



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid

Module V – Buisleidingen
conceptversie januari 2025

Colofon

© RIVM 2025

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Contact:

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

Centrum Veiligheid

Postbus 1

3720 BA Bilthoven

Helpdesk Omgevingsveiligheid

omgevingsveiligheid@rivm.nl

Inhoudsopgave

Module V, deel 3: Chemicaliënleidingen 6

1	Inleiding	7
2	Kaders	8
2.1	Stoffen	8
3	Rekenmethodiek	10
3.1	Uitstroomscenario's	10
3.2	Faalfrequenties	10
3.3	Modellering van de scenario's	11
3.4	Gebeurtenissenbomen	12
3.5	Modellering gassen	13
3.6	Modellering tot vloeistof verdichte gassen	13
3.6.1	Brandbare, niet toxische stoffen	13
3.6.2	Etheen	13
3.6.3	Etheenoxide	13
3.6.4	Dense phase kooldioxide	14
3.7	Modellering vloeistoffen	14
3.7.1	Brandbare vloeistof	14
3.7.2	Etheenoxide	15
3.7.3	Formaldehyde	15
4	Modelparameters	17
4.1	Inleiding	17
4.2	Selectie van scenario's om mee te nemen in de rapportage	17
4.3	Rapportagespecifieke parameters	17
4.3.1	Standaard te gebruiken instellingen	17
4.3.2	Drukverlies ten gevolge van afsluiters en bochten	17
4.3.3	Tijdsafhankelijke uitstroming	18
4.3.4	Meteorologisch weerstation en parameters	18
4.3.5	Invloed windturbines	18
4.4	Stofspecifieke parameters	18
4.4.1	Probitrelaties toxische stoffen	18
5	Risico reducerende voorzieningen	19
5.1	Inleiding	19
5.2	Buisleidingen die voldoen aan stand-der-techniek-voorwaarden	19
5.3	Risico reducerende voorzieningen ter voorkoming van beschadiging door derden	20
5.3.1	Cluster 1 – Actief rappel	20
5.3.2	Cluster 2 – Afdekking met beschermend materiaal	20
5.3.3	Cluster 3 – Beheervoorzieningen	21
5.3.4	Cluster 4 – Fysieke barrières op maaiveld	21
5.3.5	Cluster 5 – Overige voorzieningen	21
5.3.6	Cluster 6 – Extra gronddekking	21
5.3.7	Cluster 7 - Wanddikte	22
5.4	Risico reducerende voorzieningen voor de overige faaloorzaken	22
5.4.1	Risico reducerende voorzieningen ter voorkoming van inwendige corrosie	22

5.4.2	Risico reducerende voorzieningen ter voorkoming van uitwendige corrosie	22
6	Bijlage Randvoorwaarden reductiefactoren	23
7	Bijlage randvoorwaarden dense phase kooldioxide	28
Referenties		30



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Module V, deel 3: Chemicaliënleidingen

1 Inleiding

In deze module wordt voor ondergrondse buisleidingen met chemicaliën beschreven op welke wijze een risico- en effectrapportage moet worden uitgevoerd. Bij dit deel van deze Module wordt het rekenpakket Safeti-NL gebruikt [8]. Voor situaties waar deze module niet volstaat, moet gerekend worden volgens actuele inzichten [12].

2 Kaders

2.1 Stoffen

In Tabel 2.1 zijn de gevaarlijk stoffen gegeven die zijn aangemerkt als stoffen die door buisleidingen worden getransporteerd en die in deze methodiek als relevant worden beschouwd voor de externe veiligheid. Deze was initieel gebaseerd op de inventarisatie van het RRGs [13]. De tabel is aangevuld met nieuwe ontwikkelingen, zoals dense phase kooldioxide. Ook voor andere (gevaarlijke) stoffen dan genoemd in Tabel 2.1 kan de rekenmethode van toepassing zijn. Daarbij moet worden nagegaan of deze nog andere model- of gevaaraspecten hebben dan die in de rekenmethode worden beschouwd. Voor waterstof is een aparte rekenmethode beschikbaar, deze staat beschreven in deel 4 van deze module.

Tabel 2.1 Overzicht van gevaarlijke stoffen in de categorie Chemicaliënleidingen.

Eigenschap	Aggregatietoestand van de stof tijdens transport		
	Vloeistof	Tot vloeistof verdicht gas	Gas
Brandbaar	Isopreen 1,2-propeenoxide Ongestabiliseerd condensaat	Etheen Butaan Buteen Propeen Vinylchloride LPG	
Giftig	Formaldehyde (46%)	Chloor Ammoniak	Koolmonoxide Waterstofchloride
Brandbaar en giftig	Etheenoxide		Synthesegas (H ₂ en CO)
Inert en overig		Kooldioxide (dense phase)	Kooldioxide Stikstof Zuurstof

Opmerkingen:

- Bij de brandbare vloeistoffen betreft het vloeistoffen met een kookpunt van ten hoogste 308 K (35 °C) en een vlampunt lager dan 273 K (0 °C).
- De lijst met stoffen in Tabel 2.1 is niet limitatief. Zo kan bijvoorbeeld aardgas, dat niet voldoet aan de omschrijving als gegeven in deel 1, paragraaf 2.1 onder dit rekenvoorschrift komen te vallen.
- Voor probitrelaties van toxische stoffen dient bij Module I aangesloten te worden.
- De vloeistoffen aniline, MDI en natronloog zijn niet (acuut) giftig zijn of hebben een vlampunt groter dan 60 °C. Voor dergelijke buisleidingen bepaalt het bevoegd gezag of een analyse moet worden uitgevoerd.
- Mocht de aggregatietoestand van een stof anders zijn dan beschreven in Tabel 2.1, dan dient exploitant een voorstel te doen bij het bevoegd gezag hoe de stof te modelleren.
- Kooldioxide (CO₂) kan door buisleidingen getransporteerd worden in de gasfase, de vloeistoffase (tot vloeistof verdicht gas) of de superkritische fase. De vloeistof- en superkritische fasen worden samen aangeduid als 'dense

phase'. De randvoorwaarden voor het transport van dense phase CO₂ staan in Hoofdstuk 7.

- Etheenoxide wordt op basis van zijn kookpunt gezien als een vloeistof, maar wordt als tot vloeistof verdicht gas gemodelleerd (zie paragraaf 3.6.3).

3 Rekenmethodiek

3.1 Uitstroomsenario's

De volgende scenario's dienen ten minste te worden beschouwd:

Tabel 3.1 Scenario's voor ondergrondse buisleidingen in de categorie Chemicaliënleidingen.

Scenario
Breuk van de buisleiding
Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale inwendige diameter, max. 20 mm

Let op: voor brandbare vloeistoffen en formaldehyde mag het scenario lek onderbouwd weggelaten worden.

3.2 Faalfrequenties

De faalfrequenties voor een buisleiding gelden voor de buisleiding inclusief flenzen, lassen en kleppen maar exclusief pompen. De standaard faalfrequenties voor ondergrondse buisleidingen zijn gegeven in Tabel 3.2, de bijbehorende faaloorzakenverdeling in Tabel 3.3 [9]. Zie verder Hoofdstuk 5.

Tabel 3.2 Scenario's en faalfrequenties voor ondergrondse buisleidingen.

Scenario	Faalfrequentie (km ⁻¹ jaar ⁻¹)
1. Breuk van de buisleiding	1,5 × 10 ⁻⁴
2. Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 20 mm.	4,5 × 10 ⁻⁴
Totaal	6,0 × 10 ⁻⁴

Tabel 3.3 Faaloorzaakverdeling voor buisleidingen met chemicaliën.

Faaloorzaak	Faalfrequentie			Aandeel (%)	
	Breuk	Lek	Totaal	Breuk	Lek
Beschadiging door derden	7,19 × 10 ⁻⁵	9,86 × 10 ⁻⁵	1,71 × 10 ⁻⁴	47,9	21,9
Mechanisch	3,23 × 10 ⁻⁵	1,45 × 10 ⁻⁴	1,77 × 10 ⁻⁴	21,5	32,2
Inwendige corrosie	5,71 × 10 ⁻⁶	4,40 × 10 ⁻⁵	4,97 × 10 ⁻⁵	3,8	9,8
Uitwendige corrosie	1,72 × 10 ⁻⁵	1,32 × 10 ⁻⁴	1,49 × 10 ⁻⁴	11,5	29,3
Natuurlijke oorzaken	9,15 × 10 ⁻⁶	1,35 × 10 ⁻⁵	2,27 × 10 ⁻⁵	6,1	3,0
Operationeel/overig	1,38 × 10 ⁻⁵	1,71 × 10 ⁻⁵	3,09 × 10 ⁻⁵	9,2	3,8
Totaal	1,5 × 10⁻⁴	4,5 × 10⁻⁴	6,0 × 10⁻⁴	100	100

Opmerkingen:

- Voor het transport van dense phase CO₂ kunnen de faalfrequenties in Tabel 3.3 gebruikt worden, indien aan de vijf aanvullende randvoorwaarden in Hoofdstuk 7 wordt voldaan. Wanneer niet wordt voldaan aan de genoemde randvoorwaarden dan moet de exploitant in afstemming met het bevoegd gezag zelf een faalfrequentie afleiden.
- Bij de faalfrequentie voor het breukscenario is de invloed van de grondroerdersregeling (WIBON) verdisconteerd door de breukfrequentie als gevolg van beschadiging door derden (external interference) te reduceren met een factor

2,5 [14].

- De faalfrequenties voor leidingen die voldoen aan de ‘stand der techniek’ zijn te vinden in Tabel 5.1. De randvoorwaarden hiervoor zijn te vinden in Hoofdstuk 6.

De diepteligging wordt verdisconteerd in de faaloorzaak ‘Beschadiging door derden’ [9]. De gecorrigeerde faalfrequentie is:

$$\text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden, gecorrigeerd}} = \frac{\text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden}}}{\text{factor}} \quad (3.1)$$

$$\text{factor} = e^{-2,4 \times (0,84 - z)} \quad (3.2)$$

waarbij:

z = diepteligging (m).

Voor de diepteligging voor de berekeningen van de faalfrequentie wordt 0,05 meter als minimum en 2,0 meter als maximum gehanteerd, ongeacht eventuele afwijkende waarden. Voor berekening van het kratermodel in Safeti-NL moet de daadwerkelijke diepteligging worden gebruikt.

Dekkingsovergangen van 20 cm of meer dienen te worden meegenomen in de berekeningen. Tevens dienen dekkingsovergangen van 10 cm of meer die over een leidingafstand van 50 meter of meer stand houden te worden meegenomen. Hiervan mag onderbouwd worden afgeweken bij gebruikmaking van een conservatief gekozen diepteligging. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn voor buisleidingen in landelijk gebied zonder objecten, waar een pragmatische benadering kan volstaan.

3.3 Modelling van de scenario's

Voor de berekening moet gebruik worden gemaakt van de standaard modellering in Safeti-NL zoals gegeven in Tabel 3.4 [8]. Hierbij dienen de instellingen van Tabel 3.5 gehanteerd te worden.

Tabel 3.4 Scenario's en modellering in Safeti-NL.

Scenario	Safeti-NL
Gas	
Leidingbreuk	Long Pipeline → Auto-generated sections → Section Breach
Leidinglek	Long Pipeline → Auto-generated sections → Section Breach
Vloeistof	
Leidingbreuk	Route – Pressure Vessel – Catastrophic rupture
Formaldehyde	
Leidingbreuk	Route –Pressure Vessel - UDS ¹ (release scenario: Pool source (radius))
Vloeistof verdicht gas	
Leidingbreuk	Long Pipeline → Auto-generated sections → Section Breach
Leidinglek	Long Pipeline → Auto-generated sections → Section Breach

¹ Zie paragraaf 12.7.3 voor de berekening van de bronterm.

Opmerkingen:

- Het Long Pipeline model biedt de mogelijkheid om de leiding in verschillende secties te verdelen en de effecten en risico's per sectie te berekenen.
- De default waarde voor de parameter '*event spacing method*' in het long pipeline model is automatisch. Dit geeft niet in alle gevallen een nette contour. Als er geen nette contour gegenereerd wordt, moet gekozen worden voor '*user defined*' met een geschikte waarde voor de '*event spacing*'. In het route model moet de '*spacing of events*' zodanig klein gekozen worden dat een representatieve risicocontour ontstaat.

Tabel 3.5 Diverse parameterinstellingen Safeti-NL.

Parameter	Safeti-NL-instelling
Temperatuur	9,8 °C m.u.v. etheen (zie § 3.6.2) en etheenoxide (zie § 3.7.2)
Druk	Maximale werkdruk van de buisleiding
Kans scenario	0,25 voor breuk en 0,75 voor lek [9]
Kans op directe ontsteking ²	Zie Tabel 3.6
Uitstroomhoogte	0,01 m (zie § 4.3.1)
Uitstroomrichting	Verticaal (zie § 4.3.1)
Method for calculating average rate	Brandbare stoffen: average between two times, 0-20 sec. Giftige stoffen: up to ten rates, expected number of average rates: 10
Pipeline surrounding	Modellering zonder kratermodel: Above ground Modellering met kratermodel: Buried
Afstand tot breuk	De afstand tot breuk wordt automatisch bepaald bij de keuze voor Auto-generated Sections.
Relatieve gatgrootte bij breuk	1 voor breuk
Absolute gatgrootte bij lek	Diameter van het lek in mm (max 20 mm)
Scheurpropagatie	Standaard 12 m

Opmerkingen:

- De relatieve gatgrootte ('*rel. aperture*') voor breuk is gelijk aan 1. De corresponderende gatgrootte is dan $\sqrt{2}$ x de leidingdiameter i.v.m. de uitstroming van twee kanten.
- De temperatuur van het medium is gelijk aan de gemiddelde jaartemperatuur van de bodem (9,8 °C). Voor buisleidingen die deels op de zeebodem liggen wordt ook 9,8 °C gebruikt.
- Voor het gebruiken van de standaard scheurpropagatie bij buisleidingen voor transport van dense phase CO₂ dient te worden voldaan aan een extra randvoorwaarde, zie hiervoor Hoofdstuk 7.

3.4 Gebeurtenissenbomen

Bij het vrijkomen van gevaarlijke stoffen uit ondergrondse buisleidingen zijn verschillende vervolgeffecten mogelijk. Het optreden van deze effecten hangt onder meer af van de gevaarsaspecten van de transporteren stof en in hoeverre

² Let op: voor de vloeistof verdichte gassen die alleen brandbaar zijn, geldt dat alléén directe ontsteking wordt meegenomen. Om te voorkomen dat per ongeluk ook vertraagde ontsteking wordt meegenomen, moet de kans op directe ontsteking op 1 worden gezet en moet de waarschijnlijkheid voor het desbetreffende scenario worden vermenigvuldigd met de eigenlijke waarde voor directe ontsteking (0,3 voor breuk en 0,14 voor lek).

directe dan wel vertraagde ontsteking optreedt. De te gebruiken ontstekingskansen voor de betreffende scenario's zijn gegeven in Tabel 3.6. Bij brandbare vloeistoffen moet er in Safeti-NL een boundary aangegeven worden als de directe ontstekingskans minder dan 1 is. Voor deze ontvlambare/brandbare vloeistoffen ligt de boundary op 5 meter van de buisleiding.

Tabel 3.6 Ontstekingskansen bij breuk en lek.

	P_{direct}	P_{vertraagd}
Gassen		
- breuk en lek	1*	0
Tot vloeistof verdichte gassen		
- breuk	0,3	0
- lek	0,14	0
Vloeistoffen (K ₀)		
- breuk en lek	0,065	0,935

* Deze ontstekingskans betreft alleen waterstof; gezien de lage ontstekingsenergie wordt verwacht dat breuk altijd leidt tot ontsteking.

3.5 Modelling gassen

Voor alle gassen wordt aanbevolen het kratermodel te gebruiken.

3.6 Modelling tot vloeistof verdichte gassen

De standaard modellering van de tot vloeistof verdichte gassen is beschreven in paragraaf 3.3 en paragraaf 3.4. Aanbevolen wordt het kratermodel te gebruiken; voor de *pipeline surrounding characteristics* wordt de keuze *buried* geselecteerd.

3.6.1 Brandbare, niet toxische stoffen

Voor tot vloeistof verdichte gassen die alleen brandbaar zijn dient de directe ontstekingskans in Safeti-NL op 1 gezet te worden (zie voetnoot 2). De ontstekingskans conform Tabel 3.6 moet vervolgens in de faalfrequentie verdisconteerd worden.

3.6.2 Etheen

Voor etheen geldt een andere aan te houden temperatuur. Etheen is een stof met een kritische temperatuur van 9,19 °C en wordt gemodelleerd bij een ietwat lagere temperatuur (9 °C) zodat de stof zich als vloeistof gedraagt en niet superkritisch.

3.6.3 Etheenoxide

Alhoewel etheenoxide bij 9,8 °C een vloeistof is wordt deze stof niet als vloeistof maar als vloeistof verdichte gas gemodelleerd. Dit gebeurt door in de modellering een temperatuur van 12 °C te hanteren.

In het geval van een breuk is de aan te houden ontstekingskans 0,3, overeenkomstig de ontstekingskans van tot vloeistof verdichte gassen.

In het geval van een lek is de aan te houden ontstekingskans 0,14, overeenkomstig de ontstekingskans van tot vloeistof verdichte gassen.

3.6.4 Dense phase kooldioxide

Vanaf Safeti-NL 8.8 kan bij de modellering van een ondergrondse buisleiding met dense phase kooldioxide een aangepast model worden gebruikt. Zie hiervoor paragraaf 2.2.2.5 van Module I van het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid.

In Safeti-NL worden de risico's van CO₂ altijd berekend op basis van de pure stof CO₂. Als overige componenten (onzuiverheden) in een CO₂ stroom relevant zijn voor de risicoberekening, dan moet de invloed daarvan met extra scenario's uitgewerkt worden. Overige componenten moeten worden meegenomen indien het risico van het transport significant toeneemt door de giftigheid van deze componenten. Zie ook paragraaf 2.2.2.7 van Module I van het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid.

3.7 Modellering vloeistoffen

Voor de modellering van vloeistoffen is zoveel als mogelijk aansluiting gezocht bij de methodiek voor de aardolieleidingen (deel 2 van deze Module).

3.7.1 Brandbare vloeistof

De hoeveelheid vloeistof die bij breuk van de vloeistofleiding bovengronds komt is gelijk aan de som van de hoeveelheid vloeistof die vrijkomt binnen de afslagtijd van de pomp (V_1) en de vloeistof die vrijkomt ten gevolge van expansie van de samengeperste vloeistof (de zgn. line-pack, V_2).

1. Hoeveelheid vloeistof die vrijkomt binnen de afslagtijd van de pomp (V_1).
De hoeveelheid vloeistof die vrijkomt binnen de afslagtijd van de pomp is gelijk aan:

$$V_1 = \Phi_{\text{pomp}} \cdot t \quad (3.3)$$

waarbij

Φ_{pomp} = maximaal pompdebiet (m³/s)
 t = tijdsduur vanaf het breukmoment tot afslaan van de pomp of tot het gesloten zijn van kleppen in de buisleiding (s).

2. Uitstroming ten gevolge van de expansie van samengedrukte vloeistof (V_2).
De line-pack wordt berekend met onderstaande formule:

$$V_2 = \pi/4 \cdot D^2 \cdot L \cdot P \cdot C_e \quad (3.4)$$

waarbij:

V_2 = volume toename van het product (m³);
 D = inwendige diameter van de buisleiding (m);
 L = totale buisleidinglengte (m);
 P = werkdruk ter plaatse van de breuk (N/m²);
 C_e = compressibiliteit van de vloeistof (m²/N).

Wanneer een leiding gevuld is, zonder dat er verpompt wordt, zal bij breuk van de leiding alleen sprake zijn van uitstroming ten gevolge van de expansie van de samengedrukte vloeistof (V_2).

Voor de compressibiliteit van het product dient de stof specifieke waarde gebruikt te worden. Indien deze niet bekend is, kan uitgegaan worden van $0,88 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{N}$.

Aanbevolen wordt om in voorkomende gevallen rekening te houden met nalevering ten gevolge van een hellende buisleiding en extra uitstroom uit een buisleiding ten gevolge van terugstroming vanuit ontvangende opslagtanks (V_3).

Breuk van een buisleiding met brandbare vloeistof wordt gemodelleerd als het instantaan falen van een vat dat onder atmosferische druk of onder een zeer lichte overdruk staat. Bij directe ontsteking wordt alleen een plasbrand beschouwd, omdat het effectgebied van de ontbranding van de geflashte vloeistof binnen het effectgebied van de plasbrand ligt. Bij vertraagde ontsteking wordt naast plasbrand ook rekening gehouden met een wolkbrand, omdat de geflashte vloeistof de tijd heeft om af te drijven en op afstand te ontsteken. De grootte van de plas wordt bepaald door de hoeveelheid uitgestroomde vloeistof $V_1 + V_2$ (+ eventueel V_3) die een plas van 0,05 m dikte vormt (deel 2 van deze Module). Deze plas wordt als een tankput ingevoerd.

3.7.2 *Etheenoxide*

Etheenoxide (EO) wordt als tot vloeistof verdicht gas gemodelleerd, zie paragraaf 3.6.3.

3.7.3 *Formaldehyde*

Formaldehyde wordt getransporteerd als een formaldehydeoplossing, waarvoor een afwijkende modellering geldt. Voor het bepalen van de effecten en risico's van de formaldehydeoplossing moet eerst het oppervlak van de gevormde plas worden bepaald. Op basis hiervan kan de plasverdamping worden berekend.

1. Bepaal het oppervlak van de plas.
Het oppervlak van de plas bij breuk kan worden berekend m.b.v. formules die in paragraaf 3.7.1 staan. De aan te houden plasdiepte is 0,05 m.
2. Bereken de bronterm q_v (kg/s) ten gevolge van plasverdamping onder verwaarlozing van warmteoverdracht via de ondergrond, instraling en convectie [15]. De parameters en enkele in te voeren waarden staan gegeven in Tabel 3.7.

$$q_v = C_{m\&m} \times u_{w,10}^{0.78} \times (2 \times r)^{-0.11} \times Sc^{-0.67} \times P_v \times A \times \mu / (R \times T_{ps}) \quad (3.5)$$

Vervolgens dient de verdampingsnelheid als bronterm te worden ingevoerd in een UDS-scenario, type Pool Source (Radius).

Tabel 3.7 Parameters ter bepaling plasverdamping formaldehydeoplossing.

Parameter	Beschrijving	Waarde
$C_{m\&m}$	Constante	0,004786 ($m^{0,33} s^{-0,22}$)
P_v	Partiële dampspanning formaldehyde ³ [16]	56 N m ⁻²
r	Straal vloeistofplas	(m)
R	Gasconstante	8,314472 J mol ⁻¹ K ⁻¹
Sc	Schmidt getal ⁴	0,8
T_{ps}	Temperatuur vloeistofplas	283 K
$u_{w,10}$	Windsnelheid op 10 meter hoogte	5 m s ⁻¹
μ	Molecuulgewicht	30,0 kg mol ⁻¹
A	Plasoppervlak	m ²

³ De partiële dampspanning van een 40%-formaldehyde-oplossing bij 10°C (Ullman).

⁴ De waarde van Sc is typisch in de range 1 – 2,5 (Report No HAZMAT 93-3). Gebruik van de waarde 0,8 leidt tot een geringe overschatting van de bronterm.

4 Modelparameters

4.1 Inleiding

In een berekening met het rekenpakket Safeti-NL moet een aantal keuzes worden gemaakt en een groot aantal parameterwaarden worden ingevoerd. Dit hoofdstuk beschrijft een aantal keuzes in de modellering en de parameters die van belang zijn in de risico- en effectberekeningen voor chemicaliënleidingen. Er wordt onderscheid gemaakt in drie typen parameters, namelijk:

- Parameters die de gebruiker kan wijzigen om de berekening in overeenstemming te brengen met de buisleidingspecifieke en locatiespecifieke omstandigheden (Rapportagespecifieke parameters, paragraaf 4.3). Hoe de invloed van windturbines moet worden bepaald staat beschreven in paragraaf 4.3.5 en Module IV van het rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid;
- Parameters die de gebruiker niet kan wijzigen, maar die kenmerkend zijn voor een berekening in Nederland (Deze parameters zijn vastgelegd in het softwarepakket en niet in deze Module beschreven.);
- Parameters die stofspectiefiek zijn (paragraaf 4.4 en Module I).

4.2 Selectie van scenario's om mee te nemen in de rapportage

Voor de selectie van scenario's dient bij Module I aangesloten te worden.

4.3 Rapportagespecifieke parameters

4.3.1 Standaard te gebruiken instellingen

De parameters in deze categorie kunnen gewijzigd worden om de berekening in overeenstemming te brengen met de specifieke omstandigheden waarin de ondergrondse buisleiding wordt bedreven. In Tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de standaard te gebruiken instellingen voor diverse rapportagespecifieke parameters. Voor de ruwheidslengte dient aangesloten te worden bij Module I.

Tabel 4.1 Standaard te gebruiken instellingen in Safeti-NL⁵.

Parameter	Standaardinstelling
Richting van de uitstroming ondergronds	Verticaal
Hoogte van de uitstroming	0,01 m
Ruwheidslengte van de buisleiding	45 μ m
Ruwheidslengte van het vrije veld oppervlak	Zie Module I

4.3.2 Drukverlies ten gevolge van afsluiters en bochten

In de berekening wordt geen rekening gehouden met drukverlies ten gevolge van de aanwezigheid van bochten en appendages.

⁵ Deze parameters kunnen weliswaar door een gebruiker worden aangepast, maar de gegeven instellingen worden in deze methodiek voorgeschreven.

4.3.3 Tijdsafhankelijke uitstroming

Bij breuk van een buisleiding zal het uitstroomdebiet variëren in de tijd. In Safeti-NL kan hier rekening mee worden gehouden door gebruik te maken van een tijdsafhankelijke uitstroming.

Voor brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen wordt bij breuk uitgegaan van het uitstroomdebiet dat gemiddeld is over de periode 0 - 20 seconden. Voor giftige (tot vloeistof verdichte) gassen wordt bij breuk gerekend met een tijdsafhankelijke uitstroming, met 10 tijdsegmenten (*expected number of average rates*). Bij breuk van een buisleiding met een brandbare en/of giftige vloeistof wordt een plas gemodelleerd en is qua modellering geen sprake van een tijdsafhankelijke uitstroming.

4.3.4 Meteorologisch weerstation en parameters

Het meteorologisch weerstation dat qua ligging representatief is voor (delen van) de buisleiding moet worden gekozen. De gebruiker heeft de keuze uit de weerstations zoals gegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Meteorologische weerstations.

Naam				
Beek	Eindhoven	Leeuwarden	Twente	Woensdrecht
Deelen	Gilze-Rijen	Rotterdam	Valkenburg	Ypenburg
Den Helder	Hoek van Holland	Schiphol	Vlissingen	
Eelde	IJmuiden	Soesterberg	Volkel	

Aangenomen wordt dat de temperatuur van de te transporteren stof gelijk is aan de gemiddelde jaartemperatuur van de bodem, te weten 9,8 °C. Uitzonderingen hierop zijn etheen (zie paragraaf 3.6) en etheenoxide (zie paragraaf 3.6.3). De temperatuur van koolstofdioxide kan hoger zijn dan de bodemtemperatuur. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij de berekening.

4.3.5 Invloed windturbines

De invloed van windturbines moet in de vaststelling van het risico worden meegenomen. De methode om de invloed van windturbines te bepalen wordt gegeven in Module IV van het rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid. De invloed van windturbines op buisleidingen dient meegenomen te worden wanneer de buisleiding zich binnen de maximale werpafstand van de windturbine bevindt.

4.4 Stofspecifieke parameters

4.4.1 Probitrelaties toxische stoffen

Voor probitrelaties van toxische stoffen dient bij Module I aangesloten te worden.

5 Risico reducerende voorzieningen

5.1 Inleiding

Risico reducerende voorzieningen bieden de mogelijkheid om de risico's van een buisleiding te verlagen. De in dit hoofdstuk beschreven aanvullende risico reducerende voorzieningen zijn geldend voor alle ondergrondse buisleidingen met brandbare vloeistoffen en buisleidingen met chemische stoffen.

Uitgezonderd zijn⁶:

- "Hot Lines" met een bedrijfstemperatuur boven de 100 °C. Hieronder vallen buisleidingen waarbij de producten worden verwarmd en worden vervoerd in zwaar geïsoleerde buisleidingen of waarbij het leidingstelsel externe warmtebronnen heeft om de viscositeit van het product te verlagen of waarbij als gevolg van productie de gewonnen producten een temperatuur bezitten boven de 100 °C;
- Kunststofleidingen.

De genoemde voorzieningen kunnen voor zowel de breuk- als lekfrequentie worden toegepast. Uitzonderingen hierop worden expliciet vernoemd.

Om een reductiefactor te kunnen toepassen, moet aan een aantal randvoorwaarden worden voldaan. De randvoorwaarden worden genoemd in Hoofdstuk 6. In overleg met het bevoegd gezag dient bepaald te worden welke overige voorzieningen getroffen worden en welke factoren aan deze voorzieningen worden toegekend.

De risico reducerende voorzieningen die in dit hoofdstuk worden beschreven, beperken de kans op falen. Maatregelen die de effecten beperken, worden niet beschreven, maar dienen wel beschouwd te worden in de berekeningsmethodiek. Het betreft met name voorzieningen die het falen van de leiding detecteren en daarop ingrijpen, waardoor de uitstroomduur kan worden beperkt (bijvoorbeeld drukbeveiligingen).

5.2 Buisleidingen die voldoen aan stand-der-techniek-voorwaarden

Voor buisleidingen die aan de stand-der-techniek-voorwaarden voldoen (zie Hoofdstuk 6), mogen de faalfrequentie en faaloorzaakverdeling van deel 2, tabel 8-1 worden toegepast. Wanneer een specifieke faaloorzaak niet nader is onderzocht of wanneer niet wordt voldaan aan één van de bijbehorende voorwaarden, dient voor deze faaloorzaak de in paragraaf 3.2 genoemde faalfrequentie te worden gebruikt.

⁶ Voor deze leidingen zijn de in deze module opgenomen faalfrequenties ook niet van toepassing.

Tabel 5.1 Faalfrequentie en faaloorzaak verdeling voor chemicaliënleidingen die voldoen aan 'stand der techniek' .

Faaloorzaak	Faalfrequentie [km.jaar ⁻¹]			Aandeel (%)	
	Breuk	Lek	Totaal	Breuk	Lek
Beschadiging door derden	$1,77 \times 10^{-5}$	$2,63 \times 10^{-5}$	$4,40 \times 10^{-5}$	47,9	21,9
Mechanisch	$7,96 \times 10^{-6}$	$3,86 \times 10^{-5}$	$4,66 \times 10^{-5}$	21,5	32,2
Inwendige corrosie	$1,41 \times 10^{-6}$	$1,17 \times 10^{-5}$	$1,31 \times 10^{-5}$	3,8	9,8
Uitwendige corrosie	$4,25 \times 10^{-6}$	$3,52 \times 10^{-5}$	$3,95 \times 10^{-5}$	11,5	29,3
Natuurlijke oorzaken	$2,26 \times 10^{-6}$	$3,60 \times 10^{-6}$	$5,86 \times 10^{-6}$	6,1	3,0
Operationeel	$3,40 \times 10^{-6}$	$4,56 \times 10^{-6}$	$7,96 \times 10^{-6}$	9,2	3,8
Totaal	$3,70 \times 10^{-5}$	$1,20 \times 10^{-4}$	$1,57 \times 10^{-4}$	100	100

Opmerking:

- De diepteligging wordt verdisconteerd in de faaloorzaak 'Beschadiging door derden' [9, 10]. De wijze waarop dat gedaan moet worden, staat beschreven in paragraaf 3.2.

5.3 Risico reducerende voorzieningen ter voorkoming van beschadiging door derden

De faalfrequentie voor beschadiging door derden kan worden gecorrigeerd, gegeven de te nemen en de genomen voorzieningen door middel van de formule:

$$\text{faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden, gecorrigeerd}} = \text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden}} / \text{factor} \quad (5.1)$$

waarbij:

$$\text{factor} = \text{factor}_{\text{cluster 1}} \times \text{factor}_{\text{cluster 2}} \times \text{factor}_{\text{cluster 3}} \times \text{factor}_{\text{cluster 4}} \times \text{factor}_{\text{cluster 5}} \times \text{factor}_{\text{cluster 6}} \times \text{factor}_{\text{cluster 7}} \quad (5.2)$$

Voor clusters 2 tot en met 5 kan slechts één voorziening gekozen worden per cluster.

5.3.1 Cluster 1 – Actief rappel

Geen voorziening uit cluster 1 of buisleiding die voldoet aan stand-der-techniek-voorwaarden (zie paragraaf 5.2).	factor: 1
Actief rappel.	factor: 1,2

5.3.2 Cluster 2 – Afdekking met beschermend materiaal

Dit betreffen voorzieningen waarbij er een ondergrondse afdekking plaatsvindt van de te beschermen leiding.

Geen voorziening uit cluster 2.	factor: 1
Waarschuingslint.	factor: 1,67
Beschermplaten.	factor: 5
Waarschuingslint + beschermplaten.	factor: 30

5.3.3 Cluster 3 – Beheervoorzieningen

Beheervoorzieningen betreffen beperkingen aan of uitsluiting van graafwerkzaamheden door middel van een beheerovereenkomst met de grondeigenaar. De beheerovereenkomst bevat één van de volgende beperkingen:

Geen voorziening uit cluster 3.	factor: 1
Vergaande restricties.	factor: 100
Graven/boren verboden.	factor: 10
Beperkte restricties.	factor: 1,6

5.3.4 Cluster 4 – Fysieke barrières op maaiveld

Dit betreffen voorzieningen die ertoe dienen dat het bij graafwerkzaamheden duidelijk is dat de werkzaamheden niet mogen worden uitgevoerd.

Geen voorziening uit cluster 4.	factor: 1
Hekwerk.	factor: ∞
Dijklichaam.	factor: 10
Barrière op het maaiveld.	factor: 8

5.3.5 Cluster 5 – Overige voorzieningen

De voorzieningen in cluster 5 betreffen voorzieningen die afhankelijk van de grondroerdersregeling doorwerken. Voor cluster 5 kan één voorziening worden geselecteerd.

Geen voorziening uit cluster 5.	factor: 1
<i>Indien geen voorziening uit cluster 1</i>	
Strikte begeleiding werkzaamheden.	factor: 3
Cameratoezicht.	factor: 2,6
<i>Bij toepassing van actief rappel uit cluster 1</i>	
Strikte begeleiding werkzaamheden.	factor: 2,5
Cameratoezicht.	factor: 2,4

Voor buisleidingen die voldoen aan de stand der techniek voorwaarden, moeten de factoren voor cluster 5 worden gebaseerd op de factoren genoemd bij 'Bij toepassing van actief rappel uit cluster 1'.

5.3.6 Cluster 6 – Extra gronddekking

In Tabel 5.2 wordt een overzicht gegeven van de reductiefactor per 10 cm extra gronddekking:

Tabel 5.2 Invloed vergroten gronddekking.

Extra gronddekking (m)	Reductiefactor
0,1	1,3
0,2	1,6
0,3	2,1
0,4	2,6
0,5	3,3
0,6	4,2
0,7	5,4
0,8	6,8
0,9	8,7
1,0	11,0

5.3.7 Cluster 7 - Wanddikte

Wanddikte exclusief corrosietoeslag is minimaal 15 mm.	factor 10
--	-----------

De reductie in faalkans voor het scenario breuk wordt toegevoegd aan de faalfrequentie voor het scenario lek. De totale faalfrequentie blijft daardoor gelijk.

5.4 Risico reducerende voorzieningen voor de overige faaloorzaken

Voor de overige faaloorzaken kan per faaloorzaak maar één voorziening worden gewaardeerd.

5.4.1 Risico reducerende voorzieningen ter voorkoming van inwendige corrosie

De voorzieningen uit deze paragraaf grijpen in op de faaloorzaak 'inwendige corrosie'. De faalfrequentie voor inwendige corrosie kan worden gecorrigeerd door middel van de formule:

$$\text{Faalfrequentie}_{\text{inwendige corrosie, gecorrigeerd}} = \text{Faalfrequentie}_{\text{inwendige corrosie}} / \text{factor} \quad (14)$$

Het te transporteren medium is inherent aantoonbaar volledig niet-corrosief ten opzichte van het materiaal van de buisleiding (en vice versa).	factor ∞
--	----------

5.4.2 Risico reducerende voorzieningen ter voorkoming van uitwendige corrosie

De voorzieningen uit deze paragraaf grijpen in op de faaloorzaak 'uitwendige corrosie'. De faalfrequentie voor uitwendige corrosie kan worden gecorrigeerd door middel van de formule:

$$\text{Faalfrequentie}_{\text{uitwendige corrosie, gecorrigeerd}} = \text{Faalfrequentie}_{\text{uitwendige corrosie}} / \text{factor} \quad (15)$$

Het buismateriaal is inherent volledig niet-corrosief ten opzichte van de omgeving.	factor ∞
---	----------

6 Bijlage Randvoorwaarden reductiefactoren

Een bij een risico reducerende voorziening behorende reductiefactor mag pas worden toegepast wanneer de voorziening voldoet aan de daarvoor geldende randvoorwaarden. In dit hoofdstuk worden die randvoorwaarden beschreven. De voor 'stand der techniek' geldende randvoorwaarden worden als eerste beschreven.

Randvoorwaarden voor leidingen die aan 'stand der techniek' voldoen

De belangrijkste voorwaarde voor het mogen toepassen van de faalfrequentie voor het scenario breuk wanneer de buisleiding voldoet aan stand der techniek, is het toepassen van een effectief veiligheidsbeheerssysteem (VBS). De 'stand der techniek'-voorwaarden voor de verschillende faaloorzaken zijn gegeven in Tabel 6.1. Wanneer voor een specifieke faaloorzaak niet wordt voldaan aan één van de bijbehorende voorwaarden, dient voor deze faaloorzaak de in Tabel 3.3 genoemde bijpassende faalfrequentie te worden gebruikt.

Tabel 6.1 Randvoorwaarden voor buisleidingen voor stand der techniek.

Algemeen	Het gebruiken van een effectief veiligheidsbeheerssysteem, Artikel 4.1111 van het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en 0/NEN3655.
Beschadiging door derden	<ul style="list-style-type: none"> • Duidelijk aangegeven bovengrondse markeringen van de buisleiding die vanuit elk gezichtspunt waarneembaar zijn. Van de regel kan worden afgeweken bij praktische beperkingen zoals bij bochten, bosschages en obstakels. • Periodieke communicatie met landeigenaren om deze bewust te maken en houden van de aanwezigheid van de buisleiding. • Geïmplementeerd KLIC/WIBON systeem met actief rappel.
Mechanisch	<ul style="list-style-type: none"> • Leidingen aangelegd vóór 1980: het beschikbaar hebben van een mechanical assesment van de buisleiding. • Leidingen aangelegd vanaf 1980: geen, is afgedekt door sterk verbeterde kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging (QA/QC) bij de aanleg van een buisleiding.
Inwendige corrosie	<p>Corrosiemanagementsysteem bestaande uit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bepaling van product corrosiviteit; • toepassing van ontwerpmaatregelen gebaseerd op corrosiviteit; (bijvoorbeeld corrosietoeslag op wanddikte, toepassen corrosie inhibitie, toepassen corrosiebestendige staallegering van de buiswand en eventuele inwendige coating / "liner"); • effectief monitoring programma (bijvoorbeeld bewaking product kwaliteit middels sampling, chemicaliën injectie, sampling op metaalafgifte).
Uitwendige corrosie	Toepassen van passende coating en kathodische bescherming conform NEN 3654. Effectief monitoring programma van kathodische bescherming en van coating.
Natuurlijke oorzaken	Het constructief ontwerp in relatie tot zettingen en spanningen is bekend, gedocumenteerd en er zijn passende voorzieningen getroffen.

<p>Operationeel en overige faalorzaken</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gespecificeerde werkgebied m.b.t debiet, druk, temperatuur, trip settings. • Geautomatiseerde procesbewaking en procesbeveiligingen. • Monitoring van relevante DCS- of SCADA-data om binnen dit werkgebied te blijven opereren. • Verandering van werkgebied alleen toegestaan middels vastgestelde procedures, zoals bij wijzigingen (Management of Change, MoC).
---	--

Randvoorwaarden 'graafschade door derden'

Ten aanzien van faalorzaak '*graafschade door derden*' zijn een aantal risico reducerende voorzieningen geformuleerd met bijbehorende reductiefactoren. In deze paragraaf worden de randvoorwaarden voor de verschillende voorzieningen gegeven.

Cluster 1

Actief rappel

- De exploitant dient binnen 10 werkdagen na de melding met de grondroerder contact op te nemen indien deze dat nog niet heeft gedaan.

Cluster 2

Het betreft de voorzieningen *waarschuwingslint, beschermplaten* en de combinatie *waarschuwingslint + beschermplaten*.

- De minimumafstand tussen een buisleiding en het beschermende materiaal en de breedte van de afdekking moet in een standaarddocument worden vastgelegd. De combinatie van beide factoren (beschermend materiaal en de afstand tussen het materiaal en de buisleiding) moet dusdanig zijn dat ook bij toepassing van de grootste graafmachines die op dat moