De vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam blijft echter passeerbaar voor aquatische organismen. De gemiddelde oppervlakte van de dwarsdoorsnede van het gebied binnen de strekdam is niet groter dan 25% van de oppervlakte van de dwarsdoorsnede van de Schelde. De vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam wordt ten allen tijde passeerbaar geacht voor aquatische organismen.

2.5.3.1.5.2 Potentiële effecten van temperatuurverhoging

Directe en indirecte effecten van temperatuurverhoging

Een stijging van de watertemperatuur leidt direct tot veranderingen in aanwezige levensgemeenschappen. Deze veranderingen worden in eerste instantie bepaald door een directe respons van de afzonderlijke soorten op de verhoogde omgevingstemperatuur. De capaciteit van een organisme om te overleven in zijn biotoop wordt in grote mate bepaald door de tolerantiegraden t.o.v. abiotische factoren. Figuur 2-52 geeft een schematische weergave van de respons van een organisme op een temperatuursverhoging (Hartholt & Jager, 2004). De curve beschrijft het verband tussen de mate waarin de fysiologische activiteit van een soort verandert bij een temperatuursverhoging van 10°C.

Wat betreft de omgevingstemperatuur heeft iedere soort voor elk stadium een natuurlijke bandbreedte waarin optimaal functioneren (homeostase intact) mogelijk is. Dit optimale temperatuurtraject is gekoppeld aan de geografische ligging van het leefgebied. Overschrijdt de actuele omgevingstemperatuur de bandbreedte dan ontstaat stress, uiteindelijk gevolgd door mortaliteit indien de temperatuur te hoog oploopt of de stress te lang duurt. Veel soorten vermijden kritieke temperaturen door verticale of horizontale migratie naar gunstigere omstandigheden. De temperatuurtolerantie van aquatische organismen wordt beïnvloed door verschillende factoren die stress veroorzaken. Van invloed zijn het zoutgehalte, de hoeveelheid opgelost zuurstof, de hardheid van het water en fysische factoren zoals druk. Zo heeft een combinatie van een veranderende zoutconcentratie en een afnemende zuurstofconcentratie in het water een negatief versterkend effect op de temperatuurtolerantie (Hartholt & Jager, 2004).



Figuur 2-52 Mate van verstoring als functie van de toename van de watertemperatuur (Hartholt & Jager, 2004)

Temperatuurverhoging kan tevens leiden tot indirecte effecten op het ecosysteem, zoals de vermindering van de oplosbaarheid van bepaalde stoffen, zoals zuurstof. De verhoogde temperatuur kan ook een effect

hebben op de microbiële degradatie van het aanwezige organische materiaal, wat een extra zuurstofdeficit kan teweegbrengen. Tijdens het koelproces in de KCD vindt een aanrijking met zuurstof plaats. Hierdoor wordt aangenomen dat de indirecte effecten op de zuurstofconcentratie als gevolg van beperktere oplosbaarheid en microbiële degradatie in de Schelde ter hoogte van de KCD grotendeels worden gecompenseerd.

Deze stelling wordt gestaafd door de resultaten van de 5 monitoringscampagnes ter hoogte van de KCD, uitgevoerd in de periode juni 2011-maart 2012, waarbij temperatuur en zuurstofgehalte op twee dieptes ten opzichte van het wateroppervlak werden gemeten in en rond de lozingspluim bij verschillende getijomstandigheden en dit in het bijzonder bij de kentering bij laagwater. De metingen tonen geen zuurstofverarming van het Scheldewater ten gevolge van de lozing van warm koelwater, eerder een lichte aanrijking (bij doorstroming van het koelwater doorheen het koelproces wordt het water sterk belucht).

De verdere effectbespreking gaat dus voornamelijk in op de directe effecten van temperatuursverhoging.

Effecten van temperatuurverhoging op fytoplankton en zoöplankton
Fytoplankton of algen zijn primaire producenten die de basis vormen van de voedselketen. Veranderingen in de samenstelling van de fytoplankton gemeenschap door verhoogde temperatuur van het oppervlaktewater kan daarom een invloed hebben tot in de hogere trofische niveaus. Het is mogelijk om algen in twee groepen te verdelen: de planktonische algen, die vrij in het water zweven en de sessiele algen die substraat nodig hebben om op te kunnen (Kerkum *et al.*, 2004).

Bij een toenemende watertemperatuur zijn er voor fytoplankton vooral effecten waargenomen met betrekking tot de primaire productie en groeisnelheid van algen. Als gevolg hiervan kan waterbloei van algen (zowel blauwwieren als groenwieren) ontstaan, waardoor de soortensamenstelling verandert. Uiteindelijk leidt dit tot een levensgemeenschap die uit minder soorten bestaat dan de oorspronkelijke.

Bij lozingspunten kunnen zeer lokale veranderingen in biomassa, soortensamenstelling, diversiteit en productiviteit worden waargenomen. Op enige afstand van het lozingspunt worden geen effecten meer verwacht. Een afname van de primaire productie en een acute mortaliteit bij het fytoplankton wordt in het estuarium onwaarschijnlijk geacht bij een temperatuur lager dan 30 °C. Daarnaast is vastgesteld dat sommige soorten toxines kunnen vormen die schadelijk zijn voor mens en dier (Kerkum *et al.*, 2004).

Zoöplankton zijn de in het water zwevende organismen, zoals kleine eencelligen, kwallen en vrij levende larven van vissen. Een verhoging van de watertemperatuur heeft voor zoöplankton een duidelijk effect op de groei- en reproductiesnelheid. Acute effecten op zoöplankton kunnen pas duidelijk worden aangetoond bij een blootstellingstemperatuur boven de 30°C (Kerkum *et al.*, 2004).

Effecten van temperatuurverhoging op macro-invertebraten
Temperatuurinvloeden op ongewervelde mariene diersoorten zijn voornamelijk onderzocht aan benthische soorten zoals de grotere kreeftachtigen. Macro-invertebraten die leven op droogvallende platen staan bloot aan sterke temperatuurschommelingen en zijn minder gevoelig voor hoge temperaturen. Bodemdieren op droogvallende platen zullen als regel dan ook weinig hinder ondervinden van de lozing van koelwater (Hartholt & Jager, 2004).

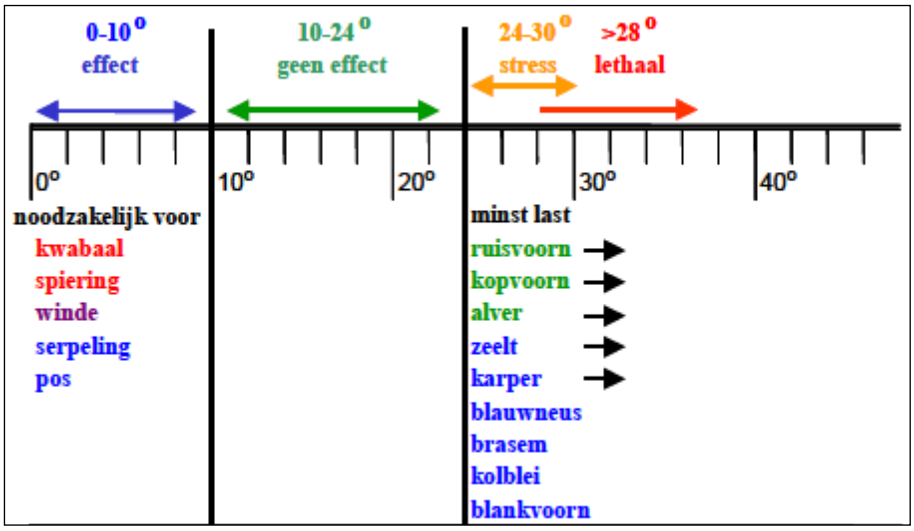
Een toelaatbare maximum temperatuur blijkt afhankelijk van zoutgehalte en zuurstofconcentratie. Voor mariene soorten neemt de temperatuurresistentie af bij stress door dalende saliniteit en zuurstofconcentratie. De temperatuur tolerantie van kreeftachtigen is in kustwateren aanzienlijk groter dan van soorten in diepere wateren. Vooral kreeftachtigen, schelpdieren en slakken uit intergetijdezones kunnen relatief hoge temperaturen zonder schade verdragen (Hartholt & Jager, 2004).

Bij een aantal soorten werd een duidelijke verlenging geconstateerd van de groei- en reproductieperiode, te wijten aan temperatuurverhoging. Een temperatuur hoger dan 30 ºC blijkt nadelig te zijn voor het voorkomen van soorten (Kerkum *et al.*, 2004).

Effecten van temperatuurverhoging op vis

Van de organismen die in water leven zijn vissen over het algemeen het minst tolerant voor hoge watertemperaturen. Met name benthische soorten zoals platvissen worden in het traject van 25-28°C direct bedreigd met sterfte. Haringachtigen al bij 22°C. In de zone waar het geloosde water deze temperaturen heeft, kunnen de gevoelige soorten niet overleven wanneer ze niet kunnen wegzwemmen (Hartholt & Jager, 2004). In de zomermaanden neemt het oppervlaktewater van kustwateren en estuaria hoge temperaturen aan. Voor het Schelde-estuarium zijn temperaturen rond 24°C gemeten. Dit komt door de geringe gemiddelde waterdiepte en het tweemaal daags droogvallen van de getijdenplaten die door hun donkere kleur als zonnecollectoren fungeren. Vissen die bij deze temperaturen niet kunnen overleven zijn dan niet meer in het estuarium aanwezig (Hartholt & Jager, 2004).

Naast lethale effecten ten gevolge van een verhoogde temperatuur van het oppervlaktewater is er het feit dat sommige vissoorten een lage temperatuur (< 10°C) nodig hebben in de paaiperiode (winter/voorjaar). Wordt deze temperatuur in de wintermaanden niet meer gehaald dan zal de reproductie stagneren, soorten doen verdwijnen en leiden tot een lagere diversiteit van vissoorten. Verhoging van de temperatuur in perioden wanneer deze lager is dan 10°C leidt tot een lagere reproductie bij vissen die in het vroege voorjaar paaien. Het gevolg is dat het ontvangende water ongeschikt wordt voor deze vissen (Kerkum *et al.*, 2004). Een overzicht is in Figuur 2-53 gegeven.



Figuur 2-53 Temperatuureisen van enkele vissoorten (rood: viseter; blauw: macrofauna-eter; paars: vis-/macrofauna-eter; groen: vegetatie-/macrofauna-eter. Een pijl achter de soort geeft aan dat deze temperaturen >28°C kan verdragen) (Kerkum *et al.*, 2004)

Een algemeen principe is dat bij een toenemende temperatuur de respiratie van vissen toeneemt (Kitchell *et al.*, 1977). De groeisnelheid neemt ook toe met toename van de temperatuur, mits er voldoende voedsel aanwezig is in het systeem om het verhoogde metabolisme op gang te houden (Ficke *et al.*, 2007). In warmer water zijn vissen ook gevoeliger voor infecties, ziektes en parasieten (De Kruik, 1983).

Migrerende vissen kunnen een temperatuurdrempel ervaren wanneer de rivierwatertemperatuur te veel afwijkt van de zeewatertemperatuur. Onderzoek op de zeeforel toonde aan dat dit voor deze soort niet het geval is, maar dit wil niet zeggen dat het geen probleem voor andere soorten kan opleveren. Uit onderzoek op zalmachtigen is gebleken dat het temperatuursverschil tussen het water van de rivier en de zee niet meer dan 1°C mag bedragen. Jonge salmoniden kunnen een koelwaterpluim detecteren en ontwijken en daardoor dus minder beïnvloed worden dan wanneer ze dit niet zouden kunnen. Het werkelijke gedrag bij een koelwaterpluim in een rivier zal afhangen van diverse factoren als omvang, vorm en gradiënt van de pluim en de vorm van het ontvangende water (Kerkum *et al.*, 2004).

Thermische verontreiniging heeft ook een positieve invloed op de groei en reproductie van warmteminnende soorten en een koelwaterpluim kan gedurende de wintermaanden fungeren als refugium voor deze soorten. Dit kunnen ook exoten zijn. Als gevolg hiervan kan binnen het gebied waar als gevolg van de koelwaterlozing een constante temperatuurverhoging heerst, de soortensamenstelling verschillen van het gebied zonder opwarming. Dit geldt niet alleen voor vissen maar ook voor andere organismen (Hartholt & Jager, 2004).

Effecten van temperatuurverhoging op vegetatie
Binnen het studiegebied liggen zowel binnendijks als buitendijks enkele belangrijke natuurgebieden. De lozing van het koelwater kan m.b.t. het aspect 'vegetatie' enkel een effect hebben op de buitendijks gelegen slik- en schorgebieden.

Slikken lopen tweemaal per etmaal onder water, bij hoogwater. Schorren lopen alleen bij springtij onder water, dat is gemiddeld zo'n twee keer per maand. Uit het rapport van de 5 monitoringscampagnes van de temperatuur ter hoogte van de KCD (Arcadis, 2012), blijkt duidelijk dat de warmtepluim zich bij opkomend water stroomopwaarts van de KCD uitstrekt en dus niet reikt tot de stroomafwaarts van de KCD gelegen slik- en schorgebieden, zoals het Schor van Ouden Doel en het Paardenschor. Op basis van deze informatie kan er duidelijk besloten worden dat de lozing van koelwater geen invloed zal hebben op de vegetatie op de slik- en schorgebieden langsheen de Schelde.

Effecten van temperatuurverhoging op vogels
Over het directe effect van temperatuurverhoging op vogels werd geen literatuur gevonden. Er kan verwacht worden dat een lokale verhoging van de Scheldewatertemperatuur geen directe effecten zal hebben op de watervogels.

Zoals reeds beschreven in de uitgangssituatie is het Schelde-estuarium een belangrijk rust-, broed-, foerageer- en trekgebied voor een groot aantal internationaal beschermde soorten. In de brakwaterzone van de Schelde komen vooral grote aantallen steltlopers, eenden en ganzen voor. De steltlopers foerageren ter hoogte van de slikken en voeden zich met allerlei macro-invertebraten. De eenden en ganzen komen binnen het studiegebied in grote aantallen voor in het Verdronken Land van Saeftinghe.

De effecten op avifauna als gevolg van de lozing van het koelwater worden als verwaarloosbaar beschouwd. De zone die beïnvloed wordt is namelijk zo beperkt in oppervlakte in vergelijking met de ganse brakwaterzone dat er geen indirecte effecten verwacht worden. De verwachte temperatuurstijgingen ter hoogte van de slikken ter hoogte van het Paardenschor (op ca. 800 m ten noorden van het lozingspunt van de KCD) en het Schor van Ouden Doel (op ca. 1,2 km ten noorden van het lozingspunt van de KCD), die belangrijke foerageergebieden zijn voor steltlopers, zijn beperkt tot verwaarloosbaar.

Beoordeling van de effecten van lozing van koelwater voor de KCD
In het onderzoek van Kerkum *et al.* (2004) wordt besloten dat bij een temperatuur lager dan 30°C het onwaarschijnlijk is dat de primaire productie en de acute mortaliteit zal afnemen dan wel toenemen. Voor de zone dichtst tegen het lozingspunt, worden er effecten in primaire productie en acute mortaliteit verwacht, gezien de temperaturen daar kunnen oplopen tot boven 30°C. Voor fytoplankton kan er als gevolg van temperatuursverhoging een verschuiving optreden van de levensgemeenschappen van diatomeeën over groenwieren naar een dominantie van blauwwieren (cyanobacteriën). Deze verschuiving kan tot een lagere biodiversiteit leiden. Voor de volledige zone binnen de strekdam, waarbinnen de warmtepluim ten gevolge van de koelwaterlozing van de KCD zich uitstrekt, kan er een lichte verschuiving van de levensgemeenschappen ten voordele van de cyanobacteriën optreden. Vroegere algenbloei en een iets andere soortenverhouding kunnen zich vertalen in een wijziging van het zoöplankton, wat dan weer verder kan doorwerken in de voedselketen. In het gebied buiten de strekdam worden de effecten geacht verwaarloosbaar te zijn, omdat de resultaten van de 5 monitoringscampagnes van de temperatuur ter hoogte van de KCD uitwijzen dat de warmtepluim beperkt blijft tot het gebied binnen de strekdam (Arcadis, 2012).

In hoeverre een lokale toename van cyanobacteriën en de productie van toxische stoffen door deze cyanobacteriën zich effectief manifesteren en in welke mate deze effecten een belangrijke impact hebben op de draagkracht van het estuarium van de Schelde in het gebied binnen de strekdam, blijft op dit moment een leemte in de kennis. Van Damme *et al.* (2003) en Brys *et al.* (2006) stellen dat de fytoplanktongemeenschappen in de brakke zone niet toelaten om de ecologische toestand te evalueren. Een volledig onderzoek van de fytoplankton gemeenschappen wordt aldus niet zinvol geacht voor het beoordelen van de effecten in het MER.

Een verhoging van de watertemperatuur heeft voor zoöplankton een duidelijk effect op de groei- en reproductiesnelheid. Acute effecten op zoöplankton kunnen pas duidelijk worden aangetoond bij een blootstellingstemperatuur boven de 30°C en worden verwacht in de zone het dichtst bij het lozingspunt, gezien de temperaturen daar kunnen oplopen tot boven 30°C. Voor de volledige zone binnen de strekdam, waarbinnen de warmtepluim ten gevolge van de koelwaterlozing van de KCD zich uitstrekt, kan er een effect optreden in de groei- en reproductiesnelheid van het zoöplankton. In het gebied buiten de strekdam worden de effecten geacht verwaarloosbaar te zijn, omdat de resultaten van de 5 monitoringscampagnes van de temperatuur ter hoogte van de KCD uitwijzen dat de warmtepluim beperkt blijft tot het gebied binnen de strekdam (Arcadis, 2012).

Net zoals bij zoöplankton heeft temperatuursverhoging bij macro-invertebraten een effect op de groei- en reproductiesnelheid. Mortaliteit doet zich voor vanaf 30°C en wordt verwacht in de zone het dichtst bij het lozingspunt, gezien de temperaturen daar kunnen oplopen tot boven deze temperatuur. Voor de volledige zone binnen de strekdam, waarbinnen de warmtepluim ten gevolge van de koelwaterlozing van

de KCD zich uitstrekt, kan er eventueel een lokale verschuiving van voorkomende macro-invertebraten optreden. Hierbij dient aangehaald te worden dat een deel van de macro-invertebraten die langsheen de Schelde voorkomen, soorten zijn die ook in droogvallende platen kunnen leven, en die bijgevolg van nature ook blootgesteld zijn aan grote temperatuursschommelingen. De bemonstering van de aquatische organismen binnen de koelwaterpluim van de KCD door INBO in 2013 (Breine & Van Thuyne) wees uit dat garnalen en krabben zich eerder ophouden in het gebied binnen de strekdam waar een hogere watertemperatuur heerst. Daarnaast is het gebied minder dynamisch dan buiten de strekdam. De aanwezigheid van exotische macro-invertebratensoorten in het gebied binnen de strekdam was niet opmerkelijk en men niet kan spreken van een verhoogde abundantie van exoten binnen de strekdam. Op basis van deze bemonsteringsresultaten worden er geen aanzienlijk negatieve effecten verwacht op macro-invertebraten. Integendeel kan verwacht worden dat de verhoogde temperatuur leidt tot een ietwat snellere ontwikkeling en biomassavorming van macro-invertebraten.

De meest gevoelige diergroep betreft de vissen. De lethale temperatuur voor vissen is sterk soortafhankelijk. Vissen vertonen doorgaans geen effect in de temperatuursrange van 10 tot 22°C (zie Figuur 2-53). Tussen 22 en 28 tot 30°C ligt een stresszone en pas vanaf 28°C treedt een significante stress met lethale gevolgen op. Op basis hiervan kan er gesteld worden dat bij gemiddelde omstandigheden en zo goed als doorheen het ganse jaar geen aanzienlijk negatieve effecten te verwachten zullen zijn ten aanzien van de visfauna. Enkel de meest gevoelige soorten zullen de zone dichtst tegen het lozingspunt vermijden door er van weg te zwemmen. Soortspecifieke gegevens over het vermijdingsgedrag en schrikreacties van vissen t.o.v. koelwaterlozingen zijn echter niet in de literatuur gevonden, vandaar dat de beoordeling voornamelijk gebaseerd is op lethale temperaturen. In de zone binnen de strekdam, vanaf 850 m stroomafwaarts van het lozingspunt, daalt de temperatuur in de winter en in het voorjaar onder de 10°C (monitoringscampagnes Arcadis 2012), zodat hier de lage temperatuur die vissoorten zoals pos en spiering nodig hebben voor inductie van reproductie bereikt wordt.

De bemonstering van de aquatische organismen binnen de koelwaterpluim van de KCD door INBO in 2013 (Breine & Van Thuyne) wees uit dat visfauna zich eerder ophoudt in het gebied binnen de strekdam waar een hogere watertemperatuur heerst. Daarnaast is het gebied minder dynamisch dan buiten de strekdam. De aanwezigheid van zeebaars, een warmteminnende mariene soort, toont aan dat deze soort het gebied binnen de strekdam als winterrefugium gebruikt. Tong houdt zich op binnen en nabij het strekdamgebied. Sommige soorten gebruiken het opgewarmd gebied binnen de strekdam als opgroeigebied. Er is dus een aanduiding dat er een verhoogde abundantie is van warmteminnende inheemse soorten (zeebaars en tong) binnen de strekdam. Tenslotte kan lozing van koelwater belangrijk zijn voor de overleving van thermofiele exotische soorten. De bemonstering van de aquatische organismen binnen de koelwaterpluim van de KCD door INBO in 2013 (Breine & Van Thuyne), wees uit dat de aanwezigheid van exotische soorten in het gebied binnen de strekdam niet opmerkelijk is en dat men niet kan spreken van een verhoogde abundantie van exoten binnen de strekdam.

Op basis van voorgaande effectbespreking wordt de impact van de koelwaterlozing van de KCD op de aquatische gemeenschappen in de Beneden-Schelde als niet aanzienlijk negatief beschouwd.

2.5.3.1.6 Lozing van chemische stoffen

Tijdens de exploitatie van de KCD worden de volgende effluenten geproduceerd: sanitair afvalwater, industrieel afvalwater en koelwater. Door de lozing van nutriënten in de Schelde kan er eutrofiëring

ontstaan. Door de lozing van gevaarlijke stoffen in de Schelde kunnen er ecotoxicologische effecten optreden.

2.5.3.1.7 Eutrofiëring

Voor de Schelde in de omgeving van de KCD wordt in de uitgangssituatie en in de bedrijfsfase 2015-2018 niet voldaan aan de milieukwaliteitsnormen voor nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat. Deze nutriënten houden rechtstreeks verband met eutrofiëring.

Nitriet op zich heeft een vrijwel verwaarloosbaar aandeel in eutrofiëring, maar heeft een toxisch effect. Gezien er voor de Schelde in de omgeving van de KCD wordt voldaan aan de milieukwaliteitsnorm voor nitriet en er een verwaarloosbare bijdrage wordt berekend in de discipline Water, wordt er geen toxisch effect verwacht van de lozing van nitriet door de KCD op de Schelde.

Voor de nutriëntenparameters nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat wordt er een jaargemiddelde verwaarloosbare bijdrage berekend in de discipline Water. Er wordt jaargemiddeld aldus geen belangrijke eutrofiërende impact verwacht door de lozing van de KCD op de Schelde. In de discipline Water werd er een frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater gevonden. Alhoewel de vracht eerder beperkt is, kunnen deze overstortwerkingen pieken van nutriëntenconcentraties teweegbrengen in de Schelde ter hoogte van de KCD in het gebied binnen de strekdam, waarbinnen de lozing van het sanitair en industrieel afvalwater en koelwater van de KCD plaatsvindt.

De gevolgen van eutrofiëring kunnen zijn:

- Het initiële, directe gevolg van eutrofiëring is een toename van de groei van planten. In de meeste watersystemen gaat het hierbij om een toename van fytoplankton, in sommige ondiepe systemen kan het ook gaan om een toename van kortlevende macro-algen (bijv. zeesla) en microfytobenthos. In het Schelde-estuarium komen als gevolg van eutrofiëring grote algenbloeien voor. Planten als zeegras en overblijvende macro-algen kunnen minder diep groeien en verdwijnen uiteindelijk, door verslechtering van het lichtklimaat. Doordat het doorzicht vermindert, kunnen jagende vissen hun prooi niet meer zien (Prins *et al.*, 2002).
- Een ander gevolg van een toename in de beschikbaarheid van stikstof en fosfor is een verandering in de soortensamenstelling van het fytoplankton. Dit wordt met name veroorzaakt door het feit, dat antropogene eutrofiëring leidt tot een toename van stikstof en fosfor, maar niet van silicaat (kiezelzuur). Aangezien silicaat een essentiële bouwstof is voor diatomeeën (de meest voorkomende groep algen), maar niet voor andere fytoplanktongroepen, is het gevolg van antropogene eutrofiering dat de groeiomstandigheden voor diatomeeën niet verbeteren maar voor de andere groepen wel. Dit kan resulteren in een verschuiving in de soortensamenstelling van het fytoplankton van diatomeeën naar andere algen. Tijdens de voorjaarsbloei van diatomeeën raakt silicium uitgeput, en de diatomeeëngroei wordt geremd als gevolg van Si-limitatie. Dit leidt tot een verschuiving in de algensamenstelling en toenemende dominantie van andere soorten algen, die geen Si gebruiken, maar kunnen profiteren van de nog niet uitgeputte stikstof en fosfor voorraad. Dit mechanisme is vermoedelijk een van de oorzaken van de toegenomen bloeien van de schuimalg *Phaeocystis*. Ook de mondiale toename van andere plaagalgenbloeien wordt geweten aan de toename van fosfor en stikstof. Secundaire effecten van de toegenomen

plantaardige productie bij eutrofiering, zijn een toename in de biomassa van hogere trofische niveaus (bvb. bodemdieren) (Prins *et al.*, 2002).

- Toenemende plantaardige productie kan negatieve effecten hebben op de zuurstofgehaltes in het water en in de waterbodem (Prins *et al.*, 2002). Voor het opgelost zuurstofgehalte in de omgeving van de KCD wordt de milieukwaliteitsdoelstelling niet behaald in het meest stroomopwaartse meetpunt maar wel verder stroomafwaarts van de KCD. Een mogelijke verklaring hiervoor is het beluchtend effect van het koelwatersysteem van de KCD (het zuurstofgehalte van het geloosde koelwater ligt doorgaans hoger dan dat van het gecapteerde koelwater).
- Hard wetenschappelijk bewijs voor causale relaties tussen eutrofiëring en verschuivingen in levensgemeenschappen is echter vaak moeilijk te vinden. Ten dele komt dit doordat eutrofiëring van kustwateren een betrekkelijk recent fenomeen is. Belangrijker is dat fysische en biologische kenmerken van watersystemen, en wisselwerking met andere factoren (bijv. klimaat) de reactie op verhoogde nutriëntenbelasting beïnvloeden. Door de grote diversiteit in kustecosystemen, is de reactie op eutrofiëring daarom niet eenduidig en moeilijk voorspelbaar. In tegenstelling tot het zoete water, speelt fosfaat in de kustwateren een veel minder sturende rol. Alleen gedurende korte tijd in het voorjaar kan P-limitatie van de algengroei optreden (Prins *et al.*, 2002).

Er kan aangenomen worden dat de frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater van de KCD in beperkte mate bijdraagt tot de problematiek van eutrofiëring in de Schelde, hetzij wel lokaal ter hoogte van het lozingspunt van de KCD in het gebied binnen de strekdam. In hoeverre dit leidt tot een verhoging van de algenbloei en tot een beperking van het zicht voor jagende vissen, de verschuiving van de soortensamenstelling van het fytoplankton, en tot de verhoging van de biomassaproductie van de hogere trofische niveaus in het gebied binnen de strekdam, zijn echter leemten in de kennis. Ook is het niet gekend wat de cumulatieve invloed is van de fysische kenmerken (getijdynamiek, verblijftijd, troebelheid, diepte) en van de temperatuurverhoging van het gebied binnen de strekdam, waarbinnen de lozing van het sanitair en industrieel afvalwater en koelwater van de KCD plaatsvindt, op de mate van eutrofiëring. Van Damme *et al.* (2003) en Brys *et al.* (2006) stellen dat de fytoplanktongemeenschappen in de brakke zone niet toelaten om de ecologische toestand te evalueren. Een volledig onderzoek van de fytoplankton gemeenschappen wordt aldus niet zinvol geacht voor het beoordelen van de effecten in het MER. Om de overstortwerking van sanitair afvalwater van de KCD te doen dalen, werden in de discipline Water de aanbevelingen geformuleerd om de haalbaarheid van een afkoppeling van het hemelwater op het sanitair afvalwater (brongerichte maatregel) en de mogelijkheid tot het plaatsen van een bjikomend opvangvolume voor sanitair afvalwater (end-of-pipe maatregel) te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken.

2.5.3.1.8 Ecotoxicologische effecten

Aan het koelwater wordt natriumhypochloriet (NaOCl) toegevoegd ter preventie van biofouling. Biofouling is het proces waarbij voornamelijk sessiele organismen, zoals oesters, mossels, enz. zich gaan vasthechten op de in- en uitlaatleidingen van onder meer koelwatersystemen. Het toevoegen van natriumhypochloriet NaOCl moet deze biofouling tegengaan.

Het NaOCl reageert weg ter vorming van chloriden. In het geloosde koelwater wordt geen actieve chloor boven de detectielimiet (< 100 µg/L) teruggevonden. Actief chloor wordt beschouwd als een acuut toxische stof. Voor actief chloor blijkt de concentratie waarbij vissen geen effecten ondervinden beneden

de 1 µg/l te liggen. Actief chloor is niet zeer persistent en zal redelijk snel verdwijnen in het oppervlaktewater (de afbreekbaarheid heeft een grootte-orde van minuten). De omzettingssnelheid wordt echter door vele factoren beïnvloed (temperatuur, mate van menging in het oppervlaktewater, gehalte aan reductoren) (Berbee, 1997). De gehalten aan actief chloor in het geloosd koelwater van de KCD liggen onder de 100 µg/l. Er kan besloten worden dat op momenten van lozing van actief chloor er lokaal rond het lozingspunt acuut toxicologische effecten voor aquatische organismen kunnen optreden voor een korte tijdsperiode (beperkt negatief effect).

Bij gebruik van chloor als conditioneringsmiddel, ontstaan de nevenverontreinigingen AOX (=adsorbeerbare organische halogeenverbindingen). De AOX gehalten zullen bestaan uit haloformen, ook wel trihalomethanen genoemd (vnl. bromoform in brak en zout water) en allerlei gehalogeneerde polaire verbindingen (o.m. chloor- en broomazijnzuren) (Berbee, 1997). Voor de nevenverontreingingen AOX is chronische toxiciteit belangrijker. De bijdrage voor AOX werd in de discipline Water als een verwaarloosbaar effect beschouwd. Er werden echter verhoogde concentraties voor AOX gemeten in het sanitair en industrieel afvalwater en in het koelwater, waardoor er toch kort wordt ingegaan op AOX. Stoffen als bromoform en bromaat worden als mogelijk carcinogeen voor de mens beschouwd. Ook voor waterorganismen verdient dit daarom aandacht. Bromaatproblematiek speelt ook bij het chloreren van koelwater. Er zijn aanwijzingen dat bij chloreren van koelwater het zeer schadelijke bromaat gevormd kan worden (met name bij hogere pH > 8 à 9, en actief chloor-gehalten boven 2 mg/L). Bromaat blijkt overigens ook al in de NaOCl-oplossing zelf voor te komen (ca. 34-37 mg bromaat/kg bleekloog). Alhoewel het in theorie mogelijk is, zal het in de praktijk technisch heel moeilijk zijn om bromaat-armere bleekloog te produceren. In praktische zin zal bij aanpak van koelwaterlozingen beheersing van de chloordoseringen van de lozing van acuut toxische stoffen (vracht en concentraties) meestal op de eerste plaats aan de orde komen. Door die te beperken kan de lozing van de meer chronisch toxische stoffen eveneens worden beperkt.

Momenteel gebeurt de dosering van NaOCl bij KCD op basis van de analyse van de overmaat actieve chloor en ervaring met betrekking tot de koeltoeren pakking. Eventuele bijdosering gebeurt op basis van de controle van biologische groei op getuigeplaatjes in de koeltorens en gewichtsmetingen van de pakking. In het geloosde koelwater wordt geen actieve chloor boven de detectielimiet gevonden (< 100 µg/L). Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling vanuit de discipline Water om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.

2.5.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)

De impact van eutrofiëring en verzuring, de rustverstoring, de watercaptatie, de lozing van koelwater en van chemische stoffen zullen in de LTO situatie, zoals hoger uitgelegd, niet significant verschillen van de emissies in de uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

2.5.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

De definitieve stopzetting of DSZ van KCD begint in 2025 en eindigt in 2028. Na de DSZ-periode kan de ontmanteling van de reactoren starten, wanneer de nodige vergunningen hiervoor verkregen zijn. De DSZ-periode bestaat uit 3 fasen waarbij KCD stapsgewijs evolueert van een kerncentrale over de natte stockage van bestraalde splijtstof naar een gebouw met te verwerken radioactief afval. Tijdens de DSZ-periode is er voorzien om:

- de reactoren te ontladen en alle bestraalde splijtstof over te brengen naar de Pool Loops-dokken in het Gebouw Nucleaire Hulpdiensten
- om de radioactiviteit van bestraalde splijtstof te laten vervallen in de Pool Loops-dokken in het Gebouw Nucleaire Hulpdiensten.
- de bestraalde splijtstof in containers te laden en af te voeren naar Splijtstof-Container-Gebouw.
- om uitbatings- en onderhoudsactiviteiten uit te voeren zoals voor de definitieve stopzetting, maar met een kleinere amplitude (geen elektriciteitsproductie meer).

Dit zijn allemaal activiteiten die gedekt zijn door huidige vergunning.

Besluit: De voornaamste kenmerken van de DSZ-periode zijn dat deze periode ligt in het verlengde van de huidige KCD-uitbating (= met huidige KCD-processen die doorlopen) en dat de processen zullen verlopen conform de huidige vergunning. De lucht-, geluid- en wateremissies en de afgeleide effecten op biodiversiteit zullen vergelijkbaar of minder zijn dan in de uitgangssituatie.

Er wordt geen verschil verwacht in effecten tussen een DSZ in 2015-2019 versus in 2025-2029.

2.5.3.4 Nul-alternatief

Eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie

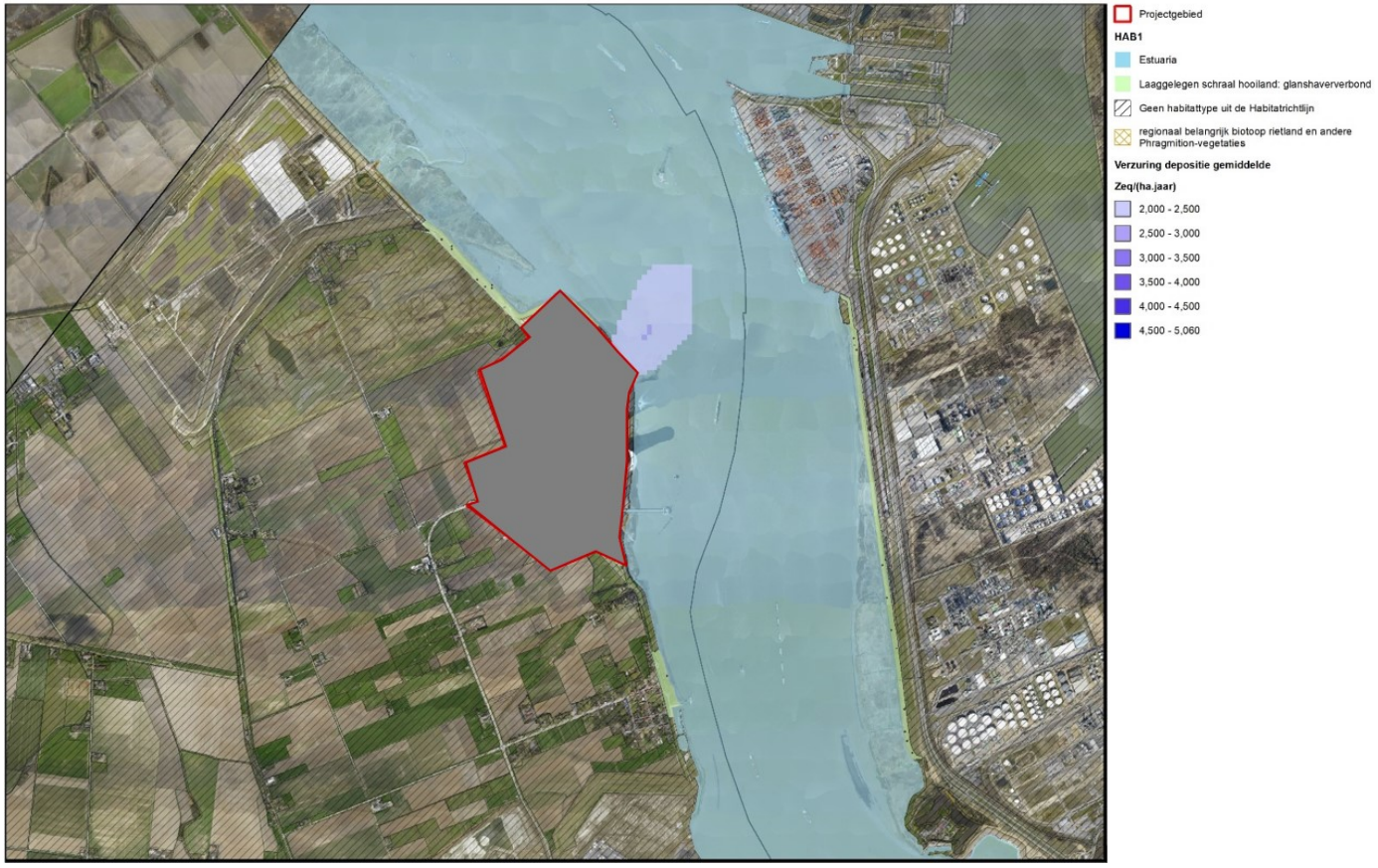
Figuur 2-54 geeft een overzicht van de contouren van stikstofdepositie veroorzaakt door van KCD in het studiegebied in het nul-alternatief. De maximale stikstofdepositie bedraagt 0,035 kg N/(ha.jaar) voor de beschouwde emissies van KCD, wat lager is dan 5% van de kritische depositiewaarden voor N-depositie van de Europese habitattypes die zich bevinden in de nabije omgeving van de bedrijfssite. De gemodelleerde contour van stikstofdepositie reikt niet aan de slikken en schorren langs de rechteroever van de Schelde.

Er kan besloten worden dat de stikstofdeposities van KCD die worden beoordeeld in het nul-alternatief van voorliggend project geen aanzienlijk negatief effect hebben wat de eutrofiëring van de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied ‘Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent’ en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied ‘Slikken en schorren langsheen de Schelde’ betreft.

Figuur 2-54 Contour stikstofdepositie (in kg N/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in het nul-alternatief

Figuur 2-55 geeft een beeld van de contouren van de verzurende depositie veroorzaakt door de activiteiten van KCD in het projectgebied in het nul-alternatief. De maximale stikstofdepositie bedraagt 2,507 Zeq/(ha.jaar), wat lager is dan 5% van de kritische depositiewaarden voor verzurende depositie van de Europese habitattypes die zich bevinden in de nabije omgeving van de bedrijfssite.

Er kan besloten worden dat de verzurende deposities van KCD die worden beoordeeld in het nul-alternatief van voorliggend project geen aanzienlijk negatief effect hebben op de ecosystemen in het studiegebied. Er worden bijgevolg ook geen aanzienlijk negatieve effecten verwacht van verzuring ten gevolge van de bedrijfsactiviteiten van de KCD op de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'.



Figuur 2-55 Contour verzurende depositie (in Zeq/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in het nul-alternatief

Rustverstoring

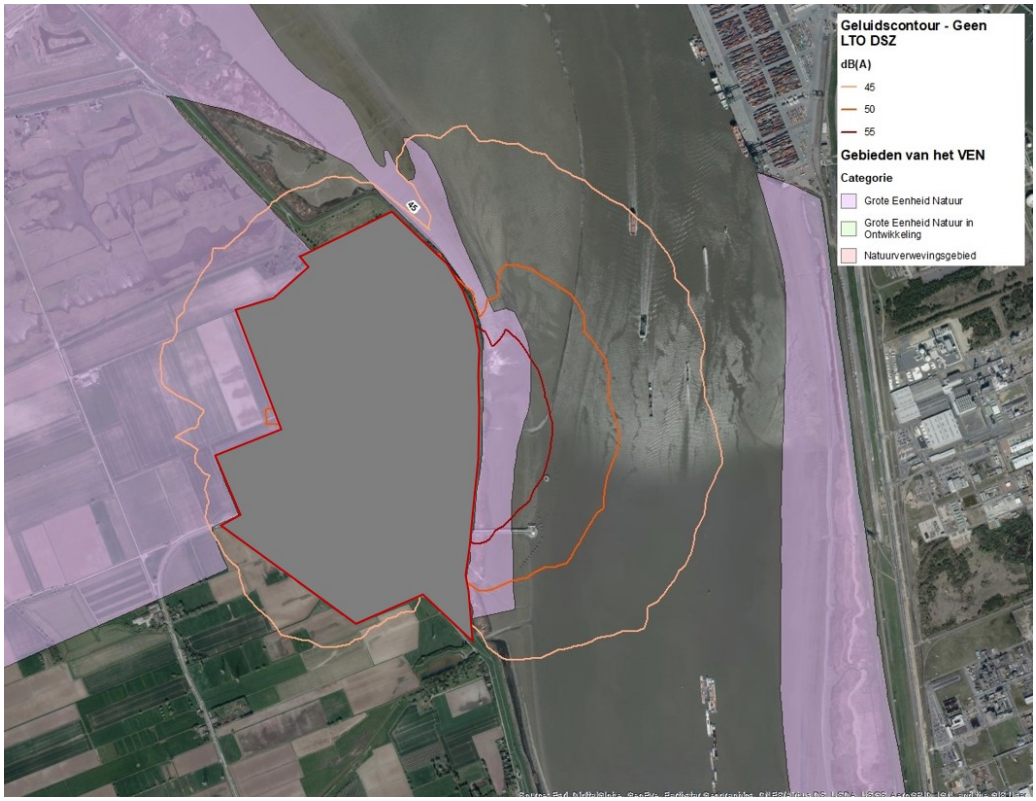
Op Figuur 2-56, Figuur 2-57 en Figuur 2-58 worden de 45-, 50- en 55 dB(A)-geluidscontouren gegeven voor de continu werkende bronnen tijdens de dag-, avond- en nachtperiode in het nul-alternatief. In dit scenario zullen een aantal brongroepen van Doel 1 en 2 niet meer actief zijn, nl. de hulpkoeltorens, de machinezaal en de watervang. Het geluidsvermogen van de inrichting (LwA) daalt hierdoor tot met 0,2 dB(A) tot 123,2 dB(A).

Voor de discontinue bronnen (niet relevant in de avond- en nachtperiode gezien deze bronnen enkel tijdens de dagperiode worden getest) blijkt dat de hindercontour van 50 dB(A) zich volledig situeert op het terrein van KCD. De rustverstoring ten gevolge van de discontinue bronnen van de KCD wordt dus verder niet meer besproken.

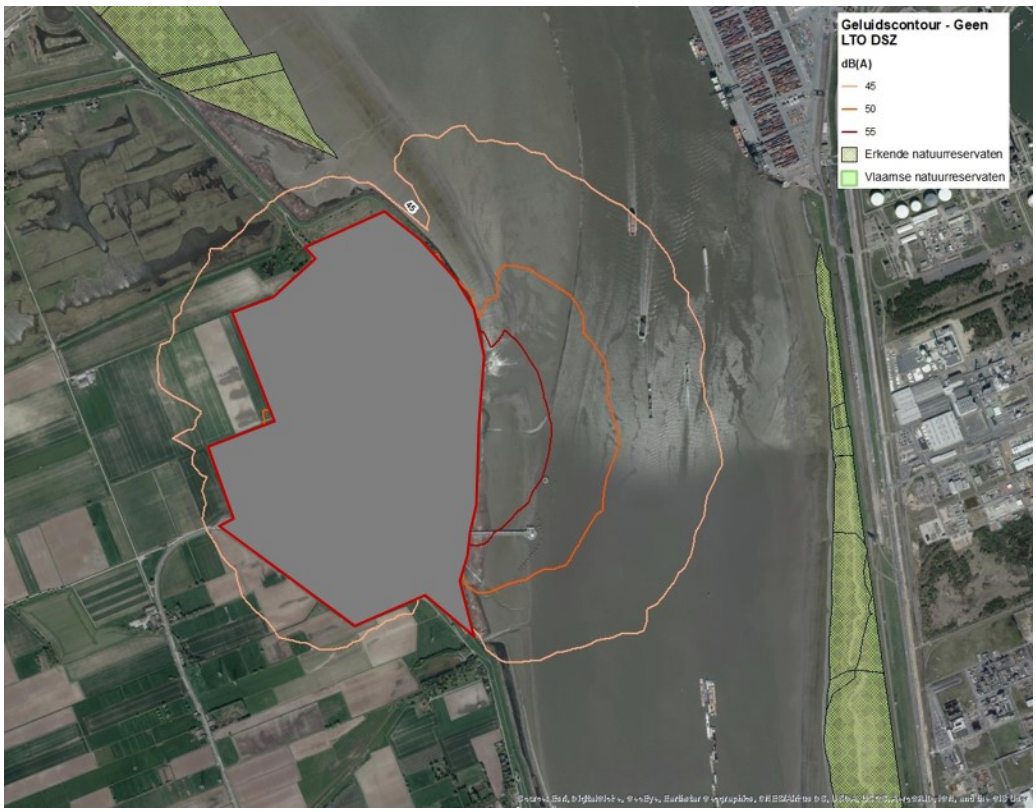
De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in het nul-alternatief kan als volgt beoordeeld worden:

- Ten oosten van de KCD reikt de hindercontour van 55 dB tot in het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde', tevens aangeduid als het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde' en als Ramsargebied. Er kan geconcludeerd worden dat deze rietzones en slikzones langsheen de oever van de Schelde, sterk geluidsverstoord zijn door de werking van KCD. De voorkomende soortgroepen (kleine zangvogels, steltlopers, futen, scholekster & kluten, …) zijn gevoelig tot zeer gevoelig voor rustverstoring. Anderzijds betreft het een continue geluidsverstoring en er kan redelijkerwijze aangenomen worden dat de aanwezige avifauna een zekere gewenning vertoont. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD langs de rietzones en de slikzones aan de oever van de Schelde, ter hoogte van de KCD, wordt als negatief beoordeeld. De hindercontouren van 50 dB en van 45 dB reiken niet tot in het Galgenschoor aan de overkant van de Schelde.
- Ten noorden van de KCD reiken de hindercontouren van 50 dB en van 45 dB niet tot in het erkend natuurreservaat 'Schor Ouden Doel' (verwaarloosbaar effect).
- Ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf en is er slechts een geringe overlap met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'. De hindercontour van 50 dB overlapt hier niet met het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde'. De hindercontour van 45 dB overlapt beperkt met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde' en met het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde'. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in de poldergebieden ten westen en ten zuiden van de KCD, wordt als een beperkt negatief effect beoordeeld.

Figuur 2-56 Geluidscontouren in het nul-alternatief ten opzichte van Natura 2000-gebieden



Figuur 2-57 Geluidscontouren in het nul-alternatief ten opzichte van VEN-gebeiden



Figuur 2-58 Geluidscontouren in het nul-alternatief ten opzichte van erkende en Vlaamse natuurreservaten

Watercaptatie

De eenheden Doel 1 en 2 zullen niet meer in werking zijn, waardoor de watercaptatie en het koelcircuit van deze eenheden ook niet meer gebruikt zal worden. Gezien er aan het captatiepunt voor het koelwater van Doel 1 en 2 geen sterfte van vissen of kreeftachtigen vastgesteld, omdat er roosters op de inlaat aanwezig zijn, worden er geen wijzigingen verwacht voor de impact van de watercaptatie op de organismen in de Zeeschelde ter hoogte van de KCD in het nul-alternatief (= de no-LTO situatie).

Lozing van koelwater|

De thermische vracht van het koelwater op de Schelde wordt verwacht te dalen met ca. 60%. De omvang van de warmtepluim in de Schelde wordt dus ook verwacht lager te zijn. Dit kan een positieve invloed met zich meebrengen op de levensgemeenschappen van fytoplankton, zoöplankton, macro-invertebraten en vissen binnen het gebied binnen de strekdam, zeker in het licht van klimaatverandering zoals beschreven bij de beoordeling van de thermische impact van de koelwaterlozing bij de bedrijfsfase 2015-2018 van het basisproject.

De significantie van dit positief effect hangt af van de mate van inkrimping van de warmtepluim ten opzichte van de uitgangssituatie, wat met de huidige gegevens moeilijk te begroten valt, en van de evolutie van de verwachte klimaateffecten.

Lozing van chemische stoffen|

De concentraties aan verontreinigende stoffen in het geloosde sanitair en industrieel afvalwater worden

verwacht gelijk te zijn aan die van de uitgangssituatie. Voor de productie van sanitair en industrieel afvalwater wordt echter geen drastische daling verwacht. Er werd door de initiatiefnemer immers geen drastische daling opgemerkt wanneer een eenheid buiten dienst is. Enkel het verbruik van stadswater voor de stoomcyclus wordt verwacht licht te dalen. Een kwantificering van deze daling is niet mogelijk. In het nul-alternatief zullen zich dezelfde effecten voordoen inzake eutrofiëring als in het basisproject.

De concentraties aan verontreinigende stoffen in het koelwater, inclusief temperatuur en chloriden, worden verwacht gelijk te zijn aan die van de uitgangssituatie. In het nul-alternatief zullen zich dezelfde mogelijke ecotoxicologische effecten voordoen als in het basisproject. Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling vanuit de discipline Water om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.

2.5.3.5 Cumulatieve effecten

De volgende plannen/projecten zijn mogelijk relevant omtrent cumulatieve effecten met de exploitatie van de KCD:

- Sigmaplan
- Doelpolder Noord
- Hedwige- en Prosperpolder
- Inrichting GGG Doelpolder

De aanlegfase van de bovenstaande plannen/projecten zal geluidshinder met zich meebrengen ter hoogte van de KCD, wat aanleiding kan geven tot cumulatieve geluidshinder met de exploitatie van de KCD. Met de huidige beschikbare info over de bovenstaande plannen/projecten is deze cumulatieve geluidshinder niet te kwantificeren noch te beoordelen.

Voor de exploitatiefase van de bovenstaande plannen/projecten worden er geen cumulatieve effecten met de exploitatie van de KCD op biodiversiteit verwacht.

2.5.3.6 Grensoverschrijdende effecten

Ter hoogte van de Nederlandse grens, gelegen op ca. 3,4 km afstand van het lozingspunt van de KCD, is de invloed van de lozing van het koelwater hoogstens beperkt negatief te beschouwen. Dit op basis van de 5 uitgevoerde monitoringscampagnes van de temperatuurinvloed van het koelwater van Doel op de Schelde (Arcadis, 2012). Deze temperatuurstijging zal stroomafwaarts op het Nederlands grondgebied verder langzaam afnemen.

2.5.4 Voortoets/passende beoordeling Natura 2000

2.5.4.1 Inleiding

Artikel 36 ter §3 van het Vlaamse Natuurdecreet (transpositie van artikel 6 §3 van de Habitatrichtlijn) stelt dat ‘een vergunningsplichtige activiteit die, of een plan of programma dat, afzonderlijk of in combinatie met één of meerdere bestaande of voorgestelde activiteiten, plannen of programma's, een betekenisvolle aantasting van de natuurlijke kenmerken van een speciale beschermingszone kan

veroorzaken, onderworpen dient te worden aan een passende beoordeling wat betreft de betekenisvolle effecten voor de speciale beschermingszone' (SBZ).

Aangezien de kerncentrale in Doel een hervergunning wenst aan te vragen en het niet uitgesloten is dat de uitbating hiervan een effect heeft op de aangrenzende speciale beschermingszones, wordt als een afzonderlijk hoofdstuk in het MER een passende beoordeling uitgevoerd.

In de passende beoordeling komen volgende aspecten aan bod:

- het al of niet aanwezig zijn van een SBZ binnen de invloedssfeer van de voorgenomen activiteit;
- beschrijving van de speciale beschermingszones met zijn instandhoudingsdoelstellingen;
- beschrijving en beoordeling van de effectengroepen welke een rol spelen en welke een effect kunnen hebben op de instandhoudingsdoelstellingen van de beschermde habitats en soorten.

Dit document wordt opgemaakt als een afzonderlijk leesbaar hoofdstuk binnen de discipline Biodiversiteit van het MER. Bepaalde achtergrondinformatie uit de discipline Water, Lucht & klimaat en Geluid, waarop deze passende beoordeling gebaseerd is, zijn beschreven in het MER en worden niet als dusdanig in voorliggende passende beoordeling herhaald.

2.5.4.2 Situering van de Natura 2000-gebieden

De kerncentrale ligt in Doel, een deelgemeente van de gemeente Beveren, op een bedrijventerrein dat gelegen is in het noorden van de Waaslandhaven op de Linkerscheldeoever, maar er voor de rest los van staat. Het wordt van de rest van het havengebied afgeschermd door het polderdorp Doel. In de omgeving van de kerncentrale in Doel liggen volgende speciale beschermingszones (zie Bijlage A - Kaart 14):

SBZ-V BE2301336 'Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever', dat volledig rondom de kerncentrale in Doel gesitueerd is. Naast de poldergebieden ten westen van de centrale zijn ook de slik- en schorgebieden aangeduid als Vogelrichtlijngebied;
SBZ-H BE2300006 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent', dat aangrenzend aan de kerncentrale in Doel gelegen is en naast de slik- en schorgebieden ook gans de Schelde als rivier omvat. Ter hoogte van de KCD bevindt zich deelgebied 38 van dit SBZ-H (BE2300006-38).

De speciale beschermingszones SBZ-V 'De Kuifeend en Blokkersdijk', SBZ-H 'Historische fortengordels van Antwerpen als vleermuizenhabitat', en de VEN-gebieden 'De Kuifeend' en 'Wase Scheldepolders' worden in voorliggende passende beoordeling niet verder in beschouwing genomen. Omwille van hun grote afstand tot het projectgebied (meer dan 3 km), worden er geen effecten verwacht op de beschermde habitats en soorten waarvoor deze gebieden zijn afgebakend. Ook het gebied Groot Buitenschoor, Galgenschoor en Ketenisseschor, die deel uitmaken van de SBZ-V 'Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever' en de SBZ-H 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' worden hier niet verder bekeken, aangezien er omwille van de grote afstand (meer dan 1 km) tot de kerncentrale in Doel geen effecten verwacht worden.

Ook t.o.v. de speciale beschermingszones die op Nederlands grondgebied gelegen zijn, worden geen significant negatieve effecten verwacht. Het betreft het Verdronken Land van Saeftinghe, dat deel uitmaakt van de SBZ Westerschelde en Saeftinghe, Brabantse Wal (Vogel- én Habitatrichtlijngebied),

Markiezaat (Vogelrichtlijngebied), Zoommeer (Vogelrichtlijngebied) en Vogelkreek (Habitatrichtlijngebied) (niet aangeduid op kaart).

2.5.4.3 SBZ-H BE2300006 'Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent'

2.5.4.3.1 Beschermde habitats

Hieronder volgt een oplijsting van de beschermde habitattypes (Bijlage I van het Natuurdecreet) van het Habitatrichtlijngebied BE2300006, voor zover die van belang zijn voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken:

- habitattype 1130: Estuaria.
- habitattype 1310: Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia spp. en andere zoutminnende soorten
- habitattype 1320: Schorren met slijkgrasvegetatie (Spartinion maritimae)
- habitattype 1330: Atlantische schorren (Glauco-Puccinellietalia maritmae)
- habitattype 3270: Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het Chenopodietum rubri p.p. en Bidention p.p
- habitattype 6430: Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones, subtype verbond van harig wilgenroosje

Naast de estuariene habitats is het Habitatrichtlijngebied ook aangemeld voor een aantal niet estuariene (wetland) habitattypes (Bijlage I van het Natuurdecreet), waarvan voornamelijk de onderstaande van belang zijn voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken:

- habitattype 6430: Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones
- habitattype 6510: Laaggelegen schraal hooiland (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis).

2.5.4.3.2 Beschermde soorten

Hieronder volgt een oplijsting van de beschermde soorten (Bijlage II van het Natuurdecreet) in het Habitatrichtlijngebied BE2300006 'Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent' die ten gevolge van het voorkomen t.h.v. KCD relevant zijn:

- Fint
- Kleine modderkruiper
- Rivierprik

Andere aangemelde soorten voor het habitatrichtlijngebied komen niet voor in de omgeving van de KCD:

- Bittervoorn komt voor in vijvers, plassen, sloten en afgesloten meanders (cfr. habitat 3260 en 3150.
- Kleine modderkruiper bewoont kleinere beken en rivieren (cfr. habitat 3160).
- Vleermuizen (Franjestaart, Ingekorven vleermuis, Laatvlieger, Meervleermuis, Rosse vleermuis) komen eerder voor in gesloten tot halfopen bossen en kleinschalige, waterrijke landschappen of landschappen met houtkanten en bomenrijen. Meervleermuis komt voor nabij grote waterplassen, rivieren en kanalen. De Schelde zelf is echter geen gekend gebied. In de omgeving van de KCD

zijn geen vliegroutes gekend (Baetens et al. 2016). Verschillende soorten benutten de forten in de fortengordel rond Antwerpen als overwinteringsgebied.

2.5.4.3.3 Instandhoudingsdoelstellingen

De instandhoudingsdoelstellingen voor het Schelde-estuarium (IHD-Zeeschelde) met name de SBZ-gebieden 'BE2300006 Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en tot vaststelling voor die zone en voor de met toepassing van de Vogelrichtlijn aangewezen SBZ 'BE2301336 Schorren en polders van de Beneden-Schelde', 'BE2301235 Durme en Middenloop van de Schelde' en het deel Blokkersdijk van 'BE2300222 De Kuifeend en Blokkersdijk' werden op 23/04/2014 definitief goedgekeurd door de Vlaamse Regering.

Ruimtelijk zijn er 4 ecotoopclusters: 'estuarium', 'wetlands', 'boslandschap' en 'grasland en moeraslandschap in beek en riviervalleien met plaatselijke overgangen naar alluviaal bos'.

De ecotoopclusters 'estuarium' en 'wetlands' beslaan het grootste deel van het Zeeschelde-ecosysteem en werden opgenomen in de IHD voor de Zeeschelde (IHD-Z) en het geactualiseerde Sigmaplan. De totale oppervlakte binnen de habitattypes die onder estuaria vallen, beslaan actueel ca. 4680 ha, waarvan ca. 3460 ha water (vaargeul). De IDH-Z voor de ecotoopcluster 'estuarium' en van belang voor de ligging van KCD en diens aard van activiteiten zijn weergegeven in Tabel 2-55.

Wetlands daarentegen zijn gebonden aan alluviale valleigronden en liggen grotendeels binnendijks (aan de landzijde). Typische terrestrische habitats zijn hier schrale hooilanden, natte ruigtes, plaatselijk eutrofe plassen, zeer plaatselijk drijftillen en overgangsveen en alluviale bossen. Europees beschermde soorten die hier hun leefgebied vinden zijn kleine modderkruiper, bittervoorn, kamsalamander, poelkikker, gevlekte witsnuitlibel, bever en vele Europees beschermde vogelsoorten: ijsvogel, roerdomp, bruine kiekendief, kwartelkoning, woudaap, blauwborst, kwak, lepelaar, porseleinhoen, kluut, purperreiger, waterrietzanger en de doortrekkende en overwinterende watervogels pijlstaart, wintertaling, krakeend, bergeend, slobeend en kokmeeuw. De IDH-Z voor de ecotoopcluster 'wetlands' en van belang voor de ligging van KCD en diens aard van activiteiten zijn weergegeven in Tabel 2-56.De derde en vierde ecotoopcluster, 'boslandschap' en 'grasland en moeraslandschap in beek en riviervalleien met plaatselijke overgangen naar alluviaal bos' liggen niet binnen het studiegebied van voorliggende passende beoordeling en zullen in geen geval beïnvloed worden door het project.

In Tabel 2-57 worden de IHD-Z voor de relevante Europees beschermde soorten voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken weergegeven.

Tabel 2-55 Instandhoudingsdoelstellingen SBZ-gebieden BE2300006 Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent, BE2301336 Schorren en polders van de Beneden-Schelde, BE220135 Durme en Middenloop van de Schelde, BE2300222 Kuifeend en Blokkersdijk - relevante Europese habitattypes voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken binnen de ecotoopcluster 'estuarium'

Habitat		**Oppervlaktedoelstelling**	**Kwaliteitsdoelstelling**
1130 – Estuaria	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: 4684 ha buiten de natuurontwikkelingsgebieden van het Sigmaplan.[Omdat actueel habitat in de Sigmanatuurontwikkelingsgebieden veelal zal worden omgevormd naar andere habitattypen is bij het bepalen van de oppervlakte actueel habitat voor die habitattypes waarvoor toename wordt voorgesteld, enkel de oppervlakte buiten de natuurontwikkelingsgebieden van het Sigmaplan in rekening gebracht.] • 4156 ha in SBZ-H BE2300006, • 2 ha in SBZ-H BE2300044, 488 ha in SBZ-V BE2301235, • 33 ha in SBZ-V BE 2301336 en • 5 ha buiten SBZ. [Het betreft zeer smalle slik/schorstroken langs Grote en Kleine Nete en mismatches tussen de habitatkaart en de SBZ-Kaart .] Doel: + 2000 ha netto waarvan 905 in SBZ-H2300006, 460 ha in SBZ-V2301336, 346 ha buiten SBZ en 300 ha nog te bepalen; door effectieve uitbreiding (richtwaarde 1420 ha, waarvan richtwaarde 628 ha in SBZ-H2300006) en omvorming; door aanleg van nieuwe estuariene getijdengebieden onder vorm van gecontroleerde overstromingsgebieden met gecontroleerd gereduceerd getij (GOG-GGG) en onder vorm van ontpolderingen (2000 ha ten opzichte van de situatie in 2005. Sindsdien is reeds 30 ha gerealiseerd in het GOG-GGG Lippenbroek en de ontpoldering van Heusden.)	Goede staat van instandhouding met betrekking tot ecologisch functioneren van het gehele estuarium met inbegrip van het pelagiaal/de vaargeul. Een goede chemische waterkwaliteit met hoge zuurstofconcentraties die in het estuarium niet lager zijn dan 5 mg/l in zomer en 6 mg/l in winter. Voldoende ruimte voor het estuariene processen met specifieke aandacht voor ondiep water, slik en schor. Geen verdere bevordering van de toename van de getijamplitude en –energie. Vermijden van storten van baggermateriaal of het strategisch storten op een manier die zoveel mogelijk rekening houdt met de morfodynamiek van de rivier. Bij beheer- en infrastructuurwerken maximaal rekening houden met de seizoenale patronen in de levenscyclus van estuariene soorten. Afname van de hoge zoetwaterafvoer tijdens piekdebieten. Verminderen van de toevoer van sediment vanuit de bovenlopen.

1310 – Eénjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met Salicornia-soorten en andere zoutminnende planten	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: 0.6 ha (1310) en 0.2 ha (1320). Deze oppervlakten zitten vervat in de oppervlakte van habitattype 1130. Doel: Uitbreiding, oppervlakte moeilijk te kwantificeren. Deze uitbreiding zit vervat in de uitbreiding van habitattype 1130.	Doel: Voldoende ruimte voor een natuurlijk dynamiek en hydromorfologische processen met successie van slik naar schor. Permanent goede water- en sedimentkwaliteit nastreven.
1320 - Schorren met slijkgrasvegetatie (Spartinion maritimae)	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: 0.6 ha (1310) en 0.2 ha (1320). Deze oppervlakten zitten vervat in de oppervlakte van habitattype 1130. Doel: Uitbreiding, oppervlakte moeilijk te kwantificeren. Deze uitbreiding zit vervat in de uitbreiding van habitattype 1130.	Doel: Voldoende ruimte voor een natuurlijk dynamiek en hydromorfologische processen met successie van slik naar schor. Permanent goede water- en sedimentkwaliteit nastreven.
1330 - Atlantischeschorren (Glauco-Puccinellietalia maritimae)	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: 48.9 ha. Deze oppervlakte zit vervat in de oppervlakte van habitattype 1130. Doel: +110 ha. Deze uitbreiding zit vervat in de uitbreiding van habitattype 1130.	Doel: Behoud of creëren van voldoende ruimte voor dynamiek van erosie en sedimentatie met natuurlijke successie van slik naar schor. Permanent goede water- en sedimentkwaliteit nastreven.
3270 - Rivieren met slikoevers met vegetaties behorend tot het Chenopodietum rubri p.p.en Bidention p.p.	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: 1.8 ha. Deze oppervlakte zit vervat in de oppervlakte van habitattype 1130. Doel: Uitbreiding, moeilijk te kwantificeren. Deze uitbreiding zit vervat in de uitbreiding van habitattype 1130.	Doel: Behoud of creëren van voldoende ruimte voor dynamiek van erosie en sedimentatie met natuurlijke successie van slik naar schor. Permanent goede water- en sedimentkwaliteit nastreven.
6430 – Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones, subtype 'verbond van harig wilgenroosje'	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: ca. 65 ha. [Op de habitatkaart staat 39 ha 6430_hw, op de vegetatiekaart 2003 (Vandevoorde *et al.* in press) is 67 ha 6430_hw terug te vinden, waarvan ca. 65 ha binnen SBZ.] Deze oppervlakte zit vervat in de oppervlakte van habitattype 1130. Doel: Uitbreiding, moeilijk te kwantificeren. Deze uitbreiding zit vervat in de uitbreiding van habitattype 1130.	Doel: Behoud of creëren van voldoende ruimte voor dynamiek van erosie en sedimentatie met natuurlijke successie van slik naar schor. Permanent goede water- en sedimentkwaliteit nastreven.

Tabel 2-56: Instandhoudingsdoelstellingen SBZ-gebieden BE2300006 Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent, BE2301336 Schorren en polders van de Beneden-Schelde, BE220135 Durme en Middenloop van de Schelde, BE2300222 Kuifeend en Blokkersdijk - relevante Europese habitattypes voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken binnen de ecotoopcluster 'wetlands'

Habitat		**Oppervlaktedoelstelling**	**Kwaliteitsdoelstelling**
6430 - Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: 52 ha buiten de natuurontwikkelingsgebieden van het Sigmaplan. • 46 ha in SBZ-H BE2300006 • 6 ha in SBZ-V BE2301235 Doel: totale oppervlakte van 69 ha Het extra leefgebied voor kwartelkoning en porseleinhoen, voorzien in de G-IHD, zal worden gerealiseerd in de natuurontwikkelingsgebieden van het Sigmaplan (zoals beslist door de Vlaamse regering op 22 juli 2005 en 28 april2006). Binnen het leefgebied voor deze soorten zal habitat 6430 worden voorzien. Het habitattype zal zich als zoom ontwikkelen tussen andere habitat- en RBB-types op plaatsen met intermediair beheer of intermediaire abiotische omstandigheden. Bv. minder intensief beheerde zomen rond vochtige hooilanden of minder natte standplaatsen langs rietlanden of andere moerastypes. Dit is voldoende voor kwartelkoning en porseleinhoen omdat ze slechts een klein aandeel van dit habitattype nodig hebben in hun leefgebied.	
6510 - Laaggelegen schraal hooiland (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis)	*Doel*	+	+
	Omschrijving	Actueel: 37 ha buiten de natuurontwikkelingsgebieden van het Sigmaplan: • 22 ha in SBZ-H BE2300006 • 15 ha in SBZ-V BE2301235 Goed ontwikkelde vormen zijn zeer zeldzaam en het habitattype komt bijna uitsluitend voor op dijken (minder dan 5 ha ligt niet op dijken). Doel: + 132 ha , met als richtwaarde voor uitbreiding 98 ha. Daarnaast is extra leefgebied voor kwartelkoning voorzien in de G-IHD, dat zal worden gerealiseerd in de natuurontwikkelingsgebieden van het Sigmaplan (zoals beslist door de Vlaamse regering op 22 juli2005 en 28 april2006). Binnen dit leefgebied moet 232 – 476 ha worden voorzien, welke in mozaïek zal voorkomen met andere graslandtypes op matig voedselrijke bodem (rbb_hf, rbb_hc…): • 132 ha in SBZ-H BE2300006 • 106-227 ha buiten SBZ	

Tabel 2-57 Instandhoudingsdoelstellingen SBZ-gebieden BE2300006 Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent, BE2301336 Schorren en polders van de Beneden-Schelde, BE220135 Durme en Middenloop van de Schelde, BE2300222 Kuifeend en Blokkersdijk - relevante Europees beschermde soorten voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken

Bittervoorn	
Populatiedoelstelling	Behoud van huidige populatie en areaal
Kwaliteitsdoelstelling	Streven naar een goede habitatkwaliteit
Fint	
Populatiedoelstelling	Herstel van populatie in goede staat van instandhouding in de Zeeschelde en de tijgebonden zijrivieren; Uitbreiding van het huidige areaal stroomopwaarts en de tijgebonden zijrivieren Massale trek van adulten in het voorjaar en massale aanwezigheid van juvenielen in de zomer
Kwaliteitsdoelstelling	Streven naar een goede habitatkwaliteit. Goede waterkwaliteit in Schelde en zijrivieren , voldoende zuurstofrijk. Herstel van goede structuurkwaliteit van het estuarium met voldoende laagdynamische slikken en (ondiep) subtidale zones. Behoud en herstel van geschikt paai- en opgroeihabitat in het zoetwater getijdegebied (Schelde en zijrivieren), meer bepaald onverstoorde (ondiepe) zones met niet te hoge stroomsnelheden.
Ingekorven vleermuis	
Populatiedoelstelling	Aanwezigheid van zomerkolonies van de soorten met jaarlijks zwangere wijfjes en/of juvenielen. De aanwezigheid van een duurzame populatie wordt nagestreefd
Kwaliteitsdoelstelling	**Doel zomer:** Verhoging van habitatkwaliteit in de bossen en insectenrijke graslanden en ruigtes in een omliggend landschap met KLE's. Creatie geleidelijke bosranden, in het bijzonder nabij open waterpartijen. Behoud en verbetering kwaliteit waterpartijen. De doelen worden gerealiseerd in het kader van doelen voor habitats 3150, 6430, 9120, 9160 en 91E0. Bijkomend aandacht voor behoud van bestaande verbindingen, en waar nodig uitbreiding van en verbinding tussen bossen en foerageergebieden. **Doel winter**: Behoud, inrichten en verbeteren van winterverblijven
Kleine modderkruiper	
Populatiedoelstelling	Uitbreiden van de huidige populatie tot een goede staat en uitbreiding van het areaal in de SBZ-H BE2300006.

Kwaliteitsdoelstelling	Goede waterkwaliteit in estuarium en waterlopen in de vallei. Goede connectiviteit (voor vissen) tussen het estuarium en waterlopen in de vallei. Laagdynamisch ondiep subtidale zones in het estuarium en voldoende structuurdiversiteit in estuarium en ander waterlopen.
Rivierprik	
Populatiedoelstelling	Tot stand komen van een populatie in goede staat in Vlaanderen met het Schelde-estuarium als geschikte migratiecorridor.
Kwaliteitsdoelstelling	De Schelde en haar zijrivieren functioneren als optimale migratiecorridor voor deze soort tussen zee en haar paaigebieden. Een goede waterkwaliteit in het estuarium Geen migratieknelpunten tussen het estuarium en de bovenlopen.
Ruige dwergvleermuis, Rosse vleermuis, Franjestaart, Watervleermuis, Meervleermuis	
Populatiedoelstelling	Aanwezigheid van zomerkolonies van de soorten, met jaarlijks zwangere wijfjes en/of juvenielen. De aanwezigheid van duurzame populaties van elk van deze soorten wordt nagestreefd.
Kwaliteitsdoelstelling	**Doel zomer:** Verhoging van habitatkwaliteit in de bossen en insectenrijke graslanden en ruigtes in een omliggend landschap met KLE's. Creatie geleidelijke bosranden, in het bijzonder nabij open waterpartijen. Behoud en verbetering kwaliteit waterpartijen. De doelen worden gerealiseerd in het kader van doelen voor habitats 3150, 6430, 9120, 9160 en 91E0. Bijkomend aandacht voor behoud van bestaande verbindingen, en waar nodig uitbreiding van en verbinding tussen bossen en foerageergebieden. **Doel winter:** Behoud, inrichten en verbeteren van winterverblijven.
Kleine dwergvleermuis, Gewone dwergvleermuis, Laatvlieger	
Populatiedoelstelling	Behoud en uitbreiding van de bestaande populatie
Kwaliteitsdoelstelling	Behoud van de bestaande kwaliteit, behoud en uitbreiding van connectiviteit tussen de gebieden.

2.5.4.4 SBZ-V BE2301336 'Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever'

2.5.4.4.1 Beschermde soorten

Het Vogelrichtlijngebied is aangemeld als volgt:

Broedvogels:

- Bruine kiekendief
- Blauwborst
- IJsvogel
- Roerdomp
- Lepelaar
- Porseleinhoen
- Kluut
- Visdief
- Strandplevier
- Zwartkopmeeuw
- Steltkluut

Doortrekkende en overwinterende watervogels:

- Wintertaling
- Bergeend
- Kleine zwaan
- Lepelaar
- Slobeend
- Pijlstaart
- Krakeend
- Kemphaan
- Kluut
- Goudplevier
- Grauwe gans
- Smient
- Kolgans
- Blauwe kiekendief
- Kokmeeuw
- Waterrietzanger

De monitoring van watervogels op de Zeeschelde gebeurt jaarlijks door het INBO. Enkele courante **watervogels** voor de Zeeschelde ter hoogte van de KCD zijn (Van Ryckegem *et al.*, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018):

- Aalscholver
- Bergeend
- Bonte strandsloper
- Canadese gans

- Fuut
- Grauwe gans
- Kievit
- Kluut
- Krakeend
- Kuifeend
- Pijlstaart
- Scholekster
- Smient
- Tafeleend
- Tureluur
- Wilde eend
- Wintertaling
- Wulp
- Zwartkopmeeuw

Voor de uitgangssituatie 2013 en 2014 gelden voor watervogels de volgende waarnemingen (Van Ryckegem *et al.*, 2014 en 2015):

De globale patronen in de maandelijkse vogelaantallen langsheen de Zeeschelde blijven in 2013 en 2014 vergelijkbaar met de voorbije jaren. De winteraantallen vertonen een dalende trend sinds 1999, het aantal stabiliseert zich sinds 2008 tot rond de 25 000 tot 30 000 getelde wintervogels. De voornaamste terugval is te wijten aan een sterke afname in de aantallen smient en wintertaling. De wintermaxima laten zich tellen in de maanden december-januari. De laagste aantallen worden geteld in maart. De Zeeschelde is één van de belangrijkste overwinteringsgebieden voor watervogels in Vlaanderen. Het internationaal belang van de Zeeschelde als overwinteringsgebied is echter beperkter geworden en momenteel haalt enkel de Krakeend de 1%-norm (aantallen van internationale betekenis). Voor de Zeeschelde als Vogelrichtlijngebied verbleef minder dan 2% en minder dan 1% van de Noord-West Europese populatie in de Zeeschelde tijdens de winter 2013 en tijdens de winter van 2014, respectievelijk. In tegenstelling tot de verwachting is er geen grote toename in visetende vogelsoorten. Integendeel, de fuut is sinds eind de jaren ‘90 sterk afgenomen in de mesohaliene zone (waartoe voorliggend studiegebied behoort);

De bergeend is de dominante ‘waterbroedvogel’ in de Zeeschelde. De wilde eend is naast de bergeend de meest talrijke broedvogels langsheen de Zeeschelde. Krakeend is geen algemene broeder langsheen de Zeeschelde.

Voor de periode 2015-2017 gelden voor watervogels de volgende waarnemingen (Van Ryckegem *et al.*, 2016, 2017 en 2018):

De maandelijkse vogelaantallen langsheen de Zeeschelde zijn in de winters van 2015, 2016 en 2017 globaal iets lager dan de voorbije jaren. Hierdoor is het internationaal belang van de Zeeschelde voor overwinterende watervogels historisch laag. Enkel de krakeend haalt in de Zeeschelde nog 1% van de geschatte Noordwest-Europese populatie.
Na een periode van toename (2012-2015) werd een daling van de benthivore vogelsoorten in de Beneden-Zeeschelde vastgesteld.

Als algemene conclusie geldt dat de vogelaantallen op de Zeeschelde een doorgaande dalende trend vertonen.

In de periode 2013-2017 werden alle grote brakwaterschorgebieden langs de Zeeschelde in het IHD-gebied – waaronder Doelpolder Noord, Doelpolder midden, Prosperpolder, het Schor Ouden Doel en het Paardenschor – jaarlijks geïnventariseerd op **broedvogels**. De onderstaande vogelsoorten komen jaarlijkse tot broeden binnen het Noordelijk gebied van het Antwerpse havengebied op linkeroever – dit omvat Doelpolder Noord, Doelpolder midden, Prosperpolder, het Schor Ouden Doel en het Paardenschor:

- Baardman
- Blauwborst
- Bruine kiekendief
- Dodaars
- Kluut
- Porseleinhoen
- Rietzanger
- Scholekster
- Slobeend
- Tureluur

De laatste vijf jaar vertonen de zeldzamere soorten baardman, kluut, porseleinhoen en tureluur een stabiele trend. Op langere termijn beschouwd vertoont de bruine kiekendief een dalende trend. Voor de algemenere soorten blauwborst, dodaars, rietzanger, slobeend en zomertaling, neemt het belang toe naarmate meer Sigmagebieden ingericht worden.

Van de jaarlijks broedende soorten in het IHD-gebied Schelde-estuarium komt een aanzienlijk deel van de populatie van grutto, snor, woudaap en zomertaling voor buiten de haven. Verscheidene soorten komen tot 2017 nog maar zelden tot broeden binnen het IHD-gebied Schelde-estuarium (grote karekiet, kwak, kwartelkoning, lepelaar, roerdomp en paapje) of werden nog nooit vastgesteld als broedvogel (purperreiger).

2.5.4.4.2 Instandhoudingsdoelstellingen

De populatiedoelstellingen betreffen voor broedvogels de tot doel gestelde broedvogels en de tot doel gestelde aantallen broedparen. Voor niet-broedende vogels betreft de tot doel gestelde trekkende en overwinterende soorten en het tot doel gestelde aantal individuen.

De kwaliteitsdoelstellingen betreffen telkens een verbetering van de habitatkwaliteit, onder meer rust en een goede waterkwaliteit zijn van belang.

2.5.4.5 Effectbeschrijving en -beoordeling

2.5.4.5.1 Effecten op de SBZ-H Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent'

2.5.4.5.1.1 Effect op habitats

Effecten als gevolg van temperatuurverhoging door koelwaterlozing

Binnen het studiegebied liggen zowel binnendijks als buitendijks enkele belangrijke natuurgebieden. De

lozing van het koelwater kan m.b.t. het aspect ‘vegetatie’ enkel een effect hebben op de buitendijks gelegen slik- en schorgebieden.

Slikken lopen tweemaal per etmaal onder water, bij hoogwater. Schorren lopen alleen bij springtij onder water, dat is gemiddeld zo’n twee keer per maand. Uit het rapport van de 5 monitoringscampagnes van de temperatuur ter hoogte van de KCD (Arcadis, 2012), blijkt duidelijk dat de warmtepluim zich bij opkomend water stroomopwaarts van de KCD uitstrekt en dus niet reikt tot de stroomafwaarts van de KCD gelegen slik- en schorgebieden, zoals het Schor van Ouden Doel en het Paardenschor. Op basis van deze informatie kan er duidelijk besloten worden dat de lozing van koelwater geen invloed zal hebben op de vegetatie op de slik- en schorgebieden langsheen de Schelde.

Verzuring en eutrofiëring als gevolg van atmosferische depositie
De effectbeschrijving en -beoordeling van verzuring en eutrofiëring ten gevolge van atmosferische deposities van NOx en SO_2 afkomstig van KCD is gebeurd in § 2.5.3.1.2 van de discipline Biodiversiteit. De methodiek zoals beschreven in de praktische wegwijzers voor verzuring en eutrofiëring via de lucht werd gevolgd voor het beoordelen van de significantie van een effect op de instandhoudingsdoelstellingen in Habitatrichtlijngebied. Er worden geen significant negatieve effecten verwacht van verzuring en eutrofiëring ten gevolge van de bedrijfsactiviteiten van de KCD op de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied ‘Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent’.

2.5.4.5.1.2 Effect op soorten

Effecten als gevolg van temperatuursverhoging door koelwaterlozing
Voor de algemene effectbeoordeling voor aquatische organismen wordt verwezen naar § 2.5.3.1.5 van de discipline Biodiversiteit. Hierna wordt specifiek ingegaan op de vissoorten waarvoor de SBZ-H is aangemeld zijnde rivierprik, fint en die voorkomen in het estuarium ter hoogte van de KCD.,

Rivierprik
Rivierprik is, hoewel het geen vis is, toch een indicator soort die zeer gevoelig is voor vervuiling en lage zuurstofconcentraties. Rivierprik wordt tot nu toe slechts af en toe stroomopwaarts Doel gevangen in de Zeeschelde. Deze rondbeksoort wordt jaarlijks, vooral in het voorjaar, in lage aantallen gevangen. De lengte van de gevangen individuen, en de periode waarin ze werden gevangen (vooral in het voorjaar) laat vermoeden dat het vooral volwassen dieren zijn die richting zee trekken (Breine & Van Thuyne *et al.*, 2015 tot en met 2019).

Rivierprik gebruikt de Zeeschelde in essentie enkel als passageroute tussen de adulte habitatten (Westerschelde, Noordzee) en de kraam- en kinderkamergebieden (zoet water). Jonge dieren groeien op in beken en rivieren met goede waterkwaliteit, waar ze zich in slibbanken ingraven en voeden met detritus, algen en kleine organismen. Na de metamorfose trekken de adulten zeewaarts. Ze verblijven er 2,5 tot 3,5 jaar in kustwateren en riviermondingen, waar ze een parasitair leven leiden op andere vissen (vnl. haring- en kabeljauwachtigen). Bij het aanbreken van de paaitijd trekken ze opnieuw naar de midden- en bovenlopen van rivieren om er eieren af te zetten in grofzandige tot kiezelachtige riviersedimenten op een diepte van 0,5 tot 1 m, waarna de dieren sterven.

De paaitrek van de volwassen rivierprik valt in de periode december – april. De migratie van jonge rivierpik naar zee piekt in februari en maart. De trek gebeurt 's nachts. Op basis van de beschikbare veldwaarnemingen kunnen we afleiden dat rivierprik uitsluitend de geul gebruikt als migratieroute.

Vistuigen geplaatst in het deel van de waterkolom tussen de laagwater- en hoogwaterlijn vangen zelden rivierprik (Maes & Ollevier, 2005).

Uit de discipline Water blijkt dat de vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam ten allen tijde passeerbaar wordt geacht voor aquatische organismen. Ook kan er besloten worden dat rivierprik in de periode waarin de impact van de temperatuursverhoging als gevolg van de koelwaterperiode het grootste is, namelijk tijdens extreem warme perioden, niet voorkomt ter hoogte van de KCD. Daarnaast kan er ook gesteld worden dat de zone waar de temperatuursverhoging significant zal zijn, namelijk in het gebied binnen de strekdam, niet beschouwd kan worden als een essentieel habitat voor de rivierprik. De larvale habitatten, waar larven zich ingraven, bevinden zich in zoet water en zullen bijgevolg als gevolg van de werking van de KCD ook niet beïnvloed worden.

Maes & Ollevier (2005) deden een onderzoek naar het voorkomen van rivierprik op basis van het maandelijks verloop van de vangst van rivierprik in koelwater bemonsterd te Doel. Hierin werd besloten dat rivierprik vooral tijdens migraties een verhoogde kans bezit om in het koelwater te komen. Relatief hoge aantallen recent gemetamorfoseerde prikken worden vooral in februari gevangen terwijl de adulten pieken in de herfst. Een regressieanalyse op deze data kan geen statistisch significant verband aantonen tussen het voorkomen van rivierprik in de Beneden-Zeeschelde ter hoogte van Doel en een aantal belangrijke milieufactoren, zoals watertemperatuur, zoetwaterafvoer, zoutgehalte, zuurstofconcentratie, hoeveelheid zwevende stof (Maes & Ollevier, 2005). Het densiteitsverloop is vooral gerelateerd aan de levenscyclus zelf en daarom zeer stabiel en voorspelbaar.

Op basis van bovenvermelde argumenten kan er besloten worden dat de impact van de temperatuurlozing geen significante impact zal hebben op de instandhouding van deze soort binnen het Schelde-estuarium.

Fint
Finten worden tegenwoordig vaak gevangen voor de Vlaamse kust in strandnetten die zijn uitgezet voor recreatieve visserij. Sinds 1996 worden in stijgende aantallen opnieuw Finten gevangen in de Zeeschelde. Deze stijging wordt waarschijnlijk rechtstreeks veroorzaakt door de hogere zuurstofgehaltes. Er zijn echter geen indicaties dat de soort er zich ook effectief voortplant.

Finten brengen een deel van hun leven in het zoute water voor maar trekken naar zoetwater gebieden om zich voort te planten. Finten paaien stroomopwaarts een rivier net waar de getijdewerking niet meer werkbaar is. Breine & Van Thuyne (2014) namen echter paaiende finten waar in de zoetwatergetijde zone op de Zeeschelde. Wel is het zo dat paaiactiviteiten niet werden waargenomen bij sterke stromingen. Bij een succesvolle rekrutering trekken de jongen finten in de maanden augustus-september terug naar zee. Eind april - begin mei, bij een watertemperatuur van 10 tot 12°C, migreren volwassen finten terug stroomopwaarts de Zeeschelde. Het intrekmoment is positief gecorreleerd met toenemende temperatuur en zuurstofgehalte. Na de paai verdwijnen ze terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014).

Het voorkomen van finten ter hoogte van de KCD wordt ook bevestigd door de recente bemonsteringen van Breine & Van Thuyne (2014 tot en met 2019). Het aantal finten varieert sterk van jaar tot jaar. Ze worden meestal in het voorjaar gevangen. Het gaat dan om volwassen individuen. In tegenstelling tot 2014 werden er juveniele finten gevangen voor alle jaren 2015-2019. Dit wijst erop dat rekrutering heeft plaatsgevonden. Een verbetering van de waterkwaliteit en sanering van verontreinigde slibbodems in het zoetwatergetijdengebied van de Zeeschelde is gewenst om succesvolle voortplanting mogelijk te maken.

Fint komt niet voor bij zuurstofgehaltes lager dan 3 mg/l en vermijdt zones waarin het zuurstofgehalte lager is dan 4 mg/l.

Op basis van de beschikbare veldwaarnemingen kunnen we afleiden dat finten de Zeeschelde ter hoogte van de KCD voornamelijk gebruiken als migratieroute. Fint (ook meivis genoemd) is een haringachtige die stroomopwaarts Antwerpen paait in de Schelde. Uit de discipline Water blijkt dat de vaargeul van de Schelde ten oosten van de strekdam ten allen tijde passeerbaar wordt geacht voor aquatische organismen. Het gebied ter hoogte van de KCD is geen essentieel paai- en larvaal habitat, deze gebieden liggen meer stroomopwaarts.

Op basis van bovenvermelde argumenten kan er besloten worden dat de impact van de temperatuurlozing geen significante impact zal hebben op de instandhouding van deze soort binnen het Schelde-estuarium.

Kleine modderkruiper
Kleine modderkruiper is een soort die in het Schelde-estuarium voornamelijk wordt waargenomen in de binnendijks gelegen beken en sloten. Kleine modderkruiper komt niet voor in de Beneden-Zeeschelde (Vandelannoote *et al.*, 1990). Recente visgegevens van Breine & Van Thuyne (2013 tot en met 2019), tonen eveneens aan dat kleine modderkruiper niet werd waargenomen ter hoogte van de KCD.

Op basis van het voorkomen en de habitateisen van deze soort kan er met zekerheid aangenomen worden dat de exploitatie van de KCD geen invloed zal hebben op deze soort en dus ook niet op zijn instandhoudingsdoelstellingen.

Bittervoorn
Bittervoorn is een soort die weinig tot niet voorkomt ter hoogte van de KCD. Deze soort wordt langsheen de Schelde vooral waargenomen stroomopwaarts van Antwerpen (Breine & Van Thuyne, 2013 tot en met 2019).

Op basis van het voorkomen en de habitateisen van deze soort kan er met zekerheid aangenomen worden dat de exploitatie van KCD geen invloed zal hebben op deze soort en dus ook niet op zijn instandhoudingsdoelstellingen.

Effecten op de zuurstofconcentratie als gevolg van lozing van koelwater
Voor het Schelde-estuarium geldt als kwaliteitsdoelstelling voor een zuurstofconcentratie die in het estuarium niet lager zijn dan 5 mg/l in zomer en 6 mg/l in winter.

Metingen tonen aan dat er geen daling van de zuurstofconcentratie waar te nemen valt als gevolg van de koelwaterlozingen, wellicht door de zuurstofaanrijking tijdens het koelingsproces zelf. Als gevolg hiervan kan er besloten worden dat de koelwaterlozing geen invloed zal hebben op de instandhoudingsdoelstelling voor het Schelde-estuarium m.b.t. zuurstofconcentratie.

Directe mortaliteit ter hoogte van het innamepunt voor het koelwater
De Kerncentrale in Doel is voorzien van een visgeleidingssysteem op basis van geluid. Door deze geluidsproductie worden de vissen afgeschrikt en komen ze minder in de watervang terecht. Vooral vissoorten met een zwemblaas worden weggejaagd. Dit orgaan is vergelijkbaar met een long en regelt de positie van de dieren in het water en vangt bovendien het geluid onder water op. Rivierprik heeft geen zwemblaas; fint en bittervoorn hebben wel een zwemblaas.

Vissen en garnalen die tóch door de mazen van het afschriksysteem glippen, keren via een visvriendelijk systeem veilig terug naar de Schelde. De vismortaliteit wordt daardoor gereduceerd met 88% voor vissen en 100% voor kreeftachtigen. Dit komt overeen met 95,5% van de aantallen en 90% van de biomassa van vissen en kreeftachtigen (Maes *et al.*, 1999).

Op basis hiervan is het niet uitgesloten dat voornamelijk rivierprik sporadisch gedood worden bij de watervang. Maar gezien het goed functionerende visafschriksysteem en visgeleidingssysteem wordt het aantal sterfgevallen van rivierprik en alle andere vissoorten die ter hoogte van de watervang voorkomen als gevolg van directe mortaliteit als gering beoordeeld. Met betrekking tot dit aspect worden er geen significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen voor de vissoorten vastgesteld.

Verontreiniging als gevolg van lozing van chemische stoffen
Voor het Schelde-estuarium geldt als kwaliteitsdoelstelling een goede chemische waterkwaliteit. Dit is ook belangrijk voor de soorten rivierprik, fint en kleine modderkruiper.

Tijdens de exploitatie van de KCD worden de volgende effluenten geproduceerd: sanitair afvalwater, industrieel afvalwater en koelwater.

Voor de parameters nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat wordt er een jaargemiddelde verwaarloosbare bijdrage berekend in de discipline Water (kleiner dan 0,1%). Er wordt jaargemiddeld aldus geen belangrijke eutrofiërende impact verwacht door de lozing van de KCD op de Schelde. In de discipline Water werd er een frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater gevonden. Alhoewel de vracht eerder beperkt is, kunnen deze overstortwerkingen pieken van nutriëntenconcentraties teweeg brengen in de Schelde ter hoogte van de KCD.

De waterkwaliteit van de Zeeschelde is de laatste jaren sterk verbeterd, maar ook nu nog is er nergens in het estuarium sprake van een goede chemische of ecologische toestand volgens de criteria van de Kaderrichtlijn Water. In de jaren ’70 en ’80 van vorige eeuw was de waterkwaliteit in de Zeeschelde erg slecht, zeker in het zoete deel. Zeer hoge organische belasting leidde tot zeer lage zuurstofconcentraties, waardoor de rivier zo goed als dood was. Bovendien bevatte het water in die tijd ook aanzienlijke hoeveelheden toxische stoffen (o.a. zware metalen, organische polluenten…). In de Westerschelde was de situatie iets beter door menging met properder en zuurstofrijker zeewater. Door inspanningen in de waterzuivering is de waterkwaliteit in het estuarium in de jaren ’90 verbeterd. Zowel de hoeveelheid toxische stoffen als de hoeveelheid voedingsstoffen namen sterk af en de zuurstofconcentratie nam toe (Soetaert *et al.*, 2006). Toch stromen er nog steeds zeer veel voedingsstoffen naar het estuarium wat tot algenbloei leidt. Het verbeterde zuurstofklimaat leidt ook tot een terugkeer, een toename en verschuivingen in de soortensamenstelling van bodembewonende dieren. Als in de zoete zone van de Zeeschelde opnieuw een gezonde populatie zoöplankton tot ontwikkeling komt, kunnen deze diertjes de algenbloei mee onder controle houden. Als er zuurstof en plankton in de Schelde zit, zal ook het visbestand toenemen. Een ontwikkeling die nu al merkbaar is. De beperkte primaire productie in de periode van zware vervuiling zou verklaard kunnen worden door limitering van de algengroei door de zeer lage zuurstofgehalten of hoge ammoniumconcentraties, maar ook door een beperkte beschikbaarheid van licht in het troebele Scheldewater (Managementplan Natura 2000 1.0, Zeeschelde (SIGMA), 19/12/2014).

Er kan aangenomen worden dat de frequente overstortwerking van de opvangputten van sanitair afvalwater van de KCD, in beperkte mate bijdraagt tot de problematiek van eutrofiëring in de Schelde. Jaargemiddeld wordt er voor de nutriëntenparameters nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat echter een verwaarloosbare bijdrage (kleiner dan 0,1%) berekend in de discipline Water. De bijdrage van de KCD voor de nutriëntenconcentraties op de Schelde wordt niet als een significant negatief effect beschouwd op de kwaliteitsdoelstellingen van het Schelde-estuarium en de instandhoudingsdoelstellingen voor de aangemelde vissoorten.

Voor de overige geloosde parameters door de KCD is de bijdrage ten opzichte van de milieukwaliteitsnorm verwaarloosbaar (kleiner dan 0,1%) en wordt er ook geen significant negatief effect verwacht op de kwaliteitsdoelstellingen van het Schelde-estuarium en de instandhoudingsdoelstellingen voor de aangemelde vissoorten.

Exoten
Door het lozen van koelwater kunnen de lokale hogere temperaturen voornamelijk in de winterperiode zorgen voor een schuilplaats voor exotische soorten. In de zomer kunnen deze soorten zich dan mogelijks beter reproduceren in de warme pluim.

Zolang deze soorten niet reproduceren is het gevaar minder groot. In geval de temperatuurscondities door de koelwaterlozing optimaal worden voor reproductie en zij ook tijdens de winterperiode bij ons kunnen overleven, kan er een concurrentie met de inheemse soorten optreden, wat grote gevolgen kan hebben voor het ganse estuariene ecosysteem van de Schelde. Aangezien dit bijgevolg mogelijks een invloed kan hebben op de inheemse visfauna, waarvan enkele soorten Europees beschermd zijn, is het aangewezen om bij het vaststellen van reproducerende exoten dit effect te monitoren en indien dit noodzakelijk blijkt geschikte maatregelen te nemen. In welke mate exoten een bedreiging zijn voor de Europees beschermde soorten kan op dit ogenblik moeilijk ingeschat worden. De bemonstering van de aquatische organismen binnen de koelwaterpluim van de KCD door INBO in 2013 (Breine & Van Thuyne), wees uit dat de aanwezigheid van exotische soorten in het gebied binnen de strekdam niet opmerkelijk is en dat men niet kan spreken van een verhoogde abundantie van exoten binnen de strekdam.

2.5.4.5.2 Effecten op SBZ-V Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever
De effecten op het Vogelrichtlijngebied SBZ-V Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever situeren zich voornamelijk op vlak van rustverstoring. Als gevolg van de hervergunning zal er namelijk geen direct verlies aan broed-, rust- of foerageerbiotoop optreden voor de broedende, trekkende, foeragerende en rustende vogels. Ook als gevolg van het lozen van koelwater worden er geen significante effecten verwacht op de aanwezige vogelpopulaties.

Voor rustverstoring wordt een inschatting gemaakt van het effect van de werking van de kerncentrale in Doel op de aanwezige Bijlage I broedvogels en niet-broedvogels waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn opgesteld. Hierbij gaat de aandacht uit naar:

- Doelpolder Noord, Doelpolder midden en Prosperpolder
- Het Schor Ouden Doel en het Paardenschor
- De linkerscheldeoever ter hoogte van de kerncentrale te Doel.

Op de andere locaties die deel uitmaken van de SBZ-V Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever, zoals het Galgenschoor, Groot Buitenschoor, Ketenisseschor, … wordt er geen rustverstoring verwacht. Deze gebieden bevinden zich immers op ruime afstand en buiten de invloedsfeer voor geluid.

Voor de bespreking van de verstoringsgevoeligheid en de drempelwaarden van de relevante vogelsoorten in de omgeving van de KCD, wordt verwezen naar § 2.5.3.1.3.1 en § 2.5.3.1.3.2 van het MER. Op Figuur 2-59 worden de 45-, 50- en 55 dB(A)-geluidscontouren gegeven voor de continu werkende bronnen tijdens de dag-, avond- en nachtperiode in de uitgangssituatie 2013-2014. Deze zijn dezelfde als in de bedrijfsfase 2015-2018 omdat het bronveld daarvoor niet wijzigt.

Voor de discontinue bronnen (niet relevant in de avond- en nachtperiode gezien deze bronnen enkel tijdens de dagperiode worden getest) blijkt dat de hindercontour van 50 dB(A) zich volledig situeert op het terrein van KCD. De rustverstoring ten gevolge van de discontinue bronnen van de KCD wordt dus verder niet meer besproken.

Figuur 2-59 Geluidscontouren 2013-2014 (ook dezelfde voor de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van Natura 2000-gebieden

De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in de periode 2015-2018 en in de toekomstige situatie 2019-2025 kan als volgt beoordeeld worden:

- Ten oosten van de KCD reikt de hindercontour van 55 dB tot in het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'. Er kan geconcludeerd worden dat deze rietzones en slikzones langsheen de oever van de Schelde binnen het Vogelrichtlijngebied en grenzend aan de KCD, sterk geluidsverstoord zijn door de werking van KCD. De voorkomende soortgroepen (kleine zangvogels, steltlopers, futen, scholekster & kluten, …) zijn gevoelig tot zeer gevoelig voor rustverstoring. Anderzijds betreft het een continue geluidsverstoring en er kan redelijkerwijze aangenomen worden dat de aanwezige avifauna een zekere gewenning vertoont. De hindercontour van 50 dB reikt niet tot in het Galgenschoor aan de overkant van de Schelde.
- Ten noorden, ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf en is er slechts een geringe overlap met het Vogelrichtlijngebied. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in het Vogelrichtlijngebied ten noorden, ten westen en ten zuiden van de KCD, wordt als beperkt beoordeeld.

Er kan geconcludeerd worden dat de hindercontour van 50 dB zich uitstrekt tot buiten de terreingrenzen van de KCD en dit voornamelijk ten oosten van de KCD. Hier kan besloten worden dat de aanwezige rietzones en slikzones langsheen de oever van de Schelde en grenzend aan de KCD, sterk geluidsverstoord zijn door de werking van KCD. Anderzijds betreft het een continue geluidsverstoring en er kan redelijkerwijze aangenomen worden dat de aanwezige avifauna een zekere gewenning vertoont. Deze oeverzone is relatief smal in vergelijking met de slik- en schorzones in het Vogelrichtlijngebied ten noorden van de KCD (Paardenschor, Schor Ouden Doel), waar de hindercontour van 50 dB van de werking van de KCD niet toe reikt. Ten noorden, ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf en is er slechts een geringe overlap met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'. Op basis van het feit dat de verstoorde zone langs de oeverzone van de Schelde die grenst aan de KCD eerder beperkt in oppervlakte is en er geen wijzigingen van de geluidsverstoring door de KCD worden gepland, wordt er geen significant negatieve invloed verwacht op de instandhoudingsdoelstellingen van de vogelsoorten binnen het Vogelrichtlijngebied.

2.5.4.6 Besluit

Als besluit kan er gesteld worden dat de werking van de kerncentrale in Doel geen significant negatieve invloed zal hebben op de instandhoudingsdoelstellingen die vastgelegd zijn voor de speciale beschermingszones SBZ-V Beneden-Schelde: schorren en polders op rechter- en linkerscheldeoever en SBZ-H Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

Op basis van de passende beoordeling zijn er geen milderende maatregelen nodig, aangezien er geen significant negatieve effecten verwacht worden op de instandhoudingsdoelstellingen voor de SBZ's in het studiegebied.

2.5.5 Verscherpte natuurtoets

2.5.5.1 Inleiding, situering en beschrijving van het VEN-gebied

In uitvoering van het Natuurdecreet werd een Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) afgebakend, bestaande uit Grote Eenheden Natuur (GEN) en Grote Eenheden Natuur in Ontwikkeling (GENO).

Artikel 26bis geeft aan dat er dient aangetoond te worden dat een activiteit die doorgaat in of in de omgeving van een VEN-gebied geen onvermijdbare en onherstelbare schade aan de natuur in het VEN kan veroorzaken (verscherpte natuurtoets).

Wordt voor een activiteit, binnen of buiten het VEN, een vergunning aangevraagd, dan mag de overheid deze niet toestaan als deze activiteit onvermijdbare en onherstelbare schade kan aanrichten aan de natuur van het VEN. Een gemeente, provincie, ... vraagt in dergelijke gevallen (bijvoorbeeld in het kader van een bouwvergunning of een milieuvergunning) steeds advies aan het Agentschap voor Natuur en Bos. Er kunnen voorwaarden worden opgelegd om de werken te kunnen toestaan of vergunnen.

Onvermijdbare schade is de schade die men hoe dan ook zal veroorzaken, op welke wijze men de activiteit ook uitvoert. Vermijdbare schade is die schade die kan vermeden worden door de activiteit op een andere wijze uit te voeren (bv. met andere materialen, op een andere plaats…) en is overal in Vlaanderen verboden.

Onherstelbare schade betekent dat de schade niet meer kan hersteld worden. Onder herstel van de schade, wordt herstel verstaan op de plaats van beschadiging met een kwantitatief en kwalitatief gelijkaardig habitat als deze die er voor de beschadiging aanwezig was.

Een vergunning voor onvermijdbare schade die wel herstelbaar is, mag dus wel worden toegestaan.

De '**Slikken en schorren langs de Schelde'** zijn aangeduid als Grote Eenheden Natuur (GEN) (gebiedsnr. 304) en maken deel uit van het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) (zie Bijlage A - Kaart 17). Aangezien de site van KCD grenst aan dit VEN-gebied, wordt er een verscherpte natuurtoets opgemaakt.

De vaarweg van de Schelde en de naastgelegen slikken en schorren zijn door de getijdenwerking zeer dynamisch en hebben een zeer hoge ecologische waarde. De hoge natuurlijke productiviteit van het ecosysteem heeft zijn weerslag over de ganse voedselketen zowel naar soorten als naar aantallen. Belangrijk is de aanwezige gradiënt zout-brak-zoet in de getijdengevoelige zones. De landschapsbepalende structuur maakt dat ook trekkende fauna deze route als migratieroute gebruikt. De oeverzones langs de Schelde vormen belangrijke verbindingszones tussen de grotere natuurgebieden (Verdronken land van Saeftinghe), de resterende grote brakwatergebieden (Galgeschoor, Groot buitenschoor, Schor van Ouden Doel) en de recentere compensatiegebieden met slikken en schorren (Ketenisseschor, Paardenschor, Prosperpolder, Lillo-Potpolder,...) langs de Schelde. De oeverzones hebben hierdoor een belangrijke netwerkfunctie. Deze opgesomde zones maken allemaal deel uit van dit VEN-gebied. De Scheldeboorden ter hoogte van de KCD behoren eveneens tot dit afgebakende VEN-gebied.

2.5.5.2 Effectbeoordeling

2.5.5.2.1 Ruimtebeslag

Het project zal geen direct ruimtebeslag op het VEN-gebied tot gevolg hebben.

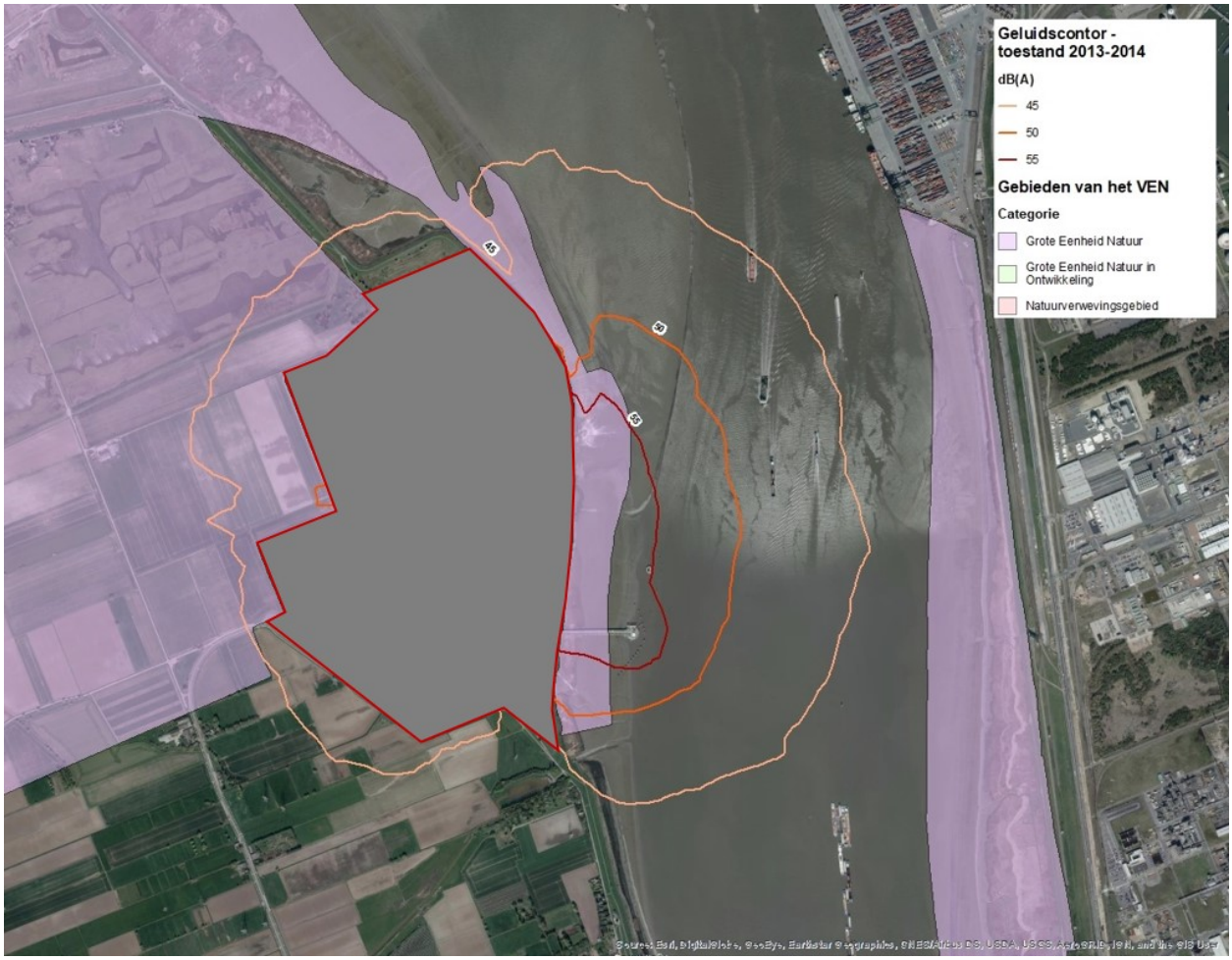
2.5.5.2.2 Verzuring en eutrofiëring als gevolg van atmosferische depositie

De effectbeschrijving en -beoordeling van verzuring en eutrofiëring ten gevolge van atmosferische deposities van NOx en SO_2 afkomstig van KCD is gebeurd in § 2.5.3.1.2 van de discipline Biodiversiteit. De methodiek zoals beschreven in de praktische wegwijzers voor verzuring en eutrofiëring via de lucht werd gevolgd voor het beoordelen van de significantie van de effecten. Er worden geen significant negatieve effecten verwacht van verzuring en eutrofiëring ten gevolge van de bedrijfsactiviteiten van de KCD op de aanliggende slik- en schorvegetaties in het VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

2.5.5.2.3 Rustverstoring

Voor de bespreking van de verstoringsgevoeligheid en de drempelwaarden van de relevante vogelsoorten in de omgeving van de KCD, wordt verwezen naar § 2.5.3.1.3.1 en §2.5.3.1.3.2 van het MER. Op Figuur 2-60 worden de 45-, 50- en 55 dB(A)-geluidscontouren gegeven voor de continu werkende bronnen tijdens de dag-, avond- en nachtperiode in de uitgangssituatie 2013-2014. Deze zijn dezelfde als in de bedrijfsfase 2015-2018 omdat het bronveld daarvoor niet wijzigt.

Voor de discontinue bronnen (niet relevant in de avond- en nachtperiode gezien deze bronnen enkel tijdens de dagperiode worden getest) blijkt dat de hindercontour van 50 dB(A) zich volledig situeert op het terrein van KCD. De rustverstoring ten gevolge van de discontinue bronnen van de KCD wordt dus verder niet meer besproken.



Figuur 2-60 Geluidscontouren 2013-2014 (= in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie) ten opzichte van VEN-gebieden

De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in de periode 2015-2018 en in de toekomstige situatie 2019-2025 kan als volgt beoordeeld worden:

- Ten oosten van de KCD reikt de hindercontour van 55 dB tot in het VEN-gebied. Er kan geconcludeerd worden dat deze rietzones en slikzones langsheen de oever van de Schelde binnen het Vogelrichtlijngebied en grenzend aan de KCD, sterk geluidsverstoord zijn door de werking van KCD. De voorkomende soortgroepen (kleine zangvogels, steltlopers, futen, scholekster & kluten, …) zijn gevoelig tot zeer gevoelig voor rustverstoring. Anderzijds betreft het een continue geluidsverstoring en er kan redelijkerwijze aangenomen worden dat de aanwezige avifauna een zekere gewenning vertoont. De hindercontour van 50 dB reikt niet tot in het Galgenschoor aan de overkant van de Schelde.
- Ten noorden, ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in het VEN-gebied ten noorden, ten westen en ten zuiden van de KCD, wordt als beperkt beoordeeld.

Er kan geconcludeerd worden dat de hindercontour van 50 dB zich uitstrekt tot buiten de terreingrenzen van de KCD en dit voornamelijk ten oosten van de KCD. Hier kan besloten worden dat de aanwezige

rietzones en slikzones langsheen de oever van de Schelde en grenzend aan de KCD, sterk geluidsverstoord zijn door de werking van KCD. Anderzijds betreft het een continue geluidsverstoring en er kan redelijkerwijze aangenomen worden dat de aanwezige avifauna een zekere gewenning vertoont. Deze oeverzone is relatief smal in vergelijking met de slik- en schorzones in het VEN-gebied ten noorden van de KCD (Paardenschor, Schor Ouden Doel), waar de hindercontour van 50 dB van de werking van de KCD niet toe reikt. Ten noorden, ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf. Op basis van het feit dat de verstoorde zone langs de oeverzone van de Schelde die grenst aan de KCD eerder beperkt is in oppervlakte en er geen wijzigingen van de geluidsverstoring door de KCD worden gepland, wordt er geen onvermijdbare en onherstelbare schade aan het VEN-gebied verwacht als gevolg van de werking van de KCD. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

2.5.6 Monitoring

Er worden geen monitoringsmaatregelen nodig geacht.

2.5.7 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Er worden geen mitigerende maatregelen nodig geacht.

2.5.8 Leemten in kennis

Er zijn geen literatuurgegevens gevonden over de temperatuur waarbij een vluchtreactie optreedt bij vissen als gevolg van een temperatuursverandering, daarom wordt in het MER de effectbeoordeling uitgevoerd t.o.v. de lethale temperatuur.

Een volledig onderzoek van de fytoplanktongemeenschappen is niet beschikbaar. Van Damme *et al.* (2003) en Brys *et al.* (2006) stellen dat het fytoplanktongemeenschappen in de brakke zone niet toelaten om de ecologische toestand te evalueren. Een volledig onderzoek van de fytoplankton gemeenschappen wordt aldus niet zinvol geacht voor het beoordelen van de effecten van de temperatuurverhoging door de lozing van het koelwater en de overstortwerking van het sanitair afvalwater van de KCD in het MER.

2.5.9 Conclusies

De impact van eutrofiëring en verzuring, de rustverstoring, de watercaptatie, de lozing van koelwater en van chemische stoffen zullen in de LTO situatie niet significant verschillen van de emissies in de uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

De impact van KCD op de biodiversiteit wordt als volgt beoordeeld ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD:

- Eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie als gevolg van de werking van de KCD:
  - De **stikstofdeposities** in de bedrijfsfase van de KCD bedraagt max. 0,071 kg N/(ha.jaar), wat lager is dan 5% van de kritische depositiewaarden voor N-depositie van de Europese habitattypes die zich bevinden in de nabije omgeving van de bedrijfssite. Er kan besloten worden dat de stikstofdeposities van KCD in het voorliggend project geen significant negatief effect hebben inzake eutrofiëring van de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'.
  - Er kan besloten worden dat de **verzurende deposities** van KCD die worden beoordeeld in voorliggend project geen significant negatief effect hebben op de ecosystemen in het studiegebied, aangezien de verzurende depositie van KCD maximaal 5,06 Zeq/ha.jaar bedraagt, wat lager is dan 5% van de kritische depositiewaarden voor verzurende depositie van de ecosystemen die zich bevinden in de nabije omgeving van de bedrijfssite. Er worden bijgevolg ook geen significant negatieve effecten verwacht van verzuring ten gevolge van de bedrijfsactiviteiten van de KCD op de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied 'Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent' en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied 'Slikken en schorren langsheen de Schelde'.
  - Rustverstoring:Ten oosten van de KCD reikt de hindercontour van 55 dB tot in het Vogelrichtlijngebied
    'Schorren en polders van de Beneden-Schelde', tevens aangeduid als het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde' en als Ramsargebied. Er kan geconcludeerd worden dat deze rietzones en slikzones langsheen de oever van de Schelde, sterk geluidsverstoord zijn door de werking van KCD. De voorkomende soortgroepen (kleine zangvogels, steltlopers, futen, scholekster & kluten, …) zijn gevoelig tot zeer gevoelig voor rustverstoring. Anderzijds betreft het een continue geluidsverstoring en er kan redelijkerwijze aangenomen worden dat de aanwezige avifauna een zekere gewenning vertoont. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD langs de rietzones en de slikzones aan de oever van de Schelde, ter hoogte van de KCD, wordt als negatief beoordeeld. De hindercontouren van 50 dB en van 45 dB reiken niet tot in het Galgenschoor aan de overkant van de Schelde.
  - Ten noorden van de KCD reiken de hindercontouren van 50 dB en van 45 dB niet tot in het erkend natuurreservaat 'Schor Ouden Doel' (verwaarloosbaar effect).
  - Ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf en is er slechts een geringe overlap met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'. De hindercontour van 50 dB overlapt hier niet met het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde'. De hindercontour van 45 dB overlapt beperkt met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde' en met het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de

Schelde'. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in de poldergebieden ten westen en ten zuiden van de KCD, wordt als een beperkt negatief effect beoordeeld.

- Watercaptatie:
  - KCD onttrekt koelwater uit de Schelde via een watervang die ruimtelijk gescheiden is in twee aparte onderdelen: één voor de koeling van de eenheden Doel 1 en Doel 2 en een andere, in bedrijf genomen in 1991, voor Doel 3 en Doel 4. Het water wordt steeds eerst over een zeef geleid om er de in aanwezige objecten uit te filteren om obstructie van de leidingen te verhinderen. Dat gebeurt voor de twee captatiepunten echter op een andere manier.
  - Voor het captatiepunt voor het koelwater van Doel 1 en 2 gebeurt de mechanische zuivering buitendijks, ter hoogte van de watervang zelf, door middel van roosters op de inlaat zelf. Vissen en kreeftachtigen krijgen op die manier niet de kans om in het koelwatercircuit terecht te komen. Ter hoogte van dit captatiepunt wordt dan ook geen sterfte van vissen of kreeftachtigen vastgesteld.
  - Voor Doel 3 en 4 is de opzet anders. Er werd geopteerd voor een koelwatercaptatie waarbij het water eerst gravitair vanuit de Schelde naar een opvangput op de site zelf werd geleid. Vanuit die opvangput werd het water dan over een systeem van roterende bandfilters gestuurd. In 1997 werd een visafweersysteem geplaatst aan de watervang met een visvriendelijk filtersysteem en een afvoergoot. Door geluidsgolven worden vissen van het captatiepunt weggehouden. Door deze geluidsproductie worden de vissen afgeschrikt en komen ze minder in de watervang terecht. Gebaseerd op de monitoring uitgevoerd door de KU Leuven (Maes *et al.*, 1996), waar werd vastgesteld dat de dagelijkse vangst voor vissen en kreeftachtigen zonder maatregelen respectievelijk zo'n 22437 en 50248 individuen bedroeg, kan gesteld worden dat er dagelijks gemiddeld 1010 vissen sterven en quasi geen kreeftachtigen als gevolg van de aanwezigheid van de watercaptatie van Doel 3 en 4 mét visafweersysteem. In vergelijking met het feit dat uit de studie van de KU Leuven (Maes *et al.*, 1996) blijkt dat er per uur ter hoogte van de kerncentrale ongeveer 18 miljoen vissen en 7 miljoen kreeftachtigen passeren, is de impact als gevolg van de verschillende maatregelen die genomen werden herleid tot een verwaarloosbaar niveau. Op basis hiervan kan er gesteld worden dat er geen aanzienlijk negatieve effecten te verwachten zijn m.b.t. mortaliteit van vissen en kreeftachtigen ter hoogte van de watervang. De capaciteit van de watercaptatiepunten in de Schelde worden door het project niet gewijzigd.
- Lozing van koelwater
  - De meest gevoelige diergroep voor thermische lozingen betreft de vissen. De lethale temperatuur voor vissen is sterk soortafhankelijk. Vissen vertonen doorgaans geen effect in de temperatuursrange van 10 tot 22°C. Tussen 22 en 28 tot 30°C ligt een stresszone en pas vanaf 28°C treedt een significante stress met lethale gevolgen op. Op basis hiervan kan er gesteld worden dat bij gemiddelde omstandigheden en zo goed als doorheen het ganse jaar geen aanzienlijk negatieve effecten te verwachten zullen zijn ten aanzien van de visfauna. Enkel de meest gevoelige soorten zullen de zone dichtst tegen het lozingspunt vermijden door er van weg te zwemmen. Soortspecifieke gegevens over het vermijdingsgedrag en schrikreacties van vissen t.o.v. koelwaterlozingen zijn echter niet in de literatuur gevonden, vandaar dat de beoordeling voornamelijk gebaseerd is op lethale

temperaturen. In de zone binnen de strekdam, vanaf 850 m stroomafwaarts van het lozingspunt, daalt de temperatuur in de winter en in het voorjaar onder de 10°C (monitoringscampagnes Arcadis 2012), zodat hier de lage temperatuur die vissoorten zoals pos en spiering nodig hebben voor inductie van reproductie bereikt wordt.

  - De bemonstering van de aquatische organismen binnen de koelwaterpluim van de KCD door INBO in 2013 (Breine & Van Thuyne) wees uit dat visfauna zich eerder ophoudt in het gebied binnen de strekdam waar een hogere watertemperatuur heerst. Daarnaast is het gebied minder dynamisch dan buiten de strekdam. De aanwezigheid van zeebaars, een warmteminnende mariene soort, toont aan dat deze soort het gebied binnen de strekdam als winterrefugium gebruikt. Tong houdt zich op binnen en nabij het strekdamgebied. Sommige soorten gebruiken het opgewarmd gebied binnen de strekdam als opgroeigebied. Er is dus een aanduiding dat er een verhoogde abundantie is van warmteminnende inheemse soorten (zeebaars en tong) binnen de strekdam. Tenslotte kan lozing van koelwater belangrijk zijn voor de overleving van thermofiele exotische soorten. De bemonstering van de aquatische organismen binnen de koelwaterpluim van de KCD door INBO in 2013 (Breine & Van Thuyne), wees uit dat de aanwezigheid van exotische soorten in het gebied binnen de strekdam niet opmerkelijk is en dat men niet kan spreken van een verhoogde abundantie van exoten binnen de strekdam.
  - Op basis van voorgaande effectbespreking wordt de impact van de koelwaterlozing van de KCD op de aquatische gemeenschappen in de Beneden-Schelde als niet aanzienlijk negatief beschouwd.

- Lozing van chemische stoffen: Tijdens de exploitatie van de KCD worden de volgende effluenten geproduceerd: sanitair afvalwater, industrieel afvalwater en koelwater. Door de lozing van nutriënten in de Schelde kan er eutrofiëring ontstaan. Door de lozing van gevaarlijke stoffen in de Schelde kunnen er ecotoxicologische effecten optreden.
  - Eutrofiëring:
    - Voor de nutriëntenparameters nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat wordt er een jaargemiddelde verwaarloosbare bijdrage berekend in de discipline Water. Er wordt jaargemiddeld aldus geen belangrijke eutrofiërende impact verwacht door de lozing van de KCD op de Schelde. In de discipline Water werd er een frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater gevonden. Alhoewel de vracht eerder beperkt is, kunnen deze overstortwerkingen pieken van nutriëntenconcentraties teweegbrengen in de Schelde ter hoogte van de KCD in het gebied binnen de strekdam, waarbinnen de lozing van het sanitair en industrieel afvalwater en koelwater van de KCD plaatsvindt.
    - Er kan aangenomen worden dat de frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater van de KCD in beperkte mate bijdraagt tot de problematiek van eutrofiëring in de Schelde, hetzij wel lokaal ter hoogte van het lozingspunt van de KCD in het gebied binnen de strekdam. In hoeverre dit leidt tot een verhoging van de algenbloei en tot een beperking van het zicht voor jagende vissen, de verschuiving van de soortensamenstelling van het fytoplankton, en tot de verhoging van de biomassaproductie van de hogere trofische niveaus in het gebied binnen de strekdam, zijn echter leemten in de kennis. Ook is het niet gekend wat de cumulatieve invloed is van de fysische kenmerken (getijdynamiek, verblijftijd, troebelheid, diepte) en van de

temperatuurverhoging van het gebied binnen de strekdam, waarbinnen de lozing van het sanitair en industrieel afvalwater en koelwater van de KCD plaatsvindt, op de mate van eutrofiëring. Van Damme *et al.* (2003) en Brys *et al.* (2006) stellen dat de fytoplanktongemeenschappen in de brakke zone niet toelaten om de ecologische toestand te evalueren. Een volledig onderzoek van de fytoplankton gemeenschappen wordt aldus niet zinvol geacht voor het beoordelen van de effecten in het MER. Om de overstortwerking van sanitair afvalwater van de KCD te doen dalen, werden in de discipline Water de aanbevelingen geformuleerd om de haalbaarheid van een afkoppeling van het hemelwater op het sanitair afvalwater (brongerichte maatregel) en de mogelijkheid tot het plaatsen van een bijkomend opvangvolume voor sanitair afvalwater (end-of-pipe maatregel) te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken.

- Ecotoxicologische effecten:
  - Aan het koelwater wordt natriumhypochloriet (NaOCl) toegevoegd ter preventie van biofouling. Biofouling is het proces waarbij voornamelijk sessiele organismen, zoals oesters, mossels, enz. zich gaan vasthechten op de in- en uitlaatleidingen van onder meer koelwatersystemen. Het toevoegen van natriumhypochloriet NaOCl moet deze biofouling tegengaan.
  - Het NaOCl reageert weg ter vorming van chloriden. In het geloosde koelwater wordt geen actieve chloor boven de detectielimiet (<100 µg/L) teruggevonden. Actief chloor wordt beschouwd als een acuut toxische stof. Voor actief chloor blijkt de concentratie waarbij vissen geen effecten ondervinden beneden de 1 µg/l te liggen. Actief chloor is niet zeer persistent en zal redelijk snel verdwijnen in het oppervlaktewater (de afbreekbaarheid heeft een grootte-orde van minuten). De omzettingssnelheid wordt echter door vele factoren beïnvloed (temperatuur, mate van menging in het oppervlaktewater, gehalte aan reductoren) (Berbee, 1997). De gehalten aan actief chloor in het geloosd koelwater van de KCD liggen onder de 100 µg/l. Er kan besloten worden dat op momenten van lozing van actief chloor er lokaal rond het lozingspunt acuut toxicologische effecten voor aquatische organismen kunnen optreden voor een korte tijdsperiode (beperkt negatief effect).
  - Momenteel gebeurt de dosering van NaOCl bij KCD op basis van de analyse van de overmaat actieve chloor en ervaring met betrekking tot de koeltoeren pakking. Eventuele bijdosering gebeurt op basis van de controle van biologische groei op getuigeplaatjes in de koeltorens en gewichtsmetingen van de pakking. In het geloosde koelwater wordt geen actieve chloor boven de detectielimiet gevonden (<100 µg/L). Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling vanuit de discipline Water om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.

2.6 Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie

Bijlage A - Kaart 20: Beschermd onroerend erfgoed

Bijlage A - Kaart 21: Vastgestelde inventarissen

Bijlage A - Kaart 22: Wetenschappelijke inventarissen

2.6.1 Methodologie

2.6.1.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie betreft de site van de KCD en de directe omgeving. Hierbij wordt vooral gekeken naar erfgoedwaarden die een zichtrelatie hebben met de site, zoals Lillo.

2.6.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

Bij de bespreking van de uitgangssituatie wordt een beschrijving gegeven van:

- de landschapsgenese: deze beschrijving gebeurt op basis van beschikbare literatuur en historische kaarten;
- de erfgoedwaarden: hiervoor wordt gebruik gemaakt van vrij consulteerbare databanken en gegevens op het geoportaal van onroerend erfgoed;
- het landschapsbeeld op microniveau: dit wordt beschreven op basis van een terreinbezoek, fotomontage, ….

2.6.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

De aanpassingen aan KCD in functie van LTO kunnen een effect veroorzaken op de omgeving. De ingrepen vinden enkel plaats binnen de grenzen van de site van de KCD. Er kan verstoring veroorzaakt worden door het wijzigen van zichten door veranderingen aan de infrastructuur en door verstoringen van de bodem bij graafwerken. Relevante effecten voor de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie zijn dan de wijziging van de landschapsvisuele impact en de verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed. Er kan ook schade toegebracht worden aan het landschap door de processen die gepaard gaan met de processen van de KCD. Het meest klassieke voorbeeld is de aantasting van (historische) gebouwen door zure regen. Dit kan leiden tot een verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed. Andere effecten als gevolg van wijzigingen in de grondwaterstand of bodem of effecten via geluid en trillingen worden niet beschouwd.

De voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie te verwachten effecten zullen als volgt beschreven worden:

- wijzigen van landschapsvisuele impact: kwalitatieve beoordeling van de perceptieve kenmerken;
- verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed: kwalitatieve beoordeling van het effect op het aanwezige erfgoed.

Beide effecten kunnen zowel tijdens de bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018 als tijdens de bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) optreden. De effecten die kunnen optreden

tijdens de definitieve stopzetting (periode 2025-2029) en het nul-alternatief worden ook beschreven. Dit gebeurt kwalitatief.

De effectbeoordeling gebeurt als volgt voor:

- wijzigen van landschapsvisuele impact:
  - aanzienlijk negatief: Sterke visuele verstoring van erfgoedelementen van grote omvang;
  - negatief: Tijdelijk sterke visuele verstoring van erfgoedelementen OF permanente verstoring met een redelijke omvang;
  - beperkt negatief: Tijdelijke visuele verstoring van erfgoedelementen en verstoring van eerder beperkte omvang;
  - verwaarloosbaar: Geen of verwaarloosbare visuele verstoring van erfgoedelementen;
  - beperkt positief: Tijdelijke verbetering van de visuele kenmerken van erfgoedelementen of verbetering van beperkte omvang;
  - positief: Verbetering visuele kenmerken van erfgoedelementen met een redelijke omvang (lokaal niveau);
  - aanzienlijk positief: Permanente verbetering visuele kenmerken van erfgoedelementen van grote omvang;
- verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed:
  - aanzienlijk negatief: Vernietiging/permanente verdwijning van beschermde landschappelijke, bouwkundige of archeologische erfgoedwaarden;
  - negatief: Vernietiging/permanente verdwijning van niet-beschermde landschappelijke of bouwkundige erfgoedwaarden opgenomen in de landschapsatlas of in de lijst van bouwkundig erfgoed. Vernietiging van niet-gedocumenteerd archeologisch erfgoed;
  - beperkt negatief: Tijdelijke wijziging/beperkte aantasting van erfgoedelementen. Aantasting van gedocumenteerd archeologisch erfgoed;
  - verwaarloosbaar: Verwaarloosbare effecten. Geen erfgoed aanwezig. Geen indicaties van en kleine kans op de aanwezigheid van archeologisch erfgoed;
  - positief: Vrijwaring van erfgoedwaarden, met eventueel een verbetering van de context.Uitgangssituatie

2.6.1.4 Landschapsgenese

Natuurlijk-fysische landschapsgenese

Gedurende het Tertiair lag het noorden van België nog onder de Noordzee. Het deel met de provincie Antwerpen en Limburg vormde het Bekken van de Kempen. Door de afzetting van sedimenten in de toenmalige zee werd het Bekken van de Kempen laag na laag opgevuld. Een aantal belangrijke zandlagen vormen tegenwoordig in het midden van de provincie Antwerpen een belangrijke watervoerende aquifer van meer dan 300 m dik, de grootste in Vlaanderen. Aan het begin van het Quartair lag nog slechts het noordelijk deel van de provincie Antwerpen in de greep van de zee. Er werd alleen maar zeer fijn materiaal afgezet zoals fijne zanden, maar plaatselijk ook een kleilaag. De dikte van deze laatste overtrof nooit 8 meter. Tijdens de voorlaatste ijstijd, zo'n 200.000 jaar geleden, daalde de zeespiegel zo drastisch (het ijs reikte tot in de buurt van Amsterdam) dat ze op het koudste moment tot 130 m lager stond dan de Noordzee nu. Het grootste deel van de Noordzee kwam daardoor droog te liggen waardoor erosie in de hand werd gewerkt. Het moderne rivierstelsel van Vlaanderen, dat toen in grote lijnen reeds bestond, schuurde zijn eigen valleien diep in. Alle rivieren waterden in westelijke richting af. De Beneden-

Schelde, vanaf Rupelmonde, bestond toen nog niet. Aldus ontstond een groot langwerpig dal met een oost-west hoofdas, 10 tot 20 km breed, en een sterke verbreding tot 40 km ten noordwesten van Gent. Het geheel wordt de "Vlaamse Vallei" genoemd. Aan het einde van deze ijstijd, 100.000 jaar geleden, smolten de ijskappen en steeg het peil van de zee. De zee drong toen een heel eind deze Vlaamse vallei binnen, tot aan de mondingen van Dender en Zenne en tot bijna in Mechelen. De vallei werd bijgevolg deels met zand en enkele dunne kleilaagjes opgevuld, met een maximum dikte van 30 m. Nadat de zee zich weer uit de Vlaamse vallei had teruggetrokken, hervatte de erosie haar werk om het reliëf te nivelleren. Rivierdalen werden weer opgevuld met materiaal uit de tussenliggende gebieden. De zwaarbeladen rivieren verstopten hun eigen beddingen totdat zowat 10.000 jaar geleden het water via de Beneden-Schelde een nieuwe uitweg naar zee vond[30].

Het uitgestrekt poldergebied aan de Schelde is quasi volledig vlak. De geringe hoogteverschillen van het polderoppervlak zijn meestal te wijten aan enerzijds hoger opgeslibde stroken in de jonge polders en anderzijds de putten of welen in de lager gelegen oudere polders. Grote delen van de polders werden echter met zand opgehoogd. Langsheen de gehele rand van de polders ontspringen enkele waterlopen. De polderrand wordt via trekgrachten, een nagenoeg kunstmatig rechtlijnig grachtennetwerk, ontwaterd naar de polder toe, waar enkele beken voor een gezamenlijke afvoer naar de Schelde zorgen.

Cultuurhistorische landschapsgenese

Tijdens de Middeleeuwen vonden over het algemeen talrijke ontbossingen plaats. Deze veroorzaakten grootschalige afspoelingen van bodemmateriaal van de hellingen en afzettingen van grote hoeveelheden alluvium in de valleien (Nieuwborg, 1996).

In de 8ste en 9de eeuw begon men in het bekken van de Beneden-Schelde met indijkingen van de rivier om land te winnen en om springvloeden tegen te gaan (Kruibeekse en Rupelmondse polders). Vanaf de 12de en 13de eeuw werden de eerste winterdijken opgeworpen. Daardoor gingen grote oppervlakten aan slikken en schorren verloren en werden polders gecreëerd die als hooiweiden in gebruik genomen werden. In de 19de eeuw werden de polders met wilgen, elzen en populieren beplant (Nieuwborg, 1996).

De grote betekenis van de Schelde en haar bijrivieren als scheepvaartroute heeft een sterke industrialisatie van de valleien tot gevolg gehad, die zich uit in industrie- en havengebieden, scheepswerven en een uitgebreid wegennet. Vanaf de 19de eeuw zijn de Scheldepolders van de rechteroever en later ook van de linkeroever opgehoogd en sterk geïndustrialiseerd.

Het bedrijfsterrein van KCD is gelegen in het traditioneel landschap 'Scheldepolders ten westen van de Schelde'. Landschappelijk staan de open polders in sterk contrast met de haven- en industrie-installaties (Antrop & Van der Reest, 2001). De perceptieve invloed van de verticale constructies van het havengebied (o.m. koeltorens van KCD) vormen wezenlijk onderdeel van het actuele landschap. Op de polderrelicten en de opgespoten gronden zijn echter belangrijke landschapswaarden bewaard gebleven of ontstaan. Het open landbouwland wordt omzoomd door beplante dijken en de Scheldepolders kennen een bewoning met kleine dorpen en gehuchten. De dijken zijn in deze landschapseenheid een zeer typisch

[30] http://dov.vlaanderen.be/html/geologieSchetsWeb.pdf

gegeven met een hoge relictwaarde en worden ook vaak gekoppeld aan belangrijke natuurwaarden. De belangrijkste landschapselementen van de polders zijn de dijken, sloten en beken.

2.6.1.5 Erfgoedwaarden

Hieronder worden de erfgoedwaarden beschreven die aanwezig zijn in de uitgangssituatie (2013-2014) maar dit volgens de onderverdeling vastgelegd in het huidige onroerend erfgoeddecreet.

Beschermd onroerend erfgoed

De 'Slikken en schorren van Oude Doel' die gelegen zijn ter hoogte van en stroomafwaarts de KCD zijn beschermd als cultuurhistorisch landschap. Deze slikken en schorren behoren tot de brakwaterschorren langs de Schelde ten noorden van Antwerpen. Deze vormen de relicten van een uitgebreid stelsel van buitendijkse gronden die de mens steeds opnieuw heeft ingedijkt en omgezet naar vruchtbare cultuurgronden.

De slikken en schorren van Oude Doel zijn beschermd omwille van hun wetenschappelijke waarde. Ze hebben een geomorfologische waarde, omdat ze een relict zijn van een oorspronkelijk zeer uitgebreid en ingewikkeld stelsel van buitengronden. Daarnaast is de aanwezige vegetatie en begroeiing zeldzaam en vormen ze een belangrijk gebied voor vogels (rust- en foerageerterrein voor watervogels).

Een 'Brits oorlogsmonument' staat op de Scheldedijk (Zoetenberm) aan de noordrand van de site KCD. Dit monument is een beschermd monument.

In de omgeving van de site van KCD is nog het volgende beschermd onroerend erfgoed aanwezig:

- beschermd cultuurhistorisch landschap:
  - Groot Buitenschoor – Galgeschoor (Scheldelaan, Lillo);
- beschermd dorpsgezicht:
  - Sint-Engelbertusstraat (Sint-Engelbertusstraat, Kieldrecht);
  - Groothof, Prosperhoeve en herenhoeve met omgeving (Belgische Dreef, Kieldrecht);
  - Lillo-fort met veer en getijdehaven (Lillo);
- beschermd monument:
  - Stenen windmolen (Scheldemolenstraat, Doel);
  - Hooghuis (Hooghuisstraat, Doel);
  - Pastorie Sint-Engelbertusparochie met tuin (Engelbertusstraat, Kieldrecht);
  - De parochiekerk Sint-Engelbertus (Engelbertusstraat, Kieldrecht);
  - De kerkhofsite van de Sint-Engelbertusparochie (Engelbertusstraat, Kieldrecht);
  - Herenhoeve met inboedel maalderij en smidse (Belgische Dreef, Kieldrecht);
  - Lillo-fort: omwalling (Lillo);
  - Lillo-fort: kruitmagazijn (Kazerneplein, Lillo);
  - Lillo-fort: gevels en bedakingen officierswoningen (Kazerneplein, Lillo);
  - Lillo-fort: kazematten (Kazerneplein, Lillo);
  - Graanwindmolen De Eenhoorn (Scheldelaan, Lillo).

Vastgestelde inventarissen

In de omgeving van de KCD komt bouwkundig erfgoed verspreid voor. Het gaat hier vooral om de hoeves en woningen. Ook de school, pastorie, de parochiekerk, het station en de windmolen van Doel zijn vastgesteld in deze inventaris van het bouwkundig erfgoed.

Ter hoogte van Prosperdorp komt bouwkundig erfgoed (opgenomen in de vastgestelde inventaris) voor binnen het afgebakend beschermd dorpsgezicht Sint-Engelbertusstraat. Het betreft hier o.a. de Sint-Michielsschool, de kosterwoningen en enkele hoekhuizen, villa's en burgerhuizen evenals de hoger vermelde beschermde monumenten. Ook de dwarsschuur van hoeve 't Weideland is opgenomen in de vastgestelde inventaris van het bouwkundig erfgoed.

Ter hoogte van Lillo is het Lillo-fort vastgesteld in de inventaris van het bouwkundig erfgoed. Daarnaast zijn ook het gemeentehuis, het tolhuis en de parochiekerk Sint-Benedictus-Haven vastgesteld in deze inventaris.

