SAMENVATTING 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 5
Systemenlijst van de kerncentrale Doel 6

1 Inleiding 7
1.1 Leeswijzer 7
1.2 Aanleiding voor het MER 7
1.3 Project 8
1.4 Nul-alternatief 10
1.5 Uitgangssituatie 11
1.6 Parallelle projecten 11

2 Beschrijving van KCD 12
2.1 Ligging 12
2.2 Werking nucleaire eenheden 13
2.3 Splijtstof 15

3 Effecten van de niet radiologische aspecten 16
3.1 Bodem 16
3.1.1 Uitgangssituatie 16
3.1.2 Effectbeoordeling 17
3.2 Water 18
3.2.1 Uitgangssituatie 18
3.2.1.1 Hydrografie 18
3.2.1.2 Oppervlaktewaterkwaliteit 19
3.2.1.3 Watertoetskaarten: gevoeligheid voor overstromingen, infiltratie, grondwaterstroming en erosie en ligging binnen winterbed 19
3.2.1.4 Watervoorziening/waterbalans 19
3.2.1.5 Intern rioleringsstelsel 19
3.2.1.6 Afvalwaterstromen 20
3.2.2 Effectbeoordeling 20
3.2.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018 20
3.2.2.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) 25
3.2.2.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) 25
3.2.2.4 Nul-alternatief 26
3.2.2.5 Grensoverschrijdende effecten 27
3.2.3 Monitoring 27
3.2.4 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen 28
3.3 Geluid & trillingen 29
3.3.1 Uitgangssituatie 29
3.3.2 Effectbeoordeling 30
3.4 Lucht & klimaat 31
3.4.1 Uitgangssituatie 31
3.4.2 Effectbeoordeling 31
3.5 Biodiversiteit 32
3.5.1 Uitgangssituatie 32
3.5.1.1 Situering van de natuurgebieden 32

3.5.2 Effectbeoordeling *36*
3.5.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018 36
3.5.2.2 Bedrijfsfase in de toekomstige situatie (periode 2019-2025) 40
3.5.2.3 Definitieve stopzetting (periode 2025-2029) 40
3.5.2.4 Nul-alternatief 41
3.5.2.5 Cumulatieve effecten 42
3.5.2.6 Grensoverschrijdende effecten 43
3.5.3 Monitoring *43*
3.5.4 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen *43*
3.5.5 Leemten in kennis *43*
3.6 Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie 44
3.6.1 Uitgangssituatie *44*
3.6.2 Effectbeoordeling *44*
3.7 Mens – Gezondheid en Veiligheid 45
3.7.1 Uitgangssituatie *45*
3.7.2 Effectbeoordeling *46*
3.8 Mens - Mobiliteit 47
3.8.1 Uitgangssituatie *47*
3.8.2 Effectbeoordeling *47*
3.9 Afval 49
3.9.1 Uitgangssituatie *49*
3.9.2 Effectbeoordeling *49*
3.10 Accidentele situatie 50
4 Effecten van de radiologische aspecten **51**
4.1 Normale uitbating 52
4.1.1 Directe straling aan de terreingrens *52*
4.1.2 Stralingsblootstelling van de medewerkers *54*
4.1.3 Radioactieve gasvormige lozingen *56*
4.1.4 Radioactieve vloeibare lozingen *58*
4.1.5 Radioactief afval *60*
4.1.6 Verbruikte splijtstofelementen *62*
4.1.7 Totale effectieve volgdosis *63*
4.2 Accidentele situaties 65
5 Conclusie **69**
5.1 Niet-radiologische aspecten 69
5.2 Radiologische aspecten 69

Afkortingen

AOX	Adsorbeerbare organische halogeenverbindingen
BBT	Best Beschikbare Technieken
BZV	Biologische Zuurstofvraag
CO	Koolstofoxide
CO_2	Koolstofdioxide
CZV	Chemische Zuurstofvraag
dB	Decibel
DSZ	Definitieve StopZetting
FANC	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle
GEN	Grote Eenheden Natuur
GGG	Gecontroleerd Gereduceerd Getijdengebied
GNH	Gebouw Nucleaire Hulpdiensten
GNS	Gebouw NoodSystemen
GRUP	Gewestelijk Ruimtelijk Uitvoeringslan
IAEA	International Atomic Energy Agency
IHD	InstandHoudingsDoelstelling
INBO	Instituut voor Natuur- en BosOnderzoek
KCD	KernCentrale Doel
KCD-1/2/3/4	KernCentrale van Doel (eenheid 1/2/3/4)
LTO	Long Term Operation
MER	MilieuEffectRapport
MKN	MilieuKwaliteitsNorm
MWe	MegaWatt elektrisch

NIRAS	Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen
NO_x	Stikstofoxiden
OVAM	Openbare Vlaamse AfvalstoffenMaatschappij
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PM	Fijnstof
PSA	Probabilistic Safety Assessment (probabilistische veiligheidsstudie)
PWR	Pressurized Water Reactor
SBZ	Speciale BeschermingsZone
SCG	SplijtstofContainerGebouw
SCK•CEN	Studiecentrum voor Kernenergie • Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire
SF^2	Spent Fuel Storage Facility
SO_2	Zwaveldioxide
SO_x	Zwaveloxiden
VEN	Vlaams Ecologisch Netwerk
Vlarebo	Vlaams reglement betreffende de bodemsanering
VMM	Vlaamse MilieuMaatschappij
WAB	Water- en AfvalBehandeling

Systemenlijst van de kerncentrale Doel

FCV	Filtered Containment Vent
FW	Voedingswaterkring
GNH	Gebouw van de Nucleaire Hulpdiensten
GNS	Gebouw van de NoodSystemen
RGB	Reactor GeBouw

1 Inleiding

Dit is de Niet-Technische Samenvatting (NTS) van het milieueffectrapport (MER) "*Kerncentrale Doel t.b.v. levensduurverlenging Doel 1 en 2*". Dit document is een beknopte samenvatting van het milieueffectrapport en is bestemd voor het publiek en andere belanghebbenden. Voor de uitgebreide technische informatie dient het eigenlijke milieueffectrapport geraadpleegd te worden.

Een MER is een openbaar document waarin de milieueffecten van een planproces of project en de eventuele alternatieven voor dat planproces of project, worden onderzocht en beoordeeld. Het MER beslist niet of project of planproces vergunning krijgt, dit wordt beslist door de vergunningverlener die hierbij rekening houdt met het MER.

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt de aanleiding voor het MER beschreven. Ook worden zowel het onderwerp (het Project) van het MER als het alternatief voor het Project (het Nul-alternatief) gedefinieerd. Ook wordt de Uitgangssituatie gedefinieerd, om een vergelijking te kunnen maken tussen het Project en het Nul-alternatief in termen van milieueffecten.

Hoofdstuk 2 geeft een algemeen beeld van de kerncentrale van Doel (KCD) en het begrip kernsplijting. Omdat hoofdstuk 1 enige kennis op het gebied van nucleair technologie verwacht, wordt aan niet ingewijde lezers aangeraden om eerst hoofdstuk 2 te lezen.

Hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4 benoemen de milieuaspecten die onderzocht zijn en beschrijft per aspect de milieueffecten die gepaard gaan met uitvoering van het Project en van het Nul-alternatief. Beiden worden vervolgens vergeleken met de Uitgangssituatie. Ook worden mogelijke maatregelen om milieueffecten te mitigeren beschreven en worden eventuele leemten in kennis aangeduid.

Tenslotte geeft hoofdstuk 5 een samenvattende conclusie ten aanzien van de in hoofdstuk 3 en 4 beschreven effecten.

Er wordt een verdeling gemaakt tussen niet-radiologische aspecten (hoofdstuk 3) en radiologische aspecten (hoofdstuk 4). Het niet-radiologische deel is opgesteld door Arcadis en het radiologische deel is opgesteld door NRG.

1.2 Aanleiding voor het MER

De KernCentrale van Doel (KCD) bestaat uit vier nucleaire eenheden, KCD-1, KCD-2, KCD-3 en KCD-4. Tot in 2003 hadden alle nucleaire eenheden van Doel een vergunning voor onbepaalde tijd. Echter, in 2003 is de bedrijfstijd van de eenheden bij wet beperkt en zijn de data vastgesteld waarop gestopt moet

worden met de elektriciteitsproductie. In 2003 is vastgesteld dat KCD-1 en KCD-2 in 2015 zouden moeten stoppen terwijl KCD-3 en KCD-4 in respectievelijk 2022 en 2025 moeten stoppen.

In 2015 is een wetswijziging doorgevoerd met als doel het waarborgen van de leveringszekerheid. Deze wet heeft het mogelijk gemaakt om met KCD-1 elektriciteit te produceren tot 15 februari 2025. Voor KCD-2 is de datum van buitenwerkingstelling opgeschoven naar 1 december 2025.

Tegen de wet van 2015 is beroep aangetekend bij het Grondwettelijk Hof, dat verschillende vragen had gesteld aan het Europese Hof van Justitie. Het Europese Hof van Justitie heeft in het arrest C-441/17 van 29 juli 2019 gesteld dat de wet van 2015 de eerste fase vormt van een vergunningstraject van een project (in het MER als het Project aangeduid). Een dergelijk Project brengt volgens het oordeel van het Europees Hof van Justitie, een risico op milieueffecten met zich mee dat vergelijkbaar is met de risico's die zich voordeden bij de oorspronkelijke ingebruikname van de nucleaire eenheden van KCD. Besloten is 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 besloten om twee onderscheiden MER op te stellen, die evenwel in hun samenhang zullen dienen te worden beoordeeld. De eerste is een milieu-effectbeoordeling op strategisch niveau, welke opgesteld wordt door SCK•CEN (Studiecentrum voor Kernenergie • *Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire*). De tweede milieu-effectbeoordeling heeft betrekking op de concreet uit te voeren werkzaamheden die het gevolg zijn van de door de wetgever aan te nemen wet tot verlengde elektriciteitsproductie, tevens en de grensoverschrijdende milieueffecten te beschouwen.

Omdat de te bestuderen periode (2015-2025) ten tijde van het opstellen van het MER al deels verstreken was, kon in sommige gevallen gebruik gemaakt worden van beschikbare meetgegevens. De gegevens die in dit MER worden gebruikt, betreffen daarom zowel bestaande gegevens tot de datum van het opstellen van het rapport, alsmede prognoses.

1.3 Project

De eigenaar en uitbater van KCD-1 en KCD-2 (Electrabel) wil deze ook na 2015 uitbaten. Om deze reden heeft Electrabel het Project gestart dat zich richt op levensduurverlenging (*Long Term Operation,* LTO). Het Project borgt dat de verouderingsprocessen en hun mogelijke gevolgen worden beheerst. 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 een zo hoog mogelijk niveau gebracht.

Als onderdeel van het Project is onderzocht of Electrabel technisch en organisatorisch in staat is om KCD-1 en KCD-2 ook na 2015 voor een periode van tien jaar veilig uit te baten. Om dit mogelijk te maken heeft Electrabel in samenspraak met het Bevoegd Gezag (*Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle*, FANC) een aantal verbeteringen geformuleerd. De belangrijkste verbeteringen zijn:

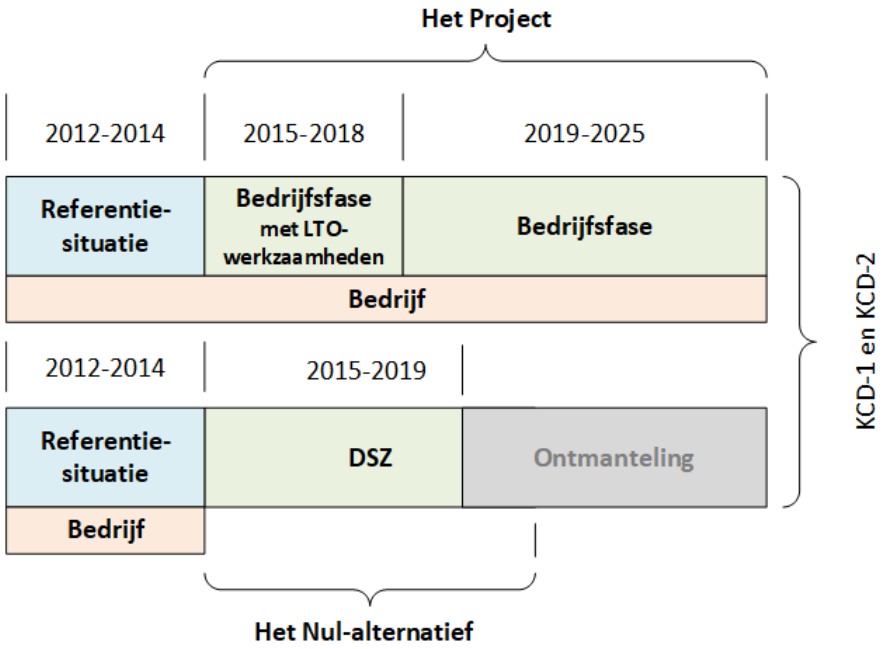
- De brandblussystemen worden aangepast zodat deze aardbevingsbestendig zijn. Daarmee zullen KCD-1 en KCD-2 beter beschermd zijn tegen brand als gevolg van een aardbeving.
- De kelders waarin veiligheidssystemen zijn geïnstalleerd worden beveiligd tegen overstroming.
- De noodsystemen zullen betrouwbaarder en meer automatisch gemaakt worden.
- Er zal een systeem voor gefilterde drukontlasting van de reactorgebouwen ('*Filtered Containment Vent*', FCV) geplaatst worden. Dit systeem beschermt het 'containment' tegen een te hoge overdruk, waarbij onaanvaardbare radiologische emissies voor de omgeving worden vermeden.