Wetenschappelijke inventarissen
Het bedrijfsterrein van KCD wordt in het noorden en oosten omgeven door het landschappelijk geheel 'Brakwaterschorren langsheen de Schelde ten noorden van Antwerpen'. Deze erfgoedwaarde, opgenomen in de wetenschappelijke inventaris, betreft het schorrengebied (Galgeschoor, Groot Buitenschoor en Schorren van Doel) langsheen beide oevers van de Schelde ten noorden van Antwerpen tussen de grens met Nederland en het voormalige polderdorp Lillo. Daarnaast werden eveneens een gedeelte van het historische polderdorp Doel, alsook de Prosperpolder en Prosperdorp opgenomen. Het gebied wordt langs de oostkant ingesloten door industrie en haveninfrastructuur; de zuidgrens wordt gevormd door de Liefkenshoektunnel.

Het betreft de relicten van een uitgebreid en ingewikkeld stelsel van 'buitendijkse gronden' die de mens doorheen de geschiedenis met wisselende kansen steeds opnieuw heeft ingedijkt en omgezet naar vruchtbare cultuurgronden. De openheid en natuurlijkheid van het gehele gebied resulteert in een esthetisch waardevolle 'groene' enclave, binnen de industrie en infrastructuur van de Antwerpse Haven. Het polderdorp Doel is een zeldzaam en historisch waardevol restant van de oude, kleine bewoningskernen langsheen de Schelde. De schorren- en slikkenvegetaties zijn op nationaal vlak uiterst zeldzaam en herbergen een zeldzame flora. Het gebied is bovendien een belangrijk rust- en foerageerterrein voor watervogels.

Ten westen van de site van de KCD bevindt zich in het open polderlandschap een wilg als kapelboom in de Prosperpolder. Deze boom is een landschappelijk element dat is opgenomen in de wetenschappelijke inventaris. De solitaire smalbladige wilg staat langs een onverharde weg vertrekkende van de Polderdijk aan de rand van een weilandperceel in de Prosperpolder. De boom is mogelijk aangeplant om de administratieve grens tussen Doel en Kieldrecht te markeren. Aan de stam is een kleine boomkapel bevestigd.

Een 'Brits oorlogsmonument Tweede Wereldoorlog' op de Scheldedijk (Zoetenberm) aan de noordrand van de site KCD, is opgenomen in de wetenschappelijke inventaris 'bouwkundig erfgoed'.

Archeologie

Ter hoogte van KCD zijn er geen gekende archeologische sporen gevonden in het verleden (volgens de Databank Centraal Archeologische Inventaris). De site is evenmin aangeduid als zone zonder archeologisch erfgoed (Geoportaal Onroerend Erfgoed).

De oorspronkelijke gronden (polder, slikken en schorren) op de site KCD zijn - zoals in de rest van het havengebied op de linker- en rechteroever van de Schelde - in de jaren 1960 opgehoogd met baggerspecie. De aangevulde gronden zijn van antropogene oorsprong en zijn overwegend zandig van samenstelling. Mogelijke archeologische sporen kunnen aanwezig zijn onder deze ophogingen.

2.6.1.6 Landschapsbeeld op microniveau

Inplanting van de huidige installaties

Voor de globale inplanting van het terrein van KCD en van de afzonderlijke installaties op dit terrein wordt verwezen naar het Algemeen deel van dit MER (hoofdstuk 1). De structuurbepalende elementen van de lay-out van de centrale zijn uiteraard de verschillende centrales zelf. De centrales vormen blokken, die grofweg oost-west gericht zijn. Doel 1 en 2 vormen een gezamenlijk blok, terwijl Doel 3 en Doel 4 telkens afzonderlijk een blok vormen. Elk van deze blokken vormt een energiecentrale op zich waarin alle functies die daarbij horen gebundeld zijn. Langs de Schelde staan verder nog 2 koeltorens, die met hun hoogte van ca. 168 m voor een belangrijk deel het uitzicht van de centrale bepalen. De geproduceerde elektriciteit wordt via luchtlijnen verdeeld. De hoogspanningsmasten worden in het open en vlakke polderlandschap ook beschouwd als bakens in het landschap.

Visuele situatie van KCD

Er werden foto's van de KCD vanuit verschillende punten genomen om de aanwezigheid ervan in het landschap te visualiseren. In Figuur 2-61 worden de opnamepunten weergegeven. Ze zijn genummerd van 1 tem 6. Voor de foto's is gebruik gemaakt van Google Street view. De foto's dateren van de uitgangssituatie, namelijk oktober 2013.

Uit de opnames blijkt dat de site van KCD een belangrijk markeringspunt vormt in het open en vlakke polderlandschap en dit vanuit alle richtingen, voornamelijk vanwege de 168 meter hoge koeltorens, die het uitzicht van de centrale domineren. Hoe dichter men de centrale nadert, hoe meer ook de typische koepelvormige reactorgebouwen als herkenningspunt opduiken. De koeltorens en de gehele kerncentrale vormen een baken in het landschap.

Vanuit de polder is het achterliggende havenlandschap zichtbaar. Men kan echter niet stellen dat de site KCD volledig versmelt met de industriële achtergrond. Daarvoor zijn de afstanden tot aan rechteroever of tot aan het Deurganckdok – de meest nabij gelegen industriezones – te groot.

De geproduceerde elektriciteit wordt via luchtleidingen afgevoerd, zowel in zuidelijke als in noordelijke richting. Langs de noordelijke zijde loopt de luchtleiding over de Schelde in de richting van het bedrijfsterrein van BASF. Langs het zuiden lopen de bovengrondse leidingen naar de Waaslandhaven, in de richting van het Deurganckdok. De westelijk- en noordelijk gelegen polders worden daarbij zoveel mogelijk gespaard.

Samengevat kan worden besloten dat de kerncentrale een belangrijk zichtpunt vormt in het landschap. Door de aansluiting van het bedrijfsterrein op het bestaande industriële landschap dat gevormd wordt

door de haven, bestaat er echter een ruimtelijk draagvlak voor de aanwezige grootschalige industriële elementen.

Figuur 2-61 Situering opnamepunten

Foto ter hoogte van opnamepunt 1, Oostlangeweg (bron Google street view - oktober 2013)

Foto ter hoogte van opnamepunt 2, Scheldemolenstraat (bron Google street view - oktober 2013)

Foto ter hoogte van opnamepunt 3, Belgischedreef (bron Google street view - oktober 2013)

Foto ter hoogte van opnamepunt 4, Petrusstraat (bron Google street view - oktober 2013)

Foto ter hoogte van opnamepunt 5, Engelsesteenweg (bron Google street view - oktober 2013)

Foto ter hoogte van opnamepunt 6, Scheldemolenstraat (bron Google street view - oktober 2013)

2.6.2 Effectbeoordeling

2.6.2.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie hoofdstuk 1.6). Deze situatie wordt vergeleken met de situatie zonder de exploitatie van KCD maar met nog de aanwezigheid van de huidige gebouwen en installaties van KCD.

2.6.2.1.1 Verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed

Ingrepen aan KCD in functie van LTO vonden plaats binnen de grenzen van de site van de KCD.

De terreinen waarop de werkzaamheden hebben plaatsvonden, zijn in het verleden opgehoogd en nadien vergraven. Archeologische potenties worden daardoor enkel verwacht onder de ophogingen. De graafwerken bleven beperkt tot de ophoging waardoor er geen verstoring van eventueel aanwezig archeologisch erfgoed is opgetreden.

Binnen de site is geen ander erfgoed aanwezig dat beïnvloed kon worden door de werkzaamheden.

De verstoring van de landschappelijke relicten en erfgoed wordt verwaarloosbaar geacht.

2.6.2.1.2 Wijzigen van landschapsvisuele impact

De visuele verstoring ten gevolge van de werken in het kader van LTO was slechts tijdelijk van aard. Het ging over verstoring ten gevolge van de bouwwerkzaamheden en de opslag van uitgegraven grond en materiaal.

De werkzaamheden waren gelokaliseerd aan de oostzijde van de site. Deze verstoring werd grotendeels afgeschermd door de bestaande gebouwen en dijken. Aan deze zijde zijn echter het beschermd cultuurhistorisch landschap ‘Slikken en schorren van Oude Doel’ en het landschappelijk geheel ‘Brakwaterschorren langsheen de Schelde ten noorden van Antwerpen’ gelegen.

Gezien het tijdelijk karakter van de visuele verstoring, de afscherming door de tussenliggende dijk en de huidige industriële context ter hoogte van de werkzaamheden, wordt de landschapsvisuele impact op het aanwezige erfgoed beoordeeld als verwaarloosbaar.

2.6.2.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)

2.6.2.2.1 Verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed

Wat betreft de bedrijfsfase in de toekomstige situatie worden enkel de effecten via de lucht op erfgoedwaarden en elementen van het landschap weerhouden als mogelijk relevant. Effecten via de lucht zijn in belangrijke mate toe te schrijven aan luchtverontreiniging, waarbij de impact van zure regen een van de meest bekende effecten is. Verzuring is een term die betrekking heeft op de gevolgen van de depositie van zuren in het milieu, als gevolg van de omzetting van SO_2 naar zwavelzuur (H_2SO_4) en van NO_x naar salpeterzuur (HNO_3) via NO_2. Depositie van deze zuren leidt tot wijzigingen van vegetatie en aantasting van gebouwen.

Voor de nieuwe dieselgroepen die in het kader van LTO voorzien worden, gelden veel strengere emissiegrenswaarden dan voor de reeds bestaande installaties. Bovendien wordt zwavel arme gasolie gebruikt als brandstof. De emissies van de nieuwe installaties zullen verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de totale emissies van de motoren van Doel 1 en Doel 2.

Uit de effectbespreking in de discipline Lucht is gebleken dat emissies naar lucht door de KCD te beperkt zijn om aanleiding te geven tot effecten in de omgeving.

Er is bijgevolg geen verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed te verwachten (verwaarloosbaar).

2.6.2.2.2 Wijzigen van landschapsvisuele impact

Vanuit landschappelijk oogpunt brengt het project in vergelijking met de uitgangssituatie geen relevante veranderingen teweeg. De uitgangssituatie van de kerncentrale wordt quasi onveranderd voortgezet met uitzondering van enkele nieuwe installaties, zijnde de Filtered Containment Vent en het pompengebouw. Deze installaties zijn echter klein in vergelijking met de huidige schaal van de koeltorens en reactorgebouwen. De visuele impact van KCD op de omgeving verandert daardoor nauwelijks. De nieuwe installaties zijn zo ontworpen (gabariet, kleur en materialen) dat ze zich zo goed mogelijk integreren in het architecturaal geheel van de bestaande installaties van KCD. Er treedt bijgevolg geen bijkomende verstoring op ten aanzien van het beschermd cultuurhistorisch landschap ‘Slikken en schorren van Oude Doel’ en het landschappelijk geheel ‘Brakwaterschorren langsheen de Schelde ten noorden van Antwerpen’.

Vanuit andere erfgoedwaarden in de omgeving zijn de wijzigingen ten gevolge van de nieuwe installaties niet zichtbaar door de visuele afscherming van de bestaande gebouwen en dijken. Ter illustratie worden enkele foto’s van de huidige situatie weergegeven die genomen zijn op dezelfde locaties als in 2013 (Figuur 2-61).

Het effect op de landschapsvisuele impact wordt bijgevolg beoordeeld als verwaarloosbaar.

Foto ter hoogte van opnamepunt 1, Oostlangeweg (ARCADIS – augustus 2020)

Foto ter hoogte van opnamepunt 2, Scheldemolenstraat (ARCADIS – augustus 2020)

Foto ter hoogte van opnamepunt 3, Belgischedreef (ARCADIS – augustus 2020)

Foto ter hoogte van opnamepunt 4, Petrusstraat (ARCADIS – augustus 2020)

Foto ter hoogte van opnamepunt 5, Engelsesteenweg (ARCADIS – augustus 2020)

Foto ter hoogte van opnamepunt 6, Scheldemolenstraat (ARCADIS – augustus 2020)

Tot slot is ook nog een foto toegevoegd vanop rechteroever, aan de overkant van de Schelde (Scheldelaan). De aanpassingen die gedaan werden in het kader van LTO zijn niet zichtbaar op deze locatie.

Foto ter hoogte van Scheldelaan (bron Google street view – augustus 2019)

2.6.2.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

Tijdens de definitieve stopzettingen zullen er geen wijzigingen aan de infrastructuur van de site van KCD plaatsvinden die gepaard gaan met graaf- of bouwwerken. De landschapsvisuele impact van de KCD zal bijgevolg niet wijzigen (verwaarloosbaar).

Uit de discipline Lucht blijkt dat tijdens de definitieve stopzetting de dieselgroepen zullen blijven draaien zoals in de uitgangssituatie. De emissies zijn echter te beperkt om aanleiding te geven tot een verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed door verzuring. Het effect op landschappelijke relicten en erfgoed is bijgevolg verwaarloosbaar.

2.6.2.4 Nul-alternatief

In het nul-alternatief (= no-LTO situatie) hebben er geen ingrepen plaatsgevonden in het kader van de levensduurverlenging van Doel 1 en 2. Landschapsvisuele verstoring tegen gevolge van bouwwerken en bijkomende infrastructuur zou bijgevolg niet opgetreden zijn. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze verstoring in de LTO-situatie als verwaarloosbaar wordt beoordeeld.

Uit de discipline Lucht blijkt dat in het nul-alternatief (dus wanneer de Doel 1 en 2 niet meer in werking zijn) emissies in 2015 beperkt zouden afnemen ten opzichte van de uitgangssituatie. De emissies naar lucht door de KCD zijn echter te beperkt om aanleiding te geven tot een verstoring van landschappelijke relicten en erfgoed door verzuring. Er wordt bijgevolg geen wijziging in het effect op landschappelijke relicten en erfgoed verwacht. Het effect blijft verwaarloosbaar.

Wat de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie betreft kan geconcludeerd worden dat er geen verschil is tussen de DSZ in 2015 (= nul-alternatief) of in 2025.

2.6.2.5 Cumulatieve effecten

Er worden wat de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie betreft geen cumulatieve effecten verwacht met andere projecten in de omgeving.

2.6.2.6 Grensoverschrijdende effecten

Er treden geen grensoverschrijdende effecten op voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie.

2.6.3 Monitoring

Er zijn voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie geen maatregelen met betrekking tot monitoring en evaluatie nodig.

2.6.4 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Er worden geen milderende maatregelen of aanbevelingen noodzakelijk voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie.

2.6.5 Leemten in kennis

Er zijn geen leemten in de kennis.

2.6.6 Conclusies

De impact van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO kan voor de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie beoordeeld worden als verwaarloosbaar. Er worden geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie verwacht.

De effecten van de DSZ en het nul-alternatief zijn eveneens verwaarloosbaar.

2.7 Mens – Gezondheid en Veiligheid

Bijlage A - Kaart 3: Gewestplan

Bijlage A - Kaart 4: Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan

Bijlage A - Kaart 23: Bodemgebruik

Bijlage A - Kaart 24: Kwetsbare functies

Bijlage A - Kaart 25: Terreinen van Seveso-inrichtingen

Bijlage A - Kaart 26: Verschilkaart NO2 LTO

Bijlage A - Kaart 27: Verschilkaart NO2 no LTO

2.7.1 Methodologie

2.7.1.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied in het kader van deze discipline wordt gedefinieerd door een zone van 5 km rondom het bedrijfsterrein. Als uit de analyse blijkt dat de potentiële effecten verder reiken, zal een grotere zone bestudeerd worden.

2.7.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

Volgens het nieuwe richtlijnenboek voor Mens – gezondheid gebeurt de beschrijving van de referentiesituatie in de eerste stap van fase A:

- FASE A: Inventarisatie (prefase)
  - Stap 1. Beschrijving van ruimtegebruik en betrokken populatie: Deze fase omvat de beschrijving van ruimtegebruik en de betrokken populatie in het studiegebied.

Daarnaast wordt er ook een beschrijving gegeven van het akoestisch klimaat en de luchtkwaliteit ter hoogte van het studiegebied. Hiervoor wordt verwezen naar de disciplines Geluid & trillingen en Lucht & klimaat.

2.7.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

Volgens het nieuwe richtlijnenboek voor Mens – gezondheid gebeurt de effectbeschrijving en -beoordeling in de volgende stappen:

- Stap 2. Identificatie van potentiële relevante milieustressoren:
  - De deskundige lijst alle potentiële (relevante) milieustressoren afkomstig van de activiteiten op. Potentiële chemische stressoren die relevant zijn en binnen het MER besproken worden, zijn opgenomen in een sectorspecifieke lijst. Voor KCD is dit de sector "elektriciteitscentrales". Voor deze sector zijn voor emissies naar de lucht SO_X, NO_X, ozon, N_2O, CH_4, PAK's, metalen, $PM_{2,5}$, PM_{10} en dioxines opgenomen. Gezien er enkel verbranding is van dieselbrandstof, worden echter enkel SO_X, NO_X, PAK's, $PM_{2,5}$, PM_{10} uitgestoten. Ozon is een secundaire polluent en hiervoor kan aldus geen dispersiemodellering worden uitgevoerd.

    Daarnaast kunnen bijkomende chemische stressoren gedefinieerd worden door de abiotische MER-disciplines (we denken hiervoor aan CO).

Tabel 2-58 Lijst van de stressoren en de gerelateerde gezondheidsimpact voor het project

Stressoren	**Specifieke omschrijving stressor en/of bron, gezondheidsimpact**	**Argumentatie waarom stressor, indien aanwezig, niet wordt opgenomen**
Chemische stressoren		
Luchtverontreiniging	Emissie van werfmachines en het werfverkeer Emissies ten gevolge van de exploitatie van de KCD	Uit de discipline lucht blijkt dat de impact op de luchtkwaliteit, zowel in de constructiefase als in de exploitatiefase, verwaarloosbaar is. Er worden dan ook geen relevante gezondheidseffecten verwacht.
Verontreiniging bodem en grondwater	Accidentele emissie	Bij eventuele accidentele emissie dient cfr. het Bodemdecreet onmiddellijk te worden ingegrepen. Binnen de KCD worden de nodige maatregelen genomen om een aantasting van de bodem- en grondwaterkwaliteit te vermijden. Bovendien legt de bodemwetgeving op dat er bij accidentele verontreiniging onmiddellijk wordt ingegrepen. Blootstelling aan een accidentele bodem- of grondwaterverontreiniging dan ook niet verder onderzocht in de discipline Mens gezondheid.
Verontreiniging oppervlaktewater	Lozing van afvalwater	Sanitair afvalwater wordt na zuivering in 5 biorotoren in de Schelde geloosd. Het industrieel afvalwater wordt apart opgevangen en afgevoerd en al dan niet na behandeling in de Schelde geloosd. Gezien het Scheldewater niet gebruikt wordt voor drinkwaterwinning, noch als recreatiewater, is blootstelling aan verontreiniging via oppervlaktewater niet relevant en wordt het niet verder onderzocht in deze discipline.
Geur	De voornaamste verbrandingsgassen die geëmitteerd worden zijn geurloos (CO, NO en CO_2) of slechts	/

Stressoren	Specifieke omschrijving stressor en/of bron, gezondheidsimpact	Argumentatie waarom stressor, indien aanwezig, niet wordt opgenomen
	waarneembaar bij hoge concentraties (NO_2)[31]. Andere stoffen met een typerende geur bij KCD zijn ammoniak en hydrazine, maar hun opslagkarakteristieken vermijden de geuremissies. Geurhinder wordt dan ook niet verder onderzocht in de discipline Mens gezondheid.	
Fysische stressoren		
Geluid	Geluidsemissies van werfmachines en het werfverkeer Geluidsemissies ten gevolge van de exploitatie van Doel 1 en 2.	/ (Er zal onderzocht worden of er mogelijks gezondheidseffecten optreden ten gevolge van geluidsemissies.)
Trillingen	Het nieuwe filtergebouw Doel 1 en 2 werd gefundeerd op geboorde palen (filtergebouw Doel 1 en 2). Dit veroorzaakt geen voelbare trillingen buiten het bedrijfsterrein.	/
Wind	Ondanks de aanwezigheid van hoge constructies (koeltorens), is er geen relevante windhinder te verwachten gezien de afstand tot bewoning.	/
Licht, schaduw	Schaduw van de stoompluim (exploitatiefase)	/ (Er zal onderzocht worden of er mogelijk schaduwhinder is als gevolg van de geëmitteerde stoompluim.)
Warmte	Lozing van koelwater in de Schelde	Er zijn voor de mens geen gezondheidseffecten te verwachten van de thermische effecten van de lozing van koelwater in de Schelde.
Elektromagnetische straling	Er worden geen effecten van elektromagnetische straling buiten de terreingrenzen van KCD verwacht.	/
Biologische stressoren		
Infectiegevaar	Koeltorens vormen mogelijks een risico op de ontwikkeling van Legionella (exploitatiefase)	/ (Het risico op blootstelling aan Legionella zal worden beoordeeld op basis van de historiek van eventuele besmettingen en de bestaande preventieve maatregelen.)
Acute vergiftiging door toxines	Er zijn geen relevante bronnen van biologische toxines verbonden aan de aanleg- of exploitatiefase van de KCD.	/
Chronische toxiciteit	Er zijn geen relevante bronnen van chronische toxiciteit van biologische	/

[31] Stikstofdioxide heeft een prikkelende, irriterende geur. De geurdrempel ligt tussen 100 µg/m³ en 410 µg/m³. Door aanpassing werd echter geen geur waargenomen bij een geleidelijke toename (15 minuten) in de concentratie van 0 tot 51000 µg/m³ (bron: WHO, Air Quality Guidelines, 2000).

Stressoren	Specifieke omschrijving stressor en/of bron, gezondheidsimpact	Argumentatie waarom stressor, indien aanwezig, niet wordt opgenomen
	oorsprong verbonden aan de aanleg- of exploitatiefase van de KCD.	
Allergenen	Er zijn geen relevante bronnen van allergenen verbonden aan de aanleg- of exploitatiefase van de KCD.	/
Overlast van ongedierte	Er zijn tijdens de aanleg- of exploitatiefase van de KCD geen elementen die ongedierte aantrekken.	/
Andere		
Stofhinder	Neervallend stof bij de aanlegfase	Woonfuncties bevinden zich op voldoende afstand van de KCD. Bovendien dienen de werken uitgevoerd te worden cfr. Vlarem om stofdepositie zoveel mogelijk te beperken.
Nabijheid van groene ruimte	Inname van groene ruimte	Aanpassingen in het kader van LTO vinden enkel plaats binnen de grenzen van de site van de KCD. De site is afgesloten met een omheining. Dit maakt dat het terrein momenteel geen publieke functie heeft. Nabijheid van groene ruimte is dan ook verder niet relevant in de discipline Mens gezondheid.
Psychosomatische aspecten	Bezorgdheid bij omwonenden omwille van de activiteiten in de KCD (exploitatiefase)	/ (Er zal onderzocht worden of er mogelijks psychosomatische effecten optreden ten gevolge van de exploitatie van de KCD.)

- FASE B: Milieueffectrapportage (MER-fase)
  - Stap 3. Inventarisatie van stressoren: Potentieel relevante milieustressoren worden geïnventariseerd. De relevantie wordt afgetoetst aan de selectiecriteria voor verdere gezondheidskundige evaluatie van blootstelling (deze verschilt per stressor). De blootstellingsgegevens worden geleverd als resultaat van modelleringen, gemeten externe concentraties (emissies, immissies), berekende inschattingen of kwalitatieve beoordelingen.
  - Stap 4. Beoordeling gezondheidsimpact: Gezondheidsrisicoanalyse is de studie van fysische, chemische en biologische agentia in de leefomgeving, die een (relevante) impact kunnen hebben op de gezondheid. Om de impact van een activiteit/instelling op de gezondheid van de betrokken populatie in het studiegebied in het MER te evalueren, wordt rekening gehouden met:
    - de ernst van de wijziging in het milieu – indien relevant – afgetoetst aan de mate waarin van overschrijding van advieswaarden;
    - de omvang en aard van de bestaande milieudruk en de grootte van de betrokken populatie
- FASE C: Post-evaluatie
  - Stap 5: Post-evaluatie:

- De initiatiefnemer van het project formuleert voorstellen om bepaalde stressoren t.g.v. het project op te volgen in de tijd. Dit kunnen voorstellen zijn van het type milieumetingen, gezondheidsregistraties, klachtenregistratie –en behandeling, bevraging bij de bevolking, organisatie van (risico-)communicatie, opvolging van wetenschappelijke literatuur, samenwerking met overheidsdiensten of lokale gezondheidswerkers (bv. medische milieukundigen), of eventuele lokale klankbordgroepen.

2.7.2 Beschrijving van het ruimtegebruik en de betrokken bevolking

Tabel 2-59 geeft een overzicht van diverse aspecten van het ruimtegebruik in het studiegebied.

Tabel 2-59 Ruimtegebruik in het studiegebied van de inrichting

Ruimtegebruik & Populatie	**Eenheid**	**Invloedsgebied**		**Argumentatie**
		Aantal of % van gebied	**Afstand & windrichting tot bron**	
Ruimtegebruik				**Bron: Geopunt, gewestplan, orthofoto**
Kinderdagverblijven	aantal	6	2 op 4,5 km – NO 4,7 km - NO 4,8 km - NO 4,9 km - NO 4,9 km – ZW	
Kleuterscholen	aantal	3	4 km – NO 4,4 km - NO 4,9 km – NO	
Basisschool	aantal	3	4 km – NO 4,4 km - NO 4,9 km – NO	
Secundair onderwijs	aantal	0		
Speelterreinen, vakantieverblijven	aantal	0		
Sportterreinen, scoutsterrein, speelbos, …	aantal	10	4,2 km – NO 4,3 km – NO 4,5 km – NO 4,6 km - NO 4,7 km - NO 2 op 5 km – NO 3,7 km – O 500 m – Z 3 km - Z	
Ziekenhuizen	aantal	0		
Bejaardentehuizen/woonzorgcentra	aantal	2	4,6 km – NO 4,7 km - NO	
Woonzone	% van studiegebied	2%	900 m - Z	Doel

Ruimtegebruik & Populatie	Eenheid	Invloedsgebied		Argumentatie
		Aantal of % van gebied	Afstand & windrichting tot bron	
Landbouwactiviteit	% van studiegebied	25%	100 m - W	Poldergebied
Waterwinningsgebied: oppervlakte water + grondwater	% van studiegebied	17%	800 m - O	Schelde
Groenzone/natuur	% van studiegebied	19%	600 m - O	Paardenschor, Schor Ouden Doel, Galgenschoor
Industriegebied	% van studiegebied	36%	1,5 km - Z	
Andere: recreatiegebied, autosnelwegen, gebied voor gemeenschapsvoorzieningen en openbaar nut	% van studiegebied	0,4%		

De KCD wordt begrensd door poldergebieden.

Binnen een straal van 5 km rond het projectgebied, is de bevolkingsdichtheid vrij beperkt. Deze perimeter omvat een omvangrijk deel van de haven van Antwerpen, de Schelde en de dunbevolkte polders. Het aantal mensen in de nabije omgeving van de centrale (in een straal van 2 000 m rond de inrichting) is zeer beperkt. Maximaal 150 mensen wonen op zo een korte afstand van de centrale.

Tabel 2-60 Bevolkingsaantal in een straal van 2 en 5 km rond de kerncentrale van Doel (bron: Statbel)

	Bevolkingsaantal statistische sectoren in een straal van 2 km rond KCD	Bevolkingsaantal statistische sectoren in een straal van 5 km rond KCD
2014	146	10445
2015	141	10486
2016	136	10521
2017	121	10557
2018	110	10680
2019	110	10685

In de dorpskern van het polderdorp Doel, op ongeveer 900 m ten zuiden van KCD, wonen een 20-tal inwoners. De bevolking in het dorp Doel neemt reeds vele jaren af onder invloed van de havenontwikkelingen en de woononzekerheid.

In het gewestelijk RUP ‘Afbakening Zeehavengebied Antwerpen’ dat vastgesteld werd in april 2013 was voorzien dat de gehuchten Ouden Doel en Rapenburg zouden worden onteigend voor de bouw van het Saefthingedok en de aanleg van natuurcompensaties. Dit RUP werd gedeeltelijk geschorst door de Raad van State in december 2013 omdat de natuurcompensaties de realisatie van de havenontwikkeling vooraf diende te gaan. Dit maakte dat opnieuw het gewestplanbestemming van toepassing was op Doel (woongebied). Voor de havenontwikkeling op Linkeroever werd in oktober 2014 een aangepast RUP

vastgesteld. Dit RUP werd in december 2016 vernietigd. In mei 2017 werd ook het RUP van april 2013 dat betrekking heeft op het rechter Scheldeoevergebied vernietigd door de Raad van State.

Daarop werd in juli 2016 een startbeslissing genomen om op strategisch niveau onderzoek te voeren naar de realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit volgens de procedure 'Complexe projecten'. Op 20 december 2019 stelde de Vlaamse Regering het voorkeursbesluit over het complex project "Realisatie Extra containerbehandelingscapaciteit in het Havengebied Antwerpen" ("CP ECA") principieel vast, waarmee op verscheidene plaatsen extra ruimte voor containerbehandelingscapaciteit wordt gecreëerd, maar zonder dat Doel daar voor hoeft te verdwijnen. Via een samenwerking met de betrokken partijen in een 'Werkgroep Doel' werkt de Vlaamse overheid een toekomstperspectief voor Doel uit.

Verder bevinden er zich geen woongebieden in de directe omgeving van KCD. Wel liggen er verspreid in de polders verschillende wooneenheden en wooncluster, onder meer de poldergehuchten Ouden Doel, Rapenburg, Saftingen en Prosperpolder. In de verspreide bewoning van de Grote Doelpolder wonen nog ca. 100 personen. Lillo bevindt zich aan de overzijde van de Schelde op ongeveer 2,5 km, met een residentiële populatie van een 40-tal personen. In een straal van 5 km bevinden zich de meeste inwoners in Zandvliet (ca. 3500 personen) en Berendrecht (ca. 6000 personen).

Ten slotte wordt het Havencentrum Lillo (Scheldelaan 444 – Haven 621, Lillo) vermeld. Het Havencentrum is gelegen in het havengebied, ter hoogte van Lillo-Fort (2,5 km in zuidoostelijke richting t.a.v. KCD). Hier worden opleidingen gegeven en kunnen zich er tijdens de werkuren grote groepen mensen (scholen, ...) bevinden. In Bijlage A - Kaart 23 wordt het bodemgebruik getoond binnen de ruime omgeving rond de KCD.

De ruime omgeving van de kerncentrale wordt gekenmerkt door een sterke industrialisering (havengebied). KCD ligt in het Antwerps havengebied. Dit havengebied bevat uitgestrekte industrieterreinen aan weerszijden van de Schelde. De industriële ondernemingen in de Antwerpse havenzone stellen rechtstreeks meer dan 60.000 personen tewerk. Daarnaast zijn er nog de vele onderaannemers die dagelijks aan het werk zijn in de Antwerpse havenzone. De aanwezigheid van deze industrie zorgt voor een gevoelige verhoging van de populatie binnen het studiegebied, zowel overdag als 's nachts, aangezien een belangrijk deel van de bedrijven volcontinu produceert.

De Antwerpse havenzone wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een (petro)chemische cluster enerzijds en containerterminals anderzijds. Voorbeelden van (petro)chemische installaties rondom de site zijn BASF, Ineos Manufacturing Belgium, Invoyn Manufacturing Belgium, Gunvor Petroleum Antwerpen en Bayer Agriculture. Op linkeroever zijn er bedrijven zoals Borealis Kallo, Ineos Phenol Belgium en Ashland Specialities Belgium. Globaal genomen betreft het installaties die onderworpen zijn aan de zogenaamde SEVESO-richtlijn betreffende de preventie van de risico's van zware ongevallen die zouden kunnen worden veroorzaakt door bepaalde industriële activiteiten.

De dichtstbijzijnde Sevesobedrijven situeren zich t.a.v. de KCD op ca. 1,5 km. Het betreffen de bedrijven langs de Scheldelaan die zich op de rechteroever bevinden van het Antwerpse havengebied (waaronder Gunvor Petroleum Antwerpen, Ineos Manufacturing Belgium, Inovyn Manufacturing Belgium, Vesta Terminal Antwerp, Bayer Agriculture). De Sevesobedrijven in de ruime omgeving van de KCD worden gesitueerd op Bijlage A - Kaart 25.

2.7.3 Uitgangssituatie

2.7.3.1 Geluidshinder

Het oorspronkelijk omgevingsgeluid ter hoogte van de dichtst bij gelegen woningen, gelegen in agrarisch gebied, (immissiepunten IP-11, IP-12, IP-13 en IP14 in de discipline geluid) wordt geschat op 45,6 dB(A). Dit is reeds een (lichte) overschrijding van de milieukwaliteitsnorm voor de avond en nacht (45 dB(A)).

Het specifiek geluid van de continue bronnen van KCD bedraagt ter hoogte van deze woningen 38,2 tot 41,4 dB(A). De impact van KCD op het omgevingsgeluid is hier dus 0,7 tot 1,4 dB(A). Daarnaast zijn er bij KCD tal van noodgroepen opgesteld, die aangeduid kunnen worden als niet-continue bronnen. Behoudens effectieve noodgevallen draaien deze installaties echter enkel overdag. Er werd in de discipline geluid daarom een tijdgewogen impact bepaald op basis van de draaiuren van de noodinstallaties. De werking van de discontinue bronnen leidt ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen tot een tijdsgewogen specifiek geluid van 20,3 tot 32,2 dB(A). Dit is dus ruim lager dan het specifiek geluid van de continue bronnen.

Het tijdsgewogen totaal specifiek geluid bedraagt alzo 38,5 tot 41,8 dB(A) ter hoogte van de woningen. De milieukwaliteitsnorm voor de dag (50 dB(A)) wordt niet overschreden.

De impact van de continue en discontinue bronnen zorgen voor een toename van 0,8 tot 1,5 dB(A) ten opzichte van het oorspronkelijk omgevingsgeluid. Dit verschil is niet hoorbaar. Dit geldt a fortiori dus ook voor woningen die verder gelegen zijn (gehucht Ouden Doel (IP-13), woonkern Lillo). De impact van KCD wordt voor de dichtst bij gelegen woningen (met een specifieke bijdrage van meer dan 1 dB(A)) beoordeeld als beperkt negatief wegens het reeds overschrijden van de milieukwaliteitsnorm.

Voor de overige woningen en verder gelegen woonzones is de impact verwaarloosbaar.

2.7.3.2 Schaduw van de waterdamppluim

De witte waterdamppluim van de koeltorens kan op grote afstand zichtbaar zijn. Hoe groter de afstand echter, hoe minder groot de impact hiervan is, omdat de stoompluim zich mengt met wolken en daarvan niet meer de onderscheiden is.

Bij een studie[32] uitgevoerd nabij de Franse kerncentrale van Bugey in 1979 – 1980 werden pluimen geobserveerd en statistieken verzameld over hun type, lengte en hoogte, en interactie met lage wolken, nevel of mist. Van de 1000 geobserveerde pluimen waren 72% volledig zichtbaar, 13% weinig zichtbaar door de aanwezigheid van nevel, mist of lage wolken, en 15% mengden zich met hogere wolken.

Van de volledig zichtbare pluimen, was 63% minder dan 1 km lang en slechts 9% langer dan 5 km. De gemiddelde lengte was ongeveer 1,6 km. Andere bevindingen waren:

- zichtbare pluimen zijn langer wanneer de relatieve vochtigheid hoger is en de omgevingstemperatuur lager,

[32] Impact de la réfrigération atmosphérique, P. Méry, Aménagement en Nature nº 94

- de langste pluimen vormen zich wanneer de hemel bedekt is met natuurlijke wolken en wanneer de windsnelheid laag tot gemiddeld is,
- de langste en hoogste pluimen vormen zich in het begin van de ochtend. Hun lengte en hoogte nemen vervolgens af tot ze rond het einde van de namiddag op hun kleinst zijn. Verder worden in de winter en de lente de grootste pluimen waargenomen.

Op de site van Bugey werden ook wijzigingen in het microklimaat als gevolg van de waterdamppluimen onderzocht, met name variaties in temperatuur, vochtigheid, aantal uren zon en neerslag. In de buurt van de centrale werd zowel een referentiemeetplaats (buiten de invloedszone van de pluimen) als 2 meetplaatsen in de invloedszone geplaatst. Er werden gegevens verzameld van januari 1978 tot december 1983. Hieruit werden volgende conclusies getrokken:

- de vermindering van het aantal uren zon bedraagt 2 tot 5%, wat overeenkomt met een vermindering van 40 à 100 uren zon per jaar[33], op afstanden van 1,5 tot 3 km van de centrale. Dit blijkt veel minder te zijn dan de natuurlijke variatie in aantal uren zon van jaar tot jaar;
- de globale afname van de lichtsterkte bedraagt tussen 4 en 6%;
- er worden geen significante verschillen gevonden, noch tijdens de dag, noch tijdens de nacht, in vochtigheid, temperatuur of neerslag tussen het referentiestation en de 2 doelstations.

We merken op dat de meeste bewoning zich op meer dan 3 km van de kerncentrale bevindt, en de afname van het aantal zonne-uren hier dus verwaarloosbaar is.

De kern van Doel ligt op ca. 1,3 km ten zuiden van de koeltorens. Dit wil zeggen dat bij een noordelijke windrichting (tot NNW en NNO) de meeste kans op schaduw van de damppluimen is. Deze windrichting komen in België slechts ca. 12 % van de tijd voor. De overheersende windrichting in België is ZW (32% ZZW, ZW en WZW). Dit is richting Schelde en haven waar geen bewoning aanwezig is.

Gelet op bovenstaande, wordt de vermindering van de zonneschijnduur als gevolg van de damppluimen van de koeltorens beoordeeld als beperkt negatief tot verwaarloosbaar.

2.7.3.3 Infectiegevaar door Legionella

Er zijn op de site van KCD volgende koeltorens aanwezig:

- 2 open recirculerende koeltorens (CW) van Doel 3 en Doel 4;
- diverse hulpkoeltorens van D3 / D4 en WAB;
- koeltorens van D1/2.

Door de aanwezigheid van open koeltorens is het legionellabesluit (Besluit Vlaamse Regering van 09/02/2007) van toepassing bij KCD. Dit besluit bepaalt maatregelen tegen Legionella pneumophila ter voorkoming van de veteranenziekte.

Legionella leeft wijdverspreid in water. Zij groeit in biofilms aan de oppervlakte van meren, rivieren en beken. Lage hoeveelheden kunnen uitgroeien tot hoge concentraties als groeibevorderende factoren (ijzeren leidingen, rubberen afdichtingen) aanwezig zijn. Omstandigheden die een groei van de Legionella-bacteriën bevorderen, zijn:

[33] Ter vergelijking: in 2014 waren er in Ukkel ca. 1600 uren zon, wat een normale waarde is.

- Stagnerend water;
- Watertemperatuur tussen 20°C en 50°C, de optimale temperatuur is 35°C - 46°C;
- Zuurtegraad tussen 5 en 8,5;
- Sediment dat aanleiding geeft tot vorming van een biofilm;
- Aanwezigheid van micro-organismen, zoals algen, flavobacteriën, Pseudomonas, amoeben.

Besmetting met de Legionella bacterie vindt plaats via de longen en er wordt aangenomen dat de infectie overgebracht wordt door het inademen van de bacterie in zeer kleine druppeltjes water, verspreid in de lucht (nevel).

Volgens hoger vermeld besluit dient KCD een beheersplan op te stellen dat een beschrijving van de installatie, een risicoanalyse en preventiemaatregelen omvat. Bij iedere wijziging van de installatie die een invloed kan hebben op de kans op ontwikkeling van Legionella en minstens om de vijf jaar wordt dit beheersplan geëvalueerd en eventueel bijgestuurd.

De open recirculerende koeltorens van Doel 3 en Doel 4 en de hulpkoeltorens van D3 / D4 en WAB maken gebruik van Scheldewater. Gelet op het feit dat dit brak water is, vormen deze koeltorens geen risico voor Legionellabesmetting ten gevolge van het hoge zoutgehalte.

Enkel de hulpkoeltorens van Doel 1/2 worden met stadswater op peil gehouden. Overeenkomstig het beheersplan worden deze hulpkoeltorens minstens 2 maal per jaar bemonsterd en geanalyseerd op de aanwezigheid van Legionella. Indien, uitzonderlijk, de grenswaarde van het besluit wordt overschreden, dan worden de nodige maatregelen genomen (reinigen, biocide verhogen) en opnieuw controles uitgevoerd.

Voor zover bekend hebben zich nog nooit Legionella besmettingen voorgedaan als gevolg van de exploitatie van de koeltorens bij KCD.

Er kan dan ook besloten worden dat mits toepassing van het beheersplan het risico voor besmetting met Legionella vanuit de koeltorens verwaarloosbaar is.

2.7.3.4 Psychosomatische aspecten en risicoperceptie

Psychosomatische klachten hangen samen met risicoperceptie.

Voor zover bekend zijn er geen gegevens over het voorkomen van psychosomatische klachten (in de nabije omgeving, of in België of Vlaanderen in het geheel) als gevolg van de exploitatie van de kerncentrale van Doel.

Wel zijn er gegevens beschikbaar van bevragingen en enquêtes naar de houding (incl. risicoperceptie) van kernenergie, nucleaire technologie en de kerncentrales van België bij de algemene Belgische bevolking.

Risicoperceptie

Gegevens over de risicoperceptie van de bevolking t.a.v. KCD zijn beperkt. De onderzoeksgroep PISA van het SCK•CEN voert periodiek een nationale enquête uit (SCK•CEN Barometer). Deze gaat niet alleen over het KCD, maar is een algemene bevraging over de risicoperceptie van de nucleaire sector (http://science.sckcen.be/en/Institutes/EHS/SPS/STS/Risk_perception/Barometer).

De risicoperceptie van de site van Doel zelf is niet specifiek onderzocht.

SCK•CEN Barometer

SCK•CEN onderzoekt sinds 2002 de publieke perceptie van stralingsrisico's en de houding tegenover nucleaire energie. Dit onderzoek gebeurt in het Programma voor de Integratie van Sociale Aspecten in nucleair onderzoek (Programme for Integration of Social Aspects into nuclear research - PISA). Het onderzoek gebeurt vooral via de "SCK•CEN Barometer". Dit is een brede bevraging van de bevolking (meer dan 1000 personen), representatief voor volwassen Belgen (18+), verdeeld over de provincies, gewesten, urbanisatieniveau, geslacht, leeftijd en tewerkstellingsstatus. Door het grote aantal deelnemers kunnen algemene trends worden gevolgd, maar is ook diepgaander onderzoek naar onderliggende processen gerelateerd met de sociale aspecten van kerntechnologie mogelijk. De gegevens worden verzameld via "Computer Assisted Personal Interviewing", wat inhoudt dat een persoonlijke bevraging wordt uitgevoerd bij de mensen thuis waarbij de antwoorden worden opgenomen op een draagbare harddisk. De interviews worden uitgevoerd door professionele interviewers van een marktonderzoek-bureau. De SCK•CEN Barometers omvatten terugkerende onderwerpen zoals perceptie van diverse stralingsrisico's, vertrouwen in de actoren in de nucleaire sector en meningen over het gebruik van kernenergie, maar ook meer gedetailleerde vragen over specifieke onderwerpen. In de periode vóór 2015 zijn de laatste gegevens zijn afkomstig van 1002 interviews tussen 15 augustus en 13 september 2013.

Houding tegenover kernenergie

Op de vraag "Wat is uw mening over kernenergie?" antwoordde 38% noch voor, noch tegen kernenergie te zijn; 32% was tegen of helemaal tegen kernenergie en 27% was voor kernenergie. De betrouwbaarheid van energiebeschikbaarheid, de hoge elektriciteitsproductie en de lage CO2-uitstoot worden als de voornaamste voordelen aangeduid. De grootste argumenten tegen kernenergie zijn volgende respondenten radioactief afval, gevolgd door het risico op zware ongevallen en de mogelijkheid om nucleaire door hernieuwbare energie te vervangen.

Er werden 12 risicodomeinen bevraagd om de perceptie van de potentiële risico's voor de eigen gezondheid te evalueren. 53 % van de respondenten is bezorgd over de risico's van een nucleair ongeval en 52% over de risico's van radioactief afval. Men is iets minder bezorgd over chemisch afval of chemische ongevallen (48% resp. 47%). Medische X-stralen en natuurlijke straling, die significant bijdragen aan de jaarlijkse dosis voor de gewone burger, maar meer vertrouwd zijn, geven minder aanleiding tot bezorgdheid (20%). 38% van de respondenten schatten de risico's van de klimaatwijziging hoog tot zeer hoog in.

Verder voelt 42% zich goed beschermd tegen risico's van nucleaire installaties, terwijl 30% zich onveilig voelt. 52% is het eens of helemaal eens met de stelling dat kernreactoren in België op een veilige manier worden uitgebaat. 14 % is het hier niet of helemaal niet mee eens.

Gelet op het relatief grote vertrouwen in de veilige uitbating van de kernreactoren in België, is de hoge risicoperceptie van ongevallen met kernreactoren enigszins verrassend. Dit kan volgens de studie mogelijk verklaard worden door het feit dat mensen ook bezorgd zijn over ongevallen of behandeling van afval buiten de landsgrenzen, maar met implicaties voor België. Dit zou betekenen dat na het ongeval in Fukushima men meer bewust is dat nucleaire ongevallen wijd verspreide gevolgen kunnen hebben.

Verder vond 57% van de respondenten dat België zijn bestaande kerncentrales verder moet exploiteren tot aan het einde van hun levensduur, zonder hierna nieuwe te bouwen.

Het niveau van gepercipieerde veiligheid van nucleaire installaties was in 2013 hoger dan het niveau dat in 2011, kort na het ongeval in Fukushima, werd genoteerd. Dit gebeurde met op de achtergrond een verhoogde aandacht voor de veiligheid van nucleaire installaties in de jaren nadien, wat geresulteerd heeft in concrete acties zoals de stress tests of de controles van de integriteit van de reactormantel van Doel 3.

Perceptie over de bekwaamheid en betrouwbaarheid van de actoren in de nucleaire sector

Dit onderwerp wordt in de SCK•CEN Barometer bevraging onderzocht in vanaf 2011. In de editie van 2013 werd gevraagd aan te geven welke actoren in de nucleaire sector gekend zijn. Voor de gekende actoren werden bijkomende vragen gesteld. Dit onderzoek toont aan dat (toenmalig) Electrabel / GdF-SUEZ bij bijna iedereen (96%) bekend is. Bij de mensen die Electrabel / GdF-SUEZ kennen werden volgende antwoorden gegeven:

- Vertelt Electrabel / GdF-SUEZ de waarheid over risico's en voordelen van nucleaire technologie?
  - Akkoord of helemaal akkoord: 29% in 2013
- Is Electrabel / GdF-SUEZ technisch bekwaam in het nucleaire domein?
  - Akkoord of helemaal akkoord: 62% in 2013 (57% in 2011)

2.7.3.5 Veiligheid en niet-nucleaire ongevallen

De kerncentrale van Doel is een lagedrempel Seveso-inrichting. Dit betekent dat er gevaarlijke stoffen aanwezig zijn in hoeveelheden die de lage drempel overschrijden, maar de hoge drempel onderschrijden. Met aanwezigheid wordt bedoeld: zowel de feitelijke of voorziene aanwezigheid in opslaginstallaties, in procesinstallaties, in leidingen, in ... (als grondstof, tussenproduct, katalysator, solvent, eindproduct, ...), als de aanwezigheid die kan ontstaan wanneer een industrieel chemisch proces buiten controle geraakt. Uit de Seveso-toetsing blijkt de kerncentrale van Doel een lagedrempel inrichting is tengevolge van de hoeveelheid opgeslagen gasolie.

Lagedrempelinrichtingen moeten in het kader van het Samenwerkingsakkoord

- een kennisgeving indienen;
- een preventiebeleid opstellen;
- een veiligheidsbeheersysteem invoeren ter uitvoering van dit beleid.

Een SWA-VR of de opmaak van een OVR bij de aanvraag van een omgevingsvergunning is dus niet verplicht.

In het kader van het MER voor de hervergunning werd in 2010 wel een beoordeling van de externe mensrisico's en milieurisico's voor de aanwezige Seveso-stoffen opgemaakt (Tractebel Engineering, 9/07/2010). De voornaamste bevindingen worden hieronder samengevat.

Volgende installaties bevatten gevaarlijke stoffen (i.c. Seveso-stoffen):

- gasolie installaties: voorraadtanks voor de veiligheids- en noodinstallaties van de productie-eenheden Doel 1, 2, 3 en 4, voor de verwarmingsinstallatie van het magazijn, voor de hulpstoomketels en voor de garage;

- waterstof installaties: waterstofkoelkring van alternatoren van productie-eenheden Doel 1, 2, 3 en 4;
- hydrazine (4,9%) installaties: voorraadtanks voor de productie-eenheden Doel 1, 2, 3 en 4;
- installaties met waterige oplossing van kaliumchromaat[34], als conditioneringsmiddel in de gesloten koelkring: buffertanks voor de productie-eenheden Doel 1/2, 3 en 4 en voor de waterconditioneringseenheid WAB;
- magazijnen: opslag van eenheidsverpakkingen van allerhande producten.

Externe mensrisico's

De externe mensrisico's van een zwaar ongeval werden op een kwantitatieve wijze begroot middels een kwantitatieve risicoanalyse (QRA). Enkel producten met eigenschappen (toxisch, brandbaar, ontplofbare) die een invloed kunnen hebben op het externe mensrisico werden meegenomen in deze analyse. Zo worden de oplossingen van kaliumchromaat niet in deze paragraaf behandeld aangezien ze enkel milieugevaarlijk zijn.

De maximale effectafstanden (grootste afstand tot 1% letaliteit) werden berekend voor:

- warmtestraling;
- overdrukeffecten;
- toxische dampen.

De volgende maximale effectafstanden werden berekend:

[34] In 2010 omvatten de buffertanks nog concentraties tot 16,8% kaliumchromaat. Onder REACH is sinds 21/9/2017 is het gebruik van kaliumchromaat echter verboden (tenzij men een authorisatie of uitzondering krijgt). Om deze reden worden de installaties niet meer bijgevuld met deze concentraties en blijven de concentraties onder 1% (oplossing onder 1% vallen niet onder de regels).

Tabel 2-61 Maximale effectafstanden per insluitsysteem

Insluitsysteem	Scenario	Gebeurtenis	Effect	Maximale effectafstand
Gasolie installaties	ontsteking	Brand in inkuiping tank hulpstoomketels (1.200 m³)	Warmtestraling	30 m vanaf het middelpunt van de tank
Waterstof installaties	breuk van de verlaadslang + vertraagde ontsteking	Explosie	Overdruk	84 m
	breuk van de verlaadslang + onmiddellijke ontsteking	Fakkelbrand	Warmtestraling	27 m
Hydrazine installaties	breuk van de losleiding van de tankwagen	Vrijzetting toxische dampen	Toxische effecten	Verdamping van de plas is minimaal; concentratie met 1% letaliteit wordt nergens bereikt.
Eenheidsverpakkingen in magazijn	ontsteking	Brand	Warmtestraling	Enkele 10-tallen meters

Deze effectafstanden reiken niet tot buiten de terreingrenzen. Het externe mensrisico (risico voor personen aanwezig buiten de inrichting) is daarom verwaarloosbaar klein.

Milieurisico's

In tegenstelling tot het externe mensrisico wordt het milieurisico niet berekend en niet getoetst aan risicocriteria. De milieurisicoanalyse is in essentie een kwalitatieve oorzaken- en gevolgenanalyse, met de opsomming van de preventieve, de beschermende en de mitigerende maatregelen.

Voor de identificatie van installatie-onderdelen werd nagegaan waar in het bedrijf milieugevaarlijke stoffen[35] voorkomen, alsook in welke hoeveelheden en – voor zover van toepassing – in welke eenheidsverpakkingen deze worden opgeslagen.

Uit de analyse bleek dat enkel de producten hydrazine en gasolie kunnen vrijgezet worden met een hoeveelheid groter dan de grenswaarde.

Voor de installaties met deze producten werd een kwalitatieve milieurisicoanalyse uitgevoerd volgens het vlinderdasmodel.

Vlinderdassen zijn opgesteld voor:

- Hydrazine installaties Doel 3

[35] Dit zijn stoffen met één of meer van volgende eigenschappen: toxisch, gevaarlijk voor het aquatisch milieu, corrosief, stoffen met een significant biologisch zuurstofverbruik (BZV > 0,1 kg O2/kg), stoffen die een drijflaag kunnen vormen (stoffen die lichter zijn dan water en een waterloplosbaarheid van minder dan 100 mg/l hebben). Bluswater moet ook beschouwd worden.

- Hydrazine installaties Doel 4
- Hydrazine installaties Doel 1/2
- Gasolie installaties Doel 3
- Gasolie installaties Doel 4
- Gasolie installaties Doel 1/2

Deze rapporten worden periodiek gecontroleerd tijdens Seveso-inspecties.

Hieronder wordt een korte samenvatting gemaakt van de uitgevoerde analyses. Aangezien het voor de verschillende eenheden vrij identieke installaties zijn, is dit een globale samenvatting van de analyses.

Tabel 2-62 Vlinderdas gasolie – sectie opslag

Installatie : Gasolie **Sectie : opslag**			
vrijzetting : vrijzetting van gasolie door breuk of lek aan de opslagtank			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1. Overvulling opslagtank door lossen vrachtwagen	1.1 Controle op voldoende vrije ruimte in de opslagtank door niveaumeting 1.2 Overvulbeveiliging 1.3 Noodstop op de vrachtwagen + permanent toezicht (chauffeur + afgevaardigde KCD)	1. Vrijzetting van grote hoeveelheden 2. Bodemverontreiniging	1.1 Regelmatige controlerondes 1.2 Alarmering laag peil 2.1 Inkuiping 2.2 Gecontroleerde verwijdering van water (en/ of andere vloeistoffen) in de inkuiping 2.3 Periodieke controle van grondwater 2.4 Grondwater– en bodemsanering
2. Blootstelling aan corrosieve condities	2.1 Coating 2.2 Opslagtanks opgesteld in gesloten lokaal (uitz. tank van hulpstoomketels) 2.3 Periodieke inspectie van de opslagtanks		

Tabel 2-63 Vlinderdas gasolie – sectie verlading

Installatie : Gasolie **Sectie : verlading**			
vrijzetting : vrijstelling van gasolie door breuk of lek aan verladingsflexibel			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1. Beweging van aangekoppelde vrachtwagen	1.1 Procedure: chauffeur niet toegelaten in vrachtwagen tijdens transfer	1. Vrijzetting van grote hoeveelheden	ermanente aanwezigheid losoperator / chauffeur
	ielblokken plaatsen		1.2 Noodstop op vrachtwagenverpomping
2. Loskoppelen van een producthoudende flexibel	2.1 Procedure: lospistool sluiten aan het einde van de lossing	2. Verspreiding van lekvloeistof naar riolering	2.1 Absorptiemateriaal
3. Gebruik en manipulatie van flexibels (slijtage, ...)	3.1 Keuringsverslag slangen van leverancier		2.2 Opvangrecipiënt onder vrachtwagen – of vloeistofdichte losplaats
		3. Verspreiding via riolering naar Schelde	3.1 Opvangputten (H-putten) met biorotor

Tabel 2-64 Vlinderdas hydrazine – sectie opslag

Installatie : Hydrazine **Sectie : opslag**			
vrijzetting : vrijzetting van hydrazine oplossing door lek of breuk aan hydrazine tanks			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1.Overvulling van hydrazine tank	1.1 Niveauregelkring stopt vulling automatisch	1. Vorming vloeistofplas in lokaal	1.1 Interventiemateriaal absorptieworsten
	1.2 Overloop naar een gesloten put	2. Bodemverontreiniging	2.1 Inkuiping lokaal
2. Corrosie	2.1 Tank staat intern gebouw opgesteld		
	2.2 Materiaal van de omhulling is corrosiebestendig; nl. Inox		

Tabel 2-65 Vlinderdas hydrazine – sectie verlading

Installatie : Hydrazine **Sectie : verlading**			
vrijzetting : vrijzetting van hydrazine oplossing door breuk of lek aan verladingsflexibel			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1. Beweging van aangekoppelde vrachtwagen	1.1 Procedure: chauffeur niet toegelaten in vrachtwagen tijdens transfer	1. Vrijzetting van grote hoeveelheden	1.1 Permanente aanwezigheid losoperator / chauffeur 1.2 Noodstop op vrachtwagenverpomping
		2 . Bodemverontreiniging	2.1 Vloeistofdichte vloer met afgesloten opvangbak afgeleid naar riolering
	1.2 Wielblokken plaatsen		2.2 Interventiemateriaal absorptieworsten
2. Loskoppelen van een producthoudende flexibel	2.1 Procedure leegmaken flexibel op het einde van de lossing	3. Verspreiding via riolering naar Schelde	3.1 Opvangputten (H-putten) met biorotor
3. Gebruik en manipulatie van flexibels (slijtage,...)	3.1 Keuringsverslag slangen van leverancier		

De genomen maatregelen, om vrijzettingen van hydrazine en gasolie te voorkomen en gevolgschade aan het milieu te beperken, tonen aan het resterende milieurisico verwaarloosbaar klein is.

2.7.4 Effectbeoordeling

2.7.4.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2019

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie § 1.6.2 en 1.7.1).

Er zijn in deze periode geen wijzigingen geweest die een significante invloed hebben op de gezondheidsrelevante milieustressoren, met uitzondering van de plaatsing van bijkomende dieselgeneratoren in het GUM gebouw (periode 2015-2017).

Er werd in de discipline geluid, net als voor de uitgangssituatie, een tijdgewogen impact bepaald op basis van de draaiuren van de noodinstallaties. De werking van de discontinue bronnen leidt ter hoogte van de dichtstbijzijnde woningen tot een tijdsgewogen specifiek geluid van 21,2 tot 32,2 dB(A) (nog steeds ruim lager dan het specifiek geluid van de continue bronnen).

Het tijdsgewogen totaal specifiek geluid bedraagt 38,5 tot 41,8 dB(A) ter hoogte van de woningen. Het verschil met de situatie 2013-2014 is maximaal 0,1 dB(A) wat volledig verwaarloosbaar is. De milieukwaliteitsnorm voor de dag (50 dB(A)) wordt niet overschreden.

Er zijn geen wijzigingen in de werking van de continue bronnen ten opzichte van de uitgangssituatie.

De impact van de continue en discontinue bronnen zorgen voor een toename van 0,8 tot 1,5 dB(A) ten opzichte van het oorspronkelijk omgevingsgeluid. Dit verschil is niet hoorbaar. Dit geldt a fortiori dus ook voor woningen die verder gelegen zijn (gehucht Ouden Doel (IP-13), woonkern Lillo). De impact van KCD wordt voor de dichtst bij gelegen woningen (met een specifieke bijdrage van meer dan 1 dB(A)) beoordeeld als beperkt negatief wegens het reeds overschrijden van de milieukwaliteitsnorm.

Voor de overige woningen en verder gelegen woonzones is de impact verwaarloosbaar.

De impact van het al dan niet exploiteren van de centrales Doel 1 en 2 op het totale gepercipieerde risico van KCD wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

De werkzaamheden in het kader van constructie van de CFVS-gebouwen en het FE-pompgebouw (grondverzet, funderingen, aanvoer van materiaal, …) zorgen tevens voor geluidsemissies. Gecombineerd met de continue en tijdsgewogen niet-continue bronnen is de specifieke bijdrage van KCD ter hoogte van de dichtst bijzijnde woningen 39 tot 42,3 dB(A). De milieukwaliteitsnorm voor de dag wordt dus niet overschreden. Het geluidsniveau stijgt met 0,9 tot 1,7 dB(A) ten opzichte van het oorspronkelijk omgevingsgeluid. De werkzaamheden op zich veroorzaken ter hoogte van de woningen geen relevante toename ten opzichte van het oorspronkelijk omgevingsgeluid (maximaal 0,2 dB(A)).

Er worden geen andere gezondheidseffecten geïdentificeerd die verdere evaluatie behoeven.

2.7.4.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2020-2025)

2.7.4.2.1 Geluidshinder

Er zijn geen wijzigingen in de werking van de continue bronnen ten opzichte van de uitgangssituatie. De toestand met betrekking tot de discontinue bronnen is voor de periode 2020-2025 overeenkomstig de toestand 2015-2019 (zie § 2.7.4.1).

2.7.4.2.2 Schaduw van de waterdampluim

Er vinden in de LTO-situatie geen wijzigingen plaats in de exploitatie van de open koeltorens van Doel 3 en 4 ten opzichte van de uitgangssituatie (zie § 2.7.3.3).

2.7.4.2.3 Infectiegevaar door Legionella

Er vinden als gevolg van het LTO-project geen wijzigingen plaats in de exploitatie van de open koeltorens van Doel 3 en 4 ten opzichte van de uitgangssituatie.

Er wordt daarom verwezen naar § 2.7.3.3.

2.7.4.2.4 Psychosomatische aspecten en risicoperceptie

SCK•CEN Barometer

In de periode 2015 tot heden zijn de volgende gegevens beschikbaar:

- barometer 2015: 1028 interviews tussen 11/09/2015 en 13/10/2015
- barometer 2018: 1083 interviews tussen 27/11/2017 en 26/02/2018

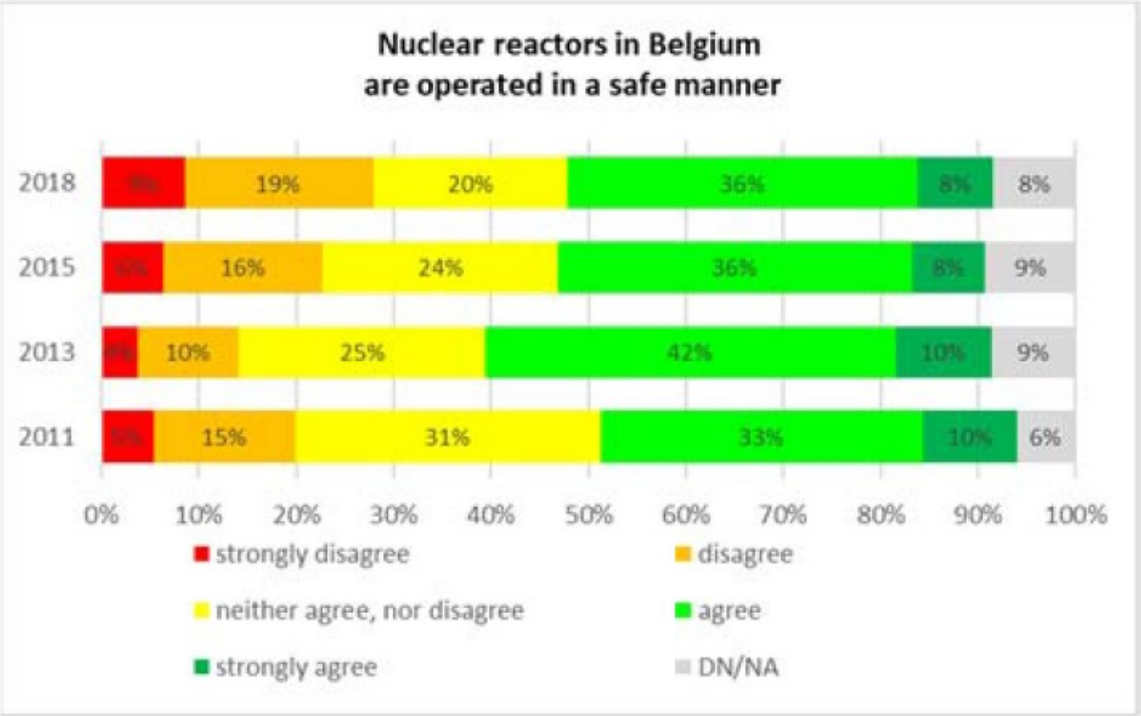
Houding tegenover kernenergie

De houding tegenover kernenergie werd de voorbije jaren meer uitgesproken en meer gepolariseerd in vergelijking met 2013: in 2018 was 26% voor noch tegen (tegenover 35% in 2015 en 38% in 2013), 35% was in 2018 tegen of helemaal tegen (tegenover 26% in 2015 en 32% in 2013), 37% was in 2018 voor of helemaal voor (eveneens 37% in 2015 en 27% in 2013),

Er werden in 2015 en 2018 opnieuw meerdere risicodomeinen bevraagd om de perceptie van de potentiële risico's voor de eigen gezondheid te evalueren. Het percentage bevraagden met een hoge of zeer hoge risicoperceptie van nucleaire of chemische ongevallen en afval is in 2018 vergelijkbaar met het jaar 2013, en iets lager dan 2015. Medische X-stralen en natuurlijke straling worden nog steeds als minst risicovol aanzien.

In vergelijking met 2013, voelt men zich iets minder goed beschermd tegen risico's van nucleaire installaties: 40% voelt zich goed beschermd in 2015 en 35% in 2018 tegenover 42% in 2013; terwijl in 2015 35% en in 2018 45% zich onveilig voelt (tegenover 30% in 2013).

Het percentage van de bevraagden dat het ermee eens is dat kernreactoren in België veilig worden uitgebaat, is in 2018 vergelijkbaar met 2015, maar iets afgenomen ten opzichte van 2013 (zie Figuur 2-62).



Figuur 2-62 Perceptie van de veiligheid van kernreactoren in België in de periode 2011-2018 (N>1000, gewogen steekproef in 2015 en 2018)

Bij de mensen die ENGIE Electrabel[36] kennen werden volgende antwoorden gegeven:

- Vertelt ENGIE Electrabel de waarheid over risico's en voordelen van nucleaire technologie?
  - Akkoord of helemaal akkoord: 18% in 2018, 21% in 2015 (tegenover 20% in 2013 en 14% in 2011)
- Is ENGIE Electrabel technisch bekwaam in het nucleaire domein?
  - Akkoord of helemaal akkoord: 49% in 2018, 58% in 2015 (tegenover 62% in 2013 en 59% in 2011)

Er tekenen zich geen duidelijke trends af in het vertrouwen in ENGIE Electrabel.

Hoewel zeer waardevol, kan uit de resultaten van de Barometer niet worden afgeleid of de bevraagden zich in zodanige mate zorgen maken over een nucleair ongeval, dat men (omwonenden of personen die verder van een kerncentrale wonen) hierdoor psychosomatische klachten ontwikkelt (bvb. slapeloosheid, hoofdpijn, rugklachten).

Wel kan men verwachten dat er indien zich een nucleair ongeval voordoet, er zich zowel fysieke als mentale gezondheidseffecten zullen voordoen. De ernst van deze gezondheidseffecten zal uiteraard afhangen van de ernst van het nucleair ongeval.

[36] Electrabel GdF SUEZ in de bevraging van 2015

Anderzijds wordt risicoperceptie (los van het feit of deze al dan niet tot gezondheidseffecten leidt) wel beïnvloed door kennis van deze risico's.

Uit de bevragingen van de SCK•CEN Barometer blijkt dat de kennis van de bevraagden over ioniserende straling relatief beperkt is. Meer dan één op vier respondenten hebben geen kennis van de natuurlijke radioactiviteit van het menselijk lichaam, radioactief verval of het verschil tussen bestraling en contaminatie. De algemene kennis over de nucleaire sector is iets groter dan specifieke kennis over radioactieve straling. Twee op drie respondenten weten dat radioactief afval niet alleen door kerncentrales worden geproduceerd en 80% weet dat radioactief afval apart van chemisch afval wordt behandeld.

Communicatie

ENGIE Electrabel en de site KCD informeren het publiek via verschillende kanalen. Zo is ENGIE Electrabel vertegenwoordigd in het Belgisch Nucleair Forum. Dit Forum verenigt het merendeel van de ondernemingen en instellingen die actief zijn in de verschillende toepassingen van kerntechnologie. Het Belgisch Nucleair Forum informeert aan de hand van een website (www.nucleairforum.be) en uiteenlopende acties, gaande van de organisatie van conferenties en technische bezoeken tot de publicatie van algemene informatiebrochures en -documenten over kernenergie en -technologie.

KCD zelf voert een beleid met betrekking tot zowel interne als externe communicatie. Hieronder wordt onder meer elk verzoek tot informatie bedoeld, het onderzoeken en opvolgen van klachten, maar ook het actief informeren van belanghebbende doelgroepen, waaronder natuurlijk de omwonenden. Vanuit dit oogpunt werd het Doel Infocenter opgericht (1997), een bezoekers- en informatiecentrum. Door de steeds strengere toegangsregels en wetgeving zijn deze bezoeken inmiddels niet langer mogelijk. Foto's en beeldmateriaal kunnen nog wel geraadpleegd worden in de mediatheek (https://nuclear.engie-electrabel.be/nl/pers-media). Daarnaast verspreidt KCD driemaandelijks een informatiemagazine, 'Doelbewust' naar de omwonenden in een straal van 15 km rondom de site. Hierin wordt informatie verstrekt over kernenergie en de opwekking ervan, over energiegerelateerde onderwerpen (rationeel energieverbruik), maar ook over de inspanningen die KCD levert op het gebied van veiligheid en leefmilieu. In het kader van haar EMAS registratie (sinds 2002) publiceert KCD jaarlijks ook een gevalideerde milieuverklaring over haar milieuprestaties.

KCD heeft via een procedure geregeld dat elke vraag die binnenkomt, via om het even welk kanaal, een antwoord krijgt. Dit gebeurt met behulp van zogenaamde milieucommunicatiefiches.

KCD werkt ook mee aan verschillende natuurprojecten (Slechtvalkenproject) en natuurbelevingsprojecten (Doel Ecofietsroute).

Tot slot organiseert KCD ook verschillende vormen van overleg met belanghebbende groepen. Enerzijds is er de klankbordraad, waarin vertegenwoordigers van de verschillende gemeenten rondom de centrale samenzitten met de directie van KCD, om op die manier de verstandhouding tussen de centrale en haar omgeving te bevorderen. De verslagen van deze klankbordraad zijn openbaar. Anderzijds is er het milieuoverleg, waarbij KCD samenkomt met vertegenwoordigers uit verschillende milieu- en natuurorganisaties, maar ook met lokale en regionale overheidsinstanties.

Conclusie

Hoewel een belangrijk deel van de bevolking bezorgd is over een nucleair ongeval, zijn er geen gegevens dat dit als hoog gepercipieerde risico ook psychosomatische effecten veroorzaakt. Het is evenwel zeer waarschijnlijk dat er indien zich een nucleair ongeval voordoet, er mentale gezondheidseffecten kunnen verwacht worden.

De impact van het al dan niet exploiteren van de centrales Doel 1 en 2 op het totale gepercipieerde risico van KCD (zie § 2.7.4.4.3) wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

2.7.4.2.5 Veiligheid en niet-nucleaire ongevallen

De LTO-situatie verschilt niet noemenswaardig van de uitgangssituatie. Er zijn enkele dieselgeneratoren bij geplaatst sinds 2013/2014, maar aangezien de opgeslagen hoeveelheden gasolie bij deze generatoren veel lager is dan deze bij de hulpstoomketels (1.200 m³), is de kuipbrand van deze laatste opslagtank nog steeds een omhullend scenario.

Het extern mensrisico zal bijgevolg nog steeds verwaarloosbaar zijn.

Er zijn geen andere wijzigingen met een invloed op het externe mensrisico.

Aangezien de aard en opslag- en leveringswijze van de milieugevaarlijke producten dezelfde blijven, blijven dezelfde vlinderdassen inzake de beheersing van de milieurisico's van toepassing. Deze tonen aan dat het resterende milieurisico verwaarloosbaar klein is.

Aanvullend aan het veiligheidsrapport, dat een analyse doet van de externe mensrisico's bij ongevallen waar gevaarlijke stoffen bij betrokken zijn, kunnen de effecten voor het milieu en gezondheid (andere dan onmiddellijk overlijden) van deze ongevallen kwalitatief worden beschreven. Zoals aangegeven in het veiligheidsrapport, zijn brand, explosie en vrijzetting van hydrazine mogelijke ongevalscenario's. Het RIVM voerde in 2009 een onderzoek[37] uit naar de verspreiding van stoffen bij branden.

In geval van branden wordt in het RIVM rapport op basis van een groot aantal metingen als uitgangspunt geformuleerd dat er vanaf 1 kilometer van de brand doorgaans geen sprake is van risico's voor mens en milieu. Uitzonderingen daarop zijn hele grote branden of branden waarbij mens en milieu aan zeer gevaarlijke stoffen staan blootgesteld, zoals een brand in een grote opslag met pvc-materialen of een grote pesticiden. Indien er al een verhoging van de concentratie van bepaalde polluenten is, is deze zo gering dat er bij eventuele blootstelling daaraan geen sprake is van gezondheidsrisico's. Binnen 1 km van de brand kunnen de concentraties in de lucht wel verhoogd zijn en zal per geval onderzocht moeten worden welke stoffen een eventueel risico vormen, hoe hoog de blootstelling aan deze stoffen is en wat de eventuele effecten op milieu en gezondheid zijn.

De depositie van stofdeeltjes uit een brand en de daaruit volgende verontreiniging van het milieu en gewassen is meestal niet erg hoog, zeker niet als de pluimstijging groot is. In die gevallen, waarin wel sprake is van een significante of sterke verhoging, strekt het gebied waarin die verhoging zich voordoet

[37] RIVM rapport 609022031/2009, 'Verspreiding van stoffen bij branden: een verkennende studie'. 2009.

zich uit tot maximaal een paar honderd meter van de brand. Vanaf ongeveer een halve kilometer en verder weg is de depositie vrijwel altijd nihil en leidt ze in ieder geval niet tot schadelijke effecten voor het milieu of noemenswaardige verontreiniging van de voedselketen (gewassen of producten van dieren in het effectgebied). Kritische componenten daarbij zijn dioxinen, PAK's, een aantal zware metalen en, soms, componenten zoals gebromeerde dioxinen, nitro-PAK's en zwavel-PAK's, die worden gevormd uit specifieke materialen.

Op basis van literatuur wordt aangenomen dat de meeste dieren gevoeliger zijn aan inhalatie blootstelling van hydrazine. Aangezien de 1% (menselijke)-letaliteit concentratie echter niet wordt bereikt bij een potentieel ongeval, en hydrazine in de atmosfeer instabiel is (levensduur van ongeveer 1h in een zuivere atmosfeer), zal het zich niet over grote afstanden verspreiden en worden buiten de terreingrenzen geen relevante effecten op fauna verwacht.

Verder zijn dieren over het algemeen gevoeliger aan overdrukeffecten dan mensen (waarbij vogels gevoeliger zijn dan zoogdieren, en kleine zoogdieren gevoeliger zijn dan grote). De maximale effectafstand voor 1%-(menselijke)-letaliteit bedroeg slechts 84 m. Deze effectafstand reikt niet buiten de terreingrens van KCD. Aangezien de overdruk in een open omgeving exponentieel afneemt met de afstand, zal het effect buiten de terreingrenzen dan ook snel afnemen. Er worden bijgevolg geen relevante effecten op fauna verwacht.

Globaal wordt het risico op aanzienlijke milieu- en gezondheidseffecten van niet nucleaire ongevallen zeer klein geacht.

2.7.4.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

2.7.4.3.1 Geluidshinder

Tijdens de periode van definitieve stopzetting zullen de veiligheidsgebonden tuigen, en dus ook de dieselgroepen, onderhouden en getest blijven worden zoals voorheen (tenzij mogelijk in de laatste drie maanden). Voor de bespreking van mogelijke geluidshinder wordt dan ook verwezen naar §2.7.4.2.1.

2.7.4.3.2 Schaduw van de waterdamppluim

Er vinden in deze periode geen wijzigingen plaats in de exploitatie van de open koeltorens van Doel 3 en 4 ten opzichte van de uitgangssituatie (zie § 2.7.3.3).

2.7.4.3.3 Infectiegevaar door Legionella

Er vinden tijdens deze periode geen wijzigingen plaats in de exploitatie van de open koeltorens van Doel 3 en 4 ten opzichte van de uitgangssituatie.

Er wordt daarom verwezen naar § 2.7.3.3.

2.7.4.3.4 Psychomatische aspecten en risicoperceptie

Tijdens de definitieve stopzetting daalt het nucleair risico uitgaande van Doel 12 naarmate er minder radioactiviteit aanwezig is in de installaties van Doel 12. Tijdens deze periode zal er ook geen elektriciteitsproductie meer zijn. Mogelijk heeft dit een invloed op de risicoperceptie van KCD als geheel, maar vermoedelijk zal dit effect klein zijn.

Er wordt in elk geval geen verschil verwacht in effecten tussen een DSZ in 2015-2019 versus in 2025-2029.

2.7.4.3.5 Veiligheid en niet-nucleaire ongevallen

In het begin van de DSZ zullen de water-stoomkringen en de meng- en injectietanks van Doel 12 worden leeggemaakt zodat er geen hydrazine meer aanwezig zal zijn. Eventuele toxische dampen kunnen hier dus niet meer vrijkomen. Het (verwaarloosbare) risico dat hier mee gepaard gaat is dus niet meer aanwezig.

Ook de waterstofflessen voor de koelkring van Doel 12 zullen in het begin van de DSZ worden geledigd. Het hiermee gepaard gaande explosierisico zal dus niet meer aanwezig zijn.

De dieseltanks bij bij de noodgeneratoren worden pas op het einde van DSZ leeggemaakt of ten vroegste wanneer de spijtstof uit de dokken is. Het hieraan gekoppelde risico op brand blijft dus aanwezig tijdens deze periode.

Er kan geconcludeerd worden dat het externe mensrisico als gevolg van ongevallen met gevaarlijke stoffen tijdens de DSZ iets kleiner (en nog steeds verwaarloosbaar) zal zijn.

Hetzelfde geldt voor de milieurisico's. De milieurisico's uitgaande van de gasolie installaties van Doel 12 zullen nog aanwezig zijn; deze van de hydrazine installaties van Doel 12 niet meer.

2.7.4.4 Nul-alternatief

2.7.4.4.1 Geluidshinder

Uit de discipline geluid blijkt dat er geen noemenswaardig verschil in geluidsbijdrage van de continue bronnen van KCD zal zijn ter hoogte van de dichtst bijzijnde woningen in de situatie LTO versus no-LTO. Tijdens de periode van definitieve stopzetting (2015-2019) worden de veiligheidstuigen getest zoals voorheen. De nieuwe dieselgroepen die werden bijgeplaatst, werden niet geplaatst in functie van LTO. Voor de bespreking wordt dan ook verwezen naar § 2.7.4.2.1.

Nadien (2020-2025) zouden de noodgroepen van Doel 1/2 niet meer getest worden. Het totale geluidsvermogen van KCD zal hiermee slechts dalen met 0,5 dB(A) ten opzichte van de toestand vóór 2020.

2.7.4.4.2 Schaduw van de waterdamppluim

De koeltorens die de waterdamppluimen emitteren zijn de open koeltorens van Doel 3 en 4. In het nul-alternatief vinden geen wijzigingen plaats in de exploitatie van deze koeltorens ten opzichte van de uitgangssituatie. Infectiegevaar door Legionella

In het nul-alternatief zullen Doel 1 en 2 geen koelwatervraag meer hebben. Aangezien de hulpkoeltorens van Doel 1 en 2 de enige koeltorens zijn waarvan een Legionella besmettingsrisico uitgaat naar de omgeving, kan gesteld worden dat het infectiegevaar door Legionella in de omgeving[38] in dit scenario onbestaande is.

---

[38] Besmettingsbronnen voor werknemers, zoals luchtbevochtigers en warmwatertapinstallaties, worden hier buiten beschouwing gelaten.

2.7.4.4.3 Psychosomatische aspecten en risicoperceptie

In het nul-alternatief worden centrales Doel 1 en 2 stilgelegd. Centrales Doel 3 en 4 zullen echter nog uitgebaat worden. Er wordt verwacht dat de risicoperceptie van KCD in haar geheel (en eventuele psychosomatische effecten) niet wijzigt ten opzichte van de LTO-situatie (verwaarloosbaar effect).

2.7.4.4.4 Veiligheid en niet-nucleaire ongevallen

Tijdens de periode van definitieve stopzetting (2015-2019) worden enkele gevaarlijke stoffen verwijderd zoals beschreven in § 2.7.4.3.5 (er is geen verschil met een stopzetting in 2025).

In de periode nadien (2020-2025) zullen ook de dieseltanks worden leeggemaakt zijn. Het (verwaarloosbare) risico dat hier mee gepaard gaat is dan niet meer aanwezig.

De milieurisico's uitgaande van de gasolie installaties en hydrazine van Doel 12 zullen dan evenmin nog aanwezig zijn.

Er kan geconcludeerd worden dat het milieu- en externe mensrisico als gevolg van ongevallen met gevaarlijke stoffen in het nul-alternatief iets kleiner zal zijn dan in het LTO-scenario en in beide gevallen verwaarloosbaar is.

2.7.4.5 Grensoverschrijdende effecten

De effecten van geluidshinder, schaduw van de waterdamppluim en infectiegevaar voor Legionella zijn verwaarloosbaar gezien de afstand tot KCD.

Men zal echter ook in Nederland bezorgd kunnen zijn over het risico op nucleaire ongevallen bij KCD. Net als voor Vlaanderen of België zijn geen specifieke gegevens over psychosomatische effecten als gevolg van deze risicoperceptie bekend. Er wordt verwacht dat de risicoperceptie van KCD in haar geheel (en eventuele psychosomatische effecten) niet wijzigt ten opzichte van de LTO-situatie (verwaarloosbaar effect).

2.7.5 Monitoring

Gezien de effecten beoordeeld worden als verwaarloosbaar, worden er geen voorstellen voor monitoring geformuleerd.

2.7.6 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Gelet op de afwezigheid van aanzienlijke effecten, worden geen mitigerende maatregelen of aanbevelingen voorgesteld.

2.7.7 Leemten in kennis

Voor zover bekend zijn er geen gegevens over het voorkomen van psychosomatische klachten (in de nabije omgeving, of in België of Vlaanderen in het geheel) als gevolg van de exploitatie van de kerncentrale van Doel.

Wel zijn er gegevens beschikbaar van bevragingen en enquêtes naar de houding (incl. risicoperceptie) van kernenergie, nucleaire technologie en de kerncentrales van België bij de algemene Belgische bevolking. Hoewel psychosomatische effecten samenhangen met risicoperceptie, kan hieruit niet worden afgeleid of personen die het risico op een nucleair ongeval als hoog percipiëren, ook psychosomatische klachten ontwikkelen.

2.7.8 Conclusies

Uit bovenstaande analyse blijkt dat de levensduurverlenging van Doel 1 en 2, met inbegrip van de constructiewerkzaamheden en de uitbating van de centrales, alsook de activiteiten tijdens de definitieve stopzetting, geen relevante effecten op de gezondheid hebben in vergelijking met het nul-alternatief.

2.8 Mens – Mobiliteit

Bijlage A - Kaart 1: Situering van het projectgebied op topografische kaart

Bijlage A - Kaart 2: Stratenplan

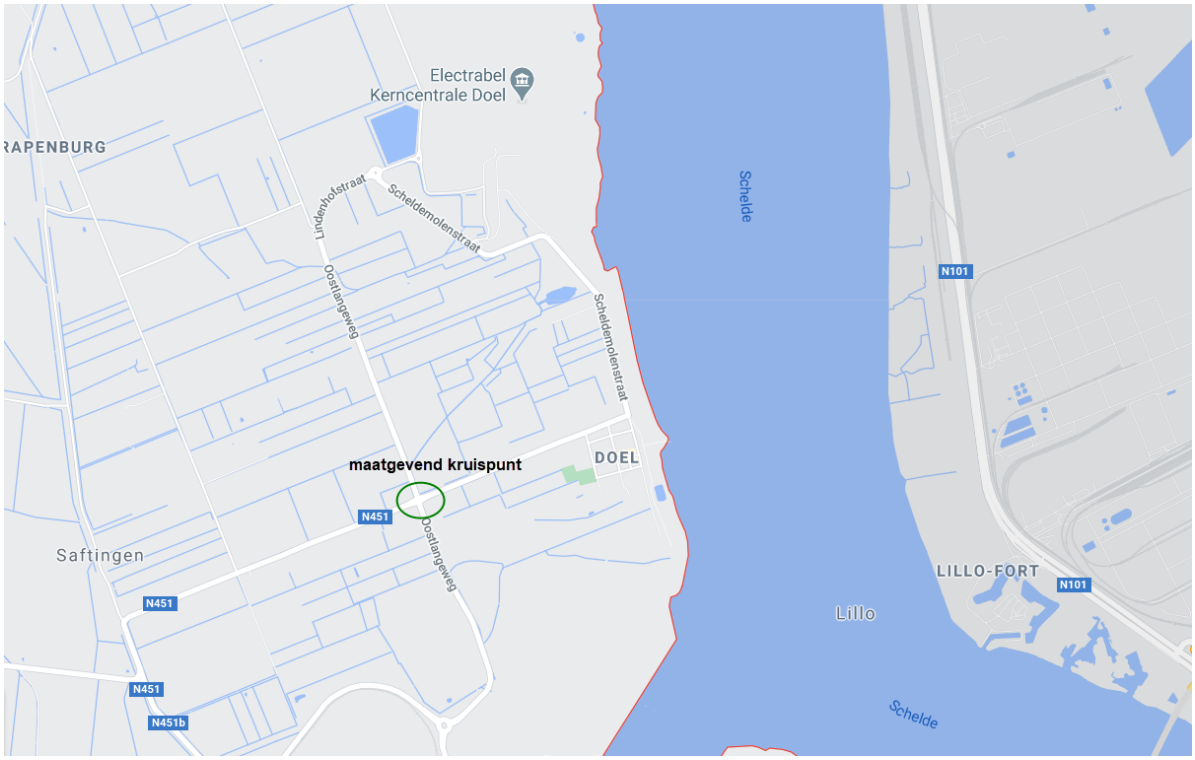
2.8.1 Methodologie

2.8.1.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline Mens – mobiliteit omvat de ontsluitingsinfrastructuur in de onmiddellijke omgeving van het project en de R2.

De KCD wordt voornamelijk ontsloten door de Lindenhofstraat/Oostlangeweg. Het maatgevende kruispunt voor de ontsluiting naar het hoger liggende wegennet is de kruising tussen de Oostlangeweg en de N451 (zie Figuur 2-63).

De Oostlangeweg zal zorgen voor de ontsluiting richting de Waaslandhaven (Kieldrechtsluis) en de R2 (richting Antwerpen, Brugge, Nederland). De N451 verzorgt de ontsluiting van de energiecentrale richting Nederland (Hulst).



Figuur 2-63 Situering van de ontsluitingswegen op mesoniveau

De toegangen tot de site zijn gesitueerd t.h.v. de Paardenschorstraat en de Scheldemolenstraat (zie Figuur 2-64).

Figuur 2-64 Situering van de toegangen

2.8.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

Het bereikbaarheidsprofiel in de uitgangssituatie omvat een beschrijving van de netwerken voor de verschillende verkeers- en vervoersmodi (langzaam verkeer, openbaar vervoer, vrachtverkeer, autoverkeer) in functie van de ontsluiting van het projectgebied.

2.8.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

Als gevolg van de werkzaamheden aan KCD in functie van de aanpassingen voor LTO zal er werfverkeer optreden met vervoer van werknemers en materialen. De verkeersstroom van en naar de KCD zal dus tijdelijk toenemen. Ook de verkeersstroom tijdens de bedrijfsfase in de toekomstige situatie zal in beeld gebracht worden om de effecten ervan op de verkeersafwikkeling in beeld te brengen. Daarnaast wordt ook bekeken of er wat betreft de verkeersafwikkeling wijzigingen optreden tijdens de definitieve stopzetting en in het nul-alternatief.

Voor de discipline mens - mobiliteit zal het effect als volgt beschreven worden:

- wijziging van de verkeersafwikkeling: kwantitatieve beschrijving o.b.v. inschatting van de verkeersgeneratie en resulterende intensiteit/capaciteit (I/C) verhoudingen van de wegvakken en/of de kruispunten.

De effectbeoordeling gebeurt als volgt voor:

- wijziging van de verkeersafwikkeling: beoordeling op basis van (de wijziging van) de I/C-verhouding in de toekomstige situatie volgens onderstaand beoordelingskader (Tabel 2-66).

Tabel 2-66 Significantiekader discipline mens-mobiliteit

Verzadigings-graad toekomstige situatie (incl. plan/project)	Evolutie t.o.v. verzadigingsgraad referentiesituatie (in procentpunt*)								
	Toename verzadigingsgraad				Verschil < 5 %-punt	Afname verzadigingsgraad			
	> 50 %-punt	20 à 50 %-punt	10 à 20 %-punt	5 à 10 %-punt		5 à 10 %-punt	10 à 20 %-punt	20 à 50 %-punt	> 50 %-punt
>100%	---	---	---	--	0	0	0	+	+
90-100%	---	---	--	-	0	0	+	++	++
80-90%	--	--	-	-	0	+	++	+++	+++
<80%	-	-	0	0	0	+	+++	+++	+++

Aangezien er geen cijfers over de verkeersaantallen beschikbaar zijn, gebeurt de beoordeling op basis van aannames en expert jugdement.

2.8.2 Uitgangssituatie

2.8.2.1 Algemeen

KCD is bereikbaar via de openbare weg en door zijn ligging aan de Schelde ook via het water. Voor deze laatste verbinding beschikt KCD over een roll-on roll-off kade, waarlangs zwaar materiaal kan worden aangevoerd. Deze kade wordt eerder sporadisch gebruikt.

Het transport dat verbonden is aan de dagdagelijkse werking van de kerncentrale, gebeurt hoofdzakelijk via de weg. De verkeersbewegingen worden hoofdzakelijk veroorzaakt door de voertuigen van het personeel en de onderaannemers van en naar de site. Daarnaast zijn er de transporten in functie van de bevoorrading en het onderhoud van de installaties (chemische stoffen, brandstof, vervangingsonderdelen, afvoer van afvalstoffen).

Het (zwaar) verkeer van en naar de kerncentrale verloopt via de Waaslandhaven, meer bepaald rondom het Deurganckdok, met aansluiting op de R2. Deze wegen doorkruisen geen woonkernen. Op deze hoofdroute zijn uiteraard een aantal andere routes , waarbij het verkeer zijn weg vindt door de polders, eventueel via Kieldrecht en via de N451 direct naar de aansluiting met de N49 expressweg Antwerpen – Knokke. Vanaf de R2 is er aansluiting naar de A12, de E34, N70, de E17 of de E19.

KCD beschikt over een parking met ca. 1.500 parkeerplaatsen waar personeel en contractorvoertuigen kunnen gestald worden. Gemiddeld zijn er zo'n 1.700 personen aanwezig op de site (overdag) en kan die aanwezigheid gekoppeld worden aan zo'n 1.300 voertuigen (personenwagens, vrachtwagens, bestelwagens…). Volgende opdeling wordt aangenomen: 900 personenwagens, 300 bestelwagens, 100 vrachtwagens. Dit is een gemiddelde waarde, bij grote werken/revisies neemt het aantal toe.

Het transport van personen van en naar de site gebeurt in piekperiodes, terwijl verwacht kan worden dat de leveringen per vrachtwagen verspreid over de dag gebeuren. In piekperiodes bedraagt het

personenvervoer tot 600 pwe/h (personenwageneenheden per uur) aangevuld met een vrachtwagendensiteit van 25 pwe/h (100 vrachtwagens staat gelijk aan 200 pwe, verdeeld over 8 uur). Op de meest drukke momenten (tussen 7u en 9u in de ochtend en tussen 16 en 18h in de avond) geeft dat dan 625 pwe/h (Project-MER, KCD Hernieuwing van de Vlarem-vergunning, Vincotte, 2010).

De aanwezigheid van KCD op het grondgebied van Beveren heeft natuurlijk een invloed op de verkeersstromen en de afwikkeling daarvan. Het havengebied is lokaal goed ontsloten en sluit van de R2 rechtstreeks aan op belangrijke verkeersaders zoals onder andere de A12, de E34, N70, de E17 of de E19. Het is echter niet meer dan logisch dat KCD, net als elk ander bedrijf, een aandeel heeft in de verzadiging van het wegennet rondom Antwerpen in de piekperiodes. Verzadiging van het lokale wegennet van en naar KCD treedt niet op. Druk verkeer in de ochtend- en avondspits is echter wel mogelijk.

In de uitgangssituatie zijn er enkele secties op de R2 (Linkeroever) en de aansluitende secties van de E34 en de A12, waar de I/C-verhouding van het wegverkeer op de spitsuren een verhouding van 80-100% bereikt (in het algemeen ligt deze verhouding lager dan 80%). Op de spitsuren treden er nog geen structurele files op. Ook in de verschillende bestudeerde scenario's voor de toekomstige ontsluiting van Antwerpen (Plan-MER Oosterweelverbinding, Antea, januari 2014) wordt op de R2 geen verzadiging bereikt.

2.8.2.2 Voetgangers

Netwerk

Binnen het studiegebied is geen netwerk voor voetgangers of wandelaars aanwezig. Er is wel een wandelpad op de Scheldedijk die de verbinding verzorgt tussen KCD enerzijds en het polderdorpje Doel anderzijds.

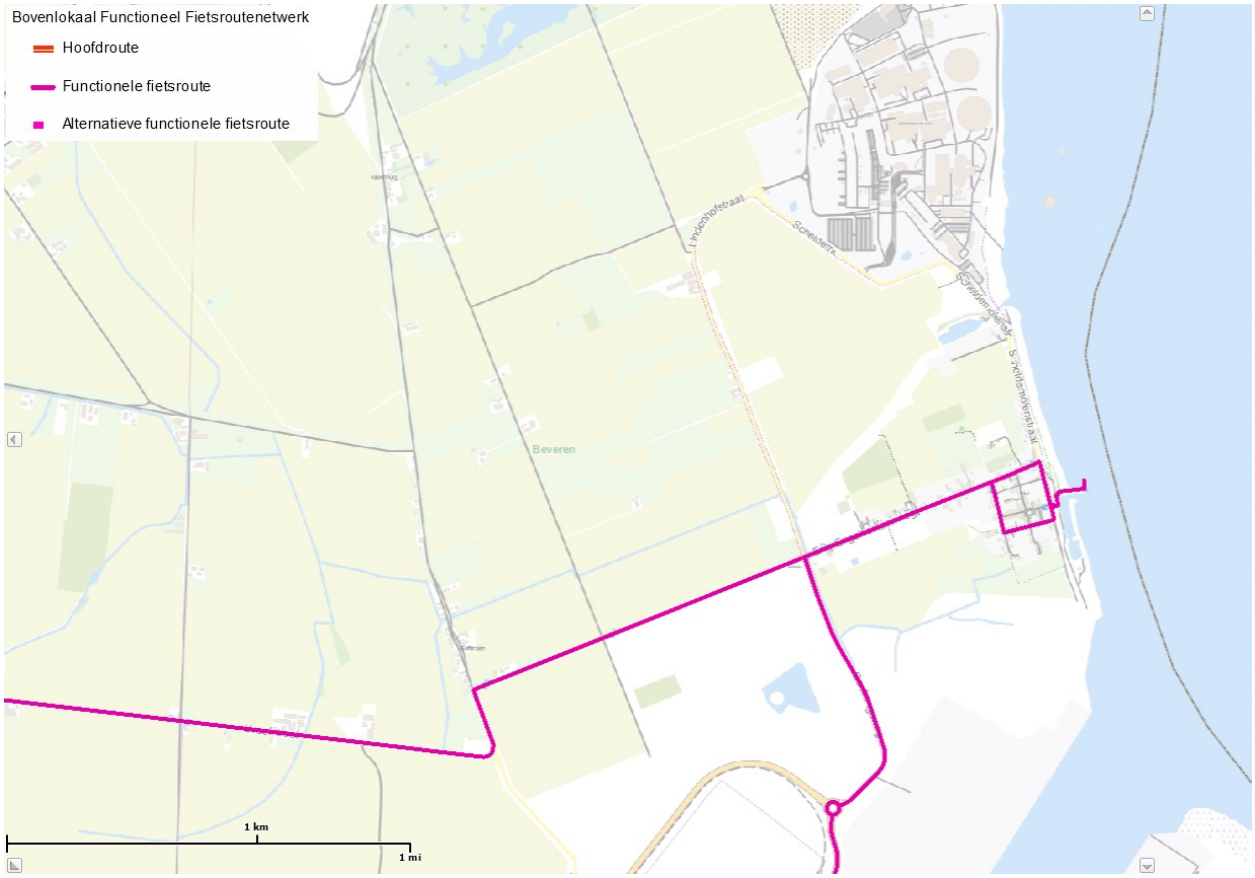
Infrastructuur

Er zijn geen voetpaden op de omliggende wegen.

2.8.2.3 Fietsverkeer

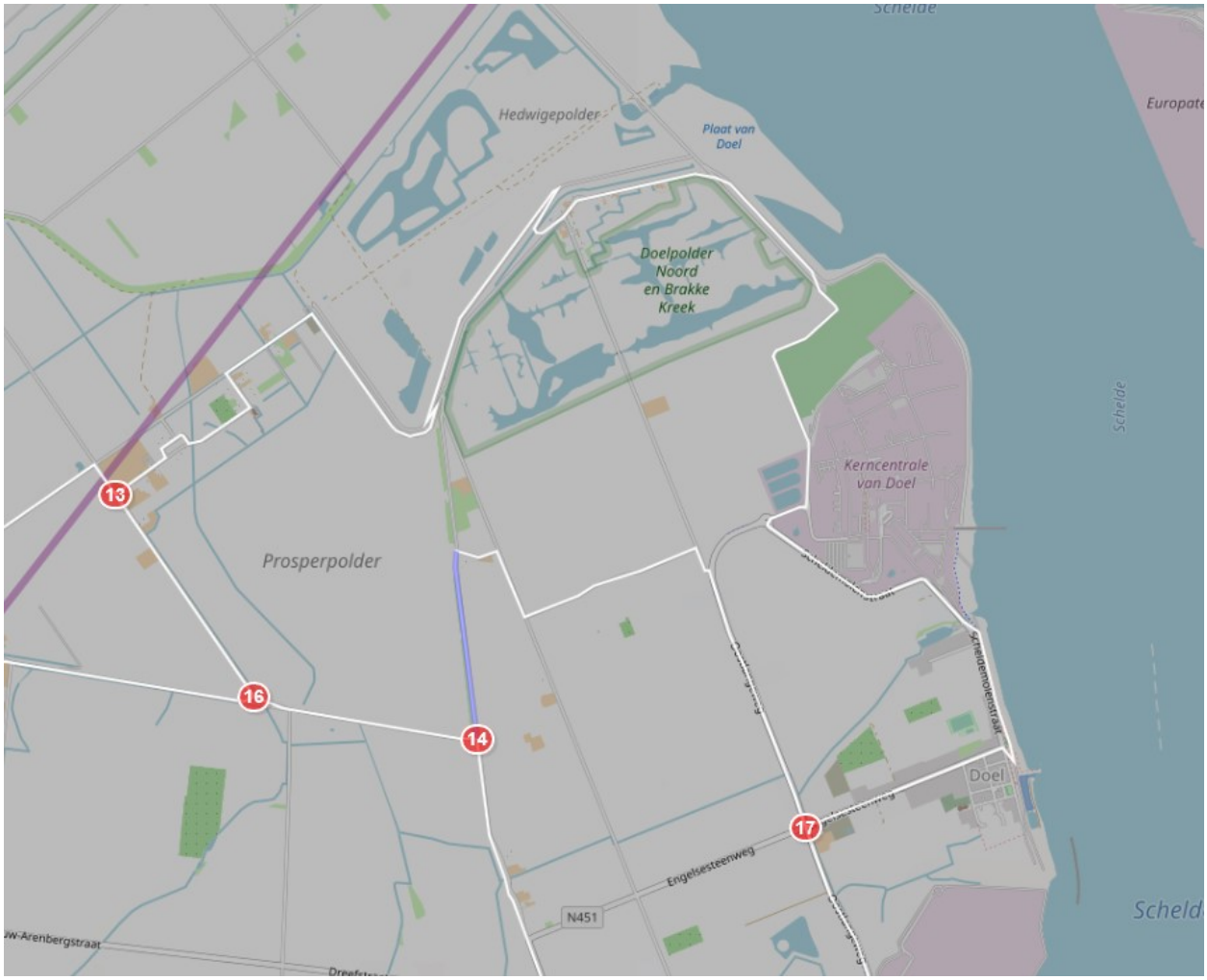
Netwerk

De N451 Engelsesteenweg en de Oostlangeweg zijn opgenomen als functionele fietsroutes in het Bovenlokaal functioneel fietsroutenetwerk, dat een lus maakt in het dorp Doel (Figuur 2-65).



Figuur 2-65 Bovenlokaal Functioneel Fietsroutenetwerk (bron: gisoost.be)

Binnen het recreatief fietsroutenetwerk is de Scheldemolenstraat geselecteerd als recreatieve fietsroute. Deze zorgt voor de verbinding tussen fietsknoop 17 en fietsknoop 13 doorheen Doel. Ook de Oostlangeweg is geselecteerd als een recreatieve fietsroute. Deze connecteert fietsknoop 14 met fietsknoop 17. Verder is in de omgeving ook fietsknoop 16 terug te vinden (Figuur 2-66).



Figuur 2-66 Fietsknooppuntennetwerk (bron: fietsnet.be)

Infrastructuur

Er zijn geen fietsvoorzieningen langsheen de Paardenschorsstraat

Langs de Scheldemolenstraat is er ter hoogte van KCD een tweerichtingsfietspad.

Er is t.h.v. de ontsluiting van de kerncentrale een fietsoversteek voorzien d.m.v. een middeneiland.

Het gedeelte van de Scheldemolenstraat parallel met de Schelde heeft geen fietsvoorzieningen.

Langs de Lindenhofstraat zijn er tweezijdige vrijliggende enkelrichtingsfietspaden. Over een beperkt deel moet een landweg gebruikt worden

T.h.v. de rotonde met de Paardenschorstraat is een fietsoversteek voorzien richting het dubbelrichtingsfietspad in de Scheldemolenstraat.

Ook langs de Oostlangeweg zijn er vrijliggende fietspaden aan beide zijden.

Langs de N451Engelsesteenweg, ten oosten van de Oostlangeweg zijn er vrijliggende fietspaden aan beide zijden. Deze gaan richting Doel over in aanliggende enkelrichtingsfietspaden.

Langs de N451 Engelsesteenweg ten westen van de Oostlangeweg zijn er geen fietsvoorzieningen.

Op het voorrangsgeregeld kruispunt tussen de N451 en de Oostlangeweg zullen fietsers langsheen de Oostlangeweg voorrang hebben op de N451 Engelsesteenweg. Fietsers die de oversteek willen doen van de N451 naar de Engelsesteenweg (of omgekeerd) dienen voorrang te verlenen aan het verkeer op de Oostlangeweg.

2.8.2.4 Openbaar vervoer

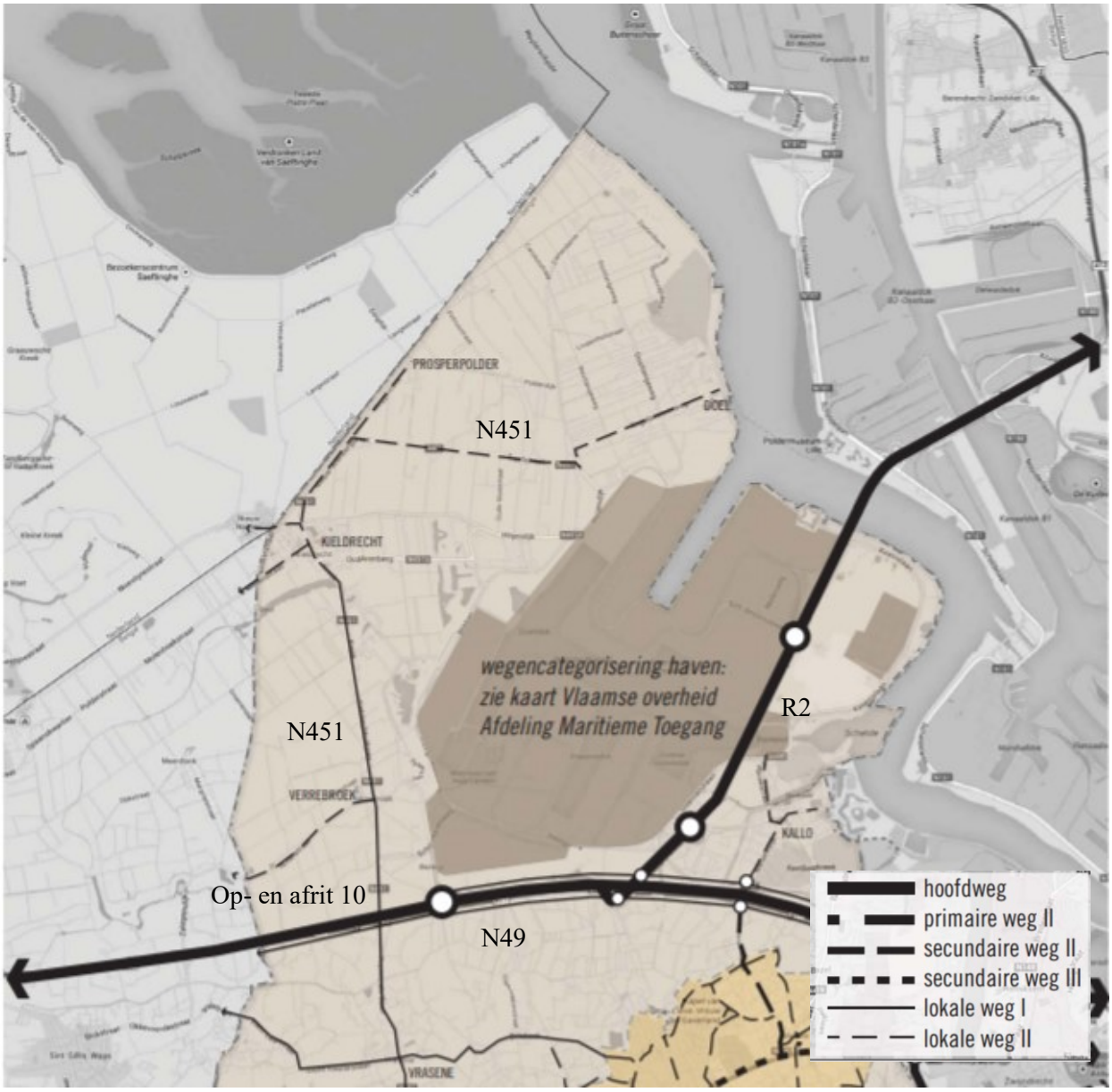
Er stopt geen enkele buslijn aan de energiecentrale van Doel. De dichtstbijzijnde openbaar vervoer lijn is lijn 31: Sint-Niklaas – Kieldrecht – (Doel). Deze lijn doet Doel centrum 2 maal per dag aan.

Ter hoogte van de ingang aan de Scheldemolenstraat zijn 2 bushavens gesitueerd. Deze worden d.m.v. een afgescheiden wandelpad (inclusief voetgangersoversteek) ontsloten naar de ontsluitingsweg. Er is echter geen halte van De Lijn meer aanwezig.

2.8.2.5 Autoverkeer

Netwerk

De N451 Engelsesteenweg is geselecteerd als een lokale weg type II (een lokale verzamelweg). Er is aansluiting naar het hogere wegennet N49 via op-en afrittencomplex 10 (Figuur 2-67).



Figuur 2-67 Wegcategorisering

Infrastructuur

Alle wegen in de omgeving van de centrale zijn uitgerust als 2x1 wegen. Het enige voorrangsgeregelde kruispunt in het studiegebied is het kruispunt tussen de N451 en de Oostlangeweg. Hierbij heeft de verkeersstroom op de Oostlangeweg voorrang op de andere takken.

Ter hoogte van de Paardenschorstraat zijn 2 kruispunten terug te vinden in de vorm van een rotonde. De ene voorziet de interne ontsluiting van de kerncentrale. De andere verdeelt het verkeer tussen de Paardenschorstraat, de Lindehofstraat en de Scheldemolenstraat. De Scheldemolenstraat kent een afslagstrook richting de ontsluitingsweg van de kerncentrale.

Voor de wegen die ontsluiten naar de R2 wordt aangenomen dat zij een capaciteit hebben van 1200 pwe per uur per wegvak (2x1, weinig kruispunten). Deze weg ontsluit hoofdzakelijk KCD en hoger werd

aangegeven dat er ongeveer 625 wagens verwacht worden in de spits, hoofdzakelijk in één richting (ochtend richting KCD, avond richting R2). Er kan dus aangenomen worden dat de verzadigingsgraad op deze wegen onder de 80% zit. Een verzadigingsgraad van <80% komt overeen met een vlotte doorstroming.

Voor de R2 werden hoger verzadigingsgraden weergeven (80% tot 100%, algemeen lager dan 80%). Een verzadigingsgraad van 80-90% komt overeen met licht filevorming, 90-100% met ernstige filevorming en >100% met oververzadiging.

2.8.3 Effectbeoordeling

2.8.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie hoofdstuk 1.6).

2.8.3.1.1 Wijziging van de verkeersafwikkeling

Het MER voor de hervergunning van de KCD site van 2010 geeft aan dat de verkeersintensiteiten veroorzaakt door het transport van KCD op de toegangsweg naar KCD aanzienlijk is in de piekmomenten en verwaarloosbaar daarbuiten. Het is ook zo dat door de geïsoleerde ligging van KCD, de weg ernaar toe vanaf het Deurganckdok bijna uitsluitend gebruikt wordt voor het transport van en naar KCD. Verzadiging van dit wegennet als gevolg van de aanwezigheid van de kerncentrale wordt dan ook niet verwacht.

Als gevolg van de werkzaamheden voor de aanpassingen in het kader van LTO heeft er werfverkeer plaatsgevonden. Het ging daarbij over:

- de toelevering van werfmaterialen;
- transport van afvalstoffen en te hergebruiken materialen;
- transport van werknemers d.m.v. privé-voertuigen of bedrijfsvoertuigen.

Het verkeer van en naar de kerncentrale is bijgevolg tijdelijk toegenomen.

Gezien de oorsprong, de leveringsfrequentie en de hoeveelheden van de vrachten en/of de afvoerketen van de afvalstoffen en hergebruiksmaterialen, is het transport uitsluitend met vrachtwagens uitgevoerd. Het potentieel aandeel aan werfverkeer bleef echter beperkt en leidde niet tot structurele verhoging van de verkeersstroom. Bovendien kan aangenomen worden dat transporten voor de toelevering van werfmaterialen, afvalstoffen en te hergebruiken materialen voornamelijk buiten de spitsuren hebben plaats gevonden.

Er zijn geen cijfers bekend van het aantal bijkomende verkeersbewegingen tijdens de periode 2013-2015. Gezien de verzadigingsgraad (buiten de spits) minder dan 80% (zie § 2.8.2.1 en § 2.8.2.5) bedroeg, een gedeelte van de bijkomende transporten buiten de spits gebeurde en de toename beperkt was, kan aangenomen worden dat het effect op de verkeersafwikkeling tijdens de bedrijfsfase hoogstens <u>beperkt negatief</u> was. Het is ook zo dat door de geïsoleerde ligging van KCD, de weg ernaar toe vanaf het

Deurganckdok bijna uitsluitend gebruikt wordt voor het transport van en naar KCD. Verzadiging van dit wegennet als gevolg van de aanwezigheid van de kerncentrale werd dan ook niet verwacht.

De impact ten gevolge van het werfverkeer in het kader van LTO op het bovenlokaal niveau, zijnde de verkeersknooppunten rond Antwerpen, kan als verwaarloosbaar worden beschouwd.

2.8.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)

2.8.3.2.1 Wijziging van de verkeersafwikkeling

Tijdens de bedrijfsfase in de toekomstige situatie zullen er bijkomende transporten plaatsvinden in functie van de bijkomende brandstofvoorziening voor de supplementair geïnstalleerde capaciteit aan dieselgroepen voor noodstroomvoorziening en een hoeveelheid jodium absorberende korrels voor de gefilterde drukontlasting. Het extra transport wordt aanzien als eenmalig gezien het verbruik van deze producten enkel zal gebeuren bij noodsituaties).

Het aantal werknemers zal bij de levensduurverlenging van Doel 1 en 2 licht toenemen. Het aantal werknemers wordt geraamd op:

- In de uitgangssituatie (2013-2014):
  - Interne werknemers: 1.018 (987,69 fulltime equivalenten)
  - Externe werknemers: 758
- In de bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025):
  - Interne werknemers: 1.045 (1.014,44 fulltime equivalenten)
  - Externe werknemers: 932

In totaal wordt er dus een toename van het personeelsbestand verwacht van ca. 11%.

Indien aangenomen wordt dat de verkeersintensiteiten evenredig zijn met het aantal werknemers (uitgaande van een zelfde modal split en vergelijkbare werkshiften) dan kan gesteld worden dat in de toekomstige situatie (met LTO) ook de verkeersintensiteiten zullen toenemen met 11% ten opzichte van de uitgangssituatie (2013-2014). Rekening houdend met een verzadigingsgraad (buiten de spits) van minder dan 80% (zie § 2.8.2.1 en 2.8.2.5), kan het effect op de verkeersafwikkeling op basis van het significantiekader (Tabel 2-66) beoordeeld worden als beperkt negatief.

2.8.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

Door de stopzetting van de elektriciteitsproductie bij Doel 1 en 2 verliezen heel wat systemen en tuigen hun functie. Hierdoor zijn er minder systemen en tuigen uit te baten en te onderhouden. Dit heeft zijn effect op de vereiste personeelsbezetting. Er wordt bijgevolg een geleidelijke afname van het personeelsbestand verwacht.

Anderzijds kan er ook een toename van transporten optreden in functie van de aan- of afvoer van materialen in het kader van de definitieve stopzetting. Deze toename wordt beperkt geacht.

Rekening houdend met een geleidelijke afname van het personeel en een beperkte toename van materiaaltransporten, wordt de globale impact op de verkeersafwikkeling tijdens de definitieve stopzetting beoordeeld als verwaarloosbaar.

2.8.3.4 Nul-alternatief

In het nul-alternatief (= de no-LTO situatie) hebben er geen ingrepen plaatsgevonden in het kader van de levensduurverlenging van Doel 1 en 2. Er zijn bijgevolg geen werftransporten gebeurd in functie aanpassingen aan Doel 1 en 2. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het effect op de verkeersafwikkeling in de LTO-situatie hoogstens beperkt negatief was.

Wanneer de levensduurverlenging van Doel 1 en 2 niet zou zijn uitgevoerd, zou het aantal werknemers vanaf 2015 licht afnemen. Deze trend zal zich geleidelijk aan verder zetten naar de volgende jaren. Het aantal werknemers wordt geraamd op:

- In de uitgangssituatie (2013-2014):
  - Interne werknemers: 1.018 (987,69 fulltime equivalenten)
  - Externe werknemers: 758
- In het nul-alternatief (vanaf 2015):
  - Interne werknemers: 934 (904 fulltime equivalenten)
  - Externe werknemers: 764

In totaal wordt er dus een afname van het personeelsbestand verwacht van ca. 4%.

Uitgaande dat de verkeersintensiteiten evenredig zijn met het aantal werknemers (met een zelfde modal shift en vergelijkbare werkshiften), kan er bijgevolg een afname van de verkeersintensiteiten verwacht worden, van eveneens ca. 4%. Het effect van een dergelijke afname op de verkeersafwikkeling is verwaarloosbaar.

Wat de discipline Mobiliteit betreft kan geconcludeerd worden dat het verschil tussen de DSZ in 2015 (= nul-alternatief) of in 2025 beperkt is.

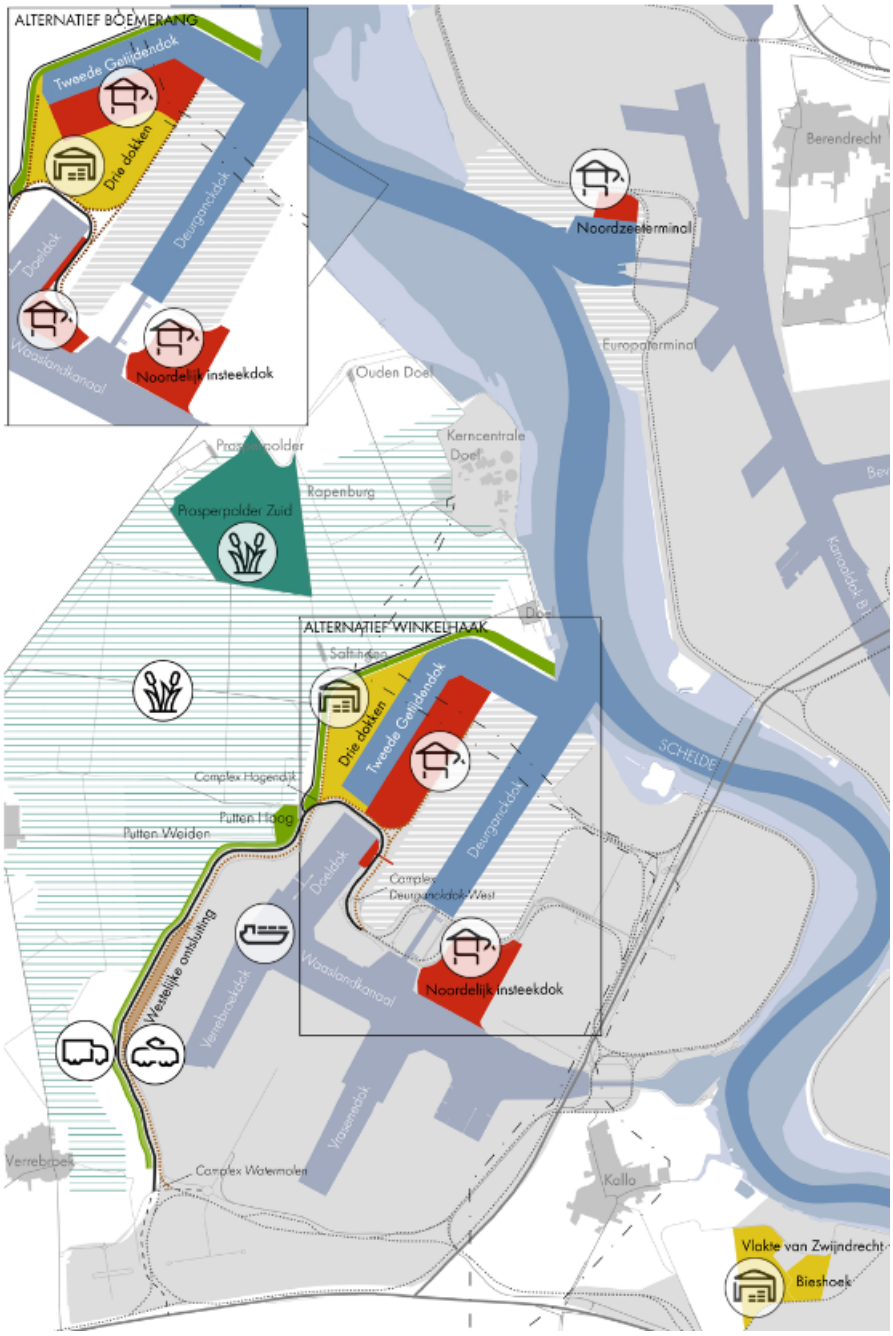
2.8.3.5 Cumulatieve effecten

Om de verwachte groei van containertrafiek tot 2030 op te kunnen vangen, wil de Vlaamse Regering extra mogelijkheden voor containerbehandeling in het havengebied Antwerpen voorzien. Hiervoor is het complex project “Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen” lopende. Er wordt gepland om extra terminals te voorzien binnen het gebied dat als haven ontwikkeld is en om een nieuw getijdendok te bouwen dat dwars op het Deurganckdok aanzet. Deze ontwikkelingen zullen gepaard gaan met een bijkomende verkeersgeneratie maar zullen ook de ontsluiting van de KDC beïnvloeden.

Momenteel zit het project nog in uitwerkingsfase. De uitvoeringsfase is nog te bepalen[39]. Gezien de aard en omvang van het project, kan aangenomen worden dat het project nog niet (volledig) gerealiseerd zal zijn tegen 2025. Er treden bijgevolg geen cumulatieve effecten op met de bedrijfsfase in de toekomstige situatie. Wanneer tijdens de definitieve stopzetting (periode 2025-2029) het Tweede Getijdendok en de logistieke zone Drie Dokken gerealiseerd zouden zijn, dient een nieuwe ontsluiting van het studiegebied

[39] https://www.cpeca.be/verloop

richting de R2 voorzien te worden. Er zullen in het complex project maatregelen genomen moeten worden om de verkeersafwikkeling te garanderen.



Figuur 2-68 Voorstelling “Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen”

Er zijn geen andere projecten in de omgeving aanwezig waarmee cumulatieve effecten verwacht worden.

2.8.3.6 Grensoverschrijdende effecten

Er treden geen grensoverschrijdende effecten op voor de discipline mobiliteit.

2.8.4 Monitoring

Er zijn voor de discipline mobiliteit geen maatregelen met betrekking tot monitoring en evaluatie nodig.

2.8.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Op basis van de effectbespreking worden geen milderende maatregelen noodzakelijk geacht. Er worden wel enkele aanbevelingen voorgesteld:

- Verder inzetten op duurzame modi zoals de fiets. Dit kan verder uitgebouwd worden door het aanleggen van voldoende comfortabele fietsenstallingen (overdekt). Ook kunnen initiatieven rond bedrijfsfietsen, fietsvergoedingen, douchevoorzieningen en fietsdelen een bijdrage vormen tot het verduurzamen van de verplaatsingen van en naar het werk.
- Inzetten op carpooling. Dit heeft een positieve impact op de verkeersgeneratie en de parkeerbehoefte. Door binnen het bedrijf carpooling te stimuleren (b.v. voorbehouden carpool parkeerplaatsen, carpoolvergoeding, carpoolsysteem) zowel bij vaste medewerkers als bij contractors kan de kerncentrale zijn geproduceerde verkeersintensiteiten drukken en verduurzamen.

2.8.6 Leemten in kennis

Er zijn geen verkeerstellingen uitgevoerd tijdens de uitgangssituatie. De exacte verkeersintensiteiten op de kruispunten zijn bijgevolg niet gekend.

2.8.7 Conclusies

De impact van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO kan voor de discipline mobiliteit beoordeeld worden als hoogstens beperkt negatief. Er treedt ten opzichte van de uitgangssituatie een lichte toename op van het aantal transporten door het werfverkeer. In de LTO situatie wordt eveneens een lichte toename van het aantal transporten verwacht door het bijkomend aantal werknemers. Het effect wordt beoordeeld als beperkt negatief. Tijdens de DSZ zal er een geleidelijke afname van het personeel zijn, samen met een beperkte toename van materiaaltransporten. Het resulterend effect op de verkeersafwikkeling wordt beoordeeld als verwaarloosbaar. In het nul-alternatief zou er een afname van het personeelsbestand verwacht worden vanaf 2015 die een verwaarloosbare impact zou hebben op de verkeersafwikkeling. In de LTO-situatie treedt deze afname pas op na 2025.

2.9 Afval

2.9.1 Methodologie

2.9.1.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline Afval komt overeen met de grenzen van de site van de KCD.

2.9.1.2 Beschrijving van de uitgangssituatie

De afvalstroom van KCD zal in kaart gebracht worden. Hierbij wordt een oplijsting gemaakt van het soort en de hoeveelheid afval en de inzamelpunten.

2.9.1.3 Effectbeschrijving en -beoordeling

De hoeveelheden afval in de verschillende fases van het project zullen (zoveel mogelijk kwantitatief) ingeschat worden. Er wordt geen beoordeling toegekend aan dit effect. Ook het nul-alternatief wordt bekeken.

2.9.2 Uitgangssituatie

2.9.2.1 Algemene beschrijving

Het afvalstoffenbeheer wordt in Vlaanderen vastgelegd in het Besluit van de Vlaamse regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materialenkringlopen en afvalstoffen (VLAREMA).

Dit besluit bevat gedetailleerde voorschriften over:

- vervoeren en verhandelen van afvalstoffen;
- rapporteren over afvalstoffen en materialen;
- gebruik van grondstoffen;
- selectieve inzameling (sortering en ophaling) bij bedrijven;
- uitgebreide producentenverantwoordelijkheid.

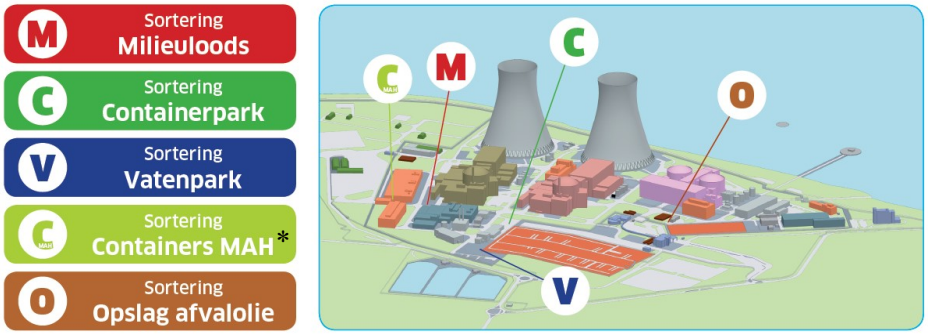
Naast de verplichtingen volgens VLAREMA, wordt het beleid van KCD m.b.t. afval eveneens bepaald op basis van het milieuzorgsysteem conform de internationale norm ISO14001 en de Europees EMAS (Eco Management and Audit Scheme) verordening. Beide normen hebben hetzelfde doel: een performant milieuzorgsysteem implementeren dat streeft naar continue verbetering t.a.v. het milieu.

Niet radioactief afval bestaat zowel in vaste, gasvormige als vloeibare vorm. Het vaste afval is onder andere samengesteld uit filters, bouwafval, computerafval, lampen, papier en afval van huishoudelijke aard. Vloeibaar afval omvat onder meer afvalolie, ontvetters, scheikundige stoffen en slib van septische putten. Sommige afvalstoffen kunnen restgassen van koelmiddelen zijn.

Vaste en gasvormige afvalstoffen worden zo veel mogelijk extern gerecycleerd, vloeibare gezuiverd. Pas als dit niet mogelijk is, komen verbranden, storten en lozen in aanmerking. Dit gebeurt door externe erkende afvalverwerkingsbedrijven. De erkende collectoren en achteraf de erkende afvalverwerkers zijn verantwoordelijk voor de gevolgen van hun activiteiten. In de milieuvergunning van deze collectoren en

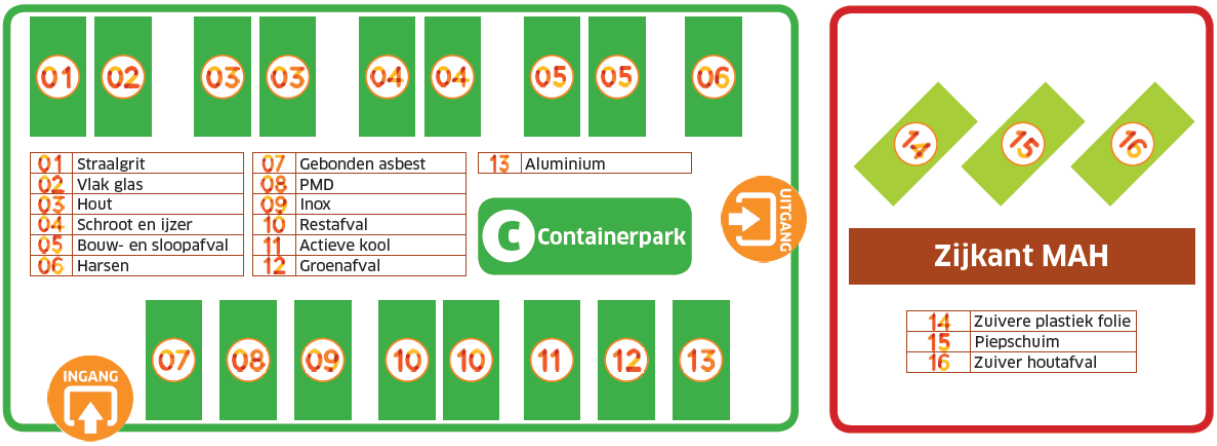
afvalverwerkers zullen randvoorwaarden opgelegd zijn om milieuhinder ten gevolge van het verwijderen en terugwinnen van afvalstoffen te beperken.

KCD zamelt al het afval gescheiden in. Verschillende inzamelpunten staan daarvoor ter beschikking. Een containerpark is voorbehouden voor niet-gevaarlijke afvalstoffen en een milieuloods voor gevaarlijke stoffen (tl-buizen, absorberende doeken, batterijen en oplosmiddelen). Dit park is enkel toegankelijk op vastgestelde tijdstippen en in aanwezigheid van een deskundige. KCD houdt bij hoeveel afval door wie wordt afgevoerd en waar het wordt verwerkt. Deze boekhouding voldoet aan de wettelijke voorschriften.



* MAH = centraal milieumagazijn

Figuur 2-69 Situering van inzamelpunten



Figuur 2-70 Schema containers Containerpark en Centraal Milieumagazijn (MAH)

2.9.2.2 Exploitatievoorwaarden

De niet-radiologische afvalstoffen worden selectief ingezameld en apart gestockeerd in afwachting van afvoer naar een erkende verwerker.

Voorschriften uit het Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunning (VLAREM) en Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering (VLAREBO) dienen strikt te worden gerespecteerd. Naast de algemene en sectorale vergunningsvoorwaarden die gelden voor KCD, wordt voldaan aan de volgende

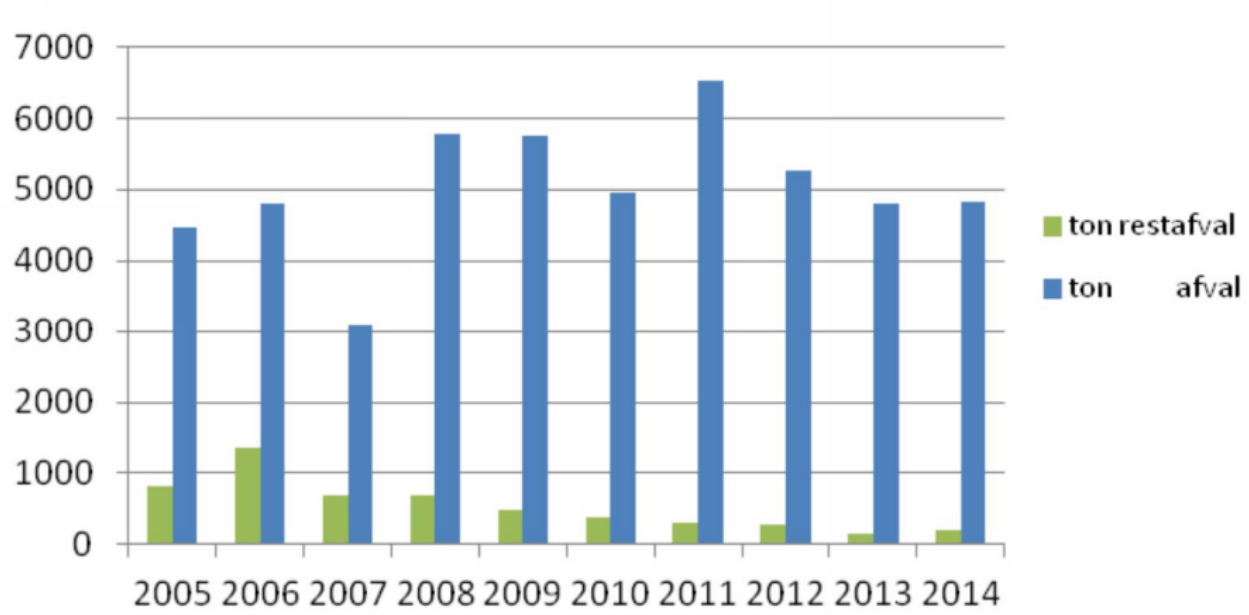
bijzondere voorwaarden inzake afval, opgelegd in het provinciale milieuvergunningenbesluit van 2011 (basisvergunning niet-nucleaire installaties, kenmerk M03/46003/46/2/A/5/HV/CW):

- De constructie van de ruimten waar afvalstoffen tijdelijk zijn opgestapeld, is zodanig dat accidenteel uit bepaalde recipiënten ontsnappende vloeistoffen, morsvloeistoffen en uitlogingen op een bevloering terechtkomen, die voorzien is van opvanggoten en vervolgens naar één of meerdere opvangputten kunnen geleid worden.
- Het is verboden afvalstoffen in brand te steken of te verwijderen door lozing.
- Het is verboden zich van afvalstoffen te ontdoen anders dan door afvoer naar erkende respectievelijk vergunde ophalers en verwerkers van afvalstoffen.

2.9.2.3 Huidige afvalstromen

In Figuur 2-3 worden de hoeveelheid geproduceerd niet-radioactief afval van de periode 2005-2014 weergegeven. Er is geen duidelijke belangrijkste fractie in het totale afval gedurende de verschillende jaren te onderscheiden, daarom wordt enkel het onderscheid gemaakt tussen klassiek afval en restafval.

Ondanks de grote totale hoeveelheid afval, bedraagt door allerlei inspanningen de hoeveelheid restafval (fractie die overblijft na sortering) slechts ca. 5% van het totale gewicht. In 2006 werd nog een piek vastgesteld van meer dan 1000 m³ restafval. Daarna nam de hoeveelheid restafval af. Elk jaar wordt de optimalisatie van het afvalbeleid voor KCD opgenomen in de milieudoelstellingen onder de vorm van een aantal concrete maatregelen (voorkomen, sorteren en recyclage). Het daaropvolgend jaar wordt nagegaan in hoeverre de maatregelen effectief zijn doorgevoerd. Er is een tool voorhanden voor de opvolging van het geproduceerde afval. Dit verklaart de dalende trend in de hoeveelheid restafval. In 2014 bedroeg de totale hoeveelheid klassiek afval 4.830 ton waarvan 193 ton restafval.



Figuur 2-71 Hoeveelheid totaal geproduceerd niet-radioactief afval en fractie restafval

2.9.3 Effectbeoordeling

2.9.3.1 Bedrijfsfase van het project tussen 2015-2018

2.9.3.1.1 Afvalproductie

Voor een beschrijving van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO wordt verwezen naar het algemeen deel van het MER (zie hoofdstuk 1.6).

Door de realisatie van de verschillende projecten die deel uitmaken van het LTO-programma zijn de volgende afvalstoffen geproduceerd:

- afval van de voorbereiding van de geplande bouwwerken (verwijdering niet bruikbare structuren, inrichting werfzone, …);
- bouwafval (beton, staal, cement, bekisting, isolatiematerialen, verpakkingsmachines, elektrisch afval, …);
- afval van afwerking bouwplaatsen (nivellering, herstellen van de oorspronkelijke toestand, …);
- geproduceerd afval in nieuwe gebouwen (kantooractiviteiten, onderhoud van apparatuur, …).

De totale hoeveelheden klassiek afval die geproduceerd werden zijn:

- in 2015: 6.041 ton waarvan 183 ton restafval;
- in 2016: 3.391 ton waarvan 201 ton restafval;
- in 2017: 7.650 ton waarvan 210 ton restafval;
- in 2018: 7.311 ton waarvan 350 ton restafval.

De geregistreerde afvalhoeveelheden zijn globaal voor de volledige site van KCD. Er is geen onderscheid gemaakt tussen het afval ten gevolge van LTO en van andere projecten die in dezelfde lopende waren. De fluctuaties in de hoeveelheid afval kunnen meestal verklaard worden door grote werken op de site.

De totale som van het geproduceerde niet-radioactieve afval in 2018 bedroeg 7.311 ton. Dit is te vergelijken met de hoeveelheid afval dat in 2017 de site verlaten had. De grote hoeveelheid afval is vooral te wijten aan de vele grote projecten in het kader van de levensduurverlenging van Doel 1 en Doel 2 en de herstellingswerken aan het beton. Door de aanwezigheid van een groot aantal werknemers op de site en het niet correct sorteren van een aantal fracties steeg in 2018 de restafval tot 350 ton.

Het afval is selectief ingezameld, gesorteerd en afgevoerd volgens specifieke eigenschappen en volgens de strikte procedures die KCD hanteert.

Van de 7.311 ton klassiek afval die in 2018 geproduceerd werd, was 2.242 ton gevaarlijk en 5.069 ton niet-gevaarlijk afval. 48,09% (3.517 ton) van het afval werd gerecycleerd. 38,26% (2.798 ton) werd onderworpen aan een behandeling, 13,38% (978 ton) werd verbrand en 0,26% (18 ton) werd gestort.

Afval dat gegenereerd is ten gevolge van de renovatie- en vervangingsprojecten van technische installatieonderdelen (motoren, aandrijvingen, elektrische kasten, kabels, sensoren,...), is beheerd volgens de bepalingen van het VLAREMA.

Het grondverzet is volgens de bepalingen van het VLAREBO gebeurd. Deze regelgeving bepaalt hoe moet worden omgegaan met uitgegraven bodem, vertrekkende op de plaats van ontgraving, over het transport tot en met de eindbestemming van de bodem.

2.9.3.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025)

2.9.3.2.1 Afvalproductie

De voorwaarden zoals hierboven vermeld (§ 2.9.2) blijven van toepassing. De niet-radiologische afvalstoffen worden selectief ingezameld en apart gestockeerd in afwachting van afvoer naar een erkende verwerker.

Het niet-radioactief afval dat geproduceerd wordt ten gevolge van de uitvoering van de LTO maatregelen wordt verwijderd volgens de interne procedures van KCD, conform de bepalingen van VLAREMA, VLAREBO en volgens de bepalingen van het milieuzorgsysteem.

Na het uitvoeren van de LTO maatregelen verschilde de afvalproductie niet sterk met uitgangssituatie (4.830 ton klassiek afval). In 2019 bedroeg de totale hoeveelheid afval 5.392 ton (waarvan 301 ton restafval). Dat is 1.919 ton minder dan in 2018 omdat de werkzaamheden in het kader van de aanpassingen voor LTO en de betonherstellingen aan de eenheden 3 en 4 waren afgerond. Tevens zijn er geen vervangingen geweest van koeltorenpakkingen.

Van de 5.392 ton klassiek afval die in 2019 geproduceerd werd, werd 37,35% (2.014 ton) gerecycleerd. 54,24% (2.925 ton) werd onderworpen aan een behandeling, 7,75% (417 ton) werd verbrand en 0,67% (36 ton) werd gestort.

2.9.3.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029)

Tijdens de fase van de definitieve stopzetting wordt er in de nucleaire installaties in principe niets afgebroken. De doelstelling is om de grootste bronnen van radioactiviteit waar mogelijk te verwijderen, zodat de ontmanteling in alle veiligheid kan plaatsvinden en met de laagst mogelijke dosis. Er zal wel afval geproduceerd worden door het leegmaken van kringen en door de decontaminatie.

Het niet-radioactief afval dat geproduceerd wordt ten gevolge van de definitieve stopzetting zal verwijderd worden volgens de interne procedures van KCD, conform de bepalingen van VLAREMA, VLAREBO en volgens de bepalingen van het milieuzorgsysteem.

2.9.3.4 Nul-alternatief

In het nul-alternatief (= de no-LTO situatie) hebben er geen ingrepen plaatsgevonden in het kader van de levensduurverlenging van Doel 1 en 2. Er zouden bijgevolg geen bouw- en graafwerkzaamheden zijn gebeurd. De afvalstoffen beschreven onder § 2.9.3.1 zouden bijgevolg niet zijn geproduceerd. In het nul-alternatief zal de hoeveelheid afval bijgevolg minder zijn.

Daarnaast zal er in het nul-alternatief geen levensduurverlenging zijn van Doel 1 en 2. De DSZ zou plaats gevonden hebben in 2015 in plaats van in 2025. Dit betekent dat het afval dat ontstaat bij een normale exploitatie van Doel 1 en 2 niet meer geproduceerd zou zijn.

Wat de discipline afval betreft kan geconcludeerd worden dat er bij een DSZ in 2015 (= nul-alternatief) in totaal minder afval geproduceerd zou worden door de KCD dan bij een levensduurverlenging van Doel 1 en 2 tot 2025.

2.9.3.5 Cumulatieve effecten

Er worden geen cumulatieve effecten verwacht met andere projecten in de omgeving.

2.9.3.6 Grensoverschrijdende effecten

Er treden geen grensoverschrijdende effecten op voor wat het aspect afval betreft.

2.9.4 Monitoring

Er zijn voor het aspect afval geen maatregelen met betrekking tot monitoring en evaluatie nodig, bijkomend aan de in de wetgeving opgelegde registraties.

2.9.5 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

De KCD heeft voor zijn afvalstromen een milieuzorgsysteem conform de internationale norm ISO14001 en de Europees EMAS verordening. Daarnaast wordt de regelgeving vastgelegd in VLAREMA en VLAREBO gevolgd. Bijkomende mitigerende maatregelen of aanbevelingen worden niet nodig geacht.

2.9.6 Leemten in kennis

Er zijn geen hoeveelheden bekend van het afval dat enkel in het kader van LTO geproduceerd werd. Er zijn enkel cijfers beschikbaar over de totale hoeveelheid afval geproduceerd op de KCD site.

2.9.7 Conclusies

De werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO zijn gepaard gegaan met de productie van een hoeveelheid afval. Ook bij de DSZ zullen er bijkomende afvalstromen ontstaan. Daarnaast wordt er ook bij een normale exploitatie van de kerncentrale afval geproduceerd. KCD doet echter al het mogelijke om de impact van niet-radioactief afval op het milieu te beperken. Bij een DSZ in 2015 (= nul-alternatief) zou er echter in totaal minder afval geproduceerd zijn door de KCD dan bij een levensduurverlenging van Doel 1 en 2 tot 2025.

2.10 Accidentele situaties (niet radiologisch)

De volgende installaties bevatten gevaarlijke stoffen (i.c. Seveso-stoffen):

- gasolie (diesel) installaties: voorraadtanks voor de veiligheids- en noodinstallaties van de productie-eenheden Doel 1, 2, 3 en 4, voor de verwarmingsinstallatie van het magazijn, voor de hulpstoomketels en voor de garage;
- waterstof installaties: waterstofkoelkring van alternatoren van productie-eenheden Doel 1, 2, 3 en 4;
- hydrazine (4,9%) installaties: voorraadtanks voor de productie-eenheden Doel 1, 2, 3 en 4;
- installaties met waterige oplossing van kaliumchromaat40, als conditioneringsmiddel in de gesloten koelkring: buffertanks voor de productie-eenheden Doel 1/2, 3 en 4 en voor de waterconditioneringseenheid WAB;
- magazijnen: opslag van eenheidsverpakkingen van allerhande producten.

2.10.1 Methodologie

Er is een milieurisicoanalyse uitgevoerd waarbij op kwalitatieve wijze de oorzaken en gevolgen zijn geanalyseerd, samen met de opsomming van de preventieve, de beschermende en de mitigerende maatregelen. Uit de analyse bleek dat enkel de producten hydrazine en gasolie kunnen vrijgezet worden met een hoeveelheid groter dan de grenswaarde. Waterstof op zich wordt niet beschouwd als schadelijk bij vrijstelling in het milieu. Enkel het explosierisico ervan is gevaarlijk.

Er zijn vlinderdassen opgesteld voor de installaties met de volgende producten:

- Hydrazine installaties Doel 3
- Hydrazine installaties Doel 4
- Hydrazine installaties Doel 1/2
- Gasolie installaties Doel 3
- Gasolie installaties Doel 4
- Gasolie installaties Doel 1/2

Deze rapporten worden periodiek gecontroleerd tijdens Seveso-inspecties.

Hieronder wordt een korte samenvatting gemaakt van de uitgevoerde analyses. Aangezien het voor de verschillende eenheden vrij identieke installaties zijn, is dit een globale samenvatting van de analyses.

[40] In 2010 omvatten de buffertanks nog concentraties tot 16,8% kaliumchromaat. Onder REACH is sinds 21/9/2017 is het gebruik van kaliumchromaat echter verboden (tenzij men een authorisatie of uitzondering krijgt). Om deze reden worden de installaties niet meer bijgevuld met deze concentraties en blijven de concentraties onder 1% (oplossing onder 1% vallen niet onder de regels).

Tabel 2-1 Vlinderdas gasolie – sectie opslag

Installatie : Gasolie **Sectie : opslag**			
vrijzetting : vrijzetting van gasolie door breuk of lek aan de opslagtank			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1. Overvulling opslagtank door lossen vrachtwagen	1.1 Controle op voldoende vrije ruimte in de opslagtank door niveaumeting 1.2 Overvulbeveiliging 1.3 Noodstop op de vrachtwagen + permanent toezicht (chauffeur + afgevaardigde KCD)	1. Vrijzetting van grote hoeveelheden 2. Bodemverontreiniging	1.1 Regelmatige controlerondes 1.2 Alarmering laag peil 2.1 Inkuiping 2.2 Gecontroleerde verwijdering van water (en/ of andere vloeistoffen) in de inkuiping 2.3 Periodieke controle van grondwater 2.4 Grondwater– en bodemsanering
2. Blootstelling aan corrosieve condities	2.1 Coating 2.2 Opslagtanks opgesteld in gesloten lokaal (uitz. tank van hulpstoomketels) 2.3 Periodieke inspectie van de opslagtanks		

Tabel 2-2 Vlinderdas gasolie – sectie verlading

Installatie : Gasolie **Sectie : verlading**			
vrijzetting : vrijstelling van gasolie door breuk of lek aan verladingsflexibel			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1. Beweging van aangekoppelde vrachtwagen	1.1 Procedure: chauffeur niet toegelaten in vrachtwagen tijdens transfer 'ielblokken plaatsen	1. Vrijzetting van grote hoeveelheden	ermanente aanwezigheid losoperator / chauffeur 1.2 Noodstop op vrachtwagenverpomping
2. Loskoppelen van een producthoudende flexibel	2.1 Procedure: lospistool sluiten aan het einde van de lossing	2. Verspreiding van lekvloeistof naar riolering	2.1 Absorptiemateriaal
3. Gebruik en manipulatie van flexibels (slijtage, ...)	3.1 Keuringsverslag slangen van leverancier		2.2 Opvangrecipiënt onder vrachtwagen – of vloeistofdichte losplaats
		3. Verspreiding via riolering naar Schelde	3.1 Opvangputten (H-putten) met biorotor

Tabel 2-3 Vlinderdas hydrazine – sectie opslag

Installatie : Hydrazine **Sectie : opslag**			
vrijzetting : vrijzetting van hydrazine oplossing door lek of breuk aan hydrazine tanks			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1.Overvulling van hydrazine tank	1.1 Niveauregelkring stopt vulling automatisch	1. Vorming vloeistofplas in lokaal	1.1 Interventiemateriaal absorptieworsten
	1.2 Overloop naar een gesloten put	2. Bodemverontreiniging	2.1 Inkuiping lokaal
2. Corrosie	2.1 Tank staat intern gebouw opgesteld		
	2.2 Materiaal van de omhulling is corrosiebestendig; nl. Inox		

Tabel 2-4 Vlinderdas hydrazine – sectie verlading

Installatie : Hydrazine **Sectie : verlading**			
vrijzetting : vrijzetting van hydrazine oplossing door breuk of lek aan verladingsflexibel			
oorzaken	preventieve maatregelen	gevolgen	beschermingsmaatregelen
1. Beweging van aangekoppelde vrachtwagen	1.1 Procedure: chauffeur niet toegelaten in vrachtwagen tijdens transfer	1. Vrijzetting van grote hoeveelheden	1.1 Permanente aanwezigheid losoperator / chauffeur
			1.2 Noodstop op vrachtwagenverpomping
		2 . Bodemverontreiniging	2.1 Vloeistofdichte vloer met afgesloten opvangbak afgeleid naar riolering
	1.2 Wielblokken plaatsen		2.2 Interventiemateriaal absorptieworsten
2. Loskoppelen van een producthoudende flexibel	2.1 Procedure leegmaken flexibel op het einde van de lossing	3. Verspreiding via riolering naar Schelde	3.1 Opvangputten (H-putten) met biorotor
3. Gebruik en manipulatie van flexibels (slijtage,...)	3.1 Keuringsverslag slangen van leverancier		

2.10.2 Uitgangssituatie

Er wordt hieronder nagegaan of, en zo ja welke voorgenomen wijzigingen binnen het LTO-project van invloed kunnen zijn op de gevolgen voor de omgeving van KCD-1 en KCD-2 bij een accidentele situatie met hydrazine en gasolie (diesel). Waterstof wordt ook in rekening gebracht omdat een explosie ervan ook beschouwd kan worden als een accidentiele situatie.

Er zijn PLANOP (Protection Layer Analysis en OPtimalisatie) onderzoeken uitgevoerd naar aanleiding van een Seveso inspectie voor conventionele veiligheid van installaties van KCD-1 en KCD-2. PLANOP is een risicoanalysemethodiek voor het analyseren van installaties die gevaarlijke stoffen manipuleren. Hieronder wordt een samenvatting gegeven van de aanbevelingen die zijn gedaan.

De voorbereiding van de PLANOP analyse hield volgende zaken in:

- het aanmaken van de PLANOP-bestanden;
- het invoeren van stoffen en reacties en het invullen van de stoffiches en reactiefiches;
- het definiëren en opdelen van de installaties in secties en onderdelen;
- het identificeren van de stoffen en reacties in de onderdelen;
- het identificeren van de kansenbronnen en vrijzettingsstappen;
- het invoeren van maatregelen (bestaande of voorstellen voor nieuwe maatregelen).

Tabel 2-5 PLANOP analyse van diesel-kring te KCD-1 en KCD-2

Nr	Oorsprong	Actie
1	Kansenbron Warmte- of gasproductie door reactie met ongewenste stoffen in onderdeel Opslagtank 80000 l	Op de losplaats moet een aansluiting voorzien worden waar een lospistool ingebracht kan worden (conform rest van de centrale)
2	Maatregel Vloeistofdichte verlaadplaats	Controleprogramma moet regelmatig controleren of er geen olie ligt op olieafscheider van de losplaats.
3	Maatregel Procedure: chauffeur vragen of handrem opstaat	Het gebruik van wielblokken zal verplicht worden in de losprocedure.
4	Maatregel Hydraulische drukproeven flexibels	Controleren of keuringsattesten van slangen van vrachtwagen opgevraagd & bekeken worden.

Tabel 2-6 PLANOP analyse waterstofinstallaties KCD-1 en KCD-2

Nr	Oorsprong	Actie	Status
1	Kansenbron Interne explosie in onderdeel Drukhouders	Het KB van 26 maart 2003 (BS van 5 mei 2003) betreffende het welzijn van de werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen (omzetting van de Europese richtlijn 1999/92/EG) bepaalt dat de werkgever een explosieveiligheids-document op stelt.	uitgevoerd
2	Maatregel Procedure: levering waterstof	Algemene verladingsprocedure bestaat, maar checklist specifiek voor het lospunt van waterstof moet nog gemaakt worden.	uitgevoerd
3	Kansenbron Beweging van aangekoppelde voertuigen in onderdeel Verlading van tube trailer	Het gebruik van wielblokken zal verplicht worden in de losprocedure.	uitgevoerd
4	Kansenbron Gebruik van flexibels in onderdeel Verlading van tube trailer	Opvragen van periodieke controle toevoegen aan checklist.	uitgevoerd
5	Onderdeel Verlading van tube trailer	Onderzoek de noodzaak van een vergrendeling van de equipotentiaalverbinding met interlock naar de verlading	uitgevoerd

Tabel 2.7 PLANOP analyse van hydrazine installatie KCD-1 en KCD-2

Nr	Oorsprong	Actie	Status
1	Kansenbron Doorbraak van hoge druk vanuit stikstofvoorziening in onderdeel Losplaats tankwagen	Opnemen in checklist lossing: controle van keuringsattest van flexibels.	Uitgevoerd
2	Kansenbron Beweging van aangekoppelde vrachtwagen in onderdeel Losplaats tankwagen	Aanbeveling: wielblokken plaatsen tijdens lossing.	Uitgevoerd
3	Onderdeel Losplaats tankwagen	Wat gebeurt er met de gassen van de opgedrukte vrachtwagen: vrachtwagen blaast rechtstreeks af naar atmosfeer. (zie opmerking doel 3 - metingen Werner)	Uitgevoerd
4	Onderdeel Hydrazine verdunning	Ga na of er een periodieke controle van de lekdetectie van dubbelwandige tank RI-0R22 gebeurt.	Uitgevoerd
5	Kansenbron Overvulling door toevoeg van MW in de dagtanks in onderdeel Hydrazine injectie	Overweeg of locked-closed afsluiters van toevoer van MW aan dagtanks noodzakelijk zijn.	Uitgevoerd
6	Kansenbron Overvulling door circulatiepomp verkeerd op te lijnen naar een dagtank in onderdeel Hydrazine injectie	Procedure schrijven: peilmeting dagtank 1/2 opvolgen zodat er bij verkeerde uitlijning geen uitstroming zal zijn via de overloop.	Uitgevoerd
7	Kansenbron Overvulling dagtank 1 /2 door verpomping vanuit RI0R22 in onderdeel Hydrazine injectie	Bekijk de PLANOP analyse tijdens het verdere verloop van het ontwerp van de RI-installatie van Doel 1/2. Geef aandacht aan een voldoende betrouwbaarheid van de overvulbeveiliging van de dagtanks om een overvulling te voorkomen.	Project wordt heropgestart in het kader van LTO
8	Kansenbron Slechte werking actief koolfilter in onderdeel Hydrazine verdunning	Stel een maintenance programma op voor actief koolfilter PKD-D0/NI0F2.	Uitgevoerd
9	Kansenbron Overvulling RI0R22 door lossen vrachtwagen of door overvulling water in onderdeel Hydrazine verdunning	Onderzoek meer in detail de betrouwbaarheid van de maatregelen om overvulling van de tank RI0R22 te voorkomen: Twee opties: (twee peilmetingen ten opzichte van elkaar vergelijken) - Ofwel tweede meting bijzetten op tank - Ofwel laag peil meting vervangen door een nieuwe peilmeting	Uitgevoerd
10	Kansenbron Overvulling RI0R22 door lossen vrachtwagen of door overvulling water in onderdeel Hydrazine verdunning	De klep ORI 1063 dient locked-closed gemaakt te worden	Project wordt heropgestart in het kader van LTO

2.10.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van accidentele situaties op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Deze wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte Sectie behandeld wordt.
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit.

- Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): het reguliere bedrijf na uitvoering van de LTO-maatregelen.
- Nul-alternatief, geen LTO.

2.10.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

De externe mensrisico's van een zwaar ongeval werden begroot middels een kwantitatieve risicoanalyse (QRA). Enkel producten met eigenschappen (toxisch, brandbaar, ontplofbare) die een invloed kunnen hebben op het externe mensrisico werden meegenomen in deze analyse.

De maximale effectafstanden (grootste afstand tot 1% letaliteit) werden berekend voor:

- warmtestraling (a.g.v. brand in inkuiping tank hulpstoomketels, magazijnbrand en een fakkelbrand bij verlading waterstof)
- overdrukeffecten (a.g.v. explosie bij verlading waterstof);
- toxische dampen. (a.g.v. vrijzetting hydrazine).

De grootste maximale effectafstand doet zich voor bij een waterstofexplosie als gevolg van de breuk van de verlaadslang met vertraagd ontsteking, met name 84 meter. De maximale effectafstanden reiken niet tot buiten de terreingrenzen. Het externe mensrisico (risico voor personen aanwezig buiten de inrichting) is daarom verwaarloosbaar klein. Er wordt geen significant negatieve impact verwacht op de IHD's van omliggende SBZ-gebieden.

2.10.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

De LTO-situatie verschilt niet noemenswaardig van de uitgangssituatie. Er zijn enkele dieselgeneratoren bij geplaatst sinds 2013/2014, maar aangezien de opgeslagen hoeveelheden gasolie bij deze generatoren veel lager zijn dan deze bij de hulpstoomketels (1.200 m³), is de kuipbrand van deze laatste opslagtank nog steeds een omhullend scenario. De hydrazine- en waterstofinstallaties zijn niet veranderd. Het extern mensrisico is dus ongewijzigd.

De kans op een mogelijk milieueffect van de dieselgeneratoren wordt verwaarloosbaar geacht.

Tegelijkertijd worden KCD-3, KCD-4, WAB en SCG geëxploiteerd en ze zijn geen onderdeel van het Project. Daarom wijzigt de kans op een mogelijk niet radiologisch incident niet. Dus de kans op een mogelijke milieu-impact ook niet. Er wordt geen significant negatieve impact verwacht op de IHD's van omliggende SBZ-gebieden.

2.10.3.3 Nul-alternatief

In het Nul-alternatief zullen de aanpassingen in het kader van LTO niet worden doorgevoerd. Er worden dus geen bijkomende dieselgeneratoren geplaatst. De kans op een mogelijk milieueffect zal bijgevolg nog steeds verwaarloosbaar zijn.

Indien geen levensduurverlenging plaats vindt, zullen zowel KCD-1 als KCD-2 definitief worden afgeschakeld. De Definitieve Stopzetting tot het begin van de ontmanteling zal zowel plaats vinden bij het Nul-alternatief (geen Project) als bij het Project. In beide situaties is de Definitieve Stopzetting gelijk qua de duur en voorbereidingen ten behoeve van de ontmanteling. Het enige verschil is het tijdstip waarop Definitieve Stopzetting plaats vindt.

Er zal bijgevolg geen verschil zijn wat de accidentele situaties betreft tussen het Nul-alternatief (geen Project) en het Project. Dit geldt ook voor de niet radiologische incidenten en de daarbij behorende het milieu-impact.

Tegelijkertijd worden KCD-3, KCD-4, WAB en SCG geëxploiteerd en wijzigt de kans om een mogelijk niet radiologisch incident voor deze installaties niet. Dus de kans op een mogelijk milieueffect ook niet. Gesommeerd voor de gehele site zal de kans op een door een incident optredend milieueffect bij het Nul-alternatief (geen Project) kleiner zijn dan bij de uitgangssituatie, omdat KCD-1 en KCD-2 niet verder uitgebaat worden.

2.10.4 Grensoverschrijdende effecten

Wat betreft het externe mensrisico werd hoger gesteld dat de maximale effectafstand (1%-letaliteit) niet reikt buiten de terreingrenzen van KCD. Het externe mensrisico is buiten de lands- en gewestgrenzen dus eveneens verwaarloosbaar.

In geval van branden wordt in het RIVM rapport op basis van een groot aantal metingen als uitgangspunt geformuleerd dat er vanaf 1 kilometer van de brand doorgaans geen sprake is van risico's voor mens en milieu.

Op basis van literatuur wordt aangenomen dat de meeste dieren gevoeliger zijn aan inhalatie blootstelling van hydrazine. Aangezien de 1% (menselijke)-letaliteit concentratie echter niet wordt bereikt bij een potentieel ongeval, en hydrazine in de atmosfeer instabiel is (levensduur van ongeveer 1h in een zuivere atmosfeer), zal het zich niet over grote afstanden verspreiden en worden buiten de terreingrenzen geen relevante effecten op fauna verwacht.

Verder zijn dieren over het algemeen gevoeliger aan overdrukeffecten dan mensen (waarbij vogels gevoeliger zijn dan zoogdieren, en kleine zoogdieren gevoeliger zijn dan grote). De maximale effectafstand voor 1%-(menselijke)-letaliteit bedraagt slechts 84 m. Deze effectafstand reikt niet buiten de terreingrens van KCD. Aangezien de overdruk in een open omgeving exponentieel afneemt met de afstand, zal het effect buiten de terreingrenzen dan ook snel afnemen. Er worden bijgevolg geen relevante effecten op fauna verwacht.

Het bovenstaande doet besluiten dat er geen significant negatieve impact wordt verwacht op de IHD's van SBZ-gebieden over de landsgrenzen heen.

Er kan bijgevolg aangenomen worden dat de gevolgen van grote ongevallen geen grensoverschrijdend karakter hebben.

2.10.5 Monitoring

Er wordt geen monitoring noodzakelijk geacht.

2.10.6 Mitigerende maatregelen

ENGIE/Electrabel kan (en moet) voldoen aan de in België vigerende criteria voor ongevallen. Hiertoe zijn KCD-1 en KCD-2, evenals KCD-3, KCD-4, WAB en het SCG, voorzien van diverse veiligheidsvoorzieningen en is er een noodplan. Additionele mitigerende maatregelen in het kader van het Project zijn daarom niet nodig.

2.10.7 Leemten in kennis

Er zijn geen leemten in kennis die invloed hebben op de alternatieven afweging en staan daarmee besluitvorming niet in de weg.

2.10.8 Conclusies

De maximale effectafstanden van een niet radiologisch incident op KCD-1 en KCD-2 reiken niet tot buiten de terreingrenzen. De kans op een mogelijke milieu-impact wijzigt niet significant als gevolg van de werken in het kader van LTO of als gevolg van de langere uitbating van KCD-1 en KCD-2. Er wordt geen significant negatieve impact verwacht op de IHD's van omliggende SBZ-gebieden.

Referenties

Aeolus & Lisec (2001). Kwetsbaarheidskaarten voor fauna en flora ten behoeve van de ondersteuning van milieueffectrapportage.

Antrop, M. & Van der Reest, P. 2001. Het Landschap van de Schelde. De Levende Natuur 102: 42-48

Arcadis. (2012). Verslag 5 uitgevoerde monitoringscampagnes (periode juni 2011- maart 2012) naar de temperatuursinvloed van het koelwater aan de kerncentrale van Doel op de Schelde.

Argonne National Laboratory, Environmental Science Division. Saline Water for Power Plant Cooling: Challenges and Opportunities, 2014.

Baetens, J., Martens, D., Jacobs, I., Vochten, T. (2016). Soortenbeschermingsprogramma Antwerpse Haven Monitoringrapport 2015. Natuurpunt in samenwerking met Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen en Maatschappij Linkerscheldeoever.

Berbee R.P.M. (1997). Hoe omgaan met actief chloor in koelwater? RIZA rapport 97.077. Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling.

Beschrijvend bodemonderzoek, ABO nv, november 2007 (consulteerbaar bij OVAM)

Beschrijvend bodemonderzoek, Becewa vzw, mei 2001 (consulteerbaar bij OVAM)

Breine, J.,Van Thuyne, G (2013A). Bemonstering van het visbestand in de koelwaterpluim van de kerncentrale in Doel. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (998714). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Breine, J., Van Thuyne, G. (2013B). Opvolging van het visbestand van de Zeeschelde met ankerkuilvisserij: resultaten voor 2013. INBO.R. 2013.1020474. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R. 2012.1020474). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Breine, J., Van Thuyne, G. (2014). Opvolging van het visbestand van de Zeeschelde met ankerkuilvisserij: resultaten voor 2014. INBO.R. 2014.6193190. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (INBO.R. 2014.6193190). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Breine, J., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes Y., Pauwels, I. en G. Van Thuyne (2015). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium: Ankerkuilcampagnes 2015. INBO.R.2015.11338975. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.11338975.). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Breine, J., Delmoité, S., De Bruyn, A., Galle, L., Lambeens, I., Maes, Y. en G. Van Thuyne (2017). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium. Ankerkuilcampagnes 2016. Rapporten van het Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (10). Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

BWK verklarende tekst bij Kaart blad 15, INBO, 2006.10

Cuperus in Tamis, W.L.M. & Runhaar, J. 1994. Kwetsbaarheidskaarten Natuur Zuid-Holland. CML rapport 115. Centrum voor Milieukunde Leiden.

J. Breine, A. De Bruyn, L. Galle, I. Lambeens, Y. Maes en G. Van Thuyne (2018). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium. Ankerkuilcampagnes 2017. Rapporten van het Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (3). Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.13829441

J. Breine, L. Galle, I. Lambeens, Y. Maes, T. Terrie en G. Van Thuyne (2019). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium. Ankerkuilcampagnes 2018. Rapporten van het Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (7). Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.15908465

J. Breine, L. Galle, I. Lambeens, Y. Maes, T. Terrie en G. Van Thuyne (2020). Monitoring van de visgemeenschap in het Zeeschelde-estuarium. Ankerkuilcampagnes 2019. Rapporten van het Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (4). Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.17680566

Brys, R., Ysebaert, T., Escaravage, V., Van Damme, S., Van Braeckel, A., Vandevoorde, B. & Van den Bergh, E. (2005). Afstemmen van referentiecondities en evaluatiesystemen in functie van de KRW: afleiden en beschrijven van typespecifieke referentieomstandigheden en/of MEP in elk Vlaams overgangswatertype vanuit de – overeenkomstig de KRW – ontwikkelde beoordelingssystemen voor

biologische kwaliteitselementen. Eindrapport. VMM.AMO.KRW.REFCOND OW. Instituut voor Natuurbehoud INBO.2005.7.

De Kruik H.J. (1983). Overzicht van hydrobiologisch koelwateronderzoek in Nederland. Stand van zaken 30 juni 1983. Commissie Koelwater Normen, 's Gravenhage. 72pg.

Dobben, H.F. van, Bobbink, R., Bal, D., Hinsberg, A. van. (2012). Overzicht van kritische depostiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000-gebieden. Wageningen : Alterra (Alterra-rapport 2397) - 68

European Environment Agency, EMEP EEA Guidebook 2009

European Environment Agency, EMEP EEA Guidebook 2013

Ficke A.D., Myrick C.A. & L.J. Hansen (2007). Potential impacts of global change on freshwater fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries.

Garniel, A.; Daunicht, W.D.; Mierwald, U. & Ojowski, U. 2007. Vögel und Verkehrslärm. Schlussbericht, langfassung. FuEVorhaben 02.237/2003/LR des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, Bonn/Kiel, Germany. 264p

Gassman, F., Tinguely, M. & Haschke, D. EIR-Bericht nr. 475, 1982. Calculs de panaches de tours de refroidissement pour des situations de haute pression hivernales.

Hartholt J.G. & Jager Z. (2004). Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu. RIKZ/2004.043.. Rijkwaterstaat.

International Atomic Energy Agency, 1974. Technical Reports Series no 155. Thermal discharges at nuclear power stations. Their management and environmental impacts.

Internationaal Energieagentschap (IEA), Nuclear Power in a Clean Energy System, 2019

Kerkum, L.C.M., bij de Vaate, A., Bijstra, D., de Jong, S.P. & Jenner, H.A. (2004). Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu. RIZA rapport 2004.033. Rijkwaterstaat.

Kitchell J.F., Stewart D.J. & D. Weininger (1977). Applications of a bioenergetics model to yellow perch (Perca flavescens) and walleye (Stizostedion vitreum vitreum). Journal of the Fisheries Research Board of Canada 34: 1922-1935.

Krijgsveld, K.L., van der Winden, J. & Smits, R. (2008). Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.

Lauver, T.L., Curtis C.R., Patterson, G.W. & Douglass, L.W.. Effects of saline cooling tower drift on seasonal variations of sodium and chlorine concentrations in native perennial vegetation, 1978.

Maes, J., Ollevier, F (2005) Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik. Studierapport in opdracht van de Afdeling Maritieme Toegang. Leuven.

Maes, J., Peeters, B., Ollevier, F.P. (1999). Evaluation of the fish guidance system at the cooling water inlet of the nuclear power plant Doel 3/4. Studierapport in opdracht van Electrabel. KU Leuven.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P., Ollevier, F. (1996). Onderzoek naar de impact van watercaptatie via het waterpompstation van de kerncentrale van Doel ¾ op de biota van de Beneden-Zeeschelde. KU Leuven. Studierapport in opdracht van Electrabel (D/l 996/7744/1). KU Leuven.

Managementplan Natura 2000 1.0, Zeeschelde (SIGMA) (19/12/2014). Documentnummer Natura2000_0000336. Agentschap voor Natuur en Bos.

Méry, P. Aménagement et Nature no 94, Association pour les espaces naturels, Paris, France. Impact de la réfrigération atmosphérique, 1989.

Milieuverklaring 2018, Kerncentrale Doel

Nieuwborg H. 1996. Provinciaal Natuurontwikkelingsplan Antwerpen

Oriënterend bodemonderzoek, AIB-Vinçotte International NV, december 2015 (consulteerbaar bij OVAM)

Oriënterend bodemonderzoek, Becewa vzw, april 1996 (consulteerbaar bij OVAM)

Oriënterend bodemonderzoek, Becewa vzw, mei 2000 (consulteerbaar bij OVAM)

Oriënterend bodemonderzoek, Becewa vzw, mei 2005 (consulteerbaar bij OVAM)

Oriënterend bodemonderzoek, Becewa vzw, mei 2010 (consulteerbaar bij OVAM)

Oriënterend bodemonderzoek, Soresma, september 2002 (consulteerbaar bij OVAM)

Oriënterend bodemonderzoek, Sweco Belgium NV, oktober 2019 (consulteerbaar bij OVAM)

Oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek, Becewa vzw, november 2009 (consulteerbaar bij OVAM)

Plan-MER Oosterweelverbinding, Antea, januari 2014

Plancke, Y.; Van De Moortel, I.; Hertogs, R.; Vereecken, H.; Vos, G.; Verdoodt, N.; Meire, D.; Deschamps, M.; Mostaert, F. (2017). Monitoring Effecten Ontwikkelingsschets (MONEOS) – Jaarboek monitoring 2016: Deelrapport 6 – Factual data rapportage van monitoring waterbeweging en fysische parameters in de Zeeschelde in 2016. Versie 4.0. WL Rapporten, 12_070_6. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Prins T.C., Bot P.V.M., Duin R.M.N. & Peeters J.C.H. (2002). Eutrofiëring zoute wateren: effecten, trends, en prognose. Rapport RIKZ 2002.023. Rijksinstituut voor Kust en Zee.

Project-MER, KCD Hernieuwing van de Vlarem-vergunning, Vinçotte, 2010

Reijnen, R. en R.P.B. Foppen, 2006. Impact of road traffic on breeding bird populations. In: The ecology of transportation: managing mobility for the environment / Davenport, J., Davenport, J.L. - Dordrecht : Springer, 2006 (Environmental Pollution 10) - ISBN 1402045034.

RIVM rapport 609022031/2009, 'Verspreiding van stoffen bij branden: een verkennende studie'. 2009.

Sierdsema H., Foppen R. & van Kleunen A. 2014. Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels. Sovon-rapport 2014/19. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Stevens & Van den Bergh (2010). Advies betreffende de afwijking van de Vlarem-regelgeving bij lozing van koelwater te Doel. INBO.A.2010.111.

Technisch verslag bij grondverzet, Tractebel Engineering nv, september 2016 (consulteerbaar bij Grondbank)

US Environmental Protection Agency, Compilation of air pollutant emission factors, Third edition, August 1977 (AP-42 1977)

Van Damme, S., Van Hove, D., Ysebaert, T., de Deckere, E., Van den Bergh, E. & Meire, P. (2003). Ontwikkelen van een score of index voor fytoplankton, macrozoobenthos, macro-algen en angiospermen voor de Vlaamse overgangswateren volgens de Europese Kaderrichtlijn Water. Eindrapport ECOBE 03-R54.

Van den Bergh, Breine & Speybroek. 2013. Advies betreffende een monitoringsprogramma voor de effecten van de lozingspluim van het koelwater van de kerncentrales van Doel. INBO.A.2012.173.

Stevens & Van den Bergh (2010). Advies betreffende de afwijking van de Vlarem-regelgeving bij lozing van koelwater te Doel. INBO.A.2010.111.

van Dobben H.F., Bobbink R., Bal D., van Hinsberg A. 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra rapport 2397. Alterra, WUR, Wageningen, Nederland.

Van Ryckegem G. , Van Braeckel A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., De Regge N., Soors J., Dhaluin P., Terrie T., Van Lierop, F., Hessel K. & Van den Bergh E. (2014). MONEOS – Geïntegreerd data-rapport INBO: toestand Zeeschelde 2013. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (2646963). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Ryckegem G., Van Braeckel A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., De Regge N., Soors J., Dhaluin P., Terrie T., Van Lierop, F., Hessel K., Froidmont, M. & Van den Bergh E. (2015). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: toestand Zeeschelde 2014. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.R.2015.8990774. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Ryckegem, G., Van Braeckel, A., Elsen, R., Speybroeck, J., Vandevoorde, B., Mertens, W., Breine, J., De Beukelaer, J., De Regge, N., Hessel, K., Soors, J., Terrie, T., Van Lierop, F. & Van den Bergh, E. (2016). MONEOS – Geïntegreerd data- rapport INBO: Toestand Zeeschelde 2015: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het

Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek 2016 (INBO.R.2016.12078839). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Van Ryckegem G., Van Braeckel A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., Spanoghe G., Buerms D., De Beukelaer J., De Regge N., Hessel K., Soors J., Terrie T., Van Lierop F. & Van den Bergh E. (2017). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2016: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (37). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.13479033

Van Ryckegem G., Van Braeckel A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., Spanoghe G., Bezdenjesnji O., Buerms D., De Beukelaer J., De Regge N., Hessel K., Lefranc C., Soors J., Terrie T., Van Lierop F. & Van den Bergh E. (2018). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2017: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek 2018 (74). Insttuut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: doi.org/10.21436/inbor.15000892

Van den Bergh, Breine & Speybroek. 2013. Advies betreffende een monitoringsprogramma voor de effecten van de lozingspluim van het koelwater van de kerncentrales van Doel. INBO.A.2012.173.

Vlaamse Milieumaatschappij. Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest. Jaarverslag Immissiemeetnetten 2012, 2013.

Vlaamse Milieumaatschappij. Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest. Jaarverslag Immissiemeetnetten 2013, 2014.

Vlaamse Milieumaatschappij. Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest. Jaarverslag Immissiemeetnetten 2014, 2015.

Wagemans *et al.*, 2008. Galgeschoor, Groot Buitenschoor (Lillo & Zandvliet). Tweede monitoringsrapport. Natuurpunt.

Lijst van tabellen

Tabel 2-1: Overzicht van ontwikkelingen die een invloed kunnen hebben op de effectbespreking en -beoordeling 1

Tabel 2-2 Overzicht van de (hydro)geologische opbouw ter hoogte van het studiegebied 8

Tabel 2-3 Overzicht van de vergunde grondwaterwinningen in de uitgangssituatie ter hoogte van het studiegebied 11

Tabel 2-4 Overzicht van de uitgevoerde bodemonderzoeken op de KCD 12

Tabel 2-5 Waterkwaliteit en toetsing aan de milieukwaliteitsnorm (MKN) in de meetpunten stroomop- en stroomafwaarts van het lozingspunt van KCD in de Schelde – Uitgangssituatie 2013-2014 31

Tabel 2-6 Waterkwaliteit en toetsing aan de milieukwaliteitsnorm (MKN) in de meetpunten stroomop- en stroomafwaarts van het lozingspunt van KCD in de Schelde – 2015-2020 33

Tabel 2-7 Prati-index volgens zuurstof: klassen 41

Tabel 2-8 Prati-index volgens zuurstof 42

Tabel 2-9 Lozingsnormen, effluentconcentraties en vuilvrachten sanitair afvalwater 54

Tabel 2-10 Lozingsnormen, effluentconcentraties en vuilvrachten industrieel afvalwater 60

Tabel 2-11 Lozingsnormen, effluentconcentraties en vuilvrachten koelwater 65

Tabel 2-12 Bijdrageberekening 82

Tabel 2-13 Grafische voorstelling van het temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (gegevens alle monitoringscampagnes) (Arcadis, 2012) 92

Tabel 2-14: Klassenindeling voor de categorie overgangswater (Bron: Stroomgebiedbeheerplan Beneden-Scheldebekken) – ter hoogte KCD geldt O1b 97

Tabel 2-15: Significantiekader discipline geluid 108

Tabel 2-16: Koppeling van beoordeling aan milderende maatregelen 109

Tabel 2-17: Ligging van de immissiemeetpunten 110

Tabel 2-18: De verschillende windsectoren 111

Tabel 2-19: resultaten van de immissiemeting en vergelijking met MKN 112

Tabel 2-20: Significantieniveaus voor geluid in toestand 2013-2014 120

Tabel 2-21: Tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2013-2014 122

Tabel 2-22: Significantieniveau obv tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2013-2014 125

Tabel 2-23: resultaten van de immissiemeting en vergelijking met MKN 126

Tabel 2-24: Totaal geluidsvermogen van discontinue bronnen 128

Tabel 2-25: Gemiddeld specifiek geluid thv referentiepunten 129

Tabel 2-26: Tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2015-2019 130

Tabel 2-27: Significantieniveau obv tijdsgewogen totaal specifiek geluid in toestand 2015-2019 132

Tabel 2-28: Typerende werktuigen tijdens de aanlegfase en hun geluidsvermogenniveau 134

Tabel 2-29: Toetsing van de logaritmische som van het tijdsgewogen totaal specifiek geluid aan de richtwaarde thv referentiepunten in toestand 2015-2019 137

Tabel 2-30: Beschouwde geluidsvermogens van de continue bronnen 139

Tabel 2-31: Specifiek geluid in referentiepunten versus Vlarem II richtwaarde 142

Tabel 2-32: Significantieniveaus voor geluid in het nulalternatief 143

Tabel 2-33: Significantieniveau obv tijdsgewogen totaal specifiek geluid in het nulalternatief 144

Tabel 2-34 Overzicht meetplaatsen VMM in de omgeving van KCD 151

Tabel 2-35 SO_2-concentraties (µg/m³) in de omgeving van KCD 152

Tabel 2-36 NO_2-concentraties (µg/m³) in de omgeving van KCD 153

Tabel 2-37 PM_{10}-concentraties in de omgeving van KCD 155

Tabel 2-38 $PM_{2,5}$-concentraties in de omgeving van KCD 156

Tabel 2-39 Zwarte koolstof concentraties in de omgeving van KCD 158

Tabel 2-40 Emissiefactoren voor de verbrandinginstallaties op vloeibare brandstoffen, bouwjaar 1982-1984 160

Tabel 2-41: Emissiefactoren voor de verbrandinginstallaties op vloeibare brandstoffen, bouwjaar 2000-2017 161

Tabel 2-42 Brandstofverbruik (2014) 161

Tabel 2-43: Emissiefactoren per verbrandingsinstallatie 163

Tabel 2-44 Emissies stookinstallaties (2014) 164

Tabel 2-45: Besparingen ten gevolge van energiemaatregelen bij KCD (volgens Energieplan 2014) 168

Tabel 2-46: Theoretisch aantal draaiuren en gasolieverbruik, realistische worst case periode 2015-2019 172

Tabel 2-47: Emissies verbrandingsinstallaties realistische worst case 2015-2019 situatie LTO (ton/jaar) 172

Tabel 2-48 Selectie van de relevante polluenten 173

Tabel 2-49: Emissies verbrandingsinstallaties realistische worst case 2019-2029 situatie no-LTO (ton/jaar) 176

Tabel 2-50 Jaarlijkse CO2-emissies in de periode 2009-2019 178

Tabel 2-51 Beoordelingskader eutrofiëring en verzuring afkomstig uit de praktische wegwijzers voor eutrofiëring en verzuring via de lucht van ANB 184

Tabel 2-52 Overzicht van de kritische depositiewaarden voor stikstof voor de Europese habitattypes binnen een straal van 2,5 km rondom de site van KCD 208

Tabel 2-53 Overzicht van de kritische last voor verzuring voor de Europese habitattypes binnen een straal van 2,5 km rondom de site van KCD 211

Tabel 2-54: Verstoringsgevoeligheid vogels (Aeolus & Lisec, 2001)..... 215

Tabel 2-55 Instandhoudingsdoelstellingen SBZ-gebieden BE2300006 Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent, BE2301336 Schorren en polders van de Beneden-Schelde, BE220135 Durme en Middenloop van de Schelde, BE2300222 Kuifeend en Blokkersdijk - relevante Europese habitattypes voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken binnen de ecotoopcluster 'estuarium' 243

Tabel 2-56: Instandhoudingsdoelstellingen SBZ-gebieden BE2300006 Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent, BE2301336 Schorren en polders van de Beneden-Schelde, BE220135 Durme en Middenloop van de Schelde, BE2300222 Kuifeend en Blokkersdijk - relevante Europese habitattypes voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken binnen de ecotoopcluster 'wetlands' 245

Tabel 2-57 Instandhoudingsdoelstellingen SBZ-gebieden BE2300006 Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent, BE2301336 Schorren en polders van de Beneden-Schelde, BE220135 Durme en Middenloop van de Schelde, BE2300222 Kuifeend en Blokkersdijk - relevante Europees beschermde soorten voor de ligging van KCD, de aard van diens activiteiten en de projectkenmerken 246

Tabel 2-58 Lijst van de stressoren en de gerelateerde gezondheidsimpact voor het project .. 282

Tabel 2-59 Ruimtegebruik in het studiegebied van de inrichting..... 285

Tabel 2-60 Bevolkingsaantal in een straal van 2 en 5 km rond de kerncentrale van Doel (bron: Statbel)..... 286

Tabel 2-61 Maximale effectafstanden per insluitsysteem 294

Tabel 2-62 Vlinderdas gasolie – sectie opslag 296

Tabel 2-63 Vlinderdas gasolie – sectie verlading 297

Tabel 2-64 Vlinderdas hydrazine – sectie opslag 298

Tabel 2-65 Vlinderdas hydrazine – sectie verlading 299

Tabel 2-66 Significantiekader discipline mens-mobiliteit 311

Lijst van figuren

Figuur 2-1 Topografie ter hoogte van het studiegebied 6

Figuur 2-2 Hoogteprofiel ter hoogte van KCD 7

Figuur 2-3 Bathymetrie Schelde ter hoogte van Doel 26

Figuur 2-4 Situering VMM-meetpunten 29

Figuur 2-5 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2013 37

Figuur 2-6 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2014 37

Figuur 2-7 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2015 38

Figuur 2-8 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2016 38

Figuur 2-9 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2017 39

Figuur 2-10 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2018 39

Figuur 2-11 Temperatuur (°C) Scheldewater aan innamepunten van Doel 1 (D1/xxx; blauwelijn) en Doel 2 (D1/xxx; oranje lijn) en aan het innamepunt van de eenheden Doel 3 en 4 (D3/xxx; grijze lijn) – 2019 40

Figuur 2-12 Waterbalans 2013 (m³) 45

Figuur 2-13 Waterbalans 2014 (m³) 46

Figuur 2-14 Schematische voorstelling interne riolering industrieel afvalwater en koelwater .. 48

Figuur 2-15 Zuurstofgehalte (mg O_2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2013 67

Figuur 2-16 Zuurstofgehalte (mg O_2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2014 67

Figuur 2-17 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2015 68

Figuur 2-18 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 - 2016 68

Figuur 2-19 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2017 69

Figuur 2-20 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2018 69

Figuur 2-21 Zuurstofgehalte (mg O2/L) van het Scheldewater aan de innamepunten van Doel 1, Doel 3 en 4 en van het koelwater aan het gemeenschappelijke lozingspunt K3 – 2019 70

Figuur 2-22 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2013 73

Figuur 2-23 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2014 73

Figuur 2-24 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2015 74

Figuur 2-25 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2016 74

Figuur 2-26 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2017 75

Figuur 2-27 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2018 75

Figuur 2-28 Temperatuur (°C) koelwater aan gemeenschappelijk lozingspunt K3 – 2019 76

Figuur 2-29 Pluviale overstromingskaart – overstroombaar gebied onder het huidig klimaat. Grote kans: neerslagbui met terugkeerperiode 10 jaar (T10); middelgrote kans: terugkeerperiode 100 jaar (T100); kleine kans: terugkeerperiode 1000 jaar (T1000) (Bron : www.waterinfo.be/overstromingsrichtlijn). 80

Figuur 2-30 Pluviale overstromingskaart – overstroombaar gebied onder het hoog-impact klimaatscenario (hoge zomer) 2050. Grote kans: neerslagbuit met terugkeerperiode 10 jaar (T10); middelgrote kans: terugkeerperiode 100 jaar (T100); kleine kans: terugkeerperiode 1000 jaar (T1000) (Bron : www.waterinfo.be/overstromingsrichtlijn) 80

Figuur 2-31 Zone met waarneembare temperatuursverhoging (>1°C) bij afgaand water, strekdam onder water 89

Figuur 2-32 Zone met waarneembare temperatuursverhoging (>1°C) bij afgaand water, strekdam boven..... 90

Figuur 2-33 Maximale zone met waarneembare temperatuursverhoging (>1°C) bij opkomend water 91

Figuur 2.34 Geïnterpoleerd NO2-jaargemiddelde in 2012 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel) 154

Figuur 2.35 Geïnterpoleerd NO_2-jaargemiddelde in 2013 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel) 154

Figuur 2.36 Geïnterpoleerd NO_2-jaargemiddelde in 2014 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel) 155

Figuur 2.37 Gemodelleerde PM10-concentraties in de omgeving van KCD (zwarte cirkel) .. 156

Figuur 2.38 Gemodelleerde PM2,5-concentraties in de omgeving van KCD (zwarte cirkel) . 157

Figuur 2.39 Gemodelleerde zwarte koolstof concentraties in 2014 in de omgeving van KCD (zwarte cirkel)..... 158

Figuur 2.40: Jaargemiddelde NO2 immissiebijdrage in de bedrijfsfase, scenario 'LTO'..... 175

Figuur 2.41: Jaargemiddelde NO2 immissiebijdrage in de bedrijfsfase (scenario no LTO)..... 177

Figuur 2-42 Andere gebieden belangrijk voor natuur in de omgeving van de KCD 188

Figuur 2-43 Belangrijke broedgebieden en pleistergebieden in de omgeving van de KCD ... 190

Figuur 2-44 Ectoopenkaart Schelde (INBO, 2015)..... 194

Figuur 2-45 Netwerk van ecologische infrastructuur in het Antwerps havengebied (Baetens *et al.*, 2015) ... 205

Figuur 2-46 Contour stikstofdepositie (in kg N/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie ... 209

Figuur 2-47 Contour verzurende depositie (in Zeq/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie ... 212

Figuur 2-48: Verstoringsgevoeligheid van de verschillende soortgroepen, (gemiddelden van relevante Nederlandse soorten, Krijgsveld et al. 2008) ... 214

Figuur 2-49 Geluidscontouren 2013-2014 (= in de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van Natura 2000-gebieden ... 217

Figuur 2-50 Geluidscontouren 2013-2014 (ook dezelfde voor de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van VEN-gebieden ... 218

Figuur 2-51 Geluidscontouren 2013-2014 (ook dezelfde voor de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van erkende en Vlaamse natuurreservaten ... 219

Figuur 2-52 Mate van verstoring als functie van de toename van de watertemperatuur (Hartholt & Jager, 2004) ... 222

Figuur 2-53 Temperatuureisen van enkele vissoorten (rood: viseter; blauw: macrofauna-eter; paars: vis-/macrofauna-eter; groen: vegetatie-/macrofauna-eter. Een pijl achter de soort geeft aan dat deze temperaturen >28°C kan verdragen) (Kerkum *et al.*, 2004) ... 224

Figuur 2-54 Contour stikstofdepositie (in kg N/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in het nul-alternatief ... 232

Figuur 2-55 Contour verzurende depositie (in Zeq/(ha.jaar)) veroorzaakt door de activiteiten van KCD in het nul-alternatief ... 234

Figuur 2-56 Geluidscontouren in het nul-alternatief ten opzichte van Natura 2000-gebieden 236

Figuur 2-57 Geluidscontouren in het nul-alternatief ten opzichte van VEN-gebeiden ... 236

Figuur 2-58 Geluidscontouren in het nul-alternatief ten opzichte van erkende en Vlaamse natuurreservaten ... 237

Figuur 2-59 Geluidscontouren 2013-2014 (ook dezelfde voor de bedrijfsfase 2015-2018) ten opzichte van Natura 2000-gebieden ... 256

Figuur 2-60 Geluidscontouren 2013-2014 (= in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie) ten opzichte van VEN-gebieden ... 260

Figuur 2-61 Situering opnamepunten ... 272

Figuur 2-62 Perceptie van de veiligheid van kernreactoren in België in de periode 2011-2018 (N>1000, gewogen steekproef in 2015 en 2018) 302

Figuur 2-63 Situering van de ontsluitingswegen op mesoniveau 309

Figuur 2-64 Situering van de toegangen 310

Figuur 2-65 Bovenlokaal Functioneel Fietsroutenetwerk (bron: gisoost.be) 313

Figuur 2-66 Fietsknooppuntennetwerk (bron: fietsnet.be) 314

Figuur 2-67 Wegcategorisering 318

Figuur 2-68 Voorstelling “Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen” 322

Figuur 2-69 Situering van inzamelpunten 325

Figuur 2-70 Schema containers Containerpark en Centraal Milieumagazijn (MAH) 325

Figuur 2-71 Hoeveelheid totaal geproduceerd niet-radioactief afval en fractie restafval 326

3 Radiologische aspecten

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke radiologische milieuaspecten beschouwd worden in dit MER. Om de uitkomsten van deze beschouwingen beter te kunnen duiden wordt eerst een beknopte inleiding gegevens op het begrip straling en de radiologische impact daarvan. Als eerste volgt een overzicht van de in dit MER beschouwde situaties. Dit is deels een herhaling van hoofdstuk 1.

3.1 Beschouwde scenario's

De bepaling van de effecten van het Project is opgesplitst in een aantal scenario's, zie voor punt 2 en 3 ook § 1.7:

1. Uitgangssituatie: hierbij gaat het om de beschrijving van de situatie zoals deze momenteel bestaat. Daarbij uitgaande van de situatie vóór het Project, dus 2014. En om een beter beeld te krijgen van de gemiddelde situatie zijn ook de jaren 2012 en 2013 hierbij meegenomen.
2. Project (LTO-scenario):
    a. Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: hierbij gaat het om de fase van het Project waarbij de aanpassingen en wijzigingen die voortvloeien uit het Project uitgevoerd worden. Deze fase duurt van 2015 tot en met 2018. Deze aanpassingen worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Electrabel baat zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode ook uit.
    b. Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): hierbij gaat het om de fase van het Project waarbij alle wijzigingen en aanpassingen van het Project zijn uitgevoerd. De kerncentrale wordt dan op reguliere wijze uitgebaat. Deze fase duurt van 2019 tot en met 2025.
3. Nul-alternatief: hierbij gaat het om de situatie waarbij het Project niet gerealiseerd wordt en waarbij de uitbating van KCD-1 en KCD-2 dus in 2015 stopt.

Zoals ook in § 1.1.3 is aangegeven, wordt het stoppen van de elektriciteitsproductie gevolgd door de Definitieve Stopzetting, waarna de ontmanteling begint. De ontmanteling is onderworpen aan eigen specifieke vergunningstraject, waarbij een milieueffectbeoordeling hoort. Aangezien dit een eigen procedure is, maakt de ontmanteling van KCD-1 en KCD-2 geen deel uit van dit MER.

In de § 3.1.1 t/m § 3.1.3 worden deze situaties nader beschreven en wordt ingegaan op de gehanteerde methodiek die specifiek is voor de desbetreffende situatie. Deze methodiek is toegepast voor zowel de Uitgangssituatie, als voor de Projectsituatie (het LTO-scenario) en het Nul-alternatief.

3.1.1 Uitgangssituatie

De Uitgangssituatie is gedefinieerd als de periode 2012-2014. In 2015 is de uitvoering van de werkzaamheden m.b.t. het Project begonnen. Hierdoor is 2014 het laatste jaar met de situatie zonder invloed van het Project. Echter, binnen de normale uitbating vinden fluctuaties in de productie plaats. Hierdoor zijn er ook schommelingen in de lozingen en impact van de kerncentrale op de omgeving. Om een beter beeld te krijgen van de gemiddelde situatie, is niet alleen 2014 beschouwd, maar ook de twee voorliggende jaren, te weten 2012 en 2013.

De effecten van KCD in de Uitgangssituatie zijn bepaald door te onderzoeken wat de gemeten en gerapporteerde effecten waren in de periode 2012-2014. Indien mogelijk zijn de gegevens opgesplitst naar de bijdrage van KCD-1 en KCD-2 en de gezamenlijke bijdrage van KCD-3 en KCD-4. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt wat de bijdrage is van KCD-1 en KCD-2 aan de Uitgangssituatie. Indien mogelijk is voor de Uitgangssituatie een gemiddeld effect bepaald, voor zowel KCD-1 en KCD-2 samen als voor KCD-3 en KCD-4. Deze gemiddelden zijn vervolgens gebruikt om de effecten tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018, bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025), als ook voor het Nul-alternatief te bepalen.

3.1.2 Project (LTO-scenario)

In het scenario waarin het LTO-Project plaatsvindt zijn twee fases te onderscheiden; de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 en de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025).

3.1.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Gedurende deze fase worden de LTO-maatregelen uitgevoerd. Afhankelijk van het soort werkzaamheden kunnen de LTO-maatregelen tijdens reguliere uitbating of alleen tijdens een revisie (jaarlijks, waarin ook splijtstof wordt gewisseld) uitgevoerd worden. Met name de technische LTO-maatregelen kunnen alleen tijdens een revisie uitgevoerd worden om de continue veiligheid van zowel de centrale als de medewerkers te waarborgen. Tijdens reguliere uitbating worden ook vele werkzaamheden uitgevoerd.

Voor elk milieuaspect (zie § 3.3) is voor de Uitgangssituatie het effect bepaald. Aan de hand van de beschrijving van de maatregelen (zie ook § 1.6.1) en het effect tijdens de Uitgangssituatie wordt ingeschat hoe elke milieuaspect beïnvloed wordt door de maatregelen. Bijvoorbeeld: neemt tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 naar verwachting de directe straling toe, af of blijft deze gelijk t.o.v. de Uitgangssituatie?

Omdat ten tijde van het opstellen van dit MER de daadwerkelijke effecten uit de periode 2015-2018 bekend zijn, wordt vervolgens de gemaakte schatting vergeleken met de gerapporteerde effecten.

3.1.2.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

Na de realisatie van de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018, dat wil zeggen zowel implementatie van de maatregelen van het Project als reguliere uitbating, zullen KCD-1 en KCD-2 verder regulier uitgebaat worden gedurende 2019-2025. Analoog aan de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018, wordt aan de hand van de beschrijving van de maatregelen en de uitstoot tijdens de

Uitgangssituatie een inschatting gemaakt van het effect van de maatregelen op de uitstoot tijdens de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025).

Aan de hand van die inschatting wordt vervolgens ook bepaald wat het cumulatieve effect is als gevolg van de 10 jaar langere uitbating.

3.1.3 Nul-alternatief

Bij het vaststellen van de effecten tijdens de Uitgangssituatie is voor zover mogelijk onderscheid gemaakt tussen de effecten van KCD-1 en KCD-2 gezamenlijk en van KCD-3 en KCD-4 samen.

Bij het Nul-alternatief stopt de uitbating van KCD-1 en KCD-2 in 2015. De kernreactoren en het splijtstofbekken zullen echter nog wel gekoeld moeten worden, waardoor er nog steeds effecten zullen zijn van KCD-1 en KCD-2, al zullen deze lager zijn dan in de Uitgangssituatie. In deze fase, de Definitieve Stopzetting genoemd, worden KCD-1 en KCD-2 voorbereid op ontmanteling.

3.2 Straling en de radiologische impact

In deze paragraaf wordt een beknopte inleiding gegeven op het begrip straling en de radiologische impact die deze kan hebben. Hierbij wordt een aantal termen en definities gehanteerd die vooraf worden toegelicht [o.a. ARBIS]. Vervolgens wordt in § 3.2.2 het begrip van kernsplijting uitgelegd, alsmede de toepassing er van in kernenergie en de stralingsaspecten.

3.2.1 Termen en definities

Accidentele lozingen	Dit zijn radioactieve lozingen die plaats hebben als gevolg van een ongeval in de centrale
Activiteit	De activiteit A van een hoeveelheid radionuclide in een bepaalde energietoestand en op een gegeven tijdstip is het quotiënt van dn en dt, waarin dn de verwachtingswaarde van het aantal spontane kernovergangen vanuit die energietoestand gedurende het tijdsinterval dt voorstelt: A= dn/dt De eenheid van activiteit is de becquerel
ALARA	*As Low as reasonably Achievable*. Term uit de stralingsbescherming die inhoudt dat de straling zo laag mogelijk moet gehouden worden als redelijk is
Becquerel	De eenheid van activiteit; één becquerel komt overeen met één desintegratie per seconde: 1 Bq = 1 s^{-1}

Blootstelling	Het feit blootgesteld te zijn aan ioniserende stralingen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen: • Externe blootstelling: blootstelling aan stralingsbronnen die zich buiten het organisme bevinden; • Interne blootstelling: blootstelling aan stralingsbronnen die zich binnen het organisme bevinden, • Totale blootstelling: de som van de externe en de interne blootstelling.
Collectieve dosis	De collectieve dosis (S) van een populatie of een groep blootgesteld aan een bron, een handeling of een beroepsactiviteit zoals bedoeld in dit reglement en met blootstelling als gevolg, wordt gegeven door de volgende uitdrukking: $S = \sum_i H_i P_i$ waarbij H_i het gemiddelde voorstelt van de opgelopen doses en de volgdoses voor het ganse organisme, voor een orgaan of voor een weefsel, door de P_i leden van de i-de deelgroep van de beschouwde populatie of groep.
Dosisbeperking	Opgelegde beperking ten aanzien van de te verwachten individuele doses die door een bron, handeling of bepaalde taak zouden kunnen worden veroorzaakt; deze wordt gebruikt bij de optimalisering, tijdens de planning van de stralingsbescherming.
Dosisconversiefactor	Factoren om de stralingsbelasting te berekenen van afzonderlijke organen en van het hele lichaam door radioactieve stoffen binnen het lichaam. De dosisfactoren zijn afhankelijk van de radionuclide, van de manier van binnenkomen (inhalatie/ingestie), van de chemische verbinding van de radionuclide (oplosbaar/onoplosbaar) alsmede van de ouderdom van de persoon
Dosislimiet	De in dit reglement bepaalde maximale waarden voor de doses ten gevolge van de blootstelling van beroepshalve blootgestelde personen, leerlingen en studenten, alsook van andere personen van het publiek, aan ioniserende stralingen; ze zijn van toepassing op de som van de desbetreffende doses ten gevolge van uitwendige blootstellingen tijdens een bepaalde periode en van de volgdoses voor 50 jaar (voor kinderen tot de leeftijd van 70 jaar) ten gevolge van opnames gedurende diezelfde periode.
Dosistempo	De term dosistempo wordt gebruikt om de hoeveelheid (effectieve) dosis per tijdseenheid aan te geven, veelal in µSv/uur. Het dosistempo kan alleen gebruikt worden voor directe straling omdat geen rekening wordt gehouden met volgdoses. Het dosistempo stelt meestal de effectieve volgdosis voor waarbij wordt uitgegaan van bèta- en gammastraling (W_R=1) en een homogene bestraling van het gehele lichaam (W_T=1).

Effectieve dosis (E)	De som van de gewogen equivalente doses in alle in bijlage II van het ARBIS vermelde lichaamsweefsels en -organen ten gevolge van inwendige en uitwendige bestraling. Zij wordt gedefinieerd door: $E = \sum W_T H_T \sum W_T \sum W_R D_{T,R}$ waarin: • $D_{T,R}$ de gemiddelde dosis is die door het orgaan of het weefsel T opgenomen wordt ten gevolge van de straling R; • w_R de stralingsweegfactor is, en • w_T de weefselweegfactor voor het weefsel of orgaan T. De desbetreffende w_T-en w_R-waarden staan vermeld in bijlage II van het ARBIS. De eenheid van effectieve dosis is de sievert (Sv).
Effectieve volgdosis [E(τ)]:	De som van de equivalente volgdoses in de diverse weefsels of organen [$H_T(\tau)$] ten gevolge van een opname, vermenigvuldigd met de bijbehorende weefselweegfactor w_T. Zij wordt gedefinieerd door: $E(T) = \sum_T W_T H_T(T)$ waarin τ het aantal jaren aangeeft waarover wordt geïntegreerd. De eenheid van effectieve volgdosis is de sievert.
Equivalente dosis (H_T)	De geabsorbeerde dosis in een weefsel of orgaan T, gewogen voor de soort en de kwaliteit van de straling R. Zij wordt verkregen door: $H_{T,R} = W_R D_{T,R}$ waarin: • $D_{T,R}$ de in het weefsel of orgaan T gemiddelde geabsorbeerde dosis ten gevolge van de straling R voorstelt, en • W_R de bijbehorende stralingsweegfactor is. Wanneer het stralingsveld is samengesteld uit meerdere stralingssoorten en energieën met verschillende w_R-waarden, wordt de totale equivalente dosis H_T verkregen door: $H_T = \sum W_R D_{T,R}$ De desbetreffende w_R-waarden staan vermeld in bijlage II van het ARBIS. De eenheid van equivalente dosis is de sievert (Sv);
Equivalente volgdosis [$H_T(\tau)$]	De integraal over de tijd van het equivalente-dosistempo in het weefsel of orgaan T dat door een individu ten gevolge van een opname op tijdstip t_0 zal worden opgelopen. Zij wordt verkregen door: $H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} H_T(t)\,dt$ Waarin: HT(τ) het desbetreffende equivalente-dosistempo in het orgaan of weefsel T op het tijdstip τ voorstelt en τ het tijdsinterval, uitgedrukt in jaren, waarover wordt geïntegreerd. Wanneer τ niet gespecificeerd is, wordt voor volwassenen uitgegaan van een tijdsduur van 50 jaar en voor kinderen van het aantal nog te doorlopen jaren tot de leeftijd van 70 jaar. De eenheid van equivalente volgdosis is de sievert.

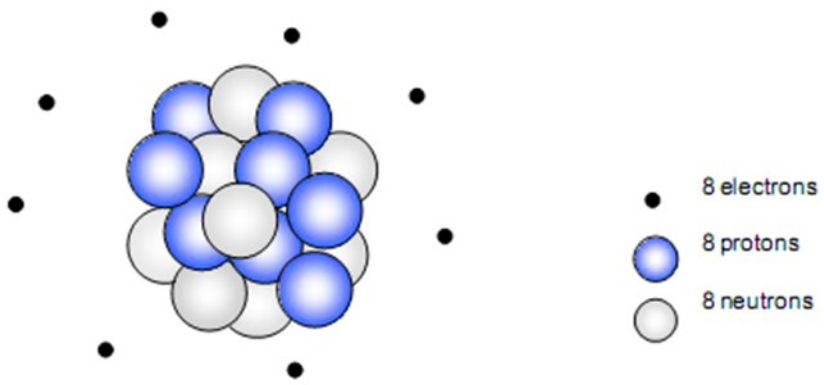
FHA	*(Fuel Handling Accident)*: splijtstofbehandelingsongeval, dit is een ongeval waarbij men veronderstelt dat een splijtstofelement lost komt tijdens de behandeling en dat als gevolg van de val, alle splijtstofstaven beschadigd zijn.
Geabsorbeerde dosis (D)	De geabsorbeerde energie per massaeenheid: D = dЄ/dm Waarin: • dЄ de gemiddelde energie is die door ioniserende stralingen aan de materie in een volume-element is overgedragen, en • dm de massa is van dit volume-element
Gecontroleerde zone	Een zone, die om redenen van bescherming tegen ioniserende straling, aan een regeling is onderworpen en waarvan de toegang eveneens gereglementeerd is. Hierin wordt de blootstelling van het werkzame personeel gecontroleerd vanwege het mogelijk optreden van een verhoogd stralings- of besmettingsniveau
Gezondheidsschade	Het geschatte risico op een levensduurverkorting en een verminderde levenskwaliteit voor een populatie als gevolg van blootstelling aan ioniserende stralingen. Deze definitie omvat de gevolgen en de probabiliteit op gevolgen voor de levensduurverwachting en levenskwaliteit ten gevolge van zowel somatische effecten en kanker (al dan niet dodelijk), als genetische effecten in de afstamming, evenals elk ander effect dat kan worden toegeschreven aan ioniserende stralingen.
Gray (Gy)	De eenheid van geabsorbeerde dosis; een gray komt overeen met een joule per kilogram: 1 Gy = 1 $J \cdot kg^{-1}$
Grenswaarde	Beleidsmatig vastgestelde norm waarmee beoogd wordt een minimaal beschermingsniveau van systemen te garanderen
Halfwaardetijd	De tijdsduur waarin de helft van de kernen van een radionuclide vervalt
LOCA	(*Loss Of Cooling Accident*): ongeval met verlies van koelmiddel, dit is een ongeval waarin de normale koeling van de kern door de primaire kring verloren gegaan is. In het ontwerp is een speciaal veiligheidsinjectiesysteem opgenomen om met dit ongeval om te kunnen gaan.
Opname	De activiteit van de radionucliden die door het organisme uit het omringend milieu wordt opgenomen.
Primaire kring	In een PWR reactor is de primaire kring de kring die zorgt voor de rechtstreekse koeling van de kern. De functie is de warmte ontwikkeld in de kern over te brengen naar de stoomgenerator alwaar de warmte overgedragen wordt naar de secundaire kring. In een PWR-reactor wordt er met water onder druk gewerkt zodat het water ondanks een temperatuur van ongeveer 300° toch vloeibaar blijft.
Radioactieve besmetting	Besmetting van een materiaal, een oppervlak, een omgeving of een persoon door radioactieve stoffen. In het specifieke geval van het menselijk lichaam omvat deze radioactieve besmetting zowel de uitwendige besmetting van de huid als de inwendige besmetting, ongeacht de weg waarlangs de opname geschied.

Radioactieve stof	Elke stof die één of meer radionucliden bevat waarvan de activiteit of de concentratie om redenen van stralingsbescherming niet mag worden verwaarloosd.
Risico	Het product van de kans op het optreden van een accidentele situatie en het ongewenste effect van die accidentele situatie
Routinelozingen	Dit zijn de radioactieve lozingen die plaats hebben wanneer de centrale in normaal bedrijf is.
Secundaire kring	De secundaire kring heeft als functie het overbrengen van de warmte van de primaire kring naar de turbine en de tertiaire kring (alwaar het in de schelde geloosd wordt). Het water uit de primaire kring wordt naar de stoomgenerator gebracht alwaar het via dunne buisjes in contact met het water van de secundaire kring komt en zijn warmte afgeeft aan dat water. Vervolgens zal het water via de secundaire kring naar de turbine gevoerd worden alwaar via expansie de thermische energie in mechanische energie omgezet wordt en dan zal de overige warmte afgevoerd worden.
Sievert (Sv)	De eenheid van de equivalente dosis en de effectieve dosis. Voor fotonen en elektronen van om het even welke energie komt één sievert overeen met één joule per kilogram: 1 Sv = 1 $J.kg^{-1}$.

3.2.2 Straling en radiologische impact

3.2.2.1 Atoom

Een atoom is van ieder scheikundig element de kleinste nog als zodanig herkenbare bouwsteen. In Figuur 3-1 wordt de voorstelling gegeven van een zuurstofatoom.



Figuur 3-1 Schematische voorstelling van een zuurstof-16 atoom

Hier zien we dat het atoom zelf verder onder te verdelen is in drie bouwstenen: de elektronen, de protonen en de neutronen. Het geheel van protonen en neutronen wordt de atoomkern genoemd. De elektronen zijn elektrisch negatief geladen, de protonen zijn positief geladen en de neutronen zijn elektrisch neutraal. Het atoom in zijn geheel is elektrisch ongeladen als gevolg van het feit dat er steeds evenveel protonen als elektronen in een atoom aanwezig zijn.

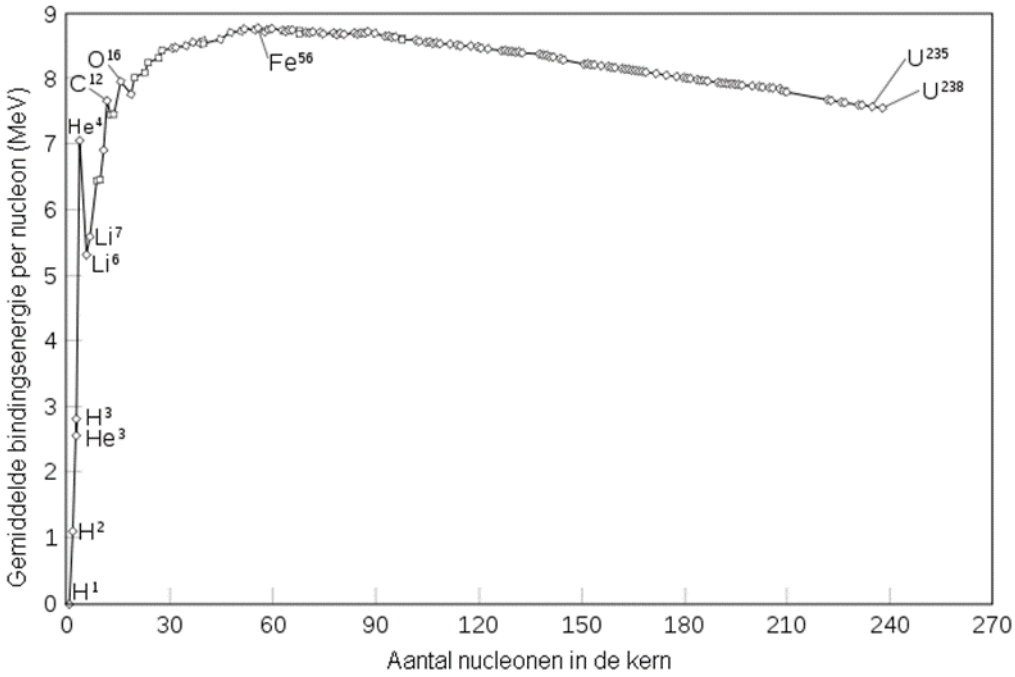
Het chemisch gedrag van een atoom wordt volledig bepaald door de elektronen die zich rond de kern van het atoom bevinden. Een gevolg hiervan is dat twee atomen met een gelijk aantal protonen en elektronen maar een verschillend aantal neutronen hetzelfde chemisch gedrag hebben. Dit worden isotopen van een chemisch element genoemd. De fysische eigenschappen (bv. smeltpunt) van deze twee isotopen kunnen echter wel verschillen.

Om de verschillende isotopen te noteren wordt gebruik gemaakt van het massagetal en het atoomnummer. Het atoomnummer is het aantal protonen in een kern; het massagetal is de som van het aantal neutronen en protonen in een kern. Een isotoop van een chemisch element heeft hetzelfde atoomnummer, maar een verschillend massagetal. Als algemene notatie hebben we ${}^{\text{massagetal}}_{\text{atoomgetal}}\text{X}$, waarbij X staat voor het desbetreffende chemisch element (bv. H, He, Li,…,U, enz). Aangezien de notatie X op unieke wijze verbonden is met het atoomnummer wordt dit veelal weggelaten (zo heeft zuurstof (O) altijd 8 protonen). Zodat we tot de notatie ${}^{\text{massagetal}}\text{X}$ komen, bijvoorbeeld ${}^{16}\text{O}$, ${}^{235}\text{U}$ of ${}^{238}\text{U}$. Als alternatief worden isotopen vaak op volgens X-massagetal geschreven, bijvoorbeeld O-16, U-235, U-238, enz.

3.2.2.2 Bindingsenergie per nucleon

Om het verschijnsel kernsplijting te begrijpen is niet het chemisch gedrag en de elektronen van belang, maar het gedrag van de kern zelf. De kern bestaat uit een aantal protonen en een aantal neutronen. Het feit dat de kern niet uiteen valt ondanks dat hij bestaat uit elkaar onderling afstotende protonen (deze zijn immers elektrisch positief geladen) heeft zijn oorsprong in de werking van de kernkrachten. Deze kernkrachten zullen de kern trachten bijeen te houden en ze behandelen neutronen en protonen op dezelfde manier.

Wanneer de gemiddelde bindingsenergie per nucleon (dit is de gemeenschappelijke naam van protonen en neutronen) uitgezet wordt als functie van het aantal nucleonen krijgen we de resultaten zoals weergegeven in Figuur 3-2.



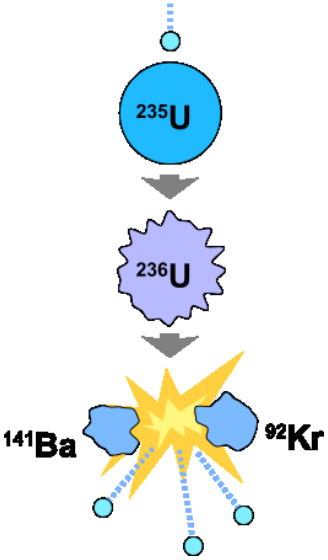
Figuur 3-2 Gemiddelde bindingsenergie van een nucleon in functie van het totaal aantal nucleonen

De bindingsenergie per nucleon is de energie die we aan de kern moeten toevoegen om er een nucleon uit los te maken. We merken twee zaken in bovenstaande grafiek. Enerzijds valt op dat de bindingsenergie voor lage massagetallen kleiner is dan voor grote, deze trend zet zich voort tot Fe-56. Voorbij Fe-56 daalt de energie per nucleon. Het is dit verschijnsel dat gebruikt wordt bij zowel kernfusie als kernsplijting. Bij kernsplijting zal men zware elementen splijten in verschillende lichtere kernen. Het verschil in energie komt dan vrij en wordt gebruikt voor de productie van elektriciteit. Bij kernfusie zal men trachten twee lichte elementen te binden tot één zwaarder element.

Alle huidige commercieel uitgebate kernreactoren maken gebruik van het principe van kernsplijting.

3.2.2.3 Kernsplijting in praktijk

In de Belgische centrales gebruikt men U-235 als brandstof in de kernsplijting. Zoals schematisch getoond in Figuur 3-3 zien we dat wanneer U-235 beschoten wordt met een neutron, U-236 gevormd wordt. Dit U-236 is instabiel en valt uiteen in twee verschillende kernen en een aantal (2 à 3) losse neutronen en waarbij energie vrijkomt. Dit proces wordt gebruikt in een kerncentrale.

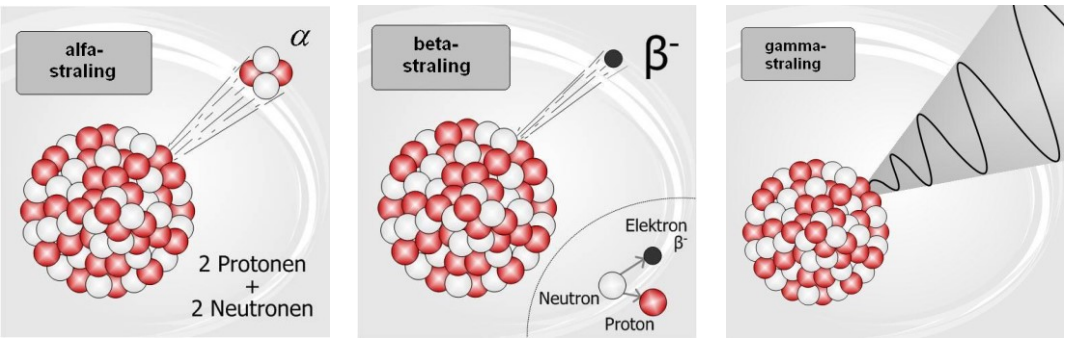


Figuur 3-3 Splijting van U-235

De vrijgekomen neutronen worden na moderatie gebruikt om een nieuwe U-235 te splijten zodat men tot een kettingreactie komt. Bij de splitsing ontstaan echter meer neutronen dan er verbruikt worden. Om de kettingreactie gecontroleerd te laten verlopen wordt het overschot van neutronen gevangen met materialen zoals cadmium (typisch in de regelstaven) en boor (typisch opgelost in het water).

3.2.2.4 Radioactiviteit

In vorige paragrafen is uitgelegd wat een atoom en een nucleon is. Een ander belangrijk aspect om te begrijpen wat er in een kerncentrale gebeurt, is een zicht hebben op wat radioactiviteit is. Er zijn 3 belangrijke soorten radioactiviteit te onderscheiden. Alfastraling (α), bètastraling (β) en gammastraling (γ). Radioactiviteit heeft zijn oorzaak in het feit dat de verhouding tussen het aantal neutronen en protonen niet in balans is zodat de sterke kernkracht, die de kern samen probeert te houden, niet in staat is de elektromagnetische kracht, die de kern uiteen wil doen vallen, in te tomen. Het gevolg is dat de kern zal trachten deze balans te verbeteren. Hieronder staan de 3 meest voorkomende mechanismen hiertoe beschreven (Figuur 3-4):



Figuur 3-4 Grafische voorstelling van alfa-, bèta- en gammastraling

In het geval van alfastraling wordt een heliumkern (2 protonen en 2 neutronen) uitgestoten om zo tot een stabielere kern te vervallen. In het geval van bètastraling wordt een elektron uitgestoten om zo een neutron om te zetten tot een proton. In het geval van gammastraling zijn het de neutronen en protonen zelf

die gaan evolueren tot een stabielere toestand door uitzenden van een energierijk foton maar zal de kern niet van gedaante veranderen.

Radioactiviteit is een natuurlijk fenomeen. De meeste atomen zijn stabiel (zonder actie van buitenaf blijven ze eeuwig voortbestaan). Andere atomen hebben een structuur of een teveel aan energie die hen instabiel maakt. Het zijn radionucliden, die van natuurlijke of kunstmatige oorsprong kunnen zijn. Hun kernen vormen zich spontaan om totdat ze een evenwichtige structuur hebben gevonden. Bij elke omvorming komt straling vrij (fotonen of deeltje): ze zijn radioactief. Dit onzichtbare fenomeen is onomkeerbaar: na één of meerdere omvormingen, stabiliseert het radionuclide zich eens en voor altijd in een stabiel nuclide.

De meeteenheid van radioactiviteit is de Becquerel (Bq).

3.2.2.5 Radioactief verval

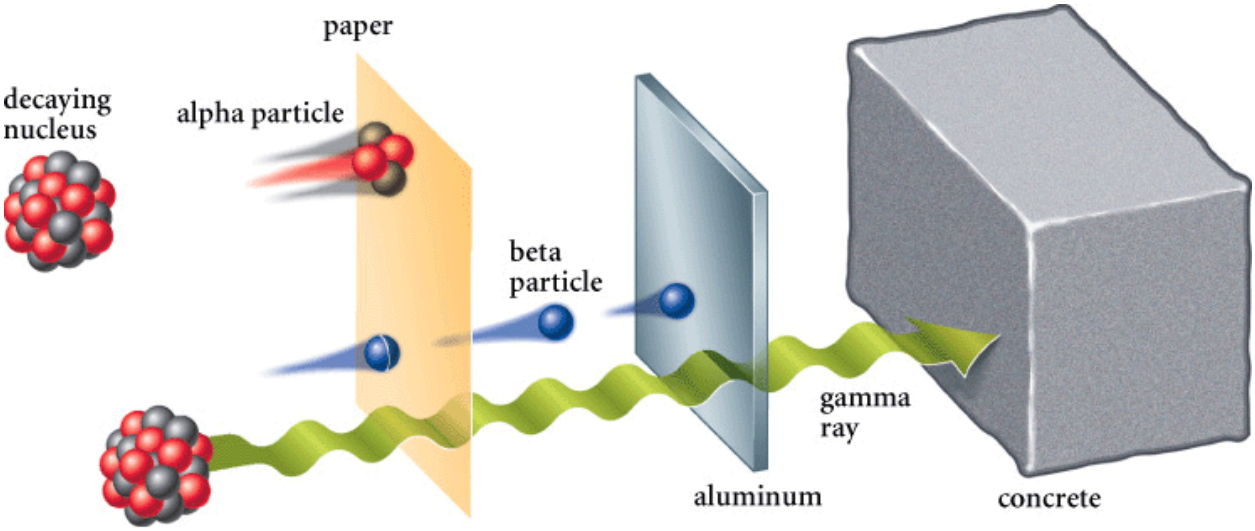
Radioactief verval waarbij ioniserende straling wordt uitgezonden is een natuurlijk fenomeen. Zo bevat de grond radionucliden als kalium-40 en uranium-238 (ook wel geschreven als ^{40}K en ^{238}U), welke alle zogenaamde primordiale radionucliden zijn. Primordiale radionucliden zijn ontstaan tijdens het ontstaan van de aarde, circa 4.5 miljard jaar geleden, en bestaan nog steeds. In de bovenste lagen van de atmosfeer leidt de interactie van hoogenergetische kosmische straling (bijvoorbeeld afkomstig van de zon) tot nucleaire reacties waarbij voortdurend relatief kortlevende (t.o.v. de levensduur van de aarde, <10 000 jaar) radionucliden als tritium (^{3}H) en koolstof-14 (^{14}C) wordt gevormd.

Al deze radionucliden zijn instabiel en vervallen uiteindelijk naar een stabieler product, het zogenaamde radioactieve verval. De kans op verval hangt af van de halfwaardetijd, welke karakteristiek is voor een radionuclide; zo is de halfwaardetijd van ^{40}K 1,25 miljard jaar terwijl de halfwaardetijd van ^{3}H 12,3 jaar is. Dit betekent dat 50% van ^{40}K in 1,25 miljard jaar vervalt, na 2,50 miljard jaar is nog slechts 25% van het oorspronkelijke ^{40}K over. Als gevolg van de lange halfwaardetijd is ^{40}K nog altijd natuurlijk aanwezig sinds het ontstaan van de aarde (ca. 4,5 miljard jaar geleden).

3.2.2.6 Straling

Tijdens het verval van radionucliden komt (meestal) veel energie vrij. Hierdoor is de straling in staat de atomen van de materie waar ze doordringen te veranderen, door hen energie te doen absorberen en hierdoor een eenheid elektrische lading te doen verliezen, waardoor ze worden omgevormd tot ionen. Met andere woorden, de straling is ioniserend (ioniserende straling).

Zoals eerder aangegeven, bestaan er verschillende soorten ioniserende straling; deeltjes en elektromagnetische (gamma) straling. Bij deeltjesstraling wordt veelal een elektron (bèta of β) of een helium-4 kern (alfa of α) uitgezonden. Omdat de uitgezonden deeltjes een hoge lading hebben ondergaan ze een sterke interactie met materie, hierdoor is de afstand welke de deeltjes kunnen afleggen, de zogenaamde dracht, relatief beperkt. Alfastraling heeft een veel kortere dracht ten opzichte van bètastraling, maar door de sterke interactie veroorzaken alfadeeltjes veel ionisatie en potentiële schade. Elektromagnetische straling (fotonen) hebben geen lading en massa en kunnen hierdoor veel grotere afstanden afleggen (Figuur 3-5), de ionisatiedichtheid is hierdoor echter veel lager ten opzichte van bèta- en vooral alfastraling. Hoogenergetische elektromagnetische straling als gevolg van radioactief verval wordt normaliter aangeduid als gammastraling (γ-straling).



Figuur 3-5 Dracht van alfa, bèta en gamma-straling

De ionisatie van atomen door wisselwerking met de ioniserende straling zorgt er voor dat een atoom één elektron verliest en daardoor positief geladen wordt, en daarmee chemisch reactief. De geïnduceerde ionisaties worden typisch uitgedrukt in de eenheid van energie per massa (Joule per kilogram, J/kg). In de stralingsbescherming wordt vaak de eenheid Gray (Gy) gebruikt, waarbij 1 Gy gelijk is aan 1 J/kg.

3.2.2.7 Impact van blootstelling aan straling

Geïoniseerde atomen kunnen in menselijke cellen leiden tot letsel en schadelijke biologische effecten. Het biologische effect van ioniserende straling varieert in functie van de aard en van de energie van de stralingen, de duur van de blootstelling en het blootgestelde lichaamsdeel. De energie van de straling en de duur van de blootstelling beschrijven samen de dosis van de straling. Een zelfde hoeveelheid straling kan opgelopen worden door korte tijd blootgesteld te worden aan hoog energetische straling, of door lang blootgesteld te worden aan laag energetische straling. Het biologische effect van straling is naast de hoeveelheid energetische straling afhankelijk van het type weefsel. Weefsel bestaande uit snel delende cellen is gevoeliger voor straling dan weefsel bestaande uit minder snel delende cellen.

Om de schade in weefsel uit te drukken, wordt deze dosis vaak omgezet naar een effectieve dosis door de geabsorbeerde energie (in Gy of J/kg) te vermenigvuldigen met een stralingsweegfactor (20 voor alfastraling en 1 voor bèta/gammastraling) en een weefselweegfactor. De stralingsweegfactor wordt gebruikt om aan te geven hoeveel interactie de straling heeft met menselijk weefsel. Zoals eerder aangegeven, heeft alfastraling een hoge lading, en daardoor veel interactie. Hierdoor is er veel ionisatie in het getroffen weefsel, met potentieel schade. Bèta- en gammastraling daarentegen hebben een lagere interactie. Daarom heeft alfastraling een hogere stralingsweegfactor dan bèta- en gammastraling. De weefselweegfactor is een indicatie van de gevoeligheid van weefsel voor ionisatie.

De effectieve dosis wordt uitgedrukt in de eenheid sievert (Sv). Omdat de dosis veelal erg laag is, wordt meestal de term millisievert (1 mSv = 0.001 Sv) of microsievert (1 µSv = 0.001 mSv = 0.000 001 Sv) gebruikt.

Blootstelling aan ioniserende straling kan leiden tot de beschadiging van het DNA, deze beschadigingen vinden continu plaats. In vrijwel alle gevallen is het menselijk lichaam echter in staat de beschadigingen zonder gevolgen te repareren. In enkele gevallen is de herstelfunctie echter niet voldoende, meestal zal dit leiden tot het afsterven van de cel. Het afsterven van een enkele cel levert geen problemen op en is een natuurlijk fenomeen. Indien het lichaam echter wordt blootgesteld aan een zeer grote stralingsdosis (enkele honderden millisieverts) kan het afsterven van cellen leiden tot ernstige schade zoals (tijdelijke) sterilisatie, staar en brandwonden. Dergelijke effecten worden als deterministische effecten omschreven en zijn uiterst zeldzaam.

Hoewel de meeste beschadigingen succesvol worden hersteld door het lichaam of uiteindelijk afsterven, kan een beschadiging leiden tot een ongecontroleerde groei van de beschadigde cel waarbij een kankergezwel ontstaat, een zogenaamd stochastisch effect. Een ander soort stochastisch effect zijn genetische afwijkingen voor het nageslacht. De kans op stochastische effecten als gevolg van straling neemt toe met toenemende stralingsdosis. Op basis van statistische gegevens heeft het *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) onderzoek uitgevoerd waarbij de kans op kanker evenals genetische afwijkingen bepaald als gevolg van blootstelling aan ioniserende straling. Tabel 3-1 toont een inschatting van stochastische effecten door de blootstelling aan ioniserende straling in procent per Sv. Deze risicogetallen zijn echter enkel geldig voor hogere doses ruim boven de achtergronddosis. De waarden voor werknemers en bevolking verschillen licht omdat kinderen een verhoogde kans op effecten hebben, en hierdoor niet met ioniserende straling mogen werken.

Tabel 3-1 Kans op stochastische effecten bij lage doses en dosistempi [ICRP, 2007]

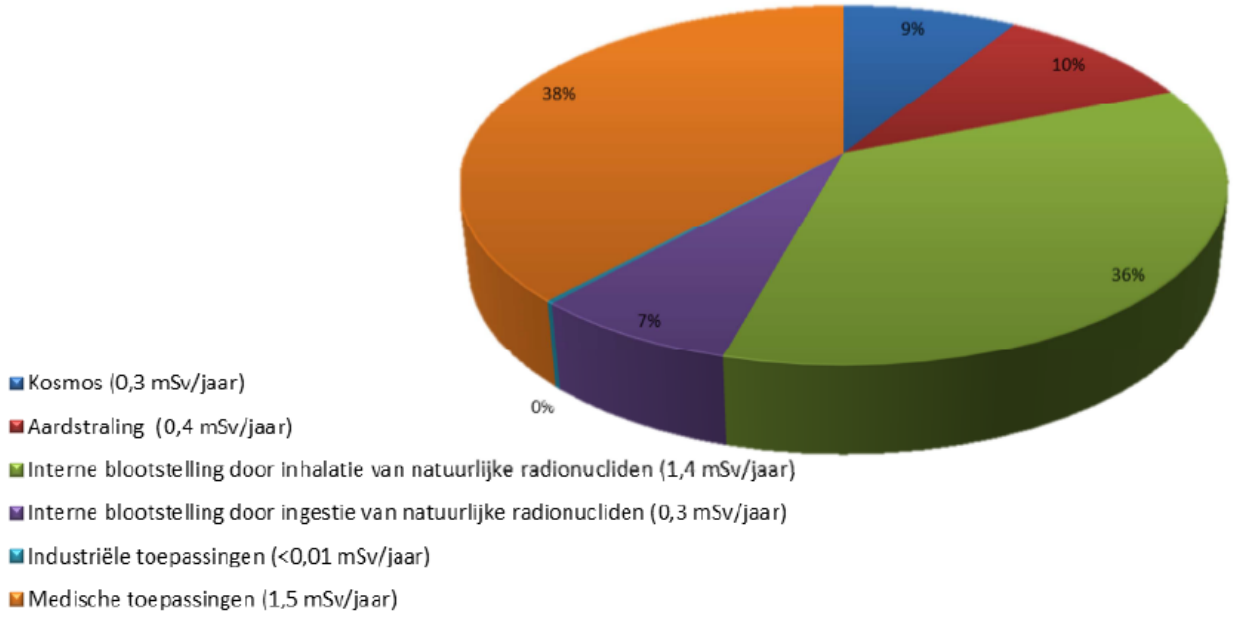
	Kanker	Erfelijke afwijkingen	Totale schade
Werknemers	4,1%/Sv	0,1%/Sv	4,2%/Sv
Bevolking	5,5%/Sv	0,2%/Sv	5,7%/Sv

3.2.2.8 Blootstellingswijzen

De mens wordt gedurende zijn/haar leven blootgesteld aan verschillende soorten radioactiviteit:

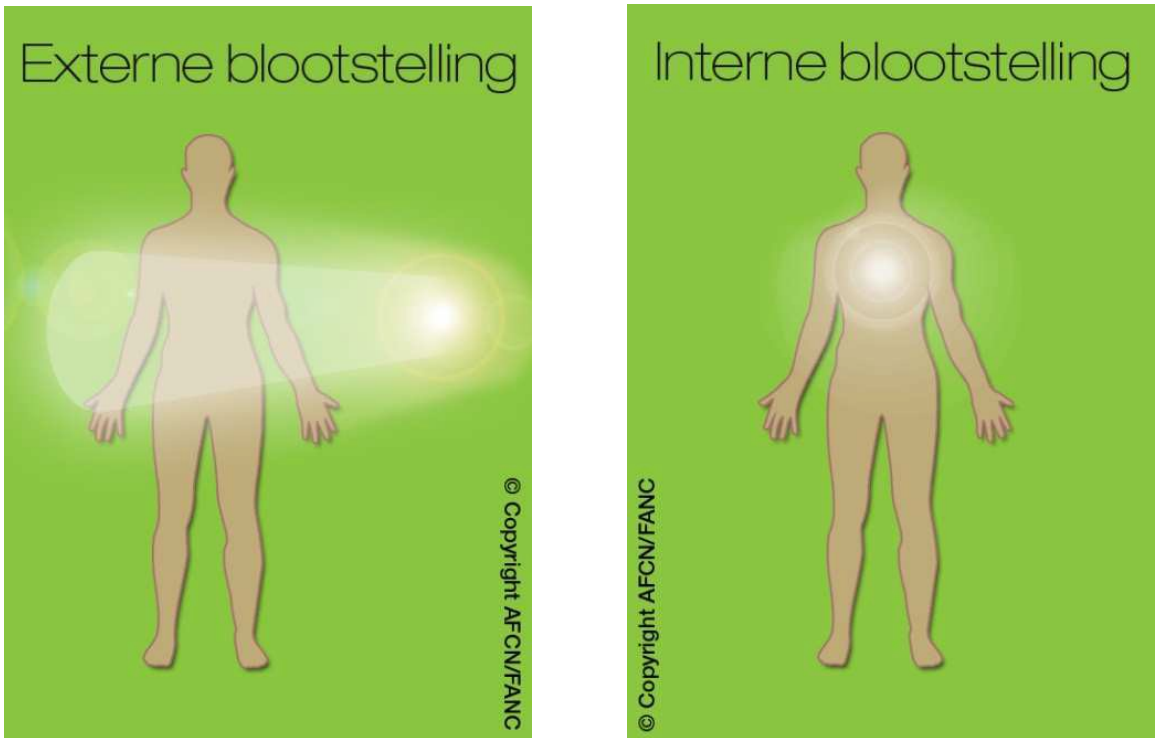
- Natuurlijke radioactiviteit is afkomstig uit de kosmos (kosmische stralingen) en is ook aanwezig in de aardkorst (tellurische stralingen), in het grondwater, in de oceanen en zelfs in ons lichaam.
- Kunstmatige radioactiviteit, die al dan niet gepaard gaat met radioactieve lozingen in het milieu, zeer laag bij normale uitbating, wordt gegenereerd door menselijke activiteiten zoals de exploitatie van kernreactoren voor het opwekken van elektriciteit, de nucleaire geneeskunde, de medische afbeeldingstechnieken en sterilisatie van chirurgisch materiaal of van sommige voedingsmiddelen.

De gemiddelde dosis voor inwoners van België is ongeveer 3,98 mSv per jaar. Hiervan is ruim 61% het gevolg van natuurlijke straling (Figuur 3-6); de kunstmatige straling wordt vrijwel volledig veroorzaakt door medische toepassingen. De natuurlijke dosis is echter sterk locatieafhankelijk; zo is de natuurlijke achtergrondstraling in Wallonië hoger ten opzichte van Vlaanderen door de verschillende grondsamenstelling.



Figuur 3-6 Gemiddelde jaarlijkse dosis voor een lid van de Belgische bevolking [FANC, 2018]

De blootstelling kan plaatsvinden via externe of interne blootstelling, zie ook de volgende figuren (Figuur 3-7) [FANC, 2014].



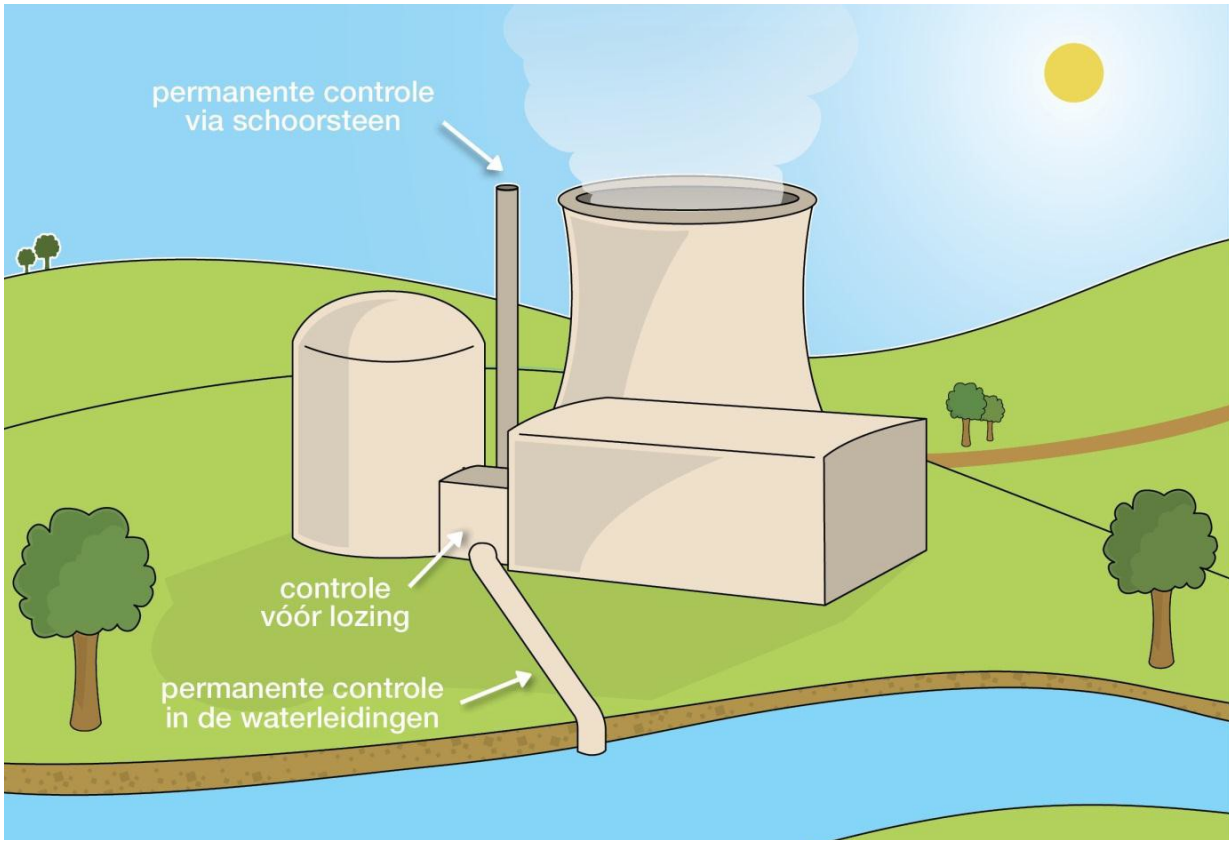
Figuur 3-7 Externe (links) en interne (rechts) blootstelling aan ioniserende straling [FANC, 2014]

Bij externe blootstelling gaat het om blootstelling aan ioniserende straling waarvan de bron zich buiten het organisme bevindt. Bijvoorbeeld een medische diagnose met röntgenstraling. Bij interne blootstelling bevindt de bron van ioniserende straling zich binnen het organisme. Bijvoorbeeld een medische diagnose waarbij radioactieve isotopen in het lichaam van de patiënt geïnjecteerd worden [FANC, 2014].

3.2.2.9 Blootstelling aan straling als gevolg van een kerncentrale

Nucleaire inrichtingen van klasse 1- zoals de kerncentrale van Doel- hebben een vergunning voor radioactieve lozingen. In de vergunning zijn lozingslimieten opgenomen waaraan de inrichting dient te voldoen. Deze lozingslimieten zijn op een zo laag als redelijkerwijs mogelijk niveau vastgelegd (ALARA- *As Low As Reasonably Achievable)*. Wat "redelijk" is, is per situatie beoordeeld, rekening houdend met technische (best beschikbare technieken, beste internationale praktijken, enz.), economische en maatschappelijke factoren. In ieder geval zijn de toegestane lozingslimieten compatibel met de wettelijke limieten zoals deze zijn vastgelegd in het Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen [ARBIS]. De toegelaten lozingslimieten zijn dusdanig laag dat ze slechts kunnen leiden tot een fractie van de reglementaire limiet voor de meest blootgestelde lokale bevolking. In de vergunning is vastgelegd wat de aard is van de radioactieve stoffen die geloosd kunnen worden (radiologische samenstelling van de lozingen, en de lozingsmodaliteiten (maximale en gemiddelde radioactieve concentratie van de lozingen, maximale hoeveelheid uitgestoten radioactiviteit tijdens een bepaalde duur, enz.) [FANC, 2014].

De exploitanten zijn verplicht om de lozingslimieten voor radioactieve lozingen na te leven. Tijdens de lozingen worden permanent controles uitgevoerd in *real time* om vast te stellen of de lozingsmodaliteiten (maximale en gemiddelde concentratie van de lozingen, maximale hoeveelheid van de uitgestoten radioactiviteit, enz.) gerespecteerd worden. Hiervoor is radiologische meetapparatuur opgesteld bij elke pijpleiding voor vloeibare lozingen en bij elke schoorsteen voor gasvormige lozingen, zie Figuur 3-8 [FANC, 2014].



Figuur 3-8 Schematisch overzicht van lozingscontroles door exploitanten

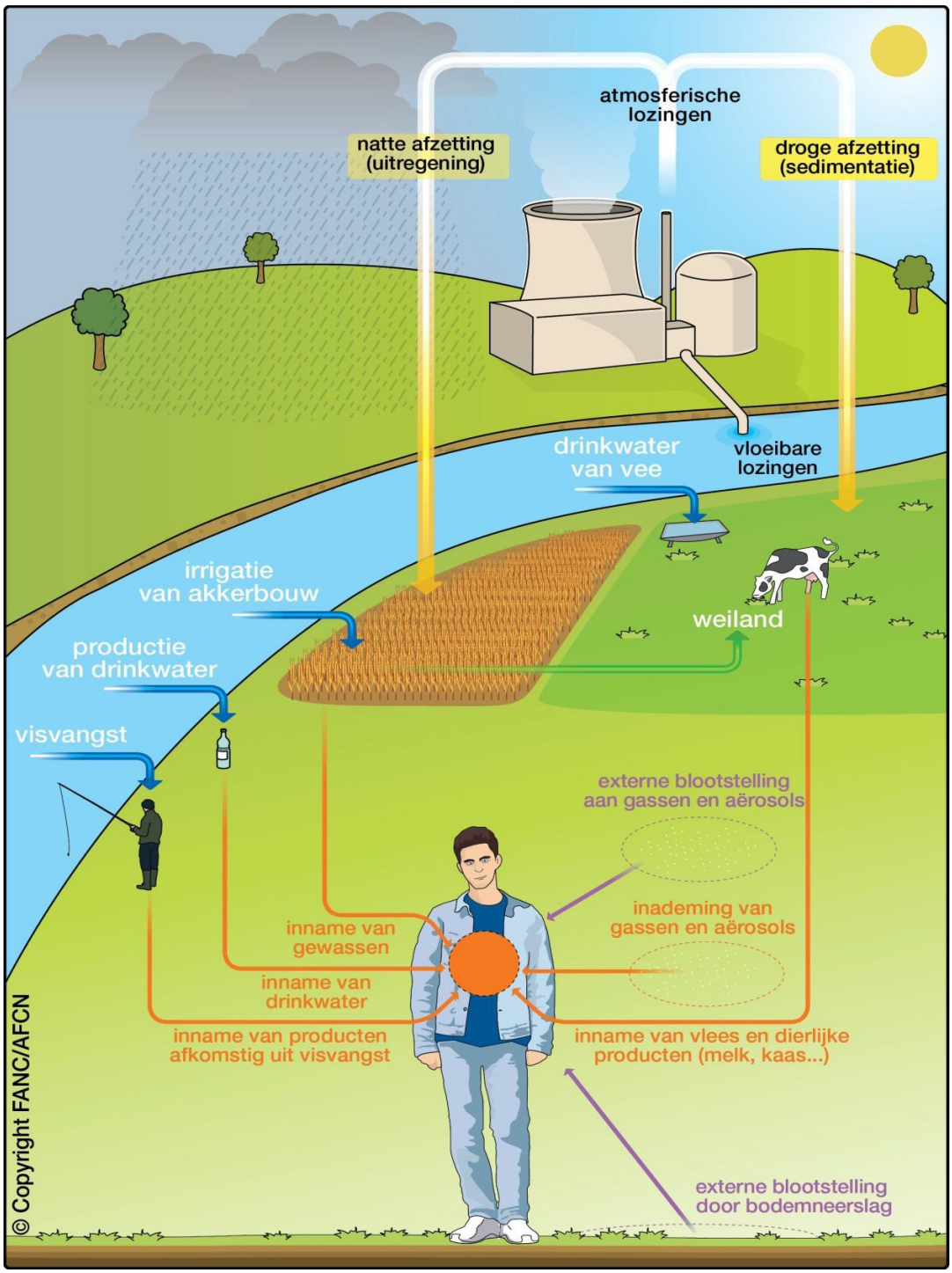
Deze apparatuur meet continu de activiteit van de lozingen en de resultaten worden direct naar de controledesks gestuurd waar het personeel toezicht houdt op de lozingen. Als er een afwijking vastgesteld wordt van één van de gecontroleerde parameters dan wordt de lozing automatisch onderbroken.

De exploitant registreert de effectieve hoeveelheden radioactief materiaal die geloosd worden. Deze registratie wordt maandelijks doorgegeven aan het FANC.

De bevolking die in de omgeving van een nucleaire installatie woont of verblijft kan blootgesteld worden aan radioactieve stoffen die afkomstig zijn van de lozingen van de installaties. De blootstelling aan ioniserende straling van de bevolking in het invloedsgebied van een kerncentrale is afhankelijk van de volgende factoren [FANC, 2014]:

- De geografische locatie van de verblijfplaats, met name de afstand tot de centrale en de locatie t.o.v. de meest voorkomende windrichtingen;
- Het eetpatroon, met name de consumptie van lokale landbouwproducten, producten uit de tuin of eigen pluk en producten uit visvangst en jacht;
- Het gebruik van water, met name voor huishoudelijk gebruik en voor irrigatie.

De blootstellingswijzen voor het publiek aan radioactiviteit als gevolg van zowel vloeibare als gasvormige lozingen is in de volgende figuur aangegeven (Figuur 3-9) [FANC,2014].



Figuur 3-9 Blootstellingswijzen aan radioactiviteit voor het publiek als gevolg van vloeibare en gasvormige lozingen

De belangrijkste blootstellingswijze voor de bevolking in de nabijheid van een kerncentrale zijn:

- Directe straling;
- Vloeibare lozingen:
  - Interne blootstelling:
    - Gebruik van het water waarin de vloeibare lozingen terecht komen voor:
      - Productie drinkwater;
      - Consumptie van waterplanten en – dieren;
    - Irrigatie van plantaardige producten voor:
      - Menselijke consumptie (fruit, groente, graangewassen,…);
      - Dierlijke consumptie (veevoer);
  - Externe blootstelling:
    - Zwemmen;
    - Nautische sporten;
    - Professionele scheepvaart;
    - Verblijf op de oevers en baggerslib;
- Gasvormige lozingen:
  - Interne blootstelling:
    - Inhalatie van gas en aerosolen;
    - Consumptie van besmet fruit, groente en granen als gevolg van depositie van radionucliden;
    - Consumptie van lokale voedingsmiddelen (melk, vlees, eieren) van vee dat besmette veevoer heeft gehad;
  - Externe blootstelling:
    - Blootstelling aan gas en aerosolen;
    - Blootstelling aan deposities op het grondoppervlak.

Daarnaast is de blootstelling en de gevoeligheid van personen aan ioniserende straling afhankelijk van de leeftijd van de persoon. In ARBIS zijn zes verschillende leeftijdscategorieën gedefinieerd:

- Baby's: leeftijd <1 jaar;
- Kinderen met leeftijd tussen 1-2 jaar;
- Kinderen met leeftijd tussen 2-7 jaar;
- Kinderen met leeftijd tussen 7-12 jaar;
- Kinderen met leeftijd tussen 12-17 jaar;
- Volwassenen: leeftijd > 17 jaar.

3.2.2.10 Radiologische impact

Voor de bepaling van de radiologische impact van radioactieve lozingen in het milieu zijn er modellen voor theoretische referentiegroepen opgesteld.

De effectieve volgdosis als gevolg van radioactieve lozingen wordt berekend op basis van door het FANC geaccrediteerde richtlijnen [NRC, 1977] van de *United States Nuclear Regulatory Commission* (US-NRC) en de door FANC opgestelde berekeningsmethodiek [FANC, 2013a]. Hierbij wordt eerst de verspreiding van radioactieve elementen op basis van weersmodellen bepaald, waarna de inname van

radionucliden wordt gemodelleerd op basis van verschillende paden, zoals weergegeven in Figuur 3-8. De dosisberekeningen worden uitgevoerd op basis van data gepubliceerd door het *International Commission on Radiological Protection* [ICRP, 2007].

De referentiegroepen (samengesteld uit fictieve personen) bevinden zich op karakteristieke afstanden van de centrale en hebben betrekking op de verschillende leeftijdscategorieën. De locatie van de referentiegroep alsook de leeftijd bepalen de blootstellingswijze (windrichting, dieet, leefgewoonten) en de gevoeligheid van de personen [FANC, 2014].

In deze modellen wordt rekening gehouden met ongunstige aannames voor de berekening van de impact op de referentiegroep. De totale activiteit die in de loop van een jaar geloosd wordt (zowel vloeibare als gasvormige lozingen) wordt beschouwd, en de overdacht op de blootgestelde personen. Voor de berekeningen wordt uitgegaan van een "kritisch individu", dit is een persoon die:

- zich permanent op een zelfde locatie bevindt met de hoogste concentratie van radioactiviteit;
- zich grotendeels voedt met producten uit de tuin met de hoogste depositie en
- zich voedt met producten uit de lokale landbouw, jacht en visvangst.

De hiermee bepaalde dosis is de meest conservatieve (maximale) dosis die een lid van de bevolking kan oplopen als gevolg van de uitbating van een kerncentrale. Hierdoor wordt een overschatting van de reële blootstelling berekend.

3.2.2.11 Limieten

Gedurende de reguliere uitbating van een kerncentrale kunnen verschillende paden leiden tot blootstelling aan ioniserende straling. De maximale blootstelling is gelimiteerd volgens het ARBIS [ARBIS] op basis van internationale standaarden waarbij specifieke dosislimieten gelden voor het gehele lichaam (D) en specifiek voor ogen (D_{oog}), de huid (D_{huid}) en extremiteiten ($D_{extremiteit}$) als handen, voorarmen en voeten. De limieten zijn bepaald voor zowel beroepshalve blootgestelde medewerkers (≥ 18 jaar), blootgestelde studenten werkend op een nucleaire site (16-18 jaar) en leden van de bevolking en zijn dusdanig opgesteld dat een maximale blootstelling geen onaanvaardbaar risico oplevert.

Tabel 3-2 Dosislimieten uit het ARBIS [ARBIS]

	D [mSv/jr]	D_{oog} [mSv/jr]	D_{huid} [mSv/jr]	$D_{extremiteit}$ [mSv/jr]
Bevolking	1	15	50	-
Blootgestelde studenten (16-18 jaar)	6	150	150	150
Beroepshalve blootgestelde werker	20	150	200	500

Naast de dosislimieten zoals vastgesteld in het ARBIS zijn er specifieke limieten opgesteld voor de uitbating van de verschillende eenheden van de kerncentrale Doel. Deze limieten zijn vastgelegd in de Technische Specificaties die deel uitmaken van het veiligheidsrapport; de specifieke limieten worden in desbetreffende paragrafen weergegeven. Waar mogelijk is de impact van de levensduurverlenging getoetst aan zowel het ARBIS als de vigerende Technische Specificaties.

3.2.2.12 Radiologisch toezicht

Ter verificatie van de dosisberekeningen worden jaarlijks monsters uit de omgeving van KCD verzameld in opdracht van zowel de toezichthouder FANC als Electrabel. De monsters worden in gespecialiseerde laboratoria geanalyseerd om de impact van radioactiviteit op de flora en fauna in de omgeving van de KCD te beoordelen.

3.2.2.12.1 Radiologisch toezicht op Belgisch grondgebied

Het radiologisch toezicht op Belgisch grondgebied wordt op twee manieren uitgeoefend [FANC, 2013a]:

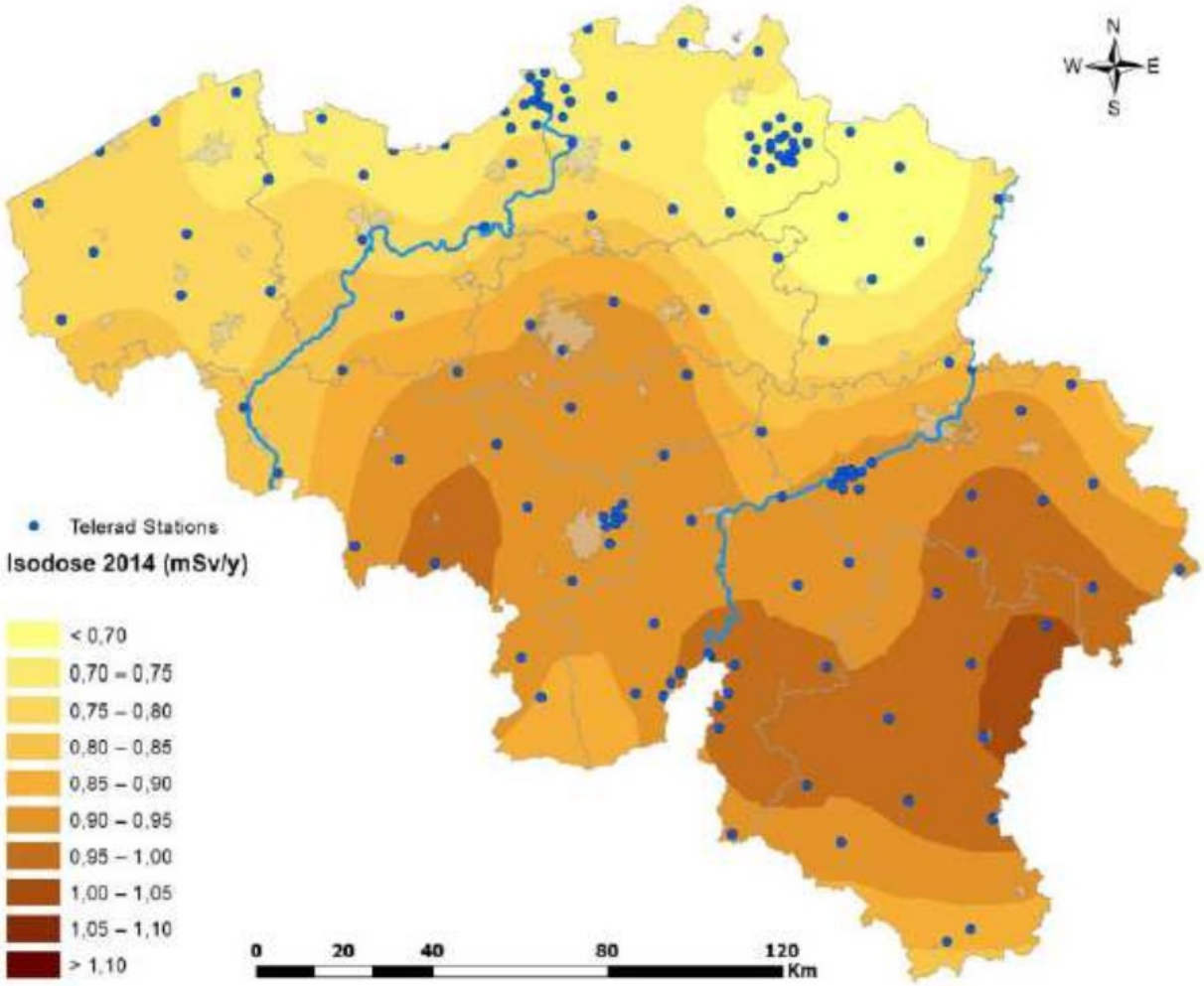
- Door middel van periodieke metingen waarbij monsters genomen en geanalyseerd worden;
- Door middel van continue metingen met het automatische TELERAD-netwerk voor het meten van de lokale omgevingsradioactiviteit.

Het FANC voert periodiek metingen uit van de radioactiviteit in het leefmilieu. Hiermee kunnen de natuurlijke en kunstmatige radioactiviteitniveaus in het leefmilieu geëvalueerd worden als ook in de voedselketen [FANC,2013a]. Er worden hierbij diverse type monsters genomen: water, sediment, lucht, gras, groente, melk, vis, vlees, enz. [FANC, 2014]. Het programma bestaat uit bijna 4500 jaarlijkse monsternemingen en 28 000 analyses van alfa-, bèta- en gammaradioactiviteit [FANC, 2013a].

Naast deze periodieke monsternames is er permanent toezicht op het grondgebied met het TELERAD-netwerk. Dit is een automatisch meet- en alarmnet van:

- 192 meetstations voor de meting van gammastraling in de omgeving (128 op het grondgebied en 64 op de afsluitingen van de nucleaire centrales);
- 8 stations voor de meting van gammastraling in de waterlopen;
- 7 stations voor de meting van aerosolen in de lucht.

Deze meetstations zijn verspreid over het hele Belgische grondgebied, met een grotere dichtheid rondom de nucleaire centrales, zie ook Figuur 3-10 [FANC, 2014]. De figuur toont niet alleen de locaties van de TELERAD meetstations, maar ook het gemiddelde achtergrondniveau op het Belgische grondgebied. Afhankelijk van de samenstelling van de bodem en restanten van de Tsjernobyl-ramp en de bovengrondse kernwapenexplosies varieert het achtergrondniveau binnen België sterk; de stralingsdosis als gevolg van directe straling door natuurlijke activiteit rond KCD bedraagt ongeveer 0,70 tot 0,75 mSv per jaar, dit is in lijn met de gemiddelde dosis voor inwoners van België zoals weergegeven in Figuur 3-10 (kosmos en aardstraling) [FANC, 2018].

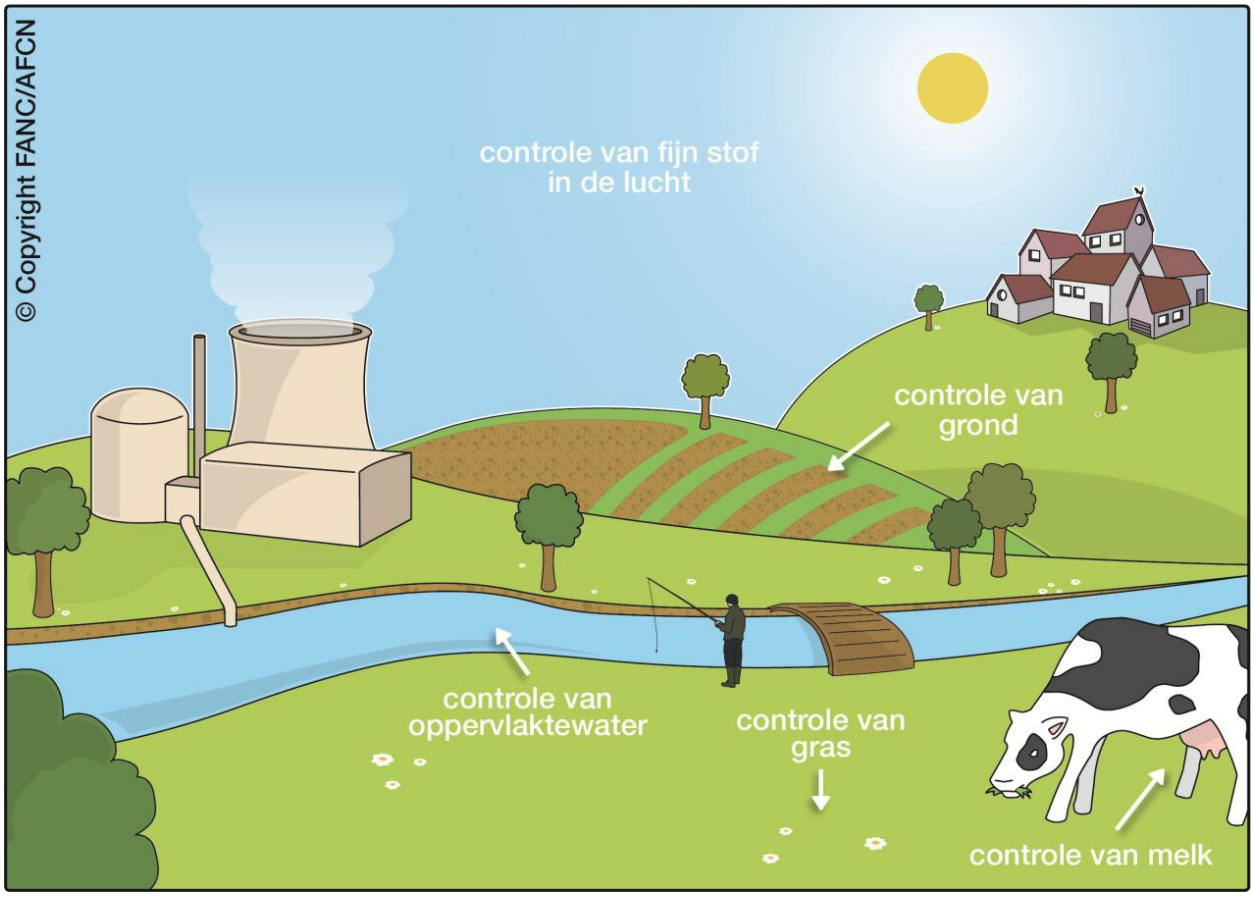


Figuur 3-10 Dosiskaart op basis van de TELERAD metingen in 2014.

De meetstations meten voortdurend de totale radioactiviteit in de lucht, atmosferische stofdeeltjes en het water van de rivieren Maas, Sambre en Molse Nete. De meetstations zijn verbonden met een centraal systeem dat automatisch wordt gealarmeerd als er abnormale verhogingen van de radioactiviteit gedetecteerd worden.

3.2.2.12.2 Gericht radiologisch toezicht

Door de gasvormige en vloeibare lozingen verspreiden radioactieve stoffen zich in het leefmilieu. Stoffen die in het oppervlaktewater geloosd worden zullen met de stroming mee gaan en zich gedeeltelijk afzetten in het sediment op de bodem van het oppervlaktewater. In het water kunnen algen en waterorganismen radioactiviteit opnemen. Een deel van de radioactieve stoffen kan op het land terecht komen, bijvoorbeeld door irrigatie, waarna het opgenomen kan worden door planten en dieren. Zo komt het in de voedselketen terecht [FANC, 2014]. De Figuur 3-11 toont de bemonsteringspunten in de omgeving van een kerncentrale [FANC, 2014].



Figuur 3-11 Bemonstering van het leefmilieu.

3.2.2.13 Nucleaire veiligheid

Door de potentiële effecten zijn strenge regels opgesteld voor het werken met radioactieve materialen en ioniserende straling. Voor het Belgische grondgebied is hiervoor het Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen [ARBIS] opgesteld. Volgens dit besluit zijn er drie basisprincipes waaraan moet worden voldaan alvorens met ioniserende straling gewerkt mag worden:

- Het justificatiebeginsel;
- Het optimaliseringsprincipe en
- Het respecteren van de dosislimieten.

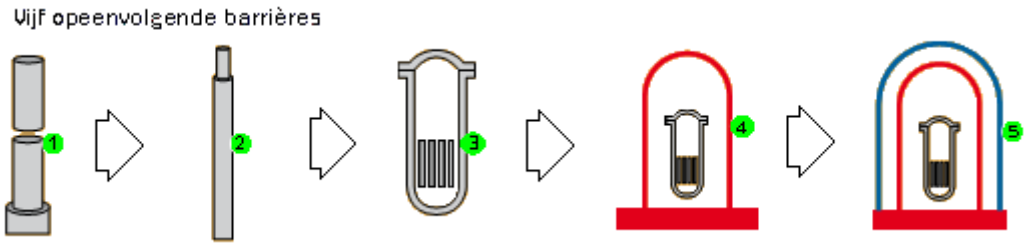
Alle activiteiten met een blootstelling aan ioniserende stralingen tot gevolg moeten gerechtvaardigd kunnen worden door de voordelen die ze verschaffen. Indien een activiteit (bijvoorbeeld energieproductie) gerechtvaardigd kan worden, dient de activiteit volgens het “zo laag als redelijkerwijs mogelijk” (ALARA, *as low as reasonably achievable*)-principe te worden uitgevoerd. Naast deze optimalisatieprincipes zijn er eveneens strenge dosislimieten opgesteld op basis van internationale en Europese standaarden waar te allen tijde aan voldaan moet worden, zowel voor beroepshalve blootgestelde medewerkers als voor de bevolking, zie § 3.2.2.11.

Wegens de potentiële risico's van kerncentrales wordt al vanaf de constructie toegezien op de veilige werking. Hierbij zijn drie essentiële veiligheidsfuncties geïdentificeerd waar te allen tijde aan voldaan dient te worden:

- Het beheersen van de reactiviteit;
- Het koelen van de splijtstoffen en
- Het insluiten van de radioactieve stoffen en splijtstoffen.

De nucleaire veiligheid van een kerncentrale is gebaseerd op het concept van gelaagde veiligheid (*defence in depth*). Dit concept is een samenspel van verschillende niveaus bestaande uit bouwkundige, technische en organisatorische voorzieningen. Voor elk niveau zijn beschermende maatregelen met verschillende strategieën opgesteld om de veiligheid van de reactor te garanderen, zowel tijdens reguliere uitbating als abnormale omstandigheden en ongevalscondities. Hierbij zijn maatregelen getroffen om falen door zowel menselijk handelen als technische oorzaken te voorkomen (preventie) en eventuele gevolgen door falen te beperken (mitigatie).

Een voorbeeld van de gelaagde veiligheid is de insluiting van activiteit. Door kernsplijting van uranium ontstaan radioactieve splijtingsproducten. Deze splijtingsproducten zitten ingevangen in de uranium-matrix van de splijtstofstaaf, zoals schematisch weergegeven als barrière 1 uit Figuur 3-12. Om het vrijkomen van de splijtingsproducten uit de splijtstofstaven te voorkomen, zijn de uranium-pellets ingesloten in een splijtstofelement (barrière 2). De splijtstofelementen zijn vervolgens ingesloten in het reactorvat met een gesloten koelsysteem (barrière 3) wat vervolgens in een stalen en betonnen mantel staat, het zogenaamde *containment* (barrière 4&5).



Figuur 3-12 De insluiting van radioactiviteit in de kerncentrale, gebaseerd op vijf barrières om met het gelaagde veiligheidsconcept te voldoen aan de nucleaire veiligheidsfunctie.

3.3 Verwachte radiologische milieuaspecten

Hieronder zijn voor het Project en het Nul-alternatief aangegeven welke aspecten mogelijk een significante impact op het milieu hebben:

- Directe straling aan de terreingrens;
- Stralingsblootstelling van (niet-)beroepshalve blootgesteld personeel;
- Radioactieve gasvormige lozingen;
- Radioactieve vloeibare lozingen;

- Radioactief afval;
- Verbruikte splijtstofelementen;
- Accidentele situaties.

Alle aspecten, behalve accidentele situaties worden beschouwd tijdens normale uitbating. Accidentele situaties kunnen leiden tot significante impact door directe straling en/of lozingen. Deze aspecten worden echter meegenomen als gevolg van de accidentele situaties en worden gezamenlijk beschouwd bij het onderwerp *accidentele situaties*.

In de § 3.4.1 - § 3.4.8 worden deze effecten nader beschouwd.

3.4 Milieubeoordeling

3.4.1 Directe straling aan de terreingrens

Vrijwel alle radioactiviteit op de locatie van de kerncentrale Doel (KCD) bevindt zich in de kern van de reactoren, de verbruikte splijtstofelementen, het radioactieve afval en de installaties waar radioactief materiaal wordt verwerkt en tijdelijk opgeslagen zoals het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw). Zowel de reactorgebouwen (RGB), het splijtstofcontainergebouw (SCG) en het WAB bevatten een aantal lagen afschermingen om zo goed als alle uitgezonden ioniserende straling te absorberen.

Desondanks kunnen de verschillende installaties evenals werkzaamheden op het terrein van KCD potentieel leiden tot een verhoogde dosis aan de terreingrens, het punt dichtst bij KCD waar een willekeurig lid van de bevolking zich kan bevinden. De directe straling kan veroorzaakt worden door:

- resterende straling vanuit de gebouwen;
- transporten van radioactieve materialen tussen gebouwen, bijvoorbeeld afval van de centrale naar het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw);
- transport van verbruikte splijtstof van een eenheid naar het splijtstofcontainergebouw (SCG).

De directe straling welke wordt uitgezonden vanuit alle bronnen op de locatie, draagt bij aan de dosis voor zowel leden van de bevolking als medewerkers. De impact van de opgelopen dosis voor medewerkers op het terrein wordt apart beschreven in § 3.4.2. De effectieve volgdosis voor leden van de bevolking is opgebouwd uit drie componenten:

- Directe straling aan de terreingrens;
- Volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen;
- Volgdosis als gevolg van atmosferische lozingen.

De effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen (§ 3.4.4) en atmosferische lozingen (§ 3.4.3) worden apart beschreven. Desondanks dient de effectieve volgdosis voor leden van de bevolking ten allen

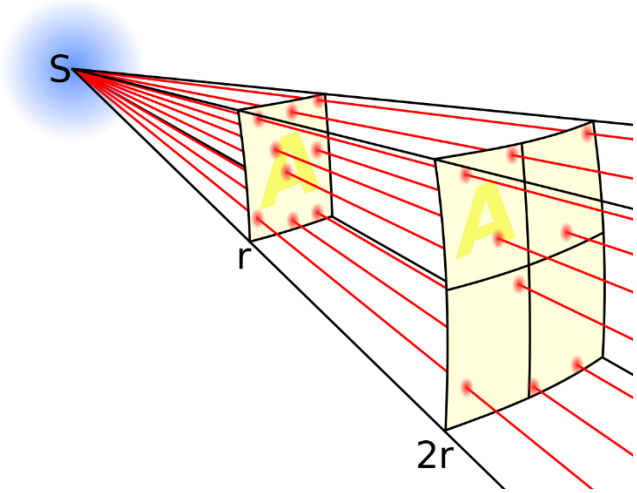
tijde onder 1 mSv per jaar te liggen, onafhankelijk van de herkomst van de dosis [ARBIS] [1]. De totale dosis als gevolg van de uitbating van KCD wordt hierdoor in de conclusie (§ 3.4.8) beschreven en toegelicht. De huidige paragraaf beschrijft alleen de impact van directe straling t.g.v. de uitbating van de eenheden. Dit is inclusief het transport van nucleair materiaal op de site.

Zoals eerder beschreven kunnen verschillende bronnen bijdragen aan de effectieve dosis voor leden van de bevolking. Vrijwel alle dosis door directe straling afkomstig vanaf KCD zal bestaan uit γ-fotonen. De dosis als gevolg van een blootstelling aan directe straling zal hierdoor een eenmalige bijdrage hebben. In ander woorden: zodra een persoon het stralingsveld verlaat, zal deze persoon geen verdere dosis oplopen. De volgdosis, welke de totale dosis aangeeft welke een persoon over een periode van 50 jaar zal oplopen als gevolg van een eenmalige blootstelling/besmetting, is hierdoor gelijk aan de direct opgelopen dosis. Hierdoor wordt de dosis als gevolg van directe straling beschreven als dosis terwijl dosis als gevolg van lozingen worden beschreven als volgdosis. In alle gevallen gaat het om de effectieve dosis, waarbij rekening wordt gehouden met de soort ioniserende straling welke de dosis veroorzaakt (bijvoorbeeld gammastraling) en de organen in het lichaam welke worden blootgesteld. Voor directe straling wordt een bestraling van het hele lichaam aangenomen.

Voor een puntbron kan aangenomen worden dat het dosistempo kwadratisch afneemt met de afstand (Figuur 3-13), m.a.w. een verdubbeling van de afstand tot de bron zal leiden tot een viervoudige (2^2) afname van het dosistempo. Gezien de afstand van de eenheden (KCD-1, KCD-2, KCD-3 en KCD-4) tot de locatie waar een lid van de bevolking blootgesteld kan worden (de terreingrens) kunnen de hiervoor benoemde bronnen ter vereenvoudiging als puntbron beschouwd worden. Hoewel het WAB en SCG dichterbij de terreingrens staan zal ook het dosistempo afkomstig uit deze gebouwen nagenoeg kwadratisch afnemen met de afstand.

Dit leidt ertoe dat de hoogste dosis buiten het terrein van KCD als gevolg van directe straling per definitie op de terreingrens zal worden gevonden. Uit conservatisme wordt hierdoor de terreingrensdosis als uitgangswaarde gebruikt, m.a.w. de in deze paragraaf beschreven dosis gaat uit van een persoon welke zich het gehele jaar ergens op de terreingrens zal bevinden. De weg over de dijk langs de site is niet toegankelijk voor het publiek, dus effectief zal een persoon zich niet aan de terreingrens van de site ter hoogte van KCD-1 en KCD-2 kunnen bevinden, wat het conservatisme in dit assessment verhoogd.

[1] Opgemerkt dient te worden dat deze limiet geen rekening houdt met gerechtvaardigde medische behandelingen of de blootstelling aan natuurlijke straling.

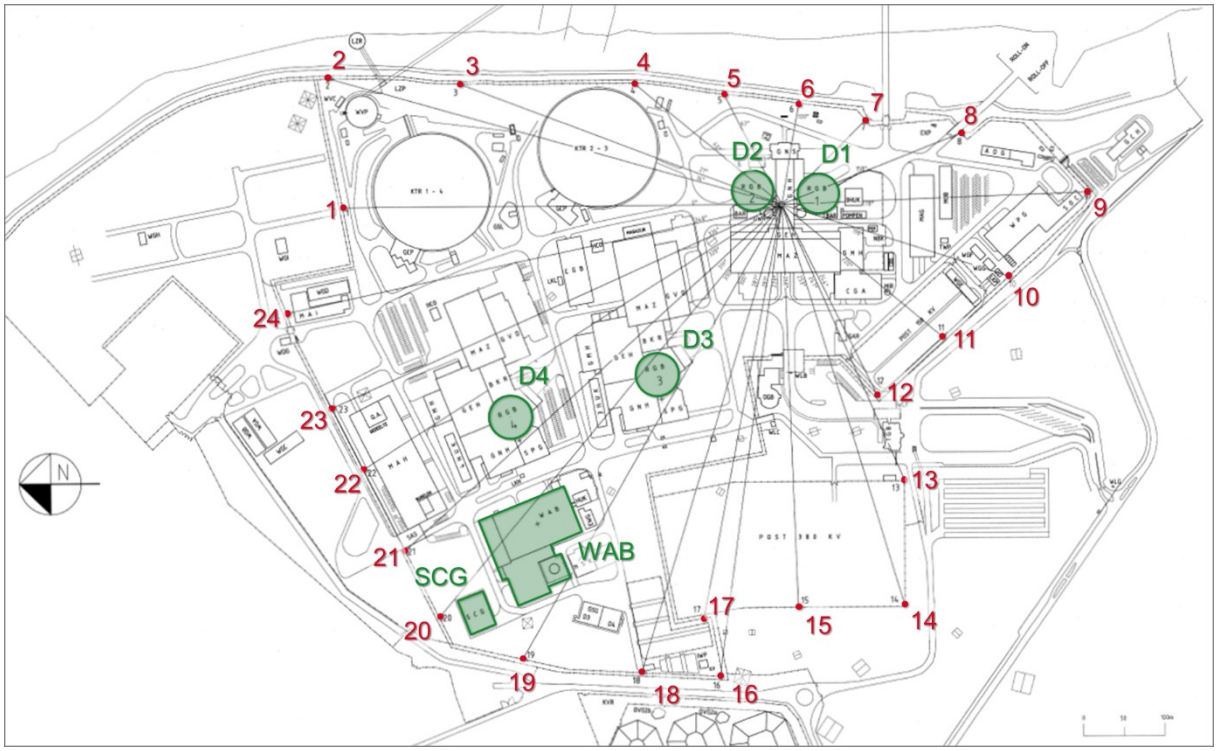


Figuur 3-13 Kwadratische afname van het stralingsveld met toename van afstand *r* tot de bron (*S*) [Bos, 2000].

3.4.1.1 Methodologie

De dosis aan de terreingrens wordt gemeten door 24 thermoluminescentie dosismeters (TLD's) welke zijn opgesteld aan de terreingrens (Figuur 3-14). TLD's bestaan uit kleine kristallen waarbij de bijbehorende elektronen in aangeslagen toestand komen door interactie met ioniserende straling. Na het verwarmen van de kristallen (tot enkele honderden graden Celsius) vallen de geëxciteerde atomen terug in de grondtoestand en zenden hierbij zichtbaar licht uit. De hoeveelheid uitgezonden lichtfotonen is evenredig aan de geabsorbeerde dosis in het kristal en kan hierdoor gebruikt worden om zeer nauwkeurig de dosis te bepalen. TLD's worden door deze eigenschappen in veel landen gebruikt als officiële ambtelijke dosismeters voor beroepshalve blootgestelde medewerkers, inclusief België[2].

[2] https://fanc.fgov.be/nl/professionelen/bescherming-van-de-werknemers/diensten-voor-externe-dosimetrie/types-dosismeter (bezocht: 8 januari 2020)



Figuur 3-14 Locatie TLD meetstations aan de terreingrens van KCD, uit [Electrabel, 2015]

De geïnstalleerde TLD's worden ieder kwartaal vervangen en uitgelezen door een erkende dienst. Op basis van deze resultaten kan het gemiddelde dosistempo aan de terreingrens bepaald worden. Een verwachting van de milieu-impact als gevolg van directe straling wordt afgegeven voor de periode 2015-2025 op basis van de jaarlijks gerapporteerde resultaten van de TLD's en vergeleken met de Uitgangssituatie (2012-2014) [Electrabel, 2013][Electrabel, 2014][Electrabel, 2015a][Electrabel, 2016][Electrabel, 2017][Electrabel, 2018].

TLD's kunnen (evenals alle andere soorten dosismeters) echter geen onderscheid maken tussen de natuurlijke achtergrondstraling (o.a. kosmische straling, straling afkomstig van bouwmaterialen toegepast in gebouwen) en straling daadwerkelijk afkomstig vanuit de installatie.

De natuurlijke achtergrondstraling varieert afhankelijk van locatie; zo neemt de dosis door kosmische straling toe met toenemende hoogte terwijl natuurlijke radionucliden in de bodem kunnen leiden tot een verhoogde dosis vanuit de grond. Voornamelijk dit laatste effect is duidelijk zichtbaar in de meetresultaten van het TELERAD-netwerk (zie § 3.2.2.12.1), een netwerk van 250 meetstations beheerd door het FANC welke opgesteld staan in België, zowel rond de nucleaire installaties als het gehele Belgische grondgebied[3].

De meetdata van het TELERAD netwerk tonen een duidelijk verschil in natuurlijke achtergrondstraling in de Ardennen ten opzichte van Vlaanderen.

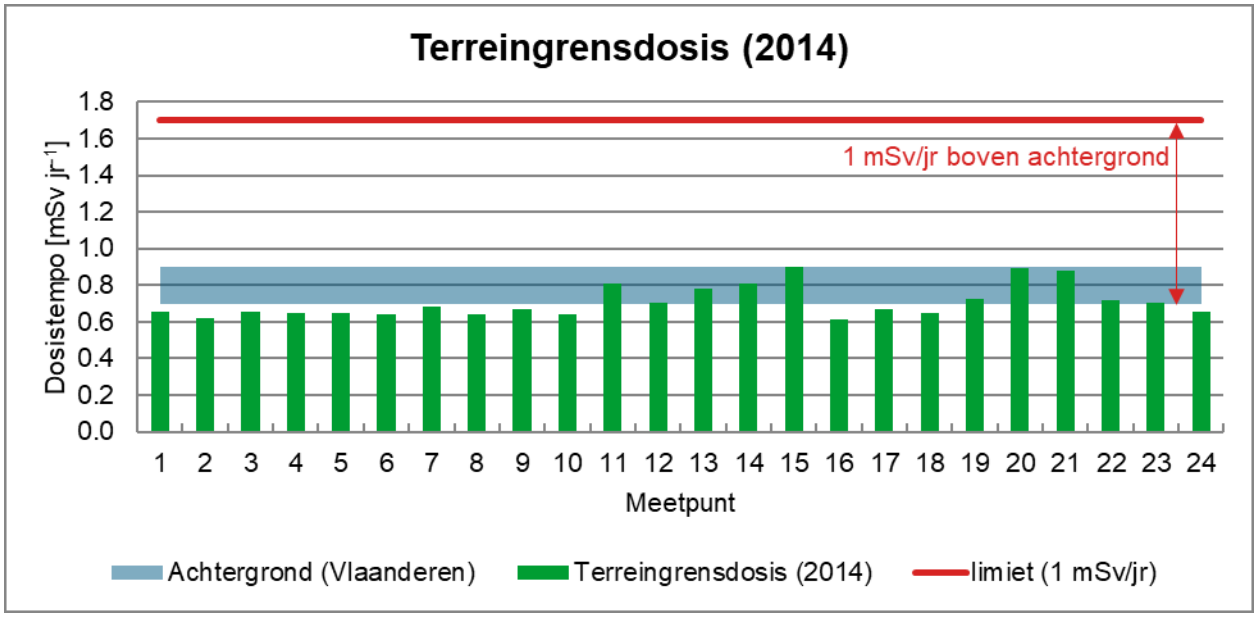
[3] https://fanc.fgov.be/nl/het-telerad-netwerk (bezocht: 8 januari 2020)

Op basis van het TELERAD netwerk heeft het FANC geconcludeerd dat de gemiddelde achtergrondstraling in België 1 mSv per jaar bedraagt, terwijl de gemiddelde achtergrondstraling in Vlaanderen 0,8 à 0,9 mSv per jaar bedraagt en de gemiddelde achtergrondstraling in het noorden van België 0,7 mSv per jaar bedraagt [FANC, 2018]. Voor de huidige beoordeling wordt uitgegaan van een achtergronddosis van 0,7 mSv per jaar, wat overeenkomt met het laagste vastgestelde gemiddelde en hiermee de meest conservatieve aanpak is.

Ter illustratie bedraagt de gemiddelde dosis voor leden van de Belgische bevolking 4,0 mSv per jaar (Figuur 3-6) waarvan industriële toepassingen (o.a. opwekking van kernenergie) minder dan 0,01 mSv (0,25% van de gemiddelde dosis) per jaar bijdragen [FANC, 2018].

3.4.1.2 Uitgangssituatie

De gemiddelde dosis zoals gemeten met de TLD dosismeters in 2014 aan de terreingrens is weergegeven in Figuur 3-15 [Electrabel, 2015a]. De meeste meetpunten liggen onder het gemiddelde achtergrondniveau van het noorden van België (0,7 mSv per jaar) wat erop duidt dat het achtergrondniveau rond KCD laag is. Ook de gemiddelde dosis op de terreingrens (0,71 mSv per jaar) ligt in lijn met de gemiddelde achtergronddosis in het noorden van België en ruim onder het gemiddelde van België. Dit betekent dat de gemiddelde dosis op de terreingrens van KCD rondom de achtergronddosis ligt.



Figuur 3-15 Gemeten dosis aan de terreingrens van KCD in 2014 vergeleken met de gemiddelde achtergronddosis rond KCD zoals gerapporteerd voor het noorden van België (0,7 mSv/jr) en Vlaanderen (0,9 mSv/jr) [FANC, 2018]. De limiet is hier gedefinieerd als 1 mSv per jaar plus de gemiddelde dosis in het noorden van België (0,7 mSv/jr).

Desondanks tonen enkele meetpunten in 2014 een verhoging ten opzichte van de meeste meetpunten. Zo tonen de punten 20 en 21 een verhoogde dosis tot 0,89 mSv per jaar. Deze punten liggen rond het splijtstofcontainergebouw (SCG) en het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw), wat erop duidt dat deze faciliteiten een bijdrage leveren aan de dosis op de terreingrens. Echter, onder de aanname van een achtergronddosistempo van 0,7 mSv per jaar (Noord-België) bedraagt de effectieve dosis met de

aanname dat een persoon gedurende het gehele jaar zich ergens op de terreingrens bevindt, als gevolg van directe straling door het SCG en/of het WAB 0,19 mSv per jaar en blijft hiermee ruim onder de limiet van 1 mSv per jaar.

De meetpunten 4 tot en met 8 liggen het dichtste bij KCD-1 en KCD-2. Voor deze meetpunten is geen verhoging van de terreingrensdosis waargenomen, waaruit blijkt dat de afscherming van de centrales voldoende is om de uitgezonden ioniserende straling te absorberen.

De meetpunten 11 tot en met 15 tonen een verhoging van de dosis ten opzichte van de achtergrond. Deze punten liggen echter relatief ver van de eenheden en overige nucleaire zones, waardoor de herkomst van deze verhoging vooralsnog onbekend is. Omdat aanvullend onderzoek naar radiografisch onderzoek van lasnaden bij de hoogspanningsmasten evenals transport van radioactief materiaal over het terrein geen uitsluitsel heeft gegeven, is het mogelijk dat deze meetpalen op grond met een verhoogde natuurlijke activiteit staan. Desondanks wordt er, uit conservatisme, aangenomen dat de gemeten dosis in deze meetpalen het gevolg is van de uitbating van KCD.

De gemeten terreingrensdosis in de periode van 2012 tot en met 2014 is weergegeven in Tabel 3-3 voor de gehele site (KCD) [Electrabel, 2013][Electrabel, 2014][Electrabel, 2015a]. Deze data toont aan dat de observaties uit 2014 ook gelden voor de voorgaande jaren. De data laat zien dat, ondanks lichte spreiding, de dosis relatief constant blijft en rond het gemiddelde achtergrondniveau van Vlaanderen blijft.

Tabel 3-3 De gemeten terreingrensdosis tussen 2012 en 2014 van de gehele site (KCD). De waarden zijn gegeven zonder achtergrondcorrectie.

Meetpunt	2012 [mSv/jr]	2013 [mSv/jr]	2014 [mSv/jr]
1	0,67	0,67	0,66
2	0,62	0,62	0,62
3	0,69	0,70	0,66
4	0,68	0,67	0,65
5	0,64	0,67	0,65
6	0,67	0,67	0,64
7	0,70	0,72	0,68
8	0,63	0,67	0,64
9	0,69	0,70	0,67
10	0,66	0,67	0,64
11	0,83	0,81	0,81
12	0,74	0,73	0,70
13	0,81	0,82	0,78
14	0,87	0,88	0,81
15	0,92	0,88	0,90
16	0,64	0,65	0,61
17	0,72	0,70	0,67
18	0,68	0,69	0,65
19	0,79	0,78	0,73
20	0,89	0,92	0,89

Meetpunt	2012 [mSv/jr]	2013 [mSv/jr]	2014 [mSv/jr]
21	0,86	0,85	0,88
22	0,71	0,71	0,72
23	0,69	0,70	0,70
24	0,66	0,67	0,66

De hoogste terreingrensdosis is gemeten rond punt 15 en punt 20, waardoor de dosis van deze punten is beschouwd als representatief voor de uitbating van de gehele site. De meetpunten in de directe nabijheid van KCD-1 en KCD-2 (4-8) tonen geen verhoging ten opzichte van de achtergrond, waaruit geconcludeerd kan worden dat de afscherming van de gebouwen van KCD-1 en KCD-2 zodanig is dat deze geen directe bijdrage heeft op de dosis voor de bevolking als gevolg van directe straling aan de terreingrens.

De dosis welke is toe te schrijven aan de uitbating van KCD is vastgesteld als de gemeten dosis in het hoogste meetpunt op de terreingrens (punt 15 en 20) tijdens de Uitgangssituatie, waaruit een gemiddelde van 0,90 mSv per jaar wordt verkregen. Na correctie voor de achtergrond (0,7 mSv per jaar) bedraagt de dosis als gevolg van de uitbating van KCD door directe straling 0,2 mSv per jaar. De meetpunten in de directe nabijheid van KCD-1 en KCD-2 tonen geen verhoging ten opzichte van de achtergrond. Omdat, met name de dosis afkomstig uit het SCG, het gevolg is van de uitbating van de verschillende eenheden, is het niet mogelijk een specifieke dosis toe te wijzen aan de uitbating van de verschillende eenheden.

3.4.1.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van directe straling op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Dit scenario wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte paragraaf behandeld wordt:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): de uitbating na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op de verzamelde data uit de periode (2012-2014; Uitgangssituatie) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018. Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten

van KCD-3, KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[4].

3.4.1.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Het LTO-syntheserapport bevat het geïntegreerde actieplan [Electrabel, 2015c]. In de periode 2015-2018 worden deze maatregelen uitgevoerd en die periode wordt binnen dit Project de "bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018" genoemd. Tevens wordt in deze periode KCD-1 en KCD-2 door Electrabel geëxploiteerd.

Afhankelijk van het soort werkzaamheden kunnen de LTO-maatregelen tijdens regulier bedrijf worden uitgevoerd worden of kunnen deze alleen tijdens een revisie worden uitgevoerd. Met name de technische LTO-maatregelen kunnen alleen tijdens een revisie uitgevoerd worden.

Ondanks dat naast reguliere uitbating veel werkzaamheden in de radiologische zones worden uitgevoerd is de verwachting dat de directe straling aan de terreingrens t.g.v. KCD-1 en KCD-2 gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 even hoog is als in de Uitgangssituatie. Dit komt doordat zoals eerder in deze paragraaf beschreven dat de afscherming van de gebouwen voldoende is om de uitgezonden ioniserende straling te absorberen.

Gezien het tijdsstip van deze studie is de terreingrensdosis gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 al bekend. De terreingrensdosis van alle meetpunten rondom de site van KCD tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 zijn weergegeven in Tabel 3-4 [Electrabel, 2016] [Electrabel, 2017] [Electrabel, 2018] [Electrabel, 2019].

Tabel 3-4 De gemeten terreingrensdosis tussen 2015 en 2018 van de gehele site (KCD). De waarden zijn gegeven zonder achtergrondcorrectie.

Meetpunt	2015 [mSv/jr]	2016 [mSv/jr]	2017 [mSv/jr]	2018 [mSv/jr]
1	0,65	0,67	0,68	0,70
2	0,62	0,62	0,63	0,64
3	0,67	0,69	0,71	0,67
4	0,65	0,67	0,66	0,65
5	0,67	0,68	0,68	0,67
6	0,65	0,67	0,70	0,72
7	0,70	0,70	0,70	0,81
8	0,64	0,65	0,66	0,64
9	0,67	0,69	0,71	0,68
10	0,67	0,69	0,67	0,68
11	0,85	0,81	0,79	0,80
12	0,78	0,70	0,70	0,69
13	0,80	0,77	0,71	0,71
14	0,80	0,81	0,78	0,77

[4] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3

Meetpunt	2015 [mSv/jr]	2016 [mSv/jr]	2017 [mSv/jr]	2018 [mSv/jr]
15	1,01	0,90	0,86	0,82
16	0,62	0,60	0,63	0,62
17	0,67	0,68	0,69	0,68
18	0,66	0,67	0,67	0,67
19	0,78	0,74	0,76	0,78
20	0,95	0,99	0,96	0,97
21	0,83	0,88	0,88	0,88
22	0,71	0,72	0,72	0,68
23	0,70	0,71	0,73	0,71
24	0,64	0,67	0,71	0,68

Uit Tabel 3-4 blijkt dat tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 de terreingrensdosis nagenoeg gelijk is aan de terreingrensdosis in de Uitgangssituatie (2012-2014). Enkel meetpunt 20, naast het SCG en het WAB, toont een consistente significante verhoging van de dosis tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 ten opzichte van de Uitgangssituatie.

Hoewel er geen duidelijke bron hiervan aan te wijzen is, is de verhoging vermoedelijk te wijten aan uitgevoerde werkzaamheden aan alle eenheden, gezien de ligging van dit meetpunt nabij het SCG en het WAB, waar respectievelijk de verbruikte splijtstofelementen en al het afval van de site naar getransporteerd wordt. Aanvullend onderzoek heeft echter aangewezen dat er, in de periode 2015-2018 geen extra transporten hebben plaatsgevonden ten opzichte van de Uitgangssituatie (2012-2014), waardoor de verhoging van de dosis vermoedelijk direct afkomstig is uit het SCG waar de verbruikte splijtstofelementen worden opgeslagen. Hierdoor kan (uiterst conservatief) gesteld worden dat de verhoging van de dosis uit het SCG het gevolg zal zijn van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 en hiermee dit Project.

Om de (maximale) dosisbijdrage van dit Project te bepalen is de gemiddelde gemeten dosis van meetpunt 20 tijdens de Uitgangssituatie (0,90 mSv per jaar) afgetrokken van de gemiddelde gemeten dosis van meetpunt 20 tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 (0,97 mSv per jaar). De resterende dosis van 0,07 mSv per jaar wordt, zoals eerder beschreven, conservatief aangenomen als de maximale dosis aan de terreingrens als gevolg van dit Project. Er dient opgemerkt te worden dat deze dosis waarschijnlijk een sterke overschatting is van de reële dosis.

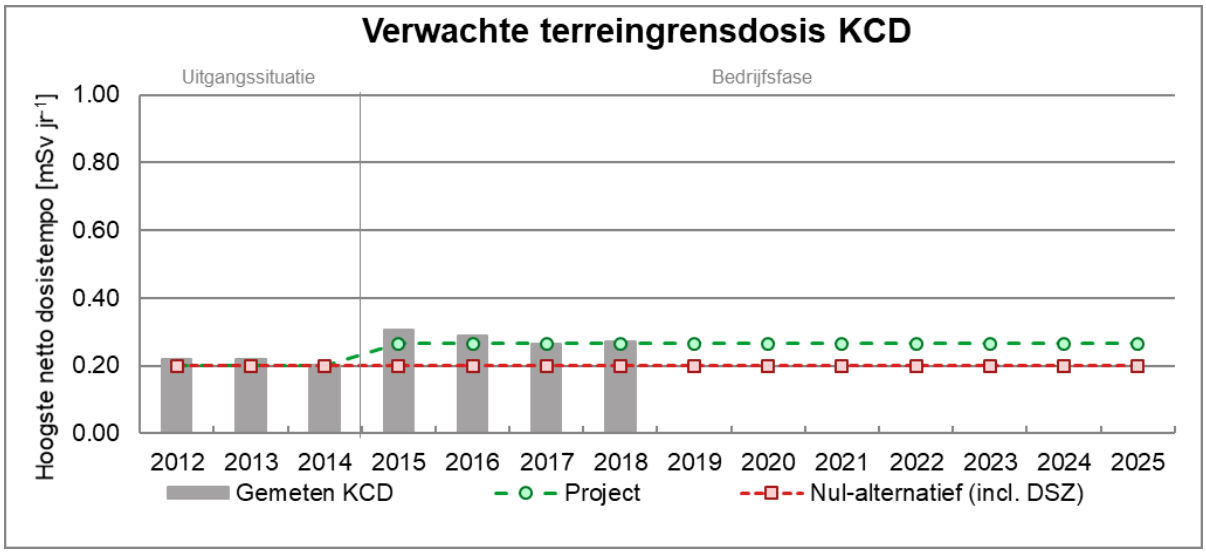
Met deze conservatieve uitgangspunten bedraagt de totale jaarlijkse dosis aan de terreingrens als gevolg van de uitbating (0,2 mSv per jaar; zie § 3.4.1.2) en dit Project (0,07 mSv per jaar) maximaal 0,27 mSv per jaar. De dosis blijft ruim binnen de dosislimiet van 1 mSv per jaar en is vergelijkbaar met de jaarlijkse dosis aan de terreingrens gedurende de Uitgangssituatie (0,2 mSv per jaar).

De uitvoering van de LTO heeft dus zeer beperkte impact gehad op de directe straling aan de terreingrens.

3.4.1.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

In de periode 2019-2025 worden KCD-1 en KCD-2 verder geëxploiteerd en wordt deze periode binnen dit Project de “bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)” genoemd. De maximaal te verwachten dosis aan de terreingrens zal naar verwachting vergelijkbaar zijn met de bedrijfsfase tussen

2015 en 2018. De verwachte terreindosis van KCD gedurende de bedrijfsfase is weergegeven in Figuur 3-16.



Figuur 3-16 Verwachte terreingrensdosis van KCD De waarden zijn gegeven na achtergrondcorrectie (0,7 mSv per jaar). De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten waarden van het conservatief gekozen meetpunt.

Figuur 3-16 toont dat, na de Uitgangssituatie (2012-2014) de dosis door directe straling licht toeneemt vanwege de conservatieve benadering tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 evenals in de toekomstige bedrijfssituatie tussen 2019 en 2025. Dit is beschreven in § 3.4.1.3.1 en § 3.4.1.3.2, respectievelijk.

De gegeven dosis is een ruime overschatting van een realistische dosis welke een persoon buiten de site kan oplopen. Zo is de dosis berekend voor een persoon welke zich het gehele Project direct op de terreingrens zal bevinden. Ter illustratie worden in de Nederlandse wetgeving correctiefactoren toegepast om de dosis te corrigeren voor het bestemmingsgebied om tot een realistischere dosis te komen, zo zou een doorgaande weg binnen een industrieterrein vermenigvuldigd worden met een factor 0,01 omdat personen zich hier slechts (zeer) kort zullen begeven[5].

De totale dosis welke een lid van de bevolking buiten KCD kan oplopen wordt echter opgebouwd uit drie factoren; directe straling en de effectieve volgdosis door atmosferische (§ 3.4.3) en vloeibare lozingen (§ 3.4.4). De effectbeoordeling van deze factoren wordt beschreven in latere paragrafen, de totale dosis als gevolg van de uitbating van KCD wordt gegeven in § 3.4.8.

De jaarlijkse dosis t.g.v. direct straling, zelfs voor een persoon welke zich het gehele jaar ergens op de terreingrens zal bevinden, voldoet ruim aan de wettelijke limiet en op basis van deze data kan geconcludeerd worden dat de verdere uitbating van KCD-1 en KCD-2, na uitvoering van de LTO-maatregelen, geen significante impact zal hebben op het milieu.

[5] https://wetten.overheid.nl/BWBR0040581/ (bezocht: 24 februari 2020)

Cumulatieve effect van het Project
De cumulatieve dosis welke een persoon zou oplopen door directe straling als gevolg van de uitbating van KCD als deze zich continue op de terreingrens zal bevinden bedraagt 2,9 mSv (11 jaar à 0,27 mSv per jaar). Ter illustratie ligt deze cumulatieve dosis ruim onder de gemiddelde achtergronddosis van België (43,8 mSv) gedurende dit Project, waarvan 26,9 mSv als gevolg van natuurlijke straling en 16,8 mSv als gevolg van medische toepassingen [FANC, 2018].

3.4.1.3.3 Nul-alternatief
KCD-1 en KCD-2 zullen in 2015 worden afgeschakeld als er geen levensduurverlenging zal plaatsvinden. Direct daarna zal gestart worden met de Definitieve Stopzetting (DSZ). In dat geval kan enkel gesteld worden dat de geobserveerde verhoging van de dosis nabij het SCG (0,07 mSv per jaar), niet zal plaatsvinden. Er wordt verwacht dat deze jaarlijkse toename afkomstig is uit de extra geproduceerde en opgeslagen verbruikte splijtstofelementen.

Het feit dat KCD-1 en KCD-2 in het Nul-alternatief 10 jaar korter uitgebaat zullen worden dan bij het Project, zorgt ervoor dat er minder splijtstof in het SCG ligt. Als gevolg hiervan zal het dosistempo bij het Nul-alternatief 0,20 mSv/jaar blijven bedragen.

Omdat er in België nog geen beslissing is genomen over opwerking of eindberging van verbruikte splijtstofelementen, en het niet aannemelijk is dat een dergelijke beslissing voor 2025 zal worden uitgevoerd, zal de levensduurverlenging niet leiden tot een eerdere afvoer van de splijtstofelementen uit het SCG en de hierbij behorende dosisreductie.

Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2
Indien er geen levensduurverlenging zal plaatsvinden zullen KCD-1 en KCD-2 worden afgeschakeld en zal gestart worden met de Definitieve Stopzetting (DSZ). Op het moment dat KCD-1 en KCD-2 overgaan naar DSZ, zal dit geen directe invloed hebben op het stralingsniveau aan de terreingrens. Zoals eerder beschreven, wordt de bijdrage van de dosis aan de terreingrens met name bepaald door directe straling uit het SCG, waar de verbruikte splijtstofelementen zijn opgeslagen.

Tijdens de periode van Definitieve Stopzetting (DSZ) van KCD-1 en KCD-2 zal directe straling bijdragen aan de effectieve dosis aan de terreingrens. Er zal echter geen verschil bestaan in de duur van de fase van DSZ na levensduurverlenging (Project) en na directe afschakeling (Nul-alternatief). In het geval van het Project zal de fase van DSZ enkel 10 jaar later aanvangen. Hierdoor is het enige verschil dat de directe straling ten gevolge van KCD-1 en KCD-2 bij het Nul-alternatief 10 jaar eerder nul wordt dan bij het Project. In de Figuur 3-16 is directe straling tijdens de fase van DSZ bij het Nul-alternatief ingevoegd.

3.4.1.4 Grensoverschrijdende effecten
Zoals eerder beschreven bestaat vrijwel alle dosis afkomstig van directe straling vanuit KCD uit γ-fotonen waarvan het dosistempo afneemt bij het vergroten van de afstand. Dit leidt ertoe dat het dosistempo buiten de site met het vergroten van de afstand tot de terreingrens per definitie afneemt. De dichtstbijzijnde grens met Nederland bevindt zich op circa 2,5 km afstand. Het meetpunt 20, het representatieve meetpunt voor de gehele site (zie § 3.4.1.2), op de terreingrens ligt in de richting van de Nederlandse grens. Het is aannemelijk dat de straling met name afkomstig zal zijn vanuit het SCG, wat op circa 50 meter ligt van het meetpunt 20. Het gemiddelde dosistempo van meetpunt 20 over de jaren 2012-

2014 bedroeg circa 0,2 mSv per jaar (met achtergrondcorrectie). Om het dosistempo op een bepaalde afstand te bepalen wordt de kwadratenwet gebruikt:

$$\dot{D}(r_2) = \dot{D}(r_1) \cdot \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

Waarin $\dot{D}(r_1)$ het dosistempo op afstand r_1 van de bron bedraagt en $\dot{D}(r_2)$ het dosistempo op afstand r_2 bedraagt. Hoewel de kwadratenwet enkel geldig is voor een puntbron, kan de bron binnen KCD beschouwd worden als een puntbron gezien de grote afstand (2,5 km) t.o.v. de daadwerkelijke afmeting van de bron (enkele tientallen meters).

De afstand vanaf de bron (SCG) tot de Nederlandse grens (2 500 + 50 m) is ongeveer een factor 51 (r_2/r_1) groter vergeleken met de afstand van de bron tot de terreingrens (50 m). Op basis van deze gegevens is het dosistempo aan de Nederlandse grens berekend als 0,000078 mSv per jaar (Tabel 3-5).

Tabel 3-5 Kwadratische afname van het dosistempo richting de Nederlandse grens.

		SCG
r_1	: Afstand tot terreingrens [m]	50
r_2	: Afstand tot Nederlandse grens [m]	2 550
$\dot{D}(r_1)$	: Dosistempo aan terreingrens [mSv·jr^{-1}]	0,20
$\dot{D}(r_2)$	: Dosistempo aan Nederlandse grens [mSv·jr^{-1}]	0,000078

De absorptie van de straling tot de grens is hierbij niet meegenomen, waardoor de daadwerkelijke stralingsdosis als gevolg van directe straling nog lager zal liggen.

Het Nederlandse besluit van 23 oktober 2017, houdende vaststelling van regels ter bescherming van personen tegen de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling (Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming; Bbs), Artikel 9.2.1 stelt dat de maximale dosis voor een lid van de Nederlandse bevolking als gevolg van het uitbaten van een nucleaire installatie maximaal 0,1 mSv per jaar mag bedragen. Dit is de Nederlandse dosislimiet als gevolg van directe straling, vloeibare en gasvormige lozingen. Zoals uit het voorgaande blijkt, ligt de dosis als directe straling aan de Nederlandse grens door het Project hier ruim onder. De impact van het gehele project, inclusief vloeibare en gasvormige lozingen wordt beschreven in § 3.4.8.

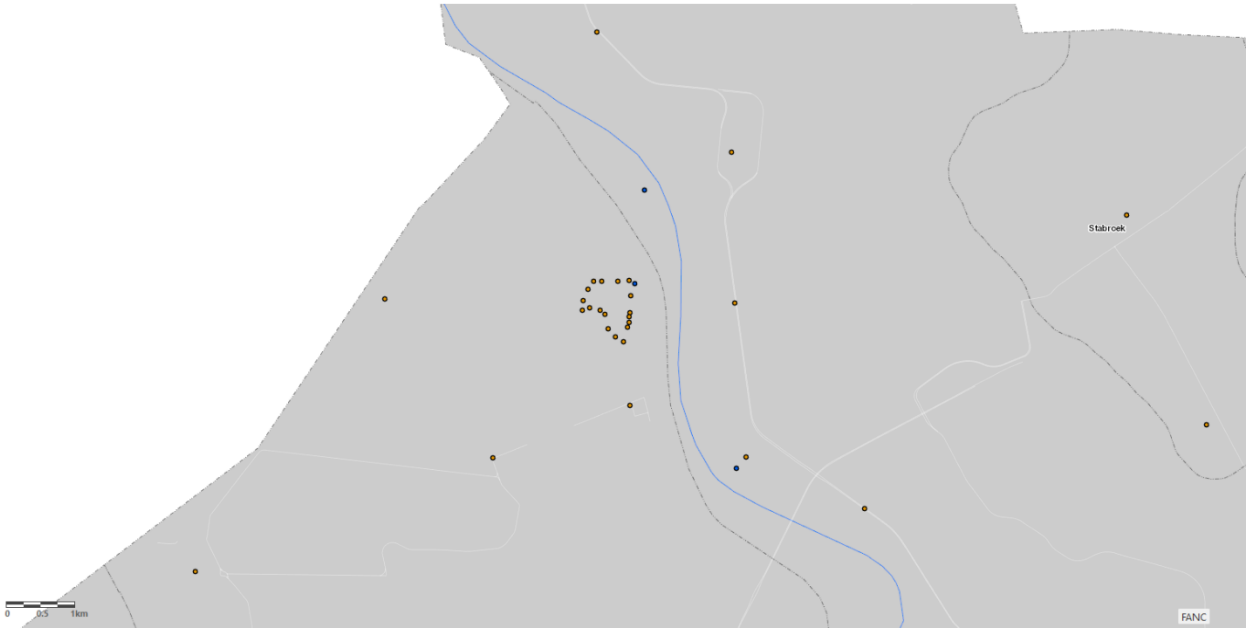
Omdat het dosistempo kwadratisch zal afnemen naarmate de afstand tot de KCD toeneemt zal de uitbating van KCD eveneens geen impact hebben op verder gelegen landen (o.a. Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigde Koninkrijk).

3.4.1.5 Monitoring

Het FANC beheert het TELERAD-netwerk met ruim 250 meetstations op het Belgische grondgebied, welke voortdurend de radioactiviteit in de lucht en in het water meten[6]. Rond KCD staat een relatief groot aantal meetstations opgesteld (Figuur 3-17) welke continue de dosis meten. Eventuele afwijkingen in de

[6] https://fanc.fgov.be/nl/het-telerad-netwerk (bezocht: 19 februari 2020)

dosis zullen onmiddellijk een alarm in werking stellen zodra een waarschuwingsdrempel overschreven wordt. Een soortgelijk netwerk van meetposten staat ook op het Nederlandse grondgebied (het Nationaal Meetnet Radioactiviteit[7]).



Figuur 3-17 Meetstations van het TELERAD netwerk rond KCD.

3.4.1.6 Mitigerende maatregelen

Op basis van de beschikbare data heeft de directe straling aan de terreingrens afkomstig van KCD geen significante impact op het milieu en zijn er geen mitigerende maatregelen benodigd.

3.4.1.7 Leemten in kennis

De beschikbare kennis is voldoende om de effecten van de directe straling aan de terreingrens afkomstig van KCD van dit voornemen te bepalen. Echter er dient wel opgemerkt te worden dat de meetwaarden van de terreingrensdosis in orde van grootte van de achtergrondstraling liggen. Ook is er geen eenduidige verklaring voor de geringe hogere waarden van de meetpunten 11-15 t.o.v. de andere meetpunten rondom de site. Deze leemten in kennis staan de besluitvorming niet in de weg, omdat uit conservatisme de hoogste meetwaarden aan de terreingrens zijn aangenomen als afkomstig uit KCD-1 en/of KCD-2.

3.4.1.8 Conclusies

Als gevolg van dit Project zullen effecten van de directe straling aan de terreingrens afkomstig van KCD-1 en KCD-2 de eenheden zelf 10 jaar langer optreden. Hoewel de constructie van de verschillende LTO maatregelen (2015-2018) mogelijk hadden kunnen leiden tot een licht verhoogde dosis is deze vanwege de afscherming van KCD-1 en KCD-2 niet zichtbaar in de terreingrensdosismeting. Echter door de toename van de verbruikte splijtstofelementen in het SCG en genomen de conservatieve uitgangspunten zal in de periode van het Project de maximaal te verwachten dosis aan de terreingrens met

[7] https://www.rivm.nl/nationaal-meetnet-radioactiviteit (bezocht: 19 februari 2020)

0,07 mSv per jaar hoger zijn dan bij het Nul-alternatief. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat dit Project geen significante impact heeft op het milieu met betrekking tot de directe straling.

De uitbating van KCD evenals het LTO-Project hebben geen significant meetbare impact op het Nederlandse grondgebied waardoor verdere grensoverschrijdende effecten als gevolg van directe straling eveneens kunnen worden uitgesloten.

3.4.2 Stralingsblootstelling van de medewerkers

Dagelijks werken bijna 2000 personen bij de kerncentrale Doel. Dit zijn zowel eigen als externe medewerkers. Een groot deel hiervan komt niet in aanraking met radioactiviteit [Electrabel 2019a].

Daarentegen kan een deel van de medewerkers tijdens hun werk blootgesteld worden aan ioniserende straling. Indien er een kans bestaat dat de effectieve dosis van de medewerker boven 1 mSv per jaar uitkomt, worden deze personen beroepshalve blootgestelde medewerkers genoemd [ARBIS][8]. Werkzaamheden vinden het gehele jaar plaats, echter met name tijdens revisieperiodes vinden veel werkzaamheden plaats in de radiologische zones.

Tijdens een revisieperiode werkt een groter aantal medewerkers in en rond de centrales voor onderhouds- en inspectiewerkzaamheden. Het gaat hierbij zowel om medewerkers van KCD als externe medewerkers van gespecialiseerde bedrijven.

Omdat stralingsblootstelling een gezondheidsrisico kan inhouden, zijn er wettelijke limieten en eisen opgesteld en vastgelegd in het koninklijk besluit ARBIS [ARBIS]. Voor medewerkers die niet in aanraking komen met straling gelden dezelfde stralingseisen als voor de leden van de bevolking (o.a. omwonenden). De effectieve-dosislimiet voor de personen van het publiek is vastgesteld op 1 millisievert per jaar [ARBIS, artikel 20.1.4].

Voor beroepshalve blootgestelde medewerkers zijn belangrijke eisen dat deze voldoende kennis van stralingsbescherming hebben en dat de opgelopen stralingsdosis per individu bijgehouden wordt. Tevens dient elke beroepshalve blootgestelde medewerker onder medisch toezicht te staan door een erkende stralingsarts. De maximaal toegestane wettelijke norm voor beroepshalve blootgestelde medewerkers bedraagt 20 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden [ARBIS, artikel 20.1.3]. Electrabel hanteert zelf als maximale limiet de helft van deze wettelijke limiet. Elke beroepshalve blootgestelde medewerker mag ten hoogste 10 mSv per jaar oplopen.

De Verenigde Naties heeft een comité UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*). Dit comité biedt wetenschappelijke kennis voor stralingsbescherming en beoordeelt op wereldniveau de effecten van ioniserende straling. In dat kader heeft zij een studie gepubliceerd waarin blootstelling afkomstig uit beroepsactiviteiten is opgenomen [UNSCEAR, 2000]. In Tabel 3-6 is per werkgebied het aantal beroepshalve blootgestelde medewerkers met de daarbij behorende gemiddelde jaarlijkse effectieve dosis opgenomen [UNSCEAR, 2000]. Daaruit blijkt dat werknemers die aan

[8] https://fanc.fgov.be/nl/beroepshalve-blootgestelde-personen (bezocht: april 2020)

natuurlijke ioniserende stralende bronnen worden blootgesteld, zoals o.a. luchtvaartpersoneel en mijnbouwwerkers, een factor drie hogere gemiddelde effectieve jaardosis krijgen dan medewerkers die blootgesteld zijn aan de door mens gemaakte bronnen. Kerncentrales zijn een onderdeel van de splijtstofketen, waardoor de kerncentralemedewerkers deel uit maken van deze categorie in de onderstaande tabel.

Tabel 3-6 Gemiddeld effectieve dosis per werkgebied

Bron / werkgebied	Aantal blootgestelde medewerkers [-]	Gemiddelde effectieve dosis [mSv/jaar]
Door mens gemaakte bron		
Splijtstofketen (incl. uraniumwinning)	800 000	1,8
Industrieel gebruik van straling	700 000	0,5
Defensie activiteiten	420 000	0,2
Medische gebruik van straling	2 320 000	0,3
Onderwijs/diergeneeskunde	360 000	0,1
Totaal	*4 600 000*	*0,6*
Natuurlijke bronnen		
Vliegreizen (bemanning)	250 000	3,0
Mijnbouw (anders dan steenkool)	760 000	2,7
Steenkool winning	3 910 000	0,7
Verwerking van mineralen	300 000	1,0
Bovengrondse werkplekken (radon)	1 250 000	4,8
Totaal	*6 500 000*	*1,8*

3.4.2.1 Methodologie

De stralingsbelasting voor beroepshalve blootgestelde medewerkers (zowel Electrabel medewerkers als externen) wordt voortdurend gemonitord door met name het gebruik van persoonlijke dosismeters. Voor alle werkzaamheden wordt het zo laag als redelijkerwijze mogelijk (ALARA)-principe toegepast. De ontvangen dosis wordt voor iedere medewerker getoetst aan de interne limiet van KCD. Zij hanteert als limiet de helft van de wettelijke dosis, m.a.w. 10 mSv per jaar. Zelfs als er door een zeer uitzonderlijke situatie (zoals een administratieve fout), zal de jaarlijkse dosis van de medewerker onder de wettelijke limiet blijven.

De dosisgegevens worden jaarlijks gepubliceerd in de milieuverklaringen [Electrabel, 2012][Electrabel, 2013a][Electrabel, 2014a][Electrabel, 2015b][Electrabel, 2016a] [Electrabel, 2017a][Electrabel, 2018a]. In dit rapport worden deze jaarlijks gepubliceerde dosisgegevens vergeleken met de interne KCD limiet en op basis van de meerdere jaren een verwachting afgegeven voor de periode 2015-2025.

Om de stralingsbelasting voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers op de site te bepalen wordt gebruik gemaakt van de beschikbare data afkomstig van getuigemonitoren (TLD's) welke op representatieve locaties binnen de KCD site, maar buiten de radiologische zones, zijn geïnstalleerd en regelmatig worden uitgelezen. Voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers geldt een wettelijke limiet van 1 mSv per jaar [ARBIS, artikel 20.1.4], gelijk aan de dosislimiet voor de bevolking.

3.4.2.2 Uitgangssituatie

Zowel in 2012, 2013 als in 2014 lag de maximale dosis van alle medewerkers onder de KCD-interne limiet van 10 mSv per jaar en daarmee eveneens ruim onder de wettelijke limiet van 20 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden.

De gemiddelde dosis voor zowel interne als externe medewerkers is weergegeven in Tabel 3-7 [Electrabel, 2012][Electrabel, 2013a][Electrabel, 2014a]. De collectieve dosis hangt sterk af van de werkzaamheden gedurende revisies, zo vonden gedurende de revisies van KCD-1 en KCD-3 in 2012 veel onverwachte werkzaamheden plaats, waardoor de collectieve dosis voor KCD en voor KCD-1 hoger is in verhouding tot de overige jaren. Uiteraard doordat er meer werkzaamheden uitgevoerd worden, zijn er in 2012 ook meer beroepshalve blootgestelde medewerkers.

Tabel 3-7 Effectieve dosis van de medewerkers bij KCD tijdens de Uitgangssituatie

Jaar	KCD			KCD-1 en KCD-2
	Totaal aantal blootgestelden	**Gemiddeld effectieve dosis [mSv/jaar]**	**Collectief [mens.mSv/jaar]**	**Collectief [mens.mSv/jaar]**
2012	3 402	0,47	1 612	521
2013	3 134	0,14	449	203
2014	3 145	0,31	981	336

De gemiddelde effectieve dosis van de medewerkers bij KCD is ongeveer een factor zes kleiner dan de gemiddelde effectieve dosis voor medewerkers in het nucleaire werkgebied zoals UNSCEAR deze gepubliceerd heeft (1,8 mSv/jaar) [UNSCEAR, 2000] (Tabel 3-6).

Voor de niet-beroepshalve blootgestelde interne en externe medewerkers wordt geen individuele dosisregistratie bijgehouden. Om zeker te stellen dat de medewerkers onder de wettelijke limiet van 1 mSv per jaar blijven, kan gebruikt gemaakt worden van de zogenoemde getuigemonitoren. De getuigemonitoren zijn TLD dosismeters welke op representatieve locaties binnen de KCD site, maar buiten de radiologische zones, zijn geïnstalleerd. De resultaten van de getuigemonitoren worden gebruikt om het achtergrondniveau voor de TLD persoonsdosismeters te bepalen.

Uit de metingen van de getuigemonitoren komt een gemiddelde dosis van 0,63 mSv/jaar over periode 2012-2014. Dit dosistempo ligt onder het gemiddelde achtergrondniveau rond KCD (0,7 mSv per jaar, zie ook § 3.4.1.1), wat het gevolg is van de afscherming van de gebouwen tegen de natuurlijke straling (o.a. grond en kosmische straling). Ter illustratie is een studie uitgevoerd waarbij de dosis van > 50 000 getuigemonitoren in België is onderzocht, waaruit een gemiddeld dosistempo van 0,67 mSv per jaar is gekomen [Electrabel, 2020a]. De gemiddelde blootstelling van de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers van KCD is hierdoor verwaarloosbaar [Electrabel, 2020a].

De hoogste gemeten dosis van de getuigemonitoren bedroeg 0,87 mSv per jaar ofwel 0,17 mSv per jaar na achtergrondcorrectie. Als gevolg daarvan is de jaarlijkse dosis welke een medewerker welke zich 2000 uur per jaar op dit punt zou bevinden (0,04 mSv) ruim onder de wettelijke limiet (1 mSv per jaar). Deze resultaten bevestigen dat de eenheden, WAB en SCG op de site voldoende radiologische afscherming hebben om niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers te beschermen.

3.4.2.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van stralingsblootstelling van de medewerkers worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Dit scenario wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte paragraaf behandeld wordt:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): het reguliere bedrijf na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd wordt en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op de verzamelde data in de Uitgangssituatie (2012-2014) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018. Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten van KCD-3, KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[9].

3.4.2.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Het LTO-syntheserapport bevat het geïntegreerde actieplan om KCD-1 en KCD-2 tien jaar langer dan voorzien in de wet op de kernuitstap van 2003 te kunnen bedrijven. In de periode 2015-2018 worden deze maatregelen uitgevoerd en die periode wordt binnen dit Project de "bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018" genoemd. In deze periode wordt KCD-1 en KCD-2 door Electrabel geëxploiteerd.

Afhankelijk van het soort werkzaamheden kunnen de LTO-maatregelen tijdens uitbating of een revisie worden uitgevoerd. Met name de technische LTO-maatregelen kunnen alleen tijdens een revisie uitgevoerd worden om de continue veiligheid van zowel de centrale als de medewerkers te waarborgen. Omdat naast reguliere uitbating veel werkzaamheden worden uitgevoerd is de verwachting dat de blootstelling aan ioniserende straling voor beroepshalve blootgestelde interne en externe medewerkers gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 hoger zal zijn dan Uitgangssituatie. Daartegen is de verwachting dat de dosis welke de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers ontvangen niet significant verandert in deze periode ten opzichte van de Uitgangssituatie.

Gezien het tijdsstip van deze studie is de mate van blootstelling van de medewerkers gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 al bekend. De effectieve dosis voor medewerkers uit zowel KCD-1 en KCD-2 als de gehele site (KCD) gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 is weergegeven in Tabel 3-8 [Electrabel, 2016a] [Electrabel, 2017a] [Electrabel, 2018a] [Electrabel, 2019a]. Evenals gedurende de Uitgangssituatie lag de maximale dosis van alle beroepshalve blootgestelde medewerkers, ook voor de jaren 2015-2017, ruim onder de wettelijke limiet van 20 mSv per

[9] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3

12 opeenvolgende glijdende maanden. In 2018 zijn werkzaamheden uitgevoerd waarbij één medewerker een dosis hoger dan de interne 10 mSv/jaar grens heeft opgelopen. Dit betrof een geplande werkzaamheid waarbij afstemming met betrokken partijen is geweest om zeker te stellen dat de jaardosis ruim onder de wettelijke limiet bleef.

Tabel 3-8 Effectieve dosis van de medewerkers bij KCD tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Jaar	KCD			KCD-1 en KCD-2
	Totaal aantal blootgestelden	Gemiddeld effectieve dosis [mSv/jaar]	Collectief [mens.mSv/jaar]	Collectief [mens.mSv/jaar]
Uitgangssituatie (2012-2014)	3 227	0,31	1 014	353
2015	3 544	0,34	1 219	602
2016	3 582	0,26	916	473
2017	3 594	0,42	1 493	784
2018	3 961	0,45	1 789	1 347

Omdat er meer werkzaamheden voor de LTO-maatregelen in het reactorgebouw plaatsvinden, zijn er ruim 400 meer beroepshalve blootgestelde medewerkers benodigd voor deze werkzaamheden. Met als gevolg dat de collectieve dosis van de alle beroepshalve blootgestelde medewerkers, zoals verwacht hoger is dan tijdens de Uitgangssituatie.

Toch blijft de gemiddelde effectieve dosis van de beroepshalve blootgestelde medewerkers bij KCD factoren kleiner dan de gemiddelde effectieve dosis voor medewerkers in het nucleaire werkgebied zoals UNSCEAR deze gepubliceerde heeft (1,8 mSv/jaar) [UNSCEAR, 2000].

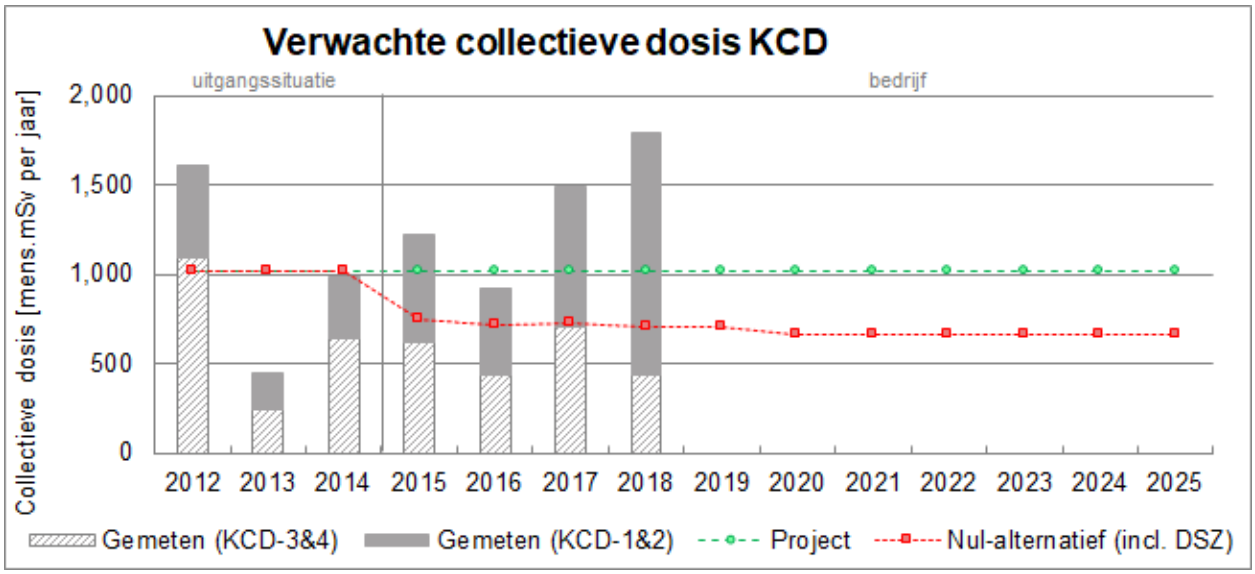
Voor de niet-beroepshalve blootgestelde interne en externe medewerkers kan net als in de vorige paragraaf gebruikt gemaakt worden van de zogenoemde getuigemonitoren, welke op representatieve locaties binnen de KCD site, maar buiten de radiologische zones, zijn geïnstalleerd. Daaruit komt een gemiddelde van 0,61 mSv/jaar over periode 2015-2018 [ENGIE, 2020], vergelijkbaar met de Uitgangssituatie. De hoogste gemeten dosis van 0,61 mSv per jaar is licht gedaald ten opzichte van de Uitgangssituatie. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de constructiewerkzaamheden geen impact hebben op de dosis voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers.

Op basis van deze data kan geconcludeerd worden dat de constructie van de LTO-maatregelen leiden tot een lichte toename van de collectieve dosis voor beroepshalve blootgestelde medewerkers. Omdat de individuele doses ruim onder de wettelijke limiet liggen kan gesteld worden dat deze fase geen significante negatieve impact heeft. Voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers heeft deze fase eveneens geen significante negatieve impact.

3.4.2.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

Na de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 zullen de eenheden (KCD-1 en KCD-2) verder bedreven worden. Ook gedurende dit reguliere bedrijf (2019-2025) zullen werkzaamheden plaatsvinden tijdens revisies en zullen medewerkers blootgesteld worden aan ioniserende straling. Ondanks dat de mate van deze blootstelling sterk afhankelijk is van het soort werkzaamheden in de reactorgebouwen is de verwachting dat de jaarlijkse collectieve dosis vergelijkbaar is met de jaarlijkse collectieve dosis gedurende de Uitgangssituatie (2012-2014). Er is aangenomen dat de jaarlijkse collectieve dosis

gedurende de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) gelijk zal zijn aan de Uitgangssituatie (zie de groene lijn in Figuur 3-18).



Figuur 3-18 Verwachte collectieve dosis voor beroepshalve blootgestelde medewerkers van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten collectieve dosis, voor zover beschikbaar.

In de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) wordt er geen impact verwacht voor de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers, zoals eerder bevestigd gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018.

Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat dit Project geen significante impact heeft op de blootstelling van het personeel, zowel beroepshalve blootgestelde als niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers.

3.4.2.3.3 Nul-alternatief

Indien geen levensduurverlenging plaats vindt zullen zowel KCD-1 als KCD-2 definitief worden stopgezet in 2015. In dat geval zullen medewerkers niet meer worden blootgesteld aan ioniserende straling als gevolg van energieopwekking door KCD-1 en KCD-2. De jaarlijkse collectieve dosis voor beroepshalve blootgestelde medewerkers wordt in dat geval gevormd door de uitbating van enkel KCD-3 en KCD-4 en de DSZ-werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2. Vanwege de radiologische afscherming van KCD-1 en KCD-2, zal het stoppen van deze eenheden nauwelijks gevolgen hebben voor de jaarlijkse dosis van de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers. In de Figuur 3-18 is directe straling tijdens de DSZ-fase bij het Nul-alternatief ingevoegd.

Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2

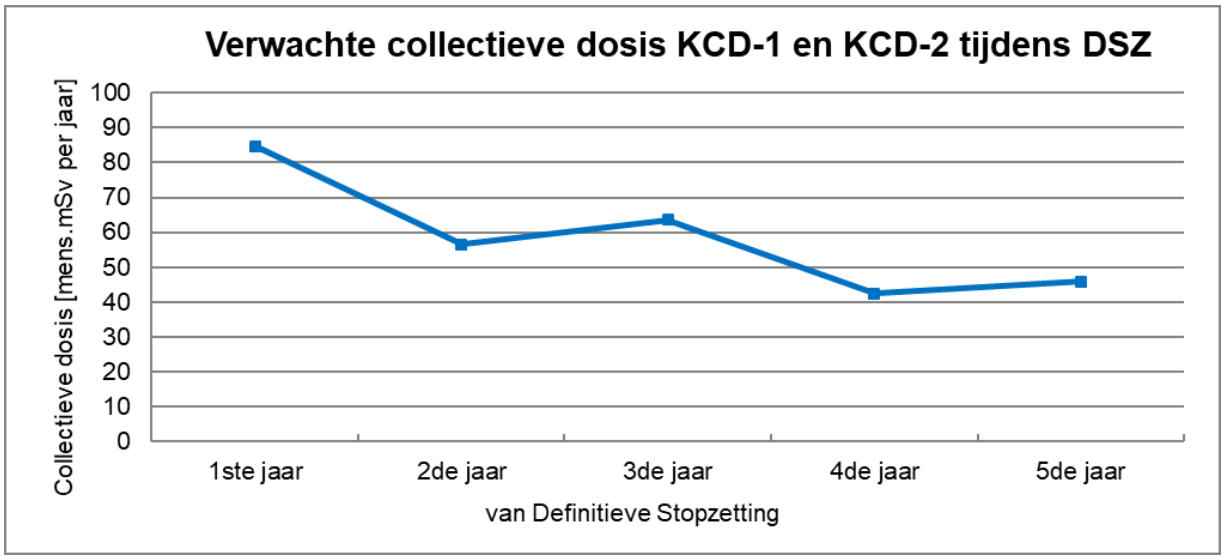
Na stopzetting van KCD-1 en KCD-2 zullen de reactorkernen en splijtstofbekken nog gekoeld moeten worden om de vervalwarmte af te voeren. Onderhouds- en inspectiewerkzaamheden dienen nog altijd gedaan te worden. De duur van de periode van Definitieve Stopzetting (DSZ) zal niet verschillen tussen het Project en het Nul-alternatief. In het geval van het Project zal er 10 jaar later begonnen worden met de

DSZ. Daardoor zal de collectieve dosis per jaar gedurende de fase van DSZ tussen beide scenario's niet verschillen.

Electrabel heeft een inschatting gemaakt voor de stralingsbelasting van de beroepshalve blootgestelde medewerkers tijdens de vier DSZ fases. Deze inschatting is gemaakt op basis de DSZ-werkzaamheden die de laatste 10 jaar bij Duitse kerncentrales hebben plaatsgevonden. Door Electrabel wordt verondersteld dat de stralingsbelasting van de beroepshalve blootgestelde medewerkers een vergelijkbare trend zal volgen als bij deze Duitse kerncentrales. Op basis van deze raming is de verwachte collectieve dosis tijdens DSZ voor KCD-1 en KCD-2 berekend en is in Figuur 3-19 weergegeven. Hierbij is het volgende tijdsschema gehanteerd (zie paragraaf 1.1.3 voor de werkzaamheden die in de verschillende fasen worden uitgevoerd):

- DSZ fase 1 vindt plaats in 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 2 vindt aansluitend plaats in het 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 3 loopt gedurende het 2de, 3de en 4de jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 4 vindt plaats in het 5de jaar van de DSZ periode.

Er dient opgemerkt te worden dat de dosisbelasting voor de beroepshalve blootgestelde medewerkers gerelateerd is aan de werkzaamheden welke op een bepaald ogenblik worden uitgevoerd. De planning van KCD-1 en KCD-2 kan dan ook wat verschillen van de planning van de beschouwde Duitse kerncentrales, waardoor niet alle gelijkaardige werkzaamheden op eenzelfde ogenblik worden uitgevoerd. Hierdoor kan met name in DSZ fase 3 de trend van een dalende stralingsbelasting wat fluctueren.



Figuur 3-19 Verwachte collectieve dosis voor beroepshalve blootgestelde medewerkers t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ.

Het stoppen van KCD-1 en KCD-2 zal nauwelijks gevolgen hebben voor de jaarlijkse dosis van de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers vanwege de radiologische afscherming van deze eenheden.

3.4.2.4 Grensoverschrijdende effecten

Voor alle medewerkers, onafhankelijk waar deze woonachtig zijn, geldt de Belgische wetgeving. Hiermee zijn grensoverschrijdende effecten niet van toepassing.

3.4.2.5 Monitoring

In de ARBIS is wettelijk geregeld welke monitoring minimaal gedaan dient te worden door de werkgever en daar wordt toezicht op gehouden door FANC. De persoonsdosimetrie wordt uitgevoerd door een onafhankelijk, door het FANC erkend instituut. Met getuigemonitoren wordt ook de blootstelling van niet-blootgesteld personeel gecontroleerd.

3.4.2.6 Mitigerende maatregelen

De voorzieningen van KCD-1 en KCD-2 ten behoeve van stralingsblootstelling zijn zodanig dat ruimschoots voldaan wordt aan de daarvoor geldende criteria. Daarom zijn geen additionele mitigerende maatregelen nodig.

3.4.2.7 Leemten in kennis

De beschikbare kennis is voldoende om de effecten van stralingsblootstelling als gevolg van het Project te bepalen. Er komen geen leemten in kennis naar voren die een goede effectbepaling belemmeren.

3.4.2.8 Conclusies

Als gevolg van het Project (levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2) zullen de blootstellingen van medewerkers 10 jaar langer plaatsvinden. Electrabel heeft haar interne limiet gehalveerd ten opzichte van de wettelijk limiet, waardoor in principe geen enkele beroepshalve blootgestelde medewerker de jaarlijkse wettelijke limiet overschrijdt. Vanwege de radiologische afscherming van alle eenheden, WAB en SCG zal er geen significant verschil zijn tussen het Project en het Nul-alternatief ten aanzien van de jaarlijkse dosis (1 mSv per jaar [ARBIS, artikel 20.1.4]) van de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers. Hieruit kan geconcludeerd worden dat dit Project geen significante impact heeft op het personeel met betrekking tot de opgelopen dosis.

Voor alle medewerkers, onafhankelijk waar deze woonachtig zijn, geldt de Belgische wetgeving. Hiermee zijn grensoverschrijdende effecten niet van toepassing.

3.4.3 Radioactieve gasvormige lozingen

Tijdens het bedrijf van KCD komen verschillende radionucliden terecht in de gasfase. Vrijwel alle in de gasfase aanwezige radionucliden komen vanuit het primaire koelcircuit; het gaat hierbij hoofdzakelijk om gasvormige splijtingsproducten (o.a. ^{85}Kr, ^{133}Xe en ^{131}I), tritium (^{3}H), koolstof-14 (^{14}C) en in beperkte mate aerosolen met zowel activerings- als splijtingsproducten (o.a. ^{60}Co en ^{137}Cs).

De in de gasfase aanwezige radionucliden worden opgevangen in het speciale *Gaseous waste* (GW) circuit. De gassen worden via een actiefkoolfilter en een absoluutfilter in een tank geleid tot een vooraf ingesteld volume wordt bereikt, waarna de tank wordt afgesloten en in vervalbedrijf wordt gesteld. Gedurende deze periode kunnen alle kortlevende radionucliden vervallen waardoor de activiteit van de potentiële lozing sterk gereduceerd wordt. Na verval wordt de resterende activiteit in de gassen gemeten. Vervolgens worden, op basis van de resterende activiteit, via jodium- en aerosolenfilters de gassen in

overeenstemming met de lozingslimieten gecontroleerd geloosd naar de omgeving. Hierbij worden de gassen door verschillende filters geleid (o.a. HEPA en actieve koolfilters) om de hoeveelheid geloosde activiteit te minimaliseren [Tractebel, 2010]. Echter met name aerosolen en jodium worden ingevangen door de filters. De filterefficiëntie van edelgassen, tritium (^{3}H) en koolstof-14 (^{14}C) is zeer laag door de eigenschappen van deze elementen.

Ook kunnen gasvormige radionucliden vrijkomen binnen de radiologische zones via lekkages of ontluchting van processystemen welke primair koelwater bevatten. Om ongewenste lozingen naar de omgeving van deze vrijgekomen radionucliden te voorkomen staan alle radiologische zones in onderdruk ten opzichte van de buitenlucht, waardoor de stroom te allen tijde richting de potentieel besmette zone verloopt. Hierdoor komen ook de onverwacht vrijgekomen radionucliden in de ventilatiesystemen van de gebouwen terecht, vanwaar ze gefilterd en uiteindelijk geloosd worden via de ventilatieschacht.

Vrijwel direct na lozing door de ventilatieschacht zullen de geloosde radionucliden zich, afhankelijk van de windrichting en windkracht, verspreiden waarbij de activiteitconcentratie sterk verdund wordt. Afhankelijk van de chemische eigenschappen kunnen de geloosde radionucliden zich verschillend gedragen en in het milieu terechtkomen; zo zullen aerosolen vooral neerslaan, eventueel versterkt door regen, terwijl edelgassen zich verder zullen verspreiden. Hiervoor wordt het ventilatiedebiet van de schacht nauwkeurig gemonitord om de effectieve verspreiding te borgen.

Hierdoor kunnen atmosferische lozingen bijdragen aan de effectieve volgdosis voor mensen evenals flora en fauna. Om de impact van de atmosferische lozingen op het milieu te bepalen dienen zowel de totaal geloosde activiteit als de berekende effectieve volgdosis onderzocht te worden, waarbij rekening wordt gehouden met de verschillende radiologische effecten van de geloosde radionucliden (o.a. onderscheid tussen gamma- en alfa-emitterende radionucliden).

3.4.3.1 Methodologie

Na vervalopslag worden de gassen via de ventilatieschacht geloosd. Voorafgaand aan de lozing wordt de activiteitconcentratie gemonitord. Mocht een vooraf vastgestelde activiteitlimiet worden overschreden, dan wordt de lozing automatisch onderbroken. De gemeten activiteitwaarden worden eveneens geregistreerd om aan te tonen dat de eenheden voldoen aan de opgelegde limieten, welke zijn samengevat in Tabel 3-9 [Electrabel, 2013a] [Electrabel, 2014a] [Electrabel, 2015b][Electrabel, 2016a] [Electrabel, 2017a] [Electrabel, 2018a]. Omdat de meeste gasvormige activiteit direct wordt geloosd vanuit de eenheden is er zowel een limiet voor de volledige site (KCD-1, KCD-2, KCD-3, KCD-4 en het WAB) als voor de verschillende eenheden (KCD-1 en KCD-2 worden gezamenlijk beschouwd). Tritium (^{3}H; gasvormig) wordt voornamelijk geloosd vanuit het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw), daarom is ^{3}H enkel vergund voor de gehele site.

Tabel 3-9 Vergunde activiteiten voor lozingen van gassen afkomstig uit KCD

Nuclide	Lozingslimiet KCD-1 en KCD-2 per 12 maanden	Lozingsvergunning KCD per 12 maanden
Edelgassen	1 480 TBq $^{133}Xe_{eq}$	2960 TBq $^{133}Xe_{eq}$
Jodium-131 (^{131}I)	7,4 GBq	14,8 GBq
Aerosolen	74 GBq[10]0	148 GBq
Tritium (^{3}H)	-	88,8 TBq

Om de geloosde activiteit te toetsen aan de limiet dient de activiteit van geloosde edelgassen genormaliseerd te worden aan ^{133}Xe:

$$^{133}\mathrm{Xe}_{\mathrm{eq}} = R(^{133}\mathrm{Xe}) + \sum \left(\frac{\gamma_{\mathrm{edelgas}}}{\gamma_{^{133}\mathrm{Xe}}} \right) \cdot R(\mathrm{edelgas})$$

Waarin R de activiteitconcentratie en γ de dosisconversiefactor van de verschillende radionucliden is. De gegevens voor de uitstoot van gasvormige lozingen zijn afkomstig uit de jaarrapportages van Electrabel.

Voor de atmosferische verspreidingsberekening wordt gebruik gemaakt van een bi-gaussiaans verspreidingsmodel. Hierbij wordt de verspreiding en verdunning van radionucliden vanuit een emissiepunt berekend op basis van verschillende dispersiecoëfficiënten. De coëfficiënten welke zijn gebruikt voor de berekening werden bepaald aan de hand van experimentele studies van de atmosferische condities in 1968, 1969 en 1971 [Tractebel, 2010].

Naast verspreiding, gevolgd door inhalatie van radionucliden en directe straling, kunnen de radionucliden ook neerslaan op de bodem en bijdragen aan de directe straling evenals inname via besmette voedingsmiddelen. De afzetting op de bodem is bestudeerd bij droog weer en bij neerslag. Voor de droge depositie is experimenteel een afzettingsgraad bepaald voor elke eenheid. Voor afzetting door neerslag is een uitwassingsgraad voor de gehele site bepaald en wordt een correctie voor de windsnelheid toegepast [Tractebel, 2010].

Om de impact van de geloosde radionucliden te bepalen wordt, aan de hand van de gemeten lozingen, jaarlijks de effectieve volgdosis (totaal opgelopen dosis over een periode van 50 jaar door een enkele inname) berekend op basis van atmosferische verspreidingsmodellen en opnamemodellen op basis van de rekenmethode van de *United States Nuclear Regulatory Commission* [NRC, 1977]. Hierbij wordt de dosisbijdrage van de volgende scenario's berekend:

- Rechtstreekse blootstelling aan een wolk van edelgassen en
- Besmetting te wijten aan lozingen van jodium, aerosolen, gasvormig tritium en ^{14}C door:
  - Inademing van lucht;
  - Blootstelling van het lichaam aan afzettingen op de grond en
  - Blootstelling door inname van besmette voedingsmiddelen (melk, vlees en plantaardig voedsel).

[10] TBq betekent TeraBequel; GBq betekent GigaBequel
1 Tbq = 1000 GBq = 10^9 Bq

De dosis wordt berekend voor zes verschillende leeftijdscategorieën (<1 jaar, 1-2 jaar, 2-7 jaar, 7-12 jaar, 12-17 jaar en >17 jaar) zoals gepubliceerd door de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) [ICRP, 1995] op basis van typische consumptiewaarden welke zijn afgeleid van *NRC Regulatory Guide 1.109* [NRC, 1977]. Deze methodologie is door FANC aangepast naar de Belgische context en vastgelegd in *Méthodes et hypothèses relatives au calcul de doses à la population dues aux rejets de routine pour les établissement nucléaires de classe I en Belgique* [FANC, 2013a].

De berekende dosis wordt jaarlijks getoetst aan de limietwaarden voor de verschillende leeftijdscategorieën (Tabel 3-10), welke zijn berekend door een vergelijkbare berekening uit te voeren op de vergunde lozingslimieten van KCD [Tractebel, 2014a].

Tabel 3-10 Effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische lozingen door KCD gerelateerd aan de lozingslimieten.

	Effectieve volgdosis als gevolg van de vergunde lozingen KCD [mSv/jr]					
	<1 jaar	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
Gasvormige lozingen	0,13	0,17	0,14	0,12	0,13	0,12

Naast het directe vergelijk van de gasvormige lozingen wordt de effectieve volgdosis als gevolg van atmosferische lozingen gecombineerd met de effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen (§ 3.4.4) en de effectieve dosis door directe straling (§ 3.4.1). Deze totale dosis voor een lid van de bevolking door de exploitatie van KCD wordt vervolgens getoetst aan de dosislimiet van 1 mSv per jaar uit het ARBIS [ARBIS]. Deze laatste vergelijking wordt beschreven bij de totale dosis (§ 3.4.8).

Om abnormale radioactieve besmetting van de voedselketen te detecteren worden in opdracht van Electrabel jaarlijks mos-, gras- en grondmonsters genomen welke in een radio-analytisch laboratorium worden geanalyseerd op de aanwezigheid van radionucliden met zowel γ-spectrometrie als gespecialiseerde methoden voor de detectie van ^{3}H en ^{14}C. Van elk materiaal (mos, gras en grond) worden monsters genomen op twee locaties rond KCD waar de hoogste depositie wordt verwacht, daarnaast wordt een referentiemonster genomen op een afstand van 20 km van KCD in de minst voorkomende windrichting (Figuur 3-20).

Figuur 3-20 Locatie van monstername van gras, mos en grondmonsters. In België komt de wind overwegend uit het zuidwesten[11].

3.4.3.2 Uitgangssituatie

De jaarlijks gerapporteerde activiteit welke geloosd is in de atmosfeer is weergegeven in Tabel 3-11 [Electrabel, 2013][Electrabel, 2014][Electrabel, 2015a]. De geloosde activiteiten zijn weergegeven voor zowel de gehele site (KCD-1, KCD-2, KCD-3, KCD-4 en WAB) als specifiek voor KCD-1 en KCD-2. Het merendeel van de gasvormige activiteit wordt direct geloosd vanuit de verschillende eenheden, slechts een fractie van de geloosde activiteit komt vanuit het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw), waarvan kan worden aangenomen dat 50 % toegekend is aan de uitbating van KCD-1 en KCD-2 [Tractebel, 2019c]. De totaal geloosde activiteit ($A_{\mathrm{KCD1\&2}}$) is berekend door de activiteit welke direct is geloosd vanuit de beide eenheden (A_{KCD1} en A_{KCD2}) op te tellen bij 50% van de totaal geloosde activiteit uit het WAB (A_{WAB}):

$$A_{\mathrm{KCD1\&2}} = A_{\mathrm{KCD1}} + A_{\mathrm{KCD2}} + \frac{2}{4} \cdot A_{\mathrm{WAB}}$$

De totaal geloosde activiteit van zowel de gehele site (KCD-1, KCD-2, KCD-3, KCD-4 en WAB) evenals de berekende geloosde activiteit vanuit KCD-1 en KCD-2 is weergegeven in Tabel 3-11.

[11] https://www.meteo.be/nl/unpublish/algemeen-klimaat-belgie/parameters (bezocht: 16 januari 2020)

Tabel 3-11 Geloosde activiteit van aerosolen, jodium-131, edelgassen en tritium in de atmosfeer over de jaren 2012 - 2014

	Aerosolen [GBq]		Jodium-131 [GBq]		Edelgassen [TBq]		Tritium [TBq]	
Jaar	**KCD-1&2**	**KCD**	**KCD-1&2**	**KCD**	**KCD-1&2**	**KCD**	**KCD-1&2**	**KCD**
2012	0,0585	0,0844	0,0174	0,0362	24,8	35,8	2,62	3,25
2013	0,0604	0,0841	0,0110	0,0320	18,7	29,2	1,58	2,39
2014	0,0598	0,0887	0,0190	0,0317	19,9	30,1	1,79	2,65
Lozingslimiet	74	148	7,4	14,8	1 480	2 960	-	88,8

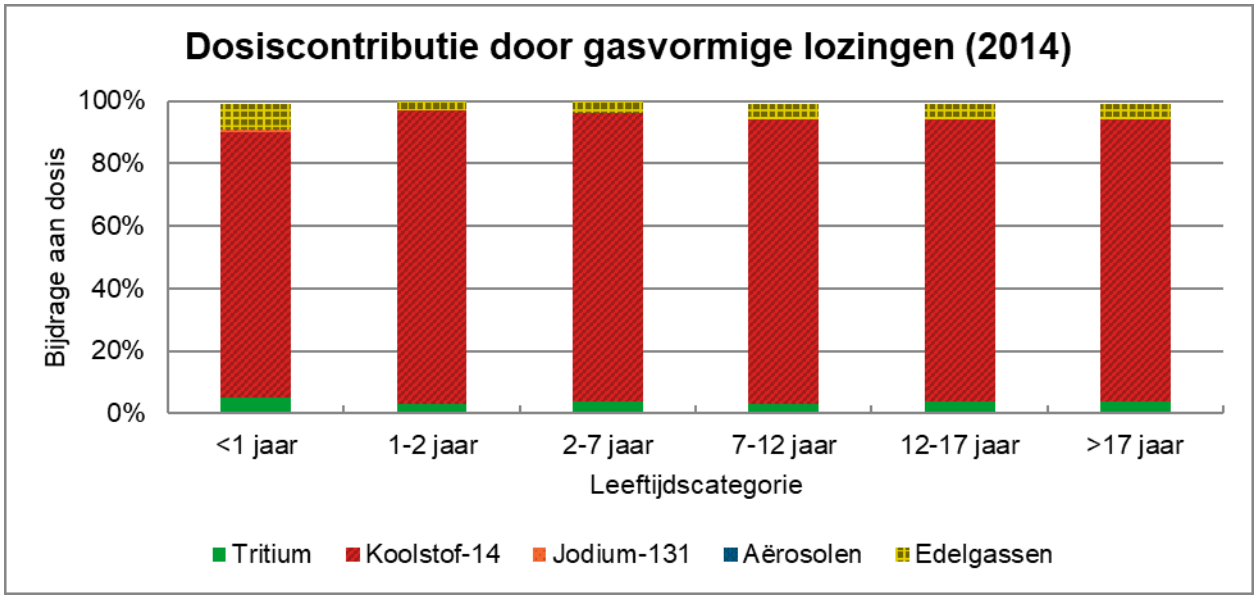
Het merendeel van de geloosde activiteit is afkomstig van edelgassen (o.a. diverse isotopen van xenon en krypton) gevolgd door tritium (^{3}H). Desondanks liggen alle geloosde activiteiten, inclusief jodium-131 en aerosolen, ruim onder de vergunde lozingslimieten. De data toont echter wel een lichte spreiding tussen de verschillende jaren, welke veroorzaakt wordt door verschillende factoren als de productietijd en werkzaamheden.

Op basis van de lozingsgegevens is de effectieve volgdosis berekend voor zes verschillende leeftijdscategorieën. De resultaten voor de jaarlijkse dosis zijn samengevat in Tabel 3-12 [Tractebel, 2014][Tractebel, 2014a][Tractebel, 2015a]. De berekeningen tonen aan dat de effectieve volgdosis eveneens ruim onder de effectieve volgdosis gebaseerd op de vergunde lozingslimieten ligt. Omdat de effectieve volgdosis berekend is op basis van de geloosde activiteit, toont de dosis een vergelijkbare spreiding.

Tabel 3-12 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse over de jaren 2012–2014 als gevolg van atmosferische lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op de vergunde lozingslimieten

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
2012	0,0060	0,020	0,013	0,011	0,0099	0,0098
2013	0,0056	0,019	0,012	0,010	0,0097	0,0094
2014	0,0058	0,019	0,013	0,010	0,0099	0,0094
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,13	0,17	0,14	0,12	0,13	0,12

Voor alle leeftijdscategorieën levert koolstof-14 (^{14}C) de veruit grootste bijdrage aan de effectieve volgdosis, zoals grafisch weergegeven in Figuur 3-21. De geloosde koolstof-14 activiteit wordt echter ingeschat op basis van technische literatuur van vergelijkbare centrales [Schwibach, 1978] wegens het ontbreken van meetdata bij KCD. Dit is afgestemd met FANC [Electrabel, 1981]. Zowel aerosolen als jodium-131 leveren een zeer beperkte (≤ 1 %) bijdrage aan de effectieve volgdosis.



Figuur 3-21 Bijdrage van verschillende type radionucliden aan de effectieve volgdosis als gevolg van atmosferische lozingen in 2014.

Gebaseerd op het interne monitoring programma van Electrabel met behulp van SCK•CEN zijn er met uitzondering van ^{14}C en ^{137}Cs geen radionucliden in significant meetbare concentraties gevonden. De gemeten activiteitconcentraties van ^{137}Cs in de verschillende monsters, genomen in de omgeving van KCD, zijn weergegeven in Tabel 3-13. De verschillende monsters tonen alle een significant meetbare ^{137}Cs activiteit, zowel rond KCD als in het referentiemonster. Het referentiemonster wordt genomen op ongeveer 20 km van KCD in de minst voorkomende windrichting. Hoewel ^{137}Cs vrijwel overal gevonden wordt als gevolg van de bovengrondse kernwapenexplosies en het ongeval van Tsjernobyl [FANC, 2018], is in een van de monsters rond KCD een duidelijk verhoogde activiteit gevonden ten opzichte van het referentiemonster, zowel in het mos als in de grond. Toch zijn, gebaseerd op het interne monitoring programma van Electrabel, de gemeten radionuclideconcentraties van de monsters zeer laag en bevestigen zij dat de radiologische vloeistoffen en atmosferische lozingen van KCD geen significante meetbare impact hebben op de menselijke bevolking (zie ook § 3.4.3.5).

Recente studies, uitgevoerd door het IAEA in het MODARIA II programma, hebben uitgewezen dat als reguliere lozingen een verwaarloosbaar kleine radiologische impact hebben op de mens, dit inhoudt dat er dan ook geen sprake is van een schadelijke impact op flora en fauna [Tractebel, 2020c]. Een verdere beschouwing van effecten op flora en fauna heeft daarmee in het kader van het Project en Nul-alternatief geen toegevoegde waarde. De resultaten van het radiologisch toezichtprogramma, waarbij diverse flora en fauna monsters geanalyseerd zijn, bevestigt dat de kerncentrale van Doel geen meetbare radiologische impact heeft op de atmosfeer (zie § 3.4.4.5).

De activiteitconcentratie van ^{14}C in mos en gras rond KCD komt overeen met de concentratie in het referentiemonster evenals de gemiddelde natuurlijke activiteitconcentratie van ^{14}C in levende organismen (0,227 Bq/g) [Chopin, 2013]. In de grondmonsters is geen significant meetbare ^{14}C activiteit gevonden.

Tabel 3-13 Activiteitconcentratie van ^{137}Cs in monsters geanalyseerd in de omgeving van KCD (2014).

	Mos [Bq/kg]	Gras [Bq/kg]	Grond [Bq/kg]
Monster-1	3,41 ± 0,54	< 1,2	7,4 ± 1,0
Monster-2	1,31 ± 0,38	< 1,8	1,73 ± 0,36
Referentiemonster	0,29 ± 0,23	< 1,0	0,97 ± 0,33

3.4.3.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van gasvormige lozingen op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Deze wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte paragraaf behandeld wordt:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): het reguliere bedrijf na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd wordt en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op de verzamelde data in de Uitgangssituatie (2012-2014) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018. Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten van KCD-3, KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[12].

3.4.3.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

In de periode 2015-2018 worden de LTO-maatregelen uitgevoerd en wordt binnen dit Project de "bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018" genoemd. Tijdens deze fase zullen niet alleen de LTO-maatregelen worden uitgevoerd maar zullen de eenheden ook bedreven worden vergelijkbaar met de Uitgangssituatie.

Afhankelijk van het soort werkzaamheden kunnen de LTO-maatregelen tijdens uitbating of een revisie worden uitgevoerd. Met name de technische LTO-maatregelen kunnen alleen tijdens een revisie uitgevoerd worden om de continue veiligheid van zowel de centrale als de medewerkers te waarborgen.

[12] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3

Hoewel naast reguliere uitbating veel werkzaamheden worden uitgevoerd is de verwachting dat de radioactieve gasvormige lozingen gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 vergelijkbaar met de Uitgangssituatie zullen zijn.

Gezien het tijdsstip van deze studie zijn de radioactieve gasvormige lozingen gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 al bekend. Tijdens deze periode worden gassen op basis van de resterende activiteit, via jodium- en aerosolfilters, gecontroleerd vrijgezet naar de omgeving conform de vigerende vergunning. De naar de atmosfeer geloosde activiteit over de jaren 2015 – 2018 is in Tabel 3-14 vermeld.

Tabel 3-14 Geloosde activiteit van aerosolen, jodium-131, edelgassen en tritium in de atmosfeer over de jaren 2015-2018

	Aerosolen [GBq][10]		Jodium-131 [GBq]		Edelgassen [TBq]		Tritium [TBq]	
Jaar	**KCD-1&2**	**KCD**	**KCD-1&2**	**KCD**	**KCD-1&2**	**KCD**	**KCD-1&2**	**KCD**
Uitgangssituatie (2012-2014)	0,0596	0,0857	0,0158	0,0333	21,2	31,7	2,00	2,76
2015	0,0668	0,0928	0,0324	0,0568	46,3	56,3	2,46	3,31
2016	0,0620	0,0841	0,0141	0,0265	37,9	48,2	3,57	4,45
2017	0,0447	0,0592	0,0037	0,0063	17,6	27,4	1,32	2,17
2018	0,0299	0,0412	0,0202	0,0231	45,5	55,1	2,69	3,64
Lozingslimiet	74	148	7,4	14,8	1480	2960	-	88,8

Vooral in 2015 is een toename van de totaal geloosde activiteit van edelgassen vanuit KCD-1 en KCD-2 waargenomen. Deze toename van gerapporteerde edelgasactiviteit in 2015 is toe te schrijven aan extra activiteiten gedurende de langdurige stilstand van KCD-1. De toename van jodiumlozingen in 2015 is toe te wijzen aan een groter aantal uitgevoerde filtertesten [Electrabel, 2016]. De toename van de geloosde tritiumactiviteit in 2016 is het gevolg van een foutieve monstername waardoor een conservatieve waarde (sterke overschatting) is gerapporteerd [Electrabel, 2017]. Ondanks de verhogingen ligt de geloosde activiteit elk jaar ruim onder de vergunningslimiet. De overige geloosde activiteiten liggen op hetzelfde niveau als de Uitgangssituatie terwijl de geloosde activiteit in 2018 ruim onder de Uitgangssituatie ligt.

Op basis van de lozingsgegevens is de effectieve volgdosis berekend voor zes verschillende leeftijdscategorieën. De resultaten voor de atmosferische lozingen zijn samengevat in Tabel 3-15 [Tractebel, 2019a] [Tractebel, 2017] [Tractebel, 2018] [Tractebel, 2019]. De berekeningen tonen aan dat de effectieve dosis eveneens ruim onder de vergunde limiet ligt. Omdat de effectieve volgdosis berekend is op basis van de geloosde activiteit, toont de dosis een vergelijkbare spreiding. Omdat de grootste bijdrage aan de effectieve volgdosis de lozing van ^{14}C is en edelgassen voor ongeveer 10 % bijdragen (Figuur 3-21) is de impact van de verhoogde lozing van edelgassen in 2015 verwaarloosbaar in de effectieve volgdosis.

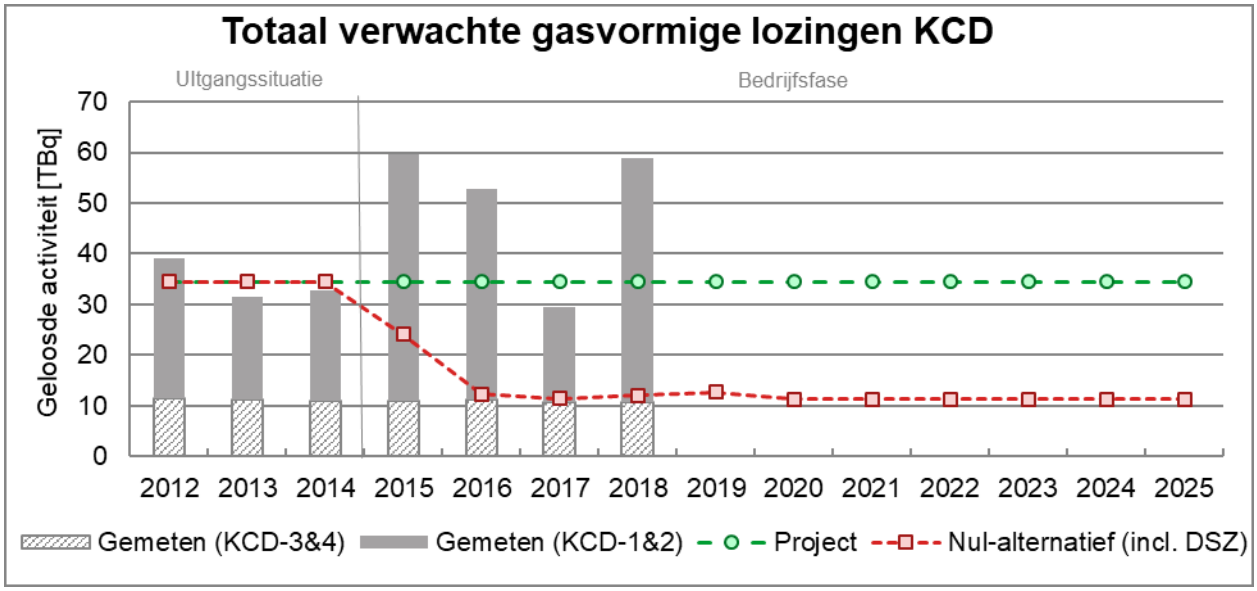
Tabel 3-15 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse over de jaren 2015-2018 als gevolg van gasvormige lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op de vergunde lozingslimieten

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
2015	0,0064	0,020	0,013	0,011	0,010	0,0099
2016	0,0063	0,020	0,013	0,011	0,010	0,010
2017	0,0057	0,019	0,013	0,010	0,0097	0,0092
2018	0,0063	0,020	0,013	0,011	0,010	0,010
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,13	0,17	0,14	0,12	0,13	0,12

Zowel de geloosde activiteit als de effectieve volgdosis als gevolg van gasvormige lozingen afkomstig van zowel KCD-1 en KCD-2 als van de gehele site gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 wijkt, zoals verwacht, niet af van de Uitgangssituatie (2012-2014). De bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 van dit Project heeft hierdoor een verwaarloosbare impact op het milieu.

3.4.3.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

In de periode 2019-2025 worden KCD-1 en KCD-2 verder geëxploiteerd en binnen dit Project "bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)" genoemd. Figuur 3-22 toont een grafische weergave van de verwachte geloosde gasvormige lozingen vanuit KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. Verwacht wordt dat de totale geloosde gasvormige activiteit in deze fase niet verandert ten op zicht van de Uitgangssituatie. Deze verwachting is gebaseerd op het gerapporteerde totaal van de geloosde edelgassen, aerosolen jodium en tritium gedurende de Uitgangssituatie (2012-2014) en meetdata uit de periode 2015-2018. De jaarlijks geloosde activiteit ligt ruim binnen de lozingslimiet voor de gehele site.



Figuur 3-22 Verwachte gasvormige geloosde activiteit, zowel voor het Project als het Nul-alternatief in verhouding tot beschikbare meetresultaten

Omdat de verwachte totaal geloosde jaarlijkse activiteit na aanvang van het LTO-Project niet zal afwijken van de Uitgangssituatie, zal ook de effectieve volgdosis als gevolg van de exploitatie van KCD niet afwijken van de Uitgangssituatie, welke is samengevat in Tabel 3-16. Deze tabel geeft voor het Project (LTO) de verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdscategorie als het gemiddelde over de jaren 2012-2014, zoals vermeld in Tabel 3-12.

Tabel 3-16 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis door atmosferische lozing tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Project

	Effectieve volgdosis t,g.v. atmosferische lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
Project (LTO)	0,0058	0,019	0,013	0,011	0,0098	0,0095
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,13	0,17	0,14	0,12	0,13	0,12

De effectieve volgdosis als gevolg van gasvormige lozingen ligt ruim onder de dosislimiet van 1 mSv per jaar, een dosis welke internationaal beschouwd wordt als de dosis waarbij geen significante effecten zullen optreden [IAEA, 2014]. De gasvormige lozingen dragen voor een deel bij aan de totale dosis welke een lid van de bevolking maximaal oploopt als gevolg van de uitbating van KCD. De totale dosis wordt beschreven in § 3.4.8.

Omdat de hoeveelheid geloosde activiteit gedurende het regulier bedrijf na uitvoering van de LTO-maatregelen naar verwachting op hetzelfde niveau zal liggen als de Uitgangssituatie, waardoor ook de effectieve volgdosis voor een lid van de bevolking als gevolg van atmosferische lozingen niet zal toenemen, hebben de atmosferische lozingen gedurende de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) geen significante impact op het milieu.

Cumulatieve effect van het Project

De verwachte cumulatieve dosis als gevolg van dit Project kan gezien worden als het verschil tussen de effectieve volgdosis die op zou treden in het geval het Project niet door gaat (en alleen KCD-3 en KCD-4 uitgebaat worden) en de volgdosis die optreedt in geval van het Project (en dus KCD-1 t/m KCD-4 uitgebaat worden).

De verwachte cumulatieve dosis als gevolg van dit Project is aldus berekend door de effectieve volgdosis voor de gehele site bij het Nul-alternatief (0,0064 mSv/jr, Tabel 3-18) af te trekken van de totale jaarlijkse dosis als gevolg van dit Project (0,0095 mSv/jr, Tabel 3-16). De resterende jaarlijkse dosis (0,0032 mSv/jr) is de dosis als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2. Door deze dosis te vermenigvuldigen met de beoogde uitbatingsperiode kan de totale cumulatieve dosis als gevolg van dit Project verkregen worden (Tabel 3-17).

De verwachte cumulatieve dosis voor een volwassene (>17 jaar) als gevolg van de LTO van KCD-1 en KCD-2 bedraagt 0,035 mSv. Hoewel de hoogste effectieve volgdosis als gevolg van gasvormige lozingen wordt opgelopen door kinderen van 1-2 jaar oud, beslaat de levensduurverlenging een langere periode (10 jaar) en zullen kinderen minimaal in 2 of meer leeftijdsklassen vallen gedurende het LTO-Project. De hoogst mogelijke cumulatieve dosis voor kinderen bedraagt 0,044 mSv (Tabel 3-17).

Tabel 3-17 Verwachte effectieve volgdosis als gevolg van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 door gasvormige lozingen

	Volwassene [mSv]	Kind [mSv]
Cumulatieve effectieve volgdosis als gevolg van het Project	0,035	0,044

Ter illustratie bedraagt de gemiddelde dosis voor één trans-Atlantische vlucht ongeveer 0,040 à 0,050 mSv, vergelijkbaar met de maximale bijdrage van dit Project als gevolg van gasvormige lozingen. De dosis ligt eveneens veel lager dan de gemiddelde achtergronddosis in België (39,81 mSv per 10 jaar) [FANC, 2018] waardoor geconcludeerd kan worden dat voor de persoon die het meest aan dosis wordt blootgesteld de cumulatieve dosis als gevolg van dit Project zeer gering is.

Omdat de geloosde activiteit en de effectieve volgdosis als gevolg van gasvormige lozingen tijdens regulier bedrijf na uitvoering van LTO-maatregelen naar verwachting niet zal afwijken van de Uitgangssituatie zullen deze atmosferische lozingen geen significante impact hebben op het milieu.

3.4.3.3.3 Nul-alternatief

Indien geen levensduurverlenging plaats vindt zullen zowel KCD-1 als KCD-2 worden stopgezet. In het Nul-alternatief zal daarom geen lozing van activiteit in de atmosfeer plaatsvinden als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2.

De effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van KCD, zonder KCD-1 en KCD-2, kan vergeleken worden met de Uitgangssituatie van de volledige site waar de dosisbijdrage als gevolg van KCD-1 en KCD-2 van afgetrokken is. De jaarlijkse effectieve volgdosis als gevolg van gasvormige lozingen door de exploitatie van enkel KCD-3 en KCD-4 is weergegeven in Tabel 3-18. In de Figuur 3-22 zijn de verwachte gasvormige lozingen tijdens DSZ opgenomen als onderdeel van het Nul-alternatief.

Tabel 3-18 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis als gevolg van atmosferische lozingen tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Nul-alternatief (excl. DSZ KCD-1 en KCD-2)

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
Nul-alternatief	0,0038	0,013	0,0085	0,0070	0,0066	0,0064

Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2

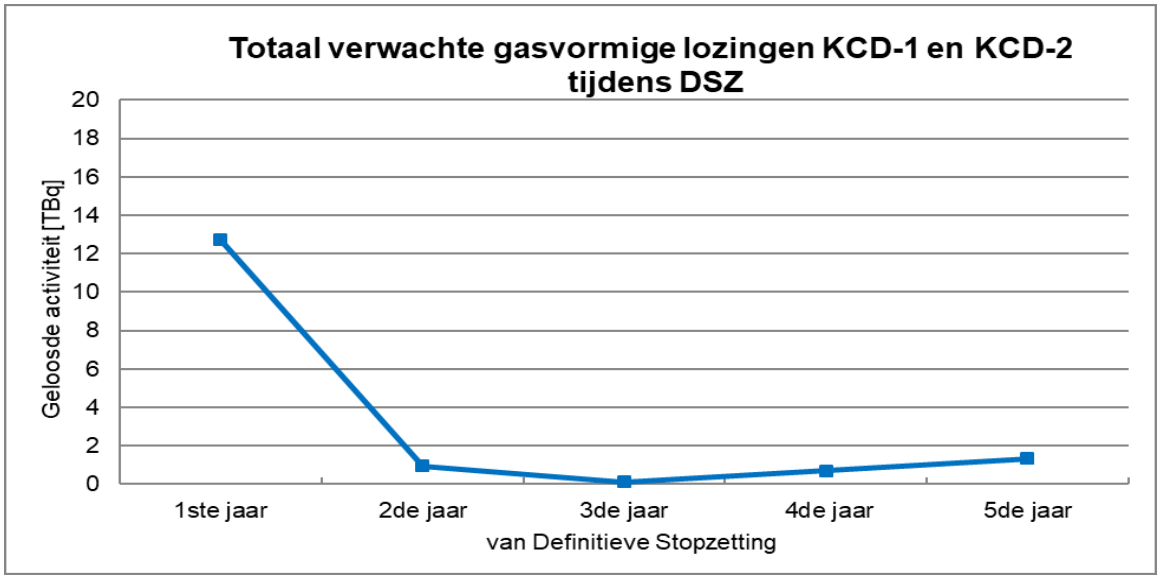
Na de afschakeling zullen de reactorkernen en het splijtstofbekken nog gekoeld moeten worden waarbij gasvormige lozingen ontstaan welke, na passage door verschillende filters, geloosd zullen worden. De meeste gasvormige emissies worden verwacht tijdens DSZ fase 1 o.a. door het openen van de primaire kring. Daarnaast wordt er een beperkt aantal gasvormige lozingen tijdens de overige DSZ fases verwacht. Voor alle gasvormige radionucliden geldt dat deze worden opgevangen in het *Gaseous Waste* circuit (GW). In verschillende filterstappen zullen gasvormige radionucliden worden opgevangen en zal gefilterde lucht via de ventilatieschacht worden vrijgezet.

Ter voorbereiding op de DSZ, heeft Electrabel een inschatting gemaakt hoeveel gasvormige activiteit tijdens de DSZ vrijgezet zal worden. Deze inschatting is gemaakt op basis van de DSZ--werkzaamheden

die de laatste 10 jaar bij Duitse kerncentrales hebben plaatsgevonden. Door Electrabel is aangenomen dat de gasvormige lozingen een vergelijkbare trend zullen volgen als de gasvormige lozingen van deze Duitse kerncentrales. Op basis van deze raming is de totaal verwachte gasvormige lozingen tijdens DSZ voor KCD-1 en KCD-2 berekend. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 3-23. Hierbij is het volgende tijdsschema gehanteerd (zie paragraaf 1.1.3 voor de werkzaamheden die in de verschillende fasen worden uitgevoerd):

- DSZ fase 1 vindt plaats in 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 2 vindt aansluitend plaats in het 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 3 loopt gedurende het 2de, 3de en 4de jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 4 vindt plaats in het 5de jaar van de DSZ periode.

Er dient opgemerkt te worden dat het soort en hoeveelheid gasvormige lozingen afhankelijk is van de werkzaamheden welke op een bepaald ogenblik worden uitgevoerd. De planning van KCD-1 en KCD-2 kan dan ook wat verschillen van de planning van de beschouwde Duitse kerncentrales, waardoor niet alle gelijkaardige werkzaamheden op eenzelfde ogenblik worden uitgevoerd. Hierdoor kan de trend van een dalende hoeveelheid gasvormige lozingen wat fluctueren.



Figuur 3-23 Totaal verwachte gasvormige lozingen t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ.

De duur van de Definitieve Stopzetting (DSZ) en de bijbehorende werkzaamheden zullen niet verschillen tussen het Project en het Nul-alternatief. Daardoor zullen de geloosde activiteit en effectieve volgdosis gedurende DSZ tussen beide scenario's niet verschillen. Echter in het geval van het Project zal de fase van DSZ enkel 10 jaar later aanvangen.

3.4.3.4 Grensoverschrijdende effecten

De gasvormige lozingen worden in de atmosfeer geloosd en door de wind meegevoerd en verdund. Afhankelijk van de wind bereiken de geloosde radionucliden de grens met een of meerdere van de omringende landen.

Dosiseffecten aan de Nederlandse grens

Van alle landsgrenzen bevindt de Nederlandse grens zich op kortste afstand van KCD; ca. 3 km, zie Figuur 3-24.

Figuur 3-24 Ligging KCD ten opzichte van Belgisch-Nederlandse grens en meetpunten

Op basis van de atmosferische lozingen van geheel KCD en van KCD-1 en KCD-2 in 2014 is middels een door het FANC geaccepteerde methode de effectieve volgdosis berekend aan de dichtbijgelegen Nederlandse grenszone op ongeveer 3 km van KCD-1 en KCD-2 in de noordwestelijke richting voor zes verschillende leeftijdscategorieën. De resultaten voor de jaarlijkse volgdosis zijn samengevat in respectievelijk Tabel 3-19 en Tabel 3-20 [Tractebel, 2020b]. De berekeningen voor het jaar 2014 tonen aan dat de effectieve volgdosis ruim onder de effectieve volgdosis ligt, gebaseerd op de vergunde lozingslimieten en hiermee ruim onder de limiet van 1 mSv per jaar blijft. De gasvormige lozingen variëren over de jaren in de Uitgangssituatie niet zodanig dat hierdoor verwacht wordt dat de effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens significant varieert.

Tabel 3-19 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan atmosferische lozingen door geheel KCD in 2014

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische lozingen KCD [mSv/jr]					
	<1 jaar	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
2014	0,00075	0,0024	0,0016	0,0013	0,0012	0,0012
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,016	0,018	0,016	0,015	0,0150	0,015

Tabel 3-20 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan atmosferische lozingen door KCD-1 en KCD-2 in 2014

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische KCD-1 en KDC-2 [mSv/jr]					
	<1 jaar	1-2 jaar	2-7 jaar	7-12 jaar	12-17 jaar	>17 jaar
2014	0,00026	0,00076	0,00052	0,00042	0,00042	0,00040
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,0075	0,0086	0,0076	0,0068	0,0071	0,0067

Het Nederlandse besluit van 23 oktober 2017, houdende vaststelling van regels ter bescherming van personen tegen de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling (Bbs), Artikel 9.2.1 stelt dat de maximale dosis voor een lid van de Nederlandse bevolking als gevolg van het uitbaten van een nucleaire installatie maximaal 0,1 mSv per jaar mag bedragen. Hoewel dit de Nederlandse dosislimiet voor gasvormige en vloeibare lozingen alsmede directe straling betreft, ligt de dosis als gevolg van gasvormige lozingen door de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2, zoals beschreven in deze paragraaf, hier ruim onder. De impact van het gehele Project, inclusief vloeibare lozingen en directe straling wordt beschreven in § 3.4.8.

Dosiseffecten aan de grens met andere omringende landen

Voor de overige omringende landen, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk is ook de effectieve volgdosis berekend op basis van de afstanden van de betreffende landsgrenzen tot KCD. Deze landsgrenzen bevinden zich op aanzienlijk grotere afstand tot KCD dan de Nederlandse grens, namelijk respectievelijk ca. 97 km, 117 km, 177 km en 195 km. De berekeningen volgens de daarvoor gebruikelijke verspreidingsmodellen, tonen aan dat de effectieve volgdosis bij de landsgrenzen van Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk significant lager is en daarmee ook ver onder de limiet van 1 mSv per jaar blijft [Tractebel, 2020b]. Het resultaat van deze berekeningen is weergegeven in Tabel 3-21 voor KCD-1 en KCD-2 en in Tabel 3-22 voor KCD

Tabel 3-21 Effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische lozingen door KCD-1 en KCD-2 gebaseerde op de lozingslimieten voor de landsgrenzen met Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk.

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische lozingen KCD-1 en KCD-2 [mSv/jr]					
	<1 jaar	1-2 jaar	2-7 jaar	7-12 jaar	12-17 jaar	>17 jaar
Frankrijk	0,00078	0,00089	0,00079	0,00071	0,00074	0,00070
Duitsland	0,00069	0,00079	0,00070	0,00063	0,00066	0,00062
Luxemburg	0,00053	0,00061	0,00054	0,00048	0,00051	0,00049
Verenigd Koninkrijk	0,00050	0,00057	0,00051	0,00046	0,00048	0,00045

Tabel 3-22 Effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische lozingen door KCD gebaseerde op de vergunningslimieten voor de landsgrenzen met Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk.

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische lozingen KCD [mSv/jr]					
	<1 jaar	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
Frankrijk	0,0011	0,0013	0,0011	0,0097	0,0010	0,00096
Duitsland	0,00097	0,0011	0,00098	0,00086	0,00091	0,00085
Luxemburg	0,00075	0,00087	0,00075	0,00066	0,00070	0,00065
Verenigd Koninkrijk	0,00070	0,00082	0,00071	0,000062	0,00066	0,00061

3.4.3.5 Monitoring

Het radiologisch toezicht op het Belgisch grondgebied wordt periodiek door het FANC uitgevoerd. Er worden metingen, met name voor de zones in de buurt van de nucleaire sites gedaan. Op die manier is het mogelijk om te evalueren of de kwaliteit van het leefmilieu op vlak van radioactiviteit van voldoende kwaliteit blijft. Voor het toezicht op de radioactieve stoffen die vrijkomen in de atmosfeer door gasvormige lozingen, worden de onderstaande periodiek bemonsterd en geanalyseerd:

- de omgevingslucht (aerosolen in de atmosfeer, gassen);
- het regenwater (uitregening van de aerosolen en de gassen in de atmosfeer);
- de bodem (atmosferische afzetting);
- het gras (atmosferische afzetting, overdracht van de radioactiviteit via de wortels vanuit de bodem);
- de melk (overdracht van de radioactiviteit van het veevoer naar het vee).

Dit gebeurt op verschillende afstanden van een nucleaire site. Momenteel worden voor het radiologisch toezicht op Belgische grondgebied meer dan 4660 jaarlijkse monsternemingen gedaan, waarop 28000 analyses van alfa-, bèta-, en gammaradioactiviteit uitgevoerd worden.

De site Doel is gelokaliseerd aan de Schelde, welke deel is van de Schelde- en Netebekken. In het volledige bekken worden jaarlijks meer dan 1230 monsters genomen waarop meer dan 3730 radioactiviteitmetingen worden uitgevoerd. Het radiologisch toezichtprogramma van het Scheldebekken in de omgeving van de site van Doel staat in Tabel 3-23.

Tabel 3-23 Radiologische toezichtprogramma van het Schelde- en Nete-bekken [FANC, 2019a]

Compartiment	Type meting	Frequentie monsterneming
Atmosfeer		
Stofdeeltjes	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134-137}$Cs, $^{141-144}$Ce, $^{103-106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb	Om de 4 weken
	Totale β spectrometrie (op papier filters, na 5 dagen verval)	Dagelijks
Oppervlakte-afzetting (bakken)	γ spectrometrie (onbehandeld water): ^{7}Be, $^{134-137}$Cs, $^{141-144}$Ce, $^{103-106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{131}I	Om de 4 weken
	Totale β spectrometrie, α totaal, ^{3}H, ^{90}Sr (gefilterd water)	Om de 4 weken
	Totale β spectrometrie, α totaal (filterneerslag)	Om de 4 weken
Bodem		
Blijvende weide (colluvium-0,125 m² op ~ 15 cm diepte + kortgeknipt gras)	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134-137}$Cs, $^{(57)-58-60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226-228}$Ra, ^{228}Th	Jaarlijks

In het syntheseverslagen van FANC [FANC,2013] [FANC,2014] [FANC,2015] [FANC,2016] [FANC,2017] [FANC,2018a] [FANC,2019a] concludeert FANC dat de kerncentrale van Doel geen meetbare radiologische impact heeft op de atmosfeer.

3.4.3.6 Mitigerende maatregelen

Op basis van de beschikbare data hebben de gasvormige lozingen van KCD-1 en KCD-2 geen significante impact op het milieu en zijn er geen mitigerende maatregelen benodigd.

3.4.3.7 Leemten in kennis

De beschikbare kennis is voldoende om de effecten van de radioactieve gasvormige lozingen van dit voornemen te bepalen. Ondanks dat er niet altijd exacte gegevens beschikbaar zijn over van welke van de vier eenheden de lozingen vanuit het WAB komen. Voor de huidige beoordeling is aangenomen dat 50 % van de geloosde atmosferische activiteit afkomstig uit het WAB het gevolg is van de uitbating van KCD-1 en KCD-2, en daarom is dat deel daaraan toegekend [Tractebel, 2019c].

3.4.3.8 Conclusies

Als gevolg van het Project (levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2) zullen gasvormige lozingen ruim 10 jaar langer worden uitgevoerd. De levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 zal in vergelijking met de Uitgangssituatie geen negatieve impact hebben op het milieu omdat de verwachte jaarlijks geloosde activiteit vergelijkbaar zal zijn met de jaarlijks geloosde activiteit vóór het LTO-Project. De effectieve volgdosis welke leden van de bevolking mogelijk kunnen oplopen als gevolg van gasvormige lozingen ligt daarmee ruim onder de dosislimiet en zal geen significante impact hebben op de bevolking.

Bij het Nul-alternatief zullen door het definitief afschakelen van KCD-1 en KCD-2 minder gasvormige radioactieve lozingen zijn, echter het verschil met de Uitgangssituatie en het Project is verwaarloosbaar.

De uitbating van KCD heeft geen significant meetbare impact op het Nederlandse grondgebied en het grondgebied van de andere aan België grenzende landen waardoor verdere grensoverschrijdende effecten als gevolg van atmosferische lozingen kunnen worden uitgesloten.

3.4.4 Radioactieve vloeibare lozingen

Tijdens exploitatie van KCD kunnen radioactieve stoffen in de rivier de Schelde terechtkomen.

Het overgrote deel van de activiteit bevindt zich in het zogenaamde primaire koelsysteem, een gesloten circuit waarin koelwater door de kern wordt gevoerd om de kern af te koelen waarna de geproduceerde warmte wordt afgevoerd naar stoomgeneratoren. In de stoomgeneratoren wordt de warmte overgedragen aan het secundaire koelwater zonder dat er direct contact is tussen het primaire en secundaire koelwater. Hierdoor zal alle activiteit in het primaire koelwater blijven en het secundaire koelwater geen verhoogde activiteit bevatten. Het afgekoelde primaire koelwater kan vervolgens opnieuw gebruikt worden om de kern te koelen.

Het secundaire koelwater wordt in de stoomgenerator omgezet in stoom, wat vervolgens een turbine aandrijft om elektriciteit op te wekken. Omdat het secundaire koelwater geen enkel moment direct contact heeft met het primaire koelwater zal het secundaire koelwater geen radioactieve elementen bevatten. Desondanks wordt de restwarmte van het secundaire koelwater overgedragen aan tertiair koelwater, wat uiteindelijk geloosd wordt in de Schelde. Door deze dubbele barrière (primair-secundair en secundair-tertiair) wordt voorkomen dat radioactiviteit via het koelwater in de Schelde geloosd wordt.

Evenwel loost de kerncentrale Doel radioactiviteit in de Schelde. Dit is hoofdzakelijk proceswater wat binnen de installatie wordt opgevangen, bijvoorbeeld primair water tijdens werkzaamheden aan systemen met primair koelwater, water dat via vloerafvoeren wordt verzameld binnen de radiologische zone of douchewater of wasserij. Om de hoeveelheid geloosde radioactiviteit te minimaliseren wordt al het mogelijk besmette water binnen de centrale opgevangen en via ondergrondse galerijen getransporteerd naar het Water- en AfvalBehandelingsgebouw (WAB-gebouw).

In het WAB wordt het water verzameld op basis van eigenschappen en afkomst en daar waar mogelijk hergebruikt [Tractebel, 2010a]. De aanwezige activiteit wordt zoveel als mogelijk uit het water verwijderd door technieken als indampen, waarna de radioactieve concentraten worden afgevoerd als vast radioactief afval. De resterende, vrijwel inactieve, condensaten worden ingezameld in een controletank van waaruit het uiteindelijk wordt geloosd in de Schelde.

Voordat de condensaten echter worden geloosd worden monsters genomen welke worden geanalyseerd in daarvoor bestemde laboratoria om de resterende radioactiviteit van de condensaten te bepalen, hierbij worden hoofdzakelijk analyses met gammaspectrometrie en tritium (^{3}H) analyses uitgevoerd. Zodra is vastgesteld dat de eventuele lozing voldoet aan de vergunningslimieten, welke specifiek voor KCD zijn opgesteld op basis van wettelijke limieten en verdere technische beperkingen, worden de condensaten geloosd via een enkel lozingspunt in de Schelde. Ook gedurende de lozing worden metingen ter controle uitgevoerd. Alle geloosde activiteit wordt geregistreerd en voortdurend getoetst aan de vigerende lozingslimieten [Electrabel, 2013a].

De geloosde activiteit zal via de stroming van de Schelde worden meegevoerd en uiteindelijk uitmonden in de Noordzee, hoewel een deel van de geloosde activiteit lokaal zal afzetten. Door verdunning zal de activiteitconcentratie in het water snel afnemen naarmate de afstand tot het lozingspunt toeneemt. Desondanks kan de lozing leiden tot een effectieve volgdosis (de totale dosis welke een persoon oploopt over een periode van minimaal 50 jaar als gevolg van een enkele inname) voor mensen evenals flora en fauna. Om de impact van vloeibare lozingen op het milieu te bepalen dient zowel de totaal geloosde activiteit evenals de effectieve volgdosis voor de bevolking onderzocht te worden.

3.4.4.1 Methodologie

Voor lozing in de Schelde worden de condensaten bemonsterd en geanalyseerd. Hierbij wordt zowel de totale activiteit als tritium (^{3}H) gemeten. Indien de gemeten activiteit onder de interne limieten blijven, worden de condensaten via het lozingspunt in de Schelde geloosd. Deze limieten zijn weergegeven in Tabel 3-24. Omdat alle vloeistoffen welke mogelijk radioactief besmet zijn worden ingezameld in het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw) is deze limiet geldig voor de gehele locatie en dus gerelateerd aan het bedrijf van KCD-1, KCD-2, KCD-3, KCD-4 alsmede het WAB.

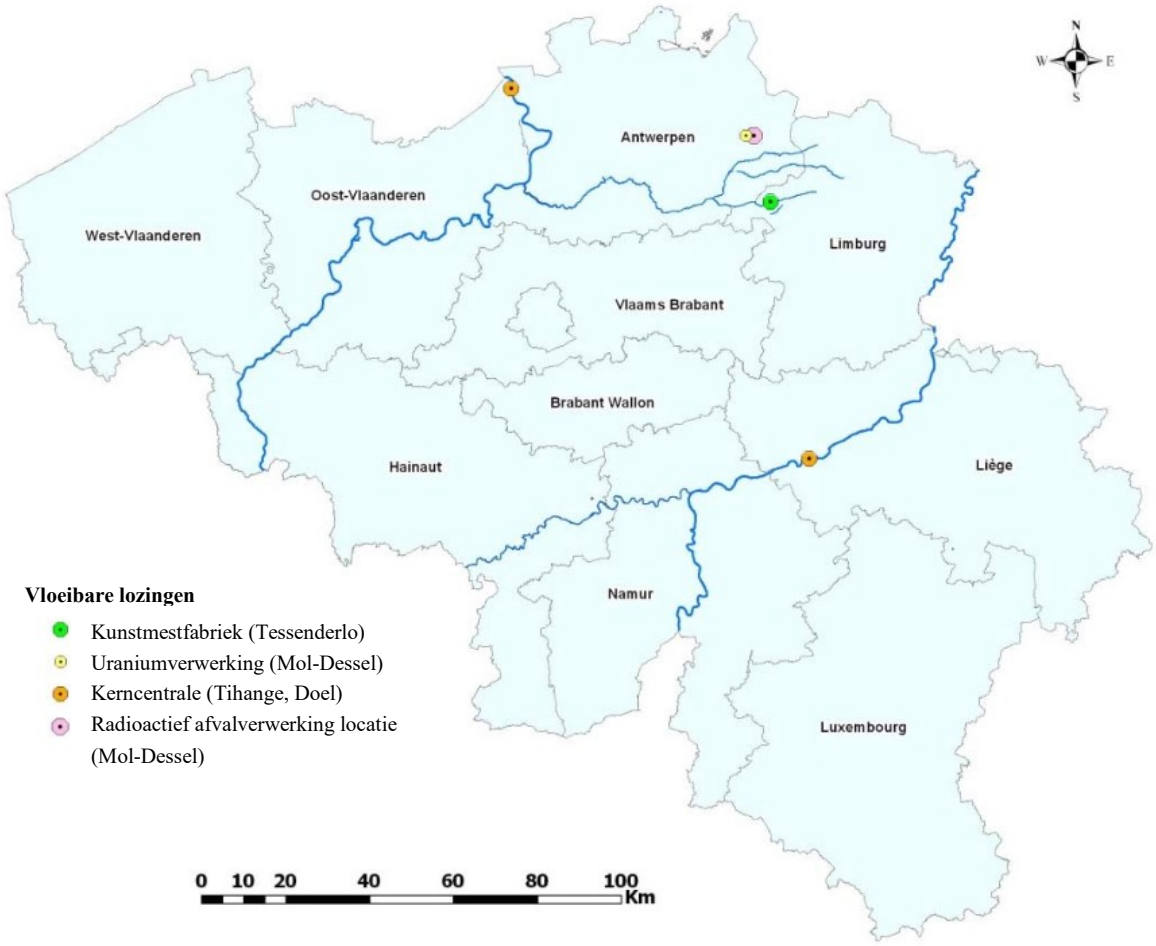
De limiet voor ^{3}H is hoger ten opzichte van de limiet voor de totale activiteit exclusief tritium. Dit verschil komt door het feit dat ^{3}H voornamelijk aanwezig is als getritieerd water (HTO of [^{3}H]HO) en hierdoor niet te scheiden is van niet-besmet water. Omdat ^{3}H vervalt onder zuivere emissie van β^{-} deeltjes met een relatief lage energie (≤ 18,6 keV) heeft ^{3}H een relatief lage dosisconversiecoëfficiënt (1,8 10^{-11} Sv Bq^{-1} voor de ingestie van water), m.a.w. ^{3}H heeft een beperkte impact op het milieu ten opzichte van de meeste andere radionucliden.

De gegevens van vloeibare geloosde radioactiviteit in de Schelde voor de Uitgangssituatie (2014) als ook de voorgaande jaren (2012-2013) is afkomstig uit de jaarverslagen van Electrabel [Electrabel,2013a] [Electrabel, 2014a] [Electrabel, 2015b]. In Tabel 3-24 zijn de vergunde lozingslimieten weergegeven [Electrabel, 2013a].

Tabel 3-24 Vergunde activiteiten voor lozingen van water afkomstig uit KCD

Nuclide	Lozingsvergunning KCD [TBq/12 maanden]
alle (excl. ^{3}H)	1,48
^{3}H	103,6

Langs de Schelde en de voorafgaande Netebekken liggen diverse faciliteiten die vloeibare lozingen met mogelijke radionucliden in het rivierwater lozen. Deze nucliden kunnen afkomstig zijn van nucleaire sites zoals SCK•CEN, Belgoprocess, Belgonucleaire en FBFC International in Mol en Dessel. Ook diverse niet-nucleaire sites lozen mogelijk radionucliden in de Schelde, zoals ziekenhuizen van grote agglomeraties (o.a. Antwerpen) en de voormalige fabriek van voedingsfosfaten in de omgeving van Tessenderlo (Figuur 3-25). Alle radionucliden zullen sterk verdund worden en uiteindelijk meegevoerd worden door de stroming van de Schelde langs KCD in de Noordzee. Als gevolg van deze installaties worden diverse radionucliden verwacht in de Schelde rond KCD, zoals ^{3}H, ^{7}Be, ^{40}K, ^{54}Mn, ^{57}Co, ^{58}Co, ^{60}Co, ^{65}Zn, ^{90}Sr, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{99}Tc, ^{103}Ru, ^{106}Ru, ^{110m}Ag, ^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{141}Ce, ^{144}Ce, ^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{228}Th, ^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu en ^{241}Am [FANC, 2015]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat met name de elementen die van nature aanwezig zijn in de bodem (^{40}K en beperkte mate ^{226}Ra en ^{228}Th) verantwoordelijk zijn voor de aanwezige radioactiviteit in de Schelde [FANC, 2015].



Figuur 3-25 Locatie van nucleaire installaties welke mogelijk radioactieve vloeibare lozingen lozen [FANC, 2015].

Hoewel de geloosde activiteit sterk zal verdunnen door het grote volume aan water en de stroming van de Schelde kan de geloosde activiteit in de Schelde leiden tot een effectieve, maar uiterst beperkte, volgdosis voor leden van de bevolking. Hierbij kunnen verschillende blootstellingspaden betracht worden:

- Inname (interne blootstelling):
  - Drinkwater;
  - Vis;
  - Melk en vlees van vee dat besmet werd door drinkwater en
  - Voedingsmiddelen besmet door irrigatiewater;
- Externe blootstelling:
  - Professionele scheepvaart;
  - Verblijf op oevers en
  - Verblijf op materiaal afkomstig van baggeractiviteiten.

Omdat vee geen water uit de Schelde drinkt wordt de inname van melk en vlees niet beschouwd. Omdat het Scheldewater eveneens niet wordt gebruikt voor irrigatie vanwege het hoge zoutgehalte wordt ook de inname van voedingsmiddelen besmet door irrigatiewater niet beschouwd [Tractebel, 2015a].

Om de effectieve volgdosis voor deze blootstellingspaden te bepalen wordt een door de *United States Nuclear Regulatory Commission* (US-NRC) opgestelde richtlijn (*Regulatory guide* 1.109) toegepast [NRC, 1977]. Dit wordt voor zes verschillende leeftijdscategorieën (<1 jaar, 1-2 jaar, 2-7 jaar, 7-12 jaar, 12-17 jaar en >17 jaar), zoals gepubliceerd door de *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) [ICRP, 1995]. Deze methodologie is door FANC aangepast naar de Belgische context en vastgelegd in *Méthodes et hypothèses relatives au calcul de doses à la population dues aux rejets de routine pour les établissement nucléaires de classe I en Belgique* [FANC, 2013a].

Op basis van de gemeten data over de hoeveelheid geloosde activiteit kan de opname van verschillende radionucliden via de diverse blootstellingspaden voor de leeftijdscategorieën berekend worden. Voor deze berekening wordt uitgegaan van een persoon welke zich het gehele jaar op de oevers bevindt met de hoogste activiteitdepositie en voedingsmiddelen inneemt met de hoogste besmettingsgraad. De berekende dosis zal hierdoor een sterke overschatting geven ten opzichte van een realistische dosis.

De maximaal toegestane dosis welke een lid van de bevolking mag ontvangen als gevolg van de exploitatie van een nucleaire installatie bedraagt 1 mSv per jaar [ARBIS]. De effectieve volgdosis voor een lid van de bevolking als gevolg van de exploitatie van KCD bestaat echter uit drie componenten: vloeibare lozingen, atmosferische lozingen en directe straling. Volgens eerder benoemde door FANC erkende methode wordt op basis van de vloeibare lozingslimieten de maximale effectieve volgdosis berekend, welke zijn weergegeven in Tabel 3-25 [Electrabel, 2015a].

Tabel 3-25 Effectieve volgdosis te wijten aan vloeibare lozingen door KCD gerelateerd aan de lozingslimieten

	Effectieve volgdosis als gevolg van de vergunde lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
Vloeibare lozingen	0,008	0,005	0,20	0,18	0,23	0,23

Naast de registratie van de geloosde radioactiviteit in de Schelde worden jaarlijks een bemonstering- en analysecampagne van het milieu rondom de site Doel in opdracht van Electrabel uitgevoerd. Hierbij worden monsters genomen van sediment en fucus (wier) uit de Schelde op twee locaties waar de hoogste activiteitconcentratie wordt verwacht, ongeveer 1 km en 6,5 km vanaf het lozingspunt. Ter verificatie wordt eveneens een monster ongeveer 50 km stroomopwaarts genomen (Figuur 3-26). De verzamelde monsters worden in een radio-analytische laboratorium verwerkt en geanalyseerd voor de aanwezigheid van radionucliden. De resultaten van deze campagnes geven een inzicht over de daadwerkelijke opname van radionucliden in het milieu.

Figuur 3-26 Locatie van monstername van sediment en fucus in de Schelde

3.4.4.2 Uitgangssituatie

De jaarlijks gerapporteerde activiteit welke, na behandeling in het water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB-gebouw), is geloosd in de Schelde is weergegeven in Tabel 3-26 [Electrabel, 2013a][Electrabel, 2014a][Electrabel, 2015b]. In Tabel 3-26 is zowel de totaal geloosde activiteit van de gehele site (KCD-1, KCD-2, KCD-3, KCD-4 en het WAB) weergegeven alsmede de berekende activiteit welke geloosd is door de uitbating van KCD-1 en KCD-2. Er is verondersteld dat de totaal geloosde activiteit als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 ($A_{\mathrm{KCD1\&2}}$) bestaat uit de som van de mogelijke activiteit welke direct vanaf de eenheden via het secundaire koelwater is geloosd (A_{KCD1} en A_{KCD2}) alsmede $^{1}/_{3}{}^{\mathrm{de}}$ [Tractebel, 2019d] van de totaal van de site geloosde activiteit vanuit het WAB (A_{WAB}), welke toegekend wordt aan KCD-1 en KCD-2:

$$A_{\mathrm{KCD1\&2}} = A_{\mathrm{KCD1}} + A_{\mathrm{KCD2}} + \frac{1}{3} \cdot A_{\mathrm{WAB}}$$

De jaarlijks geloosde activiteit varieert afhankelijk van vele factoren, zoals de uitgevoerde werkzaamheden en productieperiode, hierdoor is geen nauwkeurige voorspelling te maken van de activiteit welke geloosd zal worden. Desondanks liggen de geloosde activiteiten gedurende de Uitgangssituatie (2012-2014) zeer ruim onder de vergunde lozingslimieten.

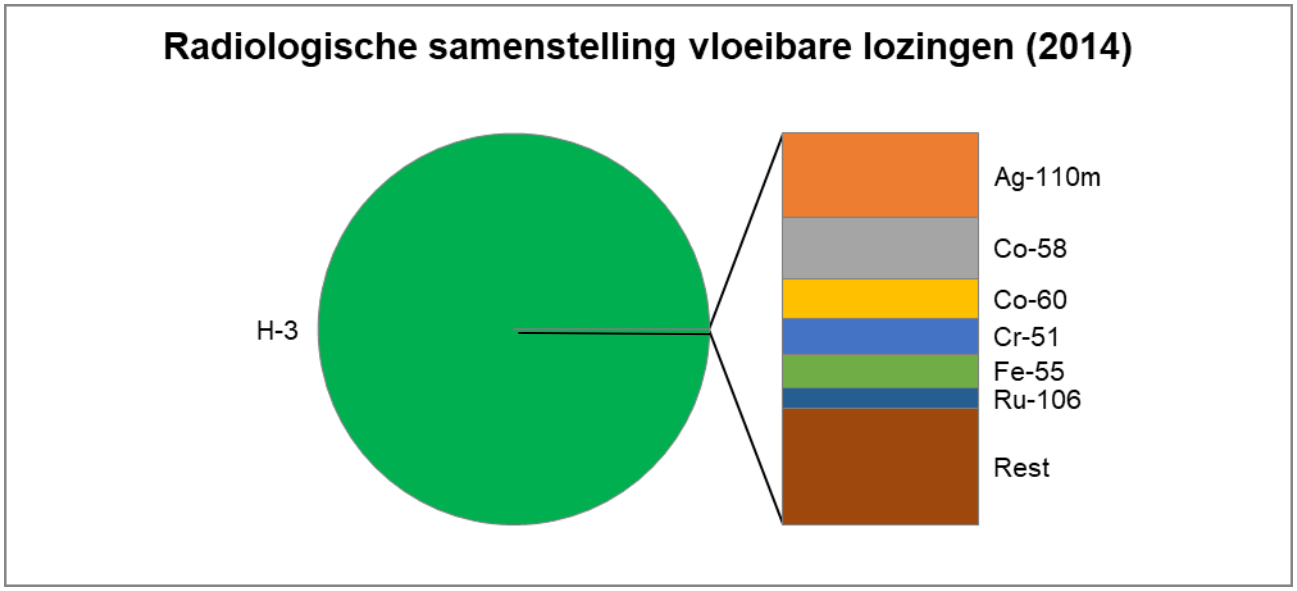
Tabel 3-26 Geloosde activiteit van zowel tritium (^{3}H) als alle overige nucliden exclusief tritium vanuit vloeibare lozingen in de periode 2012-2014

Jaar	Totaal (excl. ^{3}H) [GBq]		Tritium [TBq][13]	
	KCD-1&2	KCD	KCD-1&2	KCD
2012	2,02	5,77	15,86	47,57
2013	1,24	3,49	12,20	36,61
2014	0,89	2,44	12,23	36,70
lozingslimiet	-	1 480	-	103,60

Vrijwel alle geloosde activiteit bestaat uit tritium, een radionuclide welke vrijwel niet te verwijderen is en mede hierdoor apart beschouwd wordt. Hoewel tritium qua activiteit het merendeel van de totaal geloosde activiteit beslaat, heeft tritium een relatief lage dosisconversiecoëfficiënt ten opzichte van veel andere radionucliden. Mede hierdoor is het van belang om, naast tritium, ook andere radionucliden te monitoren om hiermee een betere inschatting van de daadwerkelijke milieu impact (dosis) te kunnen maken.

Figuur 3-27 toont een grafische weergave van de geloosde activiteit van verschillende radionucliden in 2014. Uit deze data blijkt dat, naast ^{3}H, voornamelijk activatieproducten (zowel ^{110m}Ag, ^{58}Co, ^{60}Co, ^{51}Cr en ^{55}Fe) geloosd worden, hoewel ook enkele splijtingsproducten (o.a. ^{106}Ru) zijn geloosd. Voor Figuur 3-27 zijn de zeven radionucliden met de hoogste activiteit geselecteerd. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de activiteit (in Bq) wordt gegeven door het aantal deeltjes (N) te vermenigvuldigen met de vervalconstante (λ): $A=N\cdot\lambda$. Radionucliden met een korte halfwaardetijd, en dus een hoge vervalconstante ($\lambda=\ln(2)/T_{½}$) geven hierdoor, bij een gelijk aantal deeltjes, initieel een hogere activiteit. Hierdoor toont Figuur 3-27 met name kortlevende radionucliden en worden langlevende radionucliden (bv. ^{137}Cs), slechts in zeer kleine activiteiten geloosd. Zoals al beschreven voor tritium, staat de activiteit niet gelijk aan de verwachte milieu impact/dosis. De radiologische samenstelling van de lozingen in overige jaren (2012 en 2013) tonen een vergelijkbare samenstelling.

[13] TBq betekent TeraBequel; GBq betekent GigaBequel
1 Tbq = 1000 GBq = 10^{9} Bq



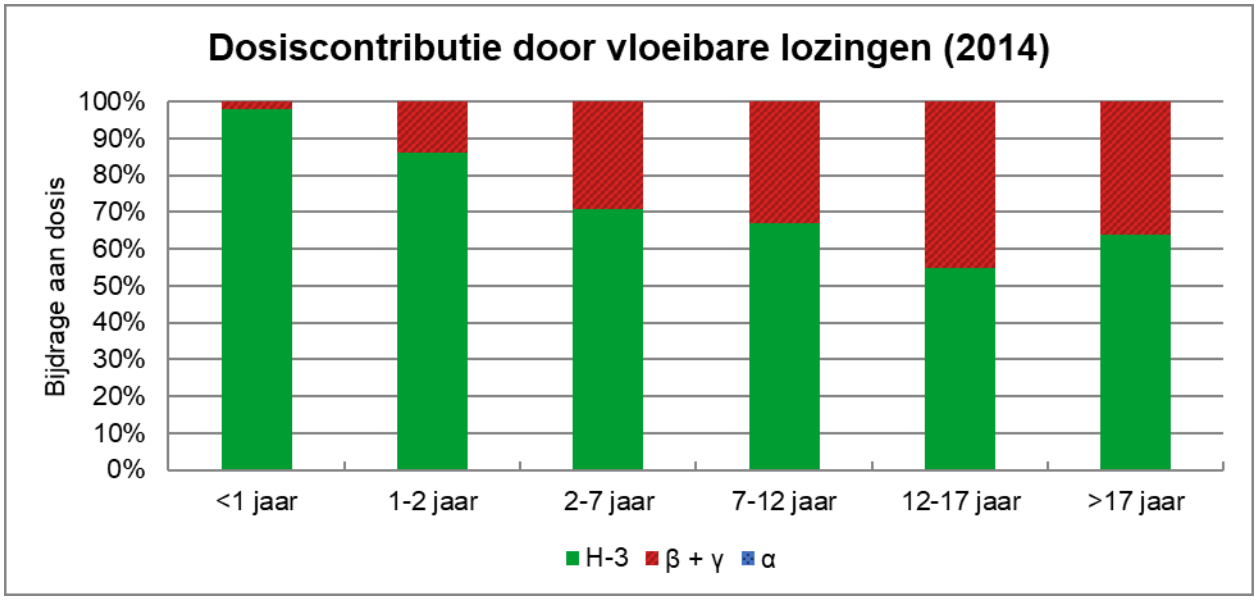
Figuur 3-27 Radiologische samenstelling vloeibare lozingen in 2014, op basis van geloosde activiteit.

Op basis van de lozingsgegevens wordt jaarlijks de effectieve volgdosis van de gehele site voor zes verschillende leeftijdscategorieën berekend, welke zijn samengevat in Tabel 3-27 [Tractebel, 2014][Tractebel, 2014a][Tractebel, 2015a]. De berekeningen zijn conform eerder benoemde door FANC erkende methode uitgevoerd. Ter vergelijk zijn ook de vergunde limietwaarden, die berekend zijn op basis van de vergunde vloeibare lozingslimieten aan Tabel 3-27 toegevoegd. Evenals de geloosde activiteit toont de effectieve volgdosis een spreiding welke afhankelijk is van vele factoren, zoals het soort werkzaamheden tijdens revisies.

Tabel 3-27 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse als gevolg van vloeibare lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op vergunde lozingslimieten in de periode 2012-2014

	Effectieve volgdosis t.g.v. vloeibare lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
2012	0,00061	0,00063	0,0011	0,00093	0,00093	0,0011
2013	0,00046	0,00047	0,00077	0,00067	0,00066	0,00077
2014	0,00046	0,00052	0,00064	0,00052	0,00049	0,00060
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,008	0,005	0,20	0,18	0,23	0,23

In het bijzonder voor jonge kinderen (< 2 jaar) levert ^{3}H de hoogste bijdrage (> 90 %) aan de collectieve dosis, terwijl voor oudere kinderen (> 7 jaar) en volwassenen β^- en γ-stralers een significante bijdrage leveren (Figuur 3-28). Geloosde α-emitterende radionucliden leiden niet tot een significante volgdosis voor de verschillende leeftijdscategorieën (maximaal 1%).



Figuur 3-28 Bijdrage van verschillende type radionucliden aan de effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen in 2014.

Gebaseerd op het interne monitoring programma van Electrabel met behulp van SCK•CEN worden jaarlijks monsters ter verificatie genomen van sediment en fucus (wier) in de omgeving van KCD (Figuur 3-26). Deze worden geanalyseerd op de aanwezigheid van ^{60}Co, ^{95}Nb, ^{110m}Ag, ^{131}I, ^{134}Cs en ^{137}Cs, de fucus is eveneens geanalyseerd op de aanwezigheid van ^{3}H en ^{14}C. In de resultaten van het interne monitoring programma 2014 van Electrabel zijn, met uitzondering van ^{14}C (fucus), ^{60}Co (sediment) en ^{137}Cs (sediment en fucus), geen van de geanalyseerde radionucliden aangetroffen in de geanalyseerde monsters.

In twee van de sediment-monsters is een verhoging van de ^{137}Cs activiteit aangetroffen ten opzichte van de detectiegrens. Het gaat hierbij om zowel een monster uit de omgeving van KCD (sediment-2) alsmede het referentiemonster. Wegens de geringe verhoging van de ^{137}Cs activiteit kan de exacte oorsprong niet worden vastgesteld, omdat ^{137}Cs nog altijd aanwezig is in het milieu sinds de bovengrondse kernwapenexplosies en het ongeval van Tsjernobyl [FANC, 2018]. Toch wordt in het interne monitoring programma van Electrabel geconcludeerd dat de gemeten activiteitconcentratie zeer laag is en overeenkomt met het Belgische surveillanceprogramma van radioactieve lozingen van de KCD en deze lozingen geen significant meetbare impact hebben op de menselijke bevolking (zie ook § 3.4.4.5).

Recente studies, uitgevoerd door het IAEA in het MODARIA II programma, hebben uitgewezen dat als reguliere lozingen een verwaarloosbaar kleine radiologische impact hebben op de mens, dit inhoudt dat er dan ook geen sprake is van een schadelijke impact op flora en fauna [Tractebel, 2020c]. Een verdere beschouwing van effecten op flora en fauna heeft daarmee in het kader van het Project en Nul-alternatief geen toegevoegde waarde. De resultaten van het radiologisch toezichtprogramma, waarbij diverse flora en fauna monsters geanalyseerd zijn, bevestigt dat de kerncentrale van Doel geen meetbare radiologische impact heeft op de Schelde (zie § 3.4.4.5).

Naast ^{60}Co en ^{137}Cs is ook ^{14}C gedetecteerd in de fucus, waarvan de activiteitconcentratie overeenkomt met de natuurlijke ^{14}C activiteit in levende organismen [Chopin, 2013]. Het sediment is niet geanalyseerd op ^{14}C. De analyseresultaten van de omgevingsmonsters zijn weergegeven in Tabel 3-28.

Tabel 3-28 Analyseresultaten van het geanalyseerde sediment en fucus uit de omgeving van KCD (2014).

	^{14}C [Bq/g]	^{60}Co [Bq/kg]	^{137}Cs [Bq/kg]
Sediment-1	-	< 1,1	< 1,7
Sediment-2	-	2,5 ± 0,4	7,3 ± 1,2
Sediment-ref	-	< 0,9	3,3 ± 0,6
Fucus-1	0,29 ± 0,05	< 0,35	0,35 ± 0,16
Fucus-2	0,22 ± 0,04	< 0,37	< 0,32
Fucus-ref	0,22 ± 0,03	< 0,43	< 0,53

3.4.4.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van vloeibare lozingen op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Deze wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte paragraaf behandeld wordt:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): de verdere uitbating na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd wordt en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op de verzamelde data uit de periode (2012-2014; Uitgangssituatie) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018. Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten van KCD-3, KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[14].

3.4.4.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Het LTO-syntheserapport bevat het geïntegreerde actieplan KCD-1 en KCD-2 om tien jaar langer dan voorzien in de wet op de kernuitstap van 2003 te kunnen bedrijven. Dit actieplan is ter beoordeling voorgelegd aan het FANC [Electrabel, 2015c]. Het FANC heeft samen met Bel V dit plan geanalyseerd en die analyse toont aan dat het Project haalbaar is en de veiligheid van KCD-1 en KCD-2 aangetoond blijft tijdens de periode van *Long Term Operation* [FANC, 2015a]. In de periode 2015-2018 worden de maatregelen van het actieplan uitgevoerd en die periode wordt binnen dit Project de bedrijfsfase van het

[14] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie §1.1.3

Project tussen 2015 en 2018 genoemd. In deze periode wordt KCD-1 en KCD-2 door Electrabel geëxploiteerd.

Afhankelijk van het soort werkzaamheden kunnen de LTO-maatregelen tijdens uitbating of alleen tijdens een revisie worden uitgevoerd. Met name de technische LTO-maatregelen kunnen alleen tijdens een revisie uitgevoerd worden om de continue veiligheid van zowel de centrale als de medewerkers te waarborgen. Omdat ook tijdens regulier uitbating veel werkzaamheden worden uitgevoerd is het de verwachting dat de lozingen van radionucliden in de Schelde gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 niet beduidend zullen afwijken van de geloosde activiteit gedurende de Uitgangssituatie.

Gezien het tijdsstip van deze studie is de hoeveelheid geloosde activiteit in de Schelde gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 al bekend. De geloosde activiteit vanuit zowel KCD-1 en KCD-2 als de gehele site (KCD) gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 is weergegeven in Tabel 3-29 [Electrabel, 2016a] [Electrabel, 2017a] [Electrabel, 2018a] [Electrabel, 2019a]. Zowel voor tritium als alle radionucliden exclusief tritium wijkt de daadwerkelijk geloosde activiteit niet significant af van de gemiddeld geloosde activiteit gedurende de Uitgangssituatie. De data toont een lichte spreiding tussen de verschillende jaren. De schommelingen kunnen door diverse factoren veroorzaakt worden, zoals de aard van de werkzaamheden en totale productietijd. De geloosde activiteiten liggen gedurende de gehele periode ruim onder de vergunningslimiet (Tabel 3-24).

Tabel 3-29 Geloosde activiteit van zowel tritium (^3H) als alle overige nucliden exclusief tritium vanuit vloeibare lozingen in de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

	Totaal (excl. ^3H) [GBq]		**Tritium [TBq]**	
	KCD-1&2	**KCD**	**KCD-1&2**	**KCD**
Uitgangssituatie (2012-2014)	1,39	3,90	13,43	40,29
2015	0,97	2,63	6,80	20,41
2016	1,28	3,76	13,94	41,81
2017	1,52	4,25	12,65	37,93
2018	1,08	3,40	11,71	35,14
Lozingslimiet	-	1 480	-	103,60

In Tabel 3-30 zijn de jaarlijkse effectieve volgdosis voor zes verschillende leeftijdscategorieën weergegeven. Deze zijn berekend op basis van de geloosde vloeibare activiteiten [Tractebel, 2017] [Tractebel, 2018] [Tractebel, 2019] [Tractebel, 2019a]. Evenals de geloosde activiteit toont de effectieve volgdosis een spreiding welke afhankelijk is van vele factoren, zoals het soort werkzaamheden tijdens revisies van alle eenheden.

Tabel 3-30 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse als gevolg van vloeibare lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op de vergunde lozingslimieten in de periode 2015-2018

	Effectieve volgdosis t.g.v. vloeibare lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
2015	0,00026	0,00033	0,00046	0,00040	0,00040	0,00046
2016	0,00053	0,00061	0,00086	0,00072	0,00071	0,00084
2017	0,00048	0,00059	0,00084	0,00069	0,00070	0,00082
2018	0,00044	0,00053	0,00074	0,00062	0,00061	0,00072
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,008	0,005	0,20	0,18	0,23	0,23

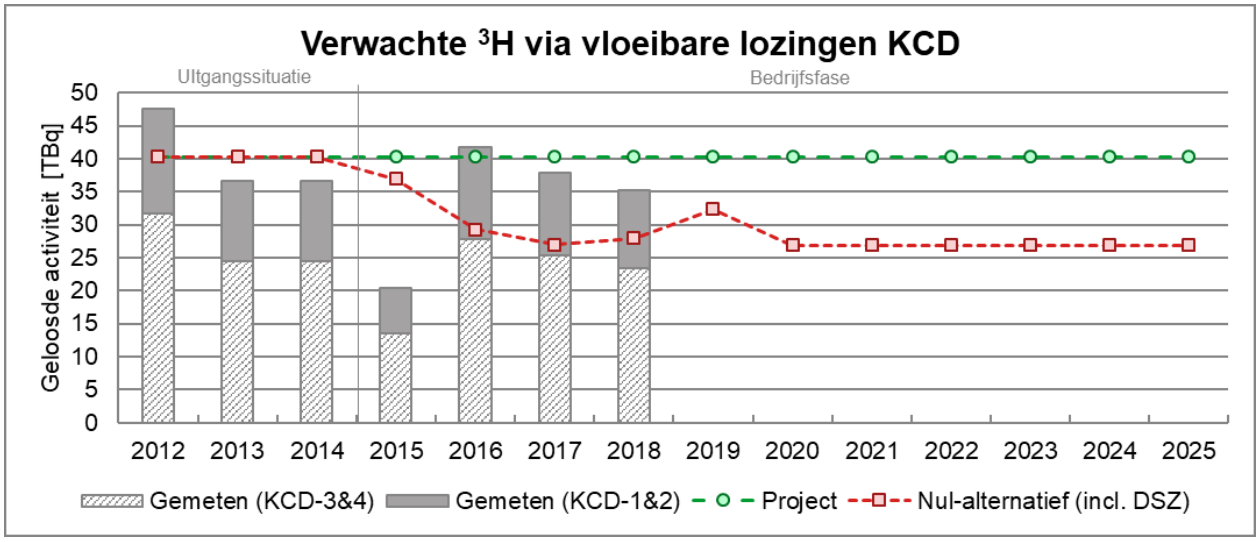
Zowel de geloosde activiteit als de effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen afkomstig van zowel KCD-1 en KCD-2 als van de gehele site gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 wijkt, zoals verwacht, niet af van de Uitgangssituatie (2012-2014). De constructie van de LTO-maatregelen hebben hierdoor geen significante impact gehad op het milieu.

3.4.4.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

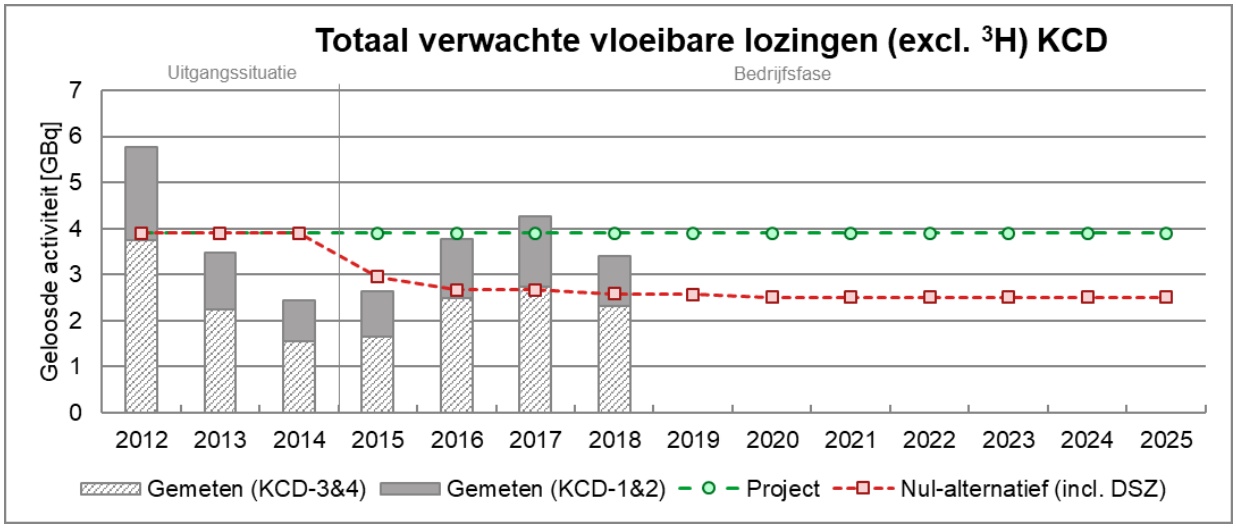
Na de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 zullen de eenheden (KCD-1 en KCD-2) verder bedreven worden. Ook gedurende deze uitbating (2019-2025) zullen werkzaamheden plaatsvinden tijdens revisies en zal activiteit geloosd worden in de Schelde.

De LTO-maatregelen hebben betrekking op het reduceren van de kans en effecten van een accidentele situatie. De maatregelen hebben geen effect op de hoeveelheid geloosde activiteit tijdens normaal bedrijf. Daarom zal er principieel geen verschil bestaan tussen de uitbating gedurende de Uitgangssituatie en de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) en wordt verwacht dat de geloosde activiteit vergelijkbaar zal zijn met de geloosde activiteit gedurende de periode (2012-2014) van de Uitgangssituatie.

De verwachte jaarlijks geloosde activiteit, zowel voor tritium (^3H) als alle overige nucliden gedurende de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) is grafisch weergegeven in Figuur 3-29 voor tritium en Figuur 3-30 voor alle overige radionucliden.



Figuur 3-29 Verwachte geloosde ^3H activiteit in de Schelde als gevolg van de uitbating van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten activiteit aan, voor zover beschikbaar.



Figuur 3-30 Verwachte geloosde activiteit (excl. ^3H) in de Schelde als gevolg van de uitbating van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten activiteit aan, voor zover beschikbaar.

Omdat de totaal geloosde jaarlijkse activiteit in de Schelde na uitvoering van het Project niet zal afwijken van de Uitgangssituatie zal ook de effectieve volgdosis als gevolg van de exploitatie van KCD niet afwijken van de Uitgangssituatie, welke is samengevat in Tabel 3-31 (het gemiddelde van de Uitgangssituatie). De effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen ligt ruim onder de dosislimiet van 1 mSv per jaar, een dosis welke internationaal beschouwd wordt als de dosis waarbij geen significante effecten zullen optreden [IAEA, 2014]. De vloeibare lozingen dragen voor een deel bij aan de totale dosis waaraan een lid van de bevolking als gevolg van de uitbating van KCD blootgesteld mag worden. De totale dosis wordt beschreven in § 3.4.8.

Tabel 3-31 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis door vloeibare lozingen tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Project

	Effectieve volgdosis t.g.v. vloeibare lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
Project (LTO)	0,00051	0,00054	0,00082	0,00070	0,00068	0,00080
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,008	0,005	0,20	0,18	0,23	0,23

Cumulatieve effect van het Project

De verwachte cumulatieve dosis als gevolg van dit Project kan gezien worden als het verschil tussen de effectieve volgdosis die op zou treden in het geval het Project niet door gaat (en alleen KCD-3 en KCD-4 uitgebaat worden) en de volgdosis die optreedt in geval van het Project (en dus KCD-1 t/m KCD-4 uitgebaat worden).

De verwachte cumulatieve dosis als gevolg van dit Project is aldus berekend door de effectieve volgdosis voor de gehele site bij het Nul-alternatief (0,00053 mSv/jr, Tabel 3-33) af te trekken van de totale jaarlijkse dosis als gevolg van dit Project (0,00080 mSv/jr, Tabel 3-31). De resterende jaarlijkse dosis (0,00027 mSv/jr) is de dosis als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2. Door deze dosis te vermenigvuldigen met de beoogde uitbatingsperiode kan de totale cumulatieve dosis als gevolg van dit Project verkregen worden (Tabel 3-32).

De verwachte cumulatieve dosis voor een volwassene (>17 jaar) als gevolg van het Project bedraagt 0,0031 mSv ten gevolge van KCD-1 en KCD-2. Hoewel de hoogste effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen wordt opgelopen door kinderen van 2-7 jaar oud, beslaat de levensduurverlenging een langere periode en zullen kinderen minimaal in 2 of meer leeftijdsklassen vallen gedurende deze periode. De hoogst mogelijke cumulatieve dosis voor kinderen bedraagt 0,0030 mSv ten gevolge van KCD-1 en KCD-2. Opgemerkt is dat er nauwelijks verschil is tussen de verwachte cumulatieve dosis voor volwassene en de hoogste verwachte dosis voor een kind (Tabel 3-32).

Tabel 3-32 Verwachte cumulatieve effectieve volgdosis als gevolg van langere uitbating van KCD-1 en KCD-2 door vloeibare lozingen

	Volwassene [mSv]	**Kind [mSv]**
Cumulatieve effectieve volgdosis als gevolg van het Project	0,0031	0,0030

Deze cumulatieve dosis als gevolg van vloeibare lozingen is zeer gering en zal niet leiden tot significant meetbare effecten. Ter illustratie is de gemiddelde dosis voor één trans-Atlantische vlucht ongeveer 0,040 a 0,050 mSv[15], een eenvoudige röntgenfoto van de kaak 9 µSv en een typische CT scan 0,978 mSv [FANC, 2018]. De dosis ligt eveneens veel lager als de gemiddelde achtergronddosis in België (43,79 mSv gedurende het Project) [FANC, 2018]. Er dient opgemerkt te worden dat het veelvuldig gebruikte risicogetal van 5,5 % kans op kanker per Sv (1000 mSv of 1000000 µSv) [ICRP, 2007] enkel

[15] https://www.rivm.nl/stralingsbelasting-in-nederland/invloed-van-menselijk-handelen/vliegverkeer (bezocht: 20 februari 2020)

geldig is voor hogere dosissen en niet gebruikt kan worden om eventuele risico's van (zeer) lage doses te bepalen.

Omdat de geloosde activiteit en de effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen tijdens de uitbating na uitvoering van LTO-maatregelen naar verwachting niet zal afwijken van de Uitgangssituatie zullen deze vloeibare lozingen geen significante impact hebben op het milieu.

3.4.4.3.3 Nul-alternatief

Indien er geen Project plaats vindt, zullen zowel KCD-1 als KCD-2 definitief worden stopgezet in 2015. De effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van KCD, zonder KCD-1 en KCD-2, kan vergeleken worden met de Uitgangssituatie van de volledige site waar de dosisbijdrage als gevolg van KCD-1 en KCD-2 van afgetrokken is, waardoor enkel de routinematige lozingen vanuit KCD-3 en KCD-4 overblijven. De jaarlijks geloosde activiteit in de Schelde indien het Project niet zal plaatsvinden is grafisch weergegeven in Figuur 3-29 (^{3}H) en Figuur 3-30 (totaal excl. ^{3}H). De jaarlijkse effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen door de exploitatie van enkel KCD-3 en KCD-4, dus zonder KCD-1 en KCD-2, is weergegeven in Tabel 3-33.

Tabel 3-33 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Nul-alternatief (excl. DSZ KCD-1 en KCD-2).

	Effectieve volgdosis t.g.v. vloeibare lozingen KCD [mSv/jr]					
Leeftijdsklasse	**< 1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**> 17 jaar**
Nul-alternatief	0,00034	0,00036	0,00054	0,00046	0,00044	0,00053

Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2

Na de afschakeling van KCD-1 en KCD-2 zal de Definitieve Stopzetting worden geïnitieerd. In de periode vinden de voorbereidingen voor de ontmanteling van KCD-1 en KCD-2 plaats. Verwacht wordt dat er tijdens DSZ fase 2, 3 en 4 vloeibaar radioactief afval wordt geproduceerd. Het gaat hierbij om:

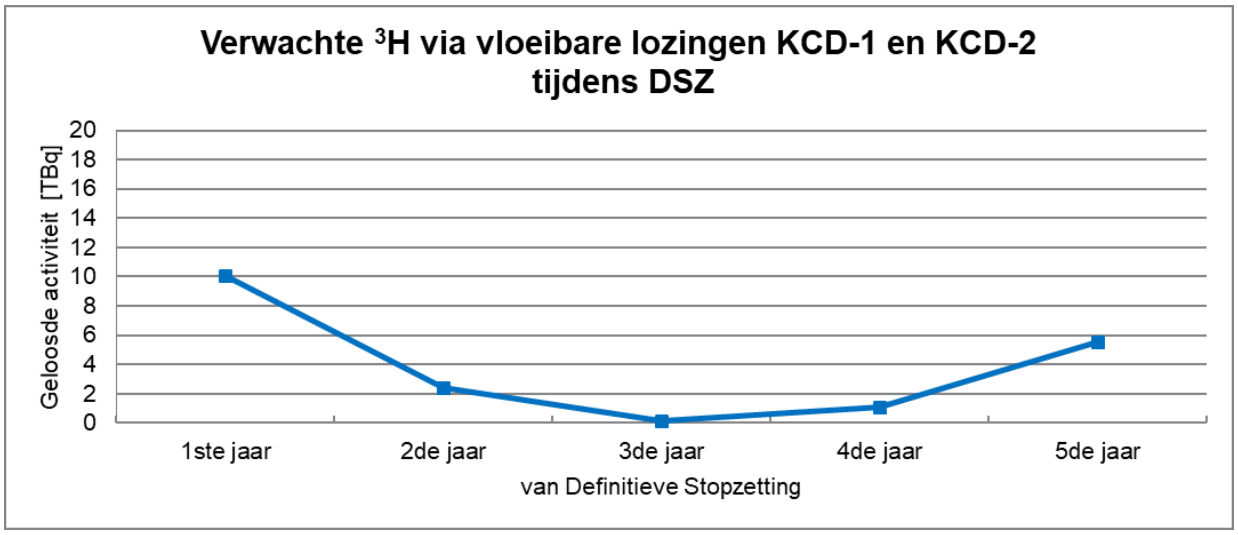
- Proceswater dat is gebruikt tijdens chemische decontaminatie;
- Proceswater uit de primaire kring en andere kringen in de radiologische zone;
- Proceswater uit het splijtstofbekken en de bijbehorende kringen.

Al deze stromen worden opgevangen en verwerkt in het WAB. Daar wordt de aanwezige activiteit zoveel als mogelijk uit het water verwijderd door technieken als indampen, waarna de radioactieve concentraten worden afgevoerd als vast radioactief afval.

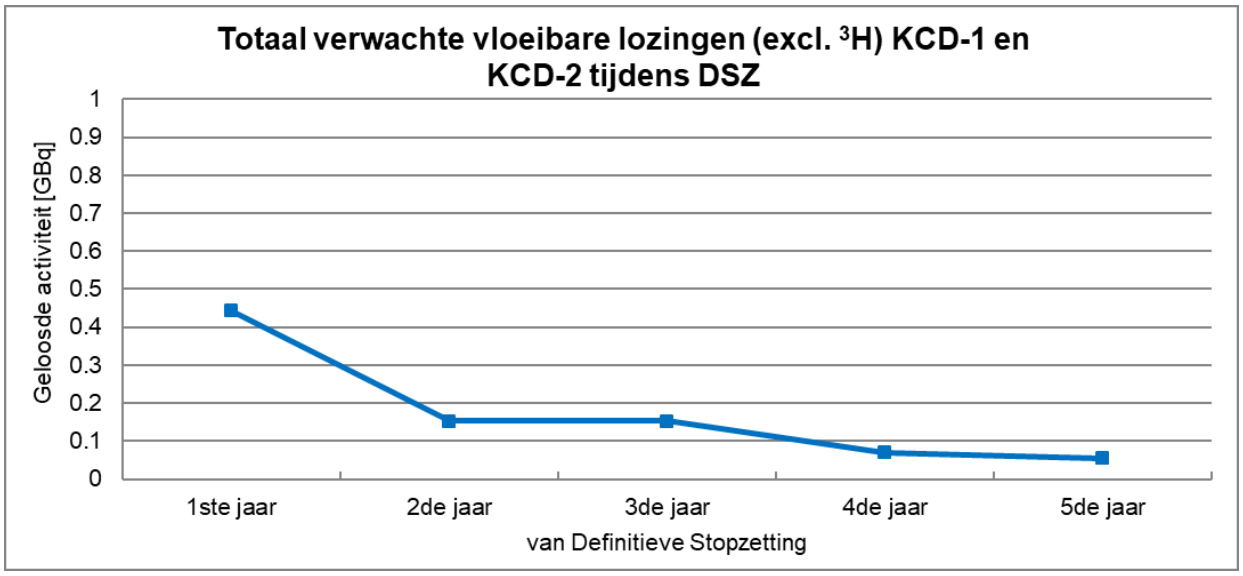
Ter voorbereiding op de DSZ, heeft Electrabel een inschatting gemaakt hoeveel vloeibare activiteit tijdens de DSZ vrijgezet zal worden. Deze inschatting is gemaakt op basis de DSZ-werkzaamheden die de laatste 10 jaar bij Duitse kerncentrales hebben plaatsgevonden. Door Electrabel is aangenomen dat de vloeibare lozingen een vergelijkbare trend zullen volgen als de vloeibare lozingen van deze Duitse kerncentrales. Op basis van deze raming is de totaal verwachte vloeibare lozingen tijdens DSZ voor KCD-1 en KCD-2 berekend en zijn in Figuur 3-31 en Figuur 3-32 weergegeven. Hierbij is het volgende tijdsschema gehanteerd (zie paragraaf 1.1.3 voor de werkzaamheden die in de verschillende fasen worden uitgevoerd):

- DSZ fase 1 vindt plaats in 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 2 vindt aansluitend plaats in het 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 3 loopt gedurende het 2de, 3de en 4de jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 4 vindt plaats in het 5de jaar van de DSZ periode.

Er dient opgemerkt te worden dat aan de werkzaamheden welke op een bepaald ogenblik worden uitgevoerd de vloeibare lozingen gerelateerd zijn. De planning van KCD-1 en KCD-2 kan dan ook wat verschillen van de planning van de beschouwde Duitse kerncentrales, waardoor niet alle gelijkaardige werkzaamheden op eenzelfde ogenblik worden uitgevoerd. Hierdoor kan de trend van een dalende totale hoeveelheid vloeibare lozingen wat fluctueren.



Figuur 3-31 Verwachte ^{3}H via vloeibare lozingen t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ.



Figuur 3-32 Totaal verwachte vloeibare lozingen (exclusief ^{3}H) t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ.

De duur van de DSZ en bijbehorende werkzaamheden die zullen worden uitgevoerd, zal niet verschillen tussen het Project en het Nul-alternatief. Daardoor zullen de geloosde activiteit en effectieve volgdosis gedurende beide scenario's niet verschillen. In het geval van het Project zal de fase van DSZ enkel 10 jaar later aanvangen.

3.4.4.4 Grensoverschrijdende effecten

De vloeibare lozingen worden in de Schelde geloosd, welke via het Nederlandse grondgebied in de Noordzee stroomt.

Dosiseffecten aan de Nederlandse grens

De Belgische-Nederlandse grens ligt ongeveer 6 km stroomafwaarts van het lozingspunt van de KCD waardoor de geloosde radionucliden relatief kort na de lozing het Nederlandse grondgebied zullen bereiken. Conservatief wordt aangenomen dat de blootstelling aan radio-elementen van vloeibare lozingen aan de Nederlandse grens hetzelfde is als voor de meest blootgestelde persoon bij de terreingrens van KCD. Dit is conservatief omdat de Nederlandse grens op grotere afstand ligt en er dus sprake is van verdunning van de vrijgekomen radionucliden tot aan de grens en daarmee dus van minder blootstelling.

Op basis van de vloeibare lozingen van geheel KCD en van KCD-1 en KCD-2 in 2014 is middels een door het FANC geaccepteerde methode de effectieve volgdosis berekend aan de Nederlandse grens voor zes verschillende leeftijdscategorieën. De resultaten voor de jaarlijkse volgdosis zijn samengevat in respectievelijk Tabel 3-34 en Tabel 3-35 [Tractebel, 2020b]. De berekeningen voor het jaar 2014 tonen aan dat de effectieve volgdosis ruim onder de effectieve volgdosis ligt, gebaseerd op de vergunde lozingslimieten en hiermee ruim onder de limiet van 1 mSv per jaar blijft. De vloeibare lozingen variëren over de jaren in de Uitgangssituatie niet zodanig dat verwacht wordt dat de effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens hierdoor wel significante varieert.

Tabel 3-34 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan vloeibare lozingen door geheel KCD in 2014

	Effectieve volgdosis t.g.v. vloeibare lozingen KCD [mSv/jr]					
	<1 jaar	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
2014	0,00046	0,00052	0,00064	0,00052	0,00049	0,00060
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,0080	0,0050	0,20	0,18	0,23	0,23

Tabel 3-35 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan vloeibare lozingen door KCD-1 en KCD-2 in 2014

	Effectieve volgdosis t.g.v. vloeibare lozingen KCD-1 en KCD-2 [mSv/jr]					
	<1 jaar	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
2014	0,00014	0,00016	0,0002	0,00016	0,00016	0,00020
Gebaseerd op vergunningslimieten	0,0027	0,0017	0,066	0,060	0,076	0,076

Het Nederlandse besluit van 23 oktober 2017, houdende vaststelling van regels ter bescherming van personen tegen de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling (Bbs), Artikel 9.2.1 stelt dat de

maximale dosis voor een lid van de Nederlandse bevolking als gevolg van het uitbaten van een nucleaire installatie maximaal 0,1 mSv per jaar mag bedragen. Hoewel dit de Nederlandse dosislimiet voor gasvormige en vloeibare lozingen alsmede directe straling betreft, ligt de dosis als gevolg van vloeibare lozingen door de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2, zoals beschreven in deze paragraaf, hier ruim onder. De impact van het gehele Project, inclusief vloeibare lozingen en directe straling wordt beschreven in § 3.4.8.

Dosiseffecten aan de grens met andere omringende landen
Voor de overige omringende landen, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk zijn doses als gevolg van radioactieve vloeibare lozingen in de Schelde moeilijker te beoordelen dan bij atmosferische lozingen aangezien de transportroute naar deze landsgrenzen complex is en omdat de verspreiding van radioactieve lozingen in water meer plaatselijk en onderhevig is aan lokale omstandigheden dan bij atmosferische lozingen. Gezien de afstand van KCD tot de grens van de andere landen kunnen doses als gevolg van vloeistoflozingen als verwaarloosbaar worden beschouwd [Tractebel, 2020b].

3.4.4.5 Monitoring

Het radiologisch toezicht op het Belgisch grondgebied wordt periodiek door het FANC uitgevoerd. Er worden metingen, met name voor de zones in de buurt van de nucleaire sites gedaan. Op die manier is het mogelijk om te evalueren of de kwaliteit van het leefmilieu op vlak van radioactiviteit van voldoende kwaliteit blijft. Voor het toezicht op de radioactieve stoffen die door vloeibare lozingen vrijkomen, worden de onderstaande periodiek bemonsterd en geanalyseerd:

- het water zelf (concentratie van radioactiviteit in de waterloop);
- het sediment (afzetting van radioactiviteit in de bedding van de waterloop);
- de algen, de waterplanten (overdracht van radioactiviteit van het water naar de waterflora);
- de vissen, schaaldieren (overdracht van radioactiviteit van het water naar de waterfauna).

Dit gebeurt stroomop- en stroomafwaarts van het lozingspunt, op verschillende afstanden van een nucleaire site. De bemonsteringen die stroomopwaarts gebeuren, kunnen dienst doen als referentie om de radiologische voetafdruk van de betreffende installatie t.o.v. de natuurlijke achtergrondstraling van de omgeving te evalueren.

Momenteel worden voor het radiologisch toezicht op Belgische grondgebied meer dan 4660 jaarlijkse monsternemingen gedaan, waarop 28 000 analyses van alfa-, bèta-, en gammaradioactiviteit uitgevoerd worden.

De site Doel is gelokaliseerd aan de Schelde, welke deel is van de Schelde- en Netebekken. In het volledige bekken worden jaarlijks meer dan 1230 monsters genomen waarop meer dan 3730 radioactiviteitmetingen worden uitgevoerd. Het radiologisch toezichtprogramma van het Scheldebekken in de omgeving van de site van Doel staat in Tabel 3-36.

Tabel 3-36 Radiologische toezichtprogramma van het Schelde- en Nete-bekken [FANC, 2019a]

Compartiment	Type meting	Frequentie monsterneming
Bodem		
Blijvende weide (colluvium-0,125 m² op ~ 15 cm diepte + kortgeknipt gras)	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134-137}$Cs, $^{(57)-58-60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226-228}$Ra, ^{228}Th	Jaarlijks
Rivier		
Water	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134-137}$Cs, $^{141-144}$Ce, $^{103-106}$Ru, ^{95}Zr, ^{95}Nb, ^{226}Ra	Om de 2 weken
	Totale β spectrometrie, α totaal, ^{3}H, ^{40}K	Om de 2 weken
Sedimenten	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134-137}$Cs, $^{(57)-58-60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226-228}$Ra, ^{228}Th	Om de 4 weken
Garnalen (estuarium stroomafwaarts van Doel (Kieldrecht))	γ spectrometrie: ^{7}Be, $^{134-137}$Cs, $^{(57)-58-60}$Co, ^{54}Mn, ^{65}Zn, ^{110m}Ag, ^{40}K, $^{226-228}$Ra, ^{228}Th	Driemaandelijks
Mosselachtigen, algen (Noordzee - Hoofdplaat & Kloosterzande)	^{90}Sr, $^{238-(239+240)}$Pu, ^{241}Am, organisch ^{3}H, (^{99}Tc voor de algen)	Driemaandelijks

In het syntheseverslag van FANC [FANC,2013] [FANC,2014] [FANC,2015] [FANC,2016] [FANC,2017] [FANC,2018a] [FANC,2019a] concludeert FANC dat de kerncentrale van Doel geen meetbare radiologische impact heeft op de Schelde.

3.4.4.6 Mitigerende maatregelen

De voorzieningen van KCD-1 en KCD-2 ten behoeve van de vloeibare lozingen zijn zodanig dat ruimschoots voldaan wordt aan de daarvoor geldende criteria. Daarom zijn geen additionele mitigerende maatregelen nodig.

3.4.4.7 Leemten in kennis

De beschikbare kennis is voldoende om de effecten van de radioactieve vloeibare lozingen van dit voornemen te bepalen. Ondanks dat er niet altijd exacte gegevens beschikbaar zijn over van welke van de vier eenheden de lozingen vanuit het WAB komen. Voor de huidige beoordeling is aangenomen dat een $^{1}/_{3}$ van de geloosde vloeibare activiteit uit het WAB het gevolg is van de uitbating van KCD-1 en KCD-2, en daarom is dat deel daaraan toegekend [Tractebel, 2019c].

3.4.4.8 Conclusies

Als gevolg van het Project zullen lozingen van radioactief besmette vloeibare lozingen ruim 10 jaar langer worden uitgevoerd. De levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 zal geen negatieve impact hebben op het milieu omdat de verwachte jaarlijks vloeibare geloosde activiteit vergelijkbaar zal blijven met de jaarlijks geloosde activiteit voor de uitvoering van het LTO-Project. De effectieve volgdosis welke leden van de bevolking mogelijk kunnen oplopen als gevolg van vloeibare lozingen ligt daarmee ruim onder de dosislimiet en zal geen significante impact hebben op de bevolking.

Bij het Nul-alternatief zullen door het definitief afschakelen van KCD-1 en KCD-2 minder vloeibare radioactieve lozingen zijn, echter het verschil met de Uitgangssituatie en het Project is verwaarloosbaar.

Het Project heeft geen significant meetbare impact op het Nederlandse grondgebied en het grondgebied van de andere aan België grenzende landen waardoor grensoverschrijdende effecten als gevolg van vloeibare lozingen eveneens kunnen worden uitgesloten.

3.4.5 Radioactief afval

Door de exploitatie van een kerncentrale ontstaan veel verschillende afvalstromen, waarvan het grootste deel niet-radioactief is en als niet-radioactief (conventioneel) afval wordt afgevoerd. Slecht een deel van de afvalstromen bevat significante hoeveelheden aan radionucliden en dient als radioactief afval afgevoerd te worden. In deze paragraaf wordt alleen het aandeel radioactief afval beschouwd. De milieu-impact van niet-radioactief afval wordt beschouwd in paragraaf 2.9.

Het veilig beheer van het te bergen radioactief afval in België is de verantwoordelijkheid van de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) en haar dochteronderneming Belgoprocess. Door het afval te isoleren van het milieu totdat de activiteit van het afval door verval is afgenomen tot onder de in België geldende vrijstellingswaarden wordt invulling gegeven aan dit beheer. Deze waarden zijn gebaseerd op internationale richtlijnen zoals o.a. ICRP, IAEA en Belgische wetgeving vastgelegd.

De kosten verbonden aan het beheer en de opslag van het afval worden gedragen volgens het principe '*de vervuiler betaalt*'. De producenten van het afval, evenredig met de geproduceerde hoeveelheden, financieren het beheer en opslag.

De behandeling van radioactief afval is sterk afhankelijk van de activiteit en levensduur ervan, waardoor afval in België wordt ingedeeld in drie categorieën[16,17] zoals ook schematisch is weergegeven in Tabel 3-37:

- Categorie A: laag- en middelradioactief kortlevend afval
  Categorie A afval is afval dat nucliden bevat in lage activiteitconcentraties en met een korte halfwaardetijd (30 jaar of minder). De levensduur van radioactief afval is afhankelijk van de halfwaardetijd van de verschillende isotopen die in het afval aanwezig zijn). Voorbeelden hiervan zijn besmette persoonlijke beschermingsmiddelen (o.a. handschoenen), schoonmaakmaterialen, filters en vervangen onderdelen (o.a. leidingdelen).

- Categorie B: laag- en middelradioactief langlevend afval
  Categorie B afval is afval dat besmet is met alfastralers met lange halveringstijd in hogere concentraties dan categorie A afval. Het kan ook wisselende hoeveelheden bèta- en gammastralende nucliden bevatten.
  Wat betreft een kerncentrale zijn dit o.a. harsen en, wanneer een kerncentrale ontmanteld wordt, sommige delen van de reactor.

- Categorie C: hoogradioactief langlevend afval.
  Categorie C afval is hoogradioactief afval met grote hoeveelheden alfa-, bèta- en gammastralende nucliden. Door zijn hoge activiteit geeft het grootste deel hiervan meer dan 20 W/m3 aan warmte af.

[16] https://fanc.fgov.be/nl/classificatie-van-afval-belgie (bezocht: november 2019).
[17] https://www.niras.be/soorten-radioactief-afval (bezocht: november 2019).

Tabel 3-37 Categorie-indelingsoverzicht voor radioactief afval.

	Laagactief afval	Middelactief afval	Hoogactief afval
Kortlevend afval ($t_{1/2}$ < 30 jaar)	Categorie A	Categorie A	Categorie C
Langlevend afval ($t_{1/2} \geq$ 30 jaar)	Categorie B	Categorie B	Categorie C

Ongeveer 95 % van al het geproduceerde afval in België bestaat uit categorie A en B afval[18]. Hoogradioactief afval (categorie C) wordt slechts in beperkte volumes geproduceerd, bijvoorbeeld afkomstig vanuit onderzoeksreactoren en de productie van medische isotopen. Tijdens de uitbating van KCD wordt geen categorie C afval geproduceerd.

Verbruikte splijtstofelementen afkomstig vanuit de nucleaire eenheden van KCD zijn eveneens hoogradioactief. Omdat er in België nog geen beslissing is genomen of verbruikte splijtstofelementen eventueel later opgewerkt zullen worden (waarmee het totale volume aan hoogradioactief afval zal afnemen) worden verbruikte splijtstofelementen vooralsnog niet als afval beschouwd. De impact van de levensduurverlenging met betrekking tot verbruikte splijtstofelementen (potentieel categorie C afval) wordt hierdoor in § 3.4.6 beschreven.

Het radioactief afval wordt vanuit het oogpunt van KCD verder opgesplitst in twee categorieën. De eerste categorie is niet-geconditioneerd afval en de tweede categorie is geconditioneerd afval. Het verschil tussen deze twee categorieën is dat de eerste in een niet-geconditioneerde vorm wordt aangeboden bij Belgoprocess, terwijl tweede door KCD op site wordt geconditioneerd en daarna pas wordt aangeboden bij Belgoprocess. Het niet-geconditioneerd afval wordt bij Belgoprocess verder behandeld en geconditioneerd zodat het overeenstemt met de vereisten voor berging.

Een van de basisprincipes bij radioactief afval is het vermijden (selectie aan de bron) of zo veel mogelijk beperken van de hoeveelheid radioactief afval. Indien radioactief afval niet vermeden kan worden, wordt het verwerkingsproces afgestemd op het reduceren van het definitief te bergen hoeveelheid afval. Het beperken van de hoeveelheid laag- en middelradioactief afval is een verantwoordelijkheid van een elk binnen de organisatie van KCD.

Alle afval uit het nucleaire gedeelte van de installaties wordt in eerste instantie beschouwd als radioactief afval. Een gedeelte van dit afval is echter potentieel niet-radioactief en kan na eventuele voorafgaande decontaminatie en na vrijgave, als huishoudelijk en/of industrieel afval worden afgevoerd. Alles wordt in het werk gesteld om de fractie radioactief afval te verkleinen. Daarom wordt er voorrang gegeven om daar waar mogelijk het afval te decontamineren en vrij te geven conform de wettelijke criteria [ARBIS].

De wettelijke vrijgavecriteria [ARBIS] zijn gebaseerd op internationale richtlijnen [IAEA, 2014][EU, 2013], welke zijn vastgesteld op basis van internationale studies [IAEA, 2005]. Hierbij zijn radionuclideconcentraties bepaald welke, onder ongunstige condities, maximaal kunnen leiden tot een effectieve volgdosis van 10 µSv/jaar, een dosis welke als triviaal wordt beschouwd. Het vrijgaveconcept is opgesteld om te voorkomen dat het reguleringssysteem voor radioactief materiaal overbelast raakt door

[18] https://fanc.be/nl/classificatie-van-afval-belgie (bezocht: december 2019)

(zeer) grote hoeveelheden afval waar praktisch geen radioactiviteit meer in zit, bijvoorbeeld door decontaminatie of verval, zodat dit geen significant risico voor de bevolking oplevert.

Van het resterende aandeel, het niet vrij te geven radioactief afval, worden de volumes maximaal gereduceerd. Hiervoor kunnen verschillende verwerkingstechnieken worden toegepast afhankelijk van de fysische en radiologische eigenschappen van het afval. Het radioactief afval wordt in hoofdzaak verwerkt in de installaties van het WAB-gebouw (water en afval-behandelingsgebouw). De installaties in de WAB zijn afgestemd op het verder behandelen en verwerken van het afval van alle nucleaire KCD eenheden. De installaties bestaan onder andere uit inrichtingen voor het decontamineren, het vrijmeten van afval, het verdampen van vloeibaar afval en conditioneringsinstallaties.

De verschillende groepen afval, waar de volumes maximaal gereduceerd worden, zijn:

- Brandbaar afval
  Het brandbaar afval wordt na volumereductie in de WAB, als niet-geconditioneerd afval voor verbranding afgevoerd naar Belgoprocess. Bij Belgoprocess wordt het afval nog eens sterk gereduceerd door verbranding. De restfractie (de as), met daarin de verzamelde radioactieve stoffen, wordt geconditioneerd.

- Niet-brandbaar afval
  Het niet-brandbaar afval of compacteerbaar afval wordt opgesplitst in verschillende afvalstromen. Zo zullen onder andere de diverse metalen gescheiden worden van het andere diverse compacteerbaar afval met steeds de doestelling elke individuele afvalstroom maximaal te kunnen reduceren. In de installaties van Doel wordt het compacteerbaar afval een eerste maal geperst (met een 16 ton of 100 ton pers), waarna het wordt afgevoerd als niet-geconditioneerd afval naar Belgoprocess. Daar wordt het voor een tweede maal geperst in hun installaties met een 1000 ton pers. Het gecompacteerd afval wordt nadien geconditioneerd.

- Filters
  Om zo veel als mogelijk de eventuele aanwezige radioactieve deeltjes uit de lucht te verwijderen wordt de lucht uit de gecontroleerde zone continu gefilterd door middel van voorfilters, actieve koolfilters (voor jodium) en absoluutfilters (zie § 3.4.3). De ventilatiefilters afkomstig van deze installaties worden, in functie van hun fysische eigenschappen, eveneens verwerkt als brandbaar of compacteerbaar afval en afgevoerd naar Belgoprocess als niet-geconditioneerd afval.

  De vloeistoffilters uit de kringen van het nucleaire gedeelte van de installaties worden, indien mogelijk, ook geperst en samen geconditioneerd in een betonmengsel.

- Vloeibaar afval
  Het volume radioactief vloeibaar afval wordt voornamelijk gereduceerd door verdamping. De aanwezige radioactieve stoffen in de vloeistof worden verzameld in het ‘concentraat’ en het niet-radioactieve aandeel van de vloeistoffen, de condensaten, kunnen na voorafgaandelijke controles geloosd worden (zie § 3.4.4). Het ‘concentraat’ wordt in de conditioneringsinstallatie van Doel verder verwerkt tot geconditioneerd afval. Het geconditioneerd afval wordt na acceptatie door NIRAS getransporteerd naar Belgoprocess voor berging. Acceptatie is het geheel aan controles

uitgevoerd door NIRAS waarbij wordt nagegaan of het afval voldoet aan de daarvoor geldende acceptatiecriteria.

- Harsen
  Radioactieve harsen uit ionenwisselaars, voor het zuiveren van kringen, worden niet gecompacteerd maar net zoals het concentraat, verwerkt tot geconditioneerd afval. De harsen worden gemengd met een betonmengsel.

- Beschermkledij
  Het gebruik van wegwerpbare beschermkledij (radioactief afval) wordt, in de nucleaire gedeeltes van de installaties, zoveel mogelijk beperkt door gebruik te maken van wasbare beschermkledij. Deze herbruikbare persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) worden gereinigd in de gespecialiseerde wasserij van het WAB-gebouw. Het wasserijwater wordt na filtering en voorafgaande controles geloosd.

Bij behandeling van al het radioactief afval wordt steeds rekening gehouden met de vereisten van NIRAS. De door NIRAS gestelde vereisten waaraan het afval moet voldoen zijn opgenomen in de verschillende ACRIA's (AcceptatieCRiteriA) en voldoen aan de daarvoor geldende wetgeving. De acceptatiecriteria zijn afhankelijk van het soort afval en de afvalcategorie waartoe het afval behoort. Zowel de installaties als de behandelingswijzen om radioactief afval te karakteriseren en te produceren, beantwoorden aan de door NIRAS gestelde vereisten. Zo zal al het radioactieve afval, voor overdracht aan Belgoprocess, geïdentificeerd en gedocumenteerd worden conform de daarvoor geldende regels.

Het beheer van radioactief afval bij NIRAS is op te delen in onderstaande stappen[19]:

- Acceptatie en transport
  Na acceptatie door NIRAS wordt het afval, al dan niet voor eventuele verdere verwerking afgevoerd naar Belgoprocess in Dessel.

- Verwerking en tijdelijke opslag
  Bij Belgoprocess wordt het niet geconditioneerde radioactieve afval verwerkt en geconditioneerd in colli. Alle colli dienen te voldoen aan de eisen inzake concentratie, insluiting en duurzaamheid en aldus een veilig beheer op lange termijn mogelijk te maken. In afwachting van de oppervlakteberging wordt het afval in colli tijdelijk in speciale gebouwen opgeslagen. De opgeslagen colli worden in de tijd gevolgd om na te gaan of ze in overeenstemming blijven met de van toepassing zijnde acceptatiecriteria. Door de keuze van materiaal en wanddikten van de muren bieden de gebouwen naar gelang de radiologische kenmerken van het afval voldoende bescherming tegen ioniserende straling.

- Oppervlakteberging
  Voor categorie A radioactief afval bereidt NIRAS de lange termijn oppervlakteberging voor. De vaten worden ingekapseld in een betonnen container, die op zijn beurt onder de grond

[19] https://www.niras.be/het-afvalbeheer-nu-en-op-lange-termijn (bezocht: januari 2020)

ingekapseld wordt in een betonnen laag. NIRAS dient voor voldoende opslagcapaciteit te zorgen om al het radioactieve afval in België te kunnen opslaan.

- Geologische berging
  Momenteel ziet NIRAS de opslag in een geologische berging als beste oplossing voor de definitieve berging van het hoog radioactief en/of langlevend afval (categorie B en C). Het afval wordt dan afgezonderd in een stabiele laag diep onder de grond, achter een hele reeks aan barrières. Deze barrières zorgen voor insluiting, bij falen van deze barrières voor vertraging of het verspreid vrijkomen van de stoffen. In welke vorm en in welke mate het radioactief afval daar geplaatst gaat worden is momenteel nog niet definitief vast gesteld. Met name voor splijtstofelementen (categorie C) zijn er de opties opwerken of niet-opwerken. Echter de Belgische regering moet hierover nog een beslissing nemen.

3.4.5.1 Methodologie

Al het vaste radioactieve afval wordt ingezameld in het WAB-gebouw waar het wordt behandeld, verpakt en uiteindelijk afgevoerd. De hoeveelheid radioactief afval wordt typisch uitgedrukt in volumes. De afgevoerde volumes worden gerapporteerd in de jaarlijkse milieuverklaringen van KCD [Electrabel, 2012][Electrabel, 2013a][Electrabel, 2014a][Electrabel, 2015b][Electrabel, 2016a] [Electrabel, 2017a][Electrabel, 2018a]. De rapportering geeft de totale hoeveelheid laag- en middelradioactief afval weer op jaarbasis voor de gehele site van Doel. Binnen dit MER is aangenomen dat een $^{1}/_{3}{}^{de}$ van de jaarlijkse hoeveelheid afval toegekend kan worden aan de combinatie van de KCD-1 en KCD-2.

Het voornaamste radiologische milieuaspect van afval is ioniserende straling. Zolang het afval zich op de site van KCD bevindt, draagt dit bij aan de dosis aan de terreingrens. Echter dit is onderdeel van directe straling aan de terreingrens en wordt daarbij meegenomen (zie § 3.4.1).

Het afvoeren van het afval naar Belgoprocess voor verdere verwerking levert een zeer geringe dosis op voor de omgeving langs de transportroute. Transporten vinden, na acceptatie door NIRAS, plaats volgens de ADR-richtlijnen voor radioactieve transporten. Hierbij is de dosisconsequentie voor de omgeving nihil. Dit milieuaspect wordt in dit MER verder buiten beschouwing gelaten.

Een vergelijk tussen de hoeveelheden radioactief afval t.g.v. de exploitatie voor en na de uitvoering van het Project is geëvalueerd.

3.4.5.2 Uitgangssituatie

Het totale volume aan laag- en middelradioactief afval dat in de Uitgangssituatie via het WAB is afgevoerd naar Belgoprocess is weergegeven in Tabel 3-38 [Electrabel, 2012][Electrabel, 2013a] [Electrabel, 2014a].

Tabel 3-38 Volume van KCD-1 en KCD-2 en KCD afgevoerd laag- en middelradioactief afval tijdens de Uitgangssituatie

Jaar	Volume KCD-1&2 [m³]	Volume KCD [m³]
2012	41,6	124,7
2013	42,0	125,9
2014	15,6	46,8
Gemiddelde (2012-2014)	33,0	99,1

Het merendeel van het radioactieve afval wordt gegenereerd gedurende de operationele uitbating en de jaarlijkse reguliere revisieperiodes, waarin groot onderhoud van installaties en splijtstofwisseling plaats vindt. De variaties in hoeveelheden afval zijn afhankelijk van de geplande onderhoudsactiviteiten en projecten. Dergelijke activiteiten zorgen ook voor variaties in de hoeveelheden verwerkt en afgevoerd radioactief afval in het WAB. Dit is de verklaring waarom er verschillen kunnen zijn in de jaarlijkse hoeveelheden.

Voor de huidige milieueffectbeoordeling wordt uit conservatisme aangenomen dat vrijgegeven afval vanuit KCD zal leiden tot de maximale effectieve volgdosis van 10 µSv per jaar.

3.4.5.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van radioactief afval op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Deze wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte § behandeld wordt:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): de uitbating na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd wordt en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op de verzamelde data uit de periode (2012-2014; Uitgangssituatie) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018. Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten van KCD-3, KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[20].

[20] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3

3.4.5.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Gezien projecten een invloed hebben op de totale hoeveelheid laag- en middelradioactief afval zal door de uitvoering van de verschillende projecten in de constructiefase het aandeel in het totaal volume afgevoerd laag- en middelradioactief afval afkomstig van de installaties van KCD-1 en KCD-2 conform de verwachtingen zijn toegenomen (Tabel 3-39). Gezien het tijdstip van deze studie zijn de hoeveelheden geproduceerd en afgevoerd laag- en middelradioactief afval gedurende de constructiefase al bekend. Echter niet alle afval uit de constructiefase is verwerkt in het WAB in deze periode; voorzien is dat dit in 2019 en 2020 verwerkt wordt. Daar tegenover staat dat het gemiddelde volume van het jaarlijks afgevoerd laag- en middelradioactief afval KCD over de periode 2015-2018 in lijn is met de jaargemiddelde in Uitgangssituatie (2012-2014). De jaarlijks afgevoerde hoeveelheden zijn weergegeven in Tabel 3-39. [Electrabel, 2016a] [Electrabel, 2017a] [Electrabel, 2018a] [Electrabel, 2019a].

Tabel 3-39 Volume van KCD-1 en KCD-2 en KCD afgevoerd laag- en middelradioactief afval tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Jaar	Volume KCD-1&2 [m^3]	Volume KCD [m^3]
Uitgangssituatie (2012-2014)	33,0	99,1
2015	36,1	108,2
2016	33,5	100,5
2017	31,7	95,1
2018	30,4	91,1
Gemiddelde (2015-2018)	32,9	98,7

3.4.5.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

Hoewel de hoeveelheid geproduceerd en afgevoerd radioactief afval per jaar sterk varieert door vele factoren, kan op basis van de Uitgangssituatie gesteld worden dat er jaarlijks ongeveer 33 m^3 laag- en middelradioactief afval afgevoerd wordt naar NIRAS als gevolg van de uitbating van de KCD-1 en KCD-2 (Figuur 3-33). Met andere woorden de totale jaarlijkse hoeveelheid afgevoerd afval zal in de periode 2019 – 2025 niet afwijken van de Uitgangssituatie. Als de werkzaamheden van het Project uitgevoerd zijn, zal de hoeveelheid radioactief afval afkomstig van KCD-1 en KCD-2 naar verwachting niet afwijken van de Uitgangssituatie.

Cumulatieve effect van het Project

In voorgaande alinea en in § 3.4.5.2 zijn de jaarlijkse volumes radioactief afval aangegeven voor de periode 2015-2025. Door deze op te tellen wordt het cumulatieve hoeveelheid radioactief afval verkregen als gevolg van het LTO-Project voor de periode 2015-2025; dit is 363 m^3.

3.4.5.3.3 Nul-alternatief

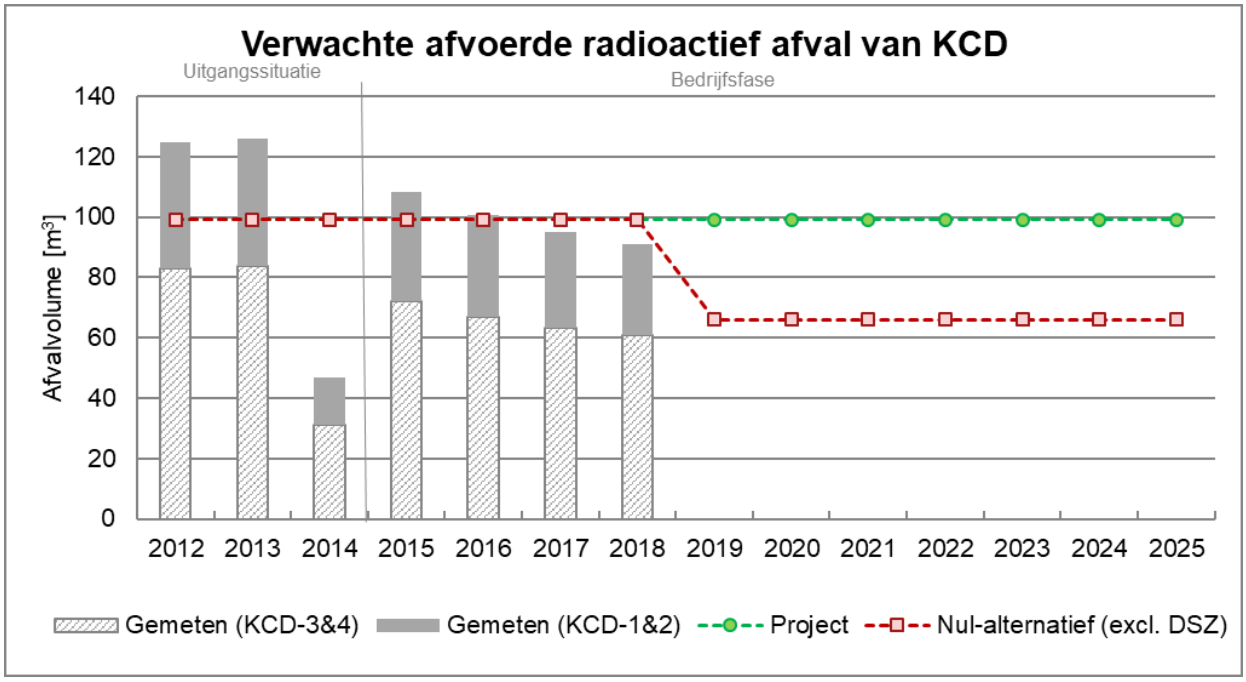
In het geval van het Nul-alternatief, geen LTO, zullen de reactoren worden afgeschakeld en zal de Definitieve Stopzetting (DSZ) worden geïnitieerd in 2015. Tijdens de DSZ en de daarop volgende ontmanteling zal zowel radioactief als conventioneel afval worden geproduceerd. De jaarlijkse hoeveelheid afval dat zal worden geproduceerd is naar verwachting meer zijn dan tijdens reguliere uitbating. Dit volgt uit de verplichting om de locatie naar haar oorspronkelijke staat (*greenfield*) terug te brengen en alle materialen (radioactief en conventioneel) te verwijderen.

Naar verwachting zal de hoeveelheid radioactief afval die jaarlijks wordt geproduceerd, afnemen. Zoals eerder in deze MER is aangegeven, wordt met name tijdens revisies en splijtstofwissel laag- en middelradioactief afval geproduceerd. Doordat er geen splijtstofwissels meer plaats zullen vinden, zal er een afname zijn van de hoeveelheid radioactief afval die jaarlijks wordt geproduceerd.

Echter, tijdens de verschillende DSZ fases zal er radioactief afval geproduceerd blijven worden, omdat systemen op verschillende momenten buiten bedrijf worden gesteld. Zo blijven bijvoorbeeld de koelsystemen operationeel t.b.v. het afvoeren van vervalwarmte. Dergelijke systemen dienen ook na de definitieve afschakeling beschikbaar te zijn en te worden onderhouden, pas nadat alle splijtstofelementen zijn afgevoerd kunnen deze definitief worden stopgezet. Het verschilt per DSZ fase welke systemen nog beschikbaar moeten zijn en daarmee welke definitief kunnen worden stopgezet.

Zoals eerder aangegeven starten de DSZ-werkzaamheden en ontmanteling bij het Nul-alternatief 10 jaar eerder dan bij het Project. Omdat de werkzaamheden die moeten worden uitgevoerd voor beide gevallen gelijk zijn, is het aannemelijk dat de milieueffecten in beide situaties hetzelfde zijn. Daarom zal er vanaf 2015 geen radioactief afval t.g.v. uitbating van KCD-1 en KCD-2 geproduceerd worden.

Als gevolg van de DSZ-werkzaamheden zal dit wel het geval zijn. Binnen dit MER is conservatief verondersteld dat de hoeveelheden afgevoerd afval gedurende de DSZ fase 1, 2 en 3 gelijk is aan de hoeveelheden t.g.v. uitbating (zie Figuur 3-33). Er wordt vanuit gegaan dat na afronding van de DSZ er geen radioactief afval meer geproduceerd wordt.



Figuur 3-33 Totaal volume (KCD-1 t/m KCD-4) afgevoerd laag- en middelradioactief afval en verwachte hoeveelheden, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten waarden, voor zover beschikbaar.

Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2
Tijdens de Definitieve Stopzetting is het hoofdaandeel van het geproduceerde radioactieve afval afkomstig van de operationele activiteiten. Dit valt daardoor binnen de bestaande en gevalideerde categorieën van radiologisch afval en de bijbehorende processen voor behandeling van het afval.

De verwachting is dat de jaarlijkse hoeveelheid radioactief afval tijdens de verschillende DSZ fasen minder zijn dan de jaarlijkse hoeveelheid tijdens uitbating. Daarnaast zullen de hoeveelheden radioactief afval ook afnemen door de verminderde noodzaak aan onderhoud en interventies op de gradueel buitendienst gestelde kringen en installaties. Uitzondering hierop is het radioactieve afval, ontstaat door de specifieke werkzaamheden ten behoeve van DSZ. De voornaamste afvalstromen worden hieronder weergegeven:

- Spoelvloeistoffen gebruikt bij de chemische decontaminatie
- Harsen afkomstig uit de ionenwisselaars, welke gebruikt worden bij chemische decontaminatie
- Filters gebruikt bij chemische decontaminatie
- Niet-splijtstofhoudende hoogstralende componenten afkomstig uit het reactorvat
- Afvalwater afkomstig van het ledigen van de kringen en de desactiveringsbekken

Dit afval zal zoveel mogelijk op dezelfde wijze behandeld worden als het radioactieve afval dat tijdens de uitbating wordt geproduceerd. Het afval afkomstig van de DSZ-activiteiten wordt daarom ook daar waar mogelijk in het WAB verwerkt.

3.4.5.4 Grensoverschrijdende effecten
Al het geproduceerde afval zal op het Belgische grondgebied verwerkt en opgeslagen worden tot een definitieve oplossing is gerealiseerd. NIRAS beheert het radioactieve afval dat geïsoleerd is van het milieu totdat de activiteit van het afval door verval is afgenomen tot onder de in België geldende vrijstellingswaarden. Hierdoor zijn geen grensoverschrijdende effecten voorzien.

3.4.5.5 Monitoring
De afvalstromen binnen KCD worden door Electrabel gemonitord en vastgelegd. De volumes afgevoerd laag- en middelradioactief afval vanuit KCD worden door NIRAS en Belgoprocess gemonitord, onder toezicht van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC).

3.4.5.6 Mitigerende maatregelen
Om het totale volume aan laag- en middelradioactief afval te minimaliseren wordt het vast afval in het daarvoor bestemde water- en afvalbehandelingsgebouw (WAB) verwerkt (geperst en versnipperd) en wordt vast afval verbrand (Belgoprocess). Het gebruik van deze technieken leidt tot een sterke volumereductie van het afval.

3.4.5.7 Leemten in kennis
De beschikbare kennis is voldoende om de effecten van het radioactief afval van dit voornemen te bepalen. Ondanks dat de exacte herkomst van het afgevoerde afval vanuit het water- en afvalbehandelingsgebouw niet altijd eenduidig toewijsbaar is aan een bepaalde eenheid. De totale afvalproductie hangt ook van vele factoren af en is hierdoor zeer moeilijk te voorspellen. Daarom is binnen dit MER aangenomen dat een $^{1}/_{3}{}^{de}$ van de jaarlijkse hoeveelheid afval kan toegekend worden aan de combinatie van de KCD-1 en KCD-2.

3.4.5.8 Conclusies

Als gevolg van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 zal laag- en middelradioactief afval 10 jaar langer worden geproduceerd (2015-2025). De aard van de voorgenomen activiteiten in de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 verschilt van de aard van de reguliere activiteiten in de Uitgangssituatie. Het is daarmee aannemelijk, en uit praktijkcijfers over de jaren 2015-2018 gebleken, dat verschillen bestaan in de hoeveelheden geproduceerd afval. Het stralingsaandeel aan de terreingrens van radioactief afval is niet afzonderlijk te bepalen omdat de thermoluminescentie dosismeters straling van alle aanwezig bronnen op de site tezamen detecteren, echter kan in algemeenheid geconcludeerd worden dat dit Project geen significante impact heeft op het milieu met betrekking tot de directe straling (zie § 3.4.1).

In het Nul-alternatief wordt daarentegen over de gehele periode 2015-2025 t.g.v. de uitbating minder laag- en middelradioactief afval geproduceerd ten opzichte van dit Project. Gedurende DSZ periode wordt naast radioactieve afval afkomstig van de operationele activiteiten, welke hoeveelheid afneemt naar mate de DSZ vordert, ook bij de specifieke DSZ activiteiten eenmalige radioactieve afvalstromen geproduceerd. De verwachting is dat de hoeveelheden radioactief afval over de gehele periode van DSZ op jaarbasis lager zal zijn dan de hoeveelheden tijdens uitbating.

Al het geproduceerde laag- en middelradioactief afval (categorie A en B) zal op het Belgische grondgebied verwerkt en opgeslagen worden in de oppervlakteberging. Hierdoor zijn geen grensoverschrijdende effecten voorzien. Dit laatste wordt bevestigd in het advies van de Europese commissie[21].

3.4.6 Verbruikte splijtstofelementen

In de reactoren van KCD-1 en KCD-2 bevinden zich splijtstofelementen. In deze elementen vindt splijting plaats van het daarin aanwezige laag verrijkte uranium (tussen 3 en 5%), waarbij warmte vrijkomt. Met deze warmte wordt via de systemen van de kerncentrale elektriciteit geproduceerd. Door de splijtingsreactie raken de splijtstofelementen uitgeput en dienen ze vervangen te worden. Na vier cycli van 12 maanden worden ze uit de kern verwijderd. Hoewel de verbruikte splijtstofelementen nog voor een groot deel uit uranium bestaan, is een deel van het uranium verspleten in splijtingsproducten waarvan een deel nog radioactief is.

Door de hoge activiteit en de hierdoor geproduceerde restwarmte moeten de verbruikte splijtstofelementen worden opgeslagen in het gemeenschappelijke splijtstofbekken in het Gebouw Nucleaire Hulpdiensten (GNH). De elementen worden voor een periode van enkele jaren opgeslagen in het GNH. Na deze afkoelperiode worden de elementen geplaatst in een *Dual Purpose Cask* (DPC)[22], welke vervolgens wordt afgesloten. De DPC is ontworpen om de afscherming tegen ioniserende stralingen te garanderen. De DPC wordt vervolgens getransporteerd naar het splijtstofcontainergebouw

[21] https://op.europa.eu/nl/publication-detail/-/publication/682dfad5-257f-11eb-9d7e-01aa75ed71a1/language-nl (bezocht december 2020)

[22] Een Dual Purpose Cask kan gebruikt worden voor zowel tussentijdse opslag als voor transport op en buiten de site.

(SCG), waar de DPC onder gecontroleerde omstandigheden wordt opgeslagen tot er een besluit is genomen over een geschikte eindbestemming (geologische eindberging en/of opwerking).

In 1993 heeft de Belgische regering een moratorium op de opwerking van verbruikte splijtstofelementen ingevoerd. Dit betekent dat de Belgische regering nog geen besluit heeft genomen of deze splijtstofelementen al dan niet opgewerkt gaan worden:

- Opwerking
  De uranium wordt van het plutonium en de splijtingsproducten gescheiden. Het plutonium en uranium worden hergebruikt voor de fabricage van nieuwe splijtstofelementen. De splijtingsproducten worden verglaasd: dit verglaasde hoogradioactieve afval wordt vervolgens opgeslagen, in afwachting van definitieve eindberging. Door opwerking kan het volume van hoogradioactief afval, wat opgeslagen wordt, sterk gereduceerd worden. Hierdoor zal de benodigde capaciteit in een eindberging afnemen met de daaraan gerelateerde kosten- en veiligheidsvoordelen. Het leidt wel tot een toename van laag- en middelradioactief afval wat een vergrote capaciteit van de daarvoor geschikte berging benodigd.

- Geen opwerking
  De verbruikte splijtstofelementen worden in het geheel als afval beschouwd en in afwachting van definitieve berging opgeslagen.

In afwachting van het besluit van de Belgische regering dienen alle verbruikte splijtstofelementen op de site te worden opgeslagen [EU, 2013] en worden deze vooralsnog niet als radioactief afval beschouwd. Dit heeft tot gevolg dat elke uitbatingsjaar het aantal op het terrein opgeslagen verbruikte splijtstofelement toeneemt.

Het voornaamste milieuaspect van verbruikte splijtstofelementen is radiologische straling. Omdat alle verbruikte splijtstofelementen op de site van KCD blijven tot er een beslissing is genomen ten aanzien van de opwerking, kan alleen de radiologische straling beschouwd worden. Echter dit is onderdeel van directe straling aan de terreingrens en wordt daarbij meegenomen (zie § 3.4.1). Het stralingsaandeel aan de terreingrens van verbruikte splijtstofelementen is niet te bepalen, omdat de thermoluminescentie dosismeters, geïnstalleerd op de terreingrens, de straling van alle aanwezig bronnen op de site tezamen detecteren, en geen onderscheid kunnen maken naar de bron van de straling.

3.4.6.1 Methodologie

Een cyclus van KCD-1 en KCD-2 duurt maximaal 12 maanden, waarna de splijtstofelementen in de kern opnieuw worden ingedeeld om te compenseren voor de afname van de splijtstof in een element. Per gemiddelde cyclus wordt ongeveer een kwart van de splijtstofelementen uit de kern vervangen door nieuwe elementen. Het exacte aantal nieuwe elementen hangt af van verschillende factoren zoals de opbrandgraad, vermogensverdeling over de reactorkern en de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit. Door werkzaamheden, storing en andere factoren kan de duur van cycli en revisies sterk verschillen, waardoor eveneens het aantal verbruikte splijtstofelementen per cyclus sterk kan variëren [Tractebel, 2015]. De verbruikte splijtstofelementen worden geplaatst in het splijtstofbekken voor minimaal 3 jaar alvorens deze afgevoerd worden naar het SCG. Binnen dit MER wordt er vanuit gegaan dat over meerdere jaren genomen het jaarlijks gemiddelde aantal verbruikte splijtstofelementen gelijk zal zijn aan het jaarlijks gemiddelde aantal afgevoerde splijtstofelementen.

Het aantal afgevoerde splijtstofelementen is afkomstig van de gepubliceerde milieuverklaringen van Electrabel [Electrabel, 2013a][Electrabel, 2014a][Electrabel, 2015b][Electrabel, 2016a] [Electrabel, 2017a][Electrabel, 2018a]. Daarin is het aantal splijtstofelementen per jaar gepubliceerd; daarom wordt in de methodiek op jaarbasis gekeken.

3.4.6.2 Uitgangssituatie

Het verbruikte aantal splijtstofelementen verschilt sterk per jaar, het aantal hangt bijvoorbeeld af van de energieproductie en de duur van de cycli. Omdat de splijtstofelementen gemiddeld jaarlijks worden gewisseld kan het voorkomen dat er een bepaald jaar geen elementen worden afgevoerd of de verwijderde elementen van meerdere cycli in een jaar worden afgevoerd. Het aantal afgevoerde splijtstofelementen per centrale is weergegeven in Tabel 3-40 [Electrabel, 2013a] [Electrabel, 2014a] [Electrabel, 2015b].

Om te middelen voor deze sterke jaarlijkse variaties, wordt het meerjarig gemiddelde gebruikt in plaats van de gemiddelde waarde over de Uitgangssituatie [Electrabel, 2012], weergegeven in Tabel 3-40. Het aantal afgevoerde splijtstofelementen in de Uitgangssituatie ligt in lijn met de meerjarige gemiddelden weergegeven in Tabel 3-40.

Tabel 3-40 Jaarlijkse afgevoerde splijtstofelementen uit KCD-1, KCD-2 en KCD tijdens de Uitgangssituatie, die komend uit het bijbehorende splijtstofbekken naar het SCG zijn getransporteerd.

	KCD-1	KCD-2	KCD
Meerjarig gemiddelde	32	32	168
2012	36	22	162
2013	0	32	32
2014	36	28	120

3.4.6.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van het verbruik van splijtstofelementen op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Deze wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte paragraaf behandeld wordt:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): de uitbating na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd wordt en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op langjarig gemiddelde data (Uitgangssituatie) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018. Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten van KCD-3,

KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[23].

3.4.6.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

KCD-1 en KCD-2 zijn tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 in bedrijf zijn zoals in de Uitgangssituatie (2012-2014). Uitgaande van het meerjarig gemiddelde splijtstofverbruik zoals vermeld in Tabel 3-40 zullen KCD-1 (32 per jaar) en KCD-2 (32 per jaar) tezamen tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 (4 jaar) 256 verbruikte splijtstofelementen produceren. Deze productie is niet het gevolg van het uitvoeren van verschillende LTO-maatregelen tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 maar uitsluitend van voortzetting van het bedrijf van KCD-1 en KCD-2 gedurende deze fase.

Gezien het tijdsstip van deze studie is de hoeveelheid verbruikte splijtstofelementen gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 al bekend. Deze is voor alle eenheden van KCD weergegeven in Tabel 3-41 [Electrabel, 2016a][Electrabel, 2017a][Electrabel, 2018a][Electrabel, 2019a]. De data toont een spreiding tussen de verschillende jaren, welke afhankelijk is van de productietijd, geplande en ongeplande revisies.

Tabel 3-41 Jaarlijkse verbruikte splijtstofelementen uit KCD-1, KCD-2 en KCD tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 die naar het SCG zijn getransporteerd.

	KCD-1	KCD-2	KCD
Meerjarig gemiddelde	32	32	168
2015	60	0	156
2016	28	40	108
2017	28	32	120
2018	0	28	124

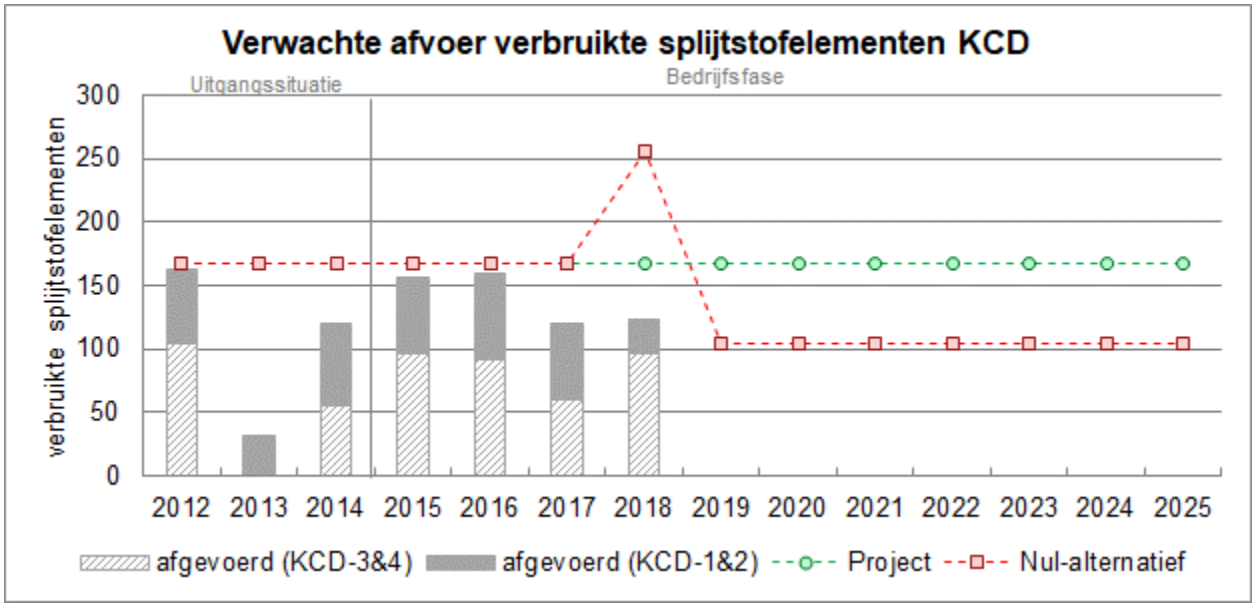
Omdat het langdurig gemiddelde verbruik van splijtstofelementen in de constructiefase (2015-2018) gelijk is aan dat van de Uitgangssituatie (2012-2014), zal het effect van de splijtstofelementen op het milieu (als gevolg van straling) bepaald worden door het aantal extra opgeslagen verbruikte splijtstofelementen en de transportbewegingen om deze naar het SCG te transporteren. Dit wordt behandeld in § 3.4.1 en § 3.4.2 doordat de stralingsmonitoringsmetingen ook de straling afkomstig van dit transport registreert.

3.4.6.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

Na afronding van de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 blijven KCD-1 en KCD-2 tijdens de fase van normale uitbating (2019-2025) in bedrijf zoals in de Uitgangssituatie (2012-2014).

De verwachte aantallen gebruikte splijtstofelementen gedurende de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) zijn weergegeven in Figuur 3-34.

[23] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3



Figuur 3-34 Verwachte verbruikte splijtstofelementen als gevolg van de uitbating van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief getransporteerd naar het SCG. De verticale balken tonen de daadwerkelijk verbruikte splijtstofelementen, voor zover beschikbaar.

Omdat het tempo van verbruikte splijtstofelementen in fase van normale uitbating (2019-2025) gelijk blijft aan dat van de Uitgangssituatie (2012-2014), zal het effect hiervan op het milieu daarom tijdens de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) eveneens bepaald worden door het aantal extra opgeslagen verbruikte splijtstofelementen en de transportbewegingen om deze naar het SCG te transporteren. Wat erin resulteert dat de jaarlijkse toename tijdens de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) gelijk aan die in de Uitgangssituatie.

Cumulatieve effect van het Project
Uitgaande van het meerjarig gemiddelde splijtstofverbruik zoals vermeld in Tabel 3-40 zullen KCD-1 en KCD-2 tezamen tijdens de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) ongeveer 448 verbruikte splijtstofelementen produceren. Tezamen met de door KCD-1 en KCD-2 verbruikte splijtstofelementen in 2015-2018 (216) (zie Tabel 3-40) resulteert het Project in een verbruik van ongeveer 664 extra splijtstofelementen.

Als gevolg van de exploitatie van alle eenheden zal de beschikbare capaciteit van het SCG voor het einde van de levensduur van de centrales, waarbij verondersteld wordt dat het project LTO G2 doorgang vindt, bereikt worden. Om de opslagcapaciteit te verhogen wordt ten tijde van schrijven gewerkt aan een nieuw opslaggebouw in het *Spent Fuel Storage Facility* (SF^2) project. De milieueffectbeoordeling van de nieuwe opslag wordt beschreven in een aparte milieueffectenbeoordelingsrapportage. De bestaande capaciteit van het SCG is echter voldoende voor de geproduceerde splijtstofelementen als gevolg van de exploitatie van KCD-1 en KCD-2 t.g.v. het Project. Het SF^2 project is hierdoor enkel relevant voor de exploitatie van KCD-3 en KCD-4 en onafhankelijk van het Project (LTO van KCD-1 en KCD-2).

3.4.6.3.3 Nul-alternatief
Binnen het Nul-alternatief stopt de exploitatie van zowel KCD-1 als KCD-2 in 2015. Daarmee stopt de productie van verbruikte splijtstofelementen. Alleen de elementen die ten tijde van de stopzetting

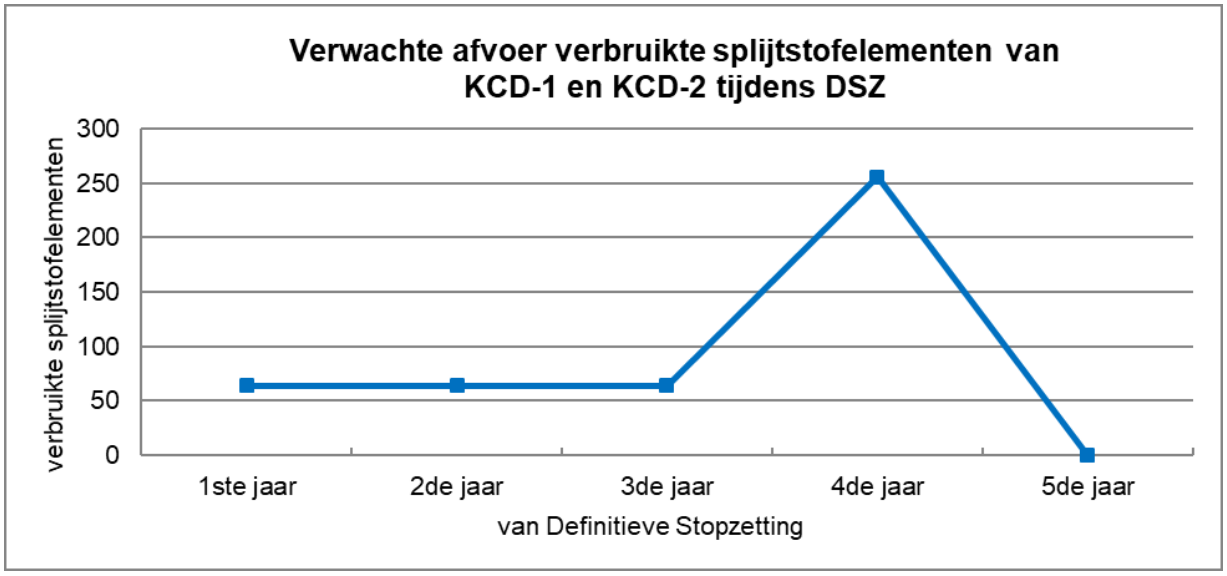
aanwezig zijn in het reactorvat of het splijtstofbekken dienen na voldoende vervalwarmte-afname afgevoerd te worden. Daarom zal het effect van verbruikte splijtstof op het milieu in het Nul-alternatief lager zijn dan in de Uitgangssituatie. De jaarlijkse toename ten gevolge van het Nul-alternatief zal nul zijn.

Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2
Tijdens het uitbaten van KCD-1 en KCD-2 wordt elk jaar een kwart van de splijtstofelementen in de reactor ververst. De verbruikte splijtstofelementen worden vanuit de reactor overgeplaatst naar het splijtstofbekken. Dit is (ongeveer) gelijk aan het aantal splijtstofelementen dat jaarlijks wordt overgeplaatst naar de SCG nadat zij minimaal 3 jaar hebben kunnen afkoelen. Hierdoor zal het aantal splijtstofelementen dat aanwezig is in het splijtstofbekken over de jaren van uitbating ongeveer gelijk blijven.

In DSZ fase 1 worden alle in de reactor aanwezig splijtstofelementen overgeplaatst naar het splijtstofbekken. Er is voldoende capaciteit beschikbaar in het splijtstofbekken om naast de al aanwezige splijtstofelementen ook alle elementen uit reactor veilig te plaatsen. Elke jaar worden voldoende afgekoelde splijtstofelementen geplaatst in *Dual Purpose Casks* (DPC) en overbracht naar het SCG.

Op een bepaald moment tijdens DSZ fase 3 zullen alleen de splijtstofelementen in het splijtstofbekken aanwezig zijn die aan het eind van de uitbating in de reactorkern aanwezig waren. Alle andere splijtstofelementen zijn op dat moment al voldoende afgekoeld en verplaatst naar het SCG. Ook deze nog in het splijtstofbekken aanwezige splijtstofelementen worden overbracht naar het SCG in het laatste periode van DSZ fase 3. Dit is de reden waarom in 2018 meer elementen naar het SCG getransporteerd worden dan in andere jaren. Hierna zijn er geen splijtstofelementen meer aanwezig bij KCD-1 en KCD-2. Bovenstaande is weergegeven in Figuur 3-35, waarbij het volgende tijdsschema is gehanteerd (zie paragraaf 1.1.3 voor de werkzaamheden die in de verschillende fasen worden uitgevoerd):

- DSZ fase 1 vindt plaats in 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 2 vindt aansluitend plaats in het 1ste jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 3 loopt gedurende het 2de, 3de en 4de jaar van de DSZ periode;
- DSZ fase 4 vindt plaats in het 5de jaar van de DSZ periode.



Figuur 3-35 Verwachte afvoer van verbruikte splijtstofelementen van KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ.

Verwacht wordt dat de beroepshalve blootgestelde medewerkers die betrokken zijn bij de afval splijtstofelementen (met name tijdens DSZ fase 3), een grotere dosis zullen oplopen in vergelijking met de andere DSZ werkzaamheden. De effecten voor alle beroepshalve blootgestelde medewerkers bij KCD-1 en KCD-2 is beschreven in § 3.4.2. In de Figuur 3-34 is het aantal afgevoerde verbruikte splijtstofelementen tijdens de DSZ-fase bij het Nul-alternatief opgenomen.

3.4.6.4 Grensoverschrijdende effecten

Aangezien de Belgische regering nog een besluit dient te nemen aangaande verdere verwerking van verbruikte splijtstofelementen (bijvoorbeeld opwerking of directe eindberging) worden deze vooralsnog niet als radioactief afval beschouwd. Eventueel transport hiervan naar andere landen voor opwerking, met mogelijke milieueffecten als gevolg, worden daarom in dit MER buiten beschouwing gelaten.

3.4.6.5 Monitoring

Het aantal verbruikte splijtstofelementen wordt jaarlijks gerapporteerd. Extra monitoring ten opzichte van de huidige situatie is hierdoor niet benodigd.

3.4.6.6 Mitigerende maatregelen

De voorzieningen van KCD-1, KCD-2 en SCG ten behoeve van verbruikte splijtstofelementen zijn voldoende uitgerust om ruimschoots voldoen aan de daarvoor geldende criteria. Daarom zijn geen additionele mitigerende maatregelen nodig.

3.4.6.7 Leemten in kennis

Momenteel heeft de Belgische regering nog geen besluit genomen met betrekking tot de eindbestemming van verbruikte splijtstofelementen (o.a. opwerking of directe geologische eindberging). Daarom zijn de effecten op lange termijn buiten de terreingrens van KCD ten tijde van het opstellen van deze milieueffectenbeoordeling nog niet te bepalen.

3.4.6.8 Conclusies

Omdat het tempo van verbruikte splijtstofelementen zowel in de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 als bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) gelijk is aan dat van de Uitgangssituatie (2012-2014), zal de toename per uitbatingsjaar in alle gevallen identiek zijn. Binnen het Nul-alternatief stopt het verbruik van splijtstofelementen, waarmee het effect hiervan op het milieu afneemt. Het stralingsaandeel aan de terreingrens van verbruikte splijtstofelementen is niet afzonderlijk te bepalen omdat de thermoluminescentie dosismeters straling van alle aanwezig bronnen op de site tezamen detecteren, echter kan in algemeenheid geconcludeerd worden dat dit Project geen significante impact heeft op het milieu met betrekking tot de directe straling (zie § 3.4.1).

De huidige beschikbare capaciteit van het splijtstofcontainergebouw is voldoende voor de extra verbruikte splijtstofelementen als gevolg van het Project (levensduurverlening van KCD-1 en KCD-2).

3.4.7 Accidentele situaties

Naast het beheer van veroudering is het verhogen van de nucleaire veiligheid van de KCD-1 en KCD-2 het belangrijkste thema van levensduurverlenging. Door de aanpassingen die in het kader van de levensduurverlenging worden uitgevoerd, wordt een positieve impact op het gebied van accidentele situaties verwacht gedurende de exploitatie.

Kerncentrales moeten veilig bedreven worden, zodat mens en milieu beschermd worden tegen de schadelijke invloed van ioniserende straling. Om aan dit doel te kunnen voldoen dient een kerncentrale in essentie de drie volgende fundamentele veiligheidsfuncties te vervullen [Besluit, 2011]:

1. beheersen van de reactiviteit;
2. warmteafvoer uit de kern en
3. insluiten van de radioactieve stoffen.

Deze drie fundamentele veiligheidsfuncties gelden voor alle fasen van de levenscyclus van een kerncentrale. Om deze fundamentele veiligheidsfuncties te garanderen dient elke kerncentrale maatregelen te nemen:

- ter beheersing van de blootstelling van mensen aan ioniserende straling en het vrijkomen van radioactieve stoffen of (bestraalde) splijtstoffen in het milieu;
- ter beperking van de waarschijnlijkheid van gebeurtenissen die kunnen leiden tot het verlies van controle op de kern in de reactor, op de nucleaire kettingreactie, op radioactieve bronnen of andere bronnen van ioniserende straling;
- ter mitigatie van de gevolgen van dergelijke gebeurtenissen indien deze zich voordoen.

Voor nucleaire installaties is het gebruikelijk om hieraan invulling te geven door het concept van gelaagde bescherming (*Defence-in-Depth*, DiD) toe te passen. Dit concept is een samenspel van bouwkundige, technische en organisatorische voorzieningen. Het wordt toegepast zowel bij het ontwerp en inbedrijfstelling, als tijdens bedrijfsvoering, de buitengebruikstelling en de uiteindelijke ontmanteling van de installatie.

Het concept van gelaagde bescherming bevat zes lagen [Besluit, 2011]:

a) de impact van externe risico's van natuurlijke oorsprong, inclusief extreme risico's, en van onopzettelijk door de mens veroorzaakte gevaren, tot een minimum wordt beperkt;
b) voorziene bedrijfsincidenten of falingen worden voorkomen;
c) voorziene bedrijfsincidenten worden beheerst en defecten worden gedetecteerd;
d) ontwerpbasisongevallen worden beheerst;
e) de omstandigheden van de uitbreiding van het ontwerp worden beheerst, en tevens wordt voorkomen dat ongevallen escaleren naar ernstige ongevallen en de gevolgen van ernstige ongevallen worden beperkt;
f) het beheer van noodsituaties, in overeenstemming met artikel 16 *intern noodplan* van het koninklijk besluit *veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties* en, voor de vermogensreactoren, artikel 31 *intern noodplan* van het koninklijk besluit *veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties*, mogelijk gemaakt wordt.

Het algemene doel van het *Defence in Depth-concept* is te garanderen dat een enkelvoudige (materiële of menselijke) fout op een van de lagen of een combinatie van fouten op meerdere lagen het functioneren van de volgende laag niet in gevaar brengt. De onafhankelijkheid van de verschillende lagen is van essentieel belang om dit doel te bereiken. Al tijdens het ontwerp van KCD-1 en KCD-2 werd rekening gehouden met dit nucleaire veiligheidsconcept. Hiervoor werden de veiligheidsnormen van de '*United States Nuclear Regulatory Commission*' (US-NRC) aangehouden. Bovenstaande veiligheidsfilosofie is het uitgangspunt voor deze veiligheidsnormen.

Om de veiligheid te garanderen werden analyses uitgevoerd voor een breed scala aan ontwerpbasisongevallen (*Design-Based accidents*, DBAs) en werd daar waar nodig het ontwerp van de eenheid aangepast. Ontwerpbasisongevallen zijn veronderstelde gebeurtenissen die zich in de betreffende installatie zouden kunnen voordoen en die dankzij de in het ontwerp opgenomen veiligheidssystemen niet leiden tot onaanvaardbare lozing van radioactiviteit naar de omgeving.

Periodieke veiligheidsherziening

Vanuit internationale richtlijnen wordt het continu verbeteren van nucleaire veiligheid sterk gestimuleerd. Een vorm daarvan is een periodieke veiligheidsevaluatie (*Periodic Safety Review*; PSR). Hieruit komen verbetervoorstellen voort met als doel de nucleaire veiligheid te verhogen en eventueel ook de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de nucleaire installatie. In België is in het Koninklijk Besluit van 25 januari 1974 en het Koninklijk besluit van 30 november 2011 (artikel 14 *periodiek herzieningen*) houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties vastgelegd dat de exploitant een periodieke veiligheidsevaluatie dient uit te voeren, met een interval van maximaal tien jaar [Besluit, 2011]. Ten tijde van de beslissing voor levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 zijn er drie veiligheidsevaluaties uitgevoerd, ook wel tienjaarlijkse veiligheidsherziening genoemd. De vierde veiligheidsevaluatie is uitgevoerd als onderdeel van het Project.

De eerste PSR (1984) [Electrabel, 2012a] leidde tot de meest ingrijpende aanpassingen. In analogie met de toen nieuwe eenheden KCD-3 en KCD-4 is het gebunkerde Gebouw NoodSystemen (GNS) voor KCD-1 en KCD-2 in gebruik genomen. Het ontwerp van het GNS is gebaseerd op uitgebreide ongevalsstudies van externe oorsprong zoals aardbeving, gasontploffing en de impact van de inslag van

een vliegtuig. De noodsystemen van het GNS zijn ontworpen om de volgende functies te waarborgen, namelijk behoud van:

- waterinventaris in de reactorkring;
- ondercriticaliteit van de reactor;
- afvoer van de vervalwarmte;
- Noodcontrolezaal.

Enkele andere belangrijke doorgevoerde verbeteringen betreffen het:

- verbeteren van de aardbevingsbestendigheid van nucleair belangrijke installatie;
- vergroten van de brandbestendigheid van de controlezaal en het verkleinen van het risico van besmetting in de controlezaal door toxische en radioactieve gassen;
- vervangen van de veiligheidskleppen op de reactorcircuit door hydraulisch gestuurde veiligheidskleppen, om de overdrukbeveiliging te kunnen waarborgen;
- plaatsen van passieve katalytische waterstofrecombinatoren in de reactorgebouwen om het risico op waterstofontploffing te vermijden of te beperken;
- vervangen van de vier isolatiekleppen in de hoofdstoomleiding om de betrouwbaarheid van de snelle isolatie van de hoofdstoomleidingen te verbeteren.

De tweede PSR werd in 1995 afgerond [Electrabel, 2012a]. Vanaf dan wordt er gestart met de structurele aanpak van veroudering en slijtage. Daarnaast zijn o.a. de volgende verbetering doorgevoerd:

- upgraden van de lagedrukveiligheidsinjectiepompen om hun betrouwbaarheid te verhogen;
- verder upgraden van aardbevingsbestendigheid van de eenheden;
- uitvoeren van *Probabilistic Safety Assessment* (PSA), om mogelijke zwakheden in de installaties in kaart te brengen. Zo werd de gunstige impact aangetoond van de gewijzigde ongevalsprocedures en de plaatsing van de katalytische waterstofrecombinatoren in de reactorgebouwen.

Bij de derde PSR [Electrabel, 2012a] lag de focus op de bevestiging van het initiële veiligheidsniveau, evaluatie van de veroudering van de installaties en interne en externe bedrijfsvoeringervaringen. Enkele voorbeelden van belangrijke verbeteringen:

- vervangen van de koelbatterijen van de ventilatiesystemen in het reactorgebouw en gebouw t.b.v. elektriciteitsvoorziening;
- aanbrengen van een nieuwe coating op het externe betonnen omhulsel van de reactorgebouwen.

Naast de verbeteringen uit de PSR's zijn er talrijke technische, procedurele en organisatorische verbeteringen doorgevoerd naar aanleiding van [Electrabel, 2012a]:

- interne inspecties, onderhoud, intern ervaringsbeheer;
- externe bronnen zoals extern ervaringsbeheer, studies en onderzoek, internationale lidmaatschappen;

- nucleaire incidenten en belangrijke ongevallen zoals Three Miles Island, Tsjernobyl en Fukushima (project *Belgian Stress Tests* – BEST geïnitieerd door het nucleaire incident in Fukushima).

3.4.7.1 Methodologie

De maximaal toegestane risico's zijn opgenomen in het veiligheidsrapport; als gevolg van wijzigingen van de installatie moet door middel van ongevalsanalyses worden gegarandeerd dat de impact van de wijziging op de nucleaire veiligheid minstens hetzelfde veiligheidsniveau als voor de implementatie behoudt [FOBZ, 2011]. De risicoanalyses dienen te veronderstellen ongevallen met zowel een interne als externe potentiële gebeurtenis te beschouwen. Voorbeelden van ongevallen zijn:

- het falen van uitrustingen;
- ongevallen met verlies van koelmiddel (LOCA);
- verlies van interne elektriciteitsvoorzieningen;
- menselijke fouten;
- ongevallen als brand, explosies en overstromingen met interne oorzaak;
- extreme meteorologische omstandigheden;
- overstroming;
- aardschokken;
- verlies van externe elektriciteitsvoorzieningen;
- neerstorten van een vliegtuig en
- falen van in de nabijheidgelegen industriële activiteiten en vervoer (domino-effect).

Het risico van een ongeval is afhankelijk van twee factoren; de kans op het plaatsvinden en de gevolgen van de gebeurtenis.

Op basis van de kans op plaatsvinden worden potentiële gebeurtenissen als volgt geclassificeerd:

- **I** normale bedrijfsomstandigheden en bedrijfsvoeringstransiënten[24] (worden tijdens normale bedrijfsvoering verwacht)[25];
- **II** incidenten die zich soms (maximaal een keer per jaar) voordoen;
- **III** weinig voorkomende ongevallen (eenmalig gedurende de gehele bedrijfsduur);
- **IV** beperkende ongevallen (in principe nooit) [Tractebel, 2015].

Gebeurtenissen van klasse I en II mogen niet leiden tot het verlies van integriteit van barrières die de radioactieve producten weerhouden; klasse II gebeurtenissen mogen hooguit leiden tot een automatische afschakeling van de reactor. Een gebeurtenis van klasse III, welke maximaal eenmalig mag voorkomen tijdens de duur van de uitbating, kan leiden tot een kleine beschadiging waardoor de reactor niet direct opnieuw opgestart mag worden. Een gebeurtenis van klasse IV kan leiden tot de lozing van radioactieve

[24] Bedrijfvoeringstransiënt: een afwijking waarmee één van de bedrijfsparameters van een kerncentrale (o.a. vermogen, druk, temperatuur, koelmiddeldebiet) afwijkt van de ingestelde waarde en door de automatische regelingen van de kerncentrale.

[25] Deze incidenten zijn dus strikt gezien niet te beschouwen als een 'ongeval'.

producten, ofschoon de kans dat deze ongevallen plaatsvinden zeer klein is. Mocht een opeenstapeling van incidenten toch leiden tot een dergelijk ongeval, dan moet de uit het ongeval resulterende lozing voldoen aan de geldende limieten.

Om de kans op de verschillende ongevallen te bepalen dient een zogenaamde probabilistische veiligheidsstudie (*Probalistic Safety Analysis*; PSA) uitgevoerd te worden. Hierbij wordt op basis van statistische data de kans berekend van die ongevalsscenario's die kunnen leiden tot een radiologisch ongeval. De kernsmeltfrequentie (*Core Damage Frequency*; CDF) is een veel gebruikte indicator aan te tonen dat voldaan wordt aan de nucleaire veiligheidsdoelen [IAEA,2010]. De kernsmeltfrequentie is een maat voor het risico dat gegeven de manier waarop een reactor is ontworpen en bediend, de splijtstof in de reactor door een ongeval zou kunnen worden beschadigd[26]. Na de kansberekening dienen ook de radiologische gevolgen van het ongevalsscenario bepaald te worden, hoofdzakelijk aan de hand van verspreidingsberekeningen van vrijgekomen radioactieve materialen.

De verspreiding van radioactiviteit en de effectieve volgdosis als gevolg hiervan worden berekend op basis van een door de FANC goedgekeurde methodologie welke is opgesteld door de *United States Nuclear Regulatory Commission* [NRC, 1977]. De resultaten dienen te voldoen aan het Koninklijk Besluit waarbij vergund wordt te Doel een kerncentrale op te richten en de daarbij horende algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag [Electrabel, 1981].

De benodigde veiligheidsstudies zijn gedocumenteerd in het veiligheidsrapport [VR-KCD] en worden periodiek bijgewerkt, op basis van vernieuwde inzichten en standaarden. Bij KCD-1 en KCD-2 zijn de ongevallen breuk van een primaire leiding (*Loss Of Coolant Accident*, LOCA) en een splijtstofbehandelingsongeval (*Fuel Handling Accident*, FHA) de zogeheten referentie-ongevallen; ongevallen die de grootst denkbare radiologische gevolgen kunnen hebben [Electrabel, 1981] [VR-KCD]. De effectbeoordeling in de volgende paragrafen richt zich daarom op deze ongevallen.

Aansluitend op het internationale regelgevingskader dienen de radiologische gevolgen van normaal bedrijf, ongevallen die worden beschouwd tijdens het ontwerp van energiecentrales en zogenoemde buiten-ontwerpbasisongevallen (*Beyond Design Base Accident*, BDBA) geëvalueerd te worden. Tevens bepaalt dit internationale regelgevingskader dat bij het berekenen van de radiologische gevolgen van de buiten-ontwerpbasisongevallen meer realistische veronderstellingen in overweging genomen mogen worden dan bij de ontwerpbasisongevallen. Een buiten-ontwerpbasisongeval is een ongeval dat verder gaat dan een ontwerpbasisongeval. De kans van optreden van buiten-ontwerpbasisongevallen is nog veel geringer dan de kans op een ontwerpbasisongeval. Om deze reden wordt bij het ontwerp voor de buiten-ontwerpbasisongevallen uitsluitend beschouwd hoe met redelijke middelen (technisch, organisatorisch) het resterende risico verminderd kan worden.

Voor KCD-1 en KCD-2 is één buiten-ontwerpbasisongeval geanalyseerd die representatief is voor alle andere buiten-ontwerpbasisongevallen van interne en externe oorsprong, inclusief het door Electrabel beschouwde scenario *neerstorten van een vliegtuig op de kerncentrale*. Het betreft een scenario van een zeer ernstig ongeval (d.w.z. met kernsmelt) waarvan de eerste gebeurtenis het totale verlies van

[26] https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/core-damage-frequency.html (bezocht: febr. 2021)

elektrische voedingen is (zowel intern en extern) zonder rekening te houden met herstelacties of interventies door de operators of het noodplan. Dit scenario wordt volledige station black-out (*Complete Station Black-Out*, CSBO) genoemd. In dit geval is verondersteld dat het ongeval evolueert waarbij de splijtstofstaven in de reactorkern smelten, het scheuren van het vat, het onder druk zetten van het primair containment tot op de ontwerpdruk van de gefilterde ventilatieopening en het vrijkomen in de omgeving van al het aanwezig radioactieve gasvormige materiaal via de filters van het *Filtered Containment Vent* (FCV). Voor dit representatieve buiten-ontwerpbasisongeval (CSBO) met een zeer geringe kans van optreden zijn de radiologische gevolgen geëvalueerd [Tractebel, 2020e].

Ongevalsanalyses in het kader van het LTO-Project
Voor de effectbeoordeling worden de meeste relevante projecten kort beschreven en wat het mogelijke effect is op de nucleaire veiligheid van KCD-1 en KCD-2. Tevens is voor de referentie-ongevallen (LOCA en FHA) nagegaan of, en zo ja welke voorgenomen wijzigingen binnen het LTO-Project van invloed kunnen zijn op de radiologische gevolgen van het betreffende ongeval. Vervolgens zijn radiologische gevolgen vastgesteld voor de situatie met uitvoering van de wijzigingen [Tractebel, 2020d].

3.4.7.2 Uitgangssituatie

Om de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 mogelijk te maken is het project LTO (*Long Term Operation*) geïnitieerd. Een van de onderdelen van dit project is de uitvoering van de vierde PSR om de nucleaire veiligheid van de centrale opnieuw te evalueren en verder te verbeteren.

Tegelijkertijd heeft de *European Nuclear Safety Regulators Group* (ENSREG) besloten dat na het ongeluk van de kerncentrale van Fukushima Daiichi er voor alle kerncentrales in Europa een volledige en transparante risico- en veiligheidsevaluatie uitgevoerd dient te worden. In België is uit deze evaluatie het project *Belgian Stress Tests* (BEST) voortgekomen. Het project BEST is toegevoegd aan het LTO-Project.

Het project LTO (incl. PSR 4 en BEST) heeft geleid tot diverse ontwerpverbeteringen [Electrabel, 2012a], zoals:

- In het gebouw voor noodsystemen (GNS) twee nooddichtingswater primaire pompen (RJ) per eenheid i.p.v. één installeren;
- De *Refuelling Water Storage Tanks* (RWST) van KCD-1 en KCD-2 aardbevingsbestendig maken teneinde de robuustheid van deze eenheden te verhogen;
- Automatische brandblussing in de machinezaal verbeteren;
- De grote isolatie-afsluiters tussen de stilstandkoelkring (SC)-treinen motoriseren;
- De fysieke scheiding van de 6 kV-voedingskabels van het GNS in het Gebouw voor Elektrische Hulpdiensten (GEH) verbeteren;
- Een *Filtered Containment Vent* (FCV) plaatsen;
- Procedures voor *scram*-testen aanscherpen (formele *prejob briefing*) en jaarlijkse testen voorzien op de sturing van de partiële *scram breakers*.

Alle ontwerpverbeteringen, zoals benoemd in Long Term Operation Technisch Rapport Doel 1&2 [Electrabel, 2012a] zijn ingepland en uitgevoerd in de periode 2012-2018[27]. De ontwerpverbeteringen worden stapsgewijs geïmplementeerd, vanaf nu, in parallel met de acties als gevolg van de veroudering. Er moet rekening gehouden worden met de studiefase, kwalificatie, fabricatie, levering, bouw en installatie van het materiaal en de gebouwen. De eerste jaren worden gebruikt voor de voorbereidingen, waardoor de effectieve constructieperiode van 2015 tot en met 2018 loopt.

De relevantste wijziging t.a.v. de ongevalsanalyses betreft de installatie van een systeem voor gefilterde drukontlasting of *Filtered Containment Vent* (FCV) om het *containment* te beschermen tegen overdruk bij een ongeval met kernsmelting en zo onaanvaardbare radiologische gevolgen voor de omgeving te vermijden [Tractebel, 2020d]. De Uitgangssituatie is gedefinieerd als de periode 2012-2014. Gedurende 2015 tot en met 2018 worden de LTO-maatregelen uitgevoerd. In de Uitgangssituatie is FCV dus nog niet beschikbaar.

KCD-3, KCD-4 en WAB hebben hun eigen periodieke veiligheidsevaluatiecyclus. In de dagelijkse exploitatie van deze installaties wordt voortdurend gestreefd naar continue verbetering en het zorgdragen voor de veiligheid [Electrabel, 2013a].

3.4.7.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van accidentele situaties (ontwerpbasisongevallen en buiten-ontwerpbasisongevallen) op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Deze wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte paragraaf behandeld wordt:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): het reguliere bedrijf na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd wordt en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op de verzamelde data in de Uitgangssituatie (2012-2014) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018. Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten van KCD-3, KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[28].

---

[27] Tijdens de onderhoudsstop in 2019 (die duurde tot begin 2020) worden de laatste werkzaamheden t.b.v. LTO voltooid. Omdat met name niet al het radioactief afval uit de constructiefase is verwerkt en dit invloed heeft op de totalen van de jaren na 2018, wordt in dit MER verondersteld dat van 2019 er geen LTO werkzaamheden uitgevoerd worden.

[28] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3

3.4.7.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Het LTO-syntheserapport bevat het geïntegreerde actieplan, welke ter beoordeling is voorgelegd aan FANC [Electrabel, 2015c]. FANC heeft samen met Bel V dit plan geanalyseerd en die analyse toont aan dat het Project haalbaar is en de veiligheid van KCD-1 en KCD-2 aangetoond blijft tijdens de periode van Long Term Operation [FANC, 2015a]. Afhankelijk van het soort werkzaamheden kunnen de LTO-maatregelen tijdens normaal bedrijf worden uitgevoerd worden of kunnen deze alleen tijdens een revisie worden uitgevoerd. Deze revisies worden daar waar nodig verlengd. Met name de technische LTO-maatregelen kunnen alleen tijdens een revisie uitgevoerd worden. In de periode 2015-2018 worden deze maatregelen uitgevoerd en die periode wordt binnen dit Project de "bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018" genoemd. In § 1.5 zijn een aantal ontwerpverbeteringen aangegeven die voortkwamen uit de project LTO (incl. PSR 4) en BEST [Electrabel, 2012a] als onderdeel van het actieplan. Hieronder wordt voor deze aangegeven wat de veiligheidsverbetering is:

- In het gebouw voor noodsystemen (GNS) twee nooddichtingswater primaire pompen (RJ) per eenheid i.p.v. één installeren.
  Deze extra RJ-pompen vervullen de back-up van al aanwezige nooddichtingswater primaire pompen. Uit de probabilistische veiligheidsstudie blijkt dat hierdoor de kans op kernsmelt aanzienlijk kleiner wordt; met andere woorden de kans op een accidentele situatie waarbij kernsmelt kan optreden wordt aanzienlijk kleiner.

- De *Refuelling Water Storage Tanks* (RWST) van KCD-1 en KDC-2 aardbevingsbestendig maken teneinde de robuustheid van deze eenheden te verhogen.
  Door de RWSTs aardbevingsbestendig te maken, wordt de robuustheid van de gehele installatie verder verhoogd. Deze tanks zijn een ontwerpbeheersing, om bij accidentele situaties geboreerd water beschikbaar te hebben. Dit water kan gebruikt worden voor het koelen van de reactorkern en om te voorkomen dat de nucleaire kettingreactie begint.

- Automatische brandblussing in de machinezaal verbeteren.
  Naast de automatische brandblussing te verbeteren worden er ook extra brandscheidingsmuren geïnstalleerd in de kelder van de machinezaal. Hier wordt de eventuele horizontale verspreiding van olie belet. Samen met de verhoging van de efficiëntie van de blussystemen neemt het risico op een oliebrand in de machinezaal hierdoor significant af.

- De grotere isolatie-afsluiters tussen de stilstandkoelkring (SC)-treinen motoriseren.
  Door deze motorisering (en automatisering) kunnen de grote isolatie-afsluiters sneller gesloten worden, waarmee, indien wenselijk, sneller een SC-trein geïsoleerd kan worden.

- De fysieke scheiding van de 6 kV-voedingskabels van het GNS in het Gebouw voor Elektrische Hulpdiensten (GEH) verbeteren.
  Door deze fysieke scheiding zal de kans dat meerdere voedingskabels tegelijkertijd door brand defect raken aanzienlijk verkleinen. Hiermee wordt de betrouwbaarheid van de veiligheidssystemen van het GNS vergroot.

- Een Filtered Containment Vent (FCV) plaatsen.
  Het is niet uit te sluiten dat door een extreem ongeval (met een zeer kleine kans van optreden) er overdruk ontstaat in het reactorgebouw. Om overdruk te voorkomen, dient het reactorgebouw

afgeblazen te kunnen worden. Om tegelijkertijd zo min mogelijk radioactiviteit te lozen, wordt in die eventuele situatie afgeblazen via een filter.

- Procedures voor scram-testen aanscherpen (formele prejob briefing) en jaarlijkse testen voorzien op de sturing van de partiële scram breakers.
  Door de procedures van de scram-testen aan te scherpen wordt de kans op fouten tijdens dergelijke testen verkleind. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid van het scram-systeem[29] verhoogd.

De overige LTO-maatregelen uit het actieplan dragen bij aan de veiligheidsverbetering van het KCD-1 en KCD-2. Al deze maatregelen tezamen verlagen de kans op een accidentele situatie.

Naast diverse veiligheidsverbeteringen is als onderdeel van het geïntegreerde actieplan het beheer van veroudering en de kwalificatie van de componenten van de eenheden geperfectioneerd met als doel de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de KCD-1 en KCD-2 te garanderen.

Er wordt verondersteld dat de voltooiing van de maatregelen pas aan het einde van de periode 2015-2018 plaatsvindt waardoor geen krediet genomen kan worden voor deze maatregelen in deze periode.

3.4.7.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

Na uitvoering van alle LTO-maatregelen is de nucleaire veiligheid van KCD-1 en KCD-2 verbeterd. De kans op een accidentele situatie met een radioactieve lozing is hierdoor kleiner geworden, waardoor de kans op een mogelijk milieueffect ook kleiner wordt.

In het kader van het Project is de probabilistische veiligheidsstudie (PSA) geactualiseerd en waarbij tevens de indicator voor het risico op potentiële kernschade (CDF) is geactualiseerd. Ten opzichten van de Uitgangssituatie is de CDF meer dan gehalveerd. Hierbij geldt hoe kleiner de CDF, hoe kleiner het risico op een ongeval waarbij kernschade optreedt, dus hoe veiliger de kerncentrale. Opgemerkt dient te worden dat CDF in de Uitgangssituatie reeds onder de doelstelling van de IAEA lag. Door de LTO-maatregelen benadert KCD-1 en KCD-2 de richtwaarden voor nieuwe reactoren, volgens IAEA SSG-3 [IAEA, 2010].

De referentie-ontwerpbasisongevallen, geldend voor KCD-1 en KCD-2, LOCA (breuk van een primaire leiding) en FHA (splijtstofbehandelingsongeval bij het splijtstofbekken) zijn opnieuw geanalyseerd in het kader van het Project [Tractebel, 2020d]. Dit is eveneens gedaan voor het referentie buiten-ontwerpbasisongeval *Complete Station Black-Out (*CSBO) [Tractebel,2020e]. De conservatief bepaalde[30] effectieve dosis resulterend uit deze ongevallen zijn weergegeven in Tabel 3-42.

---

[29] Scram-systeem zorgt ervoor dat de nucleaire kettingreactie stopt.

[30] Volgens de daarvoor geldende richtlijnen met o.a. Safety Guidance on the application of conservative and less conservative approaches for the analysis of radiological consequences, Bel V, June 2017.

Tabel 3-42 Effectieve dosis en de schildklier dosis aan de terreingrens van KCD als gevolg van de optreden van LOCA en FHA, vergeleken met dosislimieten zoals beschreven in de algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag, die een onderdeel zijn van de vergunning, in mSv. Beiden bepaald voor het pessimistische (conservatieve) model. En het referentie buiten-ontwerpbasisongeval CSBO.

Referentie-ongeval		**Dosis aan de terreingrens [mSv]**	**Vergunningslimiet [mSv]**
LOCA	Effectieve dosis	1,96	20,4
	Schildklier dosis	38,5	38,5
FHA bij het splijtstofbekken	Effectieve dosis	1,44	5,7
	Schildklier dosis	16,9	24,7
CSBO	Effectieve dosis	13,2	geen
	Schildklier dosis	5,5	geen

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de effectieve volgdoses resulterend uit beide referentie-ontwerpbasisongevallen binnen de gestelde limieten blijven. Tevens wordt opgemerkt dat de doses voor het buiten-ontwerpbasisongeval CSBO lager zijn dan de aan de terreingrens geldende limieten zoals beschreven in de algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag als onderdeel van de vergunning [Electrabel, 1981].

Tegelijkertijd worden KCD-3, KCD-4, WAB en SCG geëxploiteerd en ze zijn geen onderdeel van het Project. Daarom wijzigt de kans op een mogelijk accidentele situatie met een radioactieve lozing niet. Dus de kans op een mogelijk milieu-impact ook niet. Gesommeerd voor de gehele site geldt dat de kans op een mogelijk milieu-impact lager wordt.

3.4.7.3.3 Nul-alternatief

Indien geen levensduurverlenging plaats vindt zullen zowel KCD-1 als KCD-2 definitief worden afgeschakeld. Voor de afvoer van de nakomende warmte zullen de splijtstofelementen nog altijd gekoeld moeten worden, in eerste instantie met de koelkring van de reactor. De reactoren zullen definitief ontladen worden. De splijtstofelementen worden overgebracht naar het splijtstofbekken en gekoeld met de koelkringen van dit bekken. Deze overgangsfase tot het begin van de ontmanteling zal zowel plaatsvinden bij het Nul-alternatief (geen Project) als bij het Project.

In beide situaties is de overgangsfase gelijk qua duur en voorbereidingen ten behoeve van de ontmanteling. Het enige verschil is het tijdstip waarop Definitieve Stopzetting plaatsvindt. Tevens zal er geen verschil zijn ten aanzien van de nucleaire veiligheid tussen het Nul-alternatief (geen Project) en het Project. Dit geldt ook voor een incident met mogelijk een radioactieve lozing en de daarbij behorende milieu-impact. Het enige verschil is dat bij Nul-alternatief het risico op een te veronderstellen ongeval eerder niet meer aanwezig is.

Tegelijkertijd worden KCD-3, KCD-4, WAB en SCG geëxploiteerd en wijzigt de kans om een mogelijk accidentele situatie met een radioactieve lozing voor deze installaties niet. Dus de kans op een mogelijk milieueffect ook niet. Gesommeerd voor de gehele site zal de kans op een door een accidentele situatie optredend milieueffect bij het Nul-alternatief (geen Project) kleiner zijn dan bij de Uitgangssituatie, omdat KCD-1 en KCD-2 niet verder uitgebaat worden.

Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2

Tijdens DSZ fase 1 worden alle splijtstofelementen vanuit beide reactoren overgebracht naar het

splijtstofbekken. Fase 1 eindigt wanneer alle splijtstofelementen zijn overgebracht. Vanaf dat moment wordt enkel de nakomende warmte afgevoerd via de koelkringen van het splijtstofbekken. Wanneer beide reactoren zijn ontladen zijn de reactor-ongevallen, zoals beschreven in het veiligheidsrapport niet langer relevant [VR-KCD]. Het enige ongeval dat nog wel relevant is het splijtstofbehandelingsongeval (FHA) bij het splijtstofbekken.

Omdat gedurende fase 2 en fase 3 van de Definitieve Stopzettingsperiode nog splijtstofelementen aanwezig zijn, blijft gedurende deze beide fasen het enige relevante ongeval het FHA. Zoals in Tabel 3-42 is aangegeven blijft de effectieve dosis aan de terreingrens en de schildkierdosis t.g.v. dit ongeval onder de daar voor geldende limieten.

In DSZ fase 4 is geen splijtstofhoudend materiaal meer aanwezig bij beide reactoren en vervalt daarmee het ongeval FHA.

3.4.7.4 Grensoverschrijdende effecten

Hoewel de kans zeer klein is, zullen de gevolgen van grote ongevallen een grensoverschrijdend karakter hebben. Hierbij zijn vooral de effecten richting Nederland relevant, door de nabije ligging van deze landsgrens en door de meest voorkomende windrichting (zuidwest) welke eventuele vrijgezette radionucliden richting het Nederlandse grondgebied zal transporteren. Omdat de projectmaatregelen de kans en eventuele gevolgen van ongevallen reduceert, zal deze reductie ook van toepassing zijn op het Nederlandse grondgebied.

Bij de ongevalsanalyses in het kader van het Project is voor de referentie-ongevallen (LOCA en FHA) nagegaan wat de mogelijke radiologische gevolgen van het betreffende ongeval zijn aan de Nederlandse grens [Tractebel, 2020d]. In Tabel 3-43 zijn de conservatieve resultaten, bepaald volgens de daarvoor geldende richtlijnen, weergegeven en welke laten zien dat de beide referentie-ongevallen aan de daarbij behorende limieten aan de Nederlandse grens voldoen [Tractebel, 2020d]. Dit is eveneens gedaan voor het referentie buiten-ontwerpbasisongeval *Complete Station Black-Out (*CSBO) [Tractebel,2020e].

Tabel 3-43 Effectieve dosis en schildklier dosis aan de Nederlandse grens als gevolg van de optreden van LOCA en FHA, vergeleken met dosislimieten zoals beschreven in de algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag, die een onderdeel zijn van de vergunning, in mSv. Beiden bepaald voor het pessimistische (conservatieve) model. En het referentie buiten-ontwerpbasisongeval CSBO.

Referentie-ongeval		**Dosis aan de Nederlandse grens [mSv]**	**Vergunningslimiet [mSv]**
LOCA	Effectieve dosis	0,28	2,7
	Schildklier dosis	5,4	5,4
FHA bij het splijtstofbekken	Effectieve dosis	0,46	1,5
	Schildklier dosis	5,4	8,0
CSBO	Effectieve dosis	0,45	geen
	Schildklier dosis	0,19	geen

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de effectieve volgdoses resulterend uit beide referentie-ontwerpbasisongevallen binnen de gestelde limieten blijven. Voor het referentie buiten-ontwerpbasisongeval CSBO geldt dat doses aan de Nederlandse grens lager zijn dan de voor de Nederlandse grens geldende limieten beschreven in de algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag, die een onderdeel zijn van de vergunning [Electrabel, 1981]. Tevens kan opgemerkt

worden dat de doses lager zijn dan de dosis die voor evacuatie, schuilen en inname van stabiel jodium zijn vermeld in het Koninklijk Besluit inzake noodplanning zijn vermeld [Besluit, 2018] (zie Tabel 3-44).

Tabel 3-44 Dosisreferentieniveau t.b.v. nucleaire en radiologische noodplannen.

Beschermingsmaatregel	Dosiscriteria en integratie periode	Doelgroep	Richtwaarde [mSv]
Schuilen	Effectieve dosis in 24 uur		5
Inname stabiel jodium	Equivalente dosis aan de schildklier	Kinderen, zwangere vrouwen en vrouwen die borstvoeding geven	10
		Volwassen	50
Evacuatie	Effectieve dosis in 7 dagen		50

Afhankelijk van de ernst van het ongeval en de weerscondities kunnen de radionucliden ook verdeeld worden over de overige Europese landen. Op 13 augustus 2020 heeft de Federale Overheidsdienst Economie in het kader van de nieuwe wet betreffende het uitstel van de desactivering van KCD-1 en KCD-2 de autoriteiten van de landen gelegen in een straal van 1000 km rond KCD-1 en KCD-2 hiervan in kennis gesteld. Voor de landen Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en Verenigd Koninkrijk (grenzend aan België) zijn dosisberekeningen uitgevoerd op basis van de berekeningen die voor de Nederlandse grens zijn gedaan op basis van de ontwerpbasisongevallen FHA en LOCA. Deze berekeningen tonen aan dat de doses zouden worden verminderd met een factor van ongeveer 65 voor Frankrijk, 80 voor Duitsland,120 voor Luxemburg en 130 voor het Verenigd Koninkrijk in vergelijking met de resultaten op de Nederlandse grens. Voor andere landsgrenzen die verder gelegen zijn binnen een straal van 1000 km van KCD-1 en KCD-2 (zoals Zweden, Oostenrijk, Polen, Tsjechië, Denemarken en Ierland), worden de gevolgen begrensd door de gevolgen geëvalueerd aan de Luxemburgse grens, dus minstens 120 keer lager dan bij de Nederlandse grens, wat dus inhoudt dat sprake is van een niet-significante radiologische impact als gevolg van de ontwerpbasisongevallen [Tractebel, 2020d].

Ook de radiologische gevolgen van het referentie buiten-ontwerpbasisongeval CSBO is in kaart gebracht. Uit deze evaluatie blijkt dat de doses ongeveer met een factor 55 zouden worden verlaagd voor Frankrijk, 67 voor Duitsland, 103 voor Luxemburg en 114 voor het Verenigd Koninkrijk in vergelijking met de resultaten aan de Nederlandse grens, waardoor de resultaten aanzienlijk lager zouden zijn. Voor andere grenzen die verder gelegen zijn binnen een straal van 1000 km van KCD-1 en KCD-2 (zoals Zweden, Oostenrijk, Polen, Tsjechië, Denemarken en Ierland), worden de gevolgen beperkt door de gevolgen geëvalueerd aan de Luxemburgse grens, dus minstens 103 keer lager dan aan de Nederlandse grens, wat dus inhoudt dat sprake is van een niet-significante radiologische impact als gevolg van de buiten-ontwerpbasisongevallen [Tractebel, 2020e].

3.4.7.5 Monitoring

Elke aanpassing in de centrale wordt afgestemd met het FANC, waarbij berekeningen worden uitgevoerd om het effect van de aanpassing op de nucleaire veiligheid te bepalen. Alleen na goedkeuring van FANC mag de betreffende aanpassing worden uitgevoerd.

3.4.7.6 Mitigerende maatregelen

Electrabel kan (en moet) voldoen aan de in België vigerende criteria voor ongevallen. Hiertoe zijn KCD-1 en KCD-2, evenals KCD-3, KCD-4, WAB en het SCG, voorzien van diverse veiligheidsvoorzieningen en

heeft een noodplan wat dient aan te sluiten op het nationale nucleaire en radiologische noodplan. Additionele mitigerende maatregelen in het kader van het Project zijn daarom niet nodig.

3.4.7.7 Leemten in kennis

Er zijn geen leemten in kennis die invloed hebben op de alternatieven afweging en staan daarmee besluitvorming niet in de weg.

3.4.7.8 Conclusies

Na uitvoering van de LTO-maatregelen (het Project) is de nucleaire veiligheid verbeterd. Bij het actualiseren van de probabilistische veiligheidsstudie (PSA) blijkt dat de kernsmeltfrequentie (CDF) meer dan gehalveerd is. Dit resulteert erin dat de kans op een accidentele situatie met radioactieve lozingen tijdens de uitbatingsperiode kleiner is dan in de Uitgangssituatie. Met name door de *Filtered Containment Vent* wordt de kans op eventuele radioactieve lozing ten gevolge van een mogelijk accidentele situatie verlaagd.

De referentie-ongevallen verlies van koelmiddel (LOCA), splijtstofbehandelingsongeval (FHA) bij de splijtstofbekken en volledige station black-out (CSBO) zijn voor het Project opnieuw geanalyseerd. Voor alle drie de referentie-ongevallen geldt dat de dosis lager is dan de geldende limieten zoals beschreven in de algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag als onderdeel van de vergunning [Electrabel, 1981]. Tevens kan opgemerkt worden dat voor het referentie buiten-ontwerpbasisongeval de doses lager zijn dan de dosis die voor evacuatie, schuilen en inname van stabiel jodium zijn vermeld in het Koninklijk Besluit inzake noodplanning zijn vermeld [Besluit, 2018] (zie Tabel 3-44).

Voor landen met de grotere afstand tot KCD dan Nederland zijn de doses factoren kleiner dan dosis aan de Nederlandse grens wat dus inhoudt dat sprake is van een niet-significante radiologische impact als gevolg van de referentie-ongevallen.

Voor het Nul-alternatief zal de kans op een door een accidentele situatie optredend milieueffect t.g.v. de site KCD nog kleiner zijn dan bij het Project, omdat KCD-1 en KCD-2 niet verder uitgebaat worden.

Door de noodorganisatie van KCD en het Nationaal Nucleair en Radiologisch Noodplan worden de mogelijke gevolgen bij een mogelijk accidentele situatie beheerst.

3.4.8 Totale effectieve volgdosis

3.4.8.1 Methodologie

In deze paragraaf wordt de totale effectieve volgdosis bepaald waaraan een lid van de bevolking maximaal blootgesteld kan worden, als gevolg van de uitbating van KCD. Deze totale effectieve volgdosis is afkomstig van vier bronnen, die apart zijn beschreven in eerdere paragrafen:

- Directe straling (§ 3.4.1);
- Effectieve volgdosis als gevolg van gasvormige lozingen (§ 3.4.3);
- Effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen (§ 3.4.4).

De maximale dosis die een lid van de bevolking kan ontvangen wordt berekend voor een zogenaamd "kritisch individu", dit is een persoon die de maximale dosis kan oplopen op basis van zeer conservatieve aannamen. Hierbij wordt bijvoorbeeld aangenomen dat de persoon zich het gehele jaar aan de terreingrens zal bevinden waar het hoogste dosistempo wordt gemeten, terwijl de persoon zich tegelijkertijd ook op de locatie met de hoogste luchtgedragen activiteit en ook op de locatie met de hoogste activiteitdepositie zal bevinden.

De totale effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare en atmosferische lozingen zijn gebaseerd op dosisberekeningen volgens de door de *United States Nuclear Regulatory Commission* (US-NRC) gepubliceerde methode [NRC, 1977] en door FANC aangepast naar de Belgische context en vastgelegd in *Méthodes et hypothèses relatives au calcul de doses à la population dues aux rejets de routine pour les établissement nucléaires de classe I en Belgique* [FANC, 2013a].

De directe dosis is gebaseerd op metingen aan de terreingrens. De totale effectieve volgdosis voor de bevolking als gevolg van de uitbating wordt getoetst aan de wettelijke limiet uit het ARBIS van 1 mSv per jaar [ARBIS]. Zoals eerder beschreven geldt deze limiet van 1 mSv voor de dosis als gevolg van de uitbating van een nucleaire installatie en komt deze bovenop de natuurlijke achtergrondstraling (ongeveer 4,0 mSv per jaar [FANC, 2018]).

3.4.8.2 Uitgangssituatie

De totale effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van de gehele site (KCD) voor een volwassen kritisch individu is samengevat in Tabel 3-45. De effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare en atmosferische lozingen zijn gebaseerd op dosisberekeningen volgens de door de *United States Nuclear Regulatory Commission* (US-NRC) gepubliceerde methode [NRC, 1977]. De directe dosis is gebaseerd op de hoogste meting aan de terreingrens (Tabel 3-3). Deze gemeten dosis is gecorrigeerd voor de natuurlijke achtergrondstraling zoals bepaald door het FANC voor het noorden van België (0,7 mSv per jaar) [FANC, 2018]. De hiermee bepaalde dosis is de meest conservatieve (maximale) dosis die een lid van de bevolking kan oplopen als gevolg van de uitbating van een kerncentrale. Hierdoor wordt een overschatting van de reële blootstelling berekend.

Tabel 3-45 Effectieve volgdosis voor een volwassene als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de Uitgangssituatie (2012-2014).

Jaar	Direct [mSv/jr]	Gasvormig [mSv/jr]	Vloeibaar [mSv/jr]	Totaal [mSv/jr]
2012	0,22	0,0098	0,0011	0,23
2013	0,22	0,0094	0,00077	0,23
2014	0,20	0,0094	0,00060	0,21

De totale effectieve volgdosis voor een volwassene wordt bepaald door de directe straling aan de terreingrens. De lozingen in zowel de Schelde als in de atmosfeer dragen slechts marginaal bij aan de totale effectieve volgdosis.

De totale effectieve volgdosis voor de verschillende leeftijdscategorieën als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 is samengevat in Tabel 3-46; dit is de sommatie van de effectieve volgdosis voor directe straling, vloeibare en gasvormige lozingen (§ 3.4.1, § 3.4.3, § 3.4.4). Omdat de directe straling aan

de terreingrens de hoogste bijdrage aan de totale dosis levert, en deze onafhankelijk van de leeftijd is, verschillen de doses tussen de leeftijdsklassen slechts marginaal.

Tabel 3-46 Totale effectieve volgdosis voor een kritisch individu als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 gedurende de Uitgangssituatie.

	Totale effectieve volgdosis KCD-1 en KCD-2 [mSv/jr]					
Jaar	**<1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
2012	0,22	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22
2013	0,22	0,23	0,22	0,22	0,22	0,22
2014	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

De totale effectieve volgdosis voor de verschillende leeftijdsgroepen als gevolg van de uitbating van KCD (KCD-1, KCD-2, KCD-3, KCD-4, WAB en SCG) is samengevat in Tabel 3-47. Ook voor de totale dosis van de site levert de directe dosis aan de terreingrens de hoogste bijdrage, waardoor de totale dosis tussen de leeftijdsklassen slechts marginaal verschilt. De effectieve volgdosis blijft in alle jaren ruim onder de wettelijke limiet van 1 mSv per jaar.

Tabel 3-47 Totale effectieve volgdosis voor de verschillende leeftijdsgroepen als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de Uitgangssituatie.

	Totale effectieve volgdosis KCD [mSv/jr]					
Jaar	**<1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
2012	0,23	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23
2013	0,22	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23
2014	0,21	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21
Gebaseerd op Vergunningslimieten	1	1	1	1	1	1

3.4.8.3 Effectbeoordeling

De mogelijke gevolgen van gasvormige lozingen op het milieu worden beoordeeld voor beide te behandelen scenario's:

- Uitvoering van het Project
  Deze wordt opgesplitst in twee fasen, welke elk in een aparte paragraaf behandeld worden:
  - Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018: de constructie van de LTO-maatregelen. Deze worden met name tijdens revisies uitgevoerd. Ook baat Electrabel zowel KCD-1 als KCD-2 in deze periode uit;
  - Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025): het reguliere bedrijf na uitvoering van de LTO-maatregelen;
- Nul-alternatief, het Project wordt niet gerealiseerd en de uitbating van KCD-1 en KCD-2 stopt in 2015.

De impact van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 wordt gebaseerd op de verzamelde data in de Uitgangssituatie (2012-2014) en wordt bepaald voor de periode 2015-2025. Waar mogelijk zijn beschikbare data gebruikt om de verwachte effecten te toetsen aan reële data uit de periode 2015-2018.

Voor de beoordeling van het Project en het Nul-alternatief wordt aangenomen dat de milieueffecten van KCD-3, KCD-4 en het WAB tot en met 2025 gelijk zullen blijven aan de Uitgangssituatie. Dit is een conservatieve aanname[31].

3.4.8.3.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018

Als voorwaarde voor de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 is een pakket met maatregelen opgesteld om de veiligheid van de eenheden te verbeteren. Deze LTO-maatregelen worden geïmplementeerd in de periode van 2015 tot en met 2018, de periode welke in dit Project is gedefinieerd als de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018.

Gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 zullen de beide eenheden in bedrijf zijn, de maatregelen zullen hoofdzakelijk tijdens revisies worden geïmplementeerd. Doordat de werkzaamheden voornamelijk tijdens revisies plaatsvinden wordt er geen significante toename van atmosferische en vloeibare lozingen verwacht. Hoewel de afscherming van de reactorgebouwen voldoende zal zijn om een significante dosis aan de terreingrens te voorkomen, zullen lokale transporten, bijvoorbeeld naar het water- en afvalbehandelingsgebouw, mogelijk leiden tot een licht verhoogde dosis aan de terreingrens.

Gezien de aard van dit Project is de dosis gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 al bekend. Deze is samengevat in Tabel 3-48 en, met uitzondering van directe straling, toont geen significante verandering ten opzichte van de Uitgangssituatie.

Zoals eerder beschreven is de dosis als gevolg van directe straling licht verhoogd vergeleken met de Uitgangssituatie, wat vermoedelijk is veroorzaakt door extra interne transporten van radioactief besmet materiaal.

Tabel 3-48 Effectieve volgdosis voor een volwassene als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018.

Jaar	Direct [mSv/jr]	Gas [mSv/jr]	Vloeibaar [mSv/jr]	Totaal [mSv/jr]
2015	0,31	0,0099	0,00046	0,32
2016	0,29	0,010	0,00084	0,29
2017	0,26	0,0093	0,00082	0,27
2018	0,27	0,010	0,00072	0,27

De totale effectieve volgdosis voor de verschillende leeftijdsgroepen als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 is evenzo samengevat in Tabel 3-49. In Tabel 3-50 is dit samengevat als gevolg van de uitbating van KCD (KCD-1, KCD-2, KCD-3, KCD-4, WAB en SCG).

[31] Voor nadere toelichting over deze aanname, zie § 1.1.3

Tabel 3-49 Totale effectieve volgdosis voor een kritisch individu als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 gedurende de Uitgangssituatie.

	Totale effectieve volgdosis KCD-1 en KCD-2 [mSv/jr]					
Jaar	**<1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
2015	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
2016	0,29	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29
2017	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
2018	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

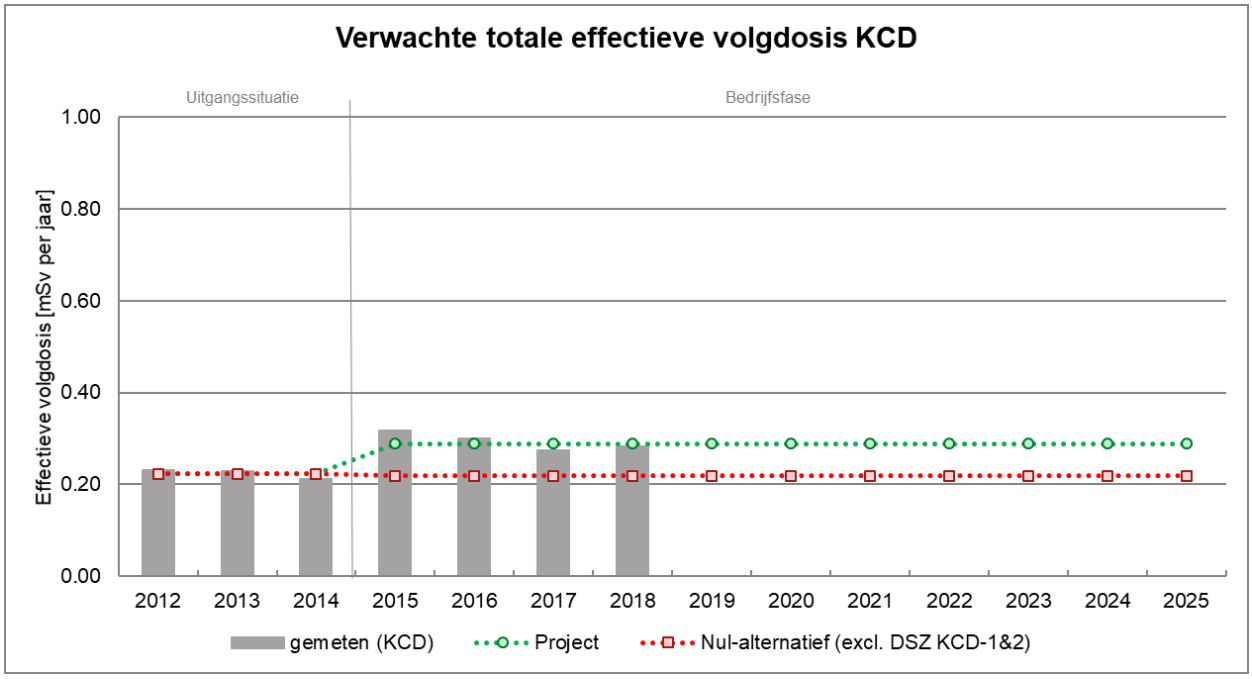
Tabel 3-50 Totale effectieve volgdosis voor de verschillende leeftijdsgroepen als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018.

	Totale effectieve volgdosis KCD [mSv/jr]					
Jaar	**<1 jaar**	**1-2 jaar**	**2-7 jaar**	**7-12 jaar**	**12-17 jaar**	**>17 jaar**
2015	0,31	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32
2016	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30
2017	0,27	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
2018	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28
Gebaseerd op vergunningslimieten	1	1	1	1	1	1

Evenals bij de Uitgangsituatie geldt voor zowel de site KCD als voor KCD-1 en KCD-2 samen dat de directe straling aan de terreingrens de hoogste bijdrage levert aan de totale effectieve volgdosis, waardoor de totale dosis tussen de leeftijdsklassen slechts marginaal verschilt. De effectieve volgdosis blijft in alle jaren ruim onder de wettelijke limiet van 1 mSv per jaar.

3.4.8.3.2 Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)

Na de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 zullen de eenheden in een verdere bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) geëxploiteerd worden. Het is aannemelijk dat de dosis gedurende de bedrijfsfase in de toekomstige situatie niet significant zal verschillen van de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018. De totale effectieve volgdosis van KCD is grafisch weergegeven in Figuur 3-36.



Figuur 3-36 Verwachte totale effectieve volgdosis KCD als gevolg van directe straling, vloeibare en gasvormige lozingen, voor het Project en het Nul-alternatief.

Cumulatief effect van het Project

Op basis van de voorgaande beschrijvingen wordt verwacht dat de maximale cumulatieve dosis als gevolg van dit Project 3,3 mSv (11 jaar à 0,30 mSv/jr (gemiddelde over 2015-2018) zal bedragen. Omdat de verschillende dosisberekeningen eveneens een uiterst conservatieve methode gebruiken is de berekende cumulatieve dosis als gevolg van dit Project een sterke overschatting van een reële dosis.

Desondanks ligt de berekende cumulatieve dosis van 3,3 mSv ruim onder de geïnduceerde cumulatieve dosislimiet[32] (11 jaar × 1 mSv=11 mSv) en worden geen significante effecten verwacht. Ter illustratie is de gemiddelde Belgische achtergronddosis over de periode van dit Project ruim 43 mSv [FANC, 2018].

3.4.8.3.3 Nul-alternatief

Bij het Nul-alternatief worden KCD-1 en KCD-2 afgeschakeld en zal gestart worden met de Definitieve Stopzetting. Het verschil tussen het Project en het Nul-alternatief wordt bepaald door de toename in de directe stralingsdosis aan de terreingrens, welke waarschijnlijk wordt veroorzaakt door het grotere aantal opgeslagen verbruikte splijtstofelementen in het SCG. Daartegen over staat dat door het afschakelen van KCD-1 en KCD-2 de gasvormige en vloeibare lozingen t.g.v. uitbating van deze eenheden stopt.

Zoals beschreven in de § 3.4.1 tot en met § 3.4.6 heeft DSZ geen of tijdelijke beperkte gevolgen voor de beschouwde milieuaspecten. Algemeen kan gesteld worden dat de jaarlijkse radiologische impact gedurende DSZ kleiner is dan die ten gevolge van de uitbating van de betreffende eenheid.

[32] Dit is geen wettelijke limiet. De wettelijke limiet is 1 mSv per jaar [ARBIS].

Dit zal bij beide scenario's gebeuren, alleen bij het Project-scenario zal dit 10 jaar later zijn dan bij het Nul-alternatief. Het is aannemelijk dat de Definitieve Stopzetting van KCD-1 en KCD-2 bij beide scenario's op gelijke wijze wordt uitgevoerd, waardoor naar verwachting de milieueffecten niet verschillen tussen beide scenario's.

3.4.8.4 Grensoverschrijdende effecten

Dosiseffecten aan de Nederlandse grens
Het Nederlandse besluit van 23 oktober 2017, houdende vaststelling van regels ter bescherming van personen tegen de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling (Bbs), Artikel 9.2.1 stelt dat de maximale dosis voor een lid van de Nederlandse bevolking als gevolg van het uitbaten van een nucleaire installatie maximaal 0,1 mSv per jaar mag bedragen. Dit is de Nederlandse dosislimiet als gevolg van directe straling, vloeibare en gasvormige lozingen. In Tabel 3-51 op basis van wat is beschreven bij grensoverschrijdende effecten onder directe straling (§ 3.4.1), gasvormige lozingen (§ 3.4.3) en vloeibare lozingen (§ 3.4.4) de totale effectieve volgdosis voor de Nederlandse bevolking als gevolg de uitbating van KCD weergegeven.

Tabel 3-51 Effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van KCD voor de Nederlandse bevolking.

Direct [mSv/jr]	Gasvormig [mSv/jr]	Vloeibaar [mSv/jr]	Totaal [mSv/jr]
0,000078	< 0,027	0,00042	< 0,027

Uit bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat als gevolg van de uitbating van KCD voldaan wordt aan de in Nederland geldende blootstellingslimiet voor de bevolking.

Dosiseffecten aan de grens met andere omringende landen
Voor de overige omringende landen, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk, is ook de effectieve volgdosis berekend op basis van de afstanden van de betreffende landsgrenzen tot KCD. Deze landsgrenzen bevinden zich op aanzienlijk grotere afstand tot KCD dan de Nederlandse grens, namelijk respectievelijk ca. 97 km, 117 km, 177 km en 195 km. Gezien deze afstanden is de bijdrage van directe straling aan de totale dosis gereduceerd tot nihil. De berekeningen volgens de daarvoor gebruikelijke verspreidingsmodellen, tonen aan dat de effectieve volgdosis bij de landsgrenzen van Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk significant lager is en daarmee ook ver onder de limiet van 1 mSv per jaar blijft. Het resultaat van deze berekeningen, zowel t.g.v. atmosferische lozingen als vloeibare lozingen, voor de verschillende leeftijdsgroepen is weergegeven in Tabel 3-52 voor KCD.

Tabel 3-52 Totale effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische en vloeibare lozingen door KCD gebaseerd op de vergunningslimieten voor de landsgrenzen met Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk.

	Effectieve volgdosis t.g.v. atmosferische lozingen KCD [mSv/jr]					
	<1 jaar	1-2 jaar	2-7 jaar	7-12 jaar	12-17 jaar	>17 jaar
Frankrijk	0,0011	0,0013	0,0011	0,0097	0,0010	0,00096
Duitsland	0,00097	0,0011	0,00098	0,00086	0,00091	0,00085
Luxemburg	0,00075	0,00087	0,00075	0,00066	0,00070	0,00065
Verenigd Koninkrijk	0,00070	0,00082	0,00071	0,000062	0,00066	0,00061

3.4.8.5 Leemte in kennis

De bestaande onzekerheden in kennis ten aanzien van de totale dosis zijn beschreven onder directe straling (§ 3.4.1), effectieve volgdosis als gevolg van atmosferische lozingen (§ 3.4.3) en effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen (§ 3.4.4).

De beschikbare kennis is echter voldoende om de effecten van de totale dosis van dit voornemen te bepalen. De leemten in kennis hebben daarmee geen invloed op de afweging en staan daarmee de besluitvormig niet in de weg.

3.4.8.6 Conclusies

Op basis van de ingeschatte dosis als gevolg van het Project en het Nul-alternatief kan geconcludeerd worden dat voldaan wordt aan de wettelijke limiet voor de bevolking [ARBIS], waardoor er geen significant impact bestaat op mens en milieu.

Referenties

ARBIS — Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemene reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, de Belgische staat, 2001, Brussel

Besluit, 2003 — Koninklijk Besluit van 17 oktober 2003 tot vaststelling van het nucleair en radiologisch noodplan voor het Belgisch grondgebied (B.S. 20/11/2003)

Besluit, 2011 — Koninklijk besluit van 30 november 2011 houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties, 2011, Brussel.

Besluit, 2018 — Koninklijk besluit van 1 maart 2018 tot vaststelling van het nucleair en radiologisch noodplan voor het Belgisch grondgebied, de Belgische staat, 2018, Brussel

Bos, 2000 — Inleiding tot de stralingshygiëne, A.J.J. Bos, F.S. Draaisma, e.a., Maarsen, 2000

Chopin, 2013	Radiochemistry and Nuclear Chemistry (Chapter 13), G. Choppin, J.O. Liljenzin, J. Rydberg & C. Ekberg, 2013.
CSD, 2019	Centrale nucléaire de Tihange - Construction de trois bâtiments destinés à la manutention et à l'entreposage temporaire d'emballages contenant du combustible nucléaire usé (projet SF²), NA02320.100, CSD Ingénieurs, april 2019, Namen, België
Electrabel, 1981	Nucleaire vestigingsplaats Doel: Algemene gegevens in het kader van art. 37 van het Euratomverdrag, november 1981
Electrabel, 2011	Kerncentrale Doel Rapport Weerstandstesten – Bijkomende veiligheidsvoorziening van de installaties, Electrabel, oktober 2011, Brussel, België
Electrabel, 2012	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2012, Electrabel, 2012, Doel, België
Electrabel, 2012a	Long Term Operation Technisch Rapport Doel 1&2, versie 2.0, Electrabel, Juni 2012, Brussel, België.
Electrabel, 2013	Radioactieve Lozingen KCD – Jaarverslag 2012, 10010404371/000/00, Electrabel, april 2013, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)
Electrabel, 2013a	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2013, Electrabel, 2013, Doel, België
Electrabel, 2014	Radioactieve Lozingen KCD – Jaarverslag 2013, 10010467439/000/00, Electrabel, april 2014, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)
Electrabel, 2014a	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2014, Electrabel, 2014, Doel, België
Electrabel, 2015	On-site monitoring programma KCD, 10010344280/000/02, Electrabel, September 2015, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)
Electrabel, 2015a	Radioactieve Lozingen KCD – Jaarverslag 2014, 10010535110/000/00, Electrabel, april 2015, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)
Electrabel, 2015b	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2015, Electrabel, 2015, Doel, België
Electrabel, 2015c	Verantwoord veilig verder uitbaten 2015 – 2025, Long Term Operation, Syntheserapport – Doel 1 en Doel 2, april 2015 – versie 0, Brussel, België.
Electrabel, 2016	Radioactieve Lozingen KCD – Jaarverslag 2015, 10010608742/000/00, Electrabel, april 2016, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)
Electrabel, 2016a	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2016, Engie Electrabel, 2016, Doel, België
Electrabel, 2017	Radioactieve Lozingen KCD – Jaarverslag 2016, 10010679961/000/00, Electrabel, april 2017, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Electrabel, 2017a	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2017, Engie Electrabel, 2017, Doel, België
Electrabel, 2018	Radioactieve Lozingen KCD – Jaarverslag 2017, 10010747780/000/00, Electrabel, april 2018, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)
Electrabel, 2018a	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2018, Engie Electrabel, 2018, Doel, België
Electrabel, 2019	Radioactieve Lozingen KCD – Jaarverslag 2018, 10010831621/000/00, Electrabel, april 2019, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)
Electrabel, 2019a	Kerncentrale Doel Milieuverklaring 2019, Engie Electrabel, 2019, Doel, België
Electrabel, 2020	Email conversatie met specialist radioactief afval, april 2020.
Electrabel, 2020a	Email conversatie met stralingsbeschermingsdeskundige (February –May 2020)
ENGIE, 2020	email conversatie met specialist O&NV, 4 mei 2020
ENSREG, 2011	Declaration of ENSREG, European Nuclear Safety Regulatory Group, 13 mei 2011
EU, 2013	Richtlijn tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling, 2013/59/EURATOM, Raad van de Europese Unie, 5 december 2013, Brussel, België.
FANC, 2009	Strategienota “Long term operation van Belgische Kerncentrales: Doel 1/2 en Tihange 1”, Nota nr. 008-194, herz.2, FANC, september 2009
FANC, 2011	Tests de résistance belges - Rapport national pour les centrales nucléaires, AFCN, décembre 2011 / Belgische weerstandstesten – Nationaal rapport voor de kerncentrales, FANC, december 2011
FANC, 2013	Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 2012, FANC, september 2013, Brussel, België
FANC, 2013a	Méthodes et hypothèses relatives au calcul de doses à la population dues aux rejets de routines pour les établissements nucléaires de classe I en Belgique, 2012-11-19-KO-5-4-1-FR, AFCN, 2013
FANC, 2014	Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 2013, FANC, september 2014, Brussel, België
FANC, 2014a	Radioactieve lozingen van de nucleaire inrichtingen van klasse I in 2013, FANC, juni 2014, Brussel, België
FANC, 2015	Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 2014, FANC, september 2015, Brussel, België

FANC, 2015a Long Term Operation Doel 1 & 2 – Finale Evaluatie Actieplan, 2015-08-18-MVDH-5-4-8-NL, FANC, augustus 2015, Brussel, België.

FANC, 2015b Guideline - Safety demonstration of new class I nuclear installations - Approach to Defence-in-Depth, radiological safety objectives and application of a graded approach to external hazards, 2013-05-15-NH-5-4-3-EN, AFCN, February 2015

FANC, 2016 Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 2015, FANC, 2016, Brussel, België

FANC, 2017 Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 2016, FANC, 2017, Brussel, België

FANC, 2018 Berekening van de jaarlijkse gemiddelde blootstelling aan ioniserende straling in België: Methodologie en Evolutie, FANC, 2018, Brussel, België

FANC, 2018a Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 2017, FANC, 2018, Brussel, België

FANC,2019 Goedkeuring deskundigen bevoegd voor het uitvoeren van een MER – MER-0053526, 2019-10-28-FVW-5-1-2-NL, FANC, 3-10-2019

FANC, 2019a Radiologisch toezicht in België Syntheseverslag 2018, FANC, oktober 2019, Brussel, België

FOBZ, 2011 Koninklijk besluit van 30 november 2011 houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallatie, Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken

FOD, 2003 Wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie, Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie

FOD, 2015 Wet van 28 juni 2015 tot wijziging van de wet van 31 januari 2003 houdende de geleidelijke uitstap uit kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie met het oog op het verzekeren van de bevoorradingszekerheid op het gebied van energie, Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie

IAEA, 2005 Safety Reports Series SRS No. 44, Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance, IAEA, 2005, Wenen, Oostenrijk

IAEA, 2010 IAEA Specific Safety Guide SSG-3 Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, 2010, IAEA, Wenen, Oostenrijk.

IAEA, 2014 General Safety Requirements GSR Part 3, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, 2014, IAEA, Wenen, Oostenrijk

IAEA, 2019 Report on safety aspects of the long term operation (salto) mission and salto follow-up mission to Doel nuclear power plant unit 1 and 2, IAEA, 2019, Doel, Belgium.

ICRP, 1995 Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients, ICRP Publication 72, International Commission on Radiological protection, 1995, Ottawa, Canada

ICRP, 2007 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, International Commission on Radiological protection, 2007, Ottawa, Canada

NRC, 1977 Calculation of annual doses to man from routine releases of reactor effluents for the purpose of evaluating compliance with 10 CFR part 50, Appendix I, Regulatory Guide 1.109 rev 1., Nuclear Regulatory Commission, Oktober 1977, Washington D.C., United States of America

Schwibach, 1978 Investigations into the emission of Carbon-14 compounds from nuclear facilities, V-3062/78-EN, J. Schwibach, H. Riedel & J. Bretschneider, November 1978, Luxembourg, Luxemburg

Tractebel, 2010 MER KCD, KCD-MER/4NT/154702/000/01, Suez-Tractebel, juli 2010, Brussel, België

Tractebel, 2010a Mise à jour des doses à la population dues aux rejets de routine au site de Doel pour les valuers limites annuelles de rejects définies par les Spécifications Techniques, Tractebel, April 2010, Brussel, België.

Tractebel, 2014 Evaluatie van de dosis opgelopen door de bevolking, te wijten aan de routinelozingen van de kerncentrale van Doel tijdens 2012 en gedurende de 10 voorgaande Jaren, SPBDOEL/4NT/0280306/000/01, Tractebel Engineering, februari 2014, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2014a Evaluatie van de dosis opgelopen door de bevolking, te wijten aan de routinelozingen van de kerncentrale van Doel tijdens 2013 en gedurende de 10 voorgaande Jaren, DOS/4NT/0311712/000/01, Tractebel Engineering, juli 2014, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2015 Long term operation Doel 1&2 – Screening van de milieuaspecten voor Doel 1 en Doel 2, DOS12/4NT/0381296/000/00, Tractebel Engineering, augustus 2015, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2015a Evaluatie van de dosis opgelopen door de bevolking, te wijten aan de routinelozingen van de kerncentrale van Doel tijdens 2014 en gedurende de 10

voorgaande jaren, DOS/4NT/0355292/000/00, Tractebel Engineering, maart 2015, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2017 Evaluatie van de dosis opgelopen door de bevolking, te wijten aan de routinelozingen van de kerncentrale van Doel tijdens 2016 en gedurende de 10 voorgaande jaren, DOS/4NT/0601770/000/00, Tractebel Engineering, april 2017, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2018 Evaluatie van de dosis opgelopen door de bevolking, te wijten aan de routinelozingen van de kerncentrale van Doel tijdens 2017 en gedurende de 10 voorgaande jaren, DOS/4NT/0543797/000/00, Tractebel Engineering, april 2018, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2019 Evaluatie van de dosis opgelopen door de bevolking, te wijten aan de routinelozingen van de kerncentrale van Doel tijdens 2018 en gedurende de 10 voorgaande jaren, DOS/4NT/0658486/000/00, Tractebel Engineering, april 2019, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2019a Evaluatie van de dosis opgelopen door de bevolking, te wijten aan de routinelozingen van de kerncentrale van Doel tijdens 2015 en gedurende de 10 voorgaande jaren, DOS/4NT/0460603/000/00, Tractebel Engineering, april 2019, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2019b Email conversatie met specialist radioactief afval (26 November 2019)

Tractebel, 2019c Email conversatie met Tractebel projectmanager (19 September 2019)

Tractebel, 2019d Email conversatie met Tractebel projectmanager (29 oktober 2019)

Tractebel, 2020a Email conversatie met Tractebel projectmanager (11 February 2020)

Tractebel, 2020b KCD12: radiological consequences from routine releases calculated at borders with neighboring countries rev 01, CNT-KCD/4NT/0029233/000/01, Tractebel Engineering, september 2020, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2020c Effects of radiations on non-human biota, CNT-KCD/4NT/0029190/000/00, Tractebel Engineering, september 2020, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2020d LTO G1 - KCD12 - Radiological consequences for Design Basis Accident (DBA) rev 01, CNT-KCD/4NT/0029088/000/01, Tractebel Engineering, oktober 2020, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

Tractebel, 2020e LTO G1 - KCD12 - Radiological consequences for beyond design basis accident rev 02, CNT-KCD/4NT/0029070/000/02, Tractebel Engineering, oktober 2020, Brussel, België (*vertrouwelijk document*)

UNSCEAR, 2000 Sources and effects of ionizing radiation volume I: sources, United Nations, 2000, New York.

US EPA, 2004 AERMOD Deposition Algorithms - Science Document (Revised Draft), US EPA, March 2004

VR-KCD Veiligheidsrapport Doel 1-2, Electrabel, Doel, België (*vertrouwelijk document*)

Lijst van tabellen

Tabel 3-1 Kans op stochastische effecten bij lage doses en dosistempi [ICRP, 2007]..... 13

Tabel 3-2 Dosislimieten uit het ARBIS [ARBIS]..... 19

Tabel 3-3 De gemeten terreingrensdosis tussen 2012 en 2014 van de gehele site (KCD). De waarden zijn gegeven zonder achtergrondcorrectie..... 29

Tabel 3-4 De gemeten terreingrensdosis tussen 2015 en 2018 van de gehele site (KCD). De waarden zijn gegeven zonder achtergrondcorrectie..... 31

Tabel 3-5 Kwadratische afname van het dosistempo richting de Nederlandse grens..... 35

Tabel 3-6 Gemiddeld effectieve dosis per werkgebied..... 38

Tabel 3-7 Effectieve dosis van de medewerkers bij KCD tijdens de Uitgangssituatie..... 39

Tabel 3-8 Effectieve dosis van de medewerkers bij KCD tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018..... 41

Tabel 3-9 Vergunde activiteiten voor lozingen van gassen afkomstig uit KCD 46

Tabel 3-10 Effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische lozingen door KCD gerelateerd aan de lozingslimieten..... 47

Tabel 3-11 Geloosde activiteit van aerosolen, jodium-131, edelgassen en tritium in de atmosfeer over de jaren 2012 - 2014..... 49

Tabel 3-12 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse over de jaren 2012–2014 als gevolg van atmosferische lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op de vergunde lozingslimieten..... 49

Tabel 3-13 Activiteitconcentratie van ^{137}Cs in monsters geanalyseerd in de omgeving van KCD (2014)..... 51

Tabel 3-14 Geloosde activiteit van aerosolen, jodium-131, edelgassen en tritium in de atmosfeer over de jaren 2015-2018..... 52

Tabel 3-15 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse over de jaren 2015-2018 als gevolg van gasvormige lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op de vergunde lozingslimieten 53

Tabel 3-16 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis door atmosferische lozing tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Project 54

Tabel 3-17 Verwachte effectieve volgdosis als gevolg van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 door gasvormige lozingen 55

Tabel 3-18 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis als gevolg van atmosferische lozingen tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Nul-alternatief (excl. DSZ KCD-1 en KCD-2) 55

Tabel 3-19 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan atmosferische lozingen door geheel KCD in 2014 57

Tabel 3-20 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan atmosferische lozingen door KCD-1 en KCD-2 in 2014 58

Tabel 3-21 Effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische lozingen door KCD-1 en KCD-2 gebaseerde op de lozingslimieten voor de landsgrenzen met Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk. 58

Tabel 3-22 Effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische lozingen door KCD gebaseerde op de vergunningslimieten voor de landsgrenzen met Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk. 59

Tabel 3-23 Radiologische toezichtprogramma van het Schelde- en Nete-bekken [FANC, 2019a] 60

Tabel 3-24 Vergunde activiteiten voor lozingen van water afkomstig uit KCD 62

Tabel 3-25 Effectieve volgdosis te wijten aan vloeibare lozingen door KCD gerelateerd aan de lozingslimieten 64

Tabel 3-26 Geloosde activiteit van zowel tritium (^{3}H) als alle overige nucliden exclusief tritium vanuit vloeibare lozingen in de periode 2012-2014 66

Tabel 3-27 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse als gevolg van vloeibare lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op vergunde lozingslimieten in de periode 2012-2014 67

Tabel 3-28 Analyseresultaten van het geanalyseerde sediment en fucus uit de omgeving van KCD (2014). 69

Tabel 3-29 Geloosde activiteit van zowel tritium (^3H) als alle overige nucliden exclusief tritium vanuit vloeibare lozingen in de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 70

Tabel 3-30 Overzicht jaarlijkse effectieve volgdosis per leeftijdsklasse als gevolg van vloeibare lozingen KCD t.o.v. de effectieve volgdosis gebaseerd op de vergunde lozingslimieten in de periode 2015-2018 71

Tabel 3-31 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis door vloeibare lozingen tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Project 73

Tabel 3-32 Verwachte cumulatieve effectieve volgdosis als gevolg van langere uitbating van KCD-1 en KCD-2 door vloeibare lozingen 73

Tabel 3-33 Verwachte jaarlijkse effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen tijdens de uitbating van KCD als gevolg van het Nul-alternatief (excl. DSZ KCD-1 en KCD-2). 74

Tabel 3-34 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan vloeibare lozingen door geheel KCD in 2014..... 76

Tabel 3-35 Effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens te wijten aan vloeibare lozingen door KCD-1 en KCD-2 in 2014 76

Tabel 3-36 Radiologische toezichtprogramma van het Schelde- en Nete-bekken [FANC, 2019a]..... 78

Tabel 3-37 Categorie-indelingsoverzicht voor radioactief afval. 80

Tabel 3-38 Volume van KCD-1 en KCD-2 en KCD afgevoerd laag- en middelradioactief afval tijdens de Uitgangssituatie..... 84

Tabel 3-39 Volume van KCD-1 en KCD-2 en KCD afgevoerd laag- en middelradioactief afval tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 85

Tabel 3-40 Jaarlijkse afgevoerde splijtstofelementen uit KCD-1, KCD-2 en KCD tijdens de Uitgangssituatie, die komend uit het bijbehorende splijtstofbekken naar het SCG zijn getransporteerd. 90

Tabel 3-41 Jaarlijkse verbruikte splijtstofelementen uit KCD-1, KCD-2 en KCD tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 die naar het SCG zijn getransporteerd. 91

Tabel 3-42 Effectieve dosis en de schildklier dosis aan de terreingrens van KCD als gevolg van de optreden van LOCA en FHA, vergeleken met dosislimieten zoals beschreven in de algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag, die een onderdeel zijn van de vergunning, in mSv. Beiden

bepaald voor het pessimistische (conservatieve) model. En het referentie buiten-ontwerpbasisongeval CSBO. 104

Tabel 3-43 Effectieve dosis en schildklier dosis aan de Nederlandse grens als gevolg van de optreden van LOCA en FHA, vergeleken met dosislimieten zoals beschreven in de algemene gegevens in het kader van artikel 37 van het Euratomverdrag, die een onderdeel zijn van de vergunning, in mSv. Beiden bepaald voor het pessimistische (conservatieve) model. En het referentie buiten-ontwerpbasisongeval CSBO. 105

Tabel 3-44 Dosisreferentieniveau t.b.v. nucleaire en radiologische noodplannen. 106

Tabel 3-45 Effectieve volgdosis voor een volwassene als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de Uitgangssituatie (2012-2014). 108

Tabel 3-46 Totale effectieve volgdosis voor een kritisch individu als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 gedurende de Uitgangssituatie. 109

Tabel 3-47 Totale effectieve volgdosis voor de verschillende leeftijdsgroepen als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de Uitgangssituatie. 109

Tabel 3-48 Effectieve volgdosis voor een volwassene als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018. 110

Tabel 3-49 Totale effectieve volgdosis voor een kritisch individu als gevolg van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 gedurende de Uitgangssituatie. 111

Tabel 3-50 Totale effectieve volgdosis voor de verschillende leeftijdsgroepen als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018. 111

Tabel 3-51 Effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van KCD voor de Nederlandse bevolking. 113

Tabel 3-52 Totale effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische en vloeibare lozingen door KCD gebaseerd op de vergunningslimieten voor de landsgrenzen met Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk. 114

Lijst van figuren

Figuur 3-1 Schematische voorstelling van een zuurstof-16 atoom 7

Figuur 3-2 Gemiddelde bindingsenergie van een nucleon in functie van het totaal aantal nucleonen 9

Figuur 3-3 Splijting van U-235 10

Figuur 3-4 Grafische voorstelling van alfa-, bèta- en gammastraling 10

Figuur 3-5 Dracht van alfa, bèta en gamma-straling 12

Figuur 3-6 Gemiddelde jaarlijkse dosis voor een lid van de Belgische bevolking [FANC, 2018] 14

Figuur 3-7 Externe (links) en interne (rechts) blootstelling aan ioniserende straling [FANC, 2014] 14

Figuur 3-8 Schematisch overzicht van lozingscontroles door exploitanten 16

Figuur 3-9 Blootstellingswijzen aan radioactiviteit voor het publiek als gevolg van vloeibare en gasvormige lozingen 17

Figuur 3-10 Dosiskaart op basis van de TELERAD metingen in 2014. 21

Figuur 3-11 Bemonstering van het leefmilieu. 22

Figuur 3-12 De insluiting van radioactiviteit in de kerncentrale, gebaseerd op vijf barrières om met het gelaagde veiligheidsconcept te voldoen aan de nucleaire veiligheidsfunctie. 23

Figuur 3-13 Kwadratische afname van het stralingsveld met toename van afstand *r* tot de bron (*S*) [Bos, 2000]. 26

Figuur 3-14 Locatie TLD meetstations aan de terreingrens van KCD, uit [Electrabel, 2015] ... 27

Figuur 3-15 Gemeten dosis aan de terreingrens van KCD in 2014 vergeleken met de gemiddelde achtergronddosis rond KCD zoals gerapporteerd voor het noorden van België (0,7 mSv/jr) en Vlaanderen (0,9 mSv/jr) [FANC, 2018]. De limiet is hier gedefinieerd als 1 mSv per jaar plus de gemiddelde dosis in het noorden van België (0,7 mSv/jr). 28

Figuur 3-16 Verwachte terreingrensdosis van KCD De waarden zijn gegeven na achtergrondcorrectie (0,7 mSv per jaar). De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten waarden van het conservatief gekozen meetpunt. 33

Figuur 3-17 Meetstations van het TELERAD netwerk rond KCD. 36

Figuur 3-18 Verwachte collectieve dosis voor beroepshalve blootgestelde medewerkers van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten collectieve dosis, voor zover beschikbaar. 42

Figuur 3-19 Verwachte collectieve dosis voor beroepshalve blootgestelde medewerkers t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ. 43

Figuur 3-20 Locatie van monstername van gras, mos en grondmonsters. In België komt de wind overwegend uit het zuidwesten. 48

Figuur 3-21 Bijdrage van verschillende type radionucliden aan de effectieve volgdosis als gevolg van atmosferische lozingen in 2014. 50

Figuur 3-22 Verwachte gasvormige geloosde activiteit, zowel voor het Project als het Nul-alternatief in verhouding tot beschikbare meetresultaten 53

Figuur 3-23 Totaal verwachte gasvormige lozingen t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ. 56

Figuur 3-24 Ligging KCD ten opzichte van Belgisch-Nederlandse grens en meetpunten..... 57

Figuur 3-25 Locatie van nucleaire installaties welke mogelijk radioactieve vloeibare lozingen lozen [FANC, 2015]. 63

Figuur 3-26 Locatie van monstername van sediment en fucus in de Schelde..... 65

Figuur 3-27 Radiologische samenstelling vloeibare lozingen in 2014, op basis van geloosde activiteit. 67

Figuur 3-28 Bijdrage van verschillende type radionucliden aan de effectieve volgdosis als gevolg van vloeibare lozingen in 2014..... 68

Figuur 3-29 Verwachte geloosde ^{3}H activiteit in de Schelde als gevolg van de uitbating van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten activiteit aan, voor zover beschikbaar. 72

Figuur 3-30 Verwachte geloosde activiteit (excl. ^{3}H) in de Schelde als gevolg van de uitbating van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten activiteit aan, voor zover beschikbaar.... 72

Figuur 3-31 Verwachte ^{3}H via vloeibare lozingen t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ. 75

Figuur 3-32 Totaal verwachte vloeibare lozingen (exclusief ^{3}H) t.g.v. de werkzaamheden bij KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ..... 75

Figuur 3-33 Totaal volume (KCD-1 t/m KCD-4) afgevoerd laag- en middelradioactief afval en verwachte hoeveelheden, zowel voor het Project als het Nul-alternatief. De verticale balken tonen de daadwerkelijk gemeten waarden, voor zover beschikbaar. 86

Figuur 3-34 Verwachte verbruikte splijtstofelementen als gevolg van de uitbating van KCD, zowel voor het Project als het Nul-alternatief getransporteerd naar het SCG. De verticale balken tonen de daadwerkelijk verbruikte splijtstofelementen, voor zover beschikbaar. 92

Figuur 3-35 Verwachte afvoer van verbruikte splijtstofelementen van KCD-1 en KCD-2 tijdens DSZ. 94

Figuur 3-36 Verwachte totale effectieve volgdosis KCD als gevolg van directe straling, vloeibare en gasvormige lozingen, voor het Project en het Nul-alternatief. 112

4 Conclusie

4.1 Niet-radiologische aspecten

In deze paragraaf wordt op basis van de voorgaande hoofdstuk 2 de algehele conclusie ten aanzien van de niet-radiologische milieueffecten getrokken.

Onderstaande tabel geeft voor het Project en het Nul-alternatief aan of er significante impact is geconstateerd. Voor het project worden eerst de effecten beoordeeld van de bedrijfsfase 2015-2018, samen met de werkzaamheden i.k.v. LTO, ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. De bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) geeft de effecten van LTO weer van KCD-1 en KCD-2 t.o.v. de uitgangssituatie. De effectbeoordeling van het nul-alternatief verschilt niet sterk van die van het project. In het nul-alternatief zullen de effecten echter al vanaf 2015 afnemen in plaats van pas vanaf 2025.

Door middel van een plus (+) of min (-) teken is aangegeven of het verwachte effect een positieve respectievelijk negatieve impact heeft op het milieu. Indien een effect een verwaarloosbaar effect heeft is dit aangegeven met een v. Indien een effect mogelijk een grensoverschrijdend karakter heeft, is dit aangegeven met een ‘G’.

Tabel 4-1 Identificatie van de mogelijke niet-radiologische effecten van KCD-1 en KCD-2

	Project		Nul-alternatief t.o.v. situatie zonder exploitatie KCD
	Bedrijfsfase 2015-2018 t.o.v. situatie zonder exploitatie KCD	**Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) t.o.v. Uitgangssituatie**	
Bodem	- 1 / v	- 1 / v	- 1 / v
Water	- 3 tot -1 / v	Geen bijkomende effecten t.o.v. bedrijfsfase 2015-2018	Geen kwantificering effecten
Geluid[1]	- 3 tot -1 / v	- 3 tot -1 / v	- 3 tot -1 / v
Lucht	v	v	v
Biodiversiteit	-2 tot -1/v	Geen bijkomende effecten t.o.v. bedrijfsfase 2015-2018	-2 tot -1/v
Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie	v	v	v
Mens – gezondheid	v	v	v
Mens – mobiliteit	- 1/ v	- 1	v
Afval	Geen beoordeling	Geen beoordeling	De hoeveelheid afval zal minder zijn

Legende:
-3: aanzienlijk negatief
-2: negatief
-1: beperkt negatief
v: verwaarloosbaar

Hieronder worden de effecten nader toegelicht.

4.1.1 Normale uitbating

4.1.1.1 Bodem

De impact van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO kan voor de discipline bodem beoordeeld worden als beperkt negatief tot verwaarloosbaar. Er worden geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de Uitgangssituatie verwacht.

De effecten van de DSZ worden eveneens beoordeeld als beperkt negatief tot verwaarloosbaar. Het verschil tussen de DSZ in 2015 (= Nul-alternatief) of in 2025 is wat bodem beperkt.

Er valt echter niet uit te sluiten dat incidenten die een impact hebben op de bodemhygiëne zich in de toekomst kunnen voordoen. Momenteel zijn KCD1- en KCD-2 echter uitgerust met zowel technische als organisatorische maatregelen om mogelijke verontreiniging zo veel mogelijk te verhinderen of tegen te gaan. De verdere exploitatie van de kerncentrale zal steeds gebeuren volgens de meest recente,

[1] De beoordeling is gebeurd volgens het beoordelingskader. Het is een invulling volgens de range van bekomen scores. Er wordt afzonderlijk beoordeeld voor de dagperiode en de nachtperiode. Voor de nachtperiode zijn de eindscores -3 tot V en voor de dagperiode -2 tot V. Indien de afweging gedaan wordt voor de bedrijfsfasen ten opzichte van de Uitgangssituatie 2013-2014, zijn de geluidseffecten voor alle fasen verwaarloosbaar.

beschikbare goede praktijken, zodat de kans op bodemverontreiniging aanzienlijk verkleint. Voor wat betreft accidentele emissies, zal te allen tijde het meldingssysteem (voor o.a. incidenten) strikt opgevolgd worden, om op die manier kritische punten te kunnen identificeren, analyseren en verhelpen.

De werking van de eenheden Doel 1 en 2 heeft geen impact op de zoutdepositie in de omgeving, en dus ook niet op het bodemgebruik en de bodemgeschiktheid.

Er worden geen bijkomende mitigerende maatregelen of aanbevelingen noodzakelijk geacht.

4.1.1.2 Water

De watervoorziening, de infiltratie- en afvoerkarakteristieken en de emissies naar het watersysteem zullen in de LTO situatie niet significant verschillen van de emissies in de uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

Het project omvat een hervergunning van de bestaande installaties van KCD-1 en KCD-2 en de waterbalans voor de uitgangsjaren 2013-2014 wordt representatief geacht voor de productie in de volgende jaren van de periode van hervergunning. Er worden dus geen relevante wijzigingen in het waterverbruik en in de waterbalans verwacht in vergelijking met de Uitgangssituatie.

De belangrijkste impact van KCD op het watersysteem ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD is de lozing van afvalwater en van koelwater in de Schelde. Het effect van de lozing van het afvalwater wordt enerzijds verwaarloosbaar beoordeeld omdat de gemiddelde concentratieverhoging in de Schelde door de activiteiten van KCD t.o.v. de milieukwaliteitsnorm kleiner is dan 0,1%. Anderzijds wordt omwille van de frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater van KCD op de Schelde een negatief effect verwacht. De lozing van het koelwater heeft ten gevolge van de temperatuurstijgingen een negatief tot aanzienlijk negatief effect.

Vanuit de discipline Water worden er geen milderende maatregelen gesteld. Er worden wel de volgende aanbevelingen gesteld:

- Voor de monitoring van actieve chloor in het koelwater in functie van de shockdosering van NaOCl, geldt als aanbeveling om de monitoring van actieve chloor uit te voeren met een online meetsensor, met een detectielimiet tot ca. 10 µg/L (in plaats van 100 µg/L in de bestaande toestand). Dit om de sturing van de dosering van NaOCl te kunnen verfijnen met als doel een lager NaOCl-verbruik, lagere actieve chloor gehaltes in het geloosde koelwater en minder AOX-vorming.
- Gezien de aanzienlijke hoeveelheid verharde oppervlakte van KCD, de frequentie en het volume van de overstortwerking van de opvangputten voor sanitair afvalwater van de site naar de Schelde in de Uitgangssituatie en in de bedrijfsfase 2015-2018, het feit dat de milieukwaliteitsnormen inzake N, P en CZV voor de Schelde niet worden gehaald in de Uitgangssituatie en in de bedrijfsfase 2015-2018 en de verwachte periodes van intense regen in winter en zware onweersbuien en watertekorten in de zomer ten gevolge van klimaatverandering, wordt vanuit de discipline Water aanbevolen om de haalbaarheid van de volgende maatregelen te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken:
    - Brongerichte maatregel: bij nieuwe projecten onderzoek doen naar de afkoppeling van hemelwater op het sanitair afvalwater en de mogelijkheden tot hergebruik van hemelwater,

infiltratie of buffering volgens de BBT. Hierbij moet rekening gehouden worden met de klimaat-verschaalde ontwerpbuien. Hierbij biedt het hoog-impactscenario een goed referentiekader om KCD meer klimaatbestendig te maken;
  - End-of-pipe maatregel: onderzoek naar het plaatsen van bijkomend opvangvolume voor sanitair afvalwater volgens de BBT met als doel een daling van de overstortwerking.

4.1.1.3 Geluid

Algemeen kan gesteld worden dat er geen onderscheidende geluidseffecten worden verwacht voor de verschillende bedrijfsfasen ten opzichte van de Uitgangssituatie 2013-2014. De afwijkingen in de evaluatiepunten beperken zich tot minder dan 0,5dB(A) voor alle bedrijfsfasen t.o.v. de situatie 2013-2014. Dit betekent dat de reeds vast te stellen geluidseffecten en -beoordeling voor de situatie 2013-2014 wordt behouden voor de komende jaren.

Het specifiek geluid van de continue bronnen van de KCD in de westelijke, zuidelijke en noordelijke evaluatiepunten (= richting daar waar nog enige bewoning is), wordt als 'gering negatief' beschouwd. Bovendien wordt er in deze evaluatiepunten (op 200 m afstand van de perceelsgrens) voor het specifiek geluid voldaan aan toepasbare richtwaarde tijdens dag-, avond- en nachtperiode.

Hoewel de nabije woningen niet behoren tot evaluatiepunten (omwille van een afstand van meer dan 200 m tot de perceelsgrens) wordt aldaar een beperkte geluidsverhoging tot maximaal 1,5 dB(A) op het oorspronkelijk omgevingsgeluid bekomen, waardoor het geluidseffect maximaal als 'gering significant' kan worden beschouwd.

In het oosten wordt een 'negatief' effect bekomen voor het evaluatiepunt, aldaar gelegen in het natuurgebied langs de Schelde en bepaald door voornamelijk de geluidsbijdrage van de koeltorens.

In 2010 werd reeds een saneringstudie uitgevoerd m.b.t. de geluidsimpact afkomstig van de koeltorens. In een studie uitgevoerd door Technum (Studie geluidsanering koeltorens; 090-390-0225 14/06/2012) werd het vallend water als oorzaak van de geluidsemissie geïdentificeerd. Daarnaast werden een aantal mogelijke maatregelen voorgesteld om de geluidsbijdrage naar de omgeving te reduceren:

- Brongerichte maatregelen:
  - Valhoogte reduceren
  - Drijvende geluidsdempende matten
- Overdrachtbeperkende maatregelen
  - Geluidsdempers rondom de koeltorens
  - Geluidsschermen langsheen de koeltorens

De haalbaarheid van de saneringsmaatregelen werd onderzocht door de constructeur Hamon Thermal Europe en het studiebureau Tractebel. Het aanpassen van de koeltoren is uit economisch en veiligheid standpunt niet verantwoord. Dit alles werd voorgesteld aan de opvolgingscommissie welke de studies en de besluiten heeft aanvaard.

Het grensoverschrijdend effect naar de Nederlandse woningen wordt voor het specifiek geluid van de continue geluidsbronnen van KCD naar verwachting beperkt tot maximaal 30 dB(A). Er kan dan

aangenomen worden dat KCD geen verhoging van het omgevingsgeluid ter hoogte van de beschouwde woningen in Nederland zal veroorzaken.

Aanvullende mitigerende maatregelen worden daarom niet geformuleerd voor de komende bedrijfsfasen.

4.1.1.4 Lucht

De effecten van KCD-1 en KCD-2 op de luchtkwaliteit zijn:

- in het basisalternatief te beoordelen als verwaarloosbaar, zowel tijdens de bedrijfsfase als tijdens de definitieve stopzetting;
- in het Nul-alternatief te beoordelen als verwaarloosbaar zowel tijdens de bedrijfsfase als tijdens de definitieve stopzetting.

Het verder uitbaten van de centrales Doel 1 en Doel 2 gedurende een periode van 10 jaar is eveneens te beoordelen als verwaarloosbaar.

Inzake directe CO_2-emissies wordt er geen significant verschil verwacht tussen het nul- en het basisalternatief.

Wel wordt aangenomen dat in het Nul-alternatief er meer elektriciteit geïmporteerd wordt dan in de LTO-situatie. Bijgevolg zullen de indirecte CO_2-emissies in het Nul-alternatief hoger liggen dan in de LTO-situatie (basisalternatief). In dat opzicht is de LTO-situatie positiever voor het klimaat dan het Nul-alternatief (er vanuit gaande dat al het overige gelijk blijft). De aannames gaan wel met een grote onzekerheid gepaard.

Gelet op de afwezigheid van aanzienlijke effecten, worden geen mitigerende maatregelen of aanbevelingen voorgesteld.

4.1.1.5 Biodiversiteit

De impact van eutrofiëring en verzuring, de rustverstoring, de watercaptatie, de lozing van koelwater en van chemische stoffen zullen in de LTO situatie niet significant verschillen van de uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de bedrijfsfase in de uitgangssituatie.

De stikstofdeposities van KCD in het voorliggend project hebben geen significant negatief effect ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD inzake eutrofiëring van de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied ‘Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent’ en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied ‘Slikken en schorren langsheen de Schelde’. De verzurende deposities van KCD die worden beoordeeld in voorliggend project hebben geen significant negatief effect op de ecosystemen in het studiegebied ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. Er worden bijgevolg ook geen significant negatieve effecten verwacht van verzuring ten gevolge van de bedrijfsactiviteiten van de KCD op de omringende Europese habitattypes in het Habitatrichtlijngebied ‘Schelde- en Durmeëstuarium van de Nederlandse grens tot Gent’ en van de slik- en schorvegetaties in het (deels overlappende) VEN-gebied ‘Slikken en schorren langsheen de Schelde’.

Ten oosten van de KCD reikt de hindercontour van 55 dB tot in het Vogelrichtlijngebied ‘Schorren en polders van de Beneden-Schelde’, tevens aangeduid als het VEN-gebied ‘Slikken en

schorren langs de Schelde' en als Ramsargebied. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD langs de rietzones en de slikzones aan de oever van de Schelde, ter hoogte van de KCD, wordt als negatief beoordeeld ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. Ten noorden van de KCD reiken de hindercontouren van 50 dB en van 45 dB niet tot in het erkend natuurreservaat 'Schor Ouden Doel' (verwaarloosbaar effect). Ten westen en ten zuiden van de KCD, blijft de hindercontour van 50 dB in grote mate beperkt tot de site van KCD zelf en is er slechts een geringe overlap met het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde'. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD in de poldergebieden ten westen en ten zuiden van de KCD, wordt als een beperkt negatief effect beoordeeld ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD.

Voor het captatiepunt voor het koelwater van Doel 1 en 2 gebeurt de mechanische zuivering buitendijks, ter hoogte van de watervang zelf, door middel van roosters op de inlaat zelf. Vissen en kreeftachtigen krijgen op die manier niet de kans om in het koelwatercircuit terecht te komen. Ter hoogte van dit captatiepunt wordt dan ook geen sterfte van vissen of kreeftachtigen vastgesteld. Voor de koelwatercaptatie van Doel 3 en 4 is een visafweersysteem geplaatst aan de watervang met een visvriendelijk filtersysteem en een afvoergoot. Door geluidsgolven worden vissen van het captatiepunt weggehouden. Als gevolg van deze maatregelen kan gesteld worden dat er geen aanzienlijk negatieve effecten te verwachten zijn m.b.t. mortaliteit van vissen en kreeftachtigen ter hoogte van de watervang.

De impact van de koelwaterlozing van de KCD op de aquatische gemeenschappen in de Beneden-Schelde wordt als niet aanzienlijk negatief beschouwd ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD.

Tijdens de exploitatie van de KCD worden de volgende effluenten geproduceerd: sanitair afvalwater, industrieel afvalwater en koelwater. Door de lozing van nutriënten in de Schelde kan er eutrofiëring ontstaan. Door de lozing van gevaarlijke stoffen in de Schelde kunnen er ecotoxicologische effecten optreden.

Voor de nutriëntenparameters nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat wordt er een jaargemiddelde verwaarloosbare bijdrage berekend in de discipline Water. Er wordt jaargemiddeld aldus geen belangrijke eutrofiërende impact verwacht door de lozing van de KCD op de Schelde ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. In de discipline Water werd er een frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater gevonden. Alhoewel de vracht eerder beperkt is, kunnen deze overstortwerkingen pieken van nutriëntenconcentraties teweegbrengen in de Schelde ter hoogte van de KCD in het gebied binnen de strekdam, waarbinnen de lozing van het sanitair en industrieel afvalwater en koelwater van de KCD plaatsvindt.

Aan het koelwater wordt natriumhypochloriet (NaOCl) toegevoegd ter preventie van biofouling. Het NaOCl reageert weg ter vorming van chloriden. De gehalten aan actief chloor in het geloosd koelwater van de KCD liggen onder de 100 µg/l. Er kan besloten worden dat op momenten van lozing van actief chloor er lokaal rond het lozingspunt acuut toxicologische effecten voor aquatische organismen kunnen optreden voor een korte tijdsperiode (beperkt negatief effect).

4.1.1.6 Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie

De impact van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO kan voor de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie beoordeeld worden als

verwaarloosbaar. Er worden geen bijkomende effecten van de LTO situatie ten opzichte van de Uitgangsstiuatie verwacht.

De effecten van de DSZ en voor het Nul-alternatief zijn eveneens verwaarloosbaar.

Er zijn voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie geen maatregelen met betrekking tot monitoring en evaluatie nodig.

4.1.1.7 Mens – gezondheid

De levensduurverlenging van Doel 1 en 2, met inbegrip van de constructiewerkzaamheden en de uitbating van de centrales, alsook de activiteiten tijdens de definitieve stopzetting, zullen geen relevante effecten op de gezondheid hebben in vergelijking met het Nul-alternatief.

Gelet op de afwezigheid van aanzienlijke effecten, worden geen mitigerende maatregelen of aanbevelingen voorgesteld.

4.1.1.8 Mens – mobiliteit

De verkeersintensiteiten veroorzaakt door het transport van KCD op de toegangsweg naar KCD is aanzienlijk in de piekmomenten en verwaarloosbaar daarbuiten.

De impact van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO kan voor de discipline mobiliteit beoordeeld worden als hoogstens beperkt negatief. Er treedt ten opzichte van de uitgangssituatie een lichte toename op van het aantal transporten door het werfverkeer. In de LTO situatie wordt eveneens een lichte toename van het aantal transporten verwacht door het bijkomend aantal werknemers. Het effect wordt beoordeeld als beperkt negatief. Tijdens de DSZ zal er een geleidelijke afname van het personeel zijn, samen met een beperkte toename van materiaaltransporten. Het resulterend effect op de verkeersafwikkeling wordt beoordeeld als verwaarloosbaar. In het Nul-alternatief zou er een afname van het personeelsbestand verwacht worden vanaf 2015 die een verwaarloosbare impact zou hebben op de verkeersafwikkeling. In de LTO-situatie treedt deze afname pas op na 2025.

Op basis van de effectbespreking worden geen milderende maatregelen noodzakelijk geacht. Er worden wel enkele aanbevelingen voorgesteld:

- Verder inzetten op duurzame modi zoals de fiets. Dit kan verder uitgebouwd worden door het aanleggen van voldoende comfortabele fietsenstallingen (overdekt). Ook kunnen initiatieven rond bedrijfsfietsen, fietsvergoedingen, douchevoorzieningen en fietsdelen een bijdrage vormen tot het verduurzamen van de verplaatsingen van en naar het werk.
- Inzetten op carpooling. Dit heeft een positieve impact op de verkeersgeneratie en de parkeerbehoefte. Door binnen het bedrijf carpooling te stimuleren (b.v. voorbehouden carpool parkeerplaatsen, carpoolvergoeding, carpoolsysteem) zowel bij vaste medewerkers als bij contractors kan de kerncentrale zijn geproduceerde verkeersintensiteiten drukken en verduurzamen.

4.1.1.9 Afval

De werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO zijn gepaard gegaan met de productie van een hoeveelheid afval. Ook bij de DSZ zullen er bijkomende afvalstromen

ontstaan. Daarnaast wordt er ook bij een normale exploitatie van de kerncentrale afval geproduceerd. KCD doet echter al het mogelijke om de impact van niet-radioactief afval op het milieu te beperken. Bij een DSZ in 2015 (= Nul-alternatief) zou er echter in totaal minder afval geproduceerd zijn door de KCD dan bij een levensduurverlenging van Doel 1 en 2 tot 2025.

De KCD heeft voor zijn afvalstromen een milieuzorgsysteem conform de internationale norm ISO14001 en de Europees EMAS verordening. Daarnaast wordt de regelgeving vastgelegd in VLAREMA en VLAREBO gevolgd. Bijkomende mitigerende maatregelen of aanbevelingen worden niet nodig geacht.

4.1.2 Accidentele situaties

De maximale effectafstanden van een niet radiologisch incident op KCD-1 en KCD-2 reiken niet tot buiten de terreingrenzen. De kans op een mogelijke milieu-impact wijzigt niet significant als gevolg van de werken in het kader van LTO of als gevolg van de langere uitbating van KCD-1 en KCD-2. Er wordt geen significant negatieve impact verwacht op de IHD's van omliggende SBZ-gebieden.

4.1.3 Algehele conclusie

De impact van de effecten zal in de LTO situatie niet significant verschillen van de effecten in de uitgangssituatie. Er worden door LTO geen bijkomende effecten veroorzaakt ten opzichte van de uitgangssituatie.

De impact van de uitbating van KCD op het milieu werd bestudeerd voor de periode 2015-2018 ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. Er kan geconcludeerd worden dat de impact voor de meeste milieuaspecten verwaarloosbaar tot beperkt is ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. Dit gaat niet op voor de lozing van het koelwater. De lozing van het koelwater heeft ten gevolge van de temperatuurstijgingen een negatief tot aanzienlijk negatief effect. Op de aquatische gemeenschappen in de Beneden-Schelde wordt het effect van de temperatuurstijging als niet aanzienlijk negatief beschouwd. De frequente overstortwerking van de opvangputten van het sanitair afvalwater van de site op de Schelde heeft een negatief effect. Ten oosten van de KCD reikt de hindercontour van 55 dB tot in het Vogelrichtlijngebied 'Schorren en polders van de Beneden-Schelde', tevens aangeduid als het VEN-gebied 'Slikken en schorren langs de Schelde' en als Ramsargebied. De rustverstoring als gevolg van de werking van KCD langs de rietzones en de slikzones aan de oever van de Schelde, ter hoogte van de KCD, wordt als negatief beoordeeld.

4.2 Radiologische aspecten

In deze paragraaf wordt op basis van de voorgaande hoofdstuk 3 de algehele conclusie ten aanzien van de radiologische milieueffecten getrokken.

Onderstaande tabel geeft voor het Project en het Nul-alternatief aan of er significante impact is geconstateerd. Hierbij is de impact aangegeven ten opzichte van de Uitgangssituatie (de gemiddelde

situatie over de jaren 2012-2014), met voor het Project zowel KCD-1 als KCD-2 in bedrijf, en voor het Nul-alternatief zowel KCD-1 als KCD-2 uit bedrijf. Door middel van een plus (+) of min (-) teken is aangegeven of het verwachte effect een positieve respectievelijk negatieve impact heeft op het milieu. Indien een effect een verwaarloosbaar effect heeft is dit aangegeven met een v. Indien een effect mogelijk een grensoverschrijdend karakter heeft, is dit aangegeven met een 'G'.

Tabel 4-2 Identificatie van de mogelijke radiologische effecten van KCD t.o.v. de Uitgangssituatie

	Project		**Nul-alternatief**
	Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018	**Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025)**	
Directe straling aan de terreingrens	- (G: v)	- (G: v)	v (G: v)
Stralingsblootstelling van (niet-) beroepshalve blootgestelde medewerkers	v	v	v
Radioactieve gasvormige lozingen	v (G: v)	v (G: v)	v (G: v)
Radioactieve vloeibare lozingen	v (G: v)	v (G: v)	v (G: v)
Radioactief afval	v	v	+
Verbruikte splijtstofelementen	v	v	+
Accidentele situaties	v (G: v)	+ (G: +)	+ (G: +)

Hieronder worden de effecten nader toegelicht. Voor alle milieuaspecten geldt dat als gevolg van het Project de mogelijke effecten afkomstig van KCD-1 en KCD-2 10 jaar langer optreden.

4.2.1 Normale uitbating

4.2.1.1 Directe straling

(Zie § 3.4.1)

De constructie van de verschillende LTO maatregelen (2015-2018) leidt tot een licht verhoogde dosis ten opzichte van de Uitgangssituatie voorafgaand aan het Project (2012-2014), maar deze zal echter geen impact hebben op het milieu. Daarna, in de periode van voorgezette uitbating (2019-2025) is de maximaal te verwachten dosis aan de terreingrens licht verhoogd in vergelijking tot die in de Uitgangssituatie. Toch kan geconcludeerd worden dat dit Project geen significante impact heeft op het milieu met betrekking tot de directe straling.

Binnen het Nul-alternatief daalt de directe straling ten gevolge van KCD-1 en KCD-2 10 jaar eerder naar nul, in vergelijking met uitvoering van het Project. Het verschil in terreingrensdosis tussen het Project en het Nul-alternatief is echter klein.

De uitbating van KCD evenals het LTO-Project heeft geen significant meetbare impact op het Nederlandse grondgebied waardoor verdere grensoverschrijdende effecten als gevolg van directe straling eveneens kunnen worden uitgesloten.

4.2.1.2 Stralingsblootstelling van het personeel
(zie § 3.4.2)

In principe zal geen enkele beroepshalve blootgestelde medewerker de jaarlijks wettelijke limiet overschrijden. Electrabel heeft haar interne limiet gehalveerd ten opzichte van de wettelijk limiet. Vanwege de radiologische afscherming van alle eenheden, WAB en SCG is er geen significant verschil tussen het Project en het Nul-alternatief ten aanzien van de jaarlijkse dosis van de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers (1 mSv per jaar [ARBIS, artikel 20.1.4]). Hieruit kan geconcludeerd worden dat dit Project en het Nul-alternatief geen significante impact heeft op het personeel met betrekking tot de opgelopen dosis.

4.2.1.3 Radioactieve gasvormige lozingen
(zie § 3.4.3)

Het Project zal geen meetbaar impact hebben op het milieu omdat de jaarlijks geloosde activiteit gelijk zal blijven aan de jaarlijks geloosde activiteit voor het LTO-Project. De effectieve volgdosis welke leden van de bevolking mogelijk kunnen oplopen als gevolg van gasvormige lozingen ligt ruim onder de dosislimiet en heeft geen significante impact op de bevolking.

Bij het Nul-alternatief zullen door het definitief afschakelen van KCD-1 en KCD-2 minder gasvormige radioactieve lozingen zijn, echter het verschil met de Uitgangssituatie en het Project is verwaarloosbaar.

Het Project heeft geen significant meetbare impact op het Nederlandse grondgebied waardoor verdere grensoverschrijdende effecten als gevolg van atmosferische lozingen eveneens kunnen worden uitgesloten.

4.2.1.4 Radioactieve vloeibare lozingen
(zie § 3.4.4)

De levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 (het Project) zal geen negatieve impact hebben op het milieu, omdat de jaarlijks geloosde activiteit gelijk zal blijven aan de jaarlijks geloosde activiteit voor uitvoering van het Project. De effectieve volgdosis, welke leden van de bevolking mogelijk kunnen oplopen als gevolg van vloeibare lozingen ligt ruim onder de dosislimiet en heeft geen significante impact op de bevolking.

Bij het Nul-alternatief zullen door het definitief afschakelen van KCD-1 en KCD-2 minder vloeibare radioactieve lozingen zijn, echter het verschil met de Uitgangssituatie en het Project is verwaarloosbaar.

Het Project heeft geen significant meetbare impact op het Nederlandse grondgebied waardoor verdere grensoverschrijdende effecten als gevolg van vloeibare lozingen eveneens kunnen worden uitgesloten.

4.2.1.5 Radioactief afval
(zie § 3.4.5)

Als gevolg van de levensduurverlenging van KCD-1 en KCD-2 zal laag- en middelradioactief afval 10 jaar langer worden geproduceerd (2015-2025). De aard van de voorgenomen activiteiten in de bedrijfsfase van het project tussen 2015 en 2018 verschilt van de aard van de reguliere activiteiten in de

Uitgangssituatie. Het is daarmee aannemelijk, en uit praktijkcijfers over de jaren 2015-2018 gebleken, dat verschillen bestaan in de hoeveelheden geproduceerd afval.

In het Nul-alternatief wordt daarentegen over de gehele periode 2015-2025 geen laag- en middelradioactief afval geproduceerd dat direct verband houdt met de uitbating van KCD-1 en KCD-2.

Al het geproduceerde afval zal op het Belgische grondgebied verwerkt en opgeslagen worden in de oppervlaktebergingsinstallatie. Hierdoor zijn geen grensoverschrijdende effecten voorzien.

4.2.1.6 Verbruikte splijtstofelementen

(zie § 3.4.6)

Omdat het tempo van verbruikte splijtstofelementen zowel in de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 als bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) gelijk is aan dat van de Uitgangssituatie (2012-2014), zal de toename per uitbatingsjaar in alle gevallen identiek zijn. Binnen het Nul-alternatief neemt het tempo van verbruikte splijtstofelementen af naar nul, waarmee het effect hiervan op het milieu afneemt. Het stralingsaandeel aan de terreingrens van verbruikte splijtstofelementen is niet afzonderlijk te bepalen omdat de thermoluminescentie dosismeters straling van alle aanwezig bronnen op de site tezamen detecteren, echter kan in algemeenheid geconcludeerd worden dat dit Project geen significante impact heeft op het milieu met betrekking tot de directe straling (zie § 3.4.1).

De huidige beschikbare capaciteit van het splijtstofcontainergebouw is voldoende voor de extra verbruikte splijtstofelementen als gevolg van het Project (levensduurverlening van KCD-1 en KCD-2). Het SF^2 project heeft als doel de capaciteit verder te vergroten, wat benodigd zal zijn voor KCD-3 en KCD-4.

In het Nul-alternatief worden daarentegen over de gehele periode 2015-2025 geen nieuwe verbruikte splijtstofelementen geproduceerd.

4.2.2 Accidentele situaties

(zie § 3.4.7)

Er is geconcludeerd dat na uitvoering van de LTO-maatregelen (het Project) de nucleaire veiligheid is verbeterd. Dit resulteert erin dat de kans op een accidentele situatie met radioactieve lozingen tijdens de uitbatingsperiode kleiner is dan in de Uitgangssituatie. Met name door de *Filtered Containment Vent* worden de eventuele radioactieve lozingen ten gevolge van een mogelijk accidentele situatie aanzienlijk beperkt.

Voor het Nul-alternatief zal de kans op een door een accidentele situatie optredend milieueffect kleiner zijn dan bij de Uitgangssituatie, omdat KCD-1 en KCD-2 niet verder uitgebaat worden.

Door de noodorganisatie van KCD en het Nationaal Nucleair en Radiologisch Noodplan worden de mogelijke gevolgen bij een mogelijk accidentele situatie beheerst.

4.2.3 Algehele conclusie

(zie § 3.4.8)

De totale effectieve volgdosis voldoet voor zowel het Nul-alternatief als het Project ruimschoots aan de wettelijke limiet voor effectieve volgdosis voor de bevolking.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat voor zowel het Project en het Nul-alternatief de impact op het milieu voor de meeste milieuaspecten verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de Uitgangssituatie. Er is een geringe impact ten gevolge van de milieuaspecten radioactief afval en verbruikte splijtstofelementen, welke is verdisconteerd in de directe straling aan de terreingrens. Zowel bij het Project als het Nul-alternatief is de kans op een accidentele situatie met radioactieve lozingen kleiner dan in de Uitgangssituatie.

Ten gevolge van de uitbating van KCD-1 en KCD-2 worden splijtstofelementen verbruikt en wordt radioactief afval gegenereerd. Bij het Nul-alternatief stopt de uitbating van KCD-1 en KCD-2 en wordt enkel radioactief afval gegenereerd door werkzaamheden t.b.v. de Definitieve Stopzetting.

De radiologische impact ten gevolge van de Definitieve Stopzetting zal kleiner zijn dan gedurende de uitbating van de betreffende eenheid.

Lijst van tabellen

Tabel 4-1 Identificatie van de mogelijke niet-radiologische effecten van KCD-1 en KCD-2.. 2

Tabel 4-2 Identificatie van de mogelijke radiologische effecten van KCD t.o.v. de Uitgangssituatie 9

Bijlage A Kaartenbundel

A.1 Lijst van Kaarten

Kaart 1 Situering van het projectgebied op topografische kaart 3

Kaart 2 Stratenplan.....4

Kaart 3 Gewestplan 5

Kaart 4 Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan 6

Kaart 5 Bodemkaart 7

Kaart 6 Digitaal Hoogtemodel 8

Kaart 7 Bodemonderzoeken en saneringen.....9

Kaart 8 Vergunde grondwaterwinningen 10

Kaart 9 Vlaamse Hydrografische Atlas.....11

Kaart 10 Watertoets - overstromingsgevoelige gebieden.....12

Kaart 11 Watertoets - erosiegevoelige gebieden.....13

Kaart 12 Watertoets - grondwaterstromingsgevoelige gebieden 14

Kaart 13 Biologische waarderingskaart 15

Kaart 14 Speciale beschermingszones 16

Kaart 15 Europese habitats.....17

Kaart 16 Ramsargebieden 18

Kaart 17 Vlaams Ecologisch Netwerk 19

Kaart 18 Natuurreservaten 20

Kaart 19 Risicoatlas - synthesekaart vogels.....21

Kaart 20 Beschermd onroerend erfgoed.....22

Kaart 21 Vastgestelde inventarissen 23

Kaart 22 Wetenschappelijke inventarissen 24

Kaart 23 Bodemgebruik 25

Kaart 24 Kwetsbare functies 26

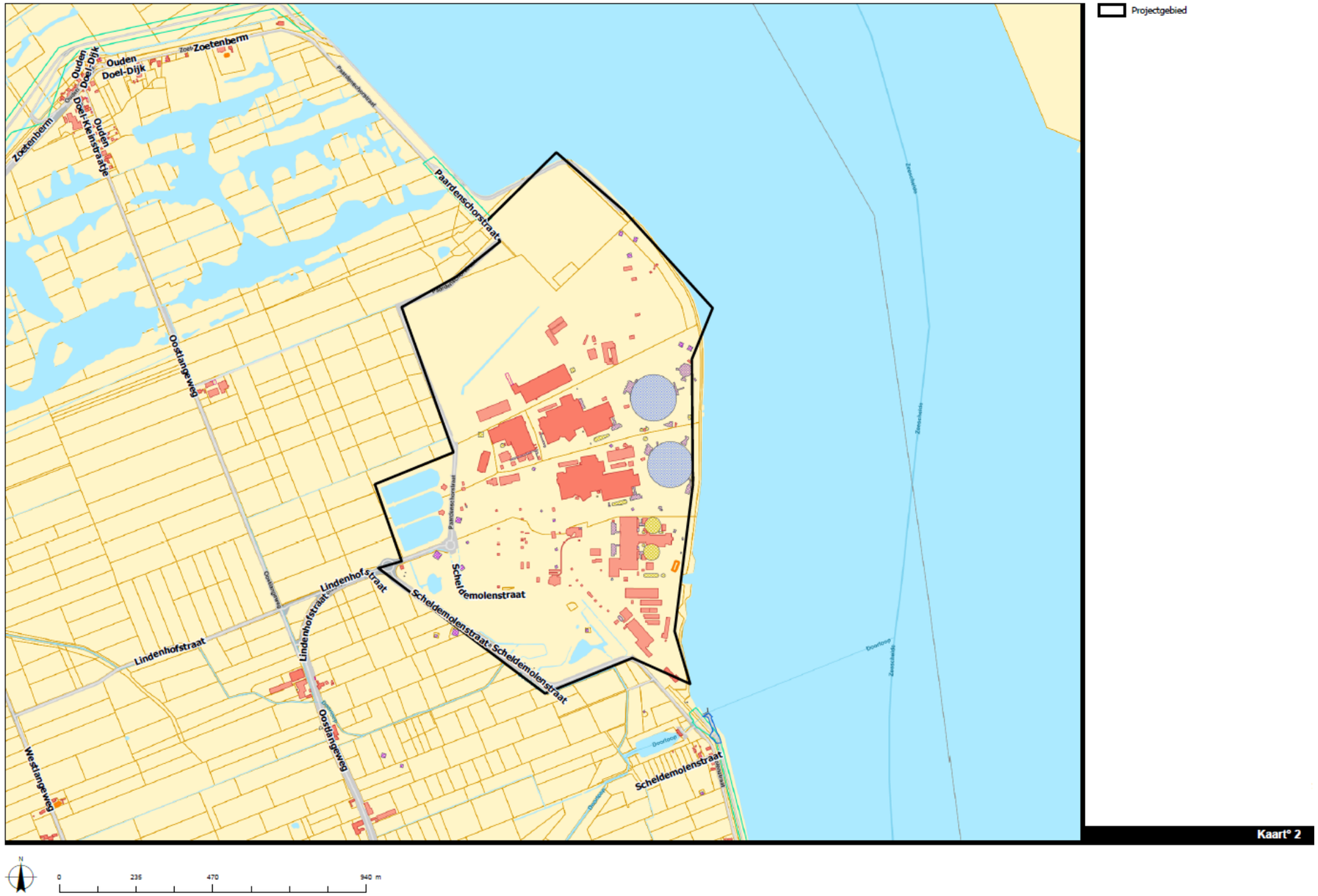
Kaart 25 Terreinen van Seveso-inrichtingen.....27

Kaart 26 Verschilkaart NO2 LTO.....28

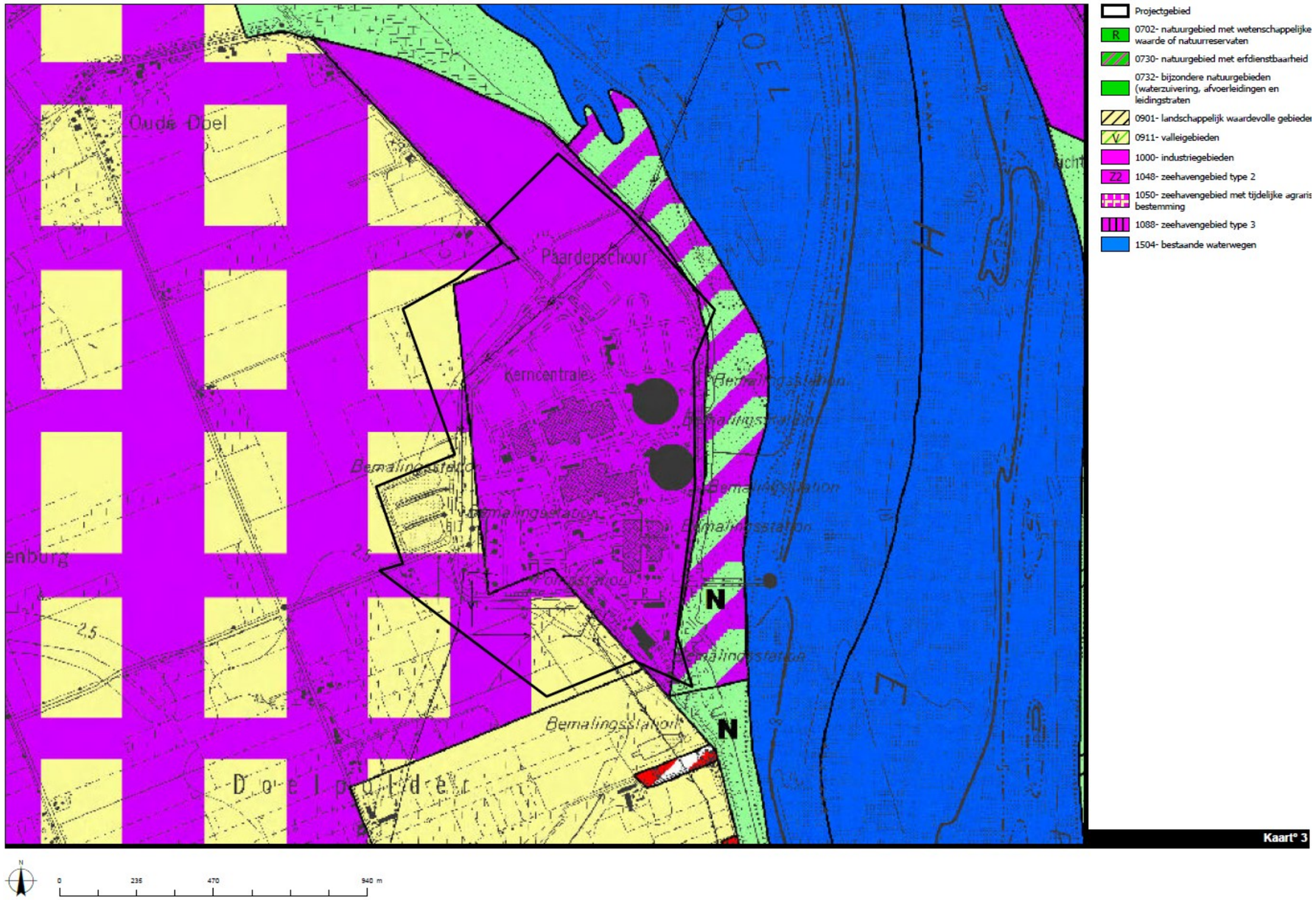
Kaart 27 Verschilkaart NO2 no LTO.....29

A.2 De kaarten

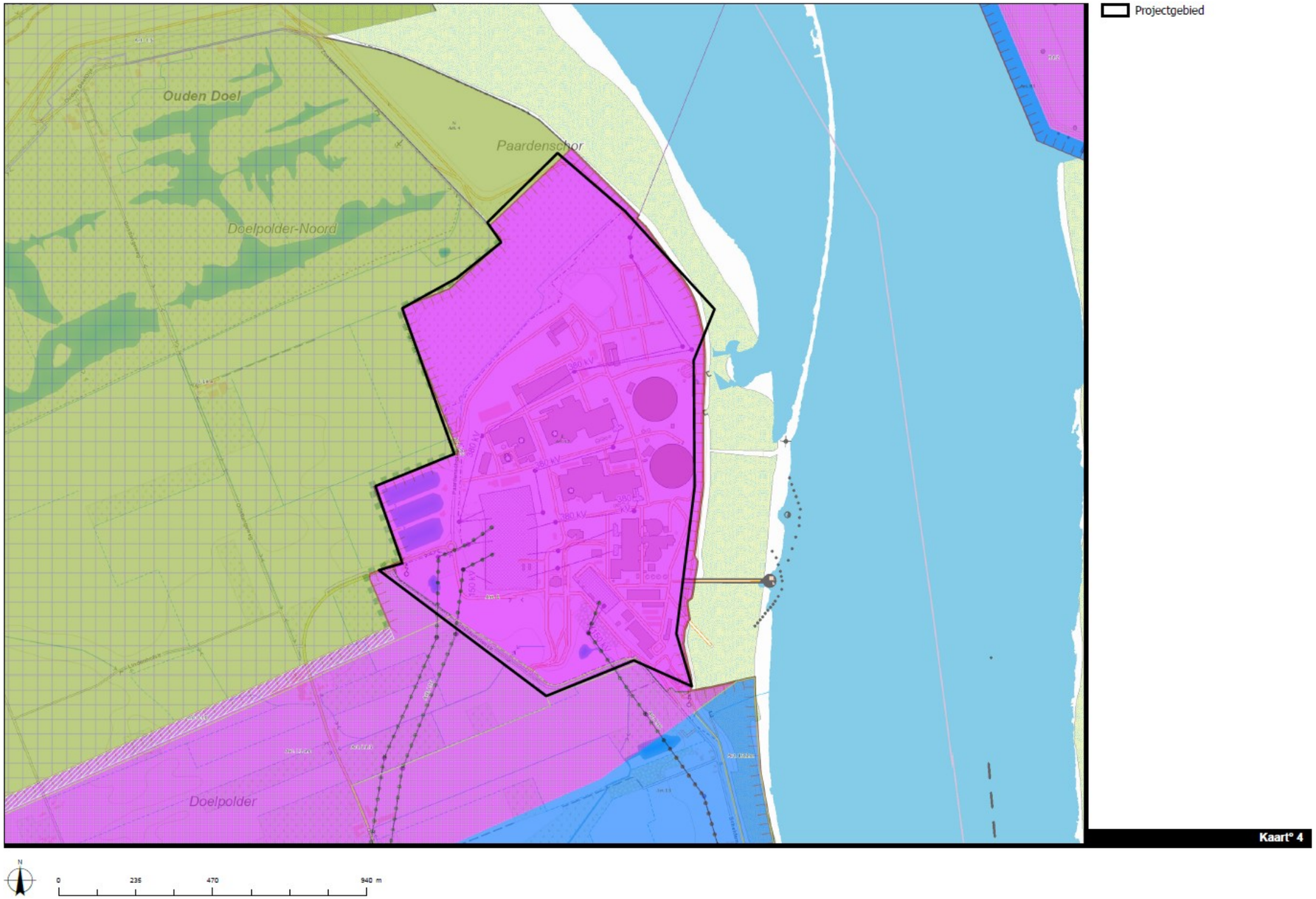
Kaart 1 Situering van het projectgebied op topografische kaart



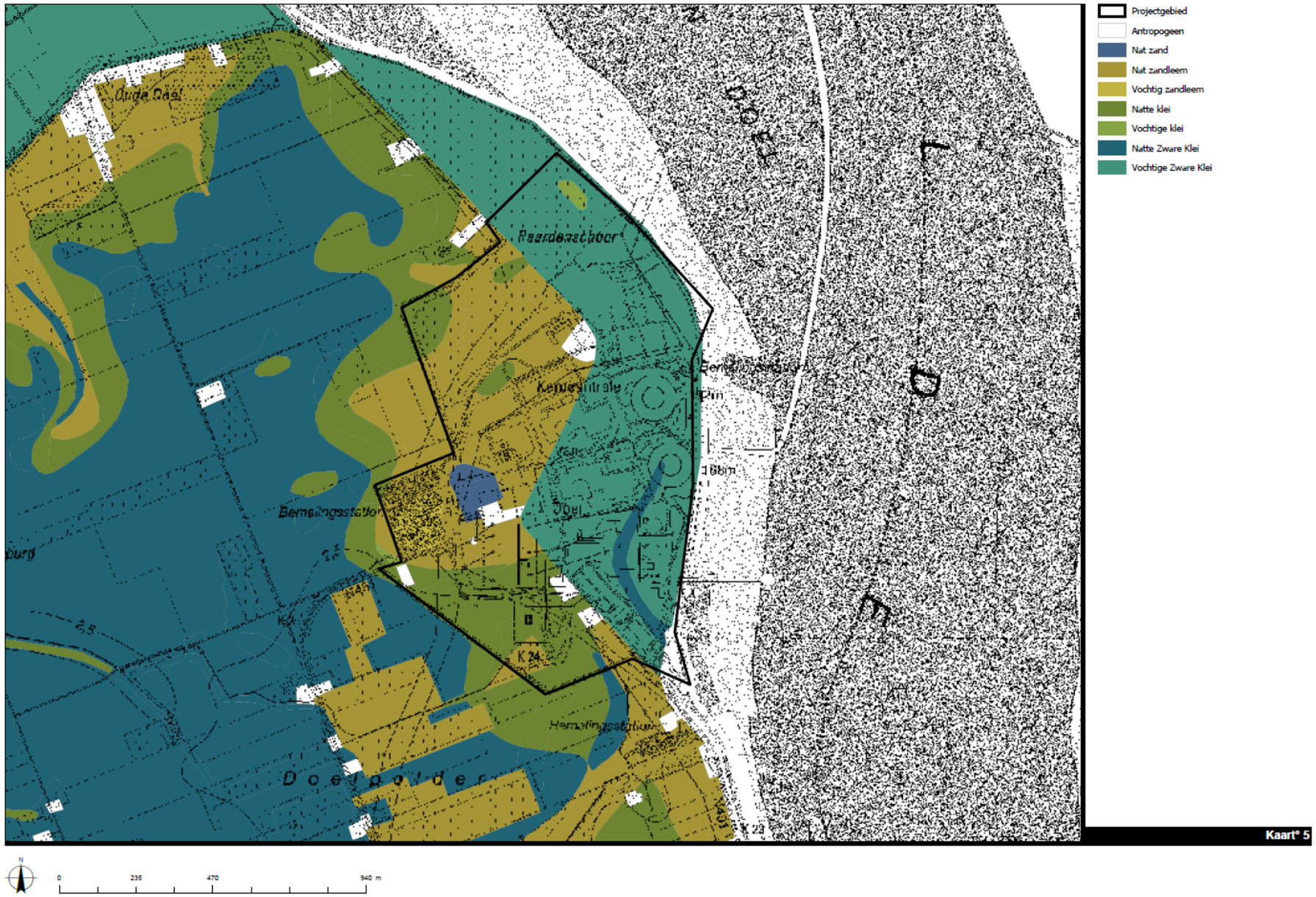
Kaart 2 Stratenplan



Kaart 3 Gewestplan

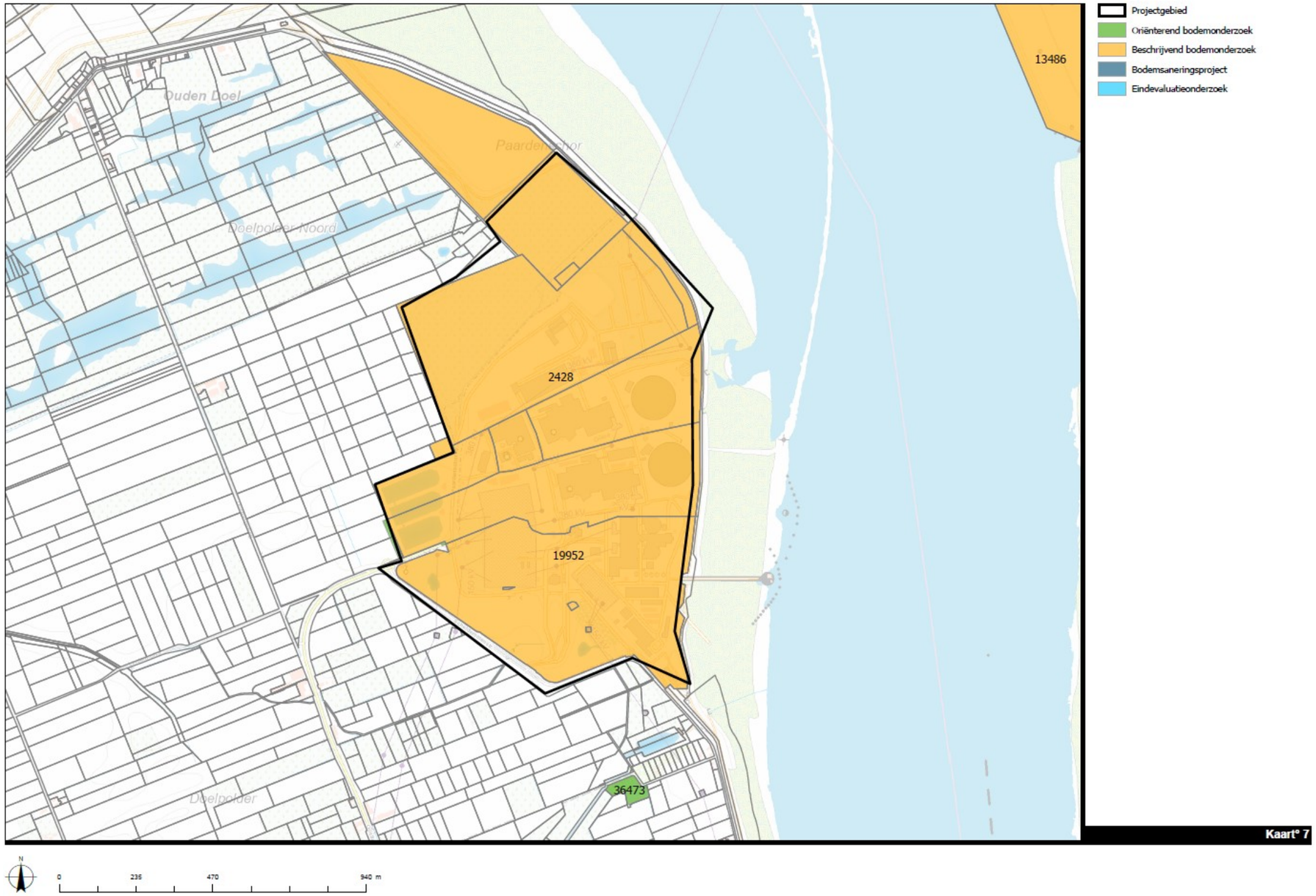


Kaart 4 Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringsplan

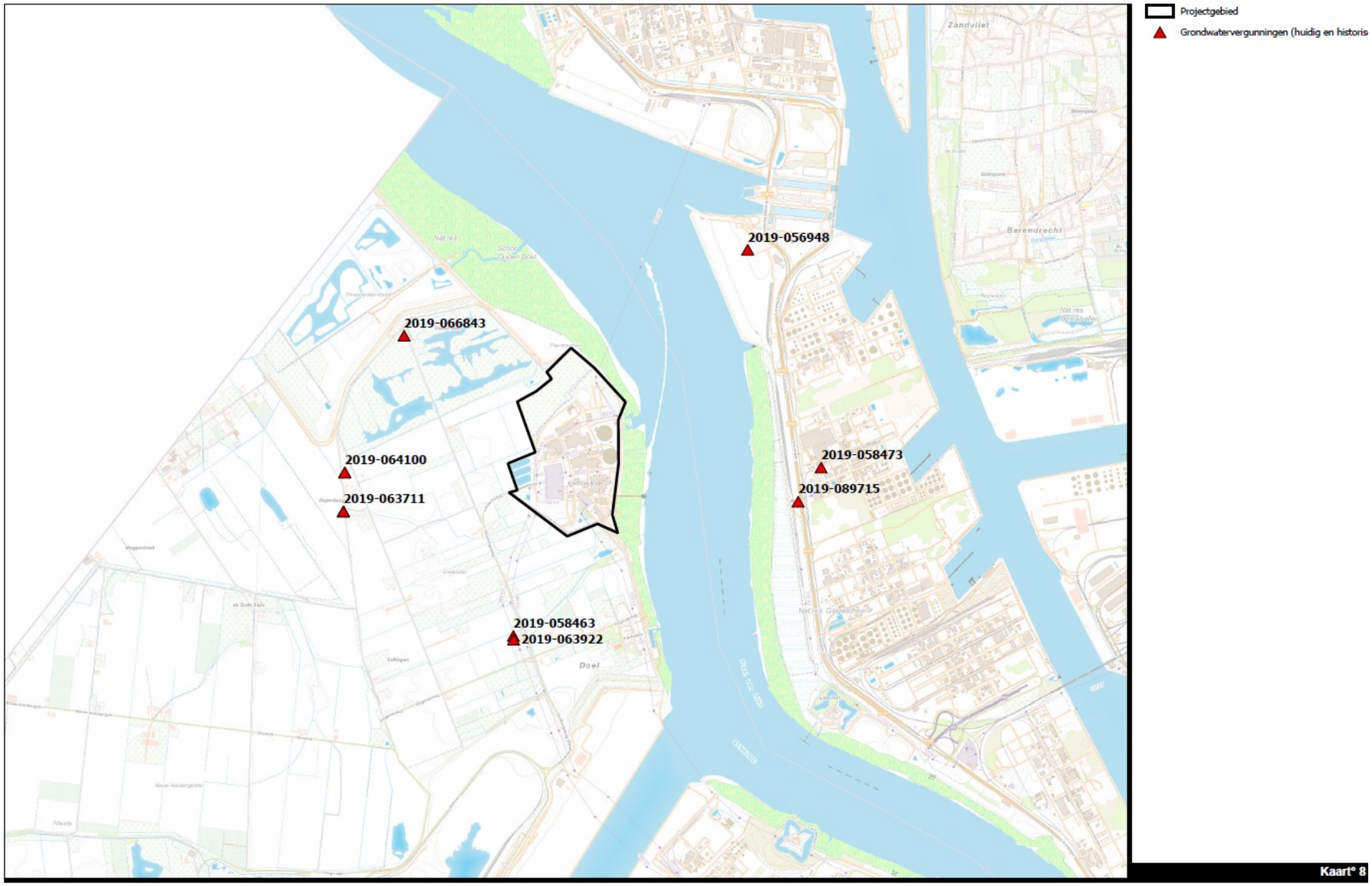


Kaart 5 Bodemkaart

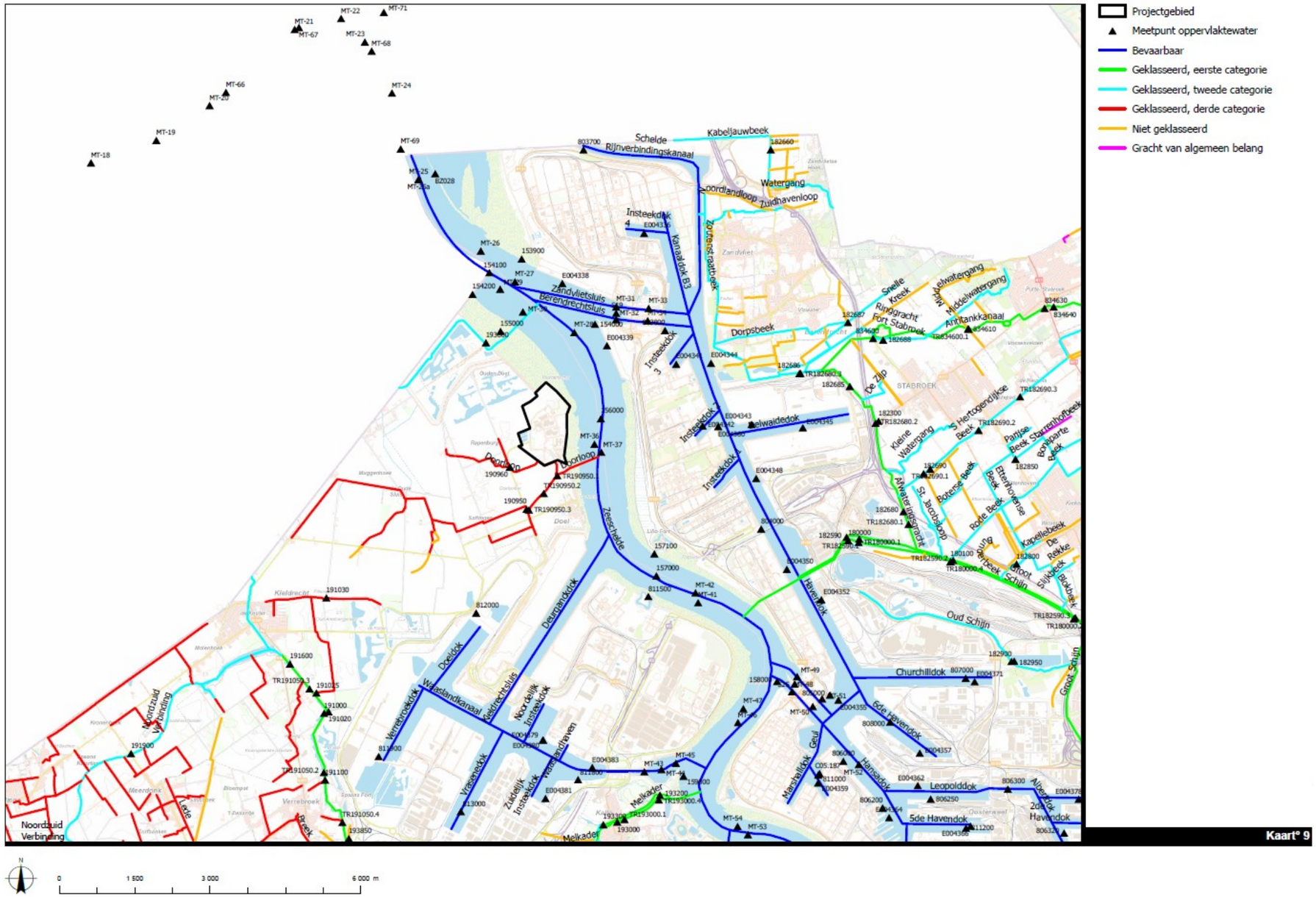
Kaart 6 Digitaal Hoogtemodel



Kaart 7 Bodemonderzoeken en saneringen



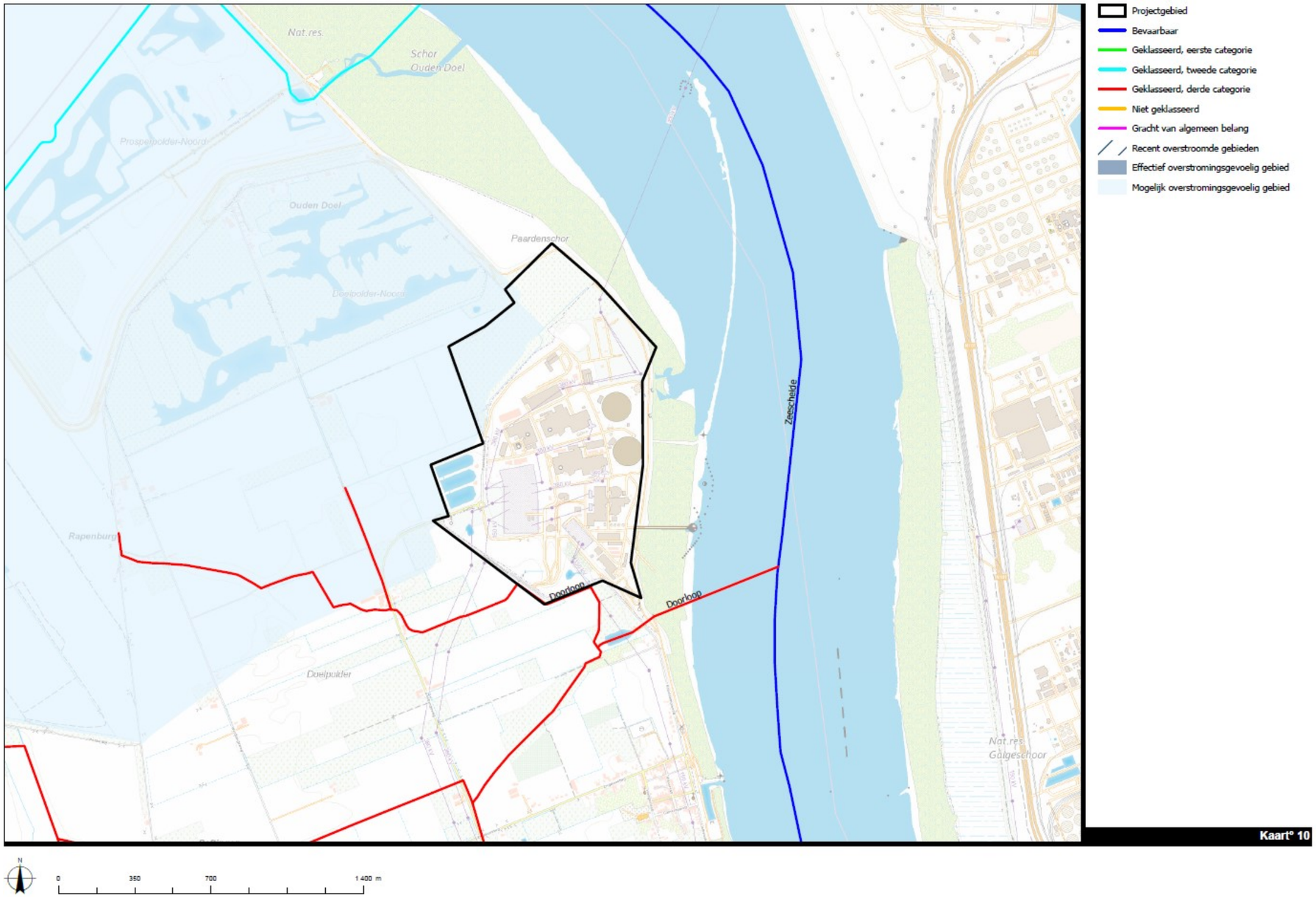
Kaart 8 Vergunde grondwaterwinningen



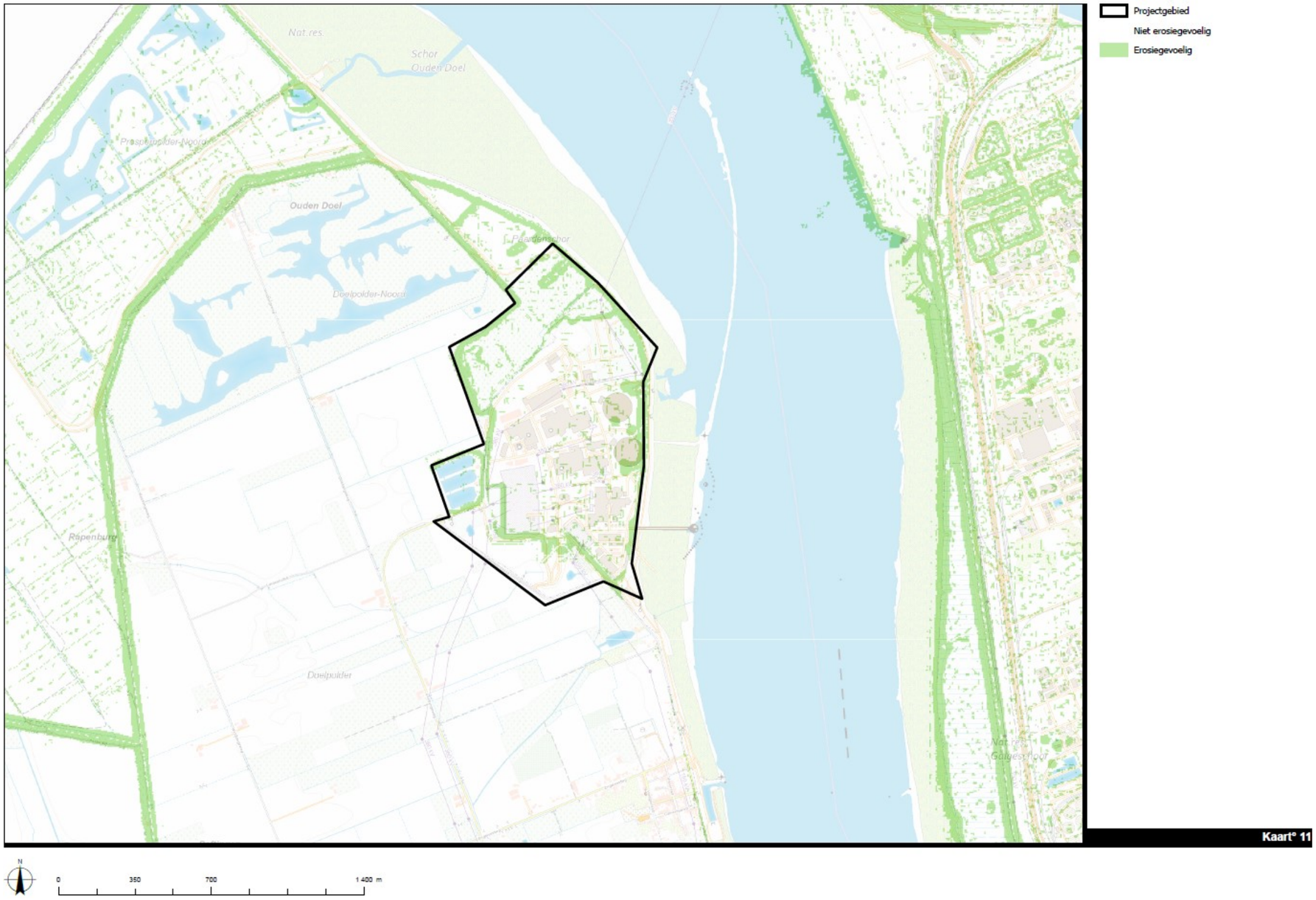
Kaart° 9

0 1 500 3 000 6 000 m

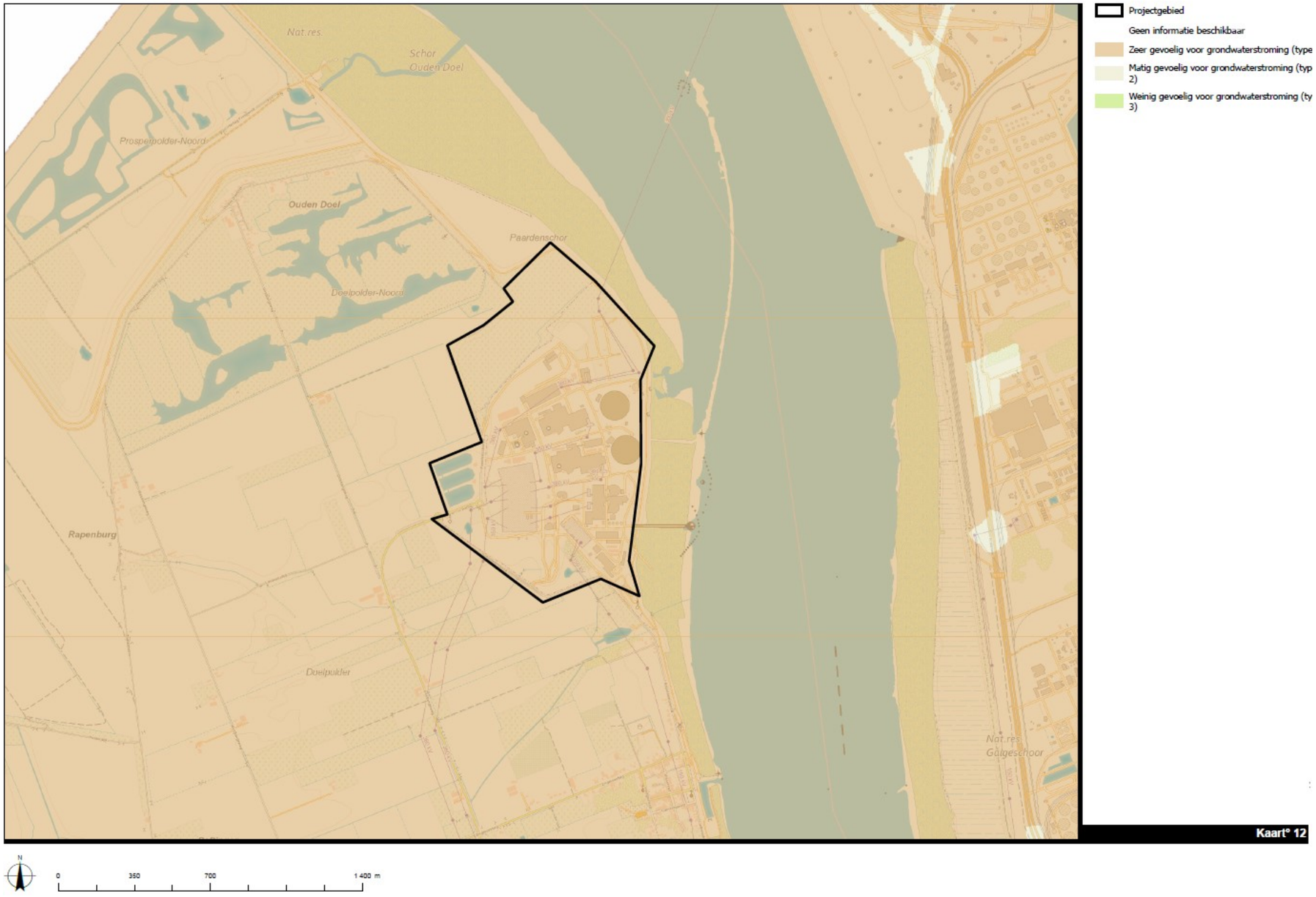
Kaart 9 Vlaamse Hydrografische Atlas



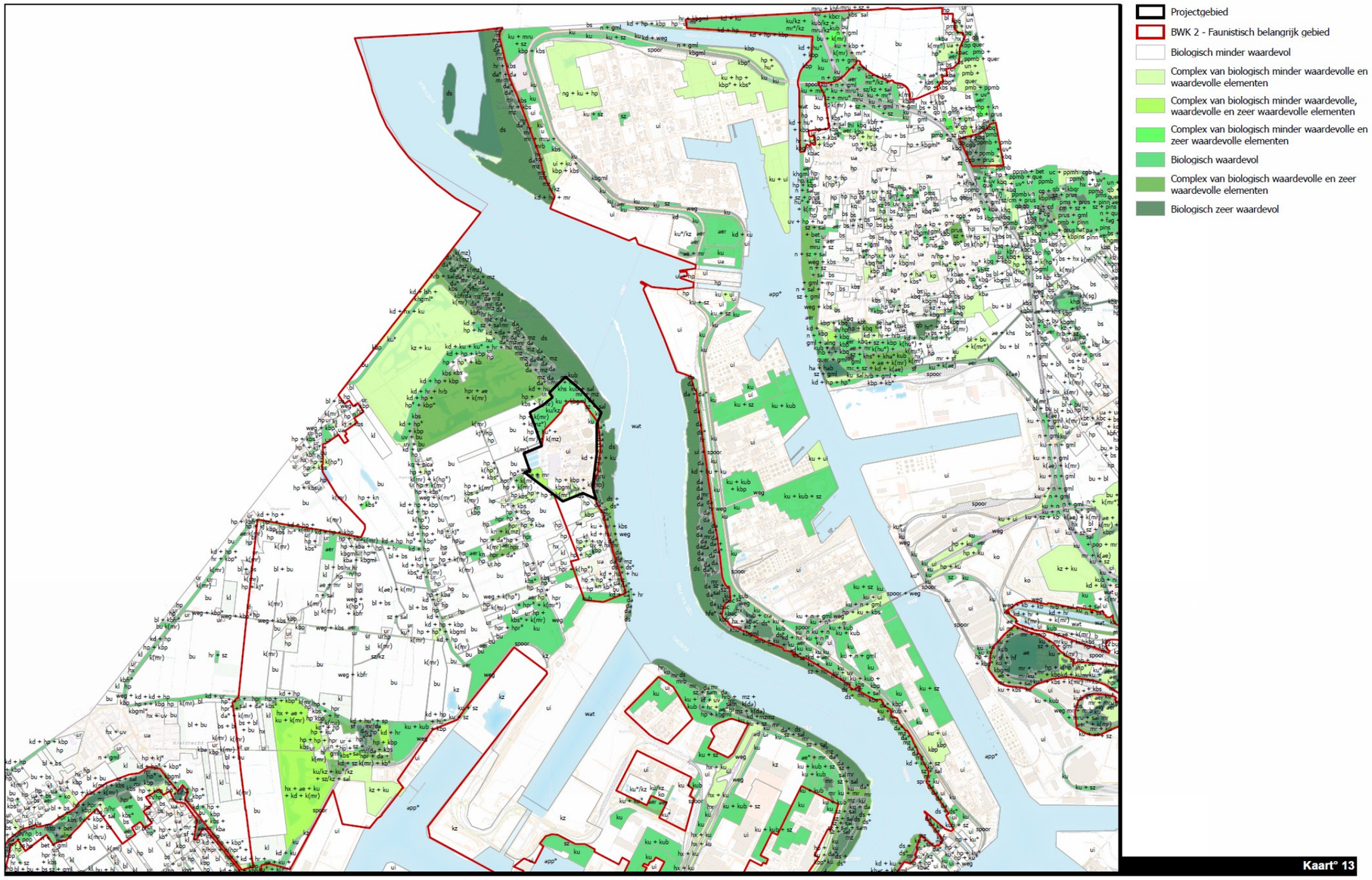
Kaart 10 Watertoets - overstromingsgevoelige gebieden



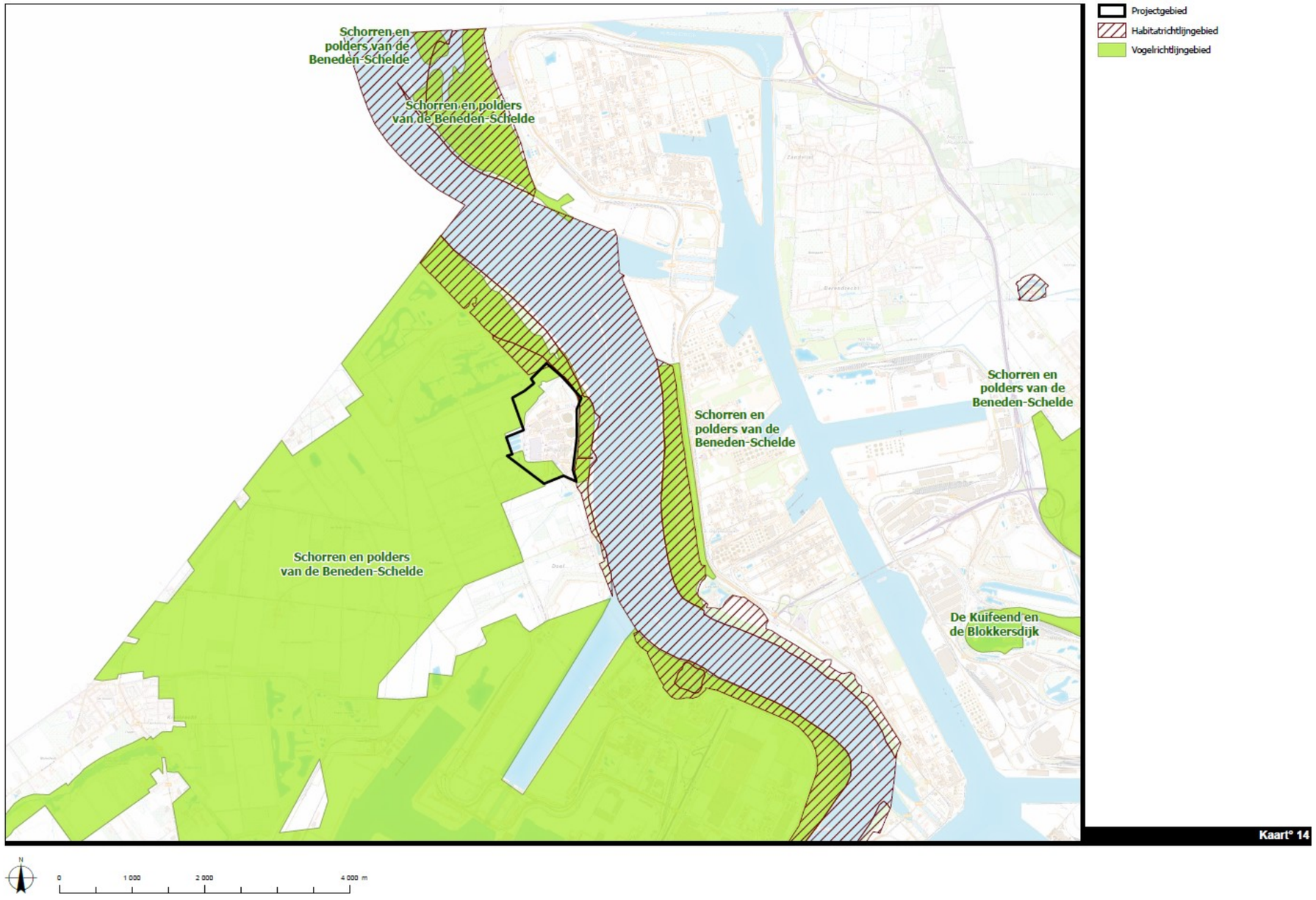
Kaart 11 Watertoets - erosiegevoelige gebieden



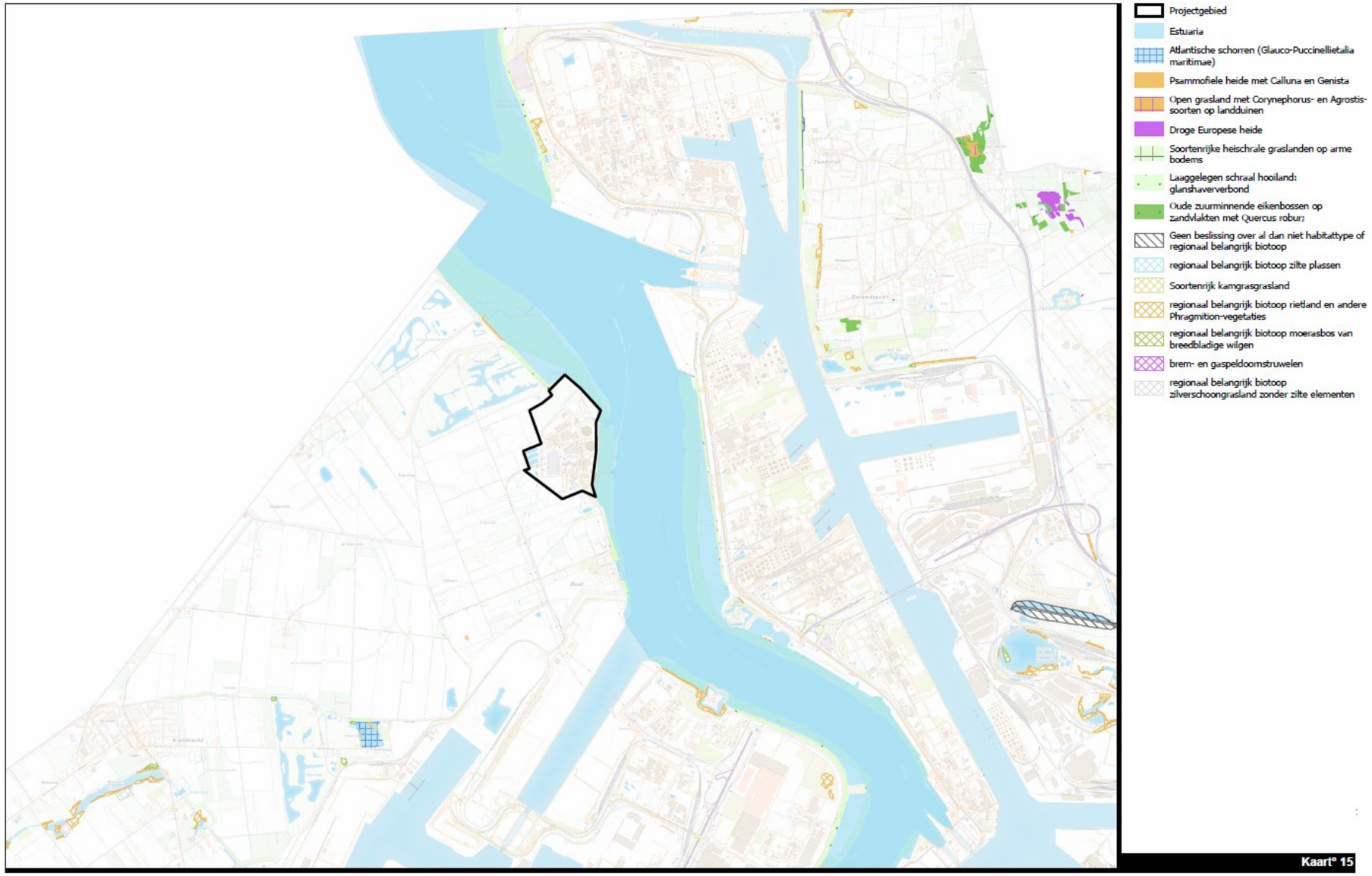
Kaart 12 Watertoets - grondwaterstromingsgevoelige gebieden

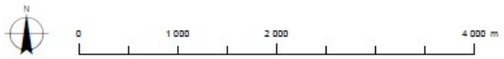


Kaart 13 Biologische waarderingskaart

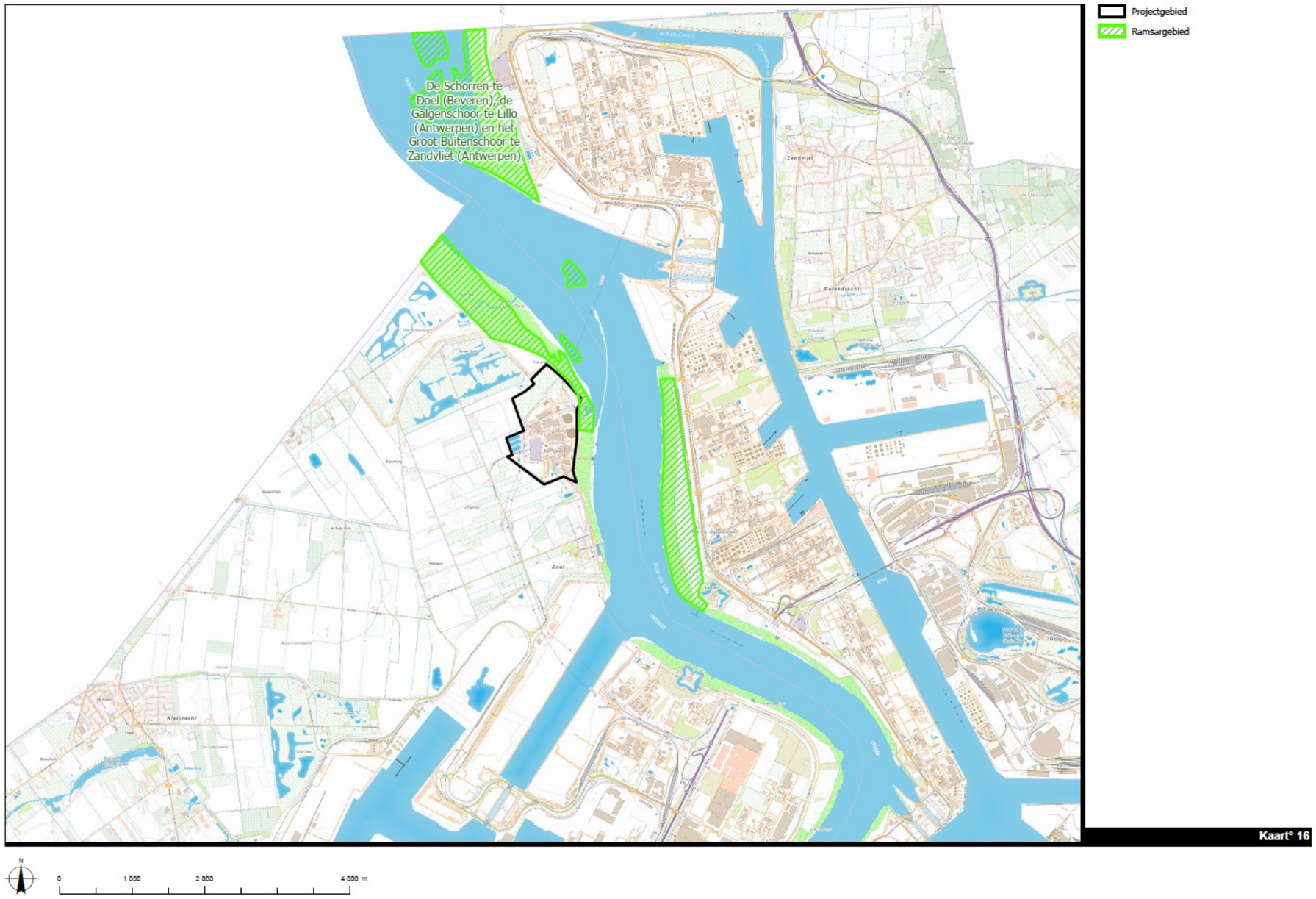


Kaart 14 Speciale beschermingszones

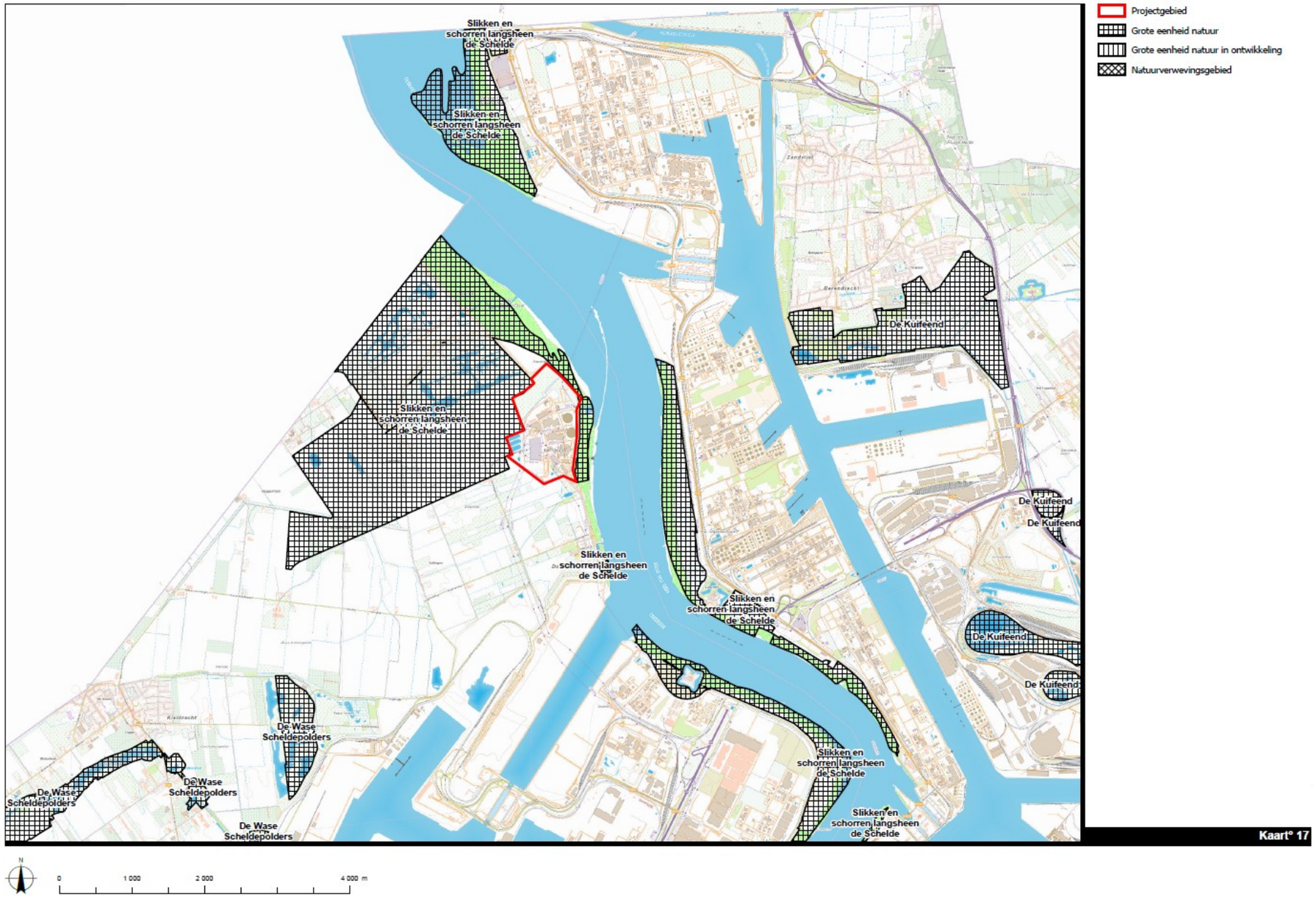




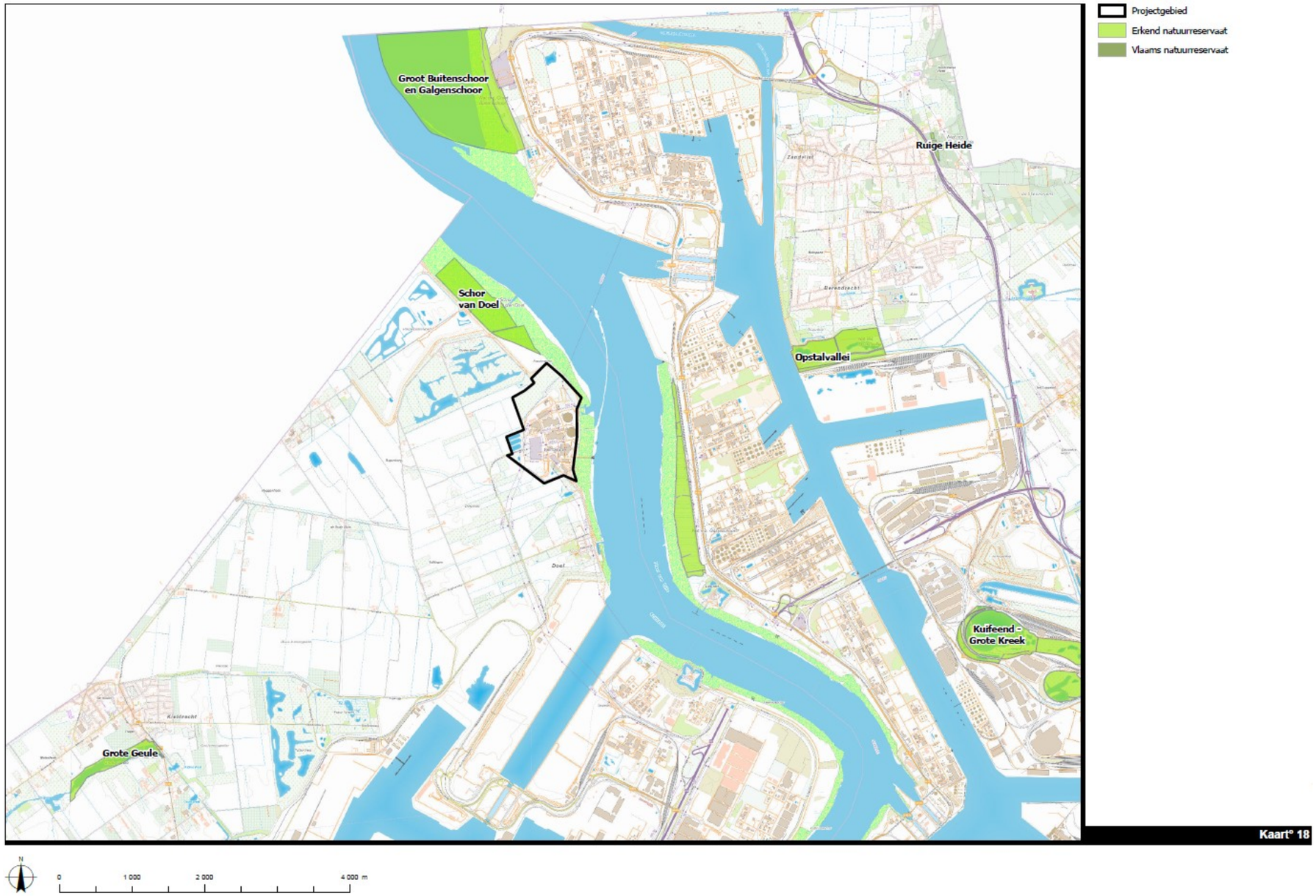
Kaart 15 Europese habitats



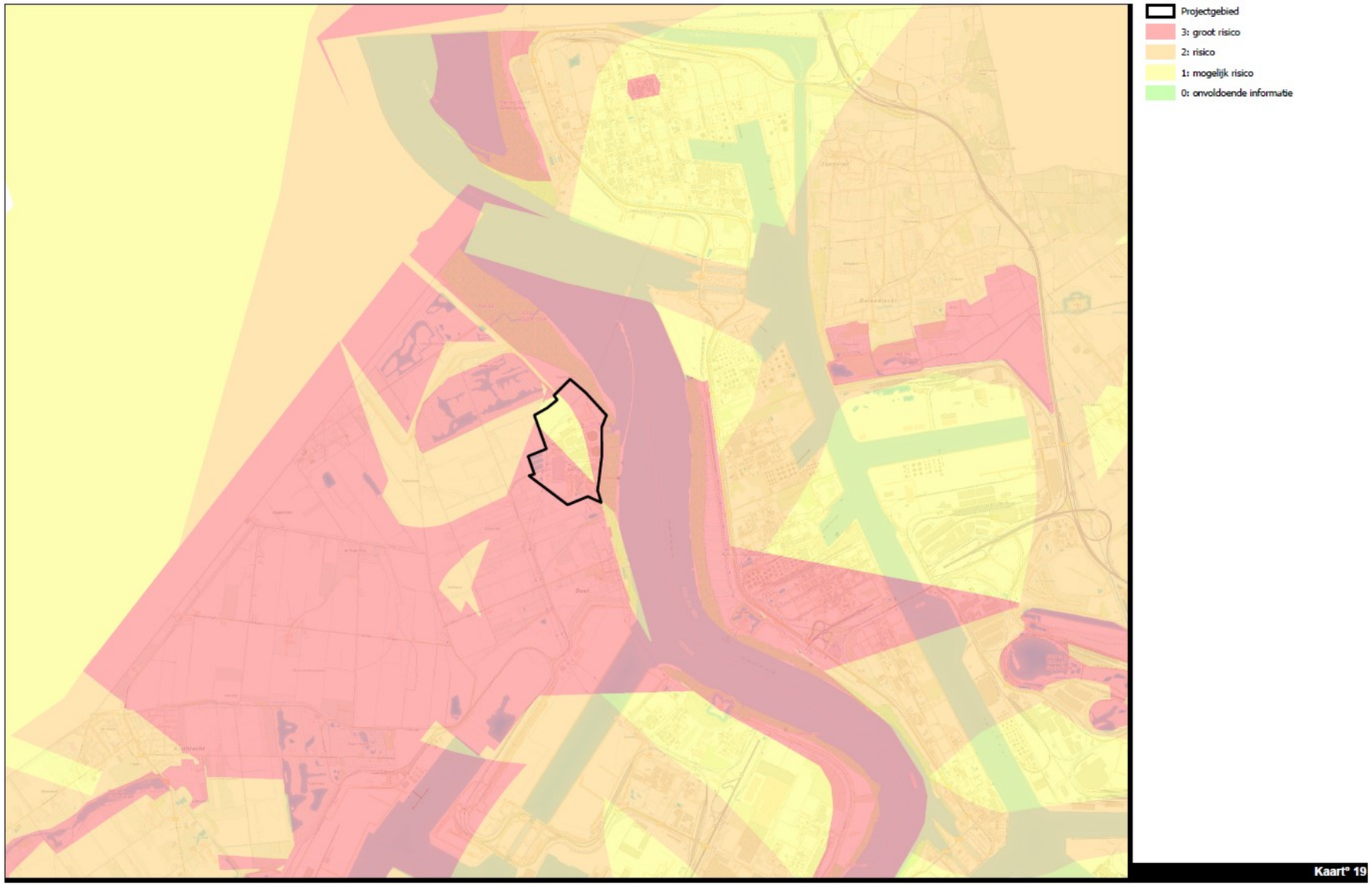
Kaart 16 Ramsargebieden

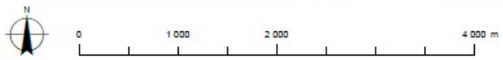


Kaart 17 Vlaams Ecologisch Netwerk

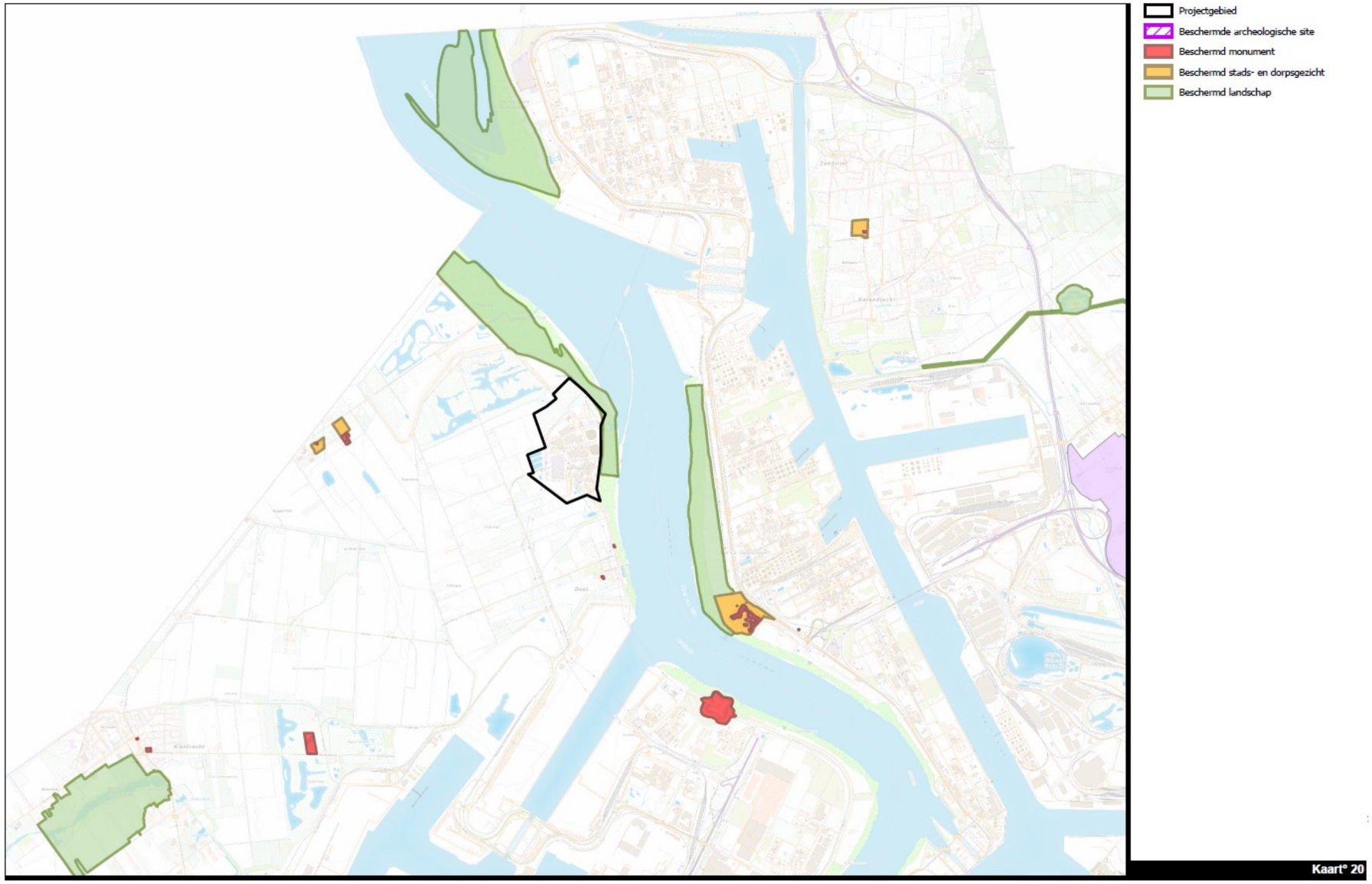


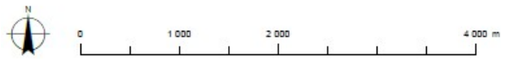
Kaart 18 Natuurreservaten



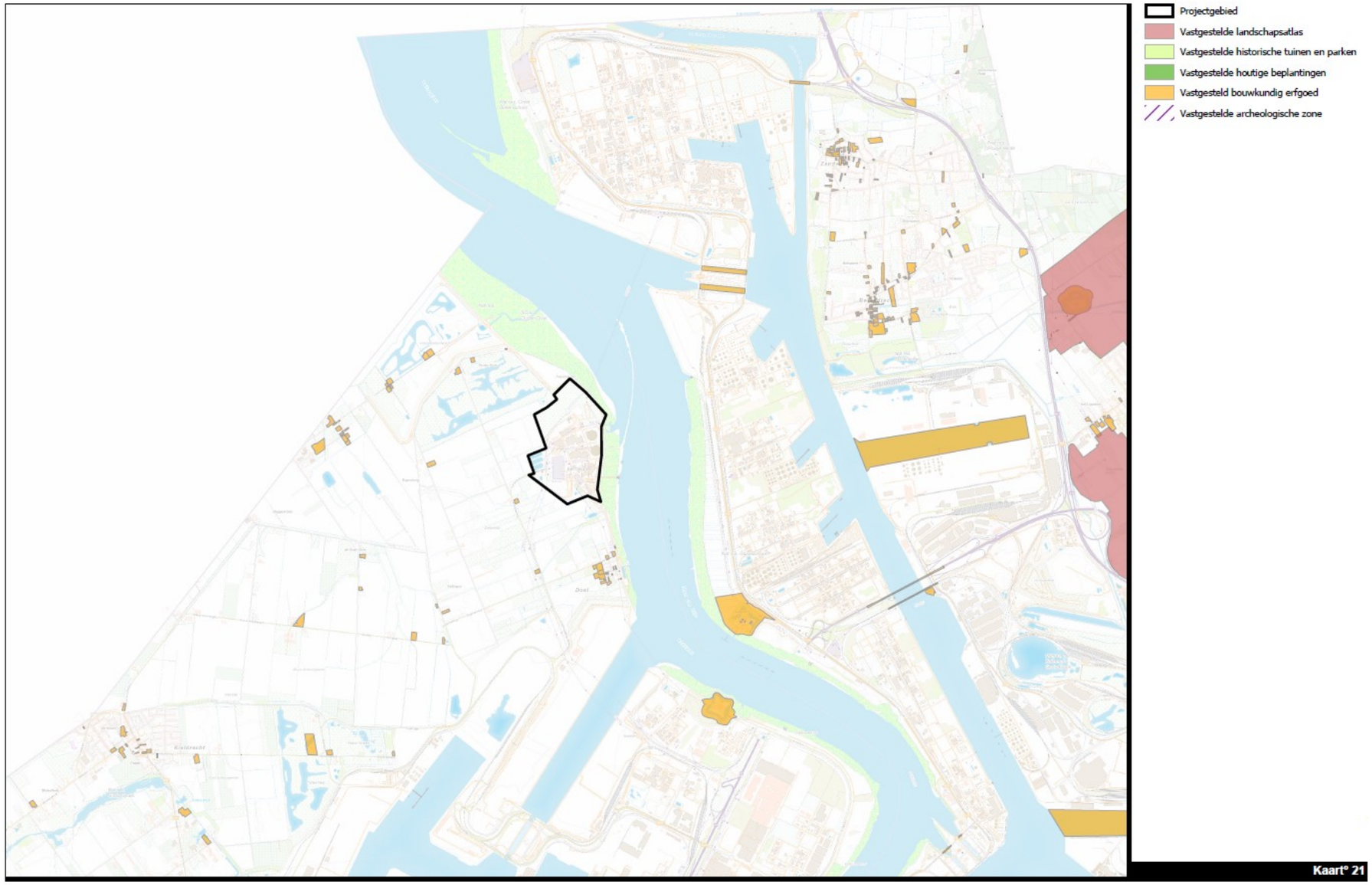


Kaart 19 Risicoatlas - synthesekaart vogels

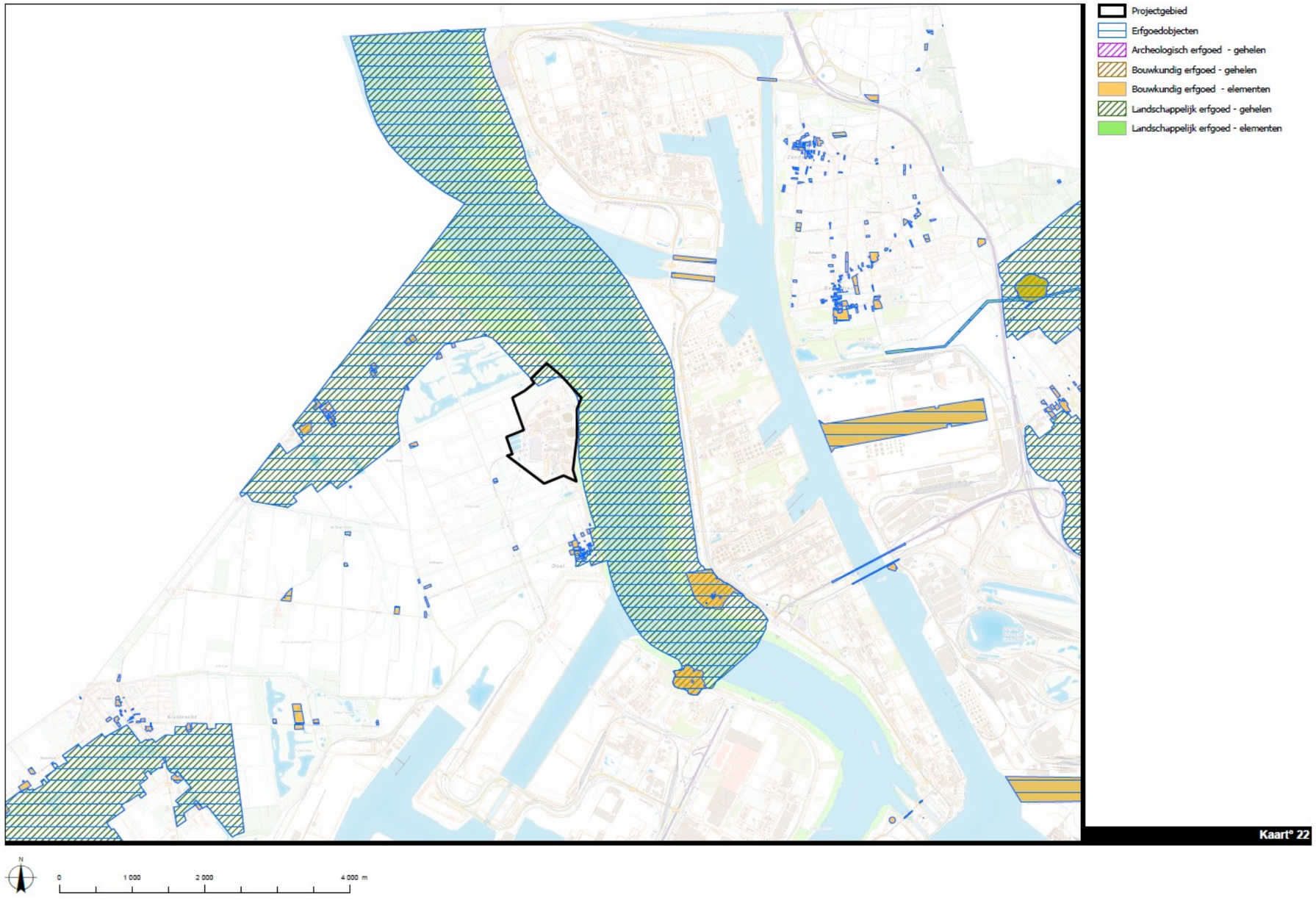




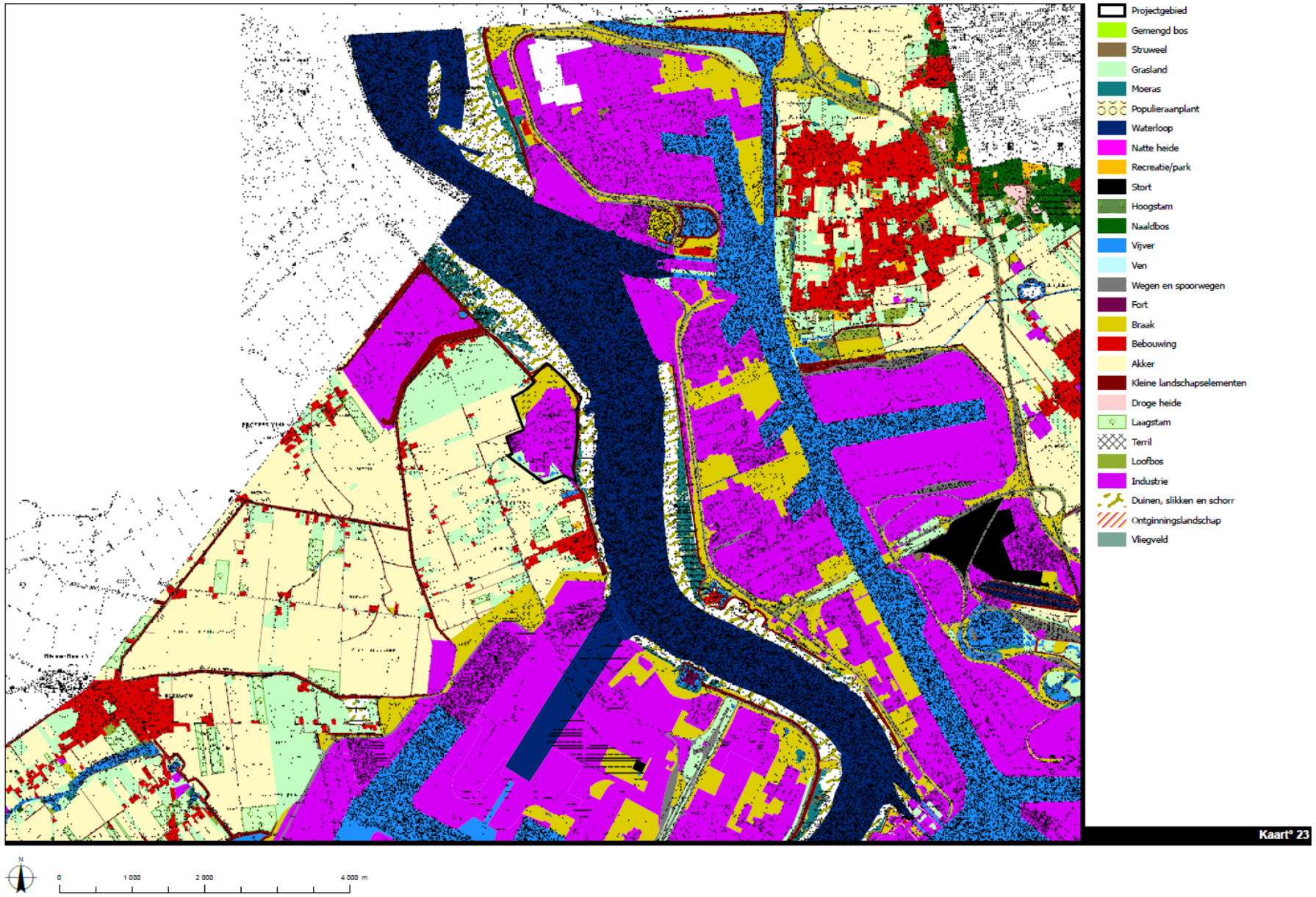
Kaart 20 Beschermd onroerend erfgoed



Kaart 21 Vastgestelde inventarissen

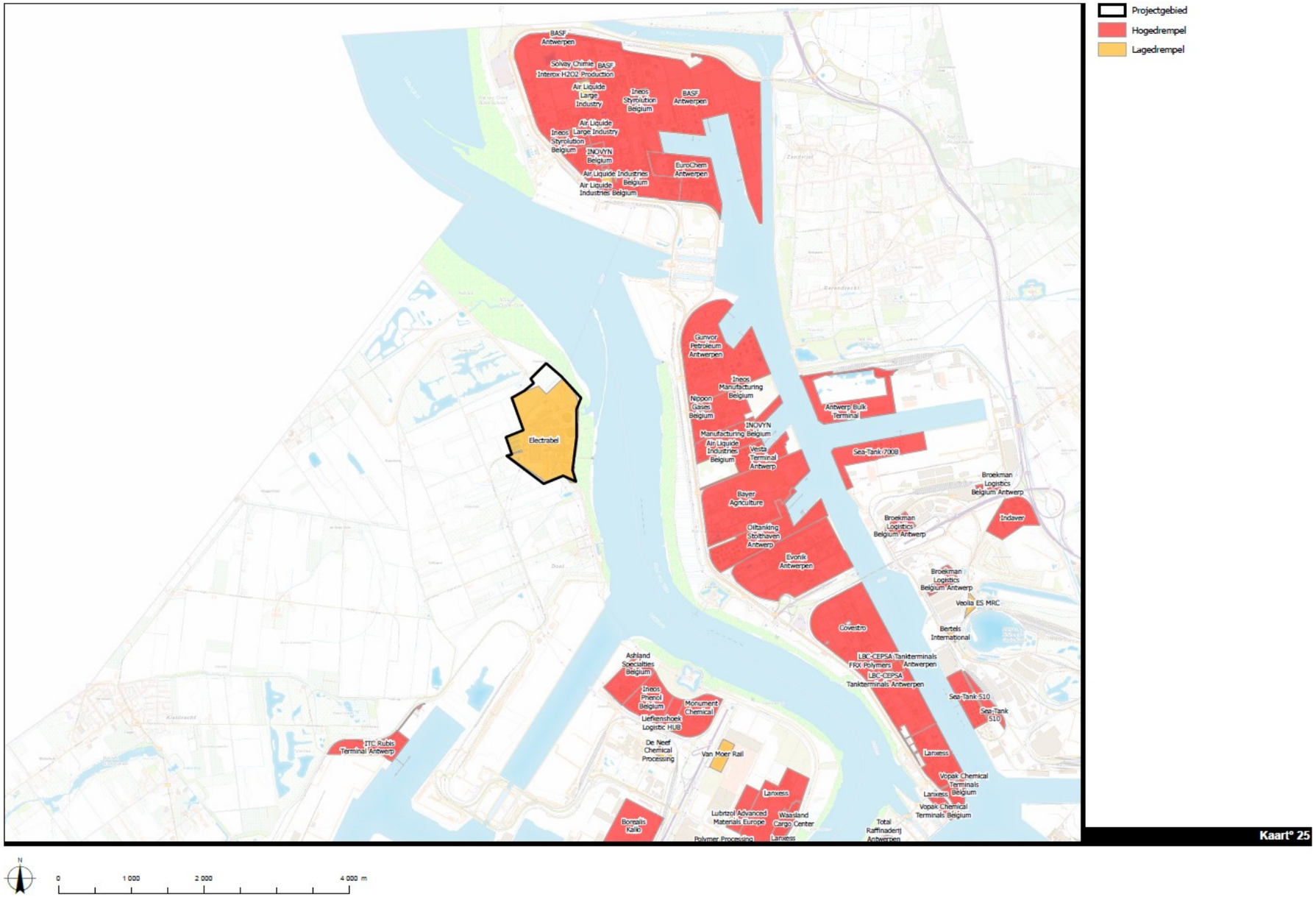


Kaart 22 Wetenschappelijke inventarissen



Kaart 23 Bodemgebruik

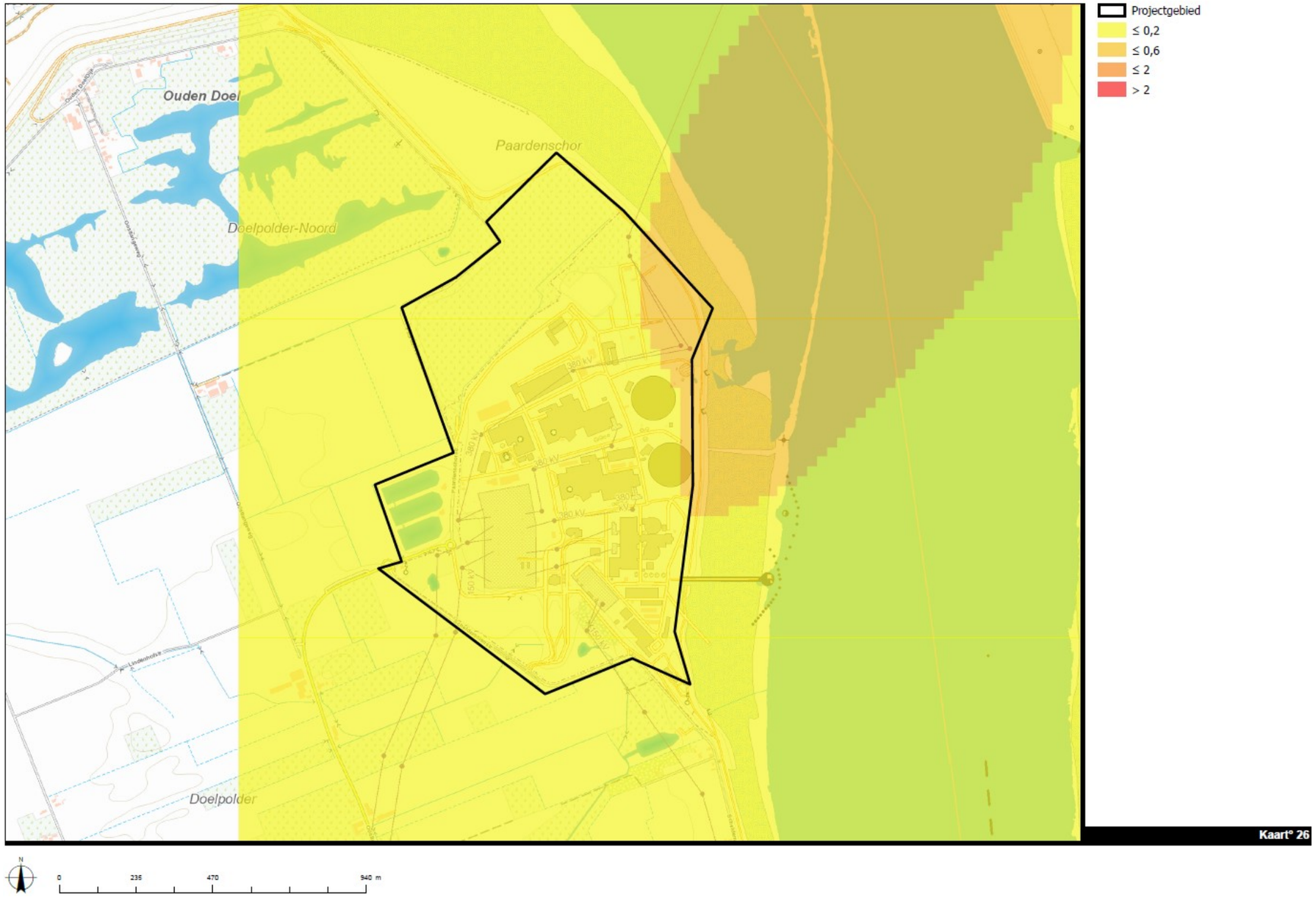
Kaart 24 Kwetsbare functies



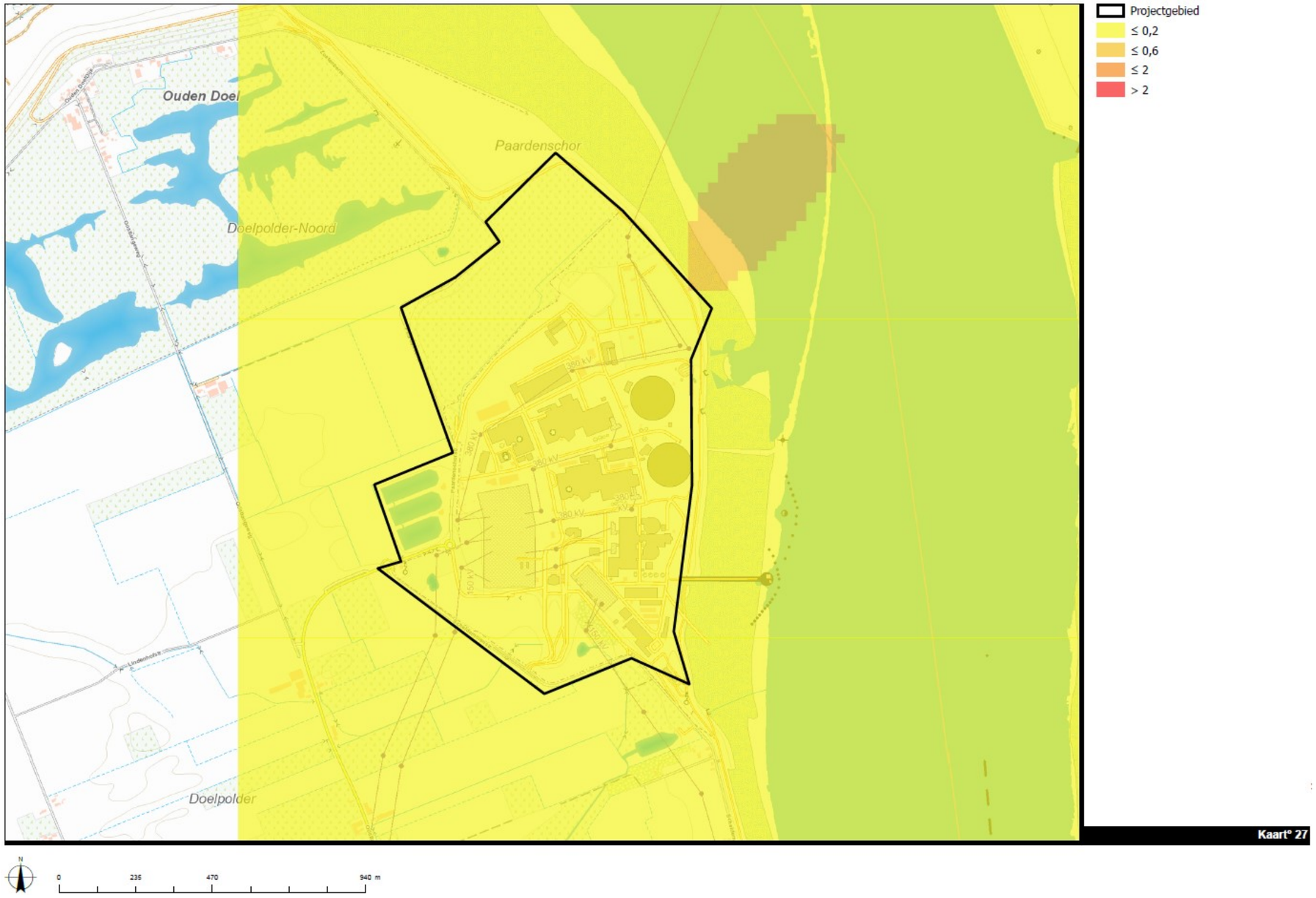
N

0 1 000 2 000 4 000 m

Kaart 25 Terreinen van Seveso-inrichtingen



Kaart 26 Verschilkaart NO2 LTO



Kaart 27 Verschilkaart NO2 no LTO

ARCADIS
Infrastructuur · Water · Milieu · Gebouwen

Imagine the result

Verslag 5 uitgevoerde monitoringscampagnes (periode juni 2011 – maart 2012) naar de temperatuursinvloed van het koelwater van de kerncentrale van Doel op de Schelde

Electrabel NV

Projectnummer BE0111001590| finaal | 12-06-2012

Opdrachtgever	Electrabel nv Haven 1800 Scheldemolenstraat 9130 Doel De heer Michel Aerts Milieucoördinator 03/202 22 66 Michel.aerts@electrabel.com

Projectomschrijving

Verslag 5 uitgevoerde monitoringscampagnes (periode juni 2011 – maart 2012) naar de temperatuursinvloed van het koelwater van de kerncentrale van Doel op de Schelde

Opdrachtnemer	**ARCADIS Belgium nv** Maatschappelijke zetel Koningsstraat 80 B-1000 Brussel Postadres ARCADIS Belgium nv Kortrijksesteenweg 302 B-9000 Gent
Contactpersoon	Riet Durinck
Telefoon	+32 9 24 24 424
Telefax	+32 9 24 24 445
E-mail	r.durinck@arcadisbelgium.be
Website	www.arcadisbelgium.be

Inhoudsopgave

1 INLEIDING 5
2 BESCHRIJVING MEETMETHODE 7
2.1 Monitoringsdata en -omstandigheden 7
2.2 Meetmateriaal en monitoringsdiepte 7
2.3 Monitoringslocaties 8
3 RESULTATEN VAN DE MONITORINGSCAMPAGNES 11
4 MODELLERING 13
5 BESPREKING VAN DE RESULTATEN 15
5.1 Vaststellingen 15
5.1.1 Afgaand water 15
5.1.2 Kentering bij laagwater 17
5.1.3 Opkomend water 17
5.1.4 Afgaand water, vlak na hoogwater kentering 18
5.1.5 Globaal temperatuurverloop per invloedszone over 12 uur 18
5.2 Toetsing gemeten waarden aan de gemodelleerde waarden 19
5.2.1 Gemodelleerde en gemeten watertemperatuursverhoging – 1 uur kentering bij laagwater. 19
5.2.2 Gemodelleerde en gemeten watertemperatuursverhoging – daggemiddelde 27
5.3 Overlevingskans van exoten 29
6 Conclusies 31
6.1 Watertemperatuurverhoging bij kentering bij laagwater 31
6.2 Daggemiddelde watertemperatuurverhoging 31
6.3 Overlevingskans van exoten 32
BIJLAGEN 33

1 INLEIDING

Electrabel baat in Doel een kerncentrale uit, waarbij het gebruik van koelwater vereist is. Het koelwater wordt uit de Schelde opgepompt en daarna teruggestort, en voert op die manier grote hoeveelheden warmte af naar de Schelde. Die temperatuursverhoging is van belang voor het leven in en rond het Schelde-estuarium.

Voor de lozing van koelwater van elektrische centrales zijn in de VLAREM sectorale voorwaarden opgelegd. Voor de temperatuur van het geloosde koelwater gelden volgende emissiegrenswaarden:

- Maximum 33°C als ogenblikkelijke waarde
- Maximum 32°C als daggemiddelde
- Maximum 30°C als voortschrijdend 30-dagengemiddelde

In het kader van de hervergunning van de milieuvergunning van de kerncentrale werd in 2010 een milieueffectenrapport (MER) opgemaakt, waarin ondermeer de impact van de koelwaterlozing op de temperatuur van de Schelde werd beschreven en beoordeeld. De impact werd geëvalueerd door toepassing van het model CORMIX[1]. Dit is een softwaresysteem voor de analyse en voorspelling van lozingen in diverse waterlichamen.

De grootste invloed van de lozing van het koelwater bleek zich te situeren ter hoogte van de Plaat van Doel stroomafwaarts van het lozingspunt. Gezien het temperatuurverloop er lokaal niet gekend is en de modelresultaten verder gevalideerd en gepreciseerd dienen te worden, is in het MER voorgesteld ter hoogte van de Plaat van Doel een monitoring van de temperatuur van de Schelde uit te voeren. Deze monitoring dient toe te laten de evolutie van de temperatuur te verifiëren op de Plaat van Doel gedurende de getijdencyclus en dit in het bijzonder bij de kentering bij laagwater en het model te valideren. De kennis van deze evolutie is vooral wenselijk bij de hoogste Scheldetemperaturen in warme periodes. Daartoe is in het MER voorgesteld op verschillende dagen temperatuurmetingen van het Scheldewater uit te voeren.

In het vergunningsbesluit voor de verdere vergunning van de kerncentrale van Doel is deze aanbeveling gevolgd en is opgenomen dat er een monitoringsprogramma dient uitgevoerd te worden om de invloed van het koelwater van de kerncentrale op de Schelde na te gaan en de modelresultaten verder te valideren en te preciseren.

[1] CORMIX: Cornell Mixing Zone Expert System

Voorliggend verslag geeft de resultaten weer van de 5 uitgevoerde monitoringscampagnes ter invulling van deze eis. De monitoringscampagnes werden uitgevoerd conform het monitoringsprogramma opgemaakt op 24 mei 2011, conform het 'voorstel voor verdere monitoring' opgenomen in het verslag van monitoringscampagnes 1 en 2 (d.d. 05/09/2011) en conform de opmerkingen en voorstellen van de bevoegde overheden aangegeven vóór aanvang van de 1ste monitoringscampagne en op het overleg van 12 september 2011.

2 BESCHRIJVING MEETMETHODE

2.1 Monitoringsdata en -omstandigheden

De monitoringscampagnes van de periode juni 2011 tot maart 2012 werden uitgevoerd op volgende data:

Monitoringscampagne	1	2	3	4	5
Monitoringsdata	16/06/2011	02/08/2011	29/09/2011	07/02/2012	07/03/2012
Type periode	Gematigde temperaturen	Warme temperaturen	Warme temperaturen	Koude temperaturen	Koude temperaturen
Buitenluchttemperatuur	13,4 tot 19,3°C	17,1 tot 28,0°C	16,3 tot 27,6°C	-11,3 tot -6,4°C	2,2 tot 5,3°C
Weersomstandigheden	Bewolkt, felle regenbuien	Zonnig met sporadisch lichte sluier-bewolking	Zonnig, licht bewolkt	Droog, veel wind, zeer koud	Buien

2.2 Meetmateriaal en monitoringsdiepte

De monitoringscampagnes werden uitgevoerd aan de hand van een klein werkschip, dat voor de duur van 1 dag gehuurd wordt. Ter hoogte van alle meetpunten werd de temperatuur en het zuurstofgehalte opgemeten aan de hand van een Hach HQ40d meettoestel met twee sondes met telkens een zuurstof- en temperatuurelektrode, met één sonde op een constante diepte van 0 m tot 0,5 m onder de waterspiegel en de andere sonde op een constante diepte van 2 m tot 2,5 m onder de waterspiegel. De diepte van beide sondes werd constant gehouden door de kabels van de sondes op afgemeten lengte vast te hechten aan een vlottende jerrycan of aan een metalen staaf met gewicht, bevestigd aan de zijkant van het werkschip. Alle metingen werden uitgevoerd bij (relatieve) stilstand van het werkschip.

Hach HQ40d meettoestel aangesloten aan twee meetsondes

Kabels van beide meetsondes bevestig aan de zijkant van het werkschip en op constante diepte gehouden met een vlottende jerrycan

2.3 Monitoringslocaties

De meetpunten van de diverse campagnes worden weergegeven op de plannen in bijlage 1. Afhankelijk van het doel van de diverse monitoringslocaties werden metingen op diverse plaatsen uitgevoerd:

- Monitoringscampagne 1 werd uitgevoerd bij gemiddelde temperaturen, met het doel om in de periode rond de kentering bij laagwater gegevens te verzamelen ter hoogte van de Plaat van Doel, in een zone tot ca. 1300 m stroomafwaarts van het lozingspunt (i.e. de zone die binnen de strekdam gelegen is).
  - ➔ Bovendien werden er metingen uitgevoerd bij afgaand water nog verder stroomafwaarts van het lozingspunt (tot op ca. 3,7 km);
  - ➔ Bij opkomend tij aan de overzijde van de strekdam (wanneer het koelwater over de strekdam begint te stromen); langsheen de strekdam en tussen het lozingspunt en de captatiepunten;
  - ➔ Twee dwarsprofielmetingen bij opkomend tij, van de ene oever naar de overzijde van de Schelde.
- Monitoringscampagne 2 werd uitgevoerd bij warme (buitenlucht)temperaturen, met het doel om in de periode rond de kentering bij laagwater gegevens te verzamelen in de zone binnen de strekdam.
  - ➔ Er werden ook metingen uitgevoerd bij afgaand water verder stroomafwaarts (tot op ca. 5 km van het lozingspunt);
  - ➔ Bij opkomend tij aan de overzijde van de strekdam; tussen het lozingspunt en de captatiepunten.
- Monitoringscampagne 3 werd uitgevoerd bij warme (buitenlucht)temperaturen, met het doel om gedurende 12 h gegevens te verzamelen *enkel* in de zone binnen de strekdam, voor representatieve toetsing aan de daggemiddelde (en 1h kentering) modelresultaten.
  - ➔ Bij hoogwater werd bovendien de temperatuurstoename in de zone op 150-300 m stroomafwaarts van het lozingspunt (mengzone) opgevolgd, met als doel de overlevingskans van exoten in deze zone in te schatten.
- Monitoringscampagnes 4 en 5 werden uitgevoerd bij koude temperaturen en waren gericht op het beantwoorden van de vraag of de temperatuurverhoging van die aard is dat exoten kunnen overleven en verder ontwikkelen. Daarom werd nagegaan of op bepaalde plaatsen de temperatuur in belangrijke mate verhoogd blijft gedurende de getijdencyclus:
  - binnen de strekdam, in de zone dicht bij het lozingspunt en bij opkomend water;
  - buiten de strekdam, stroomopwaarts, in de zone tussen het lozingspunt en de captatiepunten bij hoogwater en afgaand water.

- ➔ Bovendien werden er in de zone binnen de strekdam, tot ca. 1300 m stroomafwaarts van het lozingspunt ook metingen uitgevoerd in de periode rond de kentering bij laagwater (zoals bij de eerdere campagnes).

Naast de temperatuur werd eveneens telkens het zuurstofgehalte gemeten (zie bijlage 2). De metingen tonen geen zuurstofverarming van het Scheldewater ten gevolge van de lozing van warm koelwater, eerder een lichte aanrijking (bij doorstroming van het koelwater doorheen het koelproces wordt het water sterk belucht). De resultaten van de zuurstofmetingen worden in voorliggend verslag niet verder in detail besproken.

Bijkomend is gebruik gemaakt van data die reeds continu door Electrabel verzameld worden in het kader van de goede werking van het koelwatersysteem van de kerncentrale:

- ➔ datareeksen van temperatuur en zuurstofgehalte ter hoogte van de intake (captatiepunt) en het lozingspunt;
- ➔ datareeksen van buitenluchttemperaturen ter hoogte van de centrale.

3 RESULTATEN VAN DE MONITORINGSCAMPAGNES

In onderstaande tabel worden de specificaties van de uitgevoerde monitorings-campagnes weergegeven.

Parameter		1 16/06/11	2 02/08/11	3 29/09/11	4 07/02/12	5 07/03/12
Gemiddelde temperatuur Schelde	Achtergrondwaarde zoals gemeten tijdens monitorings-campagnes [(1)]	19,3°C	19,5°C	18,6°C	3,4°C	6,8°C
Gemiddelde temperatuur Schelde bij intake koelwater	Achtergrondwaarde zoals gemeten door Electrabel bij intake [(2)]	19,4°C	19,8°C	18,9°C	3,7°C	7,0°C
Gemiddelde lozingstemperatuur		30,5°C	31,1°C	30,4°C	17,1°C	23,1°C
Temperatuursverschil (ΔT) Scheldewater en koelwater bij lozing		11,2°C	11,6°C	11,8°C	13,7°C	16,3°C
Lozingsdebiet	Maximaal vergund debiet (alle eenheden in dienst)	195.760 m³/h [(3)] (54,4 m³/s)				
Begin en einde monitoring		7h00 tot 19h00	7h00 tot 19h00	7h00 tot 19h00	7h00 tot 17h00	7h00 tot 16h00
Laagwater		10h57	12h39	11h53	9h39	9h11
Hoogwater		16h46	18h14	17h25	15h21	14h52

(1) Gemeten bij afgaand water en stroomopwaarts van de lozing; aan de overzijde van de Schelde; of bij opkomend water stroomafwaarts van de lozing.

(2) Bij deze waarde is de bijdrage van de lozing van het koelwater reeds geïncorporeerd.

(3) Gedurende de wintercampagnes was het lozingsdebiet 40.000 m³/h lager dan bij de overige campagnes omwille van de uitschakeling van één pomp.

In bijlage 2 worden de meetresultaten alle uitgevoerde monitoringscampagnes weergegeven. De meetlocaties worden visueel voorgesteld in bijlage 1.

Om de meetresultaten van de punten gelegen binnen de strekdam (het gebied waarop de focus van de monitoring ligt) grafisch voor te kunnen stellen, worden de meetresultaten van dit gebied opgedeeld in drie of vier zones, volgens afstand tot het lozingspunt. De ligging van deze invloedszones wordt geschetst op de plannen in bijlage 1.

Voor elk van deze invloedszones werd de temperatuur uitgezet in functie van de tijd, voor de gehele monitoringsduur (max. 12 h). De beide monitoringsdiepten (0 tot 0,5 m; 2 tot 2,5 m) worden telkens samen op één grafiek voorgesteld. Deze grafieken werden opgemaakt voor alle monitoringscampagnes afzonderlijk (bijlage 3), en voor de gegevens per invloedszone van alle campagnes samen (bijlage 4).

4 MODELLERING

Met het oog op de validering en verdere precisering van de modelresultaten bekomen bij uitvoering van het MER worden de gemeten temperatuursgegevens getoetst ten opzichte van de modelresultaten bekomen bij een lozingstemperatuur en achtergrondtemperatuur van de Schelde zoals gemeten tijdens de monitoringcampagnes.

Voor de modellering wordt de CORMIX software toegepast (zie MER). Dit softwaresysteem, dat gebruik maakt van inputgegevens (zoals de geometrie van het systeem, de lozingskarakteristieken…) laat de voorspelling van de lozingspluim (temperatuurspluim) toe (omvang en reikwijdte).

Volgende scenario's worden gemodelleerd:

- ➔ Ogenblikkelijke waarde bij de kentering met een bathymetrie overeenkomstig beperkte verspreiding Plaat van Doel: voor alle 5 uitgevoerde monitoringscampagnes telkens bij de desbetreffende lozingstemperatuur en de gemeten achtergrondwaarde van het Scheldewater, 1 uur bij kentering bij laagwater (geringe menging).
- ➔ Daggemiddelde waarde over 24 h (een volledige cyclus): enkel voor monitoringscampagne 3, bij de desbetreffende lozingstemperatuur en de gemeten achtergrondwaarde van het Scheldewater. Enkel bij monitoringscampagne 3 werden immers voldoende meetgegevens verzameld voor representatieve toetsing aan de gemodelleerde daggemiddelde waarden.

Voor de simulatie van de bijdrage van de koelwaterlozing op de temperatuur van de Schelde worden de gegevens toegepast die in onderstaande tabel zijn samengevat. Als debiet wordt het maximum vergund lozingsdebiet gehanteerd.

Parameter		Waarde	Bron
Gemiddelde temperatuur Schelde	16/06/2011	19,3°C	Monitoring 1
	02/08/2011	19,5°C	Monitoring 2
	29/09/2011	18,6°C	Monitoring 3
	07/02/2012	3,4°C	Monitoring 4
	07/03/2012	6,8°C	Monitoring 5
Snelheden	Opkomend water Aanname model	1,25 à 2 m/s 1,63 m/s	Wat. Lab
	Afgaand water	1,5 m/s	Wat. Lab
	Kentering	0,05 m/s	Wat. Lab
Waterpeil	Gemiddeld hoogwater	5,18 m TAW	Wat. Lab
	Gemiddeld laagwater	0,04 m TAW	Wat. Lab
	Gemiddelde halftijhoogte	2,61 m TAW	Wat. Lab
Lozingsdebiet		195.760 m³/h (54,4 m³/s)	Electrabel

Bathymetrie (*)	Breedte	1.100 m	MER
	Diepte	8 m	MER
Bathymetrie Plaat van Doel (*)	Breedte	300 m	MER
	Diepte	3 m	MER
Kenmerken lozingspunt	Breedte	20 m	Electrabel
	Hoogte	1 m	Electrabel
	Oppervlakkige lozing Loodrecht op de Schelde		CORMIX user's manual
Lozingstemperatuur	16/06/2011	30,5°C	Electrabel
	02/08/2011	31,1°C	Electrabel
	29/09/2011	30,4°C	Electrabel
	07/02/2012	17,1°C	Electrabel
	07/03/2012	23,1°C	Electrabel
Heat loss Coefficient		33 W/m²/C	CORMIX user's manual

(*) Nota: De gemiddelde diepte van de Schelde is 7,8 m en de breedte is ongeveer 1.100 m. Deze gegevens werden aangenomen voor de simulatie ingeval van opkomend water, voor de berekening van het daggemiddelde. Gezien de specifieke ligging van het lozingspunt aan de kop van de Plaat van Doel wordt voor de situatie bij afgaand water aangenomen dat het grootste volume water afkomstig van de koelwaterlozing via deze plaat wegstroomt. Om dit in rekening te brengen werd voor de simulatie aldaar een breedte van 300 m en een diepte van 3 m in aanmerking genomen. Deze aanname werd in rekening gebracht bij de kentering. Bij de berekening van het daggemiddelde werd deze aanname bij eb telkens ook vergeleken met de gemiddelde diepte en breedte van de Schelde gezien gedurende de eerste uren van eb en stroomafwaarts van de Plaat van Doel een ruimere verspreiding kan verwacht worden.

5 BESPREKING VAN DE RESULTATEN

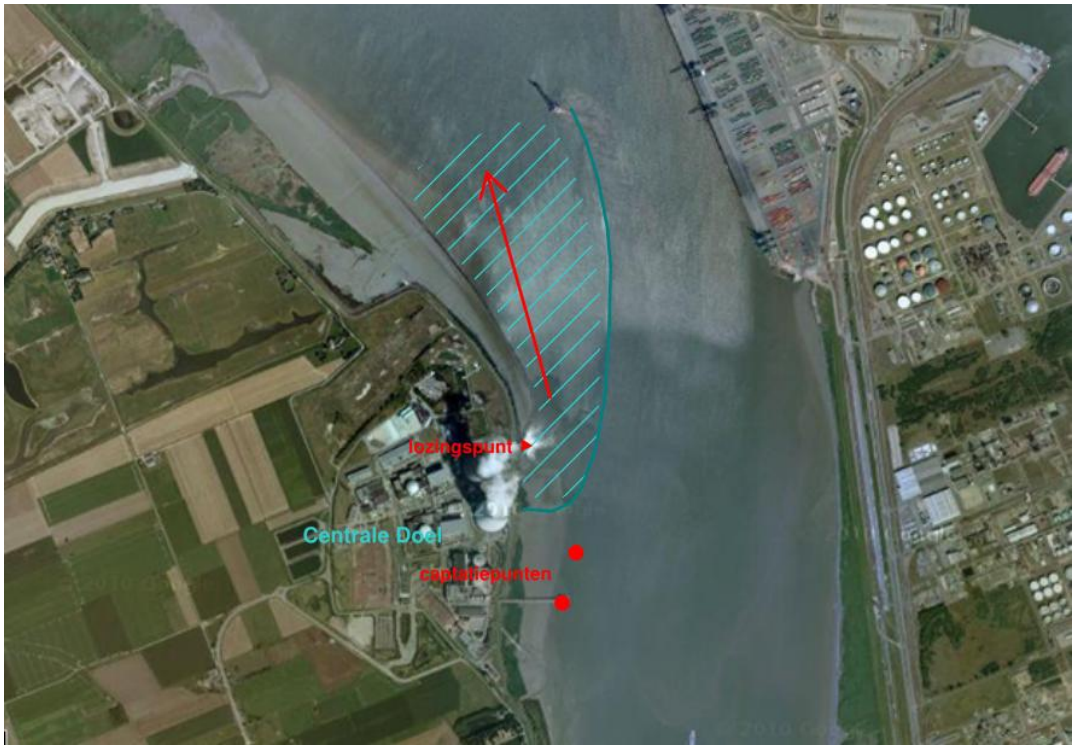
5.1 Vaststellingen

Bij de monitoringscampagnes werden diverse zaken waargenomen. Deze worden per periode in de getijdencyclus besproken in onderstaande paragrafen.

5.1.1 Afgaand water

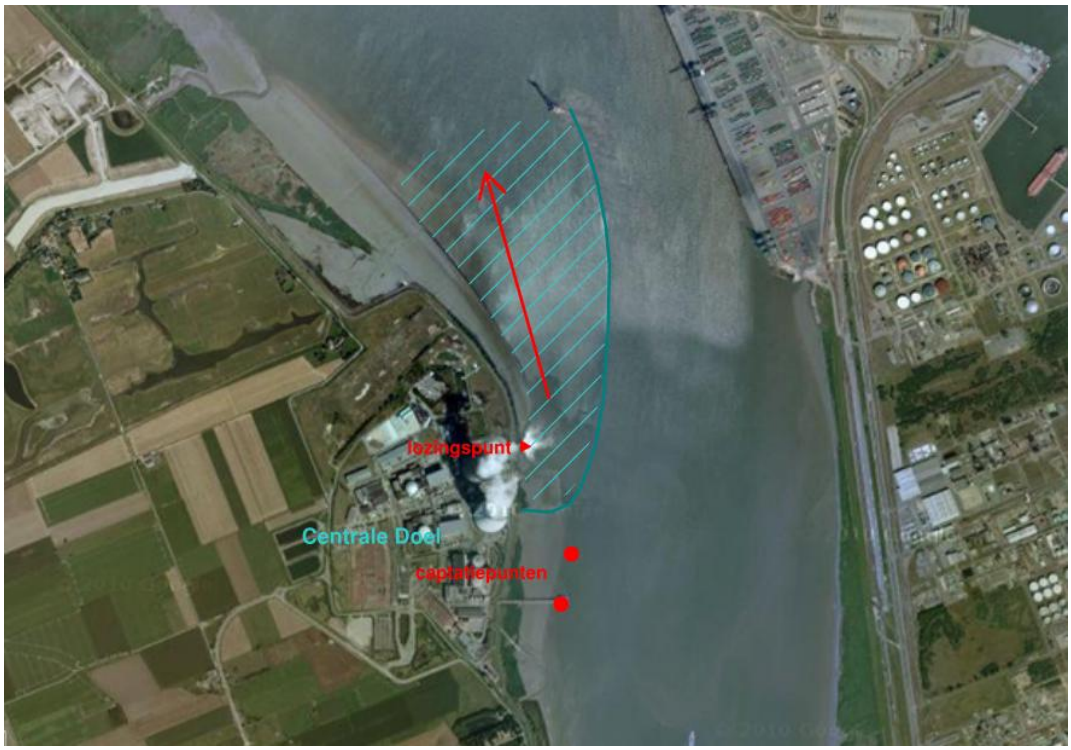
- ➔ Bij afgaand water vormt zich een pluim in de zone binnen de strekdam, waarbij de temperatuur afneemt in functie van de afstand van het lozingspunt.
- ➔ In de zone tot 200 à 300 m van het lozingspunt blijft de temperatuur nagenoeg gelijk aan de lozingstemperatuur; dit is de mengzone.
- ➔ Aan het einde van de strekdam, op een afstand van ongeveer 1300 m stroomafwaarts van het lozingspunt bedraagt de temperatuurstoename (ΔT) ca. 1°C.
- ➔ De strekdam blijft in de periode na hoogwater nog lange tijd onder water, waardoor het koelwater zich theoretisch over de gehele breedte en diepte van de Schelde kan verspreiden, en het koelwater voortdurend vermengd wordt met vers en koel Scheldewater vanaf stroomopwaartse richting. De zone met waarneembare temperatuursverhoging blijft op die manier beperkt tot een kegel binnen de strekdam (gearceerde zone in Figuur 1).

Figuur 1: Zone met waarneembare temperatuursverhoging bij afgaand water, strekdam onder water



➔ Vanaf het moment dat de strekdam boven het wateroppervlak komt te liggen (ca. 1,5 uur voor kentering) is er geen toestroom meer mogelijk van vers, koel Scheldewater vanaf stroomopwaartse richting tot in de zone binnen de strekdam, en is er stroomafwaarts geen verdere verspreiding meer mogelijk over de gehele breedte en diepte van de Schelde. De zone met waarneembare temperatuursverhoging wordt dan gedefinieerd als het volledige gebied binnen de strekdam (gearceerde zone in Figuur 2).

Figuur 2: Zone met waarneembare temperatuursverhoging bij afgaand water, strekdam boven water



➔ Er is een duidelijke thermische stratificatie waarneembaar, waarbij het warmere, minder dense koelwater aan de oppervlakte drijft. Het temperatuursverschil tussen het water aan de oppervlakte en het water op grotere diepte neemt af met toenemende afstand tot het lozingspunt.

➔ Op een diepte van 2 tot 2,5 m is enkel dicht bij het lozingspunt (< 300 m) een sterke temperatuurstoename waarneembaar. In deze zone komt immers een goede verticale menging voor door de turbulentie veroorzaakt door het instromend koelwater, de geringe waterdiepte en de grillige morfologie. Vermoedelijk komt er ter hoogte van het lozingspunt een diepere zone voor, iets verder stroomafwaarts gevolgd door een duin.

5.1.2 Kentering bij laagwater

- ➔ Bij kentering (doodtij) bij laagwater hoopt het koelwater zich op binnen de strekdam waardoor de temperatuur oploopt in dit gebied. De temperatuur neemt af naargelang men zich verder van het lozingspunt verwijdert.
- ➔ Op een afstand van 400 tot 500 m stroomafwaarts van het lozingspunt bedraagt de temperatuurstoename (ΔT) van het Scheldewater tijdens de kentering aan de oppervlakte gemiddeld 10 à 12°C (bij een ΔT bij lozing van 11 tot 16°C); op een diepte van 2 tot 2,5 m bedraagt deze gemiddeld 6 à 7°C. De temperatuurstoename aan de oppervlakte blijft hoger dan 5°C tot op een afstand van ca. 850 m. Op een diepte van 2 tot 2,5 m is ΔT beperkt tot ca. 3°C op een afstand van 800 m. Op 1250 m afstand stroomafwaarts van het lozingspunt bedraagt ΔT 0,5 à 1°C.

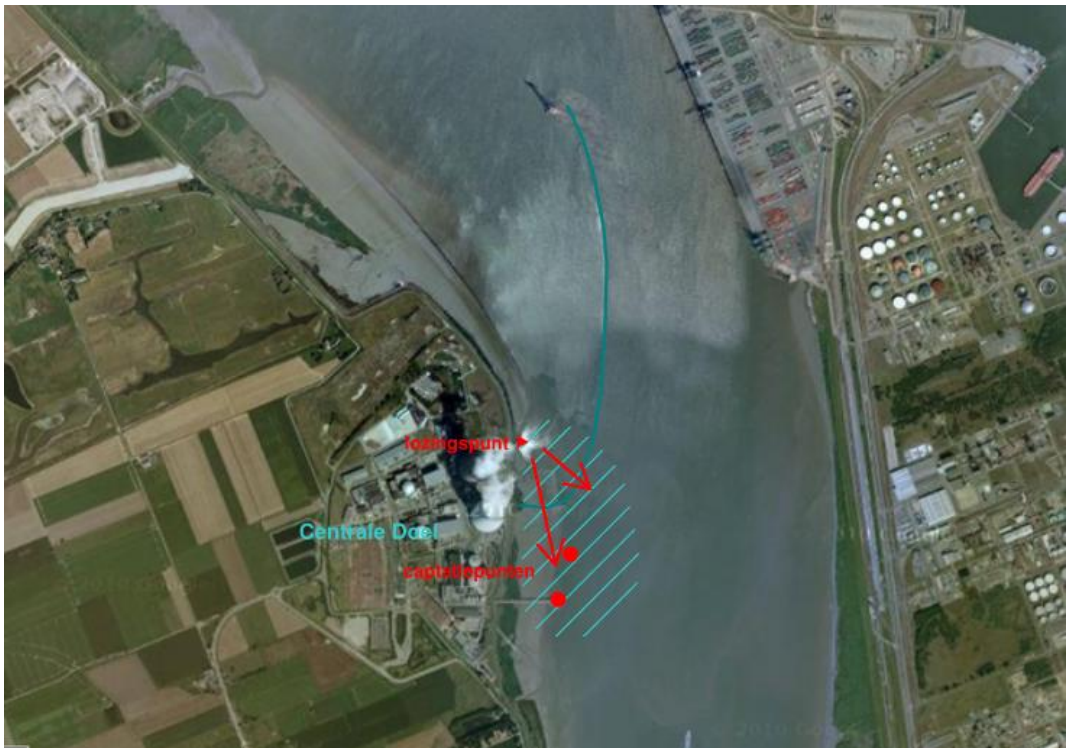
5.1.3 Opkomend water

- ➔ Bij opkomend water wordt de lozingspluim gelegen binnen de strekdam geleidelijk teruggedrongen naar het lozingspunt toe.
- ➔ Naarmate het waterpeil opnieuw stijgt, komt de strekdam vervolgens opnieuw onder water te liggen. Het net geloosde koelwater en opgehoopte water binnen de strekdam wordt uitgespoeld en stroomt over de breedte van de dam, stroomopwaarts.
- ➔ Binnen de strekdam is er na verloop van tijd amper nog een temperatuurstoename meetbaar:
  - Bij monitoringscampagnes 1, 3, 4 en 5 werd in de periode voor hoogwater op ca. 200 m van het lozingspunt (de kortst mogelijke afstand tot het lozingspunt bij hoogwater) geen temperatuursverhoging meer opgemeten. Bij de campagnes 1 en 3 werd deze nagenoeg volledige uitspoeling op minder dan een half uur voor hoogwater vastgesteld; bij campagnes 4 en 5 (winter) al ruim 2,5 uur voor hoogwater.
  - Bij monitoringscampagne 2 werd een dergelijke nagenoeg complete uitspoeling binnen de strekdam niet waargenomen. Wel treedt er een sterke daling van ΔT op in het gebied voorbij de mengzone (i.e. voorbij ca. 200 m van het lozingspunt); er werd nog slechts een ΔT van 1 tot 3°C, voornamelijk oppervlakkig, vastgesteld.

- ➔ Stroomopwaarts, buiten de strekdam, is de impactzone beperkt van omvang; er blijkt zich ten zuiden van het lozingspunt een wolk te vormen → het koelwater wordt min of meer kortgesloten tussen het lozingspunt en de captatiepunten (gearceerde zone in Figuur 3).
- ➔ De impactzone bij opkomend water is meetbaar tot op maximaal 500 m van het lozingspunt in oostelijke richting en reikt maximaal tot 800 m stroomopwaarts van het

lozingspunt (zuidelijke richting). Binnen deze zone bedraagt de temperatuurstoename 1 tot 3°C; uitzonderlijk werd een hogere ΔT gemeten (maximaal 6°C).

Figuur 3: Maximale zone met waarneembare temperatuursverhoging bij opkomend water



5.1.4 Afgaand water, vlak na hoogwater kentering

Na kentering bij hoogwater stroomt het koelwater opnieuw stroomafwaarts.

➔ Bij campagnes 4 en 5 (winter) werd het terugdringen van de impactzone buiten de strekdam door het afgaand water gemonitord:

- Bij campagne 4 werd 1 uur na hoogwater op 300 m stroomopwaarts van het lozingspunt (i.e. het dichtst mogelijke punt voor meting buiten de strekdam) geen temperatuursverhoging meer waargenomen.
- Bij campagne 5 werd al een kwartier na hoogwater geen temperatuursverhoging buiten de strekdam meer gemeten.

➔ De thermische pluim stroomopwaarts buiten de strekdam verdwijnt dus helemaal.

➔ Korte tijd na hoogtij stijgt de watertemperatuur in de zone binnen de strekdam opnieuw. De cyclus herhaalt zich, zoals beschreven vanaf § 5.1.1.

5.1.5 Globaal temperatuurverloop per invloedszone over 12 uur

Uit de grafieken waarin de meetgegevens van alle campagnes uitgezet zijn in functie van de tijd (bijlage 4), kan afgeleid worden dat er in de zone van 300-600 m stroomafwaarts van het lozingspunt een sterke temperatuurstoename plaatsvindt vanaf 1,5 uur voor

laagwater tot 3 uur na laagwater. In de zones verder stroomafwaarts van het lozingspunt neemt ΔT steeds verder af en neemt de periode waarin een duidelijke temperatuurstoename waarneembaar is eveneens steeds verder af:

- ➔ Op 600-850 m stroomafwaarts is er een duidelijke temperatuurstoename vanaf 1 uur voor laagwater tot 2,5 uur na laagwater.
- ➔ Op 850-1000 m stroomafwaarts is er een duidelijke temperatuurstoename vanaf 1 uur voor laagwater tot 2 uur na laagwater.
- ➔ Op 1000-1250 m stroomafwaarts is er een duidelijke temperatuurstoename vanaf minder dan 1 uur voor laagwater tot minder dan 2 uur na laagwater.

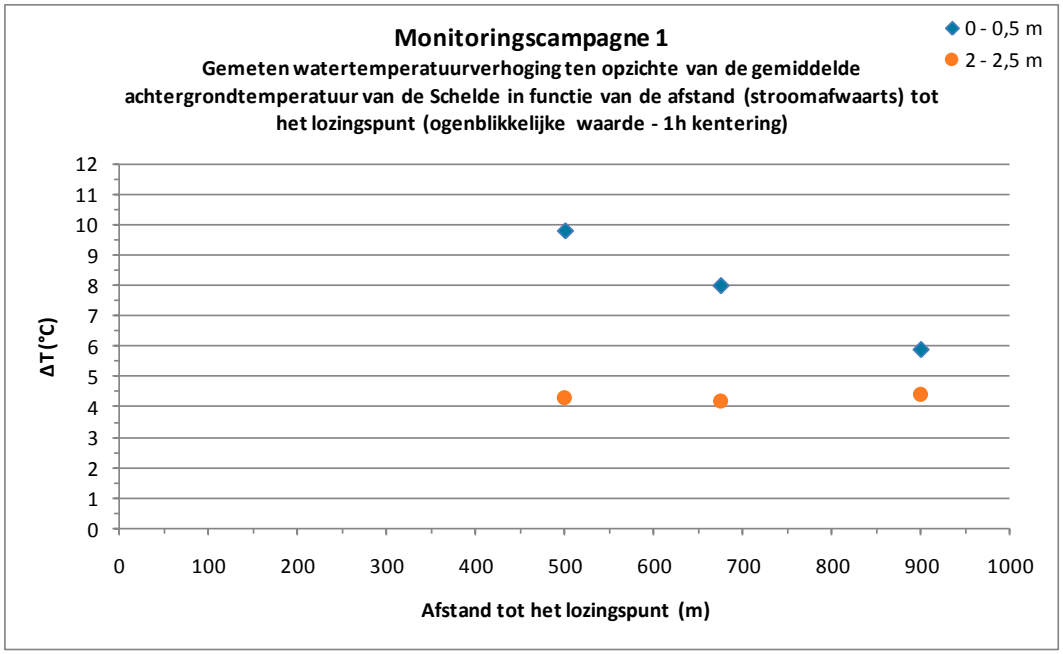
5.2 Toetsing gemeten waarden aan de gemodelleerde waarden

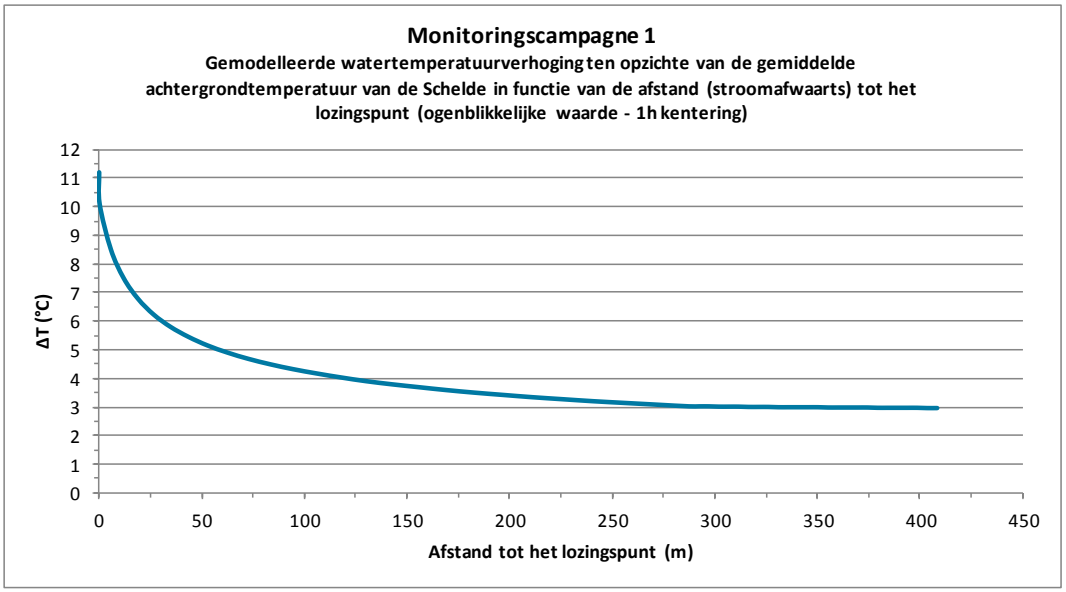
Allereerst dient opgemerkt te worden dat het CORMIX model geen rekening houdt met de thermische stratificatie die duidelijk waargenomen werd bij de monitoring; het model houdt slechts rekening met een waterkolom van 3 meter diep waarin de thermische pluim gemengd wordt. De modelresultaten worden vergeleken met de gemeten waarden op 2 diepten: 0-0,5 m en 2-2,5 m (afzonderlijk uitgezet op de grafieken).

5.2.1 Gemodelleerde en gemeten watertemperatuursverhoging – 1 uur kentering bij laagwater

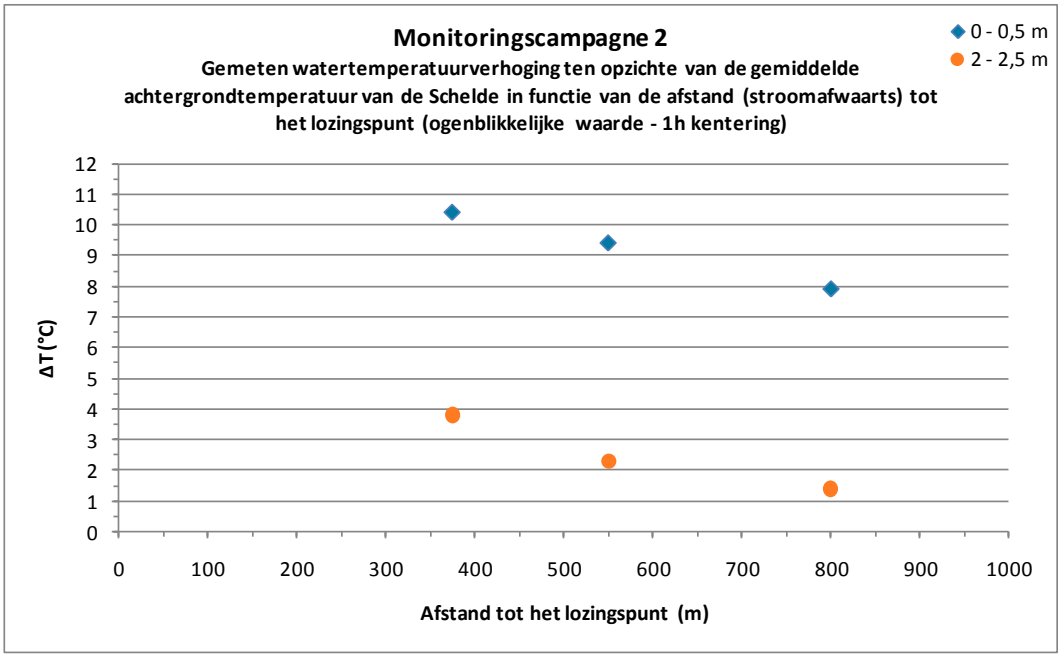
Onderstaande figuren tonen per monitoringscampagne de gemodelleerde en gemeten watertemperatuursverhoging ten opzichte van de achtergrondtemperatuur van de Schelde in functie van de afstand stroomafwaarts tot het lozingspunt, 1 uur bij kentering bij laagwater.

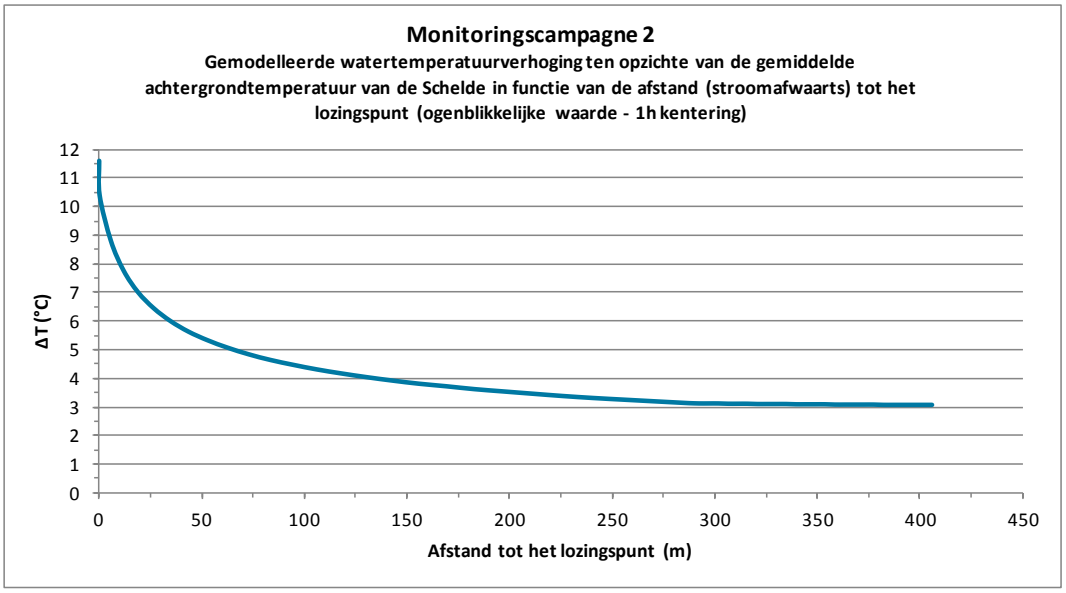
Monitoringscampagne 1



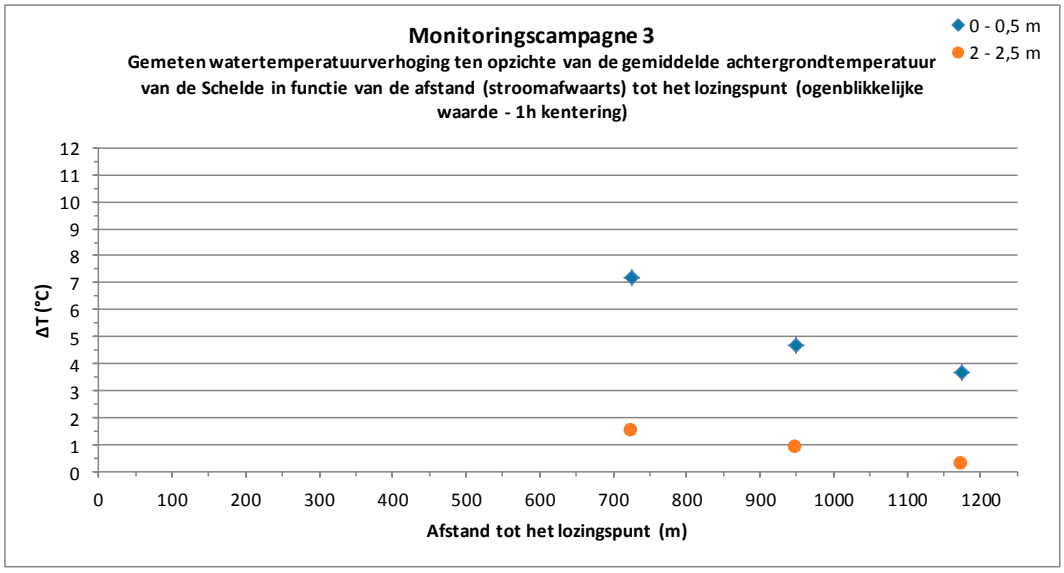


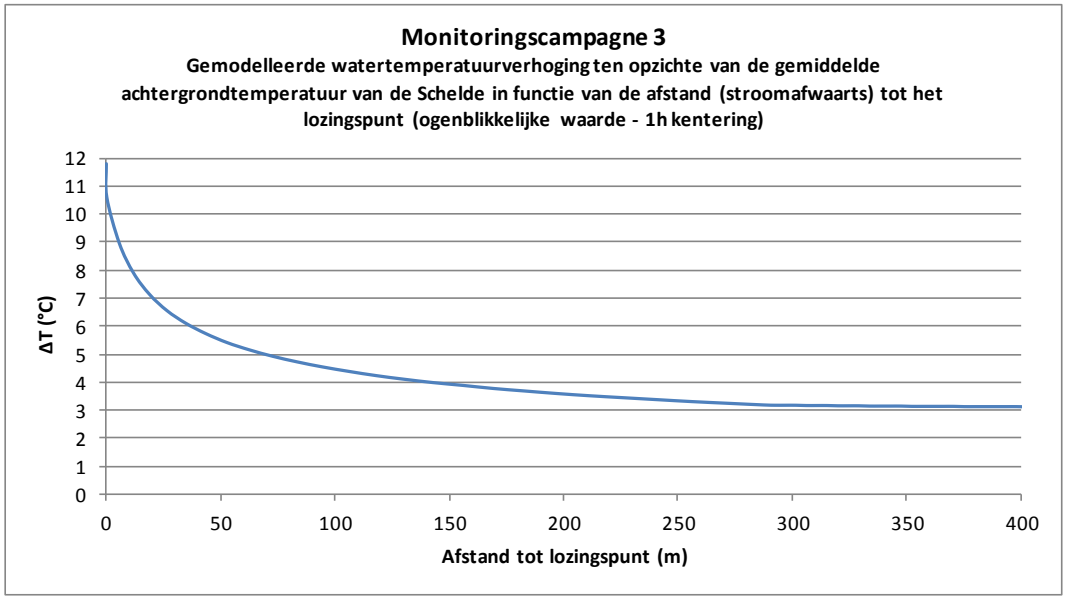
Monitoringscampagne 2



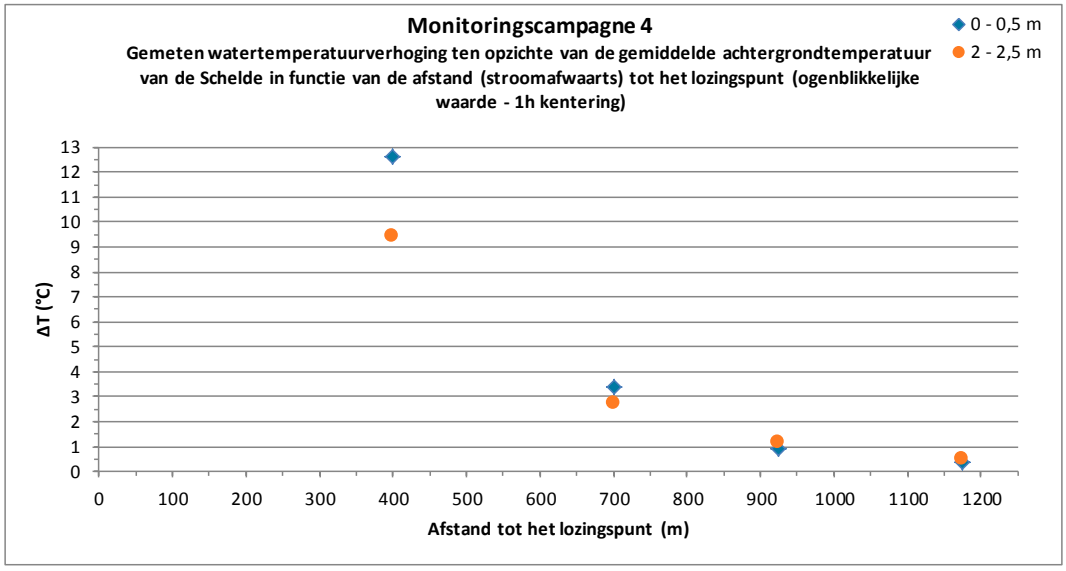


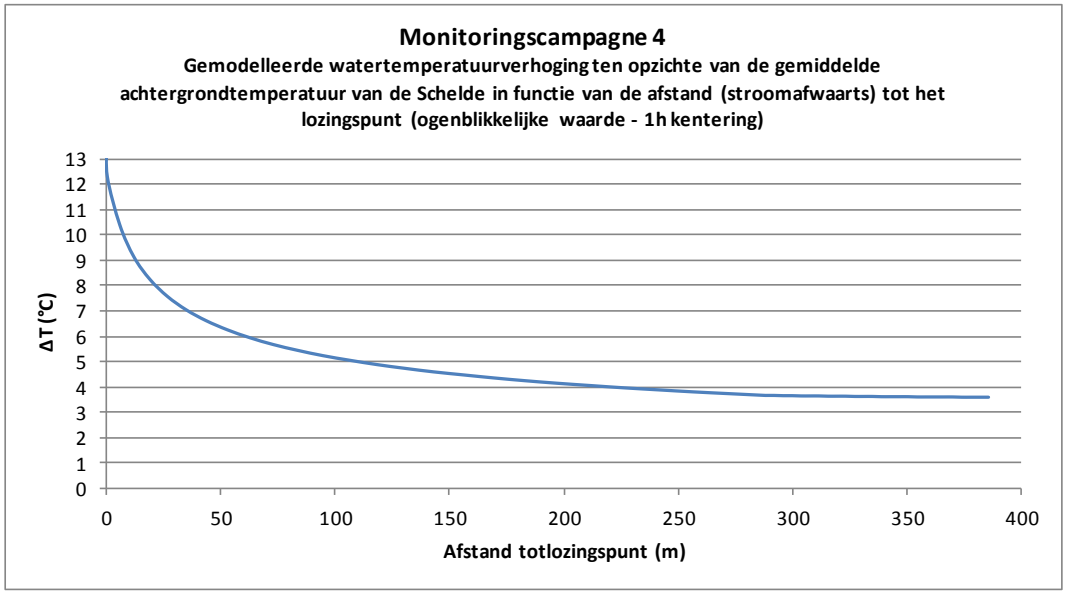
Monitoringscampagne 3



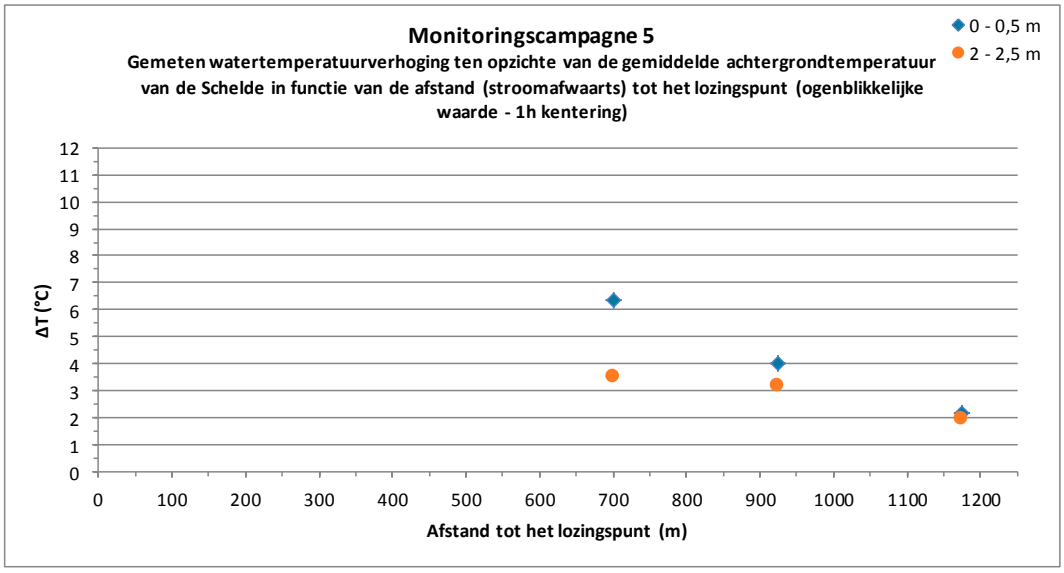


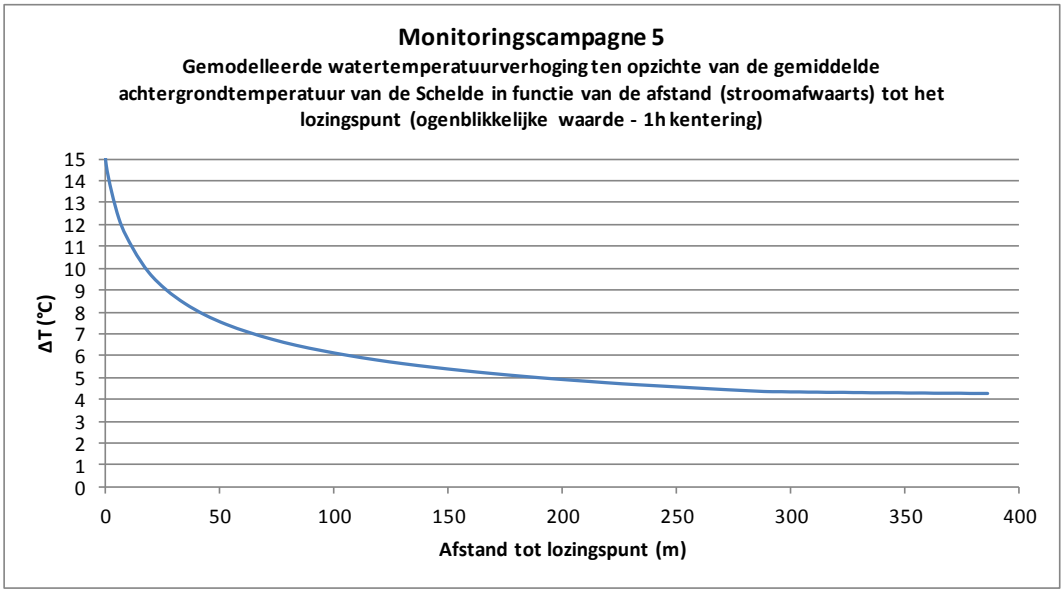
Monitoringscampagne 4





Monitoringscampagne 5





Bespreking

Uit de vergelijking van de gemeten waarden met de gemodelleerde waarden blijkt dat de temperatuurstoename op 400 à 500 m bij kentering bij laagwater zoals gemeten bij de monitoringscampagnes groter is dan zou blijken uit de modellering. Vooral aan de oppervlakte is wegens de stratificatie het verschil groot. Het model laat niet toe tijdens de kentering de temperatuursverhoging na te gaan op grotere afstanden. Voor de voorspelling van de ogenblikkelijke watertemperatuursverhoging bij kentering blijkt het CORMIX model dus niet geschikt te zijn, vooral omwille van de specificiteit van de morfologie en de waterbewegingen stroomafwaarts het lozingspunt. Evenmin geeft het CORMIX model de mogelijkheid de stratificatie-invloed in te schatten. Voor dergelijke specifieke plaatsgebonden modellering is er geen ander bestaand model beschikbaar.

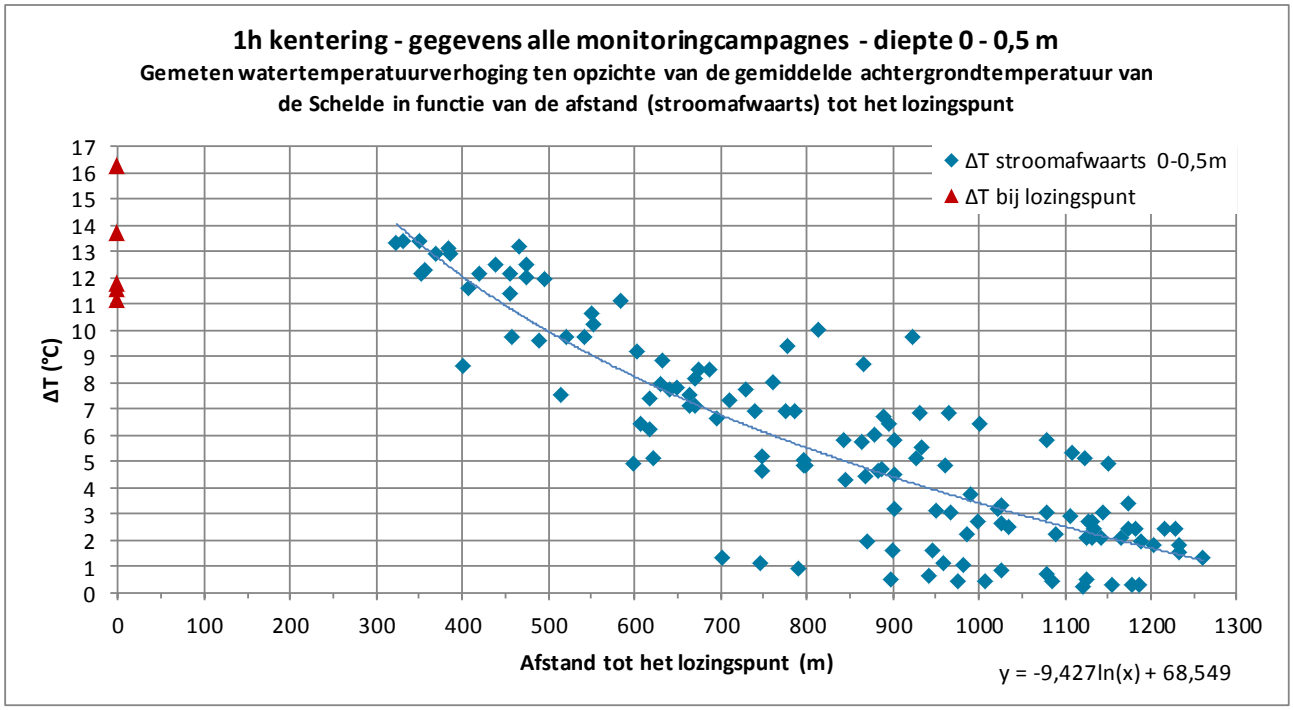
De daling van ΔT met de afstand tot het lozingspunt wordt beter voorspeld op basis van de gemeten waarden van de 5 uitgevoerde monitoringscampagnes. Alle opgemeten temperaturen (1 uur bij kentering bij laagwater, in de zone binnen de strekdam en voorbij de mengzone) werden daarom uitgezet ten opzichte van de afstand tot het lozingspunt, voor beide monitoringsdieptes afzonderlijk (zie onderstaande grafieken). Uit deze grafieken kan het verband tussen ΔT en de afstand tot het lozingspunt (bij kentering) afgeleid worden.

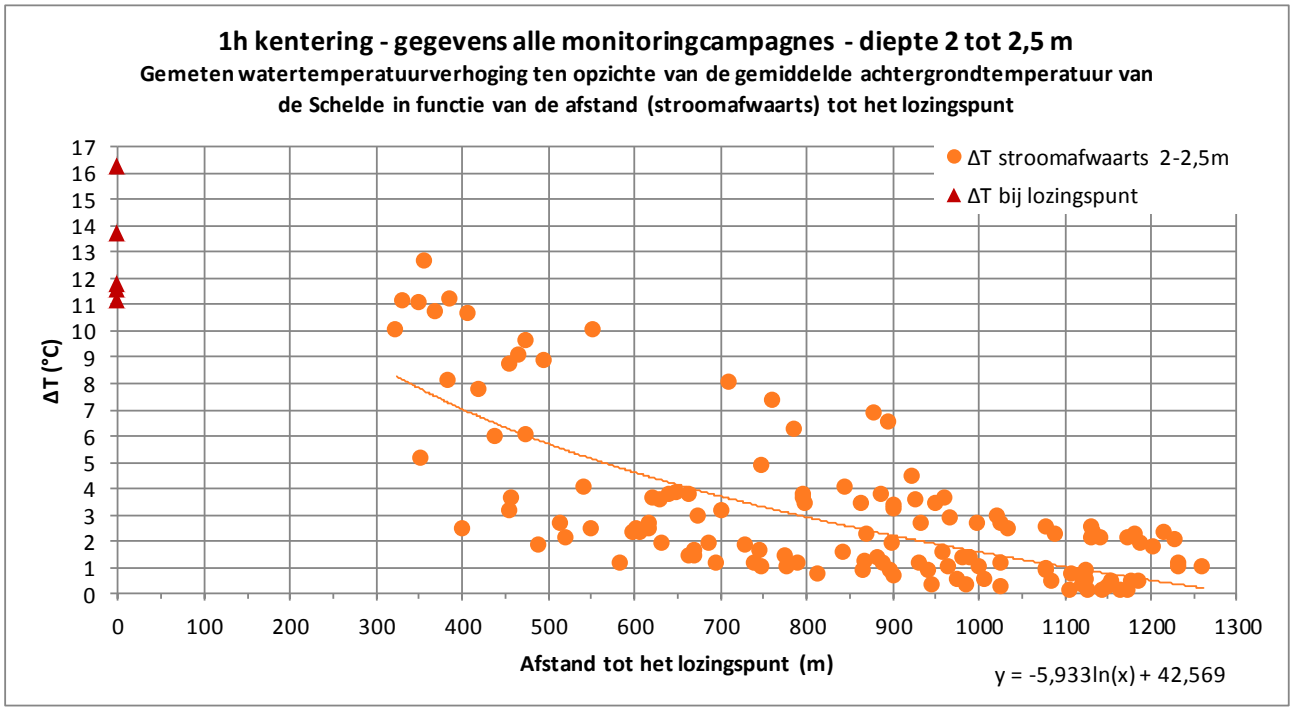
De logaritmische functies die het verband tussen ΔT (y) en de afstand tot het lozingspunt (x) voor elk van de monitoringsdieptes afzonderlijk en 1 uur bij kentering bij laagwater het best beschrijven, zien er als volgt uit:

Diepte	Logaritmische functie
Diepte 0 – 0,5 m	$y = -9,427.\ln x + 68,549$
Diepte 2 – 2,5 m	$y = -5,933.\ln x + 52,569$

Hieruit blijkt dat de lozing tijdens kentering van het getij tot de volgende stijging van de watertemperatuur leidt (in het gebied stroomafwaarts van het lozingspunt, binnen de strekdam, buiten de mengzone):

Afstand tot lozingspunt	ΔT op diepte 0-0,5 m	ΔT op diepte 2-2,5 m
500 m	10,0 °C	5,7 °C
750 m	6,1 °C	3,3 °C
1000 m	3,4 °C	1,6 °C
1250 m	1,3 °C	0,3 °C





De waargenomen variaties in ΔT worden verondersteld voornamelijk het gevolg te zijn van volgende factoren:

- Temperatuursverschil tussen het Scheldewater en het koelwater bij lozing: Bij de wintercampagnes (campagnes 4 en 5) lag ΔT bij lozing 2 tot 5°C hoger dan bij de overige monitoringscampagnes, gezien het lagere lozingsdebiet (zie hoofdstuk 3, opmerking 3 bij de tabel). Bijgevolg wordt net voorbij de mengzone (300-400 m stroomafwaarts) een hogere ΔT opgemeten.

- Buitenluchttemperatuur en windsnelheid: Bij lage buitenluchttemperaturen en/of hoge windsnelheid koelt het geloosde water sneller af naar de lucht dan op warme en windstille dagen. De lozingspluim is bijgevolg kleiner in omvang (minder ver uitgestrekt van het lozingspunt vandaan).
- Omwille van de grillige morfologie en waterbewegingen stroomafwaarts van het lozingspunt treden er tot op ca. 600 m stroomafwaarts sterke temperatuursvariaties op → temperatuursmetingen uitgevoerd op enkele meters van elkaar kunnen daardoor meer dan 5°C verschil aangeven.

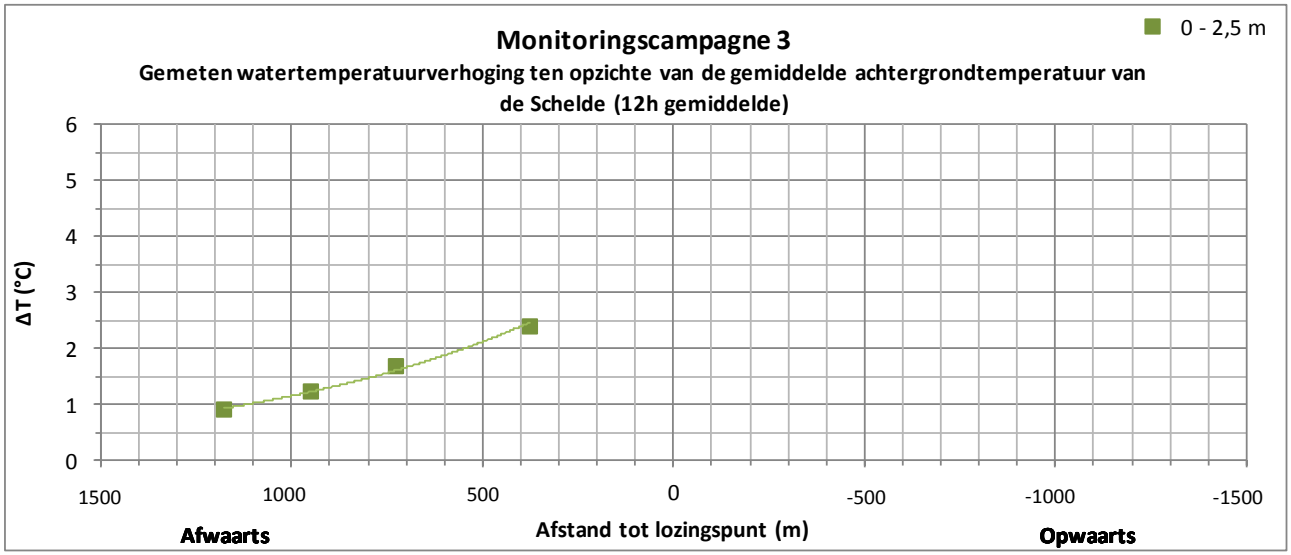
5.2.2 Gemodelleerde en gemeten watertemperatuursverhoging – daggemiddelde

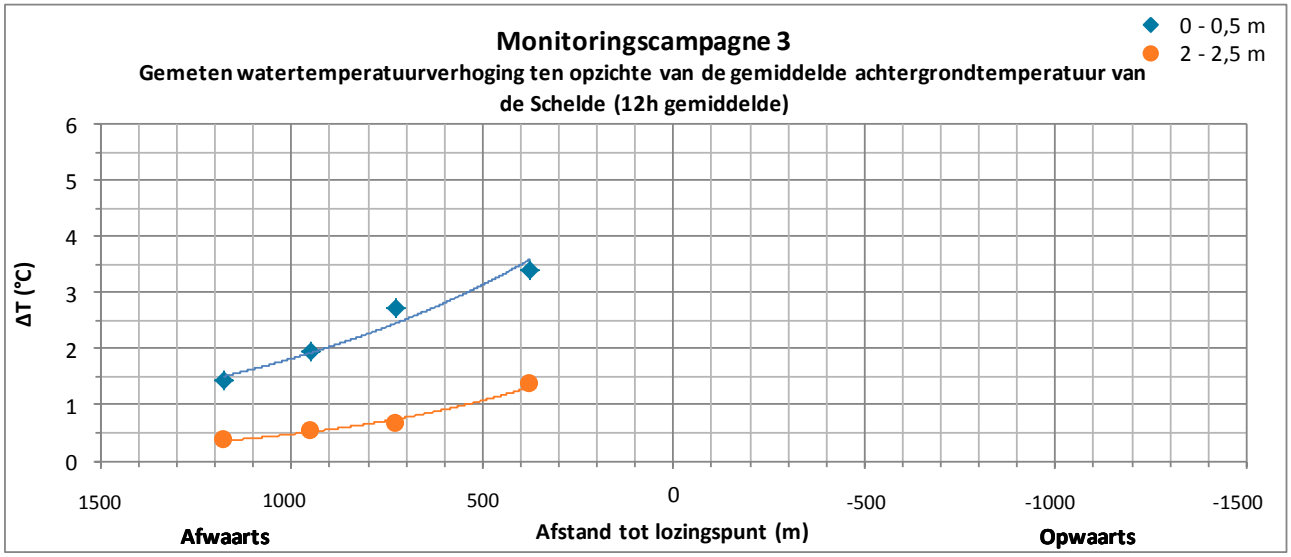
Onderstaande figuren tonen de gemodelleerde en gemeten watertemperatuursverhoging ten opzichte van de achtergrondtemperatuur van de Schelde in functie van de afstand stroomop en -afwaarts tot het lozingspunt, daggemiddelde waarden. Enkel campagne 3 werd zodanig uitgevoerd dat een representatieve toetsing van de gemeten waarden aan de daggemiddelde modelresultaten mogelijk is. De eerste figuur toont de gemeten temperaturen, gemiddeld over 0 tot 2,5 m diepte, terwijl de tweede figuur de gemeten waarden voor de twee gemonitorde dieptes afzonderlijk weergeeft (0-0,5 m en 2-2,5 m).

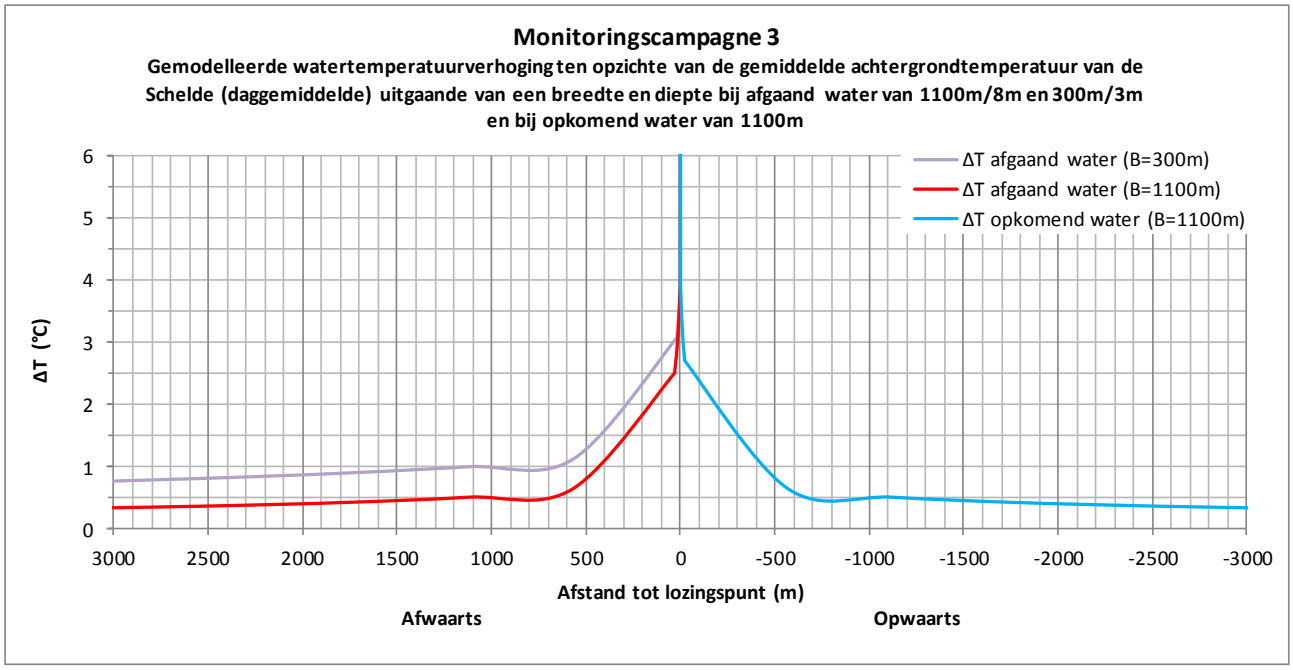
Uit de vergelijking van de gemeten waarden bij afgaand water met de gemodelleerde waarden bij afgaand water en bij een breedte en diepte van de Schelde van 300m/3m (Plaat van Doel, waarlangs het grootste volume water afkomstig van de koelwaterlozing wegstroomt) blijkt dat de temperatuur in werkelijkheid iets minder sterk exponentieel afneemt dan gemodelleerd. Gemiddeld voor beide dieptes (0-2,5 m) bedraagt de gemodelleerde temperatuurstoename stroomafwaarts 1,3°C op 500 m en 1°C op 1000 m van het lozingspunt. De gemeten gemiddelde waarde van de toename bedraagt 2,1°C op 500 m en 1,2°C op 1000 m. Uit de vergelijking van de gemodelleerde waarden met de gemeten waarden gemiddeld voor beide dieptes (0-2,5 m), blijkt dus een discrepantie van minder dan 1°C.

Wat betreft de oppervlakkige (0-0,5 m) watertemperaturen zijn de verschillen groter. Op 500 m afstand van het lozingspunt geven de modelresultaten een grotere onderschatting van de werkelijke waarden op 0-0,5 m (1,3°C gemodelleerd t.o.v. 3,1°C gemeten). Op grotere diepte is de gemeten waarde quasi gelijk aan de gemodelleerde waarde (1,3°C gemodelleerd t.o.v. 1,1°C gemeten). Op grotere afstand van het lozingspunt neemt de discrepantie tussen de gemodelleerde en gemeten waarden steeds verder af.

Er kan globaal gezien besloten worden dat het CORMIX model voor de daggemiddelde waarden een representatief beeld van de werkelijkheid geeft en voor dergelijke voorspellingen bruikbaar is.


Monitoringscampagne 3
Gemeten watertemperatuurverhoging ten opzichte van de gemiddelde achtergrondtemperatuur van de Schelde (12h gemiddelde)
0 - 2,5 m
ΔT (°C)
6
5
4
3
2
1
0
1500
1000
500
0
-500
-1000
-1500
Afwaarts
Afstand tot lozingspunt (m)
Opwaarts


Monitoringscampagne 3
Gemeten watertemperatuurverhoging ten opzichte van de gemiddelde achtergrondtemperatuur van de Schelde (12h gemiddelde)
0 - 0,5 m
2 - 2,5 m
ΔT (°C)
6
5
4
3
2
1
0
1500
1000
500
0
-500
-1000
-1500
Afwaarts
Afstand tot lozingspunt (m)
Opwaarts


Monitoringscampagne 3
Gemodelleerde watertemperatuurverhoging ten opzichte van de gemiddelde achtergrondtemperatuur van de Schelde (daggemiddelde) uitgaande van een breedte en diepte bij afgaand water van 1100m/8m en 300m/3m en bij opkomend water van 1100m
ΔT afgaand water (B=300m)
ΔT afgaand water (B=1100m)
ΔT opkomend water (B=1100m)
ΔT (°C)
6
5
4
3
2
1
0
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
-3000
Afwaarts
Afstand tot lozingspunt (m)
Opwaarts

5.3 Overlevingskans van exoten

Tijdens de monitoringscampagnes werd ook nagegaan of de temperatuurverhoging van die aard is dat exoten kunnen overleven en verder ontwikkelen in welbepaalde zones. Bijgevolg werd nagegaan of op bepaalde plaatsen de temperatuur in belangrijke mate verhoogd blijft gedurende de getijdencyclus (Figuur 4):

- Aandachtszone 1: binnen de strekdam, in de zone dicht bij het lozingspunt en bij opkomend water;
- Aandachtszone 2: buiten de strekdam, stroomopwaarts, in de zone tussen het lozingspunt en de captatiepunten bij hoogwater en afgaand water.

Figuur 4: Aandachtszones met betrekking tot overlevingskans van exoten

➔ Uit de metingen blijkt dat de thermische pluim stroomopwaarts buiten de strekdam (aandachtzone 2) bij afgaand water relatief snel volledig verdwijnt.

➔ Binnen de strekdam (aandachtzone 1) wordt bij opkomend water waargenomen dat nagenoeg de volledige thermische pluim die zich binnen de strekdam had gevormd, wordt uitgespoeld. Na verloop van tijd (na laagwater) is er amper nog een temperatuurstoename meetbaar, behalve in de zone dicht bij het lozingspunt.

Vermoedelijk blijft de temperatuur in de zone dicht bij het lozingspunt (< 200 m, zowel stroomop- als stroomafwaarts) gedurende de gehele getijdencyclus sterk verhoogd tot nagenoeg gelijk aan de lozingstemperatuur; dit is de mengzone. In deze zone heerst een

hoge stroomsnelheid en turbulentie, veroorzaakt door het instromend koelwater en de geringe waterdiepte. De omvang van de zone wordt ingeschat op ongeveer 6 ha (= 0,06 km²).

In deze zone, die overeenkomt met de mengzone, hebben warmteminnende exoten bijgevolg mogelijk een verhoogde overlevingskans in koude periodes. De hoge turbulentie maakt de zone echter voor vele soorten veel minder geschikt. Buiten de mengzone is de temperatuurstoename steeds beperkt in de tijd en is er elke dag een belangrijke periode waarbij er geen of een zeer beperkte (< 1°C) temperatuurstoename heerst. De aanwezigheid van warmteminnende exoten wordt buiten de mengzone aldus niet bevorderd.

6 Conclusies

6.1 Watertemperatuurverhoging bij kentering bij laagwater

Zoals in eerder hoofdstuk reeds aangetoond, blijkt het CORMIX model niet geschikt voor de voorspelling van de ogenblikkelijke watertemperatuursverhoging bij kentering bij laagwater. Op basis van de gemeten waarden van de 5 uitgevoerde monitoringscampagnes werden daarom voor beide monitoringsdieptes (0-0,5 m en 2-2,5 m) formules afgeleid die het verband tussen ΔT (y) en de afstand tot het lozingspunt (x) 1 uur bij kentering bij laagwater beschrijven:

Diepte	Logaritmische functie
Diepte 0 – 0,5 m	$y = -9,427.\ln x + 68,549$
Diepte 2 – 2,5 m	$y = -5,933.\ln x + 52,569$

Aan de hand van deze formules kan voor elke afstand tot het lozingspunt de temperatuurstoename voorspeld worden, en omgekeerd.

- ➔ ΔT bedraagt tijdens de kentering op 500 m stroomafwaarts 10°C aan de oppervlakte, en 5,7°C op 2-2,5 m diepte.
- ➔ Op 750 m afstand bedraagt ΔT aan de oppervlakte 6,1°C en 3,3°C op 2-2,5 m diepte.
- ➔ Op 1 km afstand bedraagt ΔT aan de oppervlakte 3,4°C en 1,6°C op 2-2,5 m diepte.
- ➔ ΔT daalt naar 1°C op een afstand van 1300 m aan de oppervlakte, en op een afstand van 1100 m op 2-2,5 m diepte.

6.2 Daggemiddelde watertemperatuurverhoging

Uit de bespreking van de resultaten blijkt dat het CORMIX model een representatieve voorspelling geeft voor de daggemiddelde watertemperatuurverhoging van het Scheldewater bij afgaand water.

Op basis van het model, afgetoetst aan de metingen, kunnen volgende daggemiddelde watertemperatuurverhogingen afgeleid worden:

- ➔ Stroomafwaarts:
  - Op 500 m bedraagt ΔT 1 tot 2°C;
  - Vanaf 750 m afstand bedraagt ΔT ca. 1°C of minder.
- ➔ Stroomopwaarts:
  - Op 500 m bedraagt ΔT 0,5 tot 1°C;
  - Vanaf 750 m bedraagt ΔT ongeveer 0,5°C of minder.

6.3 Overlevingskans van exoten

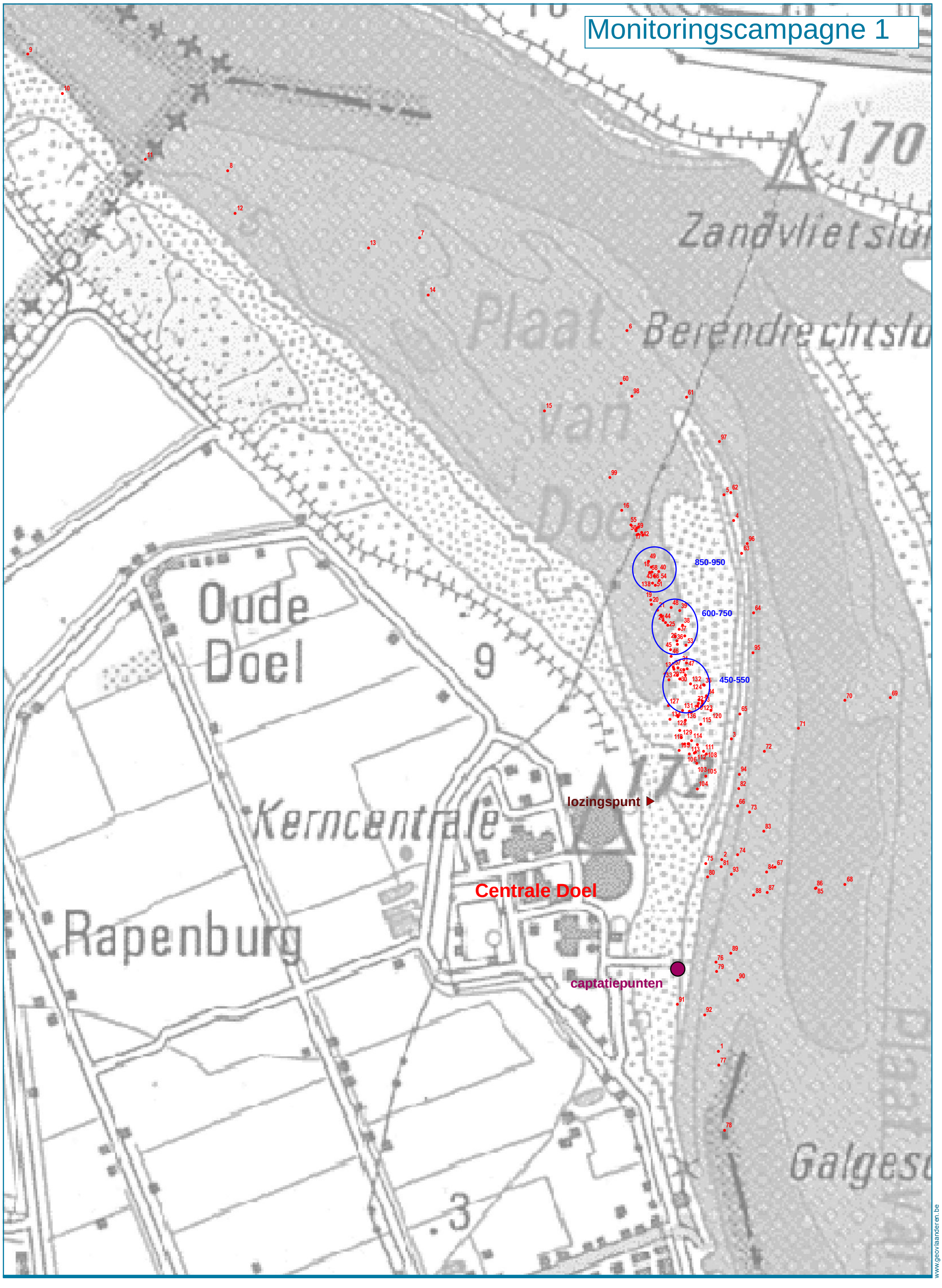
Vermoedelijk blijft de temperatuur in de zone dicht bij het lozingspunt (< 200 m, zowel stroomop- als stroomafwaarts) gedurende de gehele getijdencyclus sterk verhoogd tot nagenoeg gelijk aan de lozingstemperatuur; dit is de mengzone. De omvang van de zone wordt ingeschat op ongeveer 6 ha (= 0,06 km²).

In deze zone, die overeenkomt met de mengzone, hebben warmteminnende exoten mogelijk een verhoogde overlevingskans in koude periodes. De hoge turbulentie maakt de zone echter voor vele soorten veel minder geschikt. Buiten de mengzone is de temperatuurstoename steeds beperkt in de tijd en is er elke dag een belangrijke periode waarbij er geen of een zeer beperkte (< 1°C) temperatuurstoename heerst. De aanwezigheid van warmteminnende exoten wordt buiten de mengzone aldus niet bevorderd.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Ligging van de meetpunten

Monitoringscampagne 1



www.geovlaanderen.be

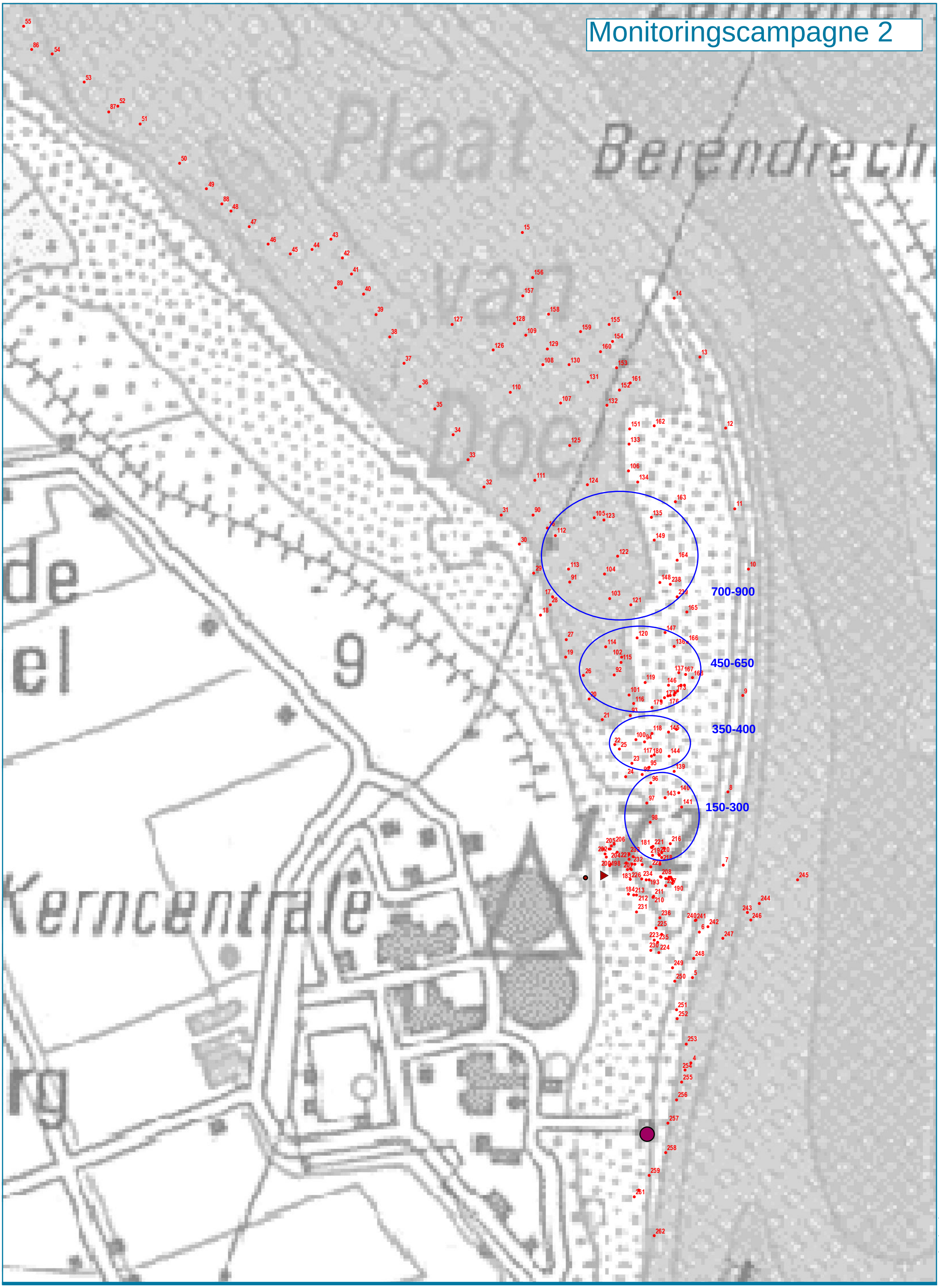
N

1:13.000

Monitoring 1

ARCADIS

Monitoringscampagne 2



www.geovlaanderen.be

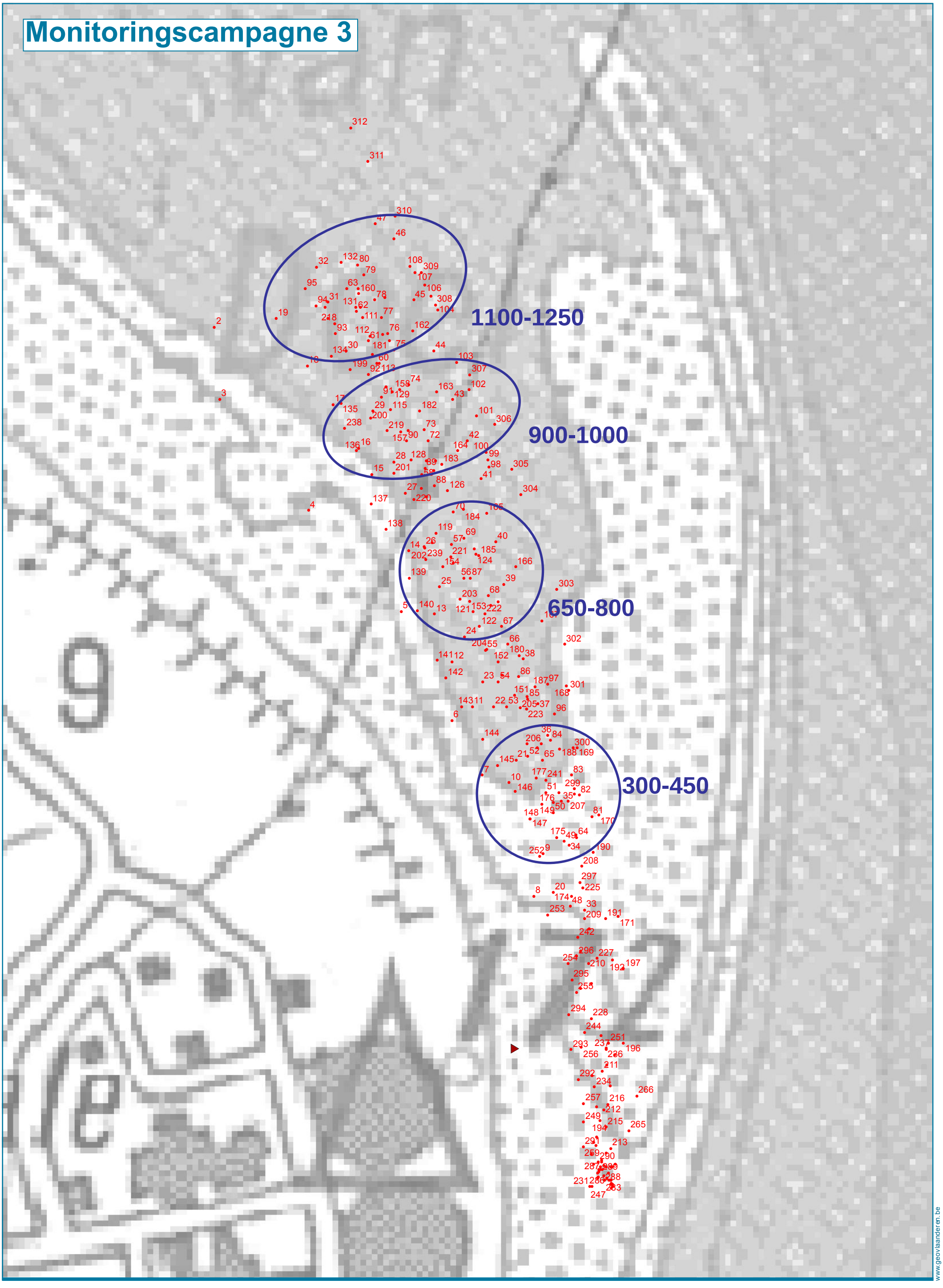
N

1:8.500

Monitoring 2

ARCADIS

Monitoringscampagne 3



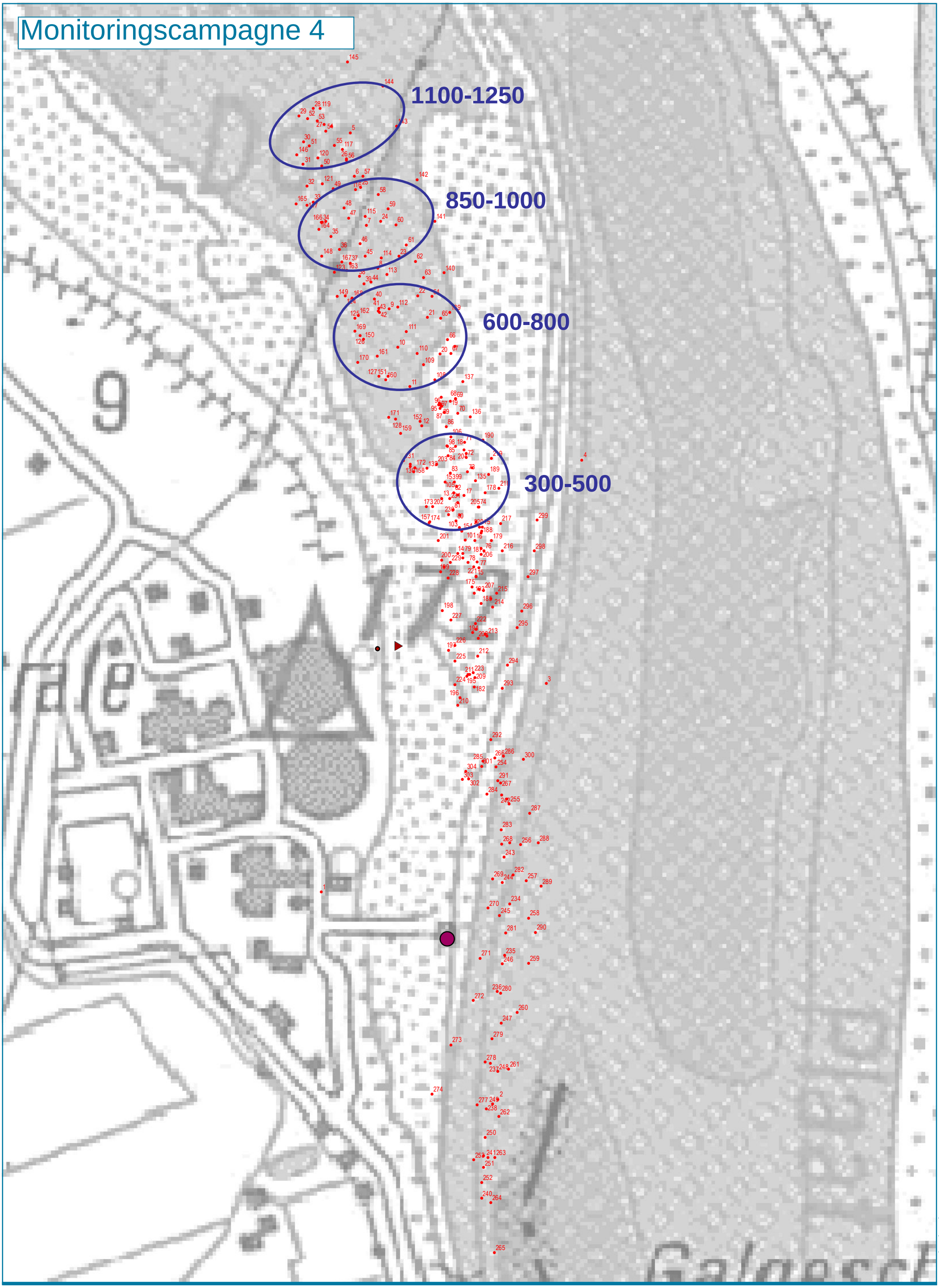
N

1:5.000

Monitoring 3

ARCADIS

Monitoringscampagne 4



www.geovlaanderen.be

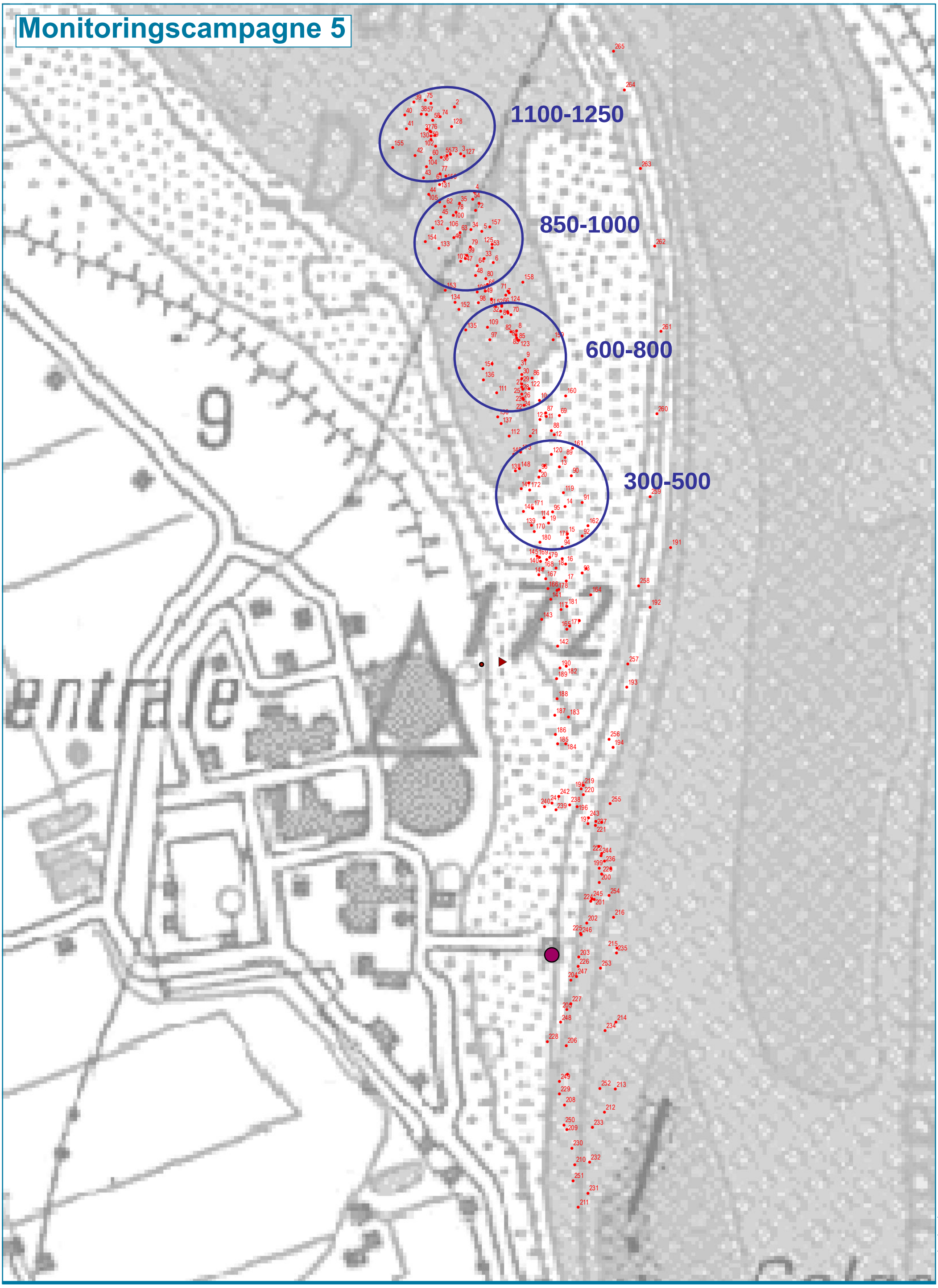
N

1:7.500

Monitoring 4

ARCADIS

Monitoringscampagne 5



N

1:7.500

Monitoring 5

ARCADIS

Bijlage 2 Meetresultaten

Monitoringscampagne 1 (16/06/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
7:43	1	143.008,69	223.221,33	6,73	19,4	6,64	19,4	1014	
7:47	2	143.022,48	223.964,90	6,94	19,4	6,72	19,4	394	
7:49	3	143.057,95	224.430,30	6,94	19,4	6,73	19,4	436	
7:54	4	143.068,37	225.277,70	6,80	19,3	6,74	19,3	1153	
7:58	5	143.031,34	225.377,89	6,93	19,2	6,81	19,2	1238	
8:04	6	142.654,75	226.012,59	7,16	19,2	7,01	19,2	1827	
8:10	7	141.850,50	226.373,54	7,20	19,2	6,99	19,2	2345	
8:16	8	141.107,75	226.634,36	7,23	19,8	7,04	19,8	2919	
8:22	9	140.332,89	227.084,49	7,40	19,5	7,31	19,5	3740	
8:28	10	140.467,30	226.934,05	7,45	19,6	7,29	19,6	3538	
8:33	11	140.787,32	226.677,57	7,14	19,7	7,04	19,7	3139	
8:39	12	141.136,49	226.469,28	7,04	19,7	6,91	19,6	2765	
8:45	13	141.651,87	226.334,91	6,94	19,6	6,83	19,6	2389	
8:51	14	141.883,84	226.152,82	6,88	19,7	6,75	19,6	2128	
9:00	15	142.334,93	225.703,39	6,98	21,0	6,82	20,8	1560	
9:07	16	142.634,01	225.317,23	6,99	21,3	6,88	21,2	1133	
9:12	17	142.715,20	225.220,70	6,89	21,6	6,49	19,8	1035	
9:21	18	142.748,70	225.098,27	7,00	22,5	6,42	20,2	914	
9:26	19	142.746,20	224.970,33	6,99	22,8	6,44	20,3	786	
9:31	20	142.748,51	224.953,63	7,18	23,5	6,43	20,1	769	
9:35	21	142.772,87	224.931,35	7,22	23,7	6,42	20,1	749	
9:41	22	142.786,77	224.910,93	6,47	20,7	6,40	20,1	731	
9:43	23	142.789,09	224.907,22	6,86	22,2	6,45	20,3	727	
9:47	24	142.804,16	224.883,09	7,26	23,8	6,41	20,2	705	
9:53	25	142.812,28	224.871,95	6,66	21,7	6,39	20,0	696	
9:57	26	142.847,04	224.812,56	7,24	24,5	6,43	20,5	644	
10:03	27	142.849,35	224.797,73	6,69	22,0	6,38	20,0	631	
10:11	28	142.874,77	224.699,42	7,13	25,6	6,45	20,8	544	
10:14	29	142.861,94	224.664,21	7,40	27,3	6,46	21,0	506	
10:16	30	142.858,46	224.664,21	6,84	23,6	6,43	20,5	505	
10:21	31	142.884,10	224.725,37	7,33	26,3	6,42	20,5	571	
10:27	32	142.930,35	224.569,54	7,75	29,7	6,63	22,9	449	
10:31	33	142.946,62	224.569,51	7,75	29,0	6,65	22,9	458	
10:33	34	142.962,90	224.597,31	7,60	28,9	6,42	21,1	490	
10:38	35	142.953,68	224.639,98	7,72	29,0	6,50	21,4	522	
10:42	36	142.879,60	224.831,07	7,25	26,4	6,21	20,7	671	
10:45	37	142.856,39	224.855,20	7,49	27,8	6,48	21,2	688	
10:48	38	142.870,36	224.871,87	7,51	27,9	6,30	19,9	708	
10:50	39	142.858,82	224.929,38	7,50	27,3	7,53	26,6	761	
10:52	40	142.777,71	225.079,68	7,33	25,7	7,29	25,8	897	
10:54	41	142.690,84	225.246,70	6,55	20,3	6,31	19,9	1061	
10:56	42	142.711,72	225.231,83	6,63	20,1	6,51	20,1	1046	
11:01	43	142.760,27	225.063,02	7,39	25,3	7,40	26,1	879	laagwater
11:04	44	142.794,89	224.890,52	7,41	26,6	7,44	27,3	711	
11:05	45	142.822,61	224.777,37	7,61	28,5	6,72	21,7	605	
11:09	46	142.824,89	224.753,26	7,64	28,8	6,88	21,2	582	
11:11	47	142.887,55	224.704,96	7,65	29,5	7,60	29,3	553	
11:14	48	142.826,31	224.940,55	7,46	27,6	7,32	27,1	766	
11:17	49	142.737,12	225.120,53	7,16	24,8	6,58	21,9	935	
11:21	50	142.697,82	225.252,25	6,76	20,6	6,47	20,1	1066	
11:25	51	142.763,71	225.027,79	7,24	25,1	6,35	20,8	844	
11:30	52	142.851,54	224.706,87	7,64	29,0	6,84	23,3	543	
11:35	53	142.883,03	224.793,98	7,23	27,2	6,44	21,9	636	
11:39	54	142.778,83	225.044,46	7,39	26,6	7,20	25,6	862	
11:42	55	142.668,78	225.261,57	6,71	20,5	6,62	20,6	1076	
11:46	56	142.751,00	225.077,87	7,34	25,2	7,22	24,9	894	
11:51	57	142.834,12	224.708,74	7,68	29,3	7,61	29,2	541	
11:57	58	142.742,87	225.076,03	7,24	25,2	7,04	24,8	891	
12:00	59	142.688,50	225.239,28	6,87	20,6	6,84	20,8	1053	
12:06	60	142.632,39	225.808,64	6,51	19,6	6,34	19,5	1624	
12:09	61	142.884,34	225.756,38	6,56	19,5	6,43	19,5	1582	
12:13	62	143.055,74	225.387,14	6,94	21,2	6,79	21,0	1254	
12:16	63	143.099,57	225.151,57	6,96	21,6	6,81	21,7	1046	
12:19	64	143.144,55	224.919,72	6,88	22,0	6,74	21,9	860	
12:23	65	143.091,77	224.528,52	6,72	21,9	6,58	21,8	523	
12:26	66	143.083,16	224.170,66	6,87	23,8	6,80	23,8	387	
12:29	67	143.229,23	223.933,11	6,29	19,9	6,16	19,9	590	
12:32	68	143.499,86	223.867,87	6,19	19,6	6,09	19,6	864	
12:39	69	143.675,01	224.590,83	6,66	19,5	6,57	19,5	1059	
12:43	70	143.498,42	224.579,92	6,57	19,6	6,38	19,6	894	
12:45	71	143.318,23	224.472,60	6,83	20,7	6,60	20,6	685	

Monitoringscampagne 1 (16/06/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
12:48	72	143.185,68	224.383,77	6,81	21,0	6,70	20,9	528	
12:51	73	143.129,60	224.148,34	7,29	25,7	7,18	25,4	435	
12:54	74	143.084,07	223.981,51	6,74	22,7	6,54	21,8	438	
12:58	75	142.959,71	223.950,15	6,40	21,0	6,33	21,0	354	
13:04	76	142.999,86	223.566,26	6,62	21,0	6,56	21,0	690	
13:06	77	143.010,94	223.167,56	6,55	20,9	6,45	20,9	1066	
14:32	78	143.032,68	222.915,35	6,69	20,0	6,59	19,9	1314	
14:39	79	143.000,98	223.531,03	6,81	20,6	6,51	20,3	722	
14:44	80	142.965,45	223.896,38	6,88	21,7	6,72	21,5	395	
14:47	81	143.020,11	223.937,10	7,12	24,0	6,83	22,8	408	
14:51	82	143.086,73	224.239,26	6,91	19,4	6,80	19,4	394	
14:55	83	143.184,10	224.074,10	6,92	19,3	6,83	19,4	500	
14:57	84	143.194,35	223.916,46	6,86	20,9	6,76	20,4	566	
15:01	85	143.385,98	223.855,02	6,98	19,5	6,86	19,5	765	
15:04	86	143.383,65	223.853,17	7,05	19,4	6,90	19,4	764	
15:06	87	143.196,58	223.836,73	7,02	19,5	6,90	19,4	610	
15:08	88	143.145,44	223.825,67	7,16	23,7	6,88	22,0	576	
15:14	89	143.055,69	223.601,41	6,79	20,7	6,58	20,5	686	
15:16	90	143.083,42	223.495,68	6,70	20,7	6,61	20,3	791	
15:20	91	142.849,75	223.403,28	6,72	19,6	6,64	19,6	798	
15:23	92	142.955,43	223.362,34	6,64	19,7	6,57	19,6	863	
15:30	93	143.059,58	223.907,37	7,01	19,8	7,13	22,2	458	
15:36	94	143.089,14	224.294,88	7,17	19,2	7,08	19,2	408	
15:43	95	143.143,20	224.765,81	7,48	19,1	7,27	19,1	732	
15:51	96	143.120,52	225.188,63	7,47	19,1	7,31	19,1	1089	
15:57	97	143.011,87	225.583,74	7,42	19,3	7,28	19,3	1433	
16:04	98	142.672,98	225.760,37	7,54	19,3	7,37	19,3	1575	
16:07	99	142.587,74	225.445,26	7,48	19,1	7,41	19,1	1264	
16:10	100	142.697,77	225.226,29	7,53	19,1	7,51	19,0	1040	
16:14	101	142.841,26	224.827,41	7,58	19,0	7,50	18,9	658	
16:17	102	142.926,85	224.558,42	7,61	19,0	7,53	19,0	438	
16:19	103	142.924,22	224.335,90	7,54	19,0	7,46	19,0	273	
16:21	104	142.927,58	224.237,62	7,49	19,1	7,39	19,0	237	
16:25	105	142.959,01	224.287,64	7,57	19,0	7,46	19,1	282	
16:29	106	142.916,15	224.376,70	7,56	19,0	7,49	19,0	291	
16:35	107	142.876,70	224.412,00	7,56	19,0	7,47	19,0	289	
16:41	108	142.961,45	224.372,94	7,62	19,0	7,54	18,9	324	
16:46	109	142.892,96	224.413,82	7,54	19,1	7,49	19,0	301	hoogwater
16:50	110	142.926,64	224.410,07	7,57	19,2	7,51	18,9	321	
16:54	111	142.952,16	224.382,21	7,53	19,0	7,49	19,0	322	
16:56	112	142.920,79	224.380,41	7,65	20,9	7,41	19,8	297	
17:00	113	142.896,39	224.373,03	7,68	22,5	7,54	21,5	274	
17:05	114	142.904,59	224.424,94	7,59	21,4	7,36	19,7	317	
17:09	115	142.940,70	224.487,93	7,54	20,5	7,45	19,1	388	
17:15	116	142.946,63	224.578,79	7,55	19,3	7,57	19,0	466	
17:19	117	142.904,74	224.534,34	7,44	21,1	7,41	19,8	406	
17:23	118	142.859,34	224.463,95	7,46	21,4	7,38	20,6	322	
17:28	119	142.890,64	224.413,84	7,57	22,1	7,51	22,0	299	
17:35	120	142.979,10	224.541,66	7,53	21,6	7,50	21,3	454	
17:40	121	142.932,69	224.582,51	7,58	21,8	7,50	21,4	462	
17:47	122	142.895,46	224.538,07	7,62	22,6	7,44	22,1	404	
17:50	123	142.944,27	224.558,39	7,42	19,9	7,35	19,7	447	
17:52	124	142.951,36	224.641,82	7,62	21,9	7,41	20,2	522	
17:56	125	142.880,54	224.679,01	7,57	22,3	7,32	19,9	526	
18:01	126	142.850,13	224.523,29	7,62	22,4	7,54	21,9	371	
18:05	127	142.814,17	224.560,43	7,58	22,3	7,37	19,7	393	
18:11	128	142.852,44	224.515,87	7,58	22,0	7,46	21,5	365	
18:17	129	142.866,28	224.437,96	7,49	21,6	7,37	19,4	304	
18:25	130	142.837,60	224.701,32	7,50	19,9	7,42	19,5	534	
18:34	131	142.868,74	224.541,80	7,42	19,6	7,34	19,7	395	
18:39	132	142.901,41	224.645,61	7,46	19,2	7,38	19,1	503	
18:42	133	142.816,64	224.660,55	7,63	20,6	7,46	20,2	490	
18:44	134	142.821,07	224.508,49	7,62	22,1	7,50	22,0	346	
18:47	135	142.855,75	224.387,92	7,48	21,1	7,25	19,6	257	
18:54	136	142.881,47	224.502,84	7,29	19,2	7,22	19,2	367	
18:56	137	142.850,34	224.677,19	7,38	19,2	7,29	19,2	515	
19:00	138	142.753,26	225.035,22	7,42	19,2	7,32	19,2	851	
19:02	139	142.693,12	225.222,59	7,51	19,1	7,40	19,1	1037	

lozingspunt	142.696,32	224.186,02

Monitoringscampagne 2 (02/08/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
7:17	1	142.908,75	222.362,93	6,93	19,6	6,94	19,6	1835	
7:30	2	142.979,27	222.937,67	7,07	19,5	7,22	19,4	1280	
7:37	3	142.790,91	222.861,91	7,35	19,4	7,52	19,3	1327	
7:40	4	142.961,73	223.720,22	7,38	19,4	7,49	19,3	536	
7:44	5	142.965,50	223.935,32	7,37	19,3	7,48	19,3	368	
7:46	6	142.983,09	224.050,26	7,44	19,3	7,50	19,4	317	
7:49	7	143.043,72	224.218,92	7,54	19,3	7,53	19,3	349	
7:52	8	143.054,42	224.402,48	7,62	19,3	7,53	19,3	418	
7:55	9	143.091,93	224.645,35	7,60	19,3	7,59	19,3	606	
7:59	10	143.106,28	224.964,28	7,63	19,4	7,57	19,4	880	
8:01	11	143.071,65	225.116,38	7,58	19,4	7,57	19,4	1003	
8:03	12	143.048,68	225.318,53	7,60	19,5	7,62	19,6	1186	
8:05	13	142.983,88	225.498,48	7,65	19,6	7,63	19,7	1344	
8:07	14	142.919,04	225.646,92	7,64	19,7	7,60	19,7	1478	
8:12	15	142.537,17	225.812,49	7,69	19,4	7,59	19,4	1634	
8:28	16	142.599,98	225.066,96	7,26	19,4	7,24	19,4	886	
8:33	17	142.612,52	224.894,50	7,12	19,4	7,09	19,4	713	
8:35	18	142.583,41	224.848,16	7,53	22,5	7,47	21,5	672	
8:38	19	142.645,98	224.742,38	7,51	23,6	7,06	20,0	559	
8:41	20	142.705,08	224.636,61	7,38	22,4	7,38	22,1	451	
8:43	21	142.737,53	224.584,64	7,42	22,4	7,19	20,8	401	
8:46	22	142.769,97	224.521,55	7,38	22,0	7,25	20,7	344	
8:48	23	142.812,89	224.475,14	7,24	19,8	7,20	19,6	312	
8:51	24	142.797,74	224.441,78	7,40	21,9	7,22	20,1	275	
8:53	25	142.781,57	224.510,40	7,39	21,7	7,25	20,3	335	
8:57	26	142.691,22	224.695,97	7,42	22,0	7,32	21,0	510	
8:59	27	142.647,21	224.786,89	7,39	22,2	7,47	22,3	603	
9:01	28	142.606,68	224.874,09	7,46	23,1	7,35	22,2	694	
9:03	29	142.566,14	224.953,89	7,34	23,5	7,24	20,1	779	
9:05	30	142.529,07	225.026,26	7,36	22,7	7,24	19,9	857	
9:08	31	142.483,88	225.100,50	7,35	22,4	7,22	20,3	939	
9:10	32	142.441,00	225.171,03	7,32	22,6	7,23	20,5	1018	
9:12	33	142.400,45	225.239,70	7,27	22,8	7,23	20,1	1094	
9:14	34	142.362,20	225.302,81	7,27	22,5	7,24	19,9	1166	
9:16	35	142.317,01	225.367,77	7,29	22,9	7,23	20,2	1241	
9:18	36	142.279,92	225.423,45	7,34	23,0	7,24	20,3	1306	
9:19	37	142.239,36	225.482,85	7,28	22,8	7,23	19,9	1375	
9:22	38	142.202,29	225.549,67	7,41	23,0	7,27	20,1	1450	
9:24	39	142.168,70	225.605,34	7,35	23,2	7,24	20,0	1514	
9:26	40	142.136,26	225.657,32	7,46	23,5	7,29	20,5	1574	
9:28	41	142.106,13	225.707,43	7,43	23,2	7,29	20,5	1632	
9:30	42	142.082,96	225.748,26	7,39	23,0	7,27	20,6	1678	
9:32	43	142.055,16	225.794,66	7,29	23,2	7,24	20,2	1732	
9:34	44	142.007,51	225.768,77	7,47	23,1	7,14	20,3	1726	
9:36	45	141.952,90	225.757,74	7,49	23,0	7,27	20,8	1739	
9:38	46	141.897,19	225.781,92	7,46	22,5	7,10	19,9	1785	
9:40	47	141.848,49	225.826,51	7,03	20,4	7,10	19,7	1847	
9:42	48	141.803,25	225.865,52	7,19	20,9	7,11	19,7	1902	
9:44	49	141.741,79	225.921,25	7,41	22,1	7,12	19,6	1980	
9:46	50	141.673,36	225.986,25	7,40	22,5	7,19	19,6	2071	
9:48	51	141.573,66	226.086,54	7,39	22,3	7,21	19,6	2207	
9:50	52	141.517,99	226.131,14	7,37	22,1	7,18	20,0	2274	
9:52	53	141.433,31	226.190,63	7,13	21,1	7,23	19,7	2369	
9:53	54	141.353,30	226.261,22	7,16	20,8	7,22	19,6	2472	
9:55	55	141.280,25	226.331,81	7,19	20,6	7,23	19,5	2571	
9:58	56	141.150,35	226.424,74	7,22	20,8	7,23	19,5	2721	
9:59	57	141.088,89	226.478,63	7,19	20,2	7,23	19,4	2800	
10:01	58	141.036,74	226.536,20	7,17	20,4	7,23	19,5	2877	
10:02	59	140.986,88	226.582,65	7,13	20,3	7,21	19,5	2944	
10:03	60	140.943,98	226.617,95	7,13	20,2	7,20	19,5	2997	
10:05	61	140.908,04	226.647,68	7,13	20,2	7,19	19,5	3043	
10:07	62	140.812,98	226.738,72	7,16	20,3	7,20	19,5	3172	
10:09	63	140.763,16	226.801,85	7,19	20,6	7,20	19,5	3253	
10:11	64	140.660,02	226.913,29	7,17	20,5	7,19	19,4	3404	
10:12	65	140.584,66	226.983,90	7,15	20,4	7,19	19,4	3505	
10:15	66	140.493,11	227.074,93	7,12	20,1	7,21	19,4	3633	
10:17	67	140.437,48	227.136,23	7,14	20,0	7,21	19,4	3716	
10:19	68	140.343,65	227.251,36	7,23	20,5	7,22	19,4	3864	
10:20	69	140.248,68	227.375,79	7,26	20,5	7,23	19,5	4021	
10:22	70	140.174,49	227.442,69	7,19	20,3	7,23	19,4	4119	
10:24	71	140.078,37	227.567,11	7,26	20,8	7,27	19,5	4276	

Monitoringscampagne 2 (02/08/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
10:26	72	140.038,99	227.619,10	7,16	20,2	7,28	19,4	4341	
10:28	73	139.948,71	227.758,35	7,18	20,2	7,30	19,4	4507	
10:29	74	139.878,11	227.875,32	7,26	19,9	7,34	19,4	4643	
10:30	75	139.841,05	227.919,89	7,28	20,1	7,34	19,4	4700	
10:32	76	139.761,18	228.033,17	7,23	20,0	7,33	19,5	4839	
10:34	77	139.695,18	228.124,15	7,25	19,9	7,34	19,5	4951	
10:35	78	139.611,89	228.268,96	7,25	19,9	7,33	19,5	5117	
10:38	79	139.569,13	228.363,62		19,9	7,35	19,4	5218	
10:44	80	139.729,88	228.055,48		20,1	7,36	19,5	4876	
10:53	81	140.000,62	227.587,65	7,47	20,6	7,35	19,9	4340	
10:56	82	140.136,05	227.377,86	7,55	21,3	7,41	20,4	4092	
11:01	83	140.438,43	227.019,40	7,54	21,8	7,48	21,0	3623	
11:03	84	140.574,02	226.876,37	7,45	21,4	7,42	20,6	3427	
11:07	85	140.892,79	226.558,71	7,46	21,7	7,46	20,6	2980	
11:11	86	141.301,06	226.272,43	7,48	21,9	7,50	21,3	2510	
11:13	87	141.494,73	226.116,35	7,35	21,5	7,36	21,0	2274	
11:17	88	141.780,05	225.884,09	7,53	21,9	7,42	21,2	1930	
11:20	89	142.066,59	225.672,26	7,59	23,4	7,64	22,9	1614	
11:28	90	142.564,03	225.100,39	7,43	25,8	7,10	20,7	924	
11:30	91	142.655,54	224.931,51	7,67	28,9	7,05	20,7	747	
11:35	92	142.767,89	224.697,72	7,65	29,6	7,06	21,0	517	
11:37	93	142.808,41	224.595,67	7,63	30,0	7,27	23,5	425	
11:39	94	142.844,33	224.528,86	7,58	30,0	7,11	23,2	373	
11:41	95	142.855,86	224.463,94	7,59	30,2	7,23	24,0	320	
11:43	96	142.860,45	224.425,00	7,56	30,2	7,21	24,3	290	
11:45	97	142.851,09	224.374,94	7,55	30,0	7,31	25,1	244	
11:46	98	142.859,15	224.326,72	7,48	29,0	7,28	25,5	215	
11:50	99	142.838,41	224.447,28	7,40	28,6	7,21	24,9	297	
11:51	100	142.823,43	224.534,45	7,54	29,6	7,15	23,9	371	
11:53	101	142.806,16	224.647,59	7,45	29,0	7,08	22,2	474	
11:55	102	142.786,54	224.742,20	6,91	23,1	7,06	20,9	563	
11:58	103	142.756,55	224.890,57	6,90	22,6	7,02	20,4	707	
11:59	104	142.743,85	224.951,79	7,11	23,7	6,99	20,5	767	
12:02	105	142.717,34	225.092,76	6,94	22,2	6,95	20,2	907	
12:03	106	142.804,62	225.211,31	6,88	21,3	6,92	19,9	1031	
12:06	107	142.632,95	225.382,15	6,91	21,9	6,95	20,0	1198	
12:08	108	142.588,96	225.478,64	6,89	21,3	6,94	19,8	1297	
12:09	109	142.544,93	225.552,87	6,91	21,3	6,93	19,7	1375	
12:14	110	142.506,40	225.410,14	7,47	26,5	7,04	20,0	1239	
12:18	111	142.568,78	225.187,53	7,42	26,5	7,03	20,2	1010	
12:20	112	142.620,87	225.048,94	7,56	28,2	7,02	20,3	866	
12:22	113	142.653,27	224.963,04	7,57	28,9	7,07	20,5	778	
12:27	114	142.747,08	224.768,20	7,62	30,6	7,14	20,6	584	
12:29	115	142.785,36	224.729,21	7,53	30,1	7,11	21,9	550	
12:32	116	142.817,75	224.625,32	7,54	30,9	7,15	22,6	456	
12:34	117	142.868,68	224.495,45	7,62	31,6	7,14	24,6	354	
12:39	118	142.862,95	224.551,08	7,31	28,1	7,02	21,9	401	laagwater
12:41	119	142.845,70	224.679,06	7,18	27,0	7,01	22,1	515	
12:43	120	142.826,10	224.790,34	7,18	25,7	7,12	21,9	618	
12:45	121	142.809,97	224.873,81	7,24	26,1	6,97	20,6	697	
12:47	122	142.777,60	224.996,24	7,62	29,5	6,87	20,2	814	
12:48	123	142.742,88	225.087,15	6,94	22,7	6,91	20,1	902	
12:50	124	142.701,19	225.176,22	7,32	25,1	6,91	19,9	990	
12:52	125	142.656,03	225.276,41	7,14	23,6	6,91	19,9	1091	
12:58	126	142.463,57	225.515,90	6,98	21,3	6,92	19,8	1350	
13:00	127	142.359,13	225.580,95	7,19	21,8	7,15	20,0	1435	
13:04	128	142.515,93	225.582,58	7,17	22,3	7,20	20,5	1408	
13:06	129	142.600,63	225.519,41	7,42	25,9	7,14	20,6	1337	
13:07	130	142.655,16	225.478,54	7,54	28,0	6,96	20,0	1293	
13:08	131	142.701,56	225.435,83	7,48	27,7	7,01	20,0	1250	
13:10	132	142.750,26	225.376,42	7,52	28,7	6,91	20,0	1192	
13:12	133	142.805,87	225.278,06	7,53	29,6	6,89	20,4	1098	
13:14	134	142.827,81	225.183,47	7,49	30,0	6,86	20,4	1006	
13:15	135	142.862,53	225.094,40	7,41	29,2	7,08	23,9	923	
13:21	136	142.919,02	224.769,82	7,54	31,5	6,97	22,8	625	
13:22	137	142.930,54	224.703,05	7,58	31,9	6,90	22,9	568	
13:24	138	142.925,70	224.560,27	7,56	31,9	6,94	22,3	439	
13:26	139	142.919,74	224.454,59	7,59	32,0	7,75	30,3	349	
13:27	140	142.931,29	224.400,79	7,61	31,7	7,62	30,1	318	
13:28	141	142.938,21	224.365,56	7,44	30,4	7,44	28,8	301	
13:32	142	142.864,85	224.243,27	7,47	30,7	7,33	27,5	178	

Monitoringscampagne 2 (02/08/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
13:34	143	142.896,41	224.387,86	7,65	31,2	7,65	29,6	284	
13:35	144	142.907,01	224.493,54	7,61	31,1	6,96	23,7	373	
13:36	145	142.904,78	224.552,88	7,58	30,8	7,07	23,9	422	
13:38	146	142.904,94	224.671,56	7,61	31,2	7,01	23,3	528	
13:40	147	142.895,82	224.803,23	7,25	27,1	7,07	22,9	649	
13:42	148	142.883,22	224.931,19	7,33	27,9	7,01	22,4	768	
13:43	149	142.869,42	225.036,91	7,50	29,9	7,33	26,0	868	
13:45	150	142.845,23	225.177,88	7,49	29,8	7,03	22,3	1003	
13:47	151	142.807,09	225.317,00	7,28	25,5	7,30	22,4	1136	
13:48	152	142.781,68	225.415,32	6,90	21,2	7,01	20,5	1232	
13:49	153	142.774,78	225.470,95	6,88	20,7	6,99	20,2	1287	
13:50	154	142.764,42	225.537,73	6,86	20,5	6,94	20,0	1353	
13:51	155	142.755,19	225.580,38	6,84	20,3	6,91	19,9	1396	
13:55	156	142.562,56	225.699,33	6,92	20,6	6,90	19,9	1519	
13:57	157	142.538,11	225.653,01	6,81	20,3	6,80	19,7	1475	
13:58	158	142.603,08	225.606,56	6,82	20,4	6,80	19,7	1424	
13:59	159	142.683,15	225.561,95	6,79	20,3	6,81	19,7	1376	
14:00	160	142.734,19	225.511,81	6,80	20,3	6,84	19,8	1326	
14:02	161	142.808,40	225.431,97	6,83	20,3	6,87	19,9	1251	
14:04	162	142.868,66	225.324,34	6,85	20,2	6,92	19,9	1151	
14:07	163	142.921,83	225.133,26	7,31	24,8	6,98	21,2	974	
14:08	164	142.926,27	224.986,77	7,29	25,0	7,21	22,8	833	
14:10	165	142.950,48	224.855,08	7,32	25,0	7,26	22,3	716	
14:11	166	142.952,70	224.779,04	7,38	27,2	7,32	22,4	646	
14:13	167	142.947,95	224.699,32	7,18	24,2	7,20	21,4	572	
14:15	168	142.965,36	224.690,03	7,26	23,8	7,24	21,1	571	
14:16	169	142.945,59	224.671,51	7,28	23,7	7,38	22,2	546	
14:18	170	142.937,45	224.671,52	7,38	25,1	7,35	22,9	542	
14:19	171	142.935,14	224.669,66	7,38	25,1	7,27	22,6	539	
14:22	172	142.928,14	224.656,69	7,43	25,7	7,22	22,7	525	
14:24	173	142.922,33	224.652,99	7,42	25,7	7,11	22,3	519	
14:26	174	142.918,85	224.647,44	7,42	26,2	7,22	23,4	512	
14:29	175	142.909,55	224.645,59	7,44	26,5	7,19	23,3	507	
14:31	176	142.903,73	224.643,75	7,43	26,6	7,10	22,7	503	
14:34	177	142.895,60	224.640,05	7,21	25,3	7,29	23,7	496	
14:36	178	142.886,29	224.632,63	6,76	20,8	6,87	20,2	485	
14:38	179	142.863,03	224.615,99	6,84	20,5	6,89	20,1	461	
14:40	180	142.861,70	224.493,61	7,21	24,2	7,02	21,4	349	
14:43	181	142.861,39	224.263,67	7,47	26,6	7,62	27,3	182	
14:45	182	142.809,03	224.209,96	7,65	29,4	7,69	29,1	115	
14:46	183	142.802,07	224.206,27	7,70	29,9	7,74	29,6	108	
14:49	184	142.804,30	224.145,07	7,56	30,2	7,58	29,8	115	
14:54	185	142.848,50	224.180,24	7,61	29,3	7,60	28,3	152	
14:56	186	142.855,47	224.180,24	7,60	28,8	7,51	27,5	159	
15:02	187	142.906,60	224.187,58	7,54	28,5	7,30	25,2	210	
15:04	188	142.911,25	224.187,58	7,66	29,1	7,16	24,1	215	
15:07	189	142.913,57	224.183,86	7,57	28,3	7,61	27,5	217	
15:11	190	142.914,71	224.172,73	7,25	26,3	7,35	25,4	219	
15:18	191	142.903,10	224.183,88	7,59	28,1	7,32	25,0	207	
15:21	192	142.898,46	224.185,74	7,39	27,0	7,44	25,8	202	
15:25	193	142.886,85	224.187,61	7,52	27,3	7,57	26,4	191	
15:31	194	142.839,26	224.219,19	7,72	28,8	7,80	28,6	147	
15:32	195	142.819,51	224.221,08	7,70	29,4	7,76	29,0	128	
15:35	196	142.798,60	224.224,82	7,64	29,1	7,67	28,8	109	
15:38	197	142.760,26	224.221,17	7,71	30,3	7,57	28,4	73	
15:40	198	142.756,77	224.217,45	7,59	29,2	7,63	28,7	68	
15:42	199	142.745,20	224.247,15	7,69	30,1	7,74	29,8	78	
15:45	200	142.748,67	224.237,86	7,71	30,1	7,67	29,4	74	
15:47	201	142.740,56	224.258,27	7,72	30,1	7,77	30,0	85	
15:49	202	142.755,66	224.258,25	7,70	30,0	7,72	29,8	93	
15:52	203	142.775,39	224.250,81	7,69	29,9	7,73	29,6	102	
15:56	204	142.757,99	224.258,25	7,69	29,8	7,66	29,3	95	
16:01	205	142.761,49	224.267,52	7,70	29,9	7,72	29,6	104	
16:04	206	142.768,46	224.271,22	7,69	29,7	7,71	29,6	112	
16:09	207	142.811,35	224.206,26	7,60	28,6	7,64	28,4	117	
16:11	208	142.884,52	224.189,47	7,39	27,8	7,36	26,5	188	
16:12	209	142.915,88	224.180,16	7,39	27,6	7,24	25,2	220	
16:17	210	142.865,86	224.137,57	7,32	27,1	7,37	27,0	176	
16:19	211	142.867,03	224.139,42	7,35	27,9	7,22	25,9	177	
16:23	212	142.825,22	224.143,19	7,34	28,8	7,11	25,0	136	
16:27	213	142.817,08	224.143,20	7,17	25,5	7,20	24,6	128	

Monitoringscampagne 2 (02/08/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
16:30	214	142.883,41	224.220,99	7,29	26,0	7,23	24,0	190	
16:32	215	142.888,08	224.237,67	7,22	25,4	7,00	21,1	199	
16:38	216	142.909,03	224.272,88	7,29	25,5	6,92	20,1	230	
16:41	217	142.893,91	224.261,77	7,06	22,8	6,99	20,3	212	
16:43	218	142.888,09	224.250,64	7,05	22,9	6,99	20,1	202	
16:47	219	142.882,27	224.243,24	7,33	25,4	7,02	19,9	195	
16:48	220	142.881,11	224.245,10	6,89	21,5	6,97	20,2	194	
16:50	221	142.866,04	224.265,52	7,03	20,7	7,10	19,7	187	
16:53	222	142.816,05	224.239,63	7,61	26,5	7,71	25,9	131	
16:56	223	142.869,20	224.030,02	7,34	26,1	7,28	24,6	233	
16:58	224	142.880,77	223.998,48	7,23	24,8	7,23	24,0	263	
16:59	225	142.873,89	224.059,68	7,27	25,0	7,33	24,9	218	
17:03	226	142.809,00	224.182,15	7,32	25,9	7,53	26,7	113	
17:04	227	142.805,58	224.232,23	7,02	21,1	6,99	21,1	119	
17:06	228	142.860,17	224.213,61	7,03	20,4	7,11	19,9	166	
17:08	229	142.887,82	224.044,82	7,41	24,9	7,45	24,8	238	
17:10	230	142.859,87	224.004,07	7,29	25,2	7,33	24,0	245	
17:12	231	142.825,15	224.100,54	7,24	24,5	7,31	22,9	155	
17:14	232	142.812,54	224.221,08	7,34	24,7	7,09	20,7	121	
17:15	233	142.805,61	224.245,20	7,12	20,7	7,09	20,3	124	
17:16	234	142.836,88	224.183,97	7,11	20,3	7,17	19,9	141	
17:18	235	142.877,33	224.024,44	7,33	24,0	7,37	23,2	243	
17:20	236	142.883,22	224.085,63	7,22	20,3	7,38	23,6	212	
17:24	237	142.897,28	224.167,21	7,28	20,2	7,27	19,8	202	
17:39	238	142.909,93	224.925,59	7,44	20,3	7,52	19,6	770	
17:40	239	142.927,30	224.894,05	7,43	20,2	7,52	19,5	745	
17:57	240	142.973,82	224.079,94	7,60	22,8	7,46	19,7	297	
17:58	241	142.972,66	224.078,09	7,55	22,8	7,48	21,8	297	
18:01	242	143.004,02	224.063,20	7,49	22,5	7,54	21,9	331	
18:02	243	143.103,97	224.098,31	7,56	20,1	7,51	19,8	417	
18:03	244	143.134,22	224.122,38	7,55	19,9	7,55	19,6	443	
18:04	245	143.229,55	224.181,59	7,56	20,0	7,55	19,7	533	
18:06	246	143.112,08	224.079,75	7,53	22,6	7,56	19,5	429	
18:07	247	143.041,15	224.033,50	7,46	22,7	7,58	21,8	377	
18:09	248	142.967,90	223.983,53	7,44	22,5	7,47	21,8	339	
18:11	249	142.915,57	223.959,49	7,33	22,8	7,43	21,5	315	
18:14	250	142.921,34	223.926,10	7,33	22,4	7,44	22,9	344	hoogwater
18:15	251	142.924,74	223.853,78	7,28	22,7	7,34	20,9	403	
18:16	252	142.927,02	223.831,52	7,30	21,4	7,36	20,9	423	
18:17	253	142.950,17	223.768,45	7,31	21,2	7,30	20,3	489	
18:18	254	142.946,60	223.701,70	7,25	20,9	7,30	20,3	545	
18:19	255	142.938,43	223.672,03	7,21	21,0	7,32	20,0	568	
18:20	256	142.925,58	223.627,55	7,20	21,2	7,29	20,2	604	
18:21	257	142.903,42	223.568,24	7,06	21,0	7,24	20,2	652	
18:22	258	142.897,51	223.494,08	7,18	21,5	7,22	20,1	721	
18:23	259	142.856,77	223.436,65	7,12	20,7	7,21	20,0	766	
18:24	260	142.829,99	223.399,60	7,19	20,3	7,27	19,9	798	
18:25	261	142.818,36	223.382,93	7,18	20,3	7,28	19,8	812	
18:26	262	142.869,34	223.284,58	7,21	20,3	7,27	19,9	918	
lozingspunt		142.696,32	224.186,02						

Monitoringscampagne 3 (29/09/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
7:25	1	142.908,97	222.362,89	6,28	18,6	6,20	18,7	1835	
7:54	2	142.294,99	225.265,78	7,02	20,9	6,65	18,6	1152	
7:57	3	142.302,97	225.158,22	7,22	22,1	6,54	19,3	1049	
8:01	4	142.435,14	224.992,99	7,12	22,9	6,95	22,3	848	
8:05	5	142.573,16	224.842,59	7,04	22,2	6,97	22,4	668	
8:10	6	142.648,43	224.681,15	7,24	22,2	6,97	21,8	497	
8:12	7	142.693,62	224.599,50		20,6	7,01	22,3	413	
8:17	8	142.770,04	224.419,52	6,57	19,1	6,60	19,6	245	
8:18	9	142.784,07	224.482,55	6,55	18,9	6,52	18,8	309	
8:20	10	142.733,10	224.588,32	6,56	18,7	6,52	18,7	404	
8:21	11	142.678,66	224.701,51	6,59	18,6	6,65	19,0	516	
8:23	12	142.648,56	224.768,31	6,70	19,3	6,71	19,4	584	
8:24	13	142.621,94	224.838,81	7,03	21,7	6,71	19,8	657	
8:25	14	142.583,74	224.933,43	7,18	22,9	6,91	21,0	756	
8:27	15	142.529,31	225.046,63	6,78	20,6	6,62	19,6	877	
8:28	16	142.509,62	225.085,60	6,28	21,2	6,68	19,7	919	
8:30	17	142.471,38	225.150,55	6,81	21,0	6,57	19,1	990	
8:31	18	142.433,13	225.208,09	6,77	20,7	6,56	19,0	1055	
8:33	19	142.386,77	225.278,63		20,3	6,57	19,0	1136	
8:47	20	142.799,09	224.425,05	6,81	21,6	6,42	19,3	260	
8:51	21	142.743,61	224.621,68	6,80	21,3	6,49	19,0	438	
8:52	22	142.710,03	224.701,47	6,79	21,3	6,43	18,9	516	
8:53	23	142.693,82	224.738,57	6,73	21,3	6,51	19,2	553	
8:55	24	142.667,19	224.805,37	6,82	21,5	6,49	19,2	620	
8:56	25	142.630,13	224.879,59	6,90	22,1	6,50	19,2	697	
8:57	26	142.606,98	224.938,96	6,94	22,2	6,49	19,3	758	
8:59	27	142.579,21	225.018,74	6,67	20,9	6,45	19,1	841	
9:00	28	142.561,86	225.065,12	6,69	21,0	6,45	19,1	889	
9:01	29	142.530,60	225.141,20	6,56	20,1	6,47	19,2	969	
9:03	30	142.491,24	225.230,26	6,71	20,5	6,43	19,0	1064	
9:05	31	142.463,47	225.302,62	6,56	19,9	6,39	18,8	1141	
9:06	32	142.447,28	225.354,56		19,4	6,40	18,8	1195	
9:17	33	142.845,53	224.399,02		25,2	6,33	20,3	260	
9:18	34	142.822,42	224.495,48	7,12	24,4	6,29	19,3	334	
9:20	35	142.810,90	224.560,40	6,89	22,9	6,30	19,2	392	
9:21	36	142.790,12	224.658,70	6,64	21,6	6,31	19,2	482	
9:22	37	142.776,25	224.705,08	6,43	20,1	6,29	19,0	525	
9:24	38	142.754,27	224.771,87	6,41	19,7	6,28	18,9	589	
9:26	39	142.725,38	224.883,17	6,30	19,0	6,28	18,8	698	
9:27	40	142.713,86	224.946,23	6,29	18,8	6,28	18,7	760	
9:28	41	142.691,92	225.040,83	6,28	18,7	6,28	18,6	855	
9:30	42	142.671,09	225.096,49	6,28	18,7	6,26	18,6	911	
9:31	43	142.649,11	225.157,72	6,29	18,7	6,27	18,6	973	
9:32	44	142.621,33	225.230,07	6,29	18,7	6,27	18,6	1047	
9:34	45	142.591,24	225.306,15	6,30	18,7	6,28	18,6	1125	
9:35	46	142.562,33	225.397,05	6,31	18,6	6,28	18,6	1218	
9:36	47	142.534,49	225.419,34	6,33	18,6	6,31	18,6	1244	
9:46	48	142.824,62	224.404,61	7,89	27,1	6,72	22,5	253	
9:49	49	142.815,46	224.501,05	7,66	27,4	6,39	20,8	337	
9:50	50	142.799,26	224.543,72	7,38	26,3	6,35	20,3	372	
9:51	51	142.787,68	224.573,41	7,22	25,6	6,35	20,1	398	
9:52	52	142.761,04	224.627,22	7,10	25,0	6,34	19,9	446	
9:54	53	142.729,78	224.701,44	7,28	25,3	6,32	19,8	517	
9:55	54	142.717,05	224.738,54	7,16	24,9	6,27	19,5	553	
9:56	55	142.698,53	224.784,93	7,02	23,9	6,24	19,4	599	
9:58	56	142.666,16	224.892,52	6,88	23,3	6,26	19,4	707	
9:59	57	142.647,64	224.942,62	6,76	22,3	6,28	19,4	758	
10:01	58	142.603,65	225.046,52	6,91	22,9	6,30	19,4	865	
10:03	59	142.550,40	225.176,40	6,69	22,0	6,32	19,5	1001	
10:04	60	142.536,51	225.211,65	6,60	21,5	6,30	19,4	1038	
10:05	61	142.523,78	225.245,05	6,78	22,0	6,33	19,5	1073	
10:06	62	142.506,43	225.289,58	6,69	21,6	6,31	19,4	1120	
10:07	63	142.491,37	225.322,98	6,50	21,1	6,28	19,2	1155	
10:16	64	142.834,06	224.506,59	7,23	25,4	6,39	21,1	349	
10:19	65	142.783,10	224.621,63	6,96	23,7	6,31	20,3	444	
10:24	66	142.731,07	224.794,15	7,07	24,2	6,23	19,6	609	
10:25	67	142.721,81	224.820,13	6,48	21,8	6,21	19,5	635	
10:27	68	142.702,13	224.866,51	7,01	23,4	6,19	19,4	681	
10:29	69	142.666,24	224.951,86	6,54	21,7	6,20	19,3	766	
10:30	70	142.650,03	224.990,83	6,47	21,1	6,20	19,3	806	
10:31	71	142.623,42	225.066,89	6,77	22,3	6,22	19,3	884	

Monitoringscampagne 3 (29/09/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
10:32	72	142.613,01	225.096,57	6,62	21,8	6,23	19,3	914	
10:33	73	142.607,23	225.113,27	6,83	22,5	6,24	19,3	932	
10:34	74	142.584,09	225.180,06	6,83	22,5	6,26	19,4	1000	
10:36	75	142.562,10	225.232,01	6,45	21,1	6,27	19,4	1055	
10:37	76	142.552,84	225.256,13	6,38	20,5	6,26	19,3	1080	
10:38	77	142.543,58	225.280,25	6,38	20,5	6,24	19,3	1105	
10:39	78	142.533,16	225.306,23	6,37	20,1	6,23	19,2	1132	
10:41	79	142.516,96	225.343,34	6,33	20,0	6,17	19,0	1171	
10:42	80	142.507,69	225.358,19	6,62	21,2	6,17	19,0	1187	
10:53	81	142.856,17	224.538,08	7,03	25,5	6,30	20,9	387	
10:54	82	142.837,63	224.569,63	6,96	25,3	6,30	20,7	409	
10:55	83	142.826,05	224.599,32	6,87	24,9	6,32	20,8	433	
10:56	84	142.794,76	224.651,28	6,84	24,4	6,23	19,9	476	
10:58	85	142.761,16	224.712,52	6,60	22,9	6,25	19,8	530	
10:59	86	142.747,26	224.745,92	6,83	24,0	6,29	19,8	562	
11:03	87	142.675,45	224.892,51	7,19	24,9	6,26	19,4	707	
11:06	88	142.622,21	225.029,81	6,58	22,0	6,26	19,4	847	
11:07	89	142.608,31	225.055,79	6,81	22,9	6,27	19,4	874	
11:08	90	142.580,49	225.096,62	6,76	22,5	6,32	19,4	918	
11:10	91	142.543,41	225.161,58	6,43	20,9	6,32	19,4	987	
11:11	92	142.523,71	225.194,98	6,83	22,4	6,33	19,4	1024	
11:12	93	142.475,02	225.256,24	6,88	22,4	6,33	19,5	1093	
11:13	94	142.446,04	225.297,08	6,70	21,7	6,39	19,5	1139	
11:14	95	142.429,81	225.323,07	6,78	22,0	6,38	19,5	1168	
11:25	96	142.800,62	224.690,21	6,70	24,8	6,27	20,3	515	
11:26	97	142.790,23	224.734,73			6,22	20,1	557	
11:33	98	142.703,56	225.057,51	6,14	20,1	6,09	19,0	872	
11:34	99	142.701,25	225.068,64	6,15	20,1	6,08	18,9	883	
11:35	100	142.698,94	225.079,76	6,18	20,0	6,08	18,9	894	
11:37	101	142.685,08	225.133,56	6,19	20,2	6,08	18,9	948	
11:38	102	142.673,52	225.172,52	6,34	20,8	6,11	18,9	987	
11:42	103	142.654,99	225.213,34	6,56	21,9	6,08	18,8	1028	
11:44	104	142.627,23	225.291,26	6,45	21,5	6,07	18,7	1107	
11:45	105	142.616,80	225.311,67	6,43	21,3	6,07	18,7	1128	
11:46	106	142.607,53	225.328,37	6,56	21,6	6,07	18,7	1146	
11:48	107	142.593,62	225.346,94	6,37	20,7	6,07	18,7	1165	
11:49	108	142.585,50	225.356,22	6,70	22,0	6,08	18,7	1175	
11:51	109	142.508,80	225.322,95	6,98	23,5	6,13	18,8	1152	
11:52	110	142.512,24	225.295,13	7,00	23,7	6,21	19,1	1124	laagwater
11:54	111	142.515,70	225.280,29	7,01	23,9	6,32	19,3	1109	
11:55	112	142.526,12	225.252,46	7,09	24,4	6,41	19,5	1080	
11:56	113	142.540,00	225.211,65	7,17	24,8	6,37	19,6	1037	
11:58	114	142.550,40	225.176,40	7,13	25,0	6,40	19,6	1001	
11:59	115	142.557,32	225.143,01	7,18	25,4	6,36	19,6	967	
12:00	116	142.572,38	225.109,61	7,12	25,4	6,36	19,7	932	
12:01	117	142.587,42	225.068,80	7,12	25,3	6,32	19,7	889	
12:02	118	142.602,46	225.026,13	7,03	25,2	6,36	19,6	845	
12:04	119	142.624,43	224.959,34	7,03	25,5	6,35	20,0	777	
12:06	120	142.649,92	224.914,80	7,16	26,3	6,38	20,4	730	
12:08	121	142.674,24	224.857,28	7,18	26,7	6,38	20,2	672	
12:09	122	142.689,29	224.820,17	7,25	27,4	6,29	20,5	634	
12:11	123	142.705,59	224.851,67	6,98	25,7	6,29	20,0	666	
12:14	124	142.683,63	224.927,73	6,92	25,5	6,29	19,7	742	
12:16	125	142.681,32	224.935,15	6,62	23,2	6,35	19,6	749	
12:18	126	142.641,95	225.022,36	6,82	24,0	6,41	19,9	838	
12:20	127	142.621,08	225.052,06	6,71	23,0	6,44	19,8	869	
12:22	128	142.610,65	225.066,91	6,84	23,2	6,47	19,9	885	
12:25	129	142.559,68	225.168,97	6,77	22,3	6,58	19,9	992	
12:27	130	142.529,56	225.224,64	6,86	22,1	6,63	20,2	1052	
12:29	131	142.505,27	225.295,14	6,63	20,7	6,60	19,1	1125	
12:31	132	142.483,30	225.361,93	6,79	20,4	6,75	20,0	1195	
12:32	133	142.459,97	225.295,21	6,79	20,6	6,66	19,0	1134	
12:35	134	142.469,16	225.222,88	6,77	20,8	6,62	19,0	1061	
12:37	135	142.483,00	225.152,39	7,13	22,4	6,63	19,3	990	
12:39	136	142.506,13	225.081,89	7,02	22,6	6,73	19,9	916	
12:42	137	142.528,08	225.002,12	7,23	24,3	6,65	20,6	833	
12:44	138	142.550,10	224.965,01	7,06	24,6	6,58	20,2	793	
12:46	139	142.584,84	224.892,64	7,11	25,5	6,58	20,7	715	
12:48	140	142.596,39	224.844,41	7,14	26,2	6,64	20,7	666	
12:50	141	142.626,49	224.770,19	7,23	27,2	6,84	21,9	588	
12:52	142	142.639,23	224.744,21	7,22	27,3	6,96	22,5	561	

Monitoringscampagne 3 (29/09/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
12:54	143	142.662,40	224.701,53	7,27	27,7	6,98	23,9	517	
12:56	144	142.693,70	224.653,28	7,15	27,2	6,72	22,5	467	
12:58	145	142.715,72	224.614,30	7,24	27,7	6,66	22,6	429	
13:02	146	142.742,38	224.575,33	7,41	28,7	6,79	22,9	392	
13:04	147	142.764,39	224.534,50	6,76	24,8	6,82	23,4	355	
13:06	148	142.764,39	224.534,50	6,77	25,0	6,87	24,3	355	
13:07	149	142.799,28	224.558,56	6,74	24,6	7,08	25,8	387	
13:10	150	142.759,90	224.645,77	7,20	27,3	6,70	22,8	464	
13:12	151	142.741,42	224.718,11	7,18	26,6	6,73	22,0	534	
13:13	152	142.717,09	224.768,21	7,14	26,3	6,84	21,9	583	
13:15	153	142.680,02	224.842,44	7,17	26,3	6,56	21,0	657	
13:18	154	142.634,82	224.909,26	6,22	19,5	6,30	19,3	726	
13:20	155	142.618,60	224.944,51	6,12	19,2	6,16	19,1	762	
13:22	156	142.610,57	225.013,13	6,10	19,1	6,04	19,0	832	
13:24	157	142.582,83	225.111,45	6,07	19,1	6,01	19,0	932	
13:26	158	142.570,14	225.172,66	6,08	19,1	5,99	19,0	995	
13:28	159	142.544,70	225.254,29	5,94	19,1	5,89	18,9	1079	
13:30	160	142.509,95	225.315,53	5,85	19,1	5,84	18,9	1145	
13:32	161	142.548,27	225.309,92	5,85	19,0	5,87	18,8	1134	
13:34	162	142.590,01	225.259,79	5,84	19,1	5,85	18,9	1079	
13:36	163	142.625,89	225.168,88	5,86	19,0	5,86	18,9	985	
13:38	164	142.657,13	225.081,68	5,86	19,1	5,87	18,9	897	
13:40	165	142.699,98	224.988,90	5,92	19,0	5,92	18,9	803	
13:42	166	142.742,84	224.909,10	5,94	19,1	5,95	18,9	725	
13:44	167	142.782,23	224.829,31	6,00	19,1	5,97	18,9	649	
13:46	168	142.818,11	224.732,84	6,01	19,1	5,99	18,9	560	
13:48	169	142.834,24	224.640,10	6,04	19,2	6,01	19,0	475	
13:50	170	142.866,63	224.539,92	6,05	19,2	6,05	19,0	393	
13:52	171	142.895,47	224.389,68	7,57	28,9			285	
13:54	172	142.855,83	224.289,60	7,34	28,8	6,54	22,2	190	
13:55	173	142.839,63	224.337,84	7,19	27,8	6,75	23,0	209	
13:57	174	142.825,81	224.419,45	7,24	26,9	6,10	19,9	267	
14:00	175	142.803,85	224.506,63	6,18	20,1	6,14	19,7	338	
14:02	176	142.781,85	224.556,73	6,17	19,8	6,26	19,7	380	
14:04	177	142.773,77	224.595,68	6,05	19,5	6,28	19,7	417	
14:06	178	142.775,00	224.640,18	5,95	19,3	5,93	19,2	461	
14:07	179	142.760,00	224.716,23	5,92	19,1	5,91	19,1	534	
14:10	180	142.748,47	224.777,44	5,91	19,1	5,87	19,0	594	
14:19	181	142.555,15	225.245,00	6,08	19,2	5,96	18,8	1068	
14:22	182	142.600,30	225.141,10	6,04	19,2	5,94	18,8	960	
14:24	183	142.632,71	225.061,31	6,07	19,4	5,92	18,8	878	
14:26	184	142.665,14	224.994,51	5,98	19,1	5,91	18,8	809	
14:27	185	142.688,27	224.925,87	5,99	19,1	5,92	18,8	740	
14:29	186	142.717,22	224.857,22	5,99	19,1	5,91	18,9	672	
14:32	187	142.771,64	224.731,05	5,94	19,1	5,91	19,0	550	
14:34	188	142.808,68	224.638,28	5,95	19,1	5,92	19,0	466	
14:35	189	142.830,66	224.571,49	5,94	19,1	5,90	19,0	408	
14:36	190	142.858,42	224.484,30	5,95	19,1	5,91	19,0	339	
14:38	191	142.876,87	224.386,00	5,95	19,2	5,92	19,1	269	
14:39	192	142.887,25	224.324,79	7,54	29,0	7,27	27,4	236	
14:42	193	142.878,90	224.169,04	7,40	29,8	7,13	27,0	183	
14:44	194	142.868,33	224.085,61	7,34	29,9	6,91	25,6	199	
14:47	195	142.883,51	224.137,51	7,26	29,1	7,14	26,9	193	
14:48	196	142.903,34	224.200,53	7,20	27,8	5,82	19,8	208	
14:51	197	142.903,49	224.311,79	5,86	20,2	5,82	19,6	242	
15:02	198	142.463,43	225.278,51	6,40	19,1	6,39	18,7	1117	
15:03	199	142.497,01	225.202,44	6,33	19,0	6,39	18,7	1036	
15:05	200	142.527,10	225.130,08	6,31	19,0	6,39	18,7	959	
15:07	201	142.561,83	225.048,43	6,29	19,1	6,39	18,7	873	
15:09	202	142.608,14	224.937,11	6,26	19,1	6,35	18,7	756	
15:11	203	142.660,30	224.861,01	6,21	19,2	6,25	18,7	676	
15:14	204	142.699,69	224.786,78	6,20	19,3	6,23	18,7	601	
15:16	205	142.749,52	224.699,56	6,17	19,2	6,14	18,7	516	
15:17	206	142.780,81	224.645,74	6,21	19,3	6,14	18,8	467	
15:19	207	142.821,35	224.560,38	6,17	19,3	6,12	18,8	395	
15:21	208	142.840,97	224.463,93	6,06	19,3	6,03	18,8	313	
15:24	209	142.845,51	224.386,04	7,44	28,3	6,18	20,1	250	
15:26	210	142.851,23	224.319,28	7,43	29,5	7,16	26,9	204	
15:28	211	142.871,92	224.159,78	6,94	26,5	6,85	26,2	178	
15:29	212	142.874,16	224.102,29	7,30	29,0	6,37	24,6	197	
15:30	213	142.884,54	224.044,79	7,31	30,0	5,93	20,5	235	

Monitoringscampagne 3 (29/09/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
15:32	214	142.881,00	224.007,71	7,28	29,6	5,91	20,2	257	
15:34	215	142.877,61	224.076,32	7,17	29,1	6,15	21,1	212	
15:36	216	142.879,98	224.109,70	6,72	25,7	6,45	22,8	199	
15:38	217	142.890,54	224.183,86	6,77	25,9	6,05	20,2	194	
15:51	218	142.473,88	225.271,08	6,61	19,3	6,64	18,7	1108	
15:54	219	142.551,47	225.111,50	6,60	19,0	6,60	18,6	937	
15:55	220	142.591,98	225.009,45	6,63	19,0	6,59	18,6	830	
15:57	221	142.646,45	224.924,07	6,63	19,0	6,59	18,6	740	
15:59	222	142.697,44	224.838,70	6,62	19,0	6,59	18,6	653	
16:02	223	142.758,81	224.697,69	6,54	19,2	6,58	18,6	515	
16:04	224	142.807,43	224.573,38	6,50	19,2	6,52	18,6	403	
16:05	225	142.843,25	224.432,40	6,46	19,3	6,53	18,6	287	
16:06	226	142.852,46	224.371,20	6,46	19,4	6,52	18,6	242	
16:07	227	142.864,01	224.326,68	6,40	19,3	6,48	18,6	219	
16:08	228	142.855,76	224.237,68	7,41	27,1	6,71	23,2	168	
16:12	229	142.870,57	224.026,27	6,78	24,1	6,69	23,2	236	
16:13	230	142.865,89	224.002,17	6,80	24,2	6,67	23,0	250	
16:14	231	142.853,09	223.987,35	6,87	24,7	6,66	22,7	253	
16:15	232	142.855,48	224.035,56	6,74	23,6	6,52	21,1	219	
16:16	233	142.863,65	224.061,51	6,78	24,0	6,63	22,9	209	
16:19	234	142.860,27	224.135,69	6,90	25,1			171	
16:21	235	142.877,77	224.191,29	6,49	20,1	6,35	19,7	182	
16:22	236	142.877,77	224.193,15	6,53	19,6	6,55	19,2	182	
16:23	237	142.869,67	224.211,70			6,60	19,1	175	
16:38	238	142.488,75	225.115,30	7,05	19,0	6,95	18,7	952	
16:40	239	142.609,28	224.920,42	6,97	18,9	6,93	18,7	740	
16:43	240	142.722,87	224.747,81	6,98	18,9	6,94	18,7	562	
16:44	241	142.787,71	224.591,95	7,04	18,9	6,97	18,7	416	
16:46	242	142.835,01	224.358,24	6,89	18,9	6,88	18,7	221	
16:47	243	142.839,56	224.282,21	6,88	18,9	6,85	18,7	173	
16:48	244	142.845,28	224.217,30	6,86	18,9	6,82	18,8	152	
16:49	245	142.863,71	224.106,01	7,01	22,4	6,92	21,8	186	
16:50	246	142.886,83	224.016,97	6,96	22,4	6,86	21,5	255	
16:52	247	142.856,58	223.987,35	6,92	22,5	6,93	22,2	255	
16:53	248	142.858,95	224.020,72	6,93	22,7	6,90	21,5	232	
16:56	249	142.843,93	224.083,79	6,88	21,5	6,87	21,1	180	
16:58	250	142.856,81	224.152,38	6,97	22,0	6,81	19,4	164	
17:02	251	142.881,27	224.200,56	6,95	19,4	6,85	19,2	186	
17:07	252	142.778,26	224.478,85	7,22	18,8	7,19	18,5	304	
17:08	253	142.790,92	224.391,68	7,20	18,8	7,16	18,6	226	
17:09	254	142.821,02	224.319,32	6,97	19,0	7,09	18,7	183	
17:10	255	142.833,74	224.276,65	6,92	19,1	6,97	18,8	165	
17:12	256	142.840,60	224.195,05	6,96	21,5	7,05	22,6	145	
17:13	257	142.843,97	224.111,60	6,98	21,5	6,99	21,2	165	
17:14	258	142.858,99	224.054,10	6,93	21,8	6,98	20,9	209	
17:15	259	142.862,47	224.048,53	6,94	21,6	6,96	21,0	216	
17:17	260	142.870,57	224.024,41	6,92	21,6	6,99	20,3	238	
17:18	261	142.874,05	224.018,85	6,91	21,5	6,98	20,2	244	
17:20	262	142.877,53	224.016,99	6,93	20,9	7,06	20,3	248	
17:22	263	142.884,50	224.016,98	7,00	21,1	7,04	20,6	253	
17:25	264	142.891,48	224.020,68	7,02	21,1	7,09	20,2	256	hoogwater
17:27	265	142.911,30	224.070,72	7,03	21,1	7,10	20,7	244	
17:30	266	142.922,99	224.122,62	7,12	22,0	7,04	21,1	235	
17:32	267	142.877,56	224.037,38	7,07	20,9	6,97	20,6	234	
17:33	268	142.884,47	223.996,58	6,87	20,8	6,99	20,1	267	
17:34	269	142.884,47	223.996,58	6,79	21,1	6,99	20,0	267	
17:36	270	142.885,63	223.991,01	6,69	21,5	7,04	19,7	272	
17:37	271	142.886,79	223.991,01	6,54	21,4	7,08	19,5	273	
17:40	272	142.887,95	223.987,30	6,48	21,3	6,83	19,6	276	
17:41	273	142.885,62	223.985,45	6,56	21,1	6,85	19,3	276	
17:43	274	142.886,79	223.987,30	6,52	20,6	6,89	19,2	275	
17:45	275	142.884,47	223.991,02	6,40	19,9	6,84	19,1	271	
17:47	276	142.885,63	223.992,87	6,51	19,5	6,85	19,0	270	
17:49	277	142.882,15	223.996,58	6,62	19,3	6,89	19,0	265	
17:51	278	142.878,67	224.000,30	6,71	19,2	6,88	19,0	260	
17:54	279	142.871,72	224.013,29	6,74	19,1	6,87	19,0	246	
17:56	280	142.867,07	224.013,29	6,76	19,2	6,82	18,9	243	
17:58	281	142.869,39	224.013,29	6,76	19,1	6,84	18,9	245	
18:00	282	142.875,18	223.996,59	6,85	19,2	6,81	19,0	261	
18:03	283	142.875,18	223.996,59	6,88	19,3	6,89	19,1	261	
18:05	284	142.864,73	224.000,32	6,92	19,3	6,88	19,0	251	

Monitoringscampagne 3 (29/09/2011)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
18:07	285	142.865,89	224.002,17	6,97	19,4	6,94	19,2	250	
18:08	286	142.864,74	224.007,73	6,95	19,4	6,92	19,1	245	
18:10	287	142.867,07	224.009,58	6,93	19,3	6,92	19,1	246	
18:12	288	142.874,03	224.004,01	6,98	19,3	6,99	19,1	254	
18:15	289	142.869,40	224.017,00	6,95	19,3	6,94	19,1	242	
18:16	290	142.865,92	224.024,42	6,96	19,2	6,98	19,1	234	
18:17	291	142.843,88	224.046,70	6,90	19,2	6,89	18,9	203	
18:18	292	142.835,89	224.146,85	6,92	19,2	6,94	19,0	145	
18:19	293	142.825,49	224.191,36	6,93	19,3	6,97	19,1	129	
18:20	294	142.822,08	224.243,29	6,95	19,3	6,97	19,1	138	
18:22	295	142.826,80	224.295,21	7,26	21,5	7,10	20,0	170	
18:23	296	142.833,81	224.330,43	7,29	22,7	7,29	22,3	199	
18:24	297	142.838,61	224.439,83	7,10	21,4	6,98	19,7	291	
18:25	298	142.832,90	224.510,30	7,10	21,8	7,07	19,6	352	
18:27	299	142.830,67	224.578,91	7,11	21,8	7,08	19,6	415	
18:28	300	142.828,43	224.640,11	7,10	21,3	7,15	19,4	473	
18:29	301	142.821,58	224.725,42	7,10	20,3	7,22	19,2	554	
18:31	302	142.815,87	224.794,03	7,12	20,1	7,24	19,2	620	
18:32	303	142.804,36	224.875,64	7,15	20,5	7,22	19,7	698	
18:34	304	142.751,12	225.016,64	7,12	20,7	7,25	19,6	832	
18:35	305	142.737,24	225.053,75	7,11	20,7	7,19	19,4	869	
18:36	306	142.711,78	225.120,54	7,12	20,4	7,24	19,2	935	
18:37	307	142.674,71	225.194,77	7,12	20,6	7,22	19,4	1009	
18:39	308	142.623,75	225.298,68	7,16	20,1	7,28	19,3	1115	
18:40	309	142.602,91	225.346,92	7,15	20,0	7,31	19,3	1165	
18:41	310	142.563,54	225.430,43	7,20	20,0	7,37	19,1	1251	
18:43	311	142.523,01	225.512,07	7,20	19,9	7,35	19,1	1337	
18:45	312	142.497,53	225.562,18	7,21	19,9	7,34	19,1	1390	

lozingspunt	142.696,32	224.186,02

Monitoringscampagne 4 (07/02/2012)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
7:34	1	142.570,29	223.644,69	10,27	3,8	11,01	3,8	556	
7:45	2	142.963,54	223.184,27			10,97	3,9	1037	
7:51	3	143.070,51	224.107,58			10,98	3,8	382	
7:53	4	143.150,16	224.604,44			10,98	3,9	617	
8:05	5	142.635,41	225.332,04	10,71	3,9	11,13	3,7	1148	
8:07	6	142.644,57	225.235,60	10,55	3,6	11,14	3,8	1051	
8:09	7	142.671,13	225.126,16	10,52	3,6	11,15	3,7	940	
8:11	8	142.696,55	225.031,55	10,51	3,7	11,14	3,8	846	
8:13	9	142.721,98	224.940,65	10,44	4,7	11,13	4,6	755	
8:15	10	142.740,45	224.855,33	10,43	5,0	11,07	5,3	671	
8:17	11	142.768,20	224.768,14	10,37	5,7	11,05	5,8	587	
8:19	12	142.793,64	224.680,95	10,14	11,2	10,68	8,9	504	
8:23	13	142.838,72	224.519,56	9,91	13,4	10,73	12,1	363	
8:26	14	142.874,57	224.397,12	9,76	16,0	10,50	14,6	276	
8:28	15	142.915,16	224.345,15	9,73	15,5	10,46	15,3	271	
8:30	16	142.911,78	224.424,89	9,70	16,0	10,41	13,0	322	
8:32	17	142.888,68	224.525,05	9,80	13,5	10,63	10,2	390	
8:34	18	142.869,08	224.634,49	9,83	12,7	10,68	11,2	481	
8:36	19	142.857,60	224.734,63	9,98	10,8	10,84	6,2	572	
8:38	20	142.834,52	224.840,36	10,25	5,0	10,93	5,7	669	
8:40	21	142.806,75	224.921,99	10,32	4,5	10,95	5,1	744	
8:41	22	142.784,75	224.970,24	10,35	4,1	10,96	4,8	789	
8:43	23	142.743,05	225.057,45	10,39	4,0	11,06	4,3	873	
8:45	24	142.702,50	225.135,39	10,43	3,8	11,12	4,0	949	
8:47	25	142.658,47	225.211,48	10,45	3,7	11,14	3,8	1026	
8:49	26	142.627,20	225.274,57	10,47	3,6	11,16	3,7	1091	
8:50	27	142.577,36	225.350,67	10,49	3,6	11,17	3,7	1171	
8:51	28	142.553,02	225.385,93	10,47	3,6	11,18	3,8	1208	
8:53	29	142.521,64	225.369,29	10,53	3,6	11,19	3,7	1196	
8:54	30	142.532,01	225.311,79	10,49	3,7	11,19	3,8	1138	
8:55	31	142.530,78	225.261,72	10,48	3,7	11,19	3,9	1088	
8:56	32	142.538,84	225.213,50	10,49	3,9	11,21	4,1	1039	
8:57	33	142.552,73	225.178,25	10,49	4,1	11,16	4,3	1003	
8:59	34	142.571,25	225.133,72	10,47	4,4	11,15	4,7	956	
8:59	35	142.592,11	225.102,16	10,44	4,7	11,17	4,9	922	
9:01	36	142.611,81	225.072,47	10,42	4,9	11,11	5,3	890	
9:02	37	142.635,00	225.042,76	10,40	5,2	11,14	5,6	859	
9:02	38	142.655,87	225.013,07	10,40	5,3	11,10	5,6	828	
9:03	39	142.666,30	224.996,36	10,39	5,6	11,09	5,7	811	
9:04	40	142.688,32	224.962,95	10,36	5,7	11,06	5,9	777	
9:05	41	142.698,75	224.942,54	10,35	5,8	11,06	6,1	757	
9:06	42	142.699,90	224.933,27	10,27	8,1	11,01	7,5	747	
9:07	43	142.697,58	224.935,12	10,20	8,6	10,90	8,2	749	
9:09	44	142.681,41	225.000,05	10,29	5,7	10,97	6,0	814	
9:10	45	142.668,71	225.057,55	10,34	5,3	11,03	5,6	872	
9:10	46	142.657,13	225.085,38	10,36	5,0	11,03	5,3	900	
9:11	47	142.631,66	225.142,90	10,36	4,5	11,02	4,9	959	
9:12	48	142.621,24	225.165,17	10,38	4,4	11,04	4,7	982	
9:13	49	142.596,91	225.207,85	10,40	4,2	11,07	4,5	1027	
9:14	50	142.572,59	225.257,96	10,44	4,1	11,13	4,2	1079	
9:15	51	142.544,77	225.302,50	10,44	3,9	11,14	4,2	1127	
9:16	52	142.540,22	225.363,70	10,46	3,7	11,16	3,8	1188	
9:17	53	142.562,28	225.358,10	10,45	3,7	11,13	3,8	1180	
9:18	54	142.580,83	225.335,83	10,44	3,7	11,16	3,8	1156	
9:18	55	142.600,53	225.304,27	10,58	3,6	11,16	3,7	1122	
9:19	56	142.627,20	225.270,86	10,45	3,8	11,14	3,8	1087	
9:20	57	142.663,15	225.235,57	10,46	3,8	11,14	3,9	1050	
9:21	58	142.697,94	225.194,73	10,48	3,8	11,14	3,9	1009	
9:22	59	142.718,81	225.163,18	10,43	3,8	11,13	3,9	977	
9:23	60	142.737,34	225.127,92	10,43	4,0	11,10	4,2	943	
9:24	61	142.760,51	225.083,38	10,45	3,9	11,14	4,2	900	
9:25	62	142.780,20	225.046,27	10,41	4,1	11,10	4,2	864	
9:26	63	142.797,58	225.011,01	10,40	4,1	11,12	4,4	831	
9:27	64	142.817,27	224.968,34	10,41	4,3	11,13	4,5	792	
9:28	65	142.835,79	224.920,10	10,39	4,5	11,03	5,0	747	
9:30	66	142.851,98	224.871,86	10,39	4,7		6,5	703	
9:30	67	142.858,91	224.842,18	10,06	11,9	10,91	6,3	676	
9:33	68	142.869,23	224.742,04	9,89	13,5	10,82	12,2	582	
9:32	69	142.869,23	224.740,18	9,82	14,0		13,2	581	
9:33	70	142.873,83	224.708,65	9,77	14,3	10,56	14,7	552	
9:35	71	142.888,84	224.643,73	9,70	15,3		12,2	497	

Monitoringscampagne 4 (07/02/2012)

9:36	72	142.893,44	224.610,35	9,71	16,6	10,42	12,4	468	
9:36	73	142.895,72	224.578,82	9,62	15,9	10,49	9,3	441	
9:38	74	142.921,18	224.500,90	9,65	16,3	10,39	14,6	387	
9:39	75	142.929,25	224.456,39	9,64	15,7	10,37	16,0	357	laagwater
9:40	76	142.932,66	224.402,61	9,59	16,6	10,32	15,9	321	
9:41	77	142.920,99	224.365,54	9,58	16,8	10,32	16,7	288	
9:42	78	142.896,61	224.376,70	9,58	16,8	10,33	16,5	277	
9:42	79	142.886,18	224.397,11	9,56	17,0		15,0	284	
9:44	80	142.870,02	224.469,45	9,58	16,8	10,32	14,5	332	
9:44	81	142.864,24	224.493,56	9,58	16,8	10,40	14,4	350	
9:45	82	142.865,46	224.532,50	9,55	16,5		11,5	386	
9:46	83	142.857,38	224.575,16	9,61	15,5		11,1	421	
9:47	84	142.852,79	224.614,11	9,66	15,5		12,1	456	
9:48	85	142.850,50	224.636,37	9,59	15,9	10,55	9,4	476	
9:48	86	142.848,23	224.679,02	9,65	15,2	10,60	10,3	516	
9:49	87	142.843,63	224.710,55	9,73	14,0	10,64	10,6	545	
9:50	88	142.839,00	224.725,39	9,72	14,3	10,63	11,8	558	
9:51	89	142.837,84	224.725,39	9,75	14,1	10,55	12,9	558	
9:52	90	142.835,52	224.729,10	9,74	14,2	10,48	14,1	561	
9:53	91	142.834,36	224.729,10	9,76	14,2	10,42	13,5	560	
9:54	92	142.833,20	224.729,11	9,80	13,8	10,50	12,9	560	
9:55	93	142.833,20	224.730,96	9,73	13,4	10,52	13,7	562	
9:57	94	142.832,04	224.727,25	9,84	11,0	10,47	11,6	558	
9:58	95	142.832,04	224.727,25	9,88	10,6	10,58	11,3	558	
9:59	96	142.832,04	224.727,25	9,93	11,2	10,64	11,9	558	
10:00	97	142.834,35	224.719,83	9,91	11,9	10,55	11,6	551	
10:02	98	142.851,66	224.634,51	9,71	15,4	10,39	13,0	475	
10:04	99	142.866,65	224.556,61	9,68	15,0	10,28	14,0	408	
10:05	100	142.874,72	224.510,24	9,62	16,3	10,32	14,1	370	
10:07	101	142.890,87	224.426,77	9,62	16,3	10,38	13,4	310	
10:08	102	142.886,17	224.387,84	9,61	16,6	10,25	14,4	277	
10:09	103	142.878,13	224.454,60	9,58	16,7	10,36	13,4	324	
10:11	104	142.874,74	224.526,93	9,62	16,1	10,55	12,2	385	
10:11	105	142.871,28	224.545,47	9,63	16,0	10,34	13,7	400	
10:13	106	142.858,66	224.656,75	9,62	16,2	10,46	13,2	498	
10:15	107	142.837,87	224.743,93	9,65	15,2	10,45	13,1	576	
10:17	108	142.822,82	224.782,90	9,77	13,7	10,50	12,1	610	
10:19	109	142.798,47	224.816,31	9,85	12,7	10,58	11,6	639	
10:20	110	142.784,57	224.842,29	9,83	13,1	10,59	12,6	662	
10:22	111	142.760,24	224.890,53	9,80	13,3	10,57	11,4	707	
10:23	112	142.740,57	224.944,34	9,79	13,3	10,83	12,8	760	
10:24	113	142.716,28	225.016,69	10,20	5,8	10,74	6,0	831	
10:25	114	142.704,71	225.053,79	10,22	5,3	10,91	5,4	868	
10:26	115	142.668,84	225.146,56	10,40	4,7	11,03	4,9	961	
10:27	116	142.646,85	225.205,93	10,44	4,6	11,11	4,7	1021	
10:29	117	142.617,94	225.294,98	10,49	4,2	11,15	4,4	1112	
10:30	118	142.593,62	225.346,93	10,48	4,2	11,18	4,3	1165	
10:31	119	142.568,12	225.385,91	10,52	4,5	11,23	4,6	1207	
10:33	120	142.563,32	225.276,51	10,53	4,2	11,24	4,4	1099	
10:34	121	142.573,69	225.219,01	10,53	4,5	11,25	4,6	1040	
10:36	122	142.580,54	225.135,56	10,49	5,3	11,19	5,3	957	
10:38	123	142.600,13	225.022,42	10,38	7,9	11,16	8,0	842	
10:40	124	142.624,45	224.970,46	10,25	9,2	10,96	9,2	788	
10:41	125	142.645,29	224.920,36	10,09	10,6	10,85	10,6	736	
10:42	126	142.656,85	224.881,41	10,00	12,4	10,71	12,3	697	
10:44	127	142.698,54	224.790,49	9,85	13,6	10,57	13,5	604	
10:45	128	142.735,58	224.695,86	9,76	14,6	10,47	14,6	511	
10:47	129	142.769,12	224.590,12	9,69	15,2	10,38	15,2	411	
10:49	130	142.769,13	224.595,68	9,65	15,2	10,32	15,2	416	
10:52	131	142.754,03	224.603,12	9,63	15,2	10,31	15,3	421	
10:54	132	142.806,29	224.586,36	9,61	15,8	10,35	15,7	415	
10:56	133	142.879,33	224.482,42	9,61	16,0	10,29	14,8	348	
10:59	134	142.917,52	224.378,52	9,56	16,4	10,33	16,5	293	
11:02	135	142.913,12	224.558,40	9,57	16,2	10,35	15,7	431	
11:05	136	142.901,70	224.701,20	9,59	16,1	10,31	14,4	555	
11:06	137	142.885,54	224.779,10	9,72	14,0	10,46	13,8	623	
11:08	138	142.868,22	224.857,01	9,79	12,2	10,97	11,1	693	
11:09	139	142.856,71	224.933,05	10,26	4,4	10,88	4,8	764	
11:11	140	142.844,06	225.020,22	10,44	4,7	11,14	4,8	847	
11:13	141	142.823,31	225.135,22	10,50	4,8	11,20	5,3	958	
11:15	142	142.783,94	225.227,99	10,56	4,5	11,25	4,6	1046	
11:17	143	142.738,81	225.346,73	10,46	3,8	11,15	3,9	1161	
11:19	144	142.707,57	225.435,78	10,44	3,8	11,12	3,8	1250	

Monitoringscampagne 4 (07/02/2012)

11:21	145	142.628,67	225.489,67	10,42	3,8	11,08	3,8	1305	
11:26	146	142.516,87	225.284,00	10,39	3,8	11,10	3,8	1113	
11:28	147	142.538,78	225.170,85	10,42	3,8	11,14	3,9	997	
11:30	148	142.572,30	225.057,69	10,55	4,0	11,38	4,5	880	
11:32	149	142.605,86	224.968,63	10,57	5,2	11,32	5,4	788	
11:34	150	142.664,97	224.873,98	10,41	7,9	11,12	8,0	689	
11:36	151	142.719,45	224.790,46	10,03	11,0	10,77	11,5	605	
11:38	152	142.790,17	224.690,22	9,86	13,5	10,63	13,2	513	
11:41	153	142.846,90	224.556,63	9,68	15,1	10,41	14,9	400	
11:43	154	142.882,77	224.447,18	9,64	15,7	10,29	15,5	321	
11:45	155	142.909,38	224.367,41	9,63	15,5	10,38	15,4	280	
11:47	156	142.843,16	224.367,50	9,66	16,0	10,37	16,0	233	
11:49	157	142.811,93	224.467,67	9,59	15,5	10,25	15,5	304	
11:51	158	142.776,07	224.578,98	9,67	14,2	10,41	13,9	401	
11:52	159	142.747,15	224.664,32	9,89	11,7	10,55	11,8	481	
11:55	160	142.714,79	224.783,05	10,25	8,0	10,89	8,0	597	
11:56	161	142.695,11	224.834,99	10,43	4,3	11,05	4,6	649	
11:58	162	142.653,42	224.925,91	10,39	3,9	11,08	4,1	741	
12:00	163	142.628,01	225.026,08	10,39	3,9	11,08	3,9	843	
12:02	164	142.565,42	225.117,04	10,37	3,8	11,07	3,9	940	
12:04	165	142.514,39	225.174,59	10,37	3,8	11,07	3,8	1005	
12:06	166	142.573,57	225.133,71	10,38	3,8	11,07	3,8	956	
12:08	167	142.616,42	225.044,64	10,35	3,8	11,06	3,8	862	
12:10	168	142.639,54	224.964,88	10,37	3,8	11,08	3,8	781	
12:12	169	142.645,24	224.890,69	10,39	3,8	11,10	3,8	707	
12:14	170	142.652,12	224.822,07	10,43	3,8	11,15	3,8	638	
12:16	171	142.720,48	224.699,59	10,47	3,8	11,24	4,0	514	
12:18	172	142.779,57	224.588,25	10,53	4,1	11,25	4,2	411	
12:21	173	142.803,84	224.501,06	10,54	5,0	11,23	8,1	333	
12:22	174	142.810,77	224.465,82	10,30	9,4	11,03	9,3	302	
12:25	175	142.905,83	224.322,91	9,94	12,0	10,68	11,5	250	
12:27	176	142.928,07	224.447,12	10,37	4,2	11,06	4,4	349	
12:30	177	142.893,46	224.619,62	10,41	3,8	11,08	3,9	476	
12:32	178	142.935,16	224.532,41	10,39	3,8	11,09	3,9	421	
12:34	179	142.948,95	224.424,84	10,41	3,8	11,14	4,0	348	
12:36	180	142.947,62	224.296,89	10,49	3,9	11,19	4,0	275	
12:37	181	142.934,73	224.217,17	10,53	4,1	11,23	4,1	240	
12:38	182	142.911,34	224.100,38	9,88	15,0	10,71	14,5	231	
12:40	183	142.893,94	224.124,51	9,75	15,1	10,43	15,0	207	
12:42	184	142.915,00	224.228,32	9,76	15,6	9,69	11,7	223	
12:43	185	142.926,69	224.285,79	10,09	5,2	10,83	5,0	251	
12:43	186	142.920,93	224.317,32	10,31	4,2	10,89	4,4	260	
12:45	187	142.926,84	224.395,20	10,44	4,0	11,04	4,0	311	
12:46	188	142.926,91	224.443,41	10,36	3,9	11,05	4,0	346	
12:48	189	142.942,18	224.573,19	10,40	3,8	11,07	3,9	459	
12:50	190	142.929,51	224.649,24	10,37	3,8	11,06	3,9	519	
12:51	191	142.906,19	224.588,08	10,36	3,8	11,07	3,8	454	
12:54	192	142.915,32	224.467,53	10,39	3,8	11,10	3,8	357	
12:56	193	142.910,46	224.308,07	10,42	3,8	11,13	3,8	246	
12:57	194	142.906,85	224.220,92	10,47	3,8	11,18	3,8	213	
12:59	195	142.897,43	224.128,21	10,06	13,4	10,80	13,5	209	
13:00	196	142.879,94	224.076,32	9,87	15,3	10,59	14,9	214	
13:02	197	142.854,52	224.182,05	9,86	14,3	10,48	13,6	158	
13:04	198	142.839,54	224.271,08	9,85	15,4	10,61	15,0	167	
13:05	199	142.836,17	224.356,38	10,30	5,4	10,30	5,3	220	
13:06	200	142.838,53	224.382,34	10,27	4,6	10,97	4,5	242	
13:07	201	142.830,46	224.425,00	10,41	4,1	11,09	4,2	274	
13:09	202	142.817,79	224.501,04	10,41	3,8	11,10	4,0	338	
13:10	203	142.827,21	224.595,60	10,41	3,9	11,08	3,9	430	
13:12	204	142.887,66	224.627,04	10,44	3,9	11,11	3,9	481	
13:14	205	142.920,01	224.500,90	10,39	3,8	11,09	3,9	386	
13:16	206	142.926,86	224.408,18	10,41	3,8	11,10	3,8	320	
13:18	207	142.931,38	224.315,46	10,40	3,8	11,12	3,8	268	
13:20	208	142.919,62	224.207,92	10,42	3,8	11,13	3,8	224	
13:21	209	142.912,53	224.120,78	10,34	9,8	11,94	6,5	226	
13:22	210	142.874,10	224.059,64	10,15	12,7	11,04	13,5	218	
13:23	211	142.900,92	224.128,21	10,15	12,7	10,66	13,2	213	
13:24	212	142.918,40	224.168,98	10,19	4,5	10,90	4,4	223	
13:25	213	142.939,37	224.213,46	10,33	4,1	10,97	4,2	245	
13:26	214	142.952,24	224.278,34	10,53	3,9	11,01	4,0	272	
13:27	215	142.960,41	224.308,00	10,38	3,9	11,06	4,0	291	
13:29	216	142.973,32	224.402,55	10,44	3,9	11,09	3,9	352	
13:30	217	142.969,92	224.463,75	11,61	3,8	11,11	3,9	390	

Monitoringscampagne 4 (07/02/2012)

13:31	218	142.965,37	224.541,64	10,52	3,8	11,22	3,8	446	
13:34	219	142.949,20	224.608,42	10,62	3,7	11,30	3,7	492	
13:36	220	142.922,28	224.456,40	10,46	3,8	11,16	3,8	352	
13:38	221	142.915,16	224.347,00	10,43	3,8	11,13	3,8	272	
13:40	222	142.913,85	224.241,31	10,44	3,8	11,15	3,8	224	
13:41	223	142.907,89	224.131,91	10,44	3,8	11,14	3,8	218	
13:43	224	142.868,36	224.106,00	10,13	12,3	10,84	11,9	190	
13:44	225	142.867,27	224.157,93	10,10	11,6	10,23	11,5	173	
13:45	226	142.867,32	224.193,16	10,30	4,5	10,97	4,4	171	
13:46	227	142.859,26	224.248,80	10,40	4,0	11,03	4,2	175	
13:48	228	142.852,42	224.343,38	10,55	3,8	11,13	4,0	222	
13:49	229	142.857,11	224.376,75	10,53	3,8	11,23	3,8	249	
13:51	230	142.853,77	224.484,31	10,85	3,6	11,39	3,7	337	
13:52	231	142.856,15	224.519,53			11,41	3,7	370	
14:20	232	142.983,03	223.851,80	10,54	5,1	11,32	4,9	440	
14:22	233	142.989,87	223.753,52	10,57	5,0	11,22	5,2	523	
14:24	234	142.989,69	223.618,15	10,47	5,5	11,21	4,8	639	
14:26	235	142.977,92	223.503,20	10,53	4,8	11,24	4,5	739	
14:27	236	142.961,54	223.423,48	10,56	4,5	11,26	4,5	807	
14:30	237	142.946,22	223.264,03	10,54	4,5	11,27	4,3	955	
14:31	238	142.937,95	223.162,06	10,50	4,2	11,21	4,2	1052	
14:33	239	142.930,84	223.058,23	10,53	4,2	11,19	4,2	1152	
14:34	240	142.927,22	222.963,66	10,50	4,2	11,20	4,2	1244	
14:36	241	142.941,29	223.054,50			11,21	4,2	1158	
14:46	242	142.971,43	223.861,09	10,71	4,6	11,35	4,6	426	
14:49	243	142.977,05	223.722,01	10,68	5,0	11,35	4,7	542	
14:50	244	142.973,49	223.666,38	10,60	4,4	11,27	4,3	589	
14:52	245	142.966,42	223.592,22	10,67	3,9	11,35	4,0	652	
14:54	246	142.973,24	223.484,66	10,70	4,0	11,39	3,9	754	
14:56	247	142.970,74	223.353,01	10,57	5,3	11,28	4,6	877	
14:58	248	142.963,62	223.245,47	10,55	4,7	11,32	4,3	978	
15:00	249	142.951,91	223.173,16	10,61	4,5	11,29	4,3	1045	
15:02	250	142.935,54	223.099,01	10,64	4,2	11,33	4,1	1113	
15:03	251	142.930,80	223.032,26	10,65	4,1	11,37	4,1	1177	
15:05	252	142.927,27	222.998,89	10,62	4,2	11,33	4,1	1209	
15:06	253	142.909,91	223.048,98	10,71	4,2	11,32	4,3	1157	
15:14	254	142.958,73	223.922,30	10,76	4,8	11,46	5,3	372	
15:16	255	142.988,83	223.840,67	10,80	4,4	11,55	3,7	453	
15:17	256	143.014,27	223.749,77	10,75	4,2	11,53	3,8	540	
15:19	257	143.026,94	223.670,02	10,77	4,1	11,33	4,7	613	
15:21	258	143.031,48	223.586,57	10,66	4,8	11,38	4,4	687	hoogwater
15:23	259	143.031,34	223.486,44	10,61	4,7	11,34	4,7	776	
15:26	260	143.005,63	223.377,07	10,63	4,4	11,34	4,1	866	
15:28	261	142.986,87	223.251,00	10,73	3,9	11,43	3,9	979	
15:30	262	142.965,81	223.145,33	10,74	4,0	11,39	3,8	1075	
15:31	263	142.956,40	223.054,48	10,79	3,9	11,44	3,9	1161	
15:33	264	142.948,13	222.954,36	10,71	4,0	11,39	3,8	1257	
15:35	265	142.954,95	222.843,09	10,71	3,9	11,44	3,6	1368	
15:45	266	142.956,43	223.942,70	10,71	4,9	11,41	4,9	356	
15:46	267	142.969,14	223.887,06	10,67	4,9	11,36	4,0	405	
15:49	268	142.972,44	223.751,69	10,77	4,1	11,43	4,2	515	
15:51	269	142.951,42	223.673,83	10,78	3,8	11,46	3,9	572	
15:52	270	142.940,88	223.608,94	10,79	3,8	11,48	3,8	627	
15:54	271	142.923,30	223.497,71	10,84	3,7	11,49	3,7	725	
15:56	272	142.908,06	223.403,16	10,83	3,7	11,51	3,7	811	
15:57	273	142.859,13	223.304,95	10,82	3,7	11,50	3,8	896	
15:59	274	142.817,15	223.195,60	10,75	3,7	11,49	3,7	998	
16:02	275	129.175,56	226.711,13	10,79	3,6	11,48	3,6	13755	
16:04	276	129.524,26	226.502,05	10,81	3,6	11,57	3,6	13374	
16:05	277	142.917,05	223.171,36	10,78	3,7	11,54	3,6	1038	
16:07	278	142.934,60	223.265,90	10,80	3,7	11,51	3,6	950	
16:08	279	142.949,78	223.317,80	10,77	3,7	11,53	3,6	904	
16:10	280	142.969,67	223.419,77	10,78	3,7	11,55	3,7	814	
16:12	281	142.980,31	223.553,26	10,79	3,6	11,53	3,7	694	
16:13	282	142.996,75	223.683,04	10,81	3,6	11,52	3,7	586	
16:15	283	142.970,16	223.783,21	10,81	3,6	11,51	3,6	487	
16:16	284	142.938,90	223.861,14	10,86	3,6	11,63	3,6	405	
16:17	285	142.929,70	223.935,32	10,92	3,5	11,62	3,6	343	
16:19	286	142.976,19	223.946,38	10,90	3,5	11,62	3,6	368	
16:22	287	143.034,11	223.820,21	10,83	3,6	11,54	3,6	498	
16:23	288	143.052,61	223.753,43	10,87	3,6	11,55	3,6	560	
16:25	289	143.059,45	223.657,00	10,90	3,6	11,61	3,6	642	
16:27	290	143.046,54	223.555,03	10,92	3,6	11,62	3,6	722	

Monitoringscampagne 4 (07/02/2012)

16:32	291	142.963,34	223.892,63	10,93	3,4	11,60	3,5	397	
16:33	292	142.948,36	223.983,51	10,89	3,5	11,63	3,5	323	
16:34	293	142.972,91	224.098,44	11,04	3,5	11,63	3,6	290	
16:35	294	142.984,59	224.148,49	10,90	3,5	11,67	3,6	291	
16:36	295	143.006,78	224.231,91	10,93	3,5	11,70	3,6	314	
16:37	296	143.016,12	224.268,98	10,91	3,6	11,70	3,6	330	
16:38	297	143.030,17	224.344,99	10,96	3,5	11,70	3,7	370	
16:38	298	143.044,18	224.402,46	10,94	3,6	11,69	3,7	410	
16:39	299	143.050,08	224.471,06	10,93	3,6	11,69	3,6	454	
16:47	300	143.020,33	223.938,91	10,97	3,4	11,66	3,5	407	
16:50	301	142.927,36	223.924,20	10,94	3,4	11,66	3,5	349	
16:51	302	142.898,28	223.896,42	10,90	3,5	11,64	3,5	353	
16:52	303	142.884,34	223.894,59	10,86	3,5	11,61	3,5	347	
16:52	304	142.892,49	223.913,12	10,87	3,5	11,59	3,5	336	

lozingspunt	142.696,32	224.186,02

Monitoringscampagne 5 (07/03/2012)

Uur	Meetlocatie	X (m)	Y (m)	O_2 ondiep (mg/l)	T ondiep (°C)	O_2 diep (mg/l)	T diep (°C)	Afstand tot lozingspunt (m)	Opmerking
7:37	1	142.997,35	222.399,85	9,44	7,0	9,50	7,0	1811	
8:01	2	142.635,55	225.426,61	10,08	6,9	9,91	7,1	1242	
8:03	3	142.649,34	225.322,75	9,93	7,1	9,89	7,1	1138	
8:06	4	142.679,42	225.237,41	9,84	7,3	9,85	7,3	1052	
8:08	5	142.696,72	225.150,23	9,78	8,4	9,84	8,6	964	
8:10	6	142.722,17	225.079,73	9,73	9,8	9,80	9,6	894	
8:12	7	142.749,95	225.007,37	9,65	8,9	9,69	8,9	823	
8:13	8	142.774,24	224.929,45	9,62	10,5	9,69	10,0	748	
8:15	9	142.792,73	224.864,53	9,54	11,2	9,62	9,9	685	
8:17	10	142.823,97	224.773,62	9,43	15,1	9,62	9,7	601	
8:18	11	142.840,18	224.738,37	9,26	17,1	9,62	9,4	571	
8:20	12	142.857,55	224.697,55	9,22	17,7	9,56	9,0	536	
8:21	13	142.869,07	224.625,21	9,12	18,3	9,52	9,4	472	
8:23	14	142.881,73	224.538,04	9,04	20,1	9,61	10,8	398	
8:25	15	142.886,29	224.476,84	9,02	20,1	9,55	11,4	347	
8:26	16	142.882,72	224.410,09	9,02	21,1	9,55	11,7	291	
8:28	17	142.883,82	224.371,15	8,92	21,7	9,60	11,4	263	
8:30	18	142.861,79	224.400,85	8,87	21,4	9,57	12,1	271	
8:32	19	142.844,50	224.501,01	9,01	20,0	9,60	11,4	348	
8:33	20	142.823,73	224.603,02	8,99	19,7	9,55	11,6	436	
8:35	21	142.804,11	224.693,91	9,14	16,1	9,60	10,5	519	
8:37	22	142.790,27	224.762,54	9,25	15,7	9,69	9,4	584	
8:39	23	142.789,12	224.775,52	9,20	11,3	9,80	9,3	597	
8:41	24	142.787,97	224.779,23	9,55	11,7	9,79	9,1	600	
8:43	25	142.785,66	224.788,51	9,42	13,2	9,76	9,1	609	
8:45	26	142.787,99	224.797,78	9,33	14,2	9,63	9,4	619	
8:46	27	142.785,68	224.803,34	9,34	11,9	9,89	10,4	624	
8:49	28	142.784,53	224.810,76	9,40	14,7	9,59	10,3	631	
8:51	29	142.784,54	224.821,89	9,34	14,5	9,60	10,5	642	
8:52	30	142.784,55	224.831,16	9,33	14,6	9,60	10,6	651	
8:54	31	142.779,93	224.846,00	9,30	14,3	9,59	10,5	665	
8:56	32	142.738,29	224.972,15	9,47	13,7	9,57	13,0	787	
8:57	33	142.701,28	225.089,03	9,47	11,3	9,56	10,1	903	
8:59	34	142.672,33	225.153,97	9,59	9,8	9,69	9,6	968	
9:00	35	142.646,86	225.211,49	9,66	9,4	9,75	9,4	1027	
9:02	36	142.606,35	225.315,39	9,77	8,9	9,82	8,9	1133	
9:03	37	142.583,20	225.371,05	9,78	8,7	9,84	8,7	1190	
9:04	38	142.562,35	225.411,88	9,82	8,6	9,90	7,9	1233	
9:05	39	142.544,97	225.437,87	9,83	8,1	9,89	7,8	1261	
9:06	40	142.525,18	225.408,22	9,88	8,3	9,95	7,8	1234	
9:07	41	142.528,62	225.378,55	9,90	8,6	9,95	8,5	1204	
9:08	42	142.548,28	225.319,18	9,92	8,9	9,96	8,9	1143	
9:10	43	142.566,79	225.269,09	9,90	9,0	9,93	9,0	1091	
9:11	44	142.578,36	225.231,99	9,82	9,4	9,90	9,2	1053	laagwater
9:12	45	142.605,00	225.181,88	9,77	9,5	9,82	9,4	1000	
9:13	46	142.633,97	225.135,48	9,72	9,9	9,80	10,2	952	
9:15	47	142.659,46	225.089,09	9,61	12,6	9,79	10,0	904	
9:16	48	142.682,64	225.051,97	9,54	12,5	9,70	10,2	866	
9:17	49	142.703,50	225.016,71	9,48	12,3	9,69	10,4	831	
9:18	50	142.717,41	224.998,14	9,46	11,8	9,61	10,4	812	
9:19	51	142.726,68	224.983,30	9,47	11,6	9,56	10,5	798	
9:20	52	142.740,62	224.983,28	9,48	11,8	9,58	10,4	798	
9:23	53	142.718,74	225.113,11	9,59	11,9	9,68	10,3	927	
9:25	54	142.675,91	225.220,72	9,77	9,3	9,69	9,2	1035	
9:27	55	142.619,13	225.319,08	9,71	9,2	9,81	9,1	1136	
9:28	56	142.592,48	225.363,62	9,76	9,2	9,85	9,0	1182	
9:29	57	142.572,80	225.410,01	9,80	9,2	9,94	8,8	1230	
9:30	58	142.586,72	225.397,01	9,93	9,2	9,87	9,1	1216	
9:31	59	142.583,18	225.354,37	9,76	9,2	9,89	8,9	1174	
9:32	60	142.583,12	225.313,57	9,77	9,5	9,83	9,3	1133	
9:33	61	142.592,34	225.261,64	9,72	9,8	9,85	9,3	1081	
9:34	62	142.614,33	225.205,97	9,72	10,0	9,79	9,7	1023	
9:35	63	142.647,93	225.146,59	9,64	11,6	9,75	10,4	962	
9:37	64	142.686,16	225.074,22	9,61	11,5	9,67	10,5	888	
9:38	65	142.709,33	225.031,53	9,57	11,1	9,64	10,8	846	
9:40	66	142.740,63	224.985,13	9,51	11,6	9,59	10,2	800	
9:41	67	142.753,38	224.970,28	9,51	11,6	9,59	10,2	786	
9:43	68	142.754,54	224.968,42	9,38	14,1	9,46	10,2	785	
9:45	69	142.869,23	224.740,18	9,33	14,6	9,52	10,3	581	
9:47	70	142.761,51	224.964,70	9,30	14,2	9,63	10,7	781	
9:49	71	142.754,61	225.016,64	9,61	10,7	9,55	11,3	833	

Monitoringscampagne 5 (07/03/2012)

9:53	72	142.682,84	225.196,61	9,71	10,2	9,74	10,6	1011	
9:54	73	142.626,11	225.320,93	9,73	9,4	9,78	9,2	1137	
9:56	74	142.604,16	225.404,40	9,97	9,2	9,89	9,0	1222	
9:58	75	142.570,52	225.441,54	9,94	9,1	9,99	8,6	1262	
9:59	76	142.580,88	225.372,91	9,85	9,3	9,96	8,9	1192	
10:01	77	142.603,98	225.278,31	9,89	9,6	9,91	9,3	1096	
10:02	78	142.638,70	225.192,96	9,75	11,0	9,86	10,7	1009	
10:04	79	142.671,11	225.115,03	9,66	11,0	9,76	11,0	929	
10:05	80	142.704,70	225.044,52	9,69	10,5	9,71	10,5	859	
10:07	81	142.740,59	224.959,17	9,55	11,9	9,65	11,5	774	
10:09	82	142.761,45	224.925,76	9,40	14,0	9,57	10,5	743	
10:11	83	142.771,90	224.918,33	9,29	15,2	9,56	10,9	736	
10:13	84	142.774,21	224.912,77	9,27	15,6	9,59	10,9	731	
10:15	85	142.776,53	224.907,20	9,25	15,7	9,58	11,1	726	
10:17	86	142.807,78	224.823,71	9,23	15,9	9,45	15,3	647	
10:19	87	142.837,87	224.745,79	9,16	17,3	9,31	17,0	577	
10:20	88	142.851,76	224.706,83	9,07	17,8	9,29	17,0	544	
10:21	89	142.881,88	224.647,45	9,09	17,7	9,20	16,8	497	
10:22	90	142.895,76	224.606,63	9,07	18,9	9,14	18,0	466	
10:23	91	142.920,08	224.547,26	8,92	19,9	9,03	17,2	425	
10:25	92	142.919,97	224.471,23	8,85	20,9	9,24	15,5	362	
10:26	93	142.919,86	224.389,64	8,85	20,9	9,28	18,8	302	
10:29	94	142.875,80	224.447,19	8,91	19,7	9,08	16,0	317	
10:30	95	142.853,83	224.525,10	8,94	19,3	9,19	16,9	374	
10:33	96	142.826,08	224.616,00	8,99	18,5	9,21	16,9	449	
10:39	97	142.713,80	224.909,14	9,47	12,6	9,72	10,6	723	
10:41	98	142.688,36	224.990,77	9,75	10,8	9,84	9,9	805	
10:43	99	142.662,96	225.096,50	9,96	9,6	10,07	9,4	911	
10:44	100	142.632,88	225.185,55	10,13	9,0	10,23	8,9	1002	
10:46	101	142.612,08	225.261,61	10,17	7,5	10,20	7,7	1079	
10:48	102	142.593,61	225.339,52	10,12	7,3	10,16	7,4	1158	
10:50	103	142.573,92	225.376,63	10,06	7,2	10,10	7,2	1197	
10:52	104	142.572,64	225.293,19	10,13	7,2	10,15	7,3	1114	
10:54	105	142.602,73	225.215,26	10,20	7,5	10,24	7,6	1033	
10:55	106	142.620,06	225.155,90	10,28	8,6	10,34	8,4	973	
10:56	107	142.649,00	225.083,54	10,15	9,2	10,24	8,9	899	
10:58	108	142.686,07	225.014,88	9,73	11,5	10,16	9,9	829	
11:00	109	142.709,20	224.936,96	9,41	14,5	9,96	9,4	751	
11:01	110	142.719,54	224.855,36	9,36	15,0	9,58	11,9	670	
11:03	111	142.729,90	224.790,44	9,23	16,6	9,62	11,0	605	
11:05	112	142.757,65	224.693,98	9,16	17,2	9,35	15,2	512	
11:07	113	142.800,48	224.590,08	9,09	17,9	9,24	16,8	417	
11:09	114	142.835,23	224.512,15	9,02	19,1	9,31	15,0	354	
11:10	115	142.847,88	224.424,98	8,92	20,5	9,62	16,4	283	
11:12	116	142.867,53	224.352,63	8,88	20,5	9,41	12,8	239	
11:14	117	142.872,12	224.308,12	8,85	21,6	9,27	16,7	214	
11:16	118	142.875,76	224.421,23	8,94	19,6	9,37	13,1	296	
11:18	119	142.878,28	224.567,72	9,02	17,9	9,37	16,1	423	
11:20	120	142.851,68	224.653,05	9,09	17,8	9,24	17,4	492	
11:22	121	142.826,23	224.730,97	9,08	17,4	9,23	16,3	560	
11:24	122	142.801,93	224.799,61	9,16	16,8	9,37	16,4	623	
11:26	123	142.778,85	224.907,20	9,18	16,6	9,80	10,3	726	
11:28	124	142.756,93	225.012,92	9,34	15,0	9,55	13,9	829	
11:30	125	142.718,75	225.120,53	9,69	7,7	9,66	7,9	935	
11:32	126	142.689,83	225.211,43	9,82	7,3	9,82	7,4	1025	
11:34	127	142.657,46	225.317,17	9,74	7,1	9,78	7,1	1132	
11:36	128	142.628,52	225.383,97	9,78	7,1	9,79	7,1	1200	
11:37	129	142.583,29	225.434,10	9,83	7,1	9,78	7,1	1253	
11:39	130	142.583,19	225.361,78	9,74	7,1	9,80	7,1	1181	
11:41	131	142.602,78	225.254,20	9,81	7,1	9,83	7,1	1072	
11:43	132	142.587,54	225.157,80	9,80	7,1	9,84	7,1	978	
11:44	133	142.601,42	225.111,42	9,92	7,1	9,87	7,1	930	
11:46	134	142.636,09	224.992,70	9,84	7,1	9,98	7,3	809	
11:47	135	142.660,40	224.929,61	9,91	7,1	9,98	7,4	744	
11:49	136	142.699,74	224.820,15	9,64	13,7	10,01	7,8	634	
11:51	137	142.739,10	224.721,82	9,43	15,2	10,06	10,0	538	
11:53	138	142.771,48	224.616,08	9,23	17,0	9,61	14,0	437	
11:55	139	142.806,16	224.495,50	9,18	16,8	9,34	15,9	328	
11:56	140	142.826,96	224.415,73	9,15	17,0	9,33	16,2	264	
11:58	141	142.850,08	224.330,40	8,96	20,6	9,21	16,5	211	
12:00	142	142.865,04	224.226,54	8,98	19,9	9,19	18,6	174	
12:03	143	142.829,11	224.285,93	8,86	21,5	9,25	17,1	166	
12:05	144	142.823,44	224.386,07	8,87	20,1	9,17	15,9	237	

Monitoringscampagne 5 (07/03/2012)

12:07	145	142.820,01	224.426,87	9,07	17,0	9,37	15,6	271	
12:09	146	142.788,78	224.527,04	9,20	16,4	9,62	10,6	353	
12:10	147	142.784,20	224.577,12	9,67	8,1	9,81	7,8	401	
12:11	148	142.779,62	224.621,63	9,82	7,4	9,84	7,5	444	
12:12	149	142.766,88	224.653,17	9,82	7,3	9,90	7,6	472	
12:14	150	142.732,15	224.736,66	10,00	7,4	10,00	7,5	552	
12:16	151	142.698,61	224.844,26	9,92	7,1	9,92	7,2	658	
12:20	152	142.645,36	224.975,99	9,80	7,1	9,84	7,2	792	
12:21	153	142.615,22	225.018,69	9,80	7,1	9,81	7,1	837	
12:23	154	142.571,24	225.126,30	9,81	7,1	9,81	7,1	949	
12:29	155	142.498,36	225.335,94	9,85	7,1	9,85	7,1	1167	
12:31	156	142.616,74	225.272,73	9,89	7,1	9,89	7,1	1090	
12:32	157	142.714,15	225.159,48	9,87	7,1	9,87	7,1	974	
12:35	158	142.787,16	225.036,99	9,83	7,1	9,86	7,1	856	
12:37	159	142.854,36	224.908,95	9,79	7,1	9,82	7,1	740	
12:39	160	142.883,23	224.784,67	9,77	7,1	9,81	7,1	627	
12:40	161	142.898,17	224.667,82	9,79	7,1	9,81	7,1	522	
12:43	162	142.932,78	224.495,32	9,82	7,1	9,81	7,1	389	
12:44	163	142.929,17	224.398,90	9,81	7,1	9,88	7,3	315	
12:45	164	142.938,38	224.341,41	9,84	7,2	9,88	7,2	288	
12:48	165	142.886,00	224.265,45	9,44	15,0	9,76	14,5	206	
12:49	166	142.843,14	224.354,52	9,36	10,3	9,56	8,5	223	
12:50	167	142.838,52	224.376,78	9,71	8,1	9,79	7,9	238	
12:50	168	142.831,59	224.399,04	9,84	7,7	9,81	7,7	252	
12:51	169	142.824,65	224.425,01	9,78	7,5	9,81	7,5	271	
12:53	170	142.813,11	224.482,51	9,75	7,2	9,79	7,2	319	
12:55	171	142.809,70	224.534,43	9,81	7,1	9,84	7,1	366	
12:56	172	142.802,79	224.575,24	9,83	7,1	9,87	7,1	404	
12:59	173	142.783,15	224.658,71	9,89	7,1	9,92	7,1	481	
13:00	174	142.836,55	224.628,97	9,89	7,1	9,93	7,1	465	
13:03	175	142.886,28	224.467,57	9,85	7,1	9,91	7,1	340	
13:05	176	142.912,75	224.283,96	9,84	7,1	9,90	7,1	238	
13:06	177	142.891,82	224.271,01	9,90	7,1	9,89	7,1	213	
13:08	178	142.864,05	224.350,78	9,95	7,1	9,91	7,1	235	
13:10	179	142.840,91	224.419,42	9,91	7,1	9,92	7,1	275	
13:11	180	142.825,86	224.458,38	9,99	7,1	9,96	7,1	302	
13:14	181	142.884,91	224.315,52	9,99	7,1	9,98	7,1	229	
13:16	182	142.884,73	224.182,01	9,68	14,3	9,70	13,3	188	
13:17	183	142.889,22	224.068,89	9,51	13,9	9,66	13,6	226	
13:18	184	142.883,33	224.009,56	9,38	15,9	9,58	13,6	257	
13:19	185	142.864,74	224.009,58	9,39	16,0	9,62	12,6	244	
13:19	186	142.860,12	224.029,99	9,39	15,4	9,56	14,3	226	
13:20	187	142.859,02	224.072,64	9,44	14,2	9,57	14,0	198	
13:21	188	142.863,72	224.109,72	9,70	13,5	9,50	13,3	184	
13:21	189	142.862,62	224.154,22	9,52	13,9	9,60	12,9	169	
13:22	190	142.869,62	224.178,32	9,55	14,9	9,63	14,4	173	
13:41	191	143.116,27	224.446,87	10,37	6,8	10,42	6,9	494	
13:43	192	143.070,78	224.313,41	10,33	6,9	10,34	6,9	396	
13:45	193	143.018,27	224.135,47	10,37	6,9	10,29	6,9	326	
13:47	194	142.987,88	224.002,00	10,24	6,9	10,29	6,9	345	
13:50	195	142.916,89	223.909,38	10,06	9,4	10,10	8,1	354	
13:51	196	142.908,70	223.870,45	9,94	9,8	10,15	7,5	380	
13:51	197	142.931,88	223.831,48	9,92	8,8	10,18	8,5	426	
13:52	198	142.956,22	223.781,38	10,03	8,7	10,13	7,7	481	
13:53	199	142.957,31	223.733,16	9,92	9,6	10,10	8,7	523	
13:54	200	142.958,43	223.701,64	9,88	9,6	10,07	9,2	551	
13:55	201	142.946,76	223.662,71	9,92	9,0	10,05	8,2	580	
13:56	202	142.929,26	223.610,82	9,92	8,9	10,10	8,2	621	
13:57	203	142.911,73	223.534,81	9,82	8,2	10,00	8,1	686	
13:58	204	142.894,23	223.484,77	9,96	7,9	10,04	7,8	729	
14:00	205	142.884,85	223.418,03	10,01	7,6	10,07	7,6	791	
14:01	206	142.883,58	223.338,29	10,05	7,5	10,12	7,6	868	
14:02	207	142.886,98	223.275,24	10,08	7,5	10,12	7,5	931	
14:03	208	142.879,91	223.206,64	10,06	7,5	10,14	7,4	996	
14:04	209	142.885,64	223.151,00	10,05	7,5	10,12	7,5	1052	
14:06	210	142.902,97	223.073,10	9,95	7,5	10,08	7,5	1132	
14:08	211	142.910,97	222.978,52	9,92	7,6	10,07	7,5	1226	
14:12	212	142.969,36	223.189,83	10,17	7,6	10,20	7,6	1033	
14:14	213	142.993,83	223.241,72	10,13	7,6	10,19	7,6	990	
14:18	214	142.994,03	223.390,06	10,13	7,6	10,19	7,6	850	
14:21	215	142.997,74	223.555,09	10,15	7,9	10,21	7,8	699	
14:23	216	142.989,70	223.623,71	10,13	8,0	10,22	7,9	634	
14:24	217	142.982,87	223.731,27	10,12	8,3	10,26	7,7	537	

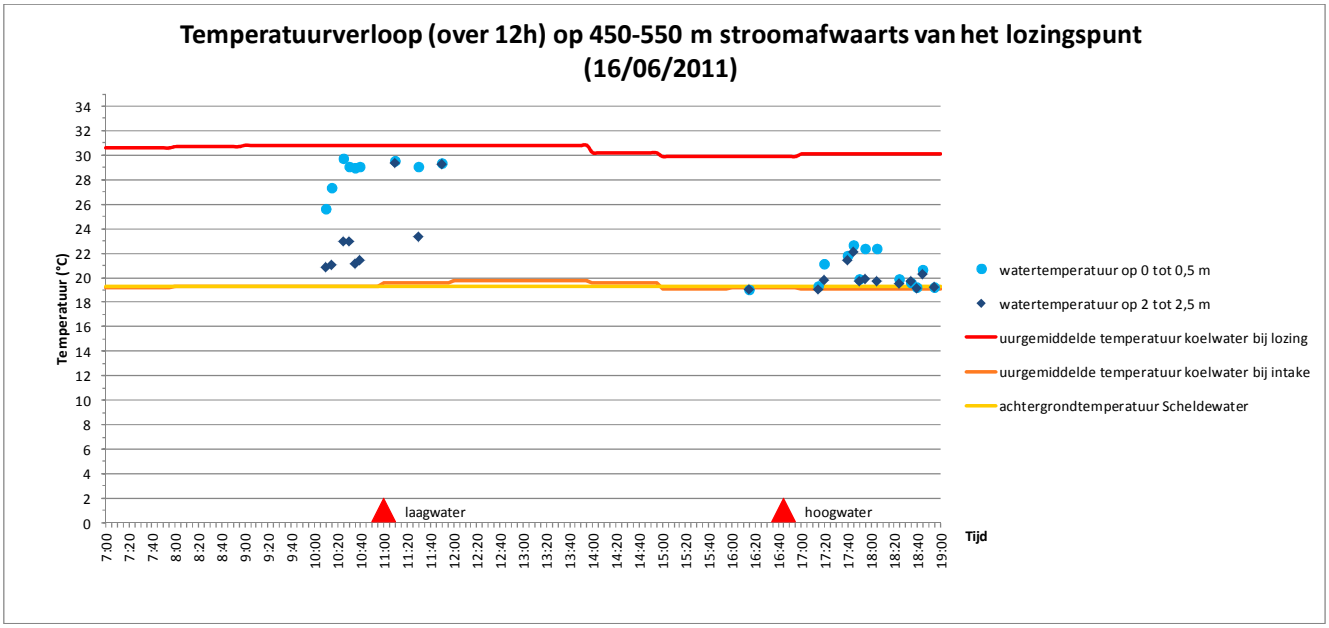
Monitoringscampagne 5 (07/03/2012)

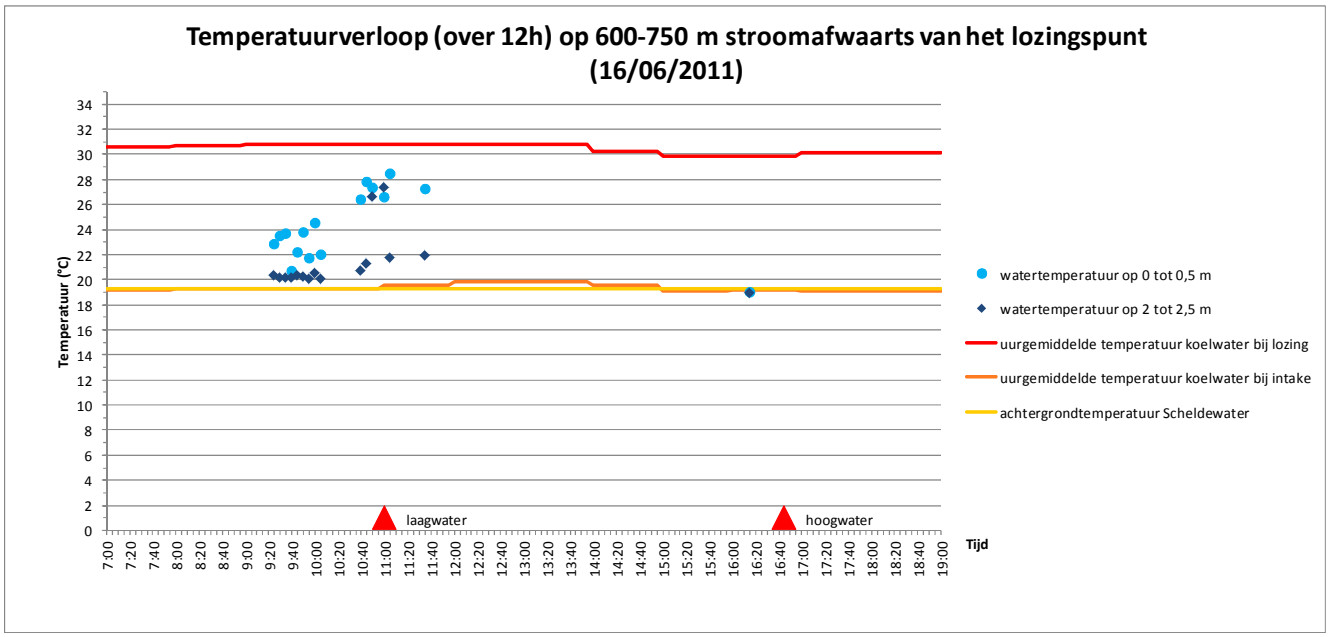
14:27	218	142.963,26	223.835,14	10,13	8,6	10,20	8,4	441	
14:29	219	142.922,71	223.916,79	10,06	8,7	10,09	8,8	352	
14:30	220	142.922,68	223.896,39	10,04	8,5	10,06	8,3	368	
14:32	221	142.949,31	223.827,74	10,13	8,3	10,23	7,6	439	
14:33	222	142.963,17	223.766,53	10,12	7,8	10,25	7,6	497	
14:34	223	142.963,10	223.720,17	10,23	7,5	10,24	7,5	537	
14:35	224	142.938,62	223.659,01	10,17	7,5	10,28	7,4	580	
14:37	225	142.915,29	223.588,58	10,17	7,3	10,23	7,3	636	
14:38	226	142.910,54	223.514,42	10,18	7,3	10,29	7,2	705	
14:40	227	142.894,16	223.430,99	10,27	7,2	10,30	7,1	781	
14:42	228	142.841,76	223.347,62	10,19	7,3	10,24	7,3	851	
14:44	229	142.869,49	223.230,76	10,19	7,3	10,25	7,2	971	
14:46	230	142.897,21	223.110,19	10,20	7,2	10,28	7,1	1094	
14:48	231	142.931,93	223.010,01	10,21	7,1	10,25	7,1	1199	
14:50	232	142.936,67	223.078,61	10,26	7,1	10,36	7,0	1133	
14:52	233	142.942,59	223.156,49	10,26	7,1	10,37	7,0	1059	hoogwater
14:55	234	142.970,77	223.371,55	10,32	7,1	10,39	7,0	859	
14:58	235	142.995,40	223.543,97	10,39	7,0	10,42	7,0	708	
15:00	236	142.968,95	223.747,98	10,38	7,0	10,44	7,0	516	
15:02	237	142.950,48	223.837,01	10,37	7,0	10,42	7,0	432	
15:03	238	142.891,28	223.874,18	10,35	7,1	10,50	7,0	368	
15:04	239	142.861,06	223.863,10	10,33	7,0	10,58	6,9	363	
15:05	240	142.835,51	223.870,55	10,33	7,1	10,56	6,9	345	
15:05	241	142.852,94	223.877,94	10,34	7,0	10,46	7,0	346	
15:06	242	142.868,07	223.892,76	10,37	7,0	10,48	7,0	340	
15:07	243	142.934,23	223.844,45	10,43	7,0	10,48	7,0	416	
15:10	244	142.962,00	223.760,97	10,44	7,0	10,42	7,1	501	
15:12	245	142.940,95	223.664,57	10,36	7,0	10,42	7,1	576	
15:14	246	142.917,61	223.584,87	10,42	7,0	10,45	7,0	641	
15:16	247	142.907,02	223.492,17	10,41	7,0	10,48	7,0	725	
15:18	248	142.872,03	223.390,23	10,45	6,9	10,48	7,0	815	
15:20	249	142.868,36	223.258,58	10,43	6,9	10,46	7,0	943	
15:22	250	142.878,69	223.162,14	10,41	6,9	10,45	6,9	1040	
15:25	251	142.899,43	223.037,87	10,41	6,9	10,46	6,9	1166	
15:30	252	142.958,97	223.243,62	10,40	7,0	10,48	7,0	978	
15:33	253	142.960,50	223.510,64	10,42	7,0	10,50	7,0	725	
15:36	254	142.979,31	223.671,94	10,42	7,0	10,49	7,0	587	
15:39	255	142.981,90	223.875,91	10,42	7,0	10,50	7,0	422	
15:41	256	142.979,77	224.020,55	10,43	7,1	10,54	7,1	328	
15:43	257	143.020,66	224.187,39	10,47	7,1	10,53	7,1	324	
15:45	258	143.045,29	224.361,66	10,48	7,1	10,54	7,1	391	
15:47	259	143.071,11	224.560,04	10,48	7,1	10,55	7,2	529	
15:49	260	143.086,46	224.743,60	10,48	7,1	10,55	7,2	681	
15:51	261	143.094,83	224.927,17	10,48	7,2	10,55	7,2	841	
15:53	262	143.081,14	225.116,33	10,49	7,2	10,55	7,2	1007	
15:55	263	143.048,85	225.288,82	10,46	7,3	10,59	7,3	1158	
15:57	264	143.013,08	225.465,03	10,89	6,7	10,89	6,7	1318	
15:58	265	142.989,97	225.550,36	10,86	6,6	10,94	6,6	1396	

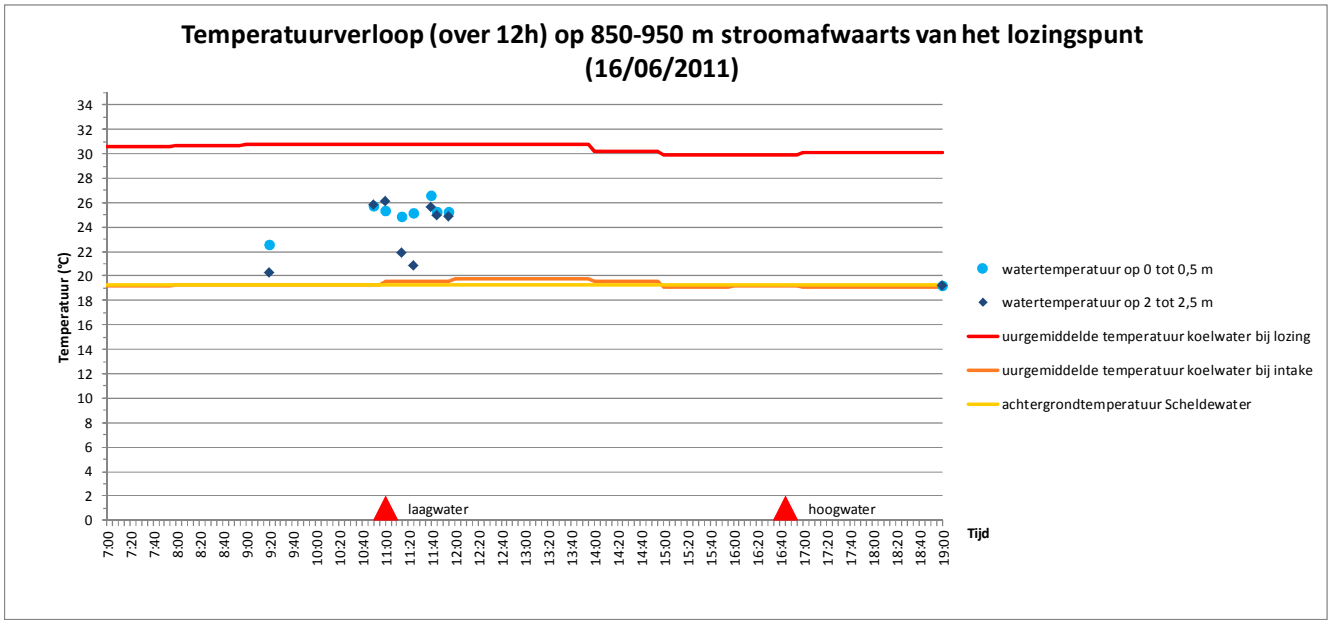
lozingspunt	142.696,32	224.186,02

Bijlage 3 Grafische voorstelling van het temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (afzonderlijke monitoringscampagnes)

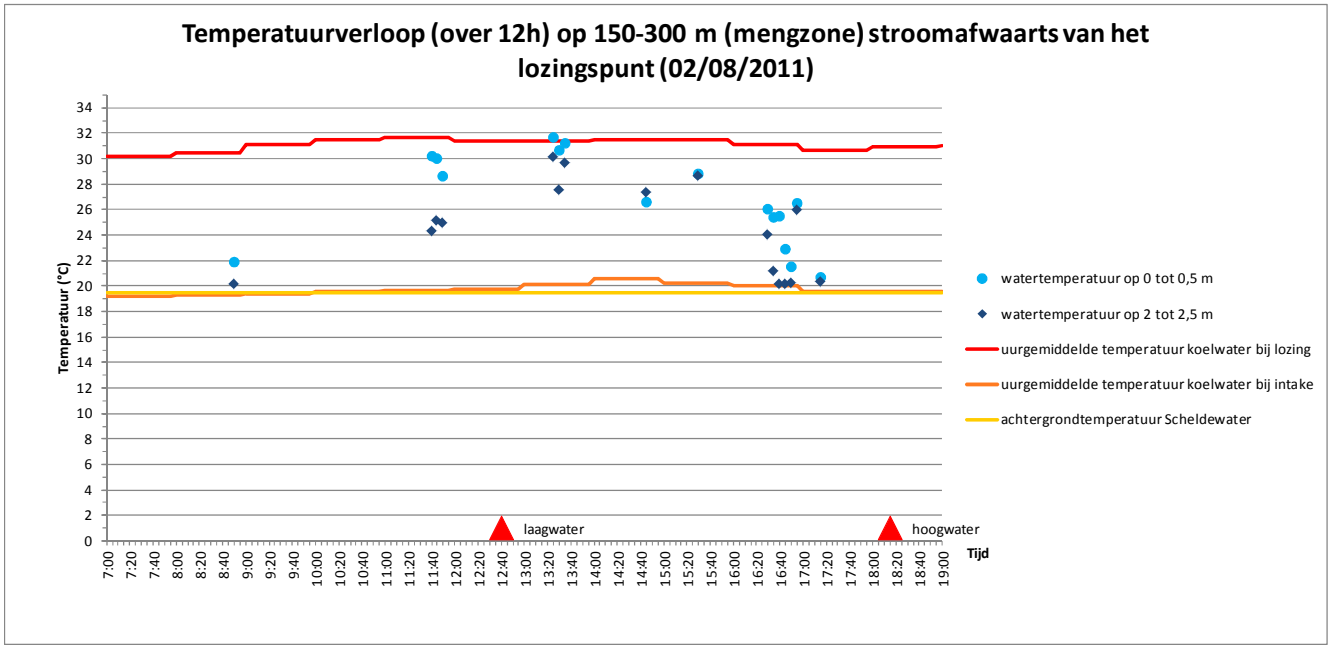
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 1)

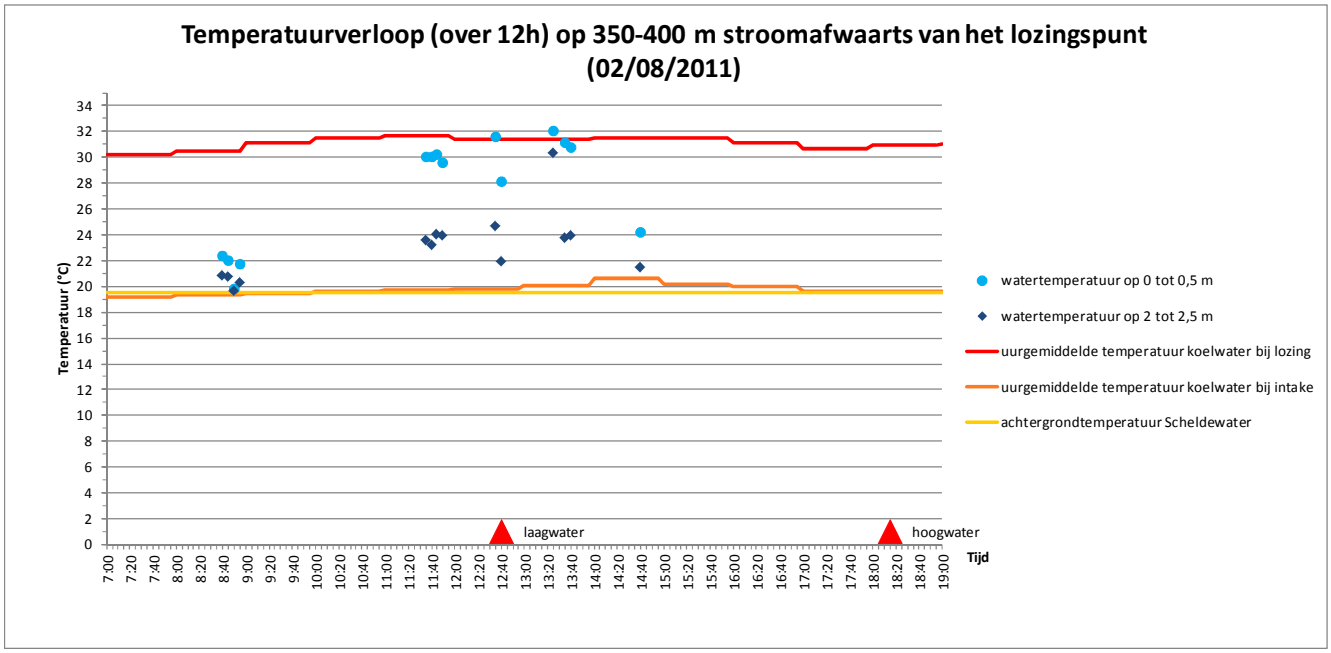


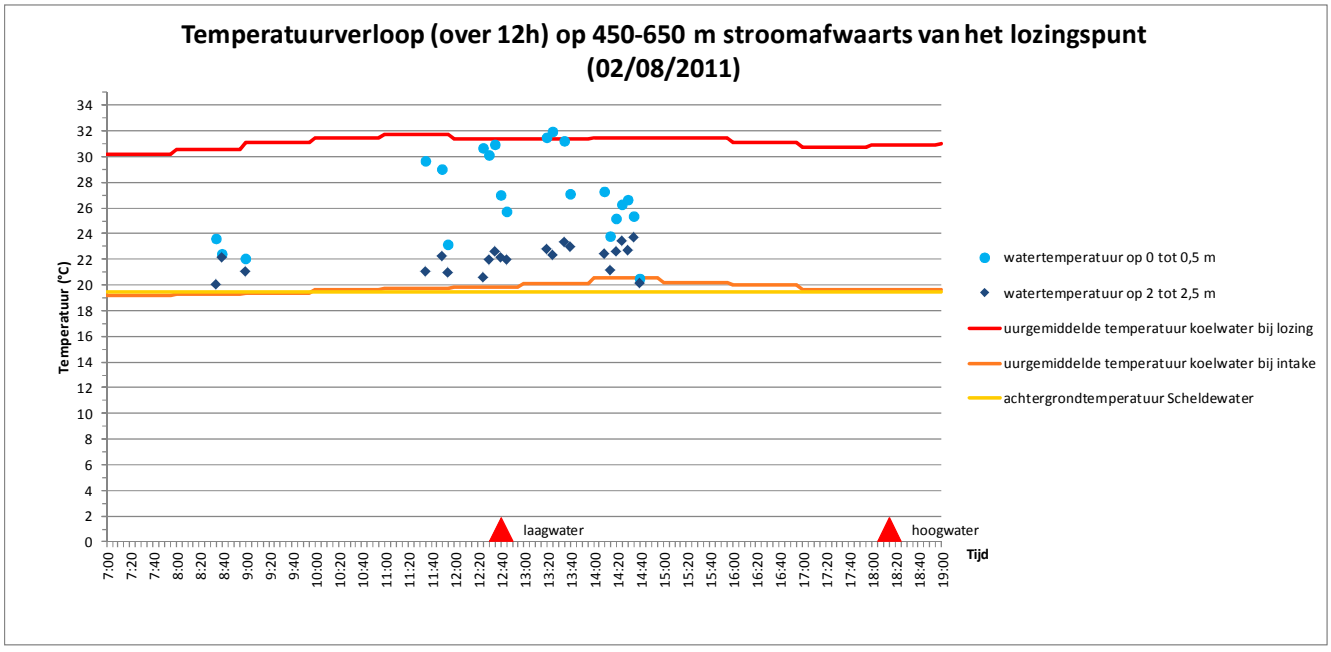




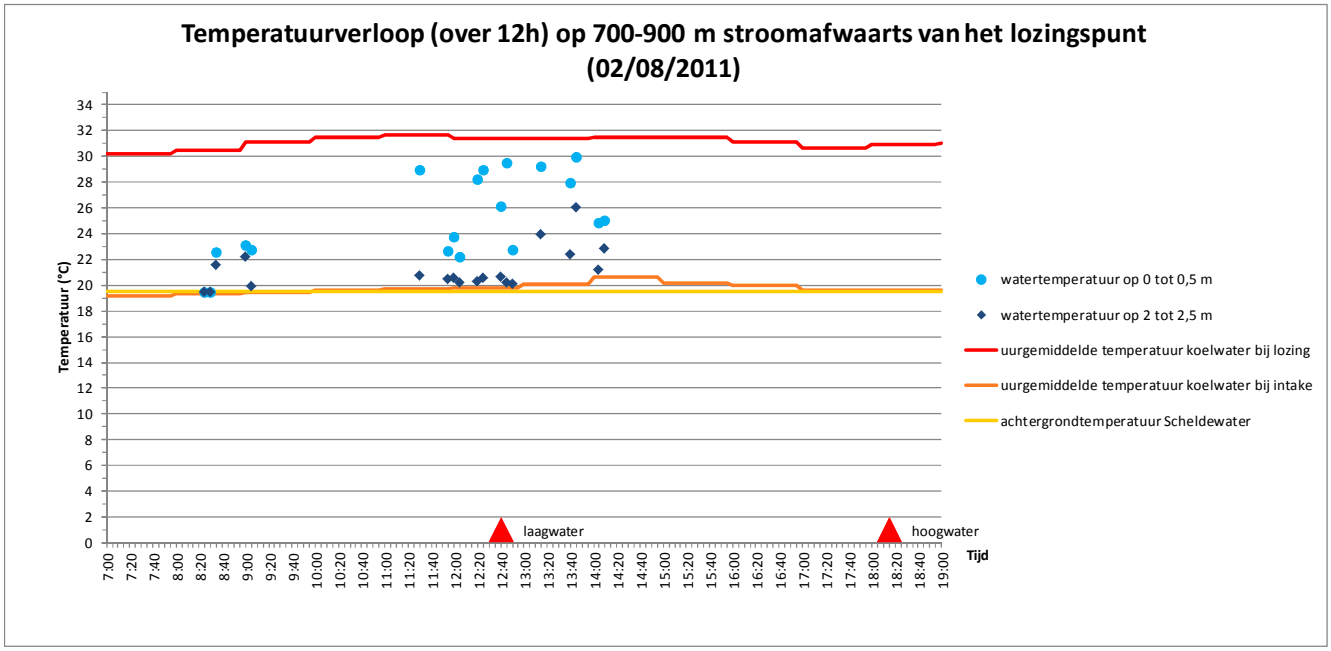
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 2)



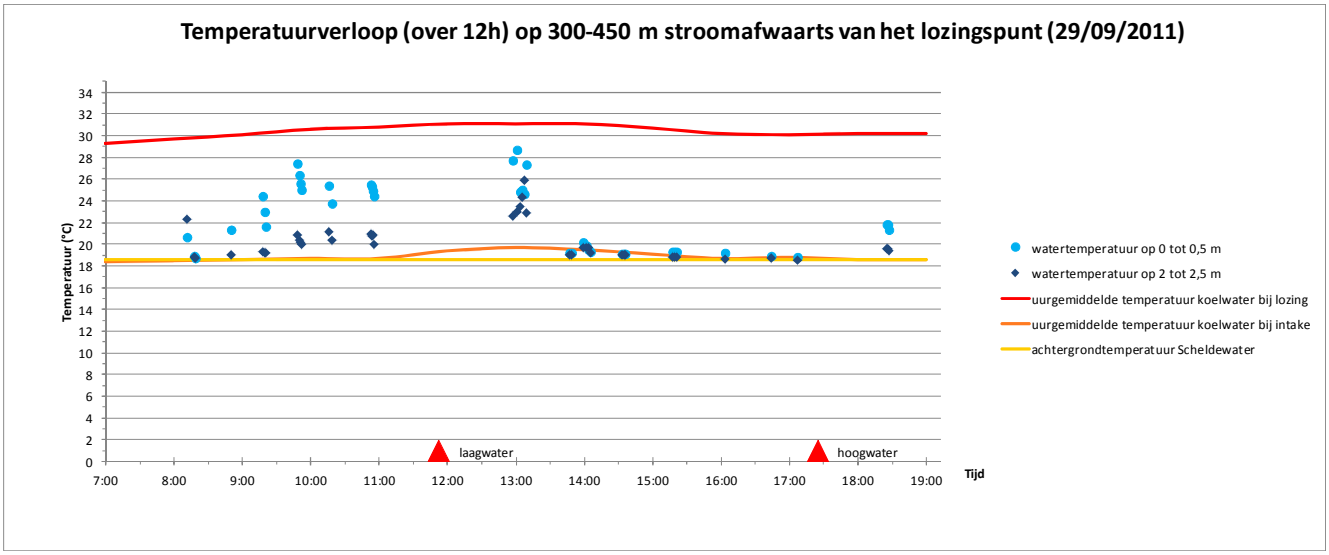


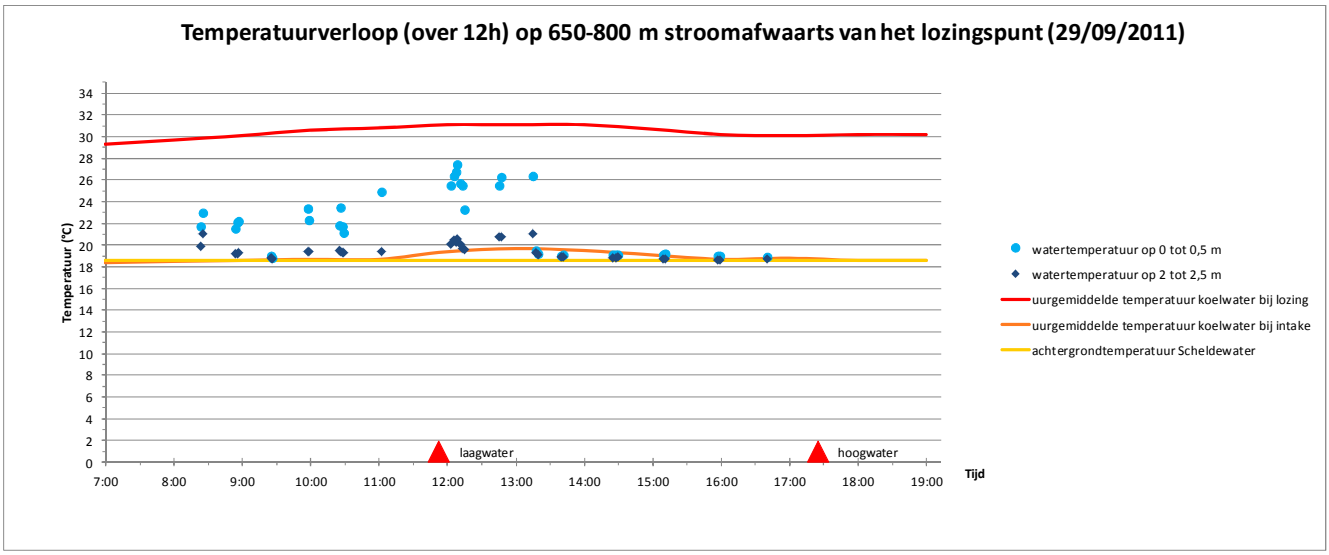


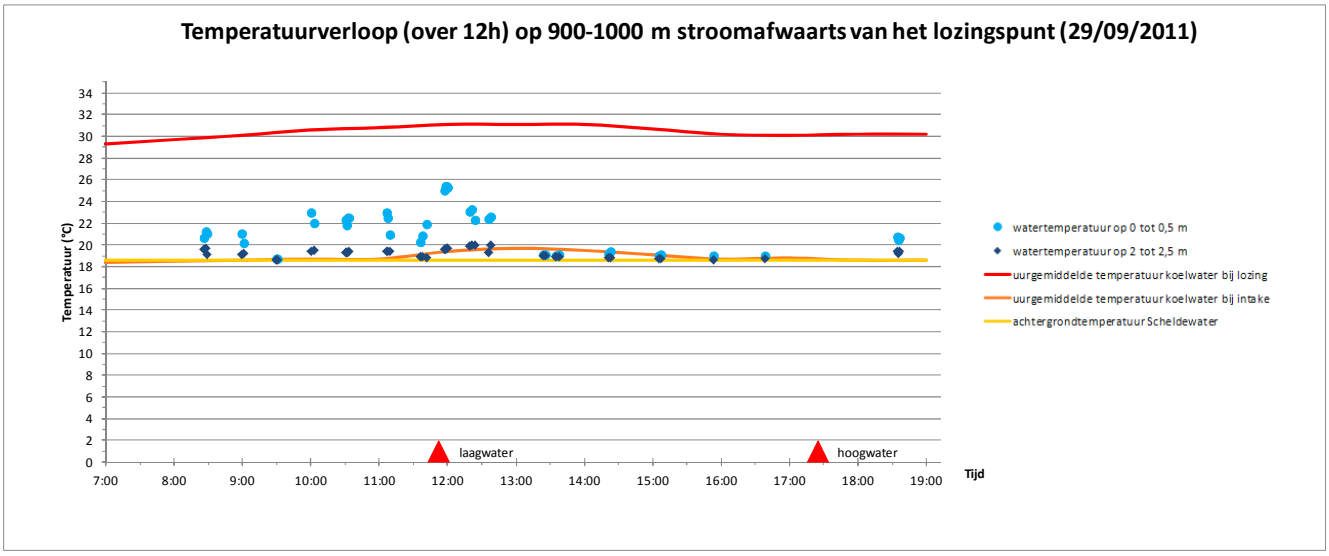
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 2)



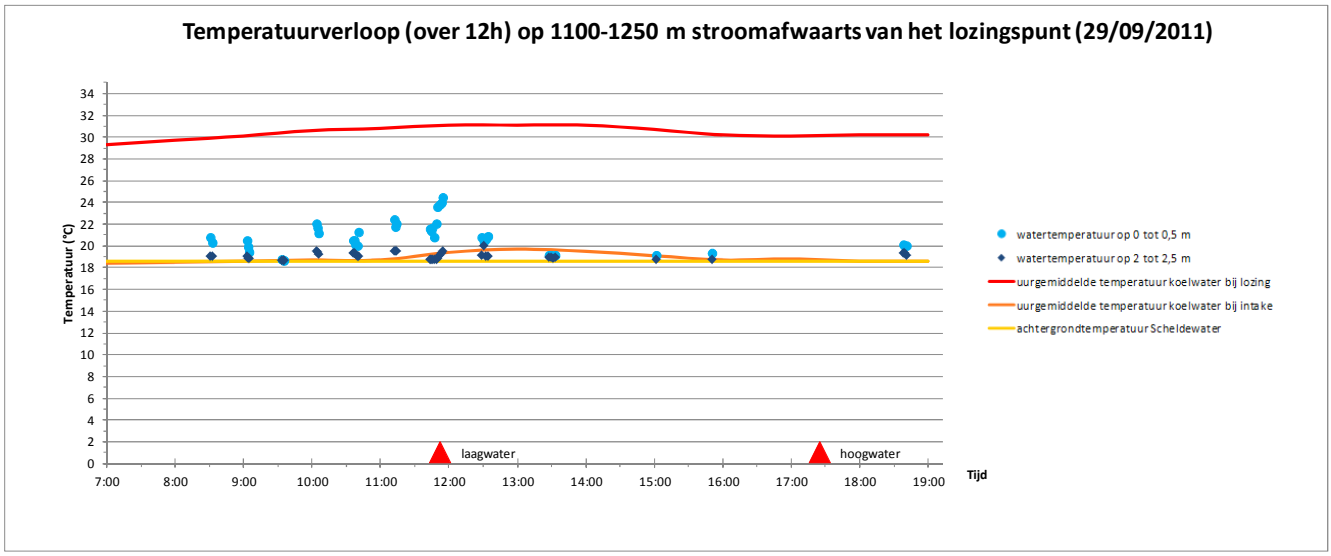
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 3)



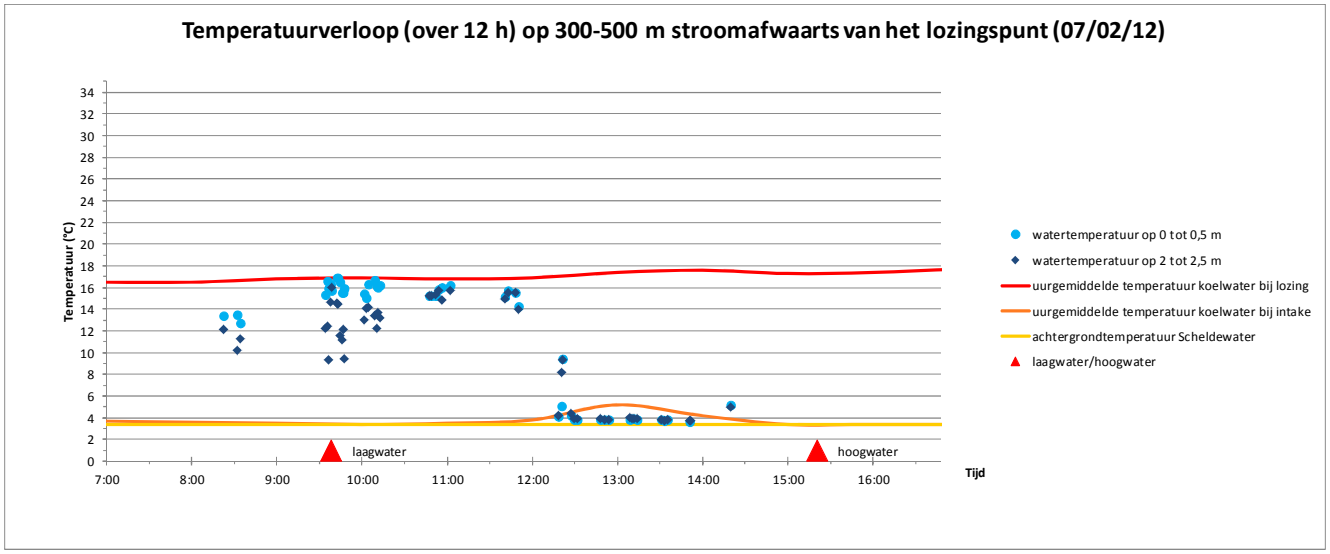


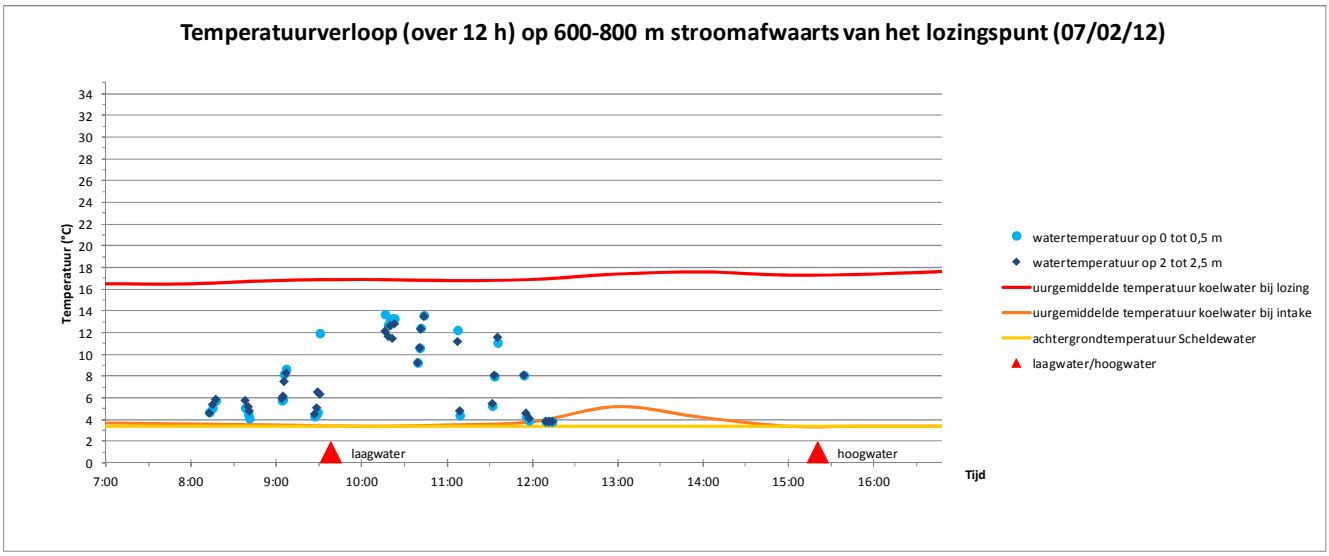


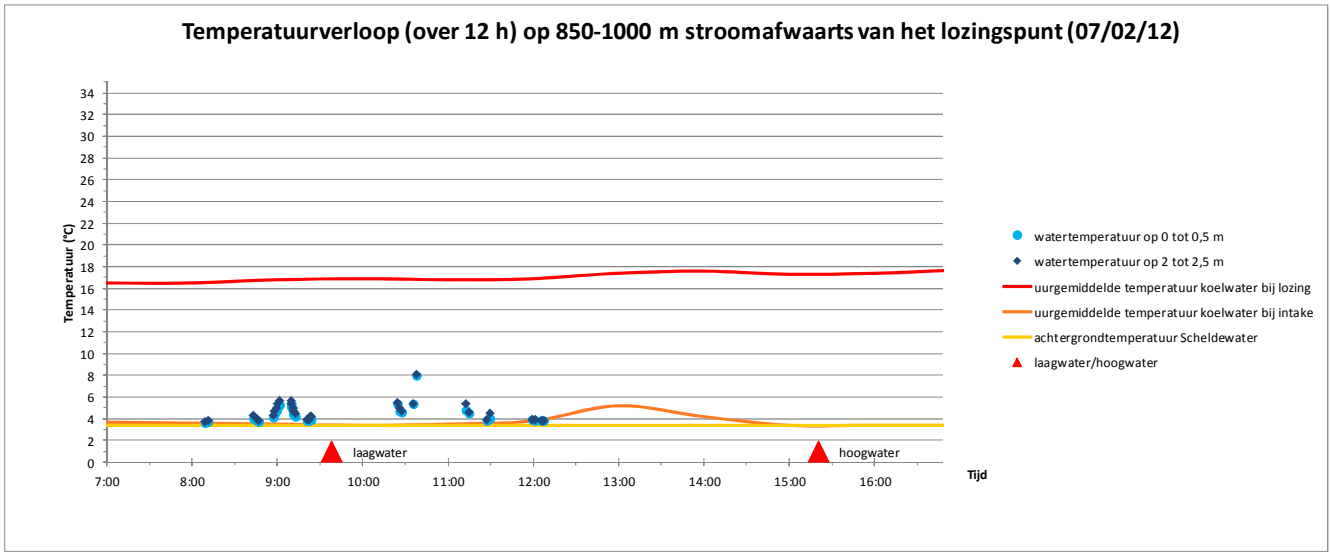
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 3)



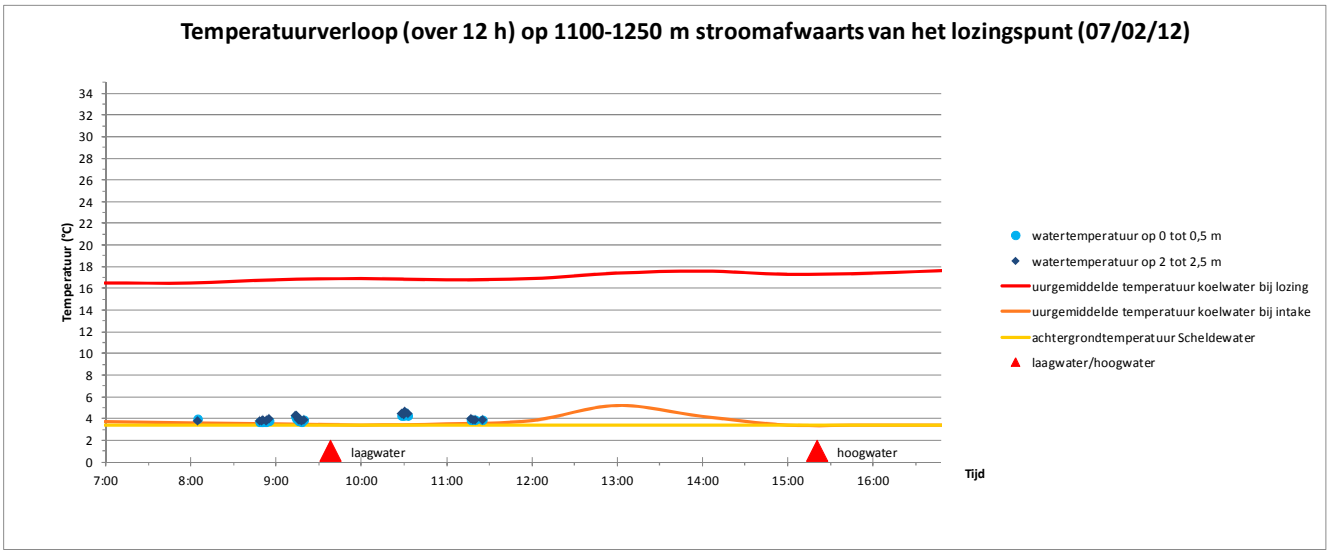
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 4)



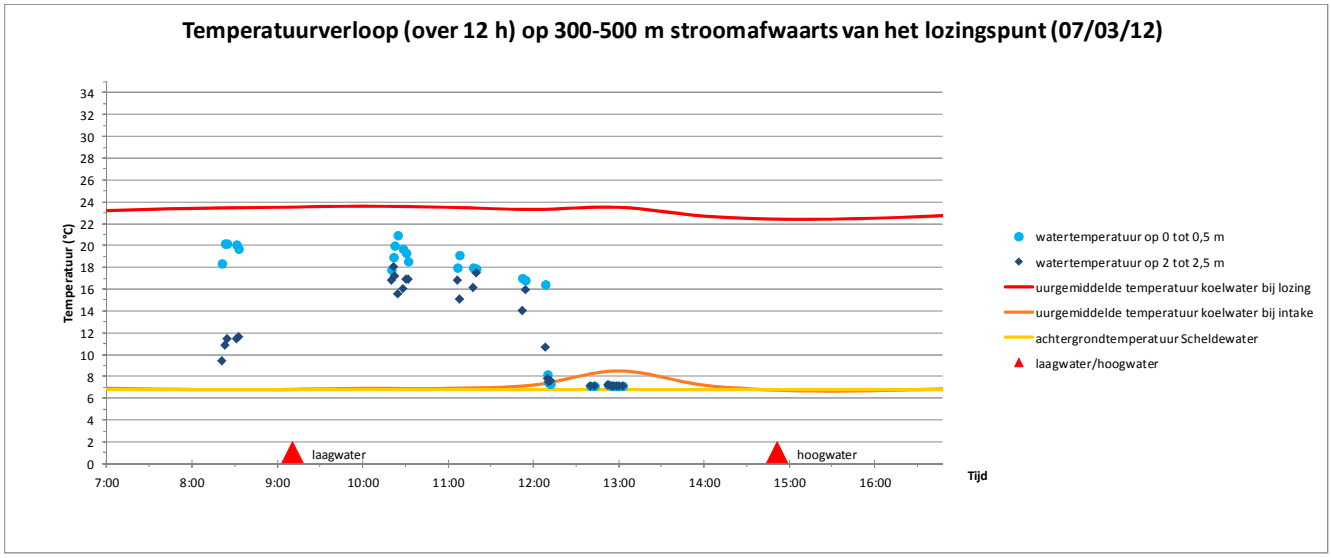


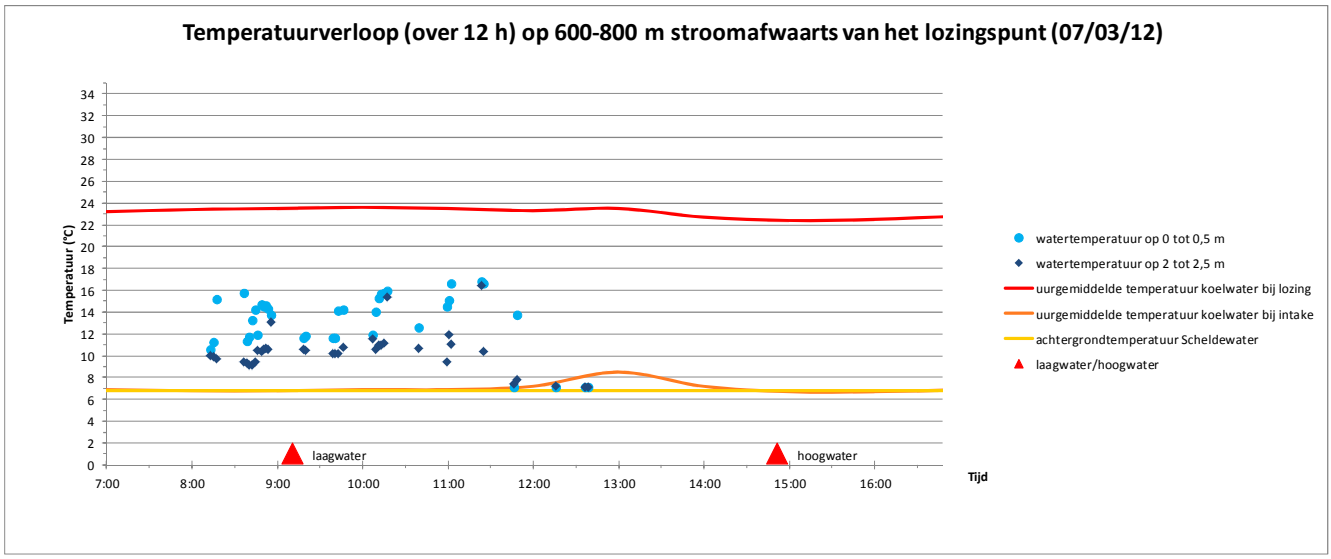


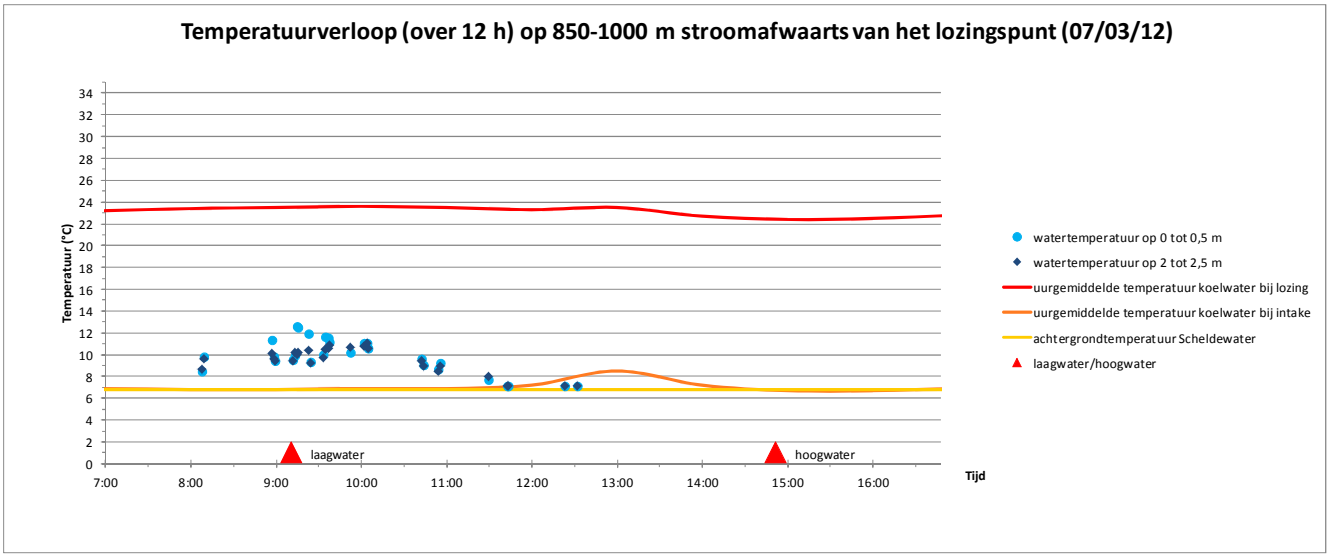
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 4)



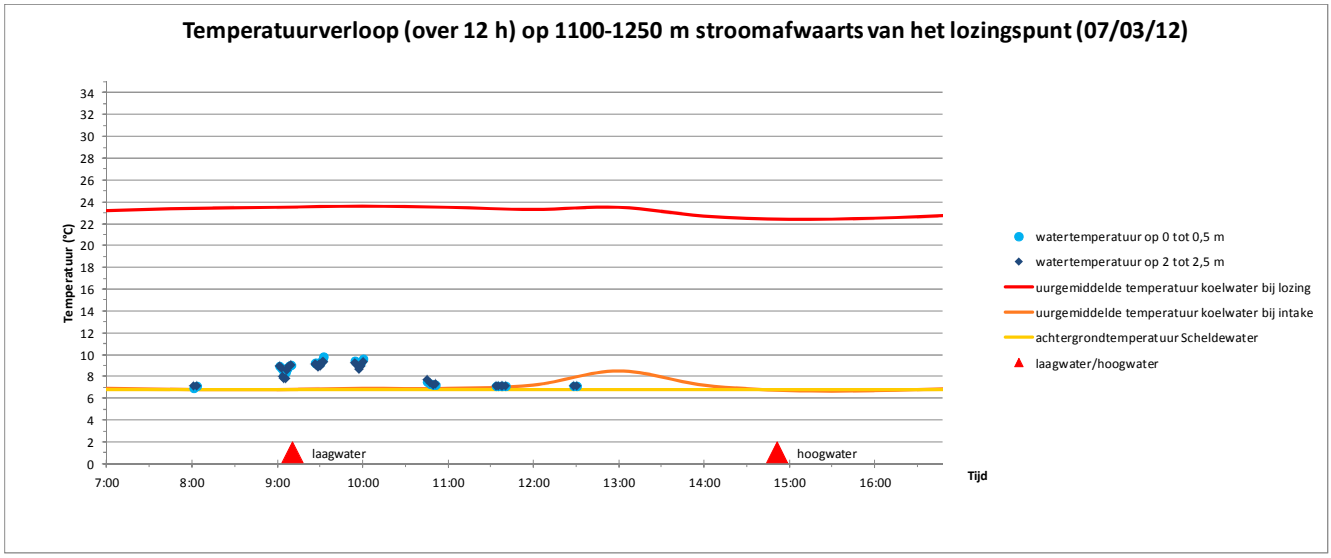
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 5)





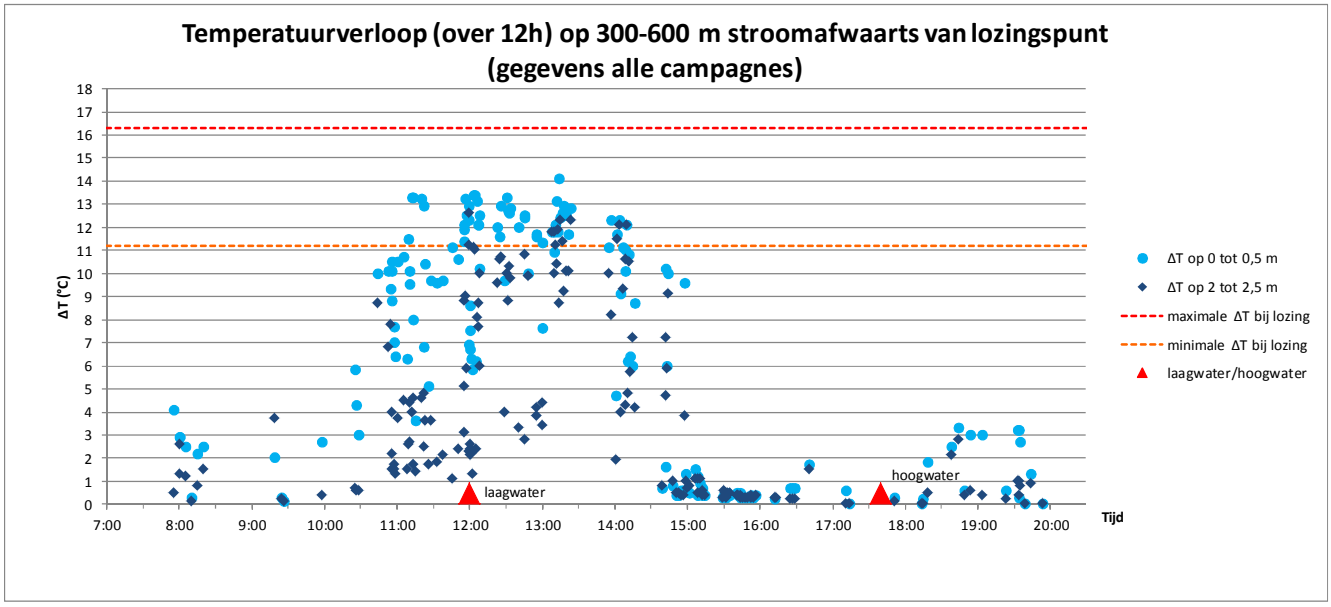


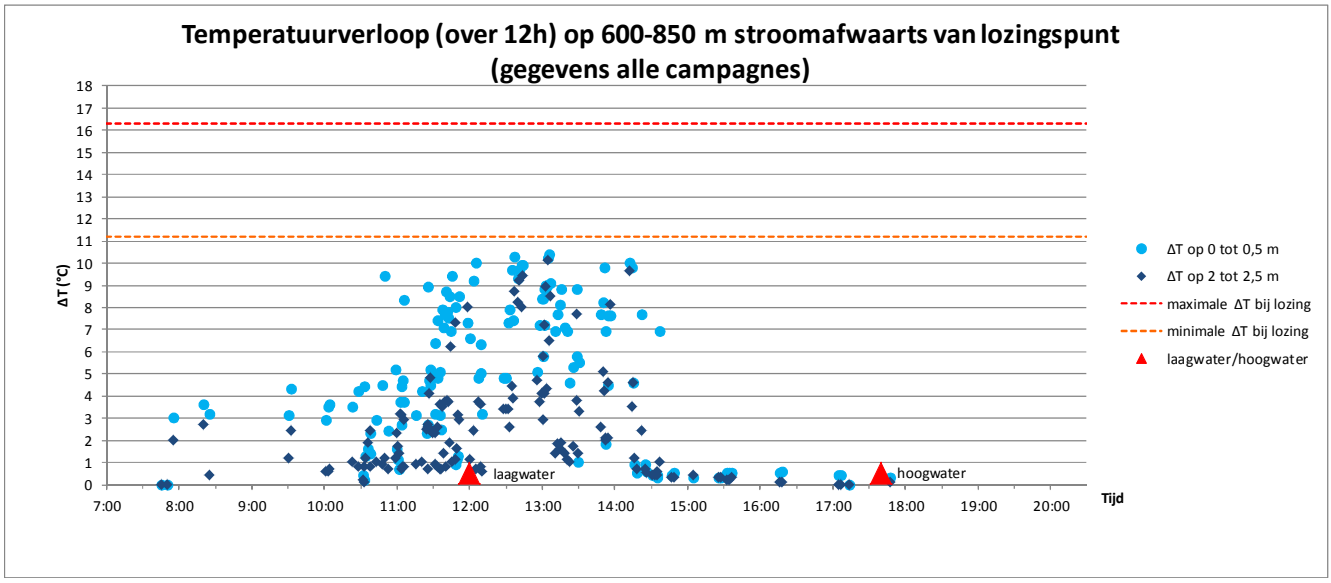
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (monitoringscampagne 5)

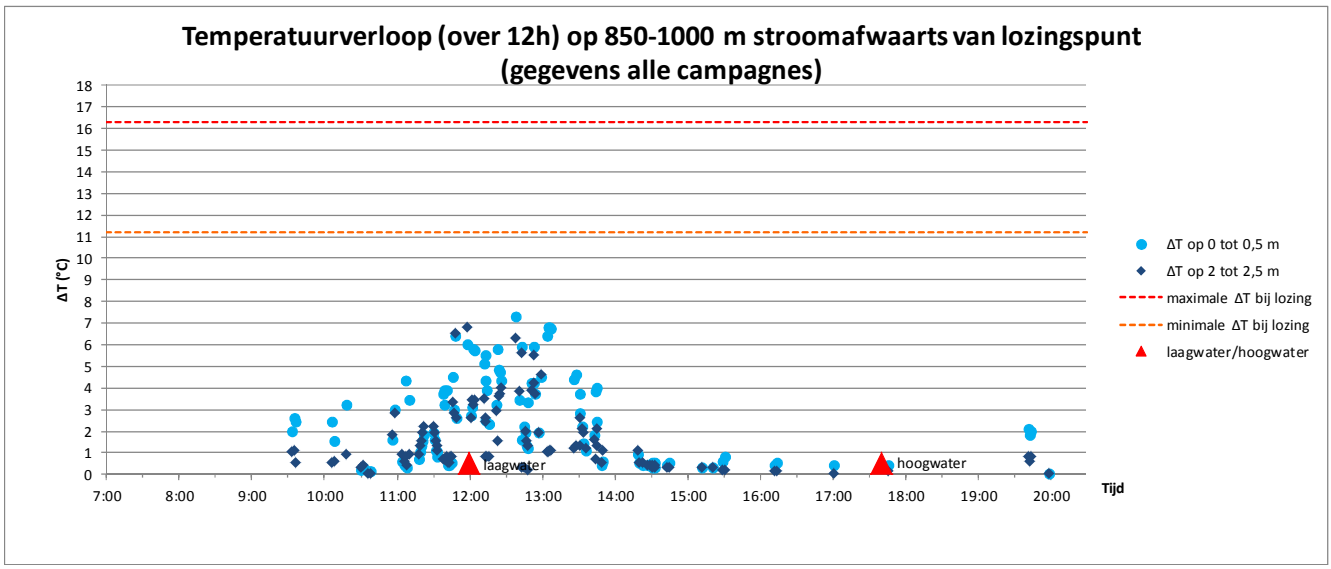


Bijlage 4 Grafische voorstelling van het temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (gegevens alle monitoringscampagnes)

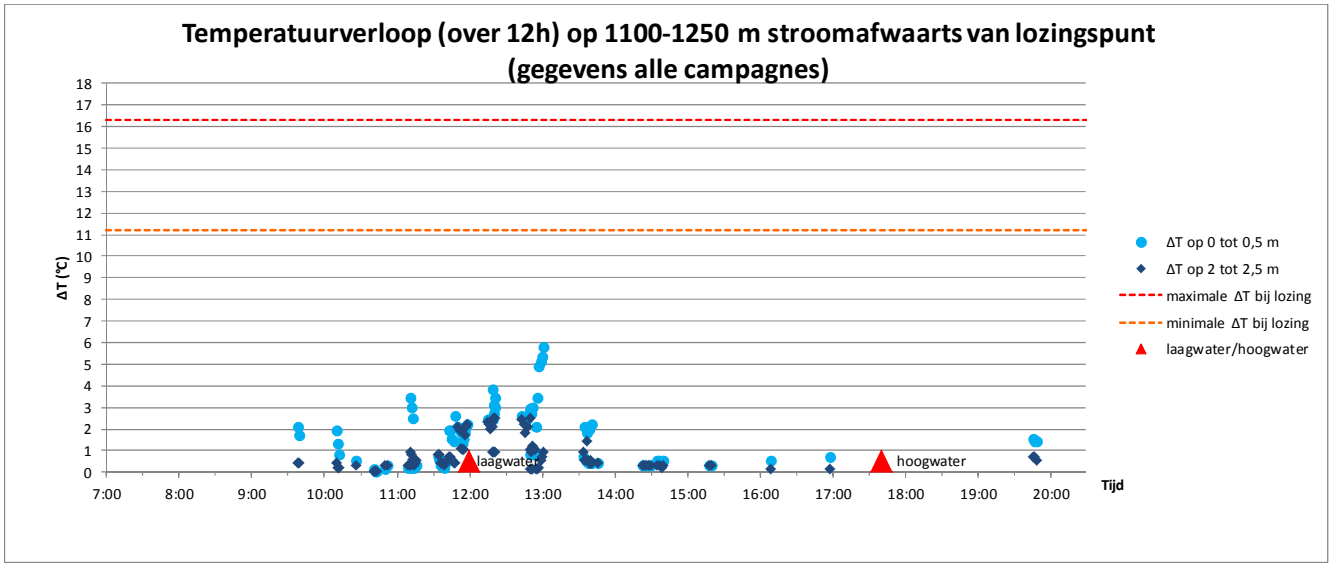
Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (gegevens alle meetcampagnes)







Temperatuurverloop in functie van de tijd voor diverse afstanden tot het lozingspunt (gegevens alle meetcampagnes)



ARCADIS

Kantoren www.arcadisbelgium.be

Antwerpen - Berchem	Hasselt	Gent
Posthofbrug 12 B-2600 Berchem T +32 3 360 83 00 F +32 3 360 83 01	Eurostraat 1 – bus 1 B-3500 Hasselt T +32 11 28 88 00 F +32 11 28 88 01	Kortrijksesteenweg 302 B-9000 Gent T +32 9 242 44 44 F +32 9 242 44 45
Brussel	**Liège**	**Charleroi**
Koningsstraat 80 B-1000 Brussel T +32 2 505 75 00 F +32 2 505 75 01	26, rue des Guillemins, 2ème étage B-4000 Liège T +32 4 349 56 00 F +32 4 349 56 10	119, avenue de Philippeville B-6001 Charleroi T +32 71 298 900 F +32 71 298 901

ARCADIS Belgium nv/sa
BTW BE 0426.682.709
RPR BRUSSEL
ING 320-0687053-72
IBAN BE 38 3200 6870 5372
SWIFT BIC BBRUBEBB

Maatschappelijke zetel
Brussel
Koningsstraat 80
B-1000 Brussel

Adviesverlening, studie en ontwerp van gebouwen, infrastructuur, milieu en ruimtelijke ordening. Detachering van projectmedewerkers.
Dit rapport is afgeprint op papier met het FSC-label