Het uitvoeren van de technische verbeteringen vormt de eerste fase van het Project (bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018). In deze fase worden KCD-1 en KCD-2 op de normale manier uitgebaat. De technische verbeteringen worden met name uitgevoerd tijdens de revisies (de jaarlijkse periodes waarin de reactor stil ligt en splijtstofelementen wordt gewisseld en vervangen). Na deze fase volgt de bedrijfsfase (bedrijfsfase in toekomstige situatie) waarin KCD-1 en KCD-2 uitgebaat worden met de gerealiseerde technische verbeteringen. Deze bedrijfsfase loopt van 2019 tot in 2025.

Aan het eind van de vergunde bedrijfsperiode zal Electrabel stoppen met het uitbaten van KCD-1 en KCD-2. Dit begint met het definitief afschakelen van de reactor, waarna wordt begonnen met het reinigen van de installaties. Het reinigen van de installaties is onderdeel van de *Definitieve StopZetting* (DSZ), waarin de ontmanteling van de eenheid wordt voorbereid. Tijdens de DSZ worden zoveel actieve of geactiveerde componenten verwijderd, zodat medewerkers tijdens de ontmanteling een zo laag mogelijke dosis oplopen. Deze fase eindigt wanneer de laatste bestraalde splijtstofelementen zijn afgevoerd naar het *SplijtstofContainerGebouw* (SCG) en zoveel mogelijk aanwezige radioactieve materialen en verontreinigingen zijn verwijderd. Hierna volgt de ontmanteling van de installatie.

Omdat de ontmanteling buiten de te bestuderen periode in dit MER (2015 – 2025) valt, vormen deze geen onderdeel van het Project. De ontmanteling is onderworpen aan eigen specifieke vergunningstraject, waarbij een milieueffectbeoordeling hoort.

Momenteel is voorzien dat in respectievelijk 2022 en 2025 KCD-3 en KCD-4 stoppen met uitbaten. Om de gevolgen van het Project eenduidig vast te kunnen stellen is in dit MER aangenomen dat de milieueffecten t.g.v. KCD-3 en KCD-4 na het stopzetten van de elektriciteitsproductie gelijk blijven aan de periode vóór de stopzetting. Dit is conservatieve aanname: er wordt rekening gehouden met een langere periode met milieueffecten als gevolg van de uitbating dan daadwerkelijk het geval zal zijn. Figuur 1-1 geeft de fasen schematisch weer.



Figuur 1-1 Fasen binnen het Project

In het MER worden dus de milieueffecten beschouwd die het gevolg zijn van het in bedrijf houden van de gehele KCD-site tot 2025. Dit betekent dat naast nucleaire eenheden KCD-1 en KCD-2 ook KCD-3 en KCD-4 beschouwd worden, alsmede de overige gebouwen (zie hoofdstuk 2) op de vestigingsplaats van KCD.

1.4 Nul-alternatief

Een belangrijk onderdeel van een MER is het onderzoek naar mogelijke alternatieven voor het voorgestelde initiatief. Bijvoorbeeld, als een nieuwe installatie de reden is voor het opstellen van het MER, dan wordt onderzocht in hoeverre er hiervoor alternatieven zijn, zowel technologisch als op andere vlakken. In het geval van KCD-1 en KCD-2 is het aantal alternatieven beperkt; er zijn geen plannen voor uitbreiding of wijziging van de locatie. In het MER is daarom één alternatief voor uitvoering van het Project geformuleerd en onderzocht. Het alternatief is het zogeheten ‘Nul-alternatief’.

In het Nul-alternatief wordt het Project niet uitgevoerd en wordt de situatie beschouwd waarbij de eenheden KCD-1 en KCD-2 in 2015 zijn gestopt met de productie van elektriciteit waardoor de beschikbare productiecapaciteit voor elektriciteit afneemt. De verschillende opties voor de alternatieve levering van elektriciteit om dit productieverlies te compenseren zijn talrijk en afhankelijk van politieke en marktbeslissingen, met name op basis van technische en economische overwegingen. Deze worden niet bestudeerd in dit MER en worden in het strategisch MER beschouwd.

In het Nul-alternatief start de fase van DSZ dus in 2015, na het stoppen van KCD-1 en KCD-2. Er zal echter geen verschil bestaan in de duur van de fase van DSZ na levensduurverlenging (Project) en na directe afschakeling (Nul-alternatief); de fase van DSZ zal enkel 10 jaar later aanvangen.

1.5 Uitgangssituatie

Om een objectieve vergelijking te kunnen maken tussen uitvoering van het Project of het alternatief, is in het MER een Uitgangssituatie gedefinieerd. De Uitgangssituatie is gedefinieerd als de periode 2012-2014.

In 2015 is de uitvoering van de werkzaamheden horende bij 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 minimaal de twee voorliggende jaren, te weten 2012 en 2013. De gemiddelde waardes over deze periode worden dan gebruikt als referentieperiode ten behoeve van de Uitgangssituatie.

1.6 Parallelle projecten

In de te bestuderen periode (2015-2025) zullen belangrijke veranderingen plaatsvinden. Eén van de belangrijke veranderingen die parallel aan het Project plaatsvindt, is de uitvoering van het SF^2-project. Het SF^2-project heeft tot doel de opslagcapaciteit voor verbruikte splijtstof op de site van KCD te verhogen. Binnen het SF^2-project is voorzien dat de extra opslagcapaciteit die beschikbaar komt wordt gebruikt voor de verbruikte splijtstof van KCD-3 en KCD-4. Daarmee is het SF^2-project is niet noodzakelijk voor de uitbating van KCD-1 en KCD-2 tot 2025.

Het SF^2-project was nog niet voorzien in 2015. De veranderingen die ermee gepaard gaan maken geen deel uit van het Project. De milieueffectbeoordeling van het SF^2-project wordt beschreven in een aparte milieueffectenbeoordeling.

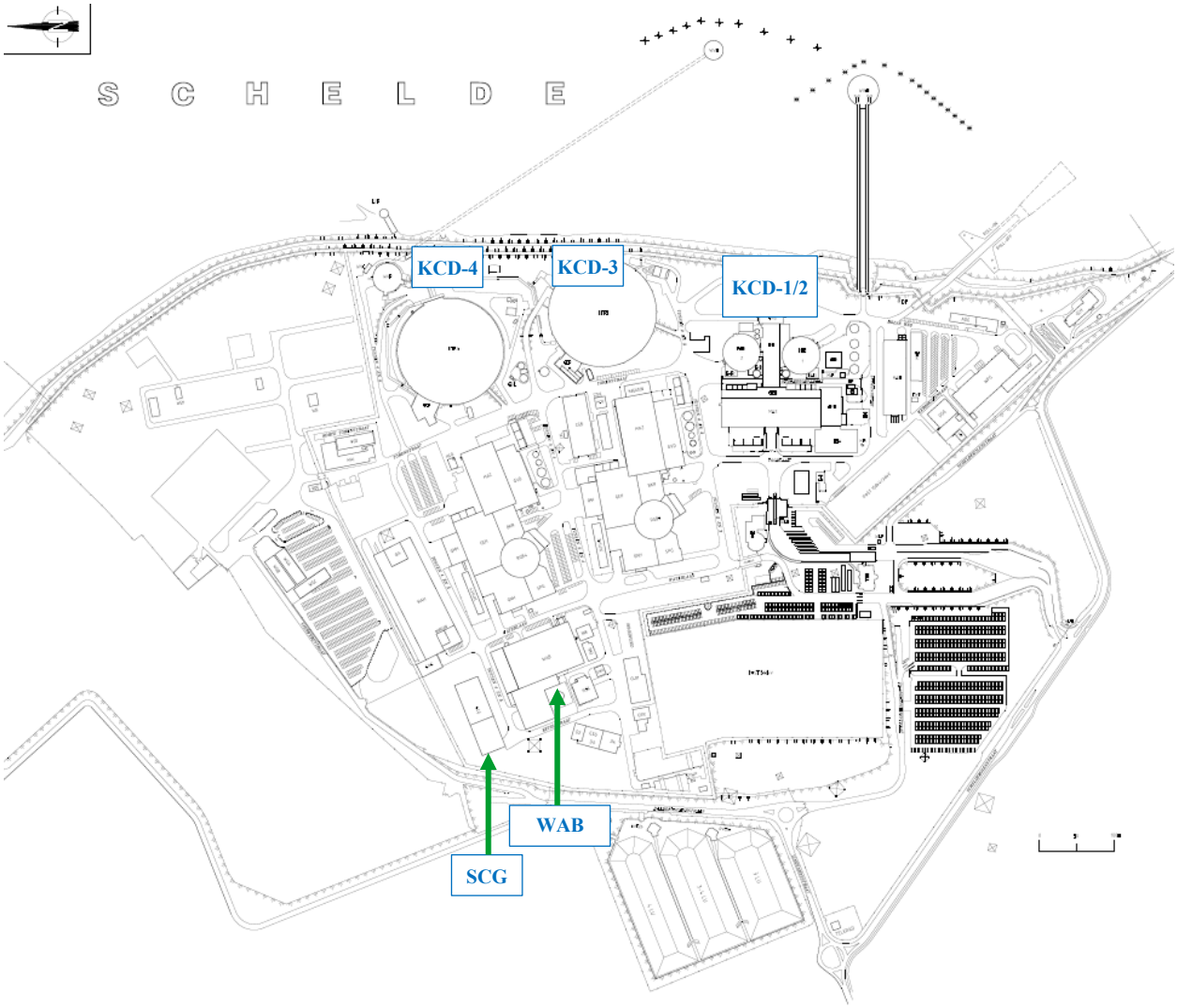
2 Beschrijving van KCD

2.1 Ligging

De vier eenheden van KCD die door Electrabel NV worden uitgebaat hebben een totale productiecapaciteit van 3720 MWe. Deze nucleaire eenheden zijn tezamen gesitueerd op de vestigingsplaats Doel. De vestigingsplaats van KCD bevindt zich in het Antwerpse havengebied, in het uiterste noorden van wat wordt omschreven als de Waaslandhaven. Doel is deelgemeente van de gemeente Beveren in de provincie Oost-Vlaanderen. De ligging is aangeduid in onderstaande Figuur 1-2.

Figuur 1-2 Situering (in het rood) van KCD

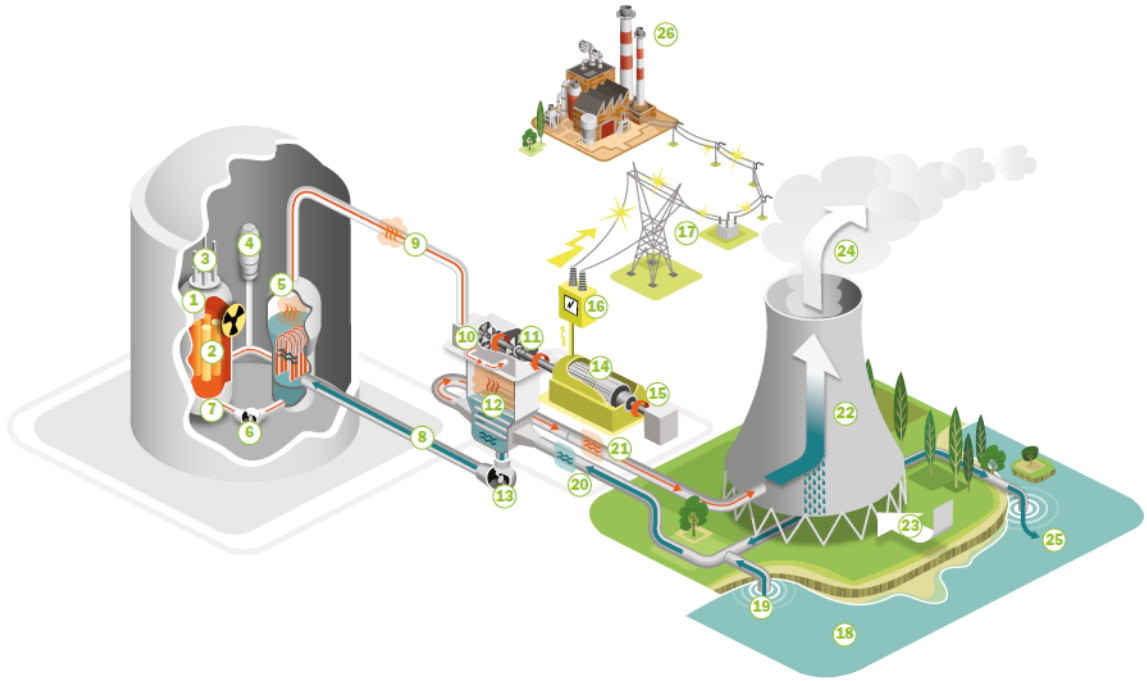
Op de vestigingsplaats bevinden zich de nucleaire eenheden, bestaande uit de reactorgebouwen en de ondersteunende gebouwen. Daarnaast staan er op de vestigingsplaats van KCD nog het *Water- en AfvalBehandelingsgebouw* (WAB-gebouw) en het SCG welke radioactief materiaal bevatten, en een aantal andere bebouwen waar in principe geen radioactief materiaal is opgeslagen, zie figuur 1-3.



Figuur 1-3 Inrichtingsplan van de site van Doel

2.2 Werking nucleaire eenheden

De vier eenheden van Doel zijn *van het type Pressurized Water Reactors* (PWR). In dit type reactor ontstaat als gevolg van de kernsplijtingsreactie warmte in het reactorvat. De warmte wordt afgevoerd door koelwater, dat onder hoge druk door het reactorvat wordt gevoerd. De werking van een dergelijk type reactor is voorgesteld in onderstaande figuur:



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 1-4: Werking van een Pressurized Water Reactor (PWR)

De afvoer van warmte gebeurt aan de hand van drie kringen. De eerste kring, ook de primaire kring genoemd (nummer 7), is de kring waaraan de kernreactoren hun naam ontlenen. In deze kring bevindt zich het water op hoge druk. De hoge druk voorkomt dat het water begint te koken als gevolg van de warmte die wordt geproduceerd tijdens de kernreactie. Het onder hoge druk opgewarmde water stroomt vanuit de reactor vervolgens naar een stoomgenerator (nummer 5; in wezen een warmtewisselaar) waar het water door duizenden buisjes wordt gepompt. Aan de andere zijde van deze buisjes verdampt het water van de secundaire kring tot stoom. Daarna wordt het water van de primaire kring via de primaire pompen terug naar de reactor gevoerd. De primaire kring is volledig gescheiden van de secundaire, waardoor wordt vermeden dat eventueel aanwezige radioactieve stoffen in het secundaire deel zouden terechtkomen.

De stoom van de secundaire kring (nummer 8) doet een turbine (nummer 10 en 11) en de daaraan verbonden alternator (nummer 14) draaien. De alternator zorgt voor de opwekking van elektriciteit.

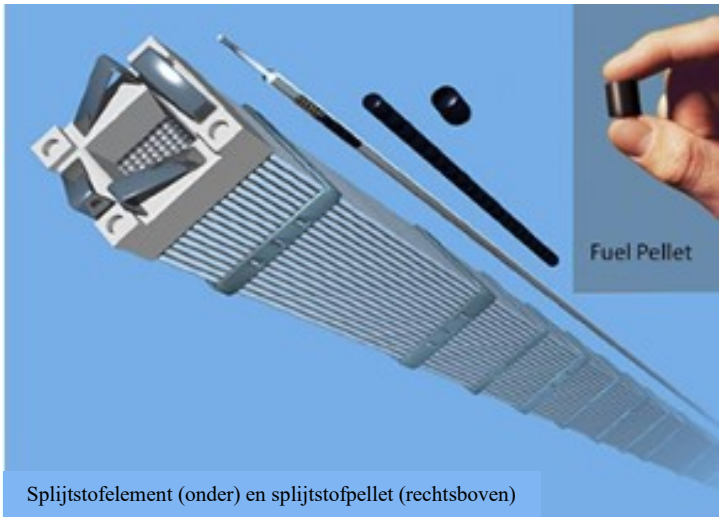
De stoom verlaat vervolgens de turbine en gaat richting condensor om er gekoeld te worden door water van de derde (tertiaire) kring (nummer 20 en 21). Deze kring wordt gevoed door Scheldewater. De stoom

uit de secundaire kring geeft zijn warmte af aan het Scheldewater uit de tertiaire kring. De stoom koelt af, condenseert tot water en gaat terug naar de stoomgeneratoren.

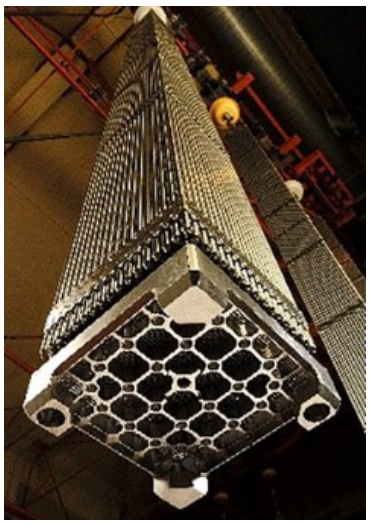
De koeling van het water uit de secundaire kring zorgt ervoor dat dit Scheldewater lichtjes opwarmt. Daarom wordt het eerst afgekoeld in de koeltoren (nummer 22) vooraleer het ofwel opnieuw naar de condensor gaat of terug in de Schelde stroomt.

2.3 Splijtstof

De splijtingsreactie in de kern, die zorgt voor warmteproductie, wordt mogelijk gemaakt door de aanwezige splijtstof. De splijtstof in de kern heeft de vorm van uraanoxidepellets. De pellets 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 1-5). Het is in deze vorm dat de splijtstof op de site wordt geleverd en gebruikt.



Splijtstofelement (onder) en splijtstofpellet (rechtsboven)



Figuur 1-5 Splijtstofelement

Het deel waar de kernsplijtingsreactie plaatsvindt, wordt de kern genoemd. De kernsplijtingsreactie vindt plaats een stalen reactorvat dat is gevuld met water. De splijtstofelementen worden in een welbepaalde volgorde het reactorvat geplaatst en blijven ongeveer 48 maanden in het vat. Daaruit volgt dat elk jaar ongeveer een kwart van de splijtstofelementen tijdens een revisie uit de reactor wordt verwijderd en vervangen door nieuwe splijtstofelementen. De verbruikte splijtstofelementen van KCD-1 en KCD-2 wordt opgeslagen in gemeenschappelijke splijtstofbekken in het Gebouw voor Nucleaire Hulpdiensten (GNH). Wanneer de verbruikte splijtstofelementen voldoende zijn gekoeld, worden deze overgebracht naar het SCG.

3 Effecten van de 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:

- Normale uitbating
  - bodem;
  - water;
  - geluid & trillingen;
  - lucht & klimaat;
  - biodiversiteit; landschap,
  - bouwkundig erfgoed & archeologie;
  - mens – mobiliteit;
  - mens – gezondheid en
  - afval.
- Accidentele situaties

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.

De Uitgangssituatie wordt per discipline beschreven.

3.1 Bodem

3.1.1 Uitgangssituatie

De site van de centrale is omgeven door open ruimte. Op linkeroever van de Schelde wordt deze open ruimte voornamelijk ingenomen door landbouwactiviteiten. De ruimere 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.

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. De vestigingsplaats van KCD werd door opspuiting met zand uit de Schelde een 6-tal meter opgehoogd ten opzichte van de omliggende polders.

Volgens de bodemkaart van België kwamen ter hoogte van het studiegebied oorspronkelijk matig natte tot natte, lichte zandleem- tot (zware) kleibodems zonder profielontwikkeling voor. Door de ophoging

ontstond een antropogene bodem zonder profielopbouw, bestaande uit overwegend tertiair zand, maar ook uit kleisedimenten. Onder de kunstmatige ophogingen bevinden zich de alluviale afzettingen van de Schelde. Ze zijn grotendeels opgebouwd uit zandleem en klei, waarin lokaal zandige, lemige en venige tussenlagen voorkomen.

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.

Het studiegebied is niet gelegen in een beschermingszone voor waterwingebieden.

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

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

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.

3.1.2 Effectbeoordeling

De werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO en van bedrijfsfase van KCD in de toekomstige situatie (inclusief de DSZ) hebben een verwaarloosbare impact op de bodem. Het terrein werd immers in het verleden opgehoogd met zand uit de Schelde waardoor de bovenste 5 tot 6 m overwegend een zandige textuur en geen profielontwikkeling vertoont. Effect op de bodemstructuur en de profielontwikkeling wordt daarom verwaarloosbaar beoordeeld.

Incidenten die een impact hebben op de bodemhygiëne, vallen echter niet uit te sluiten. Momenteel is KCD-1 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 (inclusief de DSZ) zal steeds gebeuren volgens de meest recente, beschikbare goede praktijken, zodat de kans op bodemverontreiniging aanzienlijk verkleint. Er worden geen bijkomende mitigerende maatregelen of aanbevelingen noodzakelijk geacht.

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.

Wat bodem betreft is er geen verschil tussen de DSZ in 2015 (= Nul-alternatief) of in 2025. De opslagplaatsen en de risico-activiteiten op de site zouden zijn stopgezet vanaf 2015. Het risico op bodem- en grondwaterverontreiniging wordt echter als beheerst beschouwd.

Er treden voor de discipline bodem geen grensoverschrijdende of cumulatieve effecten op.

3.2 Water

3.2.1 Uitgangssituatie

3.2.1.1 Hydrografie

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

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 ebvolume over de tijd geeft meteen aan dat – gemiddeld - er over de ganse getijperiode van gemiddeld 12 uur 25 minuten een bovendebiet is van een 180-tal m^3/s.

De bathymetrie van de Schelde ter hoogte van KCD kan vereenvoudigd worden beschreven aan de hand van de gemiddelde rechthoekige bathymetrie. De gemiddelde diepte van de Schelde bij eb is hier 7,8 m en de breedte is ongeveer 1.100 m. Aan de opwaartse uitloop van de vloedgeul van de Plaat van Doel is er een strekdam aanwezig. 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.

3.2.1.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

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.

Aan de hand van de gegevens uit het meetnet van VMM, kan 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.

3.2.1.3 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

3.2.1.4 Watervoorziening/waterbalans

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.
- 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). Een zeer kleine fractie van het oppervlaktewater wordt gebruikt voor aanmaak van proceswater via destillaties.

3.2.1.5 Intern rioleringsstelsel

KCD beschikt over een intern rioleringssysteem voor de afvoer van de verschillende (afval)waterstromen.

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).

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).

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. Het terrein van KCD is voor 52% waterdoorlatend.

3.2.1.6 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.

3.2.2 Effectbeoordeling

3.2.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018

3.2.2.1.1 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). Aangezien er tijdens de werkzaamheden geen bemalingswerken zijn gebeurd, worden er voor de discipline water geen effecten verwacht.

3.2.2.1.2 Watervoorziening / waterbalans

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.

3.2.2.1.3 Wijziging infiltratie- en afvoerkarakteristieken – Watertoets en klimaatverandering

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. 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.

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) ten opzichte van de situatie zonder exploitatie van KCD. 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 bijkomend opvangvolume voor sanitair afvalwater (end-of-pipe maatregel) te onderzoeken op conceptniveau en volgens de Best Beschikbare Technieken.

Cumulatief effect klimaatverandering: Op het terrein van KCD hoopt er zich rond bepaalde gebouwen overtollig hemelwater op 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.

3.2.2.1.4 Oppervlaktewaterkwaliteit en thermische impact van de lozing van koelwater

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.

- 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.

- Cumulatieve effecten:
  - Andere industriële koelwaterlozingen in de omgeving van KCD: 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.
  - 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.

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

3.2.2.1.6 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.

3.2.2.1.7 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.

Fysico-chemische elementen die bepalend zijn voor de biologische elementen:
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 §3.2.2.1.4. 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 de impact van de lozing berekend als verwaarloosbaar; er wordt bijgevolg geen wijziging van de toestand van het waterlichaam verwacht.

Specifiek verontreinigende stoffen die mee de ecologische toestand bepalen:
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 parameter kwik werd de impact van de lozing berekend. 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.

3.2.2.2 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.

3.2.2.3 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. De activiteiten die plaatsvinden tijdens de DSZ-periode 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.

3.2.2.4 Nul-alternatief

3.2.2.4.1 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.

3.2.2.4.2 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.

3.2.2.4.3 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.

3.2.2.4.4 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 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 hangt ook af van de evolutie van de verwachte klimaateffecten.

3.2.2.5 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.

3.2.3 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.

3.2.4 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 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-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.

3.3 Geluid & trillingen

3.3.1 Uitgangssituatie

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.

Ter bepaling van het omgevingsgeluid werd er in 2009 en in 2014 op 3 meetpunten, gelegen op de perceelsgrens of op ongeveer 200 m van de perceelsgrens metingen uitgevoerd. Bij deze metingen was KCD in werking maar uiteraard beïnvloeden ook andere geluidsbronnen het omgevingsgeluid (o.a. ook industriële installaties aan de overkant van de Schelde). Uit deze metingen blijkt dat de milieukwaliteitsnorm tijdens de nacht ten zuiden en vooral ten noorden van KCD wordt overschreden. In het meetpunt ten westen is dit niet het geval maar dit meetpunt ligt verder van andere industriële installaties (vreemd aan KCD) vandaan. In dit laatste punt zien we een daling van het omgevingsgeluid in 2014 ten opzichte van 2009 bij meewind vanaf het industriegebied.

In 2009 en 2014 werd het geluidsvermogen van de bronnen bij KCD uitgebreid geïnventariseerd. De belangrijkste bronnen van KCD zijn de twee koeltorens, gevolgd door de hulpkoelers en vervolgens de machinezalen, de ventilatie van de bunkers en de reactorgebouwen.

Uit de berekeningen voor de situatie in 2013-2014 blijkt dat het specifiek geluid van KCD, dus het geluid voortgebracht door de inrichting, tijdens de avond- en nachtperiode de richtwaarde op 2 evaluatiepunten

in de Schelde overschrijdt, dit voornamelijk als gevolg van de geluidsbijdrage van de koeltorens. Aangezien deze op één locatie groter is dan 10 dB(A) dient de exploitant hiervoor op zich een saneringsplan op te stellen. Er werd in 2010 reeds een saneringsstudie opgesteld m.b.t. de geluidsimpact afkomstig van de koeltorens. De studie besloot dat de mogelijke saneringsmaatregelen echter niet verantwoord zijn vanuit economisch en veiligheidsstandpunt. De opvolgingscommissie heeft deze studie en de besluiten aanvaard.

Uit de berekeningen blijkt voorts dat de impact van de continue bronnen bij KCD op het omgevingsgeluid op 200 m afstand van de perceelsgrens in noordelijke, zuidelijke en westelijke zone (agrarisch gebied) beperkt negatief is, negatief in het noordoosten en aanzienlijk negatief in het oosten (Schelde, natuurgebied). Ter hoogte van de dichtstbij gelegen woningen (verder gelegen dan 200 m) is de impact beperkt negatief tot verwaarloosbaar.

De discontinue bronnen, dit zijn de noodgroepen en noodpompen, worden enkel kortstondig in werking gesteld voor testen en bij onderhoud, tenzij uiteraard in een noodtoestand. Daarom werd een gemiddelde tijdsgewogen impact bepaald. Deze impact blijft ruim lager dan deze van de continue bronnen. De gecombineerde impact van de continue en discontinue bronnen, die zich enkel voordoet tijdens de dag aangezien de noodinstallaties enkel tijdens de dag getest worden, leidt niet tot overschrijdingen van de richtwaarde (voor de dag), behalve voor de 2 eerder genoemde punten in de Schelde. Maar de bijdrage van de discontinue bronnen is hier verwaarloosbaar.

Er wordt aangenomen dat KCD geen verhoging van het omgevingsgeluid ter hoogte van de beschouwde woningen in Nederland veroorzaakt.

3.3.2 Effectbeoordeling

In de periode 2015-2019 werden nogmaals metingen van het omgevingsgeluid uitgevoerd op de drie eerder genoemde meetpunten. Het omgevingsgeluid bij meewind vanaf KCD blijft relatief stabiel.

De geluidsemissie van de continue bronnen wijzigt niet in functie van LTO of de definitieve stopzetting van eenheden Doel 1 en 2. De geluidsemissie van het geheel van de discontinue bronnen stijgt met een verwaarloosbare 0,2 dB(A) in vergelijking met 2013-2014. Dit als gevolg van enkele nieuwe bronnen (dieselgeneratoren en dieselpompen) die werden bijgeplaatst. Deze bronnen zijn echter niet geplaatst in functie van LTO.

De werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO veroorzaken op zich een verwaarloosbare toename van het omgevingsgeluid.

Algemeen kan gesteld worden dat er geen onderscheidende geluidseffecten worden verwacht voor de verschillende bedrijfsfasen ten opzichte van de Uitgangssituatie 2013-2014. De verschillen in de evaluatiepunten beperken zich tot minder dan 0,5 dB(A) voor alle bedrijfsfasen.

Aanvullende mitigerende maatregelen worden daarom niet geformuleerd voor de komende bedrijfsfasen.

3.4 Lucht & klimaat

3.4.1 Uitgangssituatie

De luchtkwaliteit in de omgeving van KCD (ca. 1 km) kan worden beoordeeld aan de hand van de meetposten van VMM. Er wordt voldaan aan de grenswaarden die van toepassing zijn voor zwaveldioxide, stikstofdioxide, fijn stof, koolstofmonoxide en benzo(a)pyreen. De advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie worden echter niet steeds gerespecteerd, met name voor fijn stof.

De geleide emissies van KCD – dit zijn emissies met een meetbaar volumedebiet – zijn afkomstig van verschillende verbrandingsinstallaties: hulpstoomketels, noodgroepen en verwarmingsinstallaties. In normale omstandigheden zijn er enkel emissies van de hulpstoomketels en noodgroepen bij het testen van deze installaties.

Aan de hand van het brandstofverbruik (diesel of gasolie), het aantal werkingsuren en emissiefactoren uit de literatuur, kunnen de emissies worden ingeschat. Het betreft hier emissies van koolstofmonoxide, stikstofoxiden, zwaveloxiden en fijn stof. Stikstofoxiden vormen in vracht de voornaamste polluent.

De niet geleide emissies, zoals de emissies van tanks met waterige oplossingen van ammoniak en hydrazine, zijn niet relevant wegens de aard van de producten (weinig vluchtig) of het nemen van emissiebeperkende maatregelen.

De stoompluimen uit de koeltorens, die gelinkt zijn aan de werking van de centrales Doel 3 en 4, bevatten zout gezien er gebruik gemaakt wordt van het van nature brak Scheldewater. De zoutdepositie in de omgeving wordt ingeschat op ca. 0,25 g/m² per maand.

De stoompluimen zelf hebben door de hoogte van de koeltorens geen invloed op het microklimaat.

KCD beschikt in het kader van haar verplichting als energie-intensieve inrichting (vnl. door verbruik van elektriciteit) over een conform energieplan. Door het nemen van energiebesparende maatregelen heeft KCD het elektriciteitsverbruik van de niet technische gebouwen kunnen reduceren.

KCD stelt verder jaarlijks een monitoringsverslag op van haar broeikasgasemissies. In 2014 bedroeg de berekende emissies 1411 ton CO_2. 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 installaties, zit er niet veel beweging zitten in het niveau van deze emissies.

3.4.2 Effectbeoordeling

De impact op de luchtkwaliteit van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO, zoals de impact van de stofemissies en uitlaatemissies van werfmachines en vrachtwagens, wordt wegens de beperkte omvang van de werken en het tijdelijke karakter beoordeeld als beperkt negatief tot verwaarloosbaar.

De impact van de nieuwe dieselgroepen die in het kader van LTO voorzien worden, is verwaarloosbaar. Voor de nieuwe dieselgroepen die in het kader van LTO voorzien worden, gelden immers strengere emissiegrenswaarden dan voor de reeds bestaande installaties. De impact van de emissies van stikstofoxiden op de luchtkwaliteit is, zowel bij werking van Doel 1 en 2, als in het Nul-alternatief waarbij de dieselgeneratoren niet meer getest worden (na de definitieve stopzetting), verwaarloosbaar.

De zoutemissie vanuit de koeltorens zal niet wijzigen. 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.

Er zijn geen milderende maatregelen noodzakelijk.

De grensoverschrijdende of cumulatieve effecten zijn verwaarloosbaar.

De jaarlijkse CO_2-emissies schommelden in de periode 2000-2019 meestal tussen 1000 en 2000 ton. De rechtstreekse emissies zijn daarmee zeer beperkt. In het Nul-alternatief zullen deze emissies nog iets beperkter zijn.

Onrechtstreeks kan 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. Nucleaire energie is een koolstofarme energiebron. Uit een recente publicatie van het Internationaal Energieagentschap blijkt dat zonder verdere levensduurverlengingen van bestaande kerncentrales of nieuwe projecten kan er bijkomend 4 miljard ton CO_2 worden uitgestoten. Volgens het rapport zal een gamma aan technologieën, inclusief kernenergie, nodig zijn voor de energietransitie.

Er kan verondersteld worden dat de indirecte CO_2-emissies groter zouden (geweest) zijn in het Nul-alternatief, omdat er bij het stilleggen van Doel 1 en 2 meer elektriciteit zou moeten geïmporteerd zijn (en worden) vanuit het buitenland, en deze geïmporteerde elektriciteit deels via fossiele energiebronnen wordt opgewekt.

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.

3.5 Biodiversiteit

3.5.1 Uitgangssituatie

3.5.1.1 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.

3.5.1.1.1 Natura 2000 gebieden

De natuurlijke structuur van het afgebakende studiegebied wordt op het Europese niveau voornamelijk ingevuld door de volgende speciale beschermingszones:

- **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, Doelpolder Noord en de Brakke Kreek als ingerichte compensatiegebieden. 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.

3.5.1.1.2 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). 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.

3.5.1.1.3 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). 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.

3.5.1.1.4 Natuurreservaten

De **Schorren van Ouden Doel** zijn een erkend natuurreservaat (reservaatnr. E-110) dat gelegen is op de linkeroever van de Schelde. 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.

3.5.1.1.5 Andere gebieden belangrijk voor natuur

Andere belangrijke gebieden in de omgeving van de KCD zijn de **Hedwigepolder** en **Prosperpolder**. 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**. Deze gebieden sluiten aan bij het Schor van Ouden Doel en de Hedwigepolder en vormen sinds enkele jaren belangrijke gebieden voor de biodiversiteit.

De overige zones rond KCD zijn als poldergebied behouden gebleven (**Doelpolder, Arenbergpolder**). Deze poldergebieden 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[1], kan deze natuurontwikkeling voorlopig niet doorgaan zoals gepland.

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), Linkeroever (broedgebied), Galgeschoor en het Groot Buitenschoor (broed- en pleistergebied), het Kanaaldok B2, het Kanaaldok B3, de Zandvliet sluis, het Doeldok en het Deurganckdok.

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

[1] 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.
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.

3.5.2 Effectbeoordeling

3.5.2.1 Bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018

3.5.2.1.1 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).

3.5.2.1.1.1 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.

3.5.2.1.1.2 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.

3.5.2.1.2 Eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie

Eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie als gevolg van de werking van de KCD wordt als volgt beoordeeld ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD:

- 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. 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'.

3.5.2.1.3 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.

3.5.2.1.4 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. 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.

3.5.2.1.5 Lozing van koelwater

De lozing van koelwater wordt als volgt beoordeeld ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD:

- 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.

3.5.2.1.6 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:

- Eutrofiëring:
  - Voor de nutriëntenparameters nitraat+nitriet+ammonium en orthofosfaat wordt er een jaargemiddelde verwaarloosbare bijdrage berekend in de discipline Water ten opzichte van de situatie zonder de exploitatie van KCD. 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 van 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, wordt vanuit de discipline Water de aanbeveling gesteld 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.

3.5.2.2 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.

3.5.2.3 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 vinden enkel activiteiten plaats 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.

3.5.2.4 Nul-alternatief

3.5.2.4.1 Eutrofiëring en verzuring t.g.v. atmosferische depositie

De maximale stikstofdepositie bedraagt 0,035 kg N/(ha.jaar) voor de beschouwde emissies van KCD in het Nul-alternatief, 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.

De maximale stikstofdepositie van KCD in het Nul-alternatief 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'.

3.5.2.4.2 Rustverstoring

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.

3.5.2.4.3 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).

3.5.2.4.4 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.

3.5.2.4.5 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, wordt vanuit de discipline Water de aanbeveling gesteld 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.

3.5.2.5 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.

3.5.2.6 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.

3.5.3 Monitoring

Er worden geen monitoringsmaatregelen nodig geacht.

3.5.4 Mitigerende maatregelen en aanbevelingen

Er worden geen mitigerende maatregelen nodig geacht.

3.5.5 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.

3.6 Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie

3.6.1 Uitgangssituatie

De site van KCD vormt een belangrijk markeringspunt 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. De geproduceerde elektriciteit wordt via luchtleidingen afgevoerd, zowel in zuidelijke als in noordelijke richting.

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 open polders staan in sterk contrast met de haven- en industrie-installaties. 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 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.

De ‘Slikken en schorren van Oude Doel’ die gelegen zijn ter hoogte van en stroomafwaarts de KCD zijn beschermd als cultuurhistorisch landschap.

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.

Het bedrijfsterrein van KCD wordt in het noorden en oosten omgeven door het landschappelijk geheel ‘Brakwaterschorren langsheen de Schelde ten noorden van Antwerpen’.

Ter hoogte van KCD zijn er geen gekende archeologische sporen gevonden in het verleden. De oorspronkelijke gronden (polder, slikken en schorren) op de site KCD zijn opgehoogd met baggerspecie. Mogelijke archeologische sporen kunnen aanwezig zijn onder deze ophogingen.

3.6.2 Effectbeoordeling

De impact van de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO en van de bedrijfsfase van KCD in de toekomstige situatie kan voor de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie beoordeeld worden als verwaarloosbaar.

De werken en de nieuwe installaties zijn immers grotendeels afgeschermd door de bestaande gebouwen en dijken of passen binnen de huidige industriële context op de site. 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.

Zure regen ten gevolge van luchtverontreiniging met een impact op erfgoedwaarden en elementen van het landschap wordt niet verwacht. 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. De emissies van de nieuwe installaties zullen verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de totale emissies van de motoren van Doel 1 en Doel 2.

De landschapsvisuele impact van de KCD zal niet wijzigen tijdens de definitieve stopzettingen. 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.

In het Nul-alternatief hebben er geen ingrepen plaatsgevonden in het kader van de levensduurverlenging van Doel 1 en 2. Wat de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie betreft kan echter besloten worden dat er geen verschil is tussen de DSZ in 2015 (= Nul-alternatief) of in 2025.

Er worden geen milderende maatregelen of aanbevelingen noodzakelijk voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie.

Er treden voor discipline landschap, bouwkundig erfgoed & archeologie geen grensoverschrijdende of cumulatieve effecten op.

3.7 Mens – Gezondheid en Veiligheid

3.7.1 Uitgangssituatie

De te onderzoeken milieugezondheidsstressoren zijn geluidshinder, schaduw van de waterdamppluim, infectiegevaar door Legionella en psychosomatische aspecten. Verder worden ook veiligheid en de gevolgen van niet-nucleaire ongevallen besproken.

De milieukwaliteitsnorm voor het omgevingsgeluid tijdens de avond en nacht wordt reeds licht overschreden wanneer KCD niet in werking zou zijn. KCD zelf draagt bij normale werking ter hoogte van de dichtst bij gelegen woningen minder dan 2 dB(A) bij aan het omgevingsgeluid. Dit verschil is niet hoorbaar. Omwille van het reeds overschrijden van de milieukwaliteitsnorm beoordelen we de bijdrage toch als beperkt negatief.

De witte waterdamppluim van de koeltorens kan op korte afstand (ca. 3 km) invloed hebben op het aantal uren zon. De vermindering van het aantal uren zon is echter verwaarloosbaar ten opzichte van natuurlijke variaties. Bovendien bevindt de meeste bewoning zich op grotere afstand van de centrale. De impact wordt dan ook beoordeeld als beperkt negatief tot verwaarloosbaar.

Door de aanwezigheid van open koeltorens is het legionellabesluit van toepassing bij KCD. De legionellabacterie kan een ernstige longontsteking veroorzaken. De koeltorens die gebruik maken van

Scheldewater, vormen geen risico voor legionellabesmetting ten gevolge van het hoge zoutgehalte. Enkel de hulpkoeltorens van Doel 1 en 2 worden met stadswater op peil gehouden. Mits toepassing van het legionellabeheersplan is het risico voor besmetting met legionella vanuit de koeltorens echter verwaarloosbaar.

Psychosomatische klachten hangen samen met risicoperceptie. Er zijn geen specifieke gegevens beschikbaar over de risicoperceptie van de kerncentrale van Doel. Wel zijn er gegevens met betrekking tot de algemene houding van de bevolking ten aanzien van kernenergie en de nucleaire sector. Uit de bevragingen blijkt dat 53% is bezorgd over de risico's van een nucleair ongeval. Verder is 52% het ermee eens dat de kernreactoren in België op een veilige manier worden uitgebaat. 14% is het daar 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 dus enigszins verrassend. Mogelijk zijn mensen ook bezorgd over ongevallen in het buitenland met implicaties voor België.

Bij KCD zijn gevaarlijke stoffen aanwezig die gelet op hun hoeveelheden aanleiding zouden kunnen geven tot een (niet-nucleair) zwaar ongeval. Dit zijn gasolie, waterstof, hydrazine, kaliumchromaat en allerhande stoffen in kleine verpakkingen in magazijnen. Het externe mensrisico (dit is het risico op overlijden van personen buiten de inrichting) en het milieurisico bij zware ongevallen die zich bij KCD kunnen voordoen, werden geëvalueerd.

De maximale effectafstanden van de gebeurtenissen met een plaatsgebonden risico van 1% op overlijden reiken niet buiten de terreingrenzen. Het risico dat iemand overlijdt buiten de inrichting als gevolg van een zwaar ongeval van KCD wordt daarom beschouwd als volledig verwaarloosbaar.

De voor het milieu gevaarlijke stoffen zijn hydrazine en gasolie. Voor de installaties met deze stoffen werd een kwalitatieve milieurisicoanalyse uitgevoerd. Dit is een kwalitatieve oorzaken- en gevolgenanalyse. De analyse toont aan dat door de genomen maatregelen, om vrijzettingen van hydrazine en gasolie te voorkomen en gevolgschade aan het milieu te beperken, het resterende milieurisico verwaarloosbaar klein is.

3.7.2 Effectbeoordeling

Er vinden naar aanleiding van LTO geen aanpassingen plaats die een significante invloed hebben op gezondheidsrelevante milieustressoren.

De geluidsimpact, de wijziging in zonneschijnduur, en de risicoperceptie van KCD zullen niet wijzigen door het langer exploiteren van Doel 1 en 2 of door de aanpassingen die nodig zijn voor de LTO. Bij het stilleggen van Doel 1 en 2 zouden de hulpkoeltorens van deze centrales geen koelwatervraag meer hebben, zodat het risico op Legionella na de definitieve stopzetting geheel zou wegvallen. Aangezien het risico reeds als verwaarloosbaar beschouwd werd, is dit effect per saldo echter niet significant.

Bij een definitieve stopzetting van Doel 1 en 2 zouden in het begin of aan het einde van deze procedure een aantal gevaarlijke stoffen worden verwijderd. Het externe mensrisico en het milieurisico ten aanzien van installaties met deze stoffen zal dan eveneens afnemen. Er kan geconcludeerd worden dat het milieu- en externe mensrisico als gevolg van ongevallen met gevaarlijke stoffen tijdens of na definitieve

stopzetting van Doel 1 en 2 (= Nul-alternatief) iets kleiner zal zijn dan in het LTO-scenario en in beide gevallen verwaarloosbaar is.

De effecten van geluidshinder, schaduw van de waterdamppluim en infectiegevaar voor Legionella zijn in Nederland verwaarloosbaar gezien de afstand tot KCD.

Men zal echter ook in Nederland bezorgd kunnen zijn over het risico op nucleaire ongevallen bij KCD. 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).

3.8 Mens - Mobiliteit

3.8.1 Uitgangssituatie

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. Er stopt geen enkele buslijn aan de energiecentrale van Doel. Er zijn ook de transporten in functie van de bevoorrading en het onderhoud van de installaties. KCD beschikt ook over een kade langs de Schelde, waarlangs zwaar materiaal kan worden aangevoerd. Deze kade wordt eerder sporadisch gebruikt.

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…).

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. Verzadiging van het lokale wegennet van en naar KCD treedt niet op. Druk verkeer in de ochtend- en avondspits is echter wel mogelijk.

Er zijn geen verkeerstellingen uitgevoerd tijdens de Uitgangssituatie. De exacte verkeersintensiteiten op de kruispunten zijn bijgevolg niet gekend.

3.8.2 Effectbeoordeling

De verkeersintensiteiten veroorzaakt door het transport van KCD op de toegangsweg naar KCD is aanzienlijk in de piekmomenten en verwaarloosbaar daarbuiten.

Bij de werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO en tijdens de bedrijfsfase van KCD in de toekomstige situatie leiden tot een lichte toename van het aantal transporten, respectievelijk door het werfverkeer en door het bijkomend aantal werknemers. Transporten voor de toelevering van werfmaterialen, afvalstoffen en te hergebruiken materialen hebben voornamelijk buiten de spitsuren plaats gevonden. Het aantal werknemers bij de levensduurverlenging van Doel 1 en 2 zal licht stijgen met ca. 11%. Rekening houdend met een verzadigingsgraad (buiten de spits) kan het effect op de verkeersafwikkeling beoordeeld worden als hoogstens 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.

Cumulatieve effecten worden niet verwacht met het complex project “Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen” Gezien de aard en omvang van het Project, kan aangenomen worden dat het Project nog niet (volledig) gerealiseerd zal zijn tegen 2025. 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 richting de R2 voorzien te worden. Er zullen in het complex project maatregelen genomen moeten worden om de verkeersafwikkeling te garanderen.

Er zijn geen andere projecten in de omgeving aanwezig waarmee cumulatieve effecten verwacht worden.

Er treden geen grensoverschrijdende effecten op voor de discipline mobiliteit.

3.9 Afval

3.9.1 Uitgangssituatie

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. KCD houdt bij hoeveel afval door wie wordt afgevoerd en waar het wordt verwerkt. Deze boekhouding voldoet aan de wettelijke voorschriften.

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. Dit verklaart de dalende trend in de hoeveelheid restafval. In 2014 bedroeg de totale hoeveelheid klassiek afval 4.830 ton waarvan 193 ton restafval.

3.9.2 Effectbeoordeling

De werkzaamheden die hebben plaatsgevonden in het kader van de aanpassingen voor LTO zijn gepaard gegaan met de productie van een hoeveelheid afval. Er is geen cijfers bekend van het afval dat ten gevolge van LTO geproduceerd is. Na het uitvoeren van de LTO maatregelen verschilt de afvalproductie niet sterk ten opzichte van de Uitgangssituatie. Bij de DSZ zullen er echter terug 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. Het afval wordt selectief ingezameld, gesorteerd en afgevoerd volgens specifieke eigenschappen.

De KCD heeft voor zijn afvalstromen een milieuzorgsysteem conform de internationale norm ISO14001 en de Europees EMAS verordening. Ook wordt de regelgeving vastgelegd in VLAREMA en VLAREBO gevolgd. Bijkomende mitigerende maatregelen of aanbevelingen worden niet nodig geacht.

Bij een DSZ in 2015 (= Nul-alternatief) zou er in totaal minder afval geproduceerd zijn door de KCD dan bij een levensduurverlenging van Doel 1 en 2 tot 2025. Het gaat over het afval ten gevolge van de bouw- en graafwerkzaamheden en afval dat ontstaat bij een normale exploitatie van Doel 1 en 2.

Er treden voor de discipline afval geen grensoverschrijdende of cumulatieve effecten op.

3.10 Accidentele situatie

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 Effecten van de radiologische aspecten

In het MER is op een rij gezet wat de milieueffecten zijn van het Project en van het alternatief, vergeleken met de Uitgangssituatie. Hiertoe zijn onderstaande radiologische milieuaspecten onderzocht:

- Directe straling aan de terreingrens
- Stralingsblootstelling van de medewerkers
- Radioactieve gasvormige lozingen
- Radioactieve vloeibare lozingen
- Radioactief afval
- Verbruikte splijtstofelementen
- Totale effectieve volgdosis[2] tijdens normaal bedrijf
- Accidentele situaties

Om de milieueffecten in kaart te brengen worden per aspect de volgende onderwerpen beschreven:

Onderwerp	Dit beschrijft
Methodologie	Welke methode is gebruikte om een milieueffect te meten en hoe de meting plaats vindt
Uitgangssituatie	Wat de toestand van het milieu was voorafgaand aan uitvoering van het Project of het Nul-alternatief
Milieueffect van het Project	Welk effect het uitvoeren van het Project heeft op het milieu
Milieueffect van het Nul-alternatief	Welk effect het uitvoeren van het Nul-alternatief heeft op het milieu
Cumulatieve effecten (waar relevant)	Hoe groot de milieueffecten zijn, opgeteld over de gehele duur van het Project
Grensoverschrijdende effecten	Of er milieueffecten buiten de landsgrens te verwachten zijn, en hoe groot deze dan eventueel zijn
Monitoring	Op welke wijze wordt door daarvoor geautoriseerde instanties het betreffende milieueffect gevolgd
Mitigerende maatregelen	Of maatregelen benodigd zijn om milieueffecten te verkleinen, en welke deze dan zijn
Leemten in kennis	Of er nog informatie ontbreekt om een milieueffect adequaat in te kunnen schatten

Hieronder worden de radiologische aspecten 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.

[2] De volgdosis is de geaccumuleerde dosis over de gehele tijd die een radioactieve stof in het lichaam aanwezig zal zijn.

4.1 Normale uitbating

4.1.1 Directe straling aan de terreingrens

Vrijwel alle radioactiviteit op de locatie van KCD bevindt zich in de kern van de reactoren en de verbruikte splijtstofelementen, het radioactieve afval en de installaties waar radioactief materiaal wordt verwerkt en tijdelijk opgeslagen. Zowel de reactorgebouwen, het SCG als WAB-gebouw zijn ontworpen om zo goed als alle uitgezonden ioniserende straling te absorberen. Desondanks kunnen de verschillende installaties – evenals werkzaamheden op het terrein van KCD – leiden tot een verhoogde dosis. Om de gevolgen hiervan voor de bevolking te kunnen beoordelen, wordt er gekeken naar de dosis aan de terreingrens van KCD. Voor dit punt is gekozen omdat dit het punt het dichtstbij KCD ligt waar een willekeurig lid van de bevolking zich kan bevinden.

De directe straling aan de terreingrens vormt een onderdeel van de totale effectieve volgdosis waar een lid van de bevolking aan kan worden blootgesteld als gevolg van de uitbating van KCD. De effecten van het Project op de effectieve volgdosis voor een lid van de bevolking wordt in § 4.1.7 beschreven.

Methodologie
De dosis wordt aan de terreingrens gemeten door 24 dosismeters. Deze dosismeters kunnen (evenals alle andere soorten dosismeters) geen onderscheid maken tussen de natuurlijke achtergrondstraling (o.a. kosmische straling en straling afkomstig van bouwmaterialen) en straling afkomstig vanuit KCD. Voor de huidige beoordeling wordt uitgegaan van een achtergrondstraling van 0,70 mSv per jaar[3], wat overeenkomt met de laagste vastgestelde gemiddelde achtergrondstraling in het noorden van België.

Uitgangssituatie
De gemiddelde dosis op de terreingrens van KCD ligt in de Uitgangssituatie rondom de achtergronddosis. Meetpunten aan de terreingrens ter hoogte van de WAB en SCG tonen een iets verhoogde gemiddelde dosis. Ten opzichte van de achtergrondstraling (0,70 mSv per jaar) is dit een verhoging van 0,20 mSv per jaar.

De maximale verhoging die mag optreden als gevolg van de uitbating van KCD is wettelijk vastgelegd op 1 mSv per jaar voor een lid van de bevolking. Gesteld kan dus worden dat in de Uitgangssituatie de hoogst gemeten dosis (boven de achtergrondstraling) nog steeds ruim onder de toegestane limiet ligt.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
Tijdens de uitvoering van het Project tussen 2015-2018 is een licht verhoogde dosis aan de terreingrens gemeten ten opzichte van de Uitgangssituatie voorafgaand aan het Project (2012-2014). Evenals in de Uitgangssituatie werd de hoogste dosis gemeten ter hoogte van de gebouwen WAB en SCG. Deze is wat hoger ten opzichte van de Uitgangssituatie en valt nog steeds ruim binnen de wettelijke totale effectieve dosislimiet voor een lid van de bevolking. Hoewel er geen duidelijke bron hiervan aan te wijzen is, is de

[3] De milisievert (symbool mSv) is een eenheid voor de equivalente dosis ioniserende straling waaraan een mens in een bepaalde periode is blootgesteld.

verhoging vermoedelijk te wijten toegenomen hoeveelheid opgeslagen verbruikte splijtstofelementen in het SCG in deze fase.

Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 - 2025)
Tijdens de bedrijfsfase (2019-2025) is de maximale dosis die verwacht wordt aan de terreingrens vergelijkbaar met de dosis tijdens de fase van het Project tussen 2015-2018. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat het Project ook in deze fase geen significante impact heeft op het milieu met betrekking tot de directe straling.

Cumulatieve effecten
De cumulatieve dosis als gevolg van de uitbating van KCD met de uitvoering van het Project, welke een persoon zou oplopen door directe straling als deze zich continu op de terreingrens zou bevinden, bedraagt 2,9 mSv (11 jaar à 0,27 mSv per jaar). Ter illustratie: deze cumulatieve dosis ligt ruim onder de gemiddelde achtergronddosis van België (43,8 mSv).

Nul-alternatief
Indien geen levensduurverlenging zal plaatsvinden zullen KCD-1 en KCD-2 worden afgeschakeld en zal gestart worden met DSZ. Vanaf dat moment zal het uitbaten van KCD-1 en KCD-2 geen directe invloed hebben op het stralingsniveau aan de terreingrens. Tijdens de periode van DSZ van KCD-1 en KCD-2 zal directe straling t.g.v. KCD-1 en KCD-2 blijven bijdragen aan de dosis aan de terreingrens. Zoals eerder beschreven, wordt de bijdrage van de dosis aan de terreingrens met name bepaald door directe straling uit het SCG.

In geval van het Nul-alternatief kan enkel gesteld worden dat de geobserveerde verhoging van de dosis nabij het SCG (0,07 mSv per jaar), niet zal plaatsvinden omdat het Project niet wordt uitgevoerd in het Nul-alternatief.

Grensoverschrijdende effecten
Vrijwel alle dosis afkomstig van directe straling vanuit KCD bestaat uit gammafotonen waarvan het dosistempo kwadratisch afneemt bij het vergroten van de afstand. De meest nabij gelegen landsgrens is die van Nederland. De dosis aan de terreingrens ten opzichte van de achtergrondstraling (0,7 mSv) bedroeg in de Uitgangssituatie 0,20 mSv. Aan de Nederlandse grens resulteert dit in een dosistempo van 0,000078 mSv per jaar. Conform het Nederlandse Besluit basisveiligheidsnormen is de toegestane limiet 0,1 mSv per jaar als gevolg van directe straling, vloeibare en gasvormige radioactieve lozingen. Het dosistempo is dus uiterst gering. Omdat het dosistempo verder 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). Grensoverschrijdende effecten als gevolg van directe straling kunnen hiermee worden uitgesloten.

Monitoring
Het FANC beheert landelijk netwerk (TELERAD-netwerk) met ruim 250 meetstations op het Belgische grondgebied. Hiermee wordt voortdurend de radioactiviteit in de lucht en in het water meten. Rond KCD staat een relatief groot aantal meetstations opgesteld welke continue de dosis meten. Eventuele afwijkingen in de dosis zullen onmiddellijk een alarm in werking stellen zodra een waarschuwingsdrempel overschreven wordt.

Mitigerende maatregelen
Op basis van de beschikbare data neemt de directe straling aan de terreingrens van KCD niet significant toe en zijn er geen mitigerende maatregelen benodigd.

Leemten in kennis
Er dient opgemerkt te worden dat de meetwaarden van de terreingrensdosis in orde van grootte van de achtergrondstraling liggen. Ook dient opgemerkt te worden dat er geen eenduidige verklaring is voor de geringe hogere waarden van sommige meetpunten 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.

4.1.2 Stralingsblootstelling van de medewerkers

Dagelijks werken circa 2000 personen bij de kerncentrale Doel, zowel eigen als externe medewerkers. Een groot deel hiervan, de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers, wordt niet blootgesteld aan ioniserende straling (anders dan de achtergrondstraling). Echter, een deel van de medewerkers (de beroepshalve blootgestelde medewerkers) kan tijdens hun werk wel blootgesteld worden aan ioniserende straling, met name bij werkzaamheden in de radiologische zones.

Methodologie
De stralingsbelasting voor beroepshalve blootgestelde medewerkers wordt voortdurend gemonitord door met name persoonlijke dosismeters. De ontvangen dosis wordt voor iedere medewerker getoetst aan de interne limiet van KCD (10 mSv per jaar). Deze interne limiet is de helft van de wettelijke limiet van 20 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden.

Om de stralingsbelasting voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers op de site te bepalen wordt gebruik gemaakt van de beschikbare dosisdata afkomstig van zogenoemde getuigemonitoren. Deze staan in op representatieve plekken verschillende gebouwen buiten de radiologische zone opgesteld en worden regelmatig uitgelezen. Voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers geldt een wettelijke limiet van 1 mSv per jaar, gelijk aan de totale dosislimiet voor een lid van de bevolking.

Uitgangssituatie
In de Uitgangssituatie (2012-2014) lag de gemiddelde effectieve dosis van alle beroepshalve blootgestelde medewerkers ongeveer een factor zes lager dan de gemiddelde effectieve dosis voor medewerkers in het nucleaire werkgebied zoals UNSCEA (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*) deze heeft gepubliceerd in 2000. De gemiddelde effectieve dosis van alle bij KCD beroepshalve blootgestelde medewerkers ligt ruim onder de KCD-interne limiet van 10 mSv per jaar en daarmee eveneens ruim onder de wettelijke limiet voor beroepshalve blootgestelden. Voor de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers geldt dat op basis van de zogenoemde getuigemonitoren de gemiddelde blootstelling te verwaarlozen is.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
De uitvoering van werkzaamheden tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015-2018 leidt tot een lichte toename van de collectieve dosis (de dosis van alle medewerkers samen) voor beroepshalve blootgestelde medewerkers ten opzichte van de Uitgangssituatie. Omdat er echter meer medewerkers

ingezet zijn voor uitvoering van de LTO-maatregelen ligt de gemiddelde effectieve dosis per medewerker nog steeds ruim onder de KCD-interne limiet van 10 mSv per jaar. Hiermee wordt geconcludeerd dat deze fase geen significante negatieve impact heeft op de beroepshalve blootgestelde medewerkers.

Voor de niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers kan net als in de vorige paragraaf gebruikt gemaakt worden van de zogenoemde getuigemonitoren. Op basis van de getuigemonitoren kan geconcludeerd worden dat de gemiddelde blootstelling voor deze medewerkers verwaarloosbaar is. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 geen impact heeft op de dosis voor niet-beroepshalve blootgestelde medewerkers.

Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 - 2025)
De dosis tijdens de bedrijfsfase in de toekomstige situatie (2019-2025) is vergelijkbaar met die gedurende de Uitgangssituatie.

Nul-alternatief
Bij het Nul-alternatief zullen zowel KCD-1 als KCD-2 definitief worden stopgezet. In dat geval zullen medewerkers niet meer worden blootgesteld worden aan ioniserende straling als gevolg van uitbating van 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 werkzaamheden t.b.v. DSZ. 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. Electrabel verwacht op basis van DSZ werkzaamheden die de laatste 10 jaar bij Duitse kerncentrales hebben plaatsgevonden, dat de blootstelling van beroepshalve blootgestelde medewerkers aanzienlijk lager is dan gedurende werkzaamheden tijdens uitbating.

Grensoverschrijdende effecten
Voor alle medewerkers, onafhankelijk waar deze woonachtig zijn, geldt de Belgisch wetgeving. Hiermee zijn grensoverschrijdende effecten niet van toepassing.

Monitoring
Bij wet is geregeld welke monitoring minimaal gedaan dient te worden door de werkgever. Hierop wordt toezicht gehouden door het FANC. De persoonsdosimetrie wordt uitgevoerd door een onafhankelijk, door het FANC erkend instituut. Met getuigemonitoren wordt ook de blootstelling van niet-blootgesteld personeel gecontroleerd.

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.

Leemten in kennis
De beschikbare kennis is voldoende om de effecten van stralingsblootstelling ten gevolge van uitvoering van het Project te bepalen. Er komen geen leemten in kennis naar voren die een goede effectbepaling belemmeren.

4.1.3 Radioactieve gasvormige lozingen

Als gevolg van de uitbating van KCD worden radioactieve gassen geproduceerd. Deze worden binnen de nucleaire eenheden opgevangen en lang genoeg opgeslagen zodat de kortlevende radionucliden vervallen. Hierdoor wordt de radioactiviteit van de gassen sterk gereduceerd. Na vervalopslag worden de gassen gefilterd en via de ventilatieschacht geloosd. Voorafgaand aan de lozing wordt de activiteitconcentratie bepaald. Indien de activiteit hoger is dan de vastgestelde activiteitlimiet, dan vindt geen lozing plaats. Tot slot worden de gemeten activiteitwaarden op het moment van lozing geregistreerd zodat kan worden aangetoond dat aan de geldende vergunde limieten wordt voldaan.

De radioactieve gasvormige lozingen veroorzaken een deel van de totale effectieve volgdosis waar een lid van de bevolking maximaal aan blootgesteld kan worden als gevolg van de uitbating van KCD. Deze totale effectieve volgdosis wordt in § 4.1.7 beschreven.

Methodologie
Een model wordt gebruikt om te bepalen hoe de gassen zich na het lozen in de atmosfeer verspreiden. Dit model is gebaseerd de rekenmethodiek van de *United States Nuclear Regulatory Commission*. De berekeningsresultaten worden vervolgens gebruikt om de effectieve volgdosis te berekend volgens een internationaal erkende methodologie; welke naar Belgisch context door FANC werd aangepast. Daarnaast worden om abnormale radioactieve besmetting van de voedselketen te detecteren jaarlijks mos-, gras- en grondmonsters genomen en geanalyseerd.

Uitgangssituatie
De lozing in de Uitgangssituatie is bepaald op basis van de jaarlijks gerapporteerde activiteit welke geloosd is in de atmosfeer in 2012 tot en met 2014. Het merendeel van de geloosde activiteit is afkomstig van edelgassen en – in mindere mate – door tritium. Alle geloosde activiteiten liggen ruim onder de vergunde lozingslimieten. De gegevens over 2012-2014 tonen wel een lichte spreiding tussen de verschillende jaren. Deze wordt veroorzaakt door verschillende factoren die per jaar fluctueren als de productietijd en werkzaamheden.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
In de periode 2015-2018 worden de LTO-maatregelen tijdens revisies uitgevoerd en zullen de eenheden uitgebaat worden vergelijkbaar met de Uitgangssituatie. Hoewel naast reguliere uitbating veel werkzaamheden worden uitgevoerd is de radioactieve gasvormige lozingen gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 vergelijkbaar met de Uitgangssituatie. De bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 heeft hierdoor een verwaarloosbare impact op het milieu.

Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 - 2025)
In de periode 2019-2025 worden KCD-1 en KCD-2 verder geëxploiteerd. Omdat de bedrijfsprocessen niet zijn veranderd, wordt verwacht dat de totale geloosde gasvormige activiteit in de periode 2019-2025 niet verandert ten opzichte van de Uitgangssituatie. De bedrijfsfase van het Project tussen 2019 en 2025 van het Project heeft hierdoor eveneens een verwaarloosbare impact op het milieu.

Cumulatieve effecten
De hoogst mogelijke cumulatieve dosis aan de terreingrens van KCD als gevolg van radioactieve gasvormige lozingen tijdens het Project bedraagt 0,044 mSv. Dit is vergelijkbaar met de dosis die wordt

opgelopen tijdens één trans-Atlantische vlucht (0,040 à 0,050 mSv). De geloosde activiteit en de effectieve volgdosis als gevolg van radioactieve gasvormige lozingen tijdens regulier bedrijf zullen na de uitvoering van de LTO-maatregelen naar verwachting niet afwijken van de Uitgangssituatie.

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, alleen nog door KCD-3 en KCD-4. De effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van KCD, zonder KCD-1 en KCD-2, is 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 over blijven.

Electrabel verwacht op basis de DSZ werkzaamheden die de laatste 10 jaar bij Duitse kerncentrales hebben plaatsgevonden aanzienlijk lagere gasvormige lozingshoeveelheden dan gedurende werkzaamheden tijdens uitbating. Het uiteindelijke verschil in radioactieve gasvormige lozingen tussen het Nul-alternatief, de Uitgangssituatie en het Project is hierdoor verwaarloosbaar klein.

Grensoverschrijdende effecten
De radioactieve gasvormige lozingen worden in de atmosfeer geloosd en door de wind meegevoerd en verdund. Afhankelijk van de wind bereiken de geloosde gassen de grens met een of meerdere van de omringende landen. Van alle landsgrenzen bevindt de Nederlandse grens zich op kortste afstand van KCD; ca. 3 km. Op basis van de vergunde lozingen in de Uitgangssituatie is de effectieve volgdosis aan de Nederlandse grens berekend. Die berekeningen tonen aan dat de effectieve volgdosis ruim onder de meer stringente Nederlandse wettelijke limiet (0,1 mSv/jaar) van de totale effectieve dosis voor een lid van de Nederlandse bevolking ligt.

Voor de overige omringende landen (Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk) is ook de effectieve volgdosis aan de desbetreffende landsgrens berekend. De berekeningen tonen aan dat de effectieve volgdosis bij de landsgrenzen van Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk als gevolg van KCD significant lager is dan de volgdosis aan de Nederlandse grens. Daarmee is de totale effectieve dosis ook ver onder de toegestane limiet voor een lid van de Nederlandse bevolking.

Monitoring
Het radiologisch toezicht op het Belgisch grondgebied wordt periodiek door het FANC uitgevoerd. Er worden metingen gedaan van onder andere omgevingslucht, regenwater, bodem en melk in de buurt van KCD. Op die manier wordt geëvalueerd of de kwaliteit van het leefmilieu radiologisch gezien van voldoende kwaliteit blijft.

Mitigerende maatregelen
Op basis van de beschikbare data hebben de radioactieve gasvormige lozingen van KCD-1 en KCD-2 geen significante impact op het milieu en zijn er geen mitigerende maatregelen benodigd.

Leemten in kennis
Er zijn niet altijd exacte gegevens beschikbaar over de herkomst van de lozingen vanuit het WAB. Voor de huidige beoordeling is door een aanname gedaan welke deel van de geloosde atmosferische activiteit

vanuit het WAB toegekend wordt aan KCD-1 en KCD-2. De beschikbare kennis is daarmee voldoende om de effecten van de gasvormige radioactieve lozingen van dit voornemen te bepalen.

4.1.4 Radioactieve vloeibare lozingen

KCD loost een gecontroleerde hoeveelheid radioactief afvalwater in de Schelde, altijd pas nadat is vastgesteld dat de lozing voldoet aan de vergunningslimieten. De lozingen bestaan hoofdzakelijk uit proceswater dat binnen de installatie wordt verzameld (bijvoorbeeld tijdens werkzaamheden aan systemen met primair koelwater, analysemonsters of spoelwater uit de radiologische zone). Het afvalwater van alle eenheden wordt in het WAB verzameld, waar zoveel mogelijk radionucliden uit het water worden verwijderd.

De radioactieve vloeibare lozingen veroorzaken een deel van de totale effectieve volgdosis waar een lid van de bevolking maximaal aan blootgesteld kan worden als gevolg van de uitbating van KCD. Deze totale effectieve volgdosis wordt in § 4.1.7 beschreven.

Methodologie
De gemeten activiteitwaarden op het moment van lozing worden geregistreerd om aan te tonen dat aan de geldende vergunde limieten wordt voldaan. Gebaseerd de internationaal erkende rekenmethodiek van de *United States Nuclear Regulatory Commission*, welke naar Belgisch context door FANC werd aangepast wordt de effectieve volgdosis berekend. Daarnaast worden jaarlijks stroomop- en stroomafwaarts van het lozingspunt, op verschillende afstanden van KCD monsters van het water genomen en onderzocht. De resultaten van deze campagnes geven een inzicht in de daadwerkelijke opname van radionucliden in het milieu.

Uitgangssituatie
Tijdens de Uitgangssituatie werden de nucleaire eenheden uitgebaat en werden tijdens revisies werkzaamheden uitgevoerd. De geloosde activiteiten tijdens de Uitgangsperiode (2012-2014) bestaat voornamelijk uit tritium en ligt voor geheel KCD zeer ruim onder de vergunde lozingslimieten.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
Qua aard is deze fase van het Project vergelijkbaar met de Uitgangssituatie. Dit is terug te zien in de geloosde activiteiten gedurende de periode 2015-2018. De data over deze periode toont wel een lichte spreiding tussen de verschillende jaren. De schommelingen kunnen door diverse factoren veroorzaakt worden, zoals de aard van de werkzaamheden en totale productietijd van de eenheden. De bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 heeft hierdoor een verwaarloosbare impact op het milieu.

Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 - 2025)
Na uitvoering van de LTO-maatregelen zullen de eenheden (KCD-1 en KCD-2) verder bedreven worden gedurende de bedrijfsfase in de toekomstige situatie (2019-2025). Ook gedurende deze fase zullen werkzaamheden plaatsvinden tijdens revisies en zal activiteit geloosd worden in de Schelde. Daarom zal er ook geen verschil bestaan tussen de uitbating gedurende de Uitgangssituatie (2012-2014) en de bedrijfsfase in de toekomstige situatie en wordt verwacht dat de geloosde activiteit vergelijkbaar zal zijn met de geloosde activiteit gedurende de Uitgangssituatie.

Cumulatieve effecten
De hoogst mogelijke cumulatieve dosis aan de terreingrens van KCD bedraagt 0,003 mSv ten gevolge van het verder uitbaten van KCD-1 en KCD-2. Deze cumulatieve dosis als gevolg van vloeibare radioactieve lozingen is zeer gering en zal niet leiden tot significant meetbare effecten.

Nul-alternatief
Indien het Project niet plaats vindt, zullen zowel KCD-1 als KCD-2 definitief worden stopgezet, waarna enkel routinematige lozingen vanuit KCD-3 en KCD-4 zullen plaatsvinden. De effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van KCD, zonder KCD-1 en KCD-2, is vergeleken 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 over blijven.

Na de afschakeling van KCD-1 en KCD-2 begint de DSZ, waarbij deze eenheden voorbereid worden op ontmanteling. Hierbij tijdens legen van primaire kringen en het reinigen van diverse systemen zullen verschillende afvalwaterstromen ontstaan en opgevangen worden voor verwerking in het WAB. In het WAB wordt de aanwezige activiteit zoveel als mogelijk uit het water verwijderd. Electrabel verwacht op basis van DSZ werkzaamheden die de laatste 10 jaar bij Duitse kerncentrales hebben plaatsgevonden aanzienlijk lagere vloeibare radioactieve lozingshoeveelheden dan gedurende werkzaamheden tijdens uitbating. Het uiteindelijke verschil in radioactieve vloeibare lozingen tussen het Nul-alternatief, de Uitgangssituatie en het Project is hierdoor verwaarloosbaar klein.

Grensoverschrijdende effecten
De radioactieve vloeibare lozingen worden in de Schelde geloosd, welke via het Nederlandse grondgebied in de Noordzee stroomt. Op basis van de vergunde radioactieve vloeibare lozingen van geheel KCD is de effectieve volgdosis berekend aan de Nederlandse grens. Deze berekeningen tonen aan dat de effectieve volgdosis ruim onder de meer stringente Nederlandse wettelijke limiet (0,1 mSv/jaar) van de totale effectieve dosis voor een lid van de Nederlandse bevolking ligt.

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. Dit komt mede omdat de verspreiding in rivieren en zeeën complex is. Echter, als gevolg van de grote afstand van KCD tot de desbetreffende grens, kunnen doses als gevolg van radioactieve vloeibare lozingen als verwaarloosbaar worden beschouwd.

Monitoring
Het radiologisch toezicht in België wordt door het FANC uitgevoerd. Er worden stroomop- en stroomafwaarts van KCD metingen verricht, zoals van oppervlaktewater, sediment, algen en vissen. Hierdoor is het mogelijk om de invloed van radioactiviteit op het leefmilieu continue te evalueren en te monitoren.

Mitigerende maatregelen
De voorzieningen van KCD-1 en KCD-2 ten behoeve van de radioactieve vloeibare lozingen zijn zodanig dat ruimschoots voldaan wordt aan de daarvoor geldende criteria. Daarom zijn geen additionele mitigerende maatregelen nodig.

Leemten in kennis
Er zijn niet altijd exacte gegevens beschikbaar over de herkomst van de lozingen vanuit het WAB. Voor de huidige beoordeling is daarom een aanname gedaan welk aandeel van het water toegekend wordt aan KCD-1 en KCD-2. De beschikbare kennis is voldoende om de effecten van de vloeibare radioactieve lozingen bij uitvoering van het Project te bepalen.

4.1.5 Radioactief afval

Tijdens de exploitatie ontstaan veel verschillende afvalstromen, waarvan het grootste deel niet-radioactief is en als niet-radioactief afval wordt afgevoerd.

Een klein deel van de afvalstromen bevat significante hoeveelheden aan radionucliden en dient daarom als radioactief afval afgevoerd te worden. Hierbij gaat het om laag- en middelradioactief afval. Voorbeelden van laagradioactief afval zijn besmette persoonlijke beschermingsmiddelen (o.a. handschoenen), schoonmaakmaterialen, filters en vervangen onderdelen (o.a. leidingdelen). Voorbeelden van middelradioactief afval zijn harsen en wanneer een kerncentrale ontmanteld wordt sommige componenten van de reactor.

Naast laag- en middelradioactief afval, bestaat ook hoogradioactief afval. Dit kenmerkt zich door grote hoeveelheden alfa-, bèta- en/of gammastralende nucliden. Tijdens de uitbating van KCD wordt geen hoogradioactief afval geproduceerd. Verbruikte splijtstofelementen zijn hoogradioactief, maar omdat 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 (zie § 4.1.6).

Het voornaamste radiologische milieuaspect van radioactief afval is ioniserende straling. Zolang het afval zich op de site van KCD bevindt, draagt dit bij aan de dosis aan de terreingrens. Dit is daarom onderdeel van directe straling aan de terreingrens en wordt daarbij meegenomen.

Methodologie
Naast het voorkomen van het ontstaan van afval wordt reductie van het volume aan radioactief afval als belangrijke (en wettelijk vereiste) maatregel gezien om de hoeveelheden afval te minimaliseren. Bij KCD wordt al het vaste radioactieve afval ingezameld in het WAB. In het WAB wordt door mechanische en/of chemische processen het volume zoveel mogelijk verkleind. Waarna het wordt verpakt en daar waar mogelijk geconditioneerd in een betonmengsel, alvorens naar Belgoprocess af te voeren. De hoeveelheid radioactief afval wordt typisch uitgedrukt in volumes. De afgevoerde volumes worden gerapporteerd in de jaarlijkse milieuverklaringen van KCD.

Uitgangssituatie
In de Uitgangssituatie wordt het meeste afval geproduceerd als gevolg van werkzaamheden tijdens de reguliere revisies. Omdat de revisies qua duur en soort werkzaamheden onderling verschillen, varieert het jaarlijkse volume per jaar. De gemiddelde afgevoerde afvalhoeveelheden per jaar over de periode 2012-2014 zijn als uitgangspunt genomen voor de Uitgangssituatie.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
De gemiddelde afgevoerde afvalhoeveelheden per jaar over de periode 2015-2018 zijn enigszins lager dan die in de Uitgangssituatie. Hierbij moet wel in ogenschouw genomen worden dat het niet al het afval dat in deze fase is ontstaan al is verwerkt in het WAB en daarna afgevoerd. Voorzien is dat dit in de loop van de bedrijfsfase in de toekomstige situatie zal gebeuren.

Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 - 2025)
De verwachting is dat de totale hoeveelheid radioactief afval in de bedrijfsfase in de toekomstige situatie niet sterk zal afwijken van de Uitgangssituatie, omdat de Uitgangssituatie en bedrijfsfase in de toekomstige situatie vergelijkbaar zijn. Wel kan enige fluctuatie per jaar verwacht worden in afgevoerde afvalvolumes, ook mede gezien de verwerking van afval ten gevolge van de LTO-maatregelen.

Cumulatieve effecten
De cumulatieve hoeveelheid radioactief afval als gevolg van het LTO-project voor de periode 2015-2025 bedraagt 363 m^3 (11 jaar 32,9 m^3 per jaar).

Nul-alternatief
In het geval van het Nul-alternatief zullen de KCD-1 en KCD-2 worden stopgezet en zal de DSZ worden geïnitieerd. Tijdens de DSZ zal radioactief afval worden gegenereerd. Het afval afkomstig van de DSZ-activiteiten wordt daarom ook daar waar mogelijk in het WAB verwerkt. De verwachting is dat de hoeveelheden radioactief afval over de gehele periode van DSZ op jaarbasis lager zal zijn dan de hoeveelheden tijdens uitbating. Daarom zal er vanaf 2015 geen radioactief afval t.g.v. uitbating van KCD-1 en KCD-2 afkomstig zijn, echter wel door werkzaamheden t.b.v. DSZ.

Grensoverschrijdende effecten
Al het geproduceerde afval zal op het Belgische grondgebied verwerkt en opgeslagen worden tot een definitieve oplossing is gerealiseerd. NIRAS (Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen) 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.

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 FANC.

Mitigerende maatregelen
Om het totale volume aan laag- en middelradioactief afval te minimaliseren wordt het vast afval in het WAB verwerkt (geperst en versnipperd) en wordt vast afval verbrand (bij Belgoprocess). Het gebruik van deze technieken leidt tot een sterke volumereductie van het afval.

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.

4.1.6 Verbruikte splijtstofelementen

Een cyclus van KCD-1 en KCD-2 duurt gemiddeld 12 maanden, waarna de splijtstofelementen in de kern opnieuw worden ingedeeld om te compenseren voor de afname van de splijtstof in een element. Hierbij wordt gemiddeld een kwart van de splijtstofelementen uit de kern vervangen door nieuwe elementen.

Het voornaamste radiologische milieuaspect van verbruikte splijtstofelementen is de ioniserende straling die afkomstig is van de elementen tijdens het transport naar en opslag in het SCG. Dit is daarom onderdeel van directe straling aan de terreingrens en van de stralingsblootstelling van de medewerkers en wordt bij deze twee aspecten meegenomen.

Methodologie
Het aantal afgevoerde verbruikte splijtstofelementen is bepaald op basis van de gepubliceerde milieuverklaringen van Electrabel. Daarin is het aantal splijtstofelementen per jaar gepubliceerd; daarom wordt in de methodiek op jaarbasis gekeken.

In afwachting van het besluit van de Belgische regering ten aanzien van de opwerking van verbruikte splijtstofelementen, dienen alle verbruikte splijtstofelementen op de site te worden opgeslagen. Dit heeft tot gevolg dat met elk uitbatingsjaar het aantal op het terrein opgeslagen verbruikte splijtstofelementen toeneemt.

Uitgangssituatie
Het aantal splijtstofelementen dat aan het eind van een cyclus wordt vervangen is variabel. Dit is omdat het bijvoorbeeld afhankelijk is van de energieproductie en de duur van de cyclus. Als uitgangspunt is voor de Uitgangssituatie het meerjarig gemiddelde aantal afgevoerde verbruikte splijtstofelementen over de jaren 2012-2014 genomen. Voor zowel KCD-1 als KCD-2 zijn dit 32 stuks per jaar.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
Gedurende de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 worden KCD-1 en KCD-2 op vergelijkbare wijze uitgebaat als tijdens de Uitgangssituatie. Het productietempo van verbruikte splijtstofelementen is daarom in de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 gelijk aan dat in de Uitgangssituatie.

Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 - 2025)
Het tempo van verbruik van splijtstofelementen zal in de bedrijfsfase (2019-2025) gelijk zijn aan dat van de Uitgangssituatie. Het effect hiervan op het milieu wordt daarom tijdens de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018 eveneens bepaald door het aantal extra opgeslagen afgevoerde verbruikte splijtstofelementen in het SCG. Wat erin resulteert dat de jaarlijkse toename tijdens de bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) gelijk aan die in de Uitgangssituatie.

Cumulatieve effecten
Uitgaande van het meerjarig gemiddelde splijtstofverbruik zullen KCD-1 en KCD-2 tijdens het Project ongeveer 664 extra splijtstofelementen gebruikt.

Nul-alternatief
Binnen het Nul-alternatief stopt uitbating van KCD-1 en KCD-2, start de fase van DSZ en neemt het productietempo van verbruikte splijtstofelementen af naar nul, waarmee het effect hiervan op het milieu afneemt.

Aan het begin van de DSZ worden alle splijtstofelementen die in beide reactoren aanwezig zijn overgeplaatst naar het splijtstofbekken voor verdere afkoeling. Gedurende DSZ worden alle splijtstofelementen – wanneer voldoende afgekoeld – naar het SCG overgebracht. Aan het eind van de DSZ-periode zijn er geen splijtstofelementen aanwezig bij KCD-1 en KCD-2.

Grensoverschrijdende effecten
Aangezien de Belgische regering nog een besluit dient te nemen aangaande verdere verwerking van verbruikte splijtstofelementen 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.

Monitoring
Het aantal verbruikte splijtstofelementen wordt jaarlijks gerapporteerd. Extra monitoring ten opzichte van de huidige situatie is hierdoor niet benodigd.

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.

Leemten in kennis
Momenteel heeft de Belgische regering nog geen besluit genomen met betrekking tot de eindbestemming van verbruikte splijtstofelementen. Daarom zijn de effecten op lange termijn buiten de terreingrens van KCD ten tijde van het opstellen van deze milieueffectenbeoordeling nog niet te bepalen.

4.1.7 Totale effectieve volgdosis

De totale effectieve volgdosis is de dosis waar een lid van de bevolking maximaal aan blootgesteld kan worden als gevolg van de uitbating van KCD. Deze totale effectieve volgdosis is de optelsom van een aantal radiologische aspecten dat hiervoor afzonderlijk is beschreven, te weten:

- Directe straling (§ 3.2.1),
- Effectieve volgdosis als gevolg van radioactieve gasvormige lozingen (§ 3.2.3) en
- Effectieve volgdosis als gevolg van radioactieve vloeibare lozingen (§ 3.2.4)

Methodologie
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 wordt getoetst aan de wettelijke limiet van 1 mSv per jaar voor een lid van de bevolking. Zoals eerder beschreven geldt deze limiet van 1 mSv voor de dosis als gevolg van de uitbating van een nucleaire installatie en komt dus bovenop de natuurlijke achtergrondstraling.

Uitgangssituatie
De totale effectieve volgdosis is bepaald voor de jaren 2012 tot en met 2014. De totale gemiddelde effectieve volgdosis voor het kritisch individu als gevolg van de uitbating van geheel KCD gedurende de Uitgangssituatie bedraagt 0,23 mSv per jaar.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
De totale effectieve volgdosis is bepaald voor de jaren 2015 tot en met 2018. De totale gemiddelde effectieve volgdosis voor een kritisch individu als gevolg van de uitbating van KCD gedurende de constructiefase van het Project Uitgangssituatie bedraagt 0,30 mSv per jaar.

De verandering ten opzichte van de Uitgangssituatie wordt vooral veroorzaakt door het grotere aandeel direct straling aan de terreingrens, welke waarschijnlijk wordt veroorzaakt door het grotere aantal opgeslagen verbruikte splijtstofelementen in het SCG.

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 toekomstige situatie (periode 2019 – 2025) geëxploiteerd worden zoals tijdens de Uitgangssituatie. Het is daarom aannemelijk dat de dosis gedurende de bedrijfsfase niet significant zal verschillen van de bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018.

Cumulatieve effecten
Verwacht wordt dat de maximale cumulatieve dosis als gevolg van dit Project 3,3 mSv zal bedragen. Omdat de verschillende dosisberekeningen uiterst conservatieve methoden gebruiken, is de berekende cumulatieve dosis als gevolg van dit Project een sterke overschatting van een reële dosis is. Desondanks ligt de berekende cumulatieve dosis ruim onder de geïnduceerde cumulatieve dosislimiet[4] (11 jaar × 1 mSv = 11 mSv) en worden geen significante effecten verwacht.

Nul-alternatief
Bij het Nul-alternatief worden KCD-1 en KCD-2 in 2015 stopgezet en zal gestart worden met de DSZ. 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 radioactieve lozingen t.g.v. uitbating van deze eenheden stopt. Hierdoor zal de verwachte totale effectieve volgdosis KCD als gevolg van directe straling,

[4] Dit is geen wettelijke limiet. De wettelijke limiet is 1 mSv per jaar.

vloeibare en gasvormige radioactieve lozingen en vrijgave van afval bij het Nul-alternatief een beetje lager zijn dan bij het Project.

Algemeen kan gesteld worden dat de jaarlijkse radiologisch impact van DSZ kleiner is dan die van uitbating van de betreffende eenheid.

Grensoverschrijdende effecten
De effectieve volgdosis als gevolg van de uitbating van KCD voor de Nederlandse bevolking is bepaald op 0,027 mSv per jaar. Dit is ruim onder de Nederlandse totale effectieve dosislimiet van 0,1 mSv per jaar voor een lid van de bevolking.

Voor de overige omringende landen (Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk) is ook de effectieve volgdosis te wijten aan atmosferische en vloeibare radioactieve lozingen aan de desbetreffende landsgrens berekend. De berekeningen tonen aan dat de effectieve volgdosis bij de landsgrenzen van Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk als gevolg van KCD significant lager is dan de volgdosis aan de Nederlandse grens en daarmee ook ver onder de toegestane limiet van de totale effectieve dosis voor een lid van de bevolking, zoals gehanteerd door IAEA (*International Atomic Energy Agency*).

Monitoring
De monitoring van de afzonderlijke radiologische aspecten waaruit de totale effectieve volgdosis is berekend, is beschreven in de betreffende paragrafen (§ 4.1.1, § 4.1.3 en § 4.1.4).

Mitigerende maatregelen
De mitigerende maatregelen voor de afzonderlijke radiologische aspecten waaruit de totale effectieve volgdosis is berekend, is beschreven in de betreffende paragrafen (§ 4.1.1, § 4.1.3 en § 4.1.4).

Leemten in kennis
De bestaande onzekerheden in kennis ten aanzien van de totale effectieve dosis zijn beschreven onder in de § 4.1.1, § 4.1.3 en § 4.1.4. 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.

4.2 Accidentele situaties

Een van de hoofdthema's van het Project is naast het beheer van veroudering het verhogen van de nucleaire veiligheid van de KCD-1 en KCD-2. Door de aanpassingen die in het kader van het Project worden uitgevoerd, wordt een positieve impact op het gebied van accidentele situaties verwacht gedurende de verdere uitbating van KCD-1 en KCD-2. Vanuit milieuperspectief betekent dit dat de kans op een accidentele situatie met een radioactieve lozing kleiner wordt en daarmee wordt de kans op een mogelijk milieueffect verkleind.

Methodologie
De maximaal toegestane risico's zijn opgenomen in het veiligheidsrapport van KCD. Als gevolg van de voorgenomen wijzigingen aan de installatie moet middels analyses worden gegarandeerd dat na

implementatie de nucleaire veiligheid minstens op hetzelfde veiligheidsniveau is als voor de implementatie. Elke wijziging in de centrale wordt afgestemd met het FANC. Nadat goedkeuring van FANC is verkregen, mag de betreffende wijziging worden uitgevoerd.

Uitgangssituatie
Ten tijde van de Uitgangssituatie (2012-2014) zijn diverse maatregelen op het gebied van verouderingsbeheersing en veiligheidsverhoging in kaart gebracht die in de constructiefase van het Project uitgevoerd konden worden, zoals:

- Een systeem voor gefilterde drukontlasting van het containment plaatsen,
- Automatische brandblussing verbeteren,
- De fysieke scheiding van de elektrische installaties doorvoeren,
- Procedures voor testen aanscherpen.

Alle maatregelen tezamen verlagen de kans op en/of de gevolgen van een accidentele situatie.

Bedrijfsfase van het Project tussen 2015 en 2018
Gedurende de bedrijfsfase van het Project (2015-2018) zijn het geïntegreerd Actie Plan en de werken die in het kader van het Project moeten uitgevoerd worden, zoals beschreven in het Long Term Syntheserapport – Doel 1en Doel 2 uit 2015 uitgevoerd. Er wordt verondersteld dat de voltooiing van de maatregelen pas aan het einde van de periode 2015-2018 plaatsvindt waardoor in deze periode geen krediet genomen kan worden voor deze maatregelen.

Bedrijfsfase in toekomstige situatie (periode 2019 - 2025)
Na uitvoering van alle maatregelen is de nucleaire veiligheid voor de bedrijfsfase van KCD-1 en KCD-2 (2019-2025) verbeterd ten opzichte van de Uitgangssituatie. Dit resulteert in een kleinere kans op een accidentele situatie met radioactieve lozingen tijdens de bedrijfsfase dan in de Uitgangssituatie. In het kader van het Project is de probabilistische veiligheidsstudie (PSA) geactualiseerd, waarbij voor twee referentie-ontwerpbasisongevallen[5] en het referentie-buitenontwerpbasisongeval[6] de effectieve volgdosis aan de terreingrens van de site KCD is berekend. Geconcludeerd kan worden dat de effectieve volgdosis resulterend uit de referentie-ongevallen binnen de vergunde limieten voor de ontwerpbasisongevallen blijven.

---

[5] Ontwerpbasisongevallen zijn veronderstelde gebeurtenissen die zich in de betreffende installatie zouden kunnen voordoen en dankzij de in het ontwerp opgenomen veiligheidssystemen niet leiden tot onaanvaardbare lozing van radioactiviteit naar de omgeving.

[6] Een buitenontwerpbasisongeval is een ongeval dat verder gaat dan een ontwerpbasisongeval. De kans van optreden van buitenontwerpbasisongevallen is nog veel geringer dan de kans op een ontwerpbasisongeval. Om deze reden wordt bij het ontwerp voor de buitenontwerpbasisongevallen uitsluitend beschouwd hoe met redelijke middelen (technisch, organisatorisch) het resterende risico verminderd kan worden.

Nul-alternatief
In het Nul-alternatief worden KCD-1 en KCD-2 stopgezet. Omdat een stopgezette reactor een kleiner veiligheidsrisico vormt dan één die uitgebaat wordt, neemt de kans op een accidentele situatie met een radioactieve lozing en mogelijke milieueffecten af.

Het restrisico wordt gevormd door de activiteiten die gedurende de fase van DSZ nog verricht worden. Voor de afvoer van de vervalwarmte zullen de splijtstofelementen gekoeld moeten worden. Dit gebeurt in eerste instantie met de koelkring van de reactor. De reactoren zullen vervolgens definitief ontladen worden, waarbij de splijtstofelementen worden overgebracht naar de splijtstofbekken en dan gekoeld met de koelkringen van dit bekken. Tijdens DSZ blijft een ongeval als gevolg van foutieve hantering van splijtstofelementen nog relevant. Berekeningen laten zien dat de effectieve volgdosis wanneer dit ongeval zou optreden ruim binnen de vergunde limieten blijft.

Grensoverschrijdende effecten
Hoewel de kans zeer klein is, zullen de gevolgen van grootst denkbare ontwerpbasisongevallen een sterk grensoverschrijdend karakter hebben. Hierbij zijn vooral de effecten richting Nederland relevant, door de nabije ligging en door de meest voorkomende windrichting (zuidwest). Hierdoor zullen eventuele vrijgezette radionucliden richting Nederlandse grondgebied getransporteerd worden. Omdat de projectmaatregelen de kans en eventuele gevolgen van ongevallen reduceren, zal deze reductie ook van toepassing zijn op het Nederlandse grondgebied.

Analyses hebben uitgewezen de referentie-ontwerpbasisongevallen aan de vergunde limieten voldoen. Eveneens zijn deze analyses voor de landen Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en Verenigd Koninkrijk (grenzend aan België) uitgevoerd met als conclusie dat de effectieve dosis verminderd met minimaal een factor 65 t.o.v. de effectieve dosis aan de Nederlandse grens t.g.v. de referentie-ontwerpbasisongevallen.

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) is geconcludeerd dat er sprake is van een niet-significante radiologische impact als gevolg van ontwerpbasisongevallen.

Naast ontwerpbasisongevallen zijn ook buitenontwerpbasisongevallen beschouwd. Evenals voor ontwerpongevallen is voor het referentie buitenontwerpbasisongeval vastgesteld dat de radiologische gevolgen aan de Nederlandse grens aan de wettelijke dosisreferentieniveaus t.b.v. nucleaire en radiologische noodplannen voldoen. Eveneens dat geldt voor de landen Frankrijk, Duitsland, Luxemburg en Verenigd Koninkrijk (grenzend aan België) dat de effectieve dosis verminderd met minimaal een factor 55 t.o.v. de effectieve dosis aan de Nederlandse grens t.g.v. het referentie buitenontwerpbasisongeval. 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) is geconcludeerd dat er sprake is van een niet-significante radiologische impact als gevolg van ontwerpbasisongevallen.

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.

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.

Leemten in kennis
Er zijn geen leemten in kennis die invloed hebben op de alternatieven afweging en staan daarmee besluitvorming niet in de weg.

5 Conclusie

5.1 Niet-radiologische aspecten

De impact van de effecten zal in de LTO situatie niet significant verschillen van de effecten in de Uitgangssituatie. Er zijn geen bijkomende effecten van de LTO situatie 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.

5.2 Radiologische aspecten

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 DSZ.

De radiologische impact ten gevolge van de DSZ zal kleiner zijn dan gedurende de uitbating van de betreffende eenheid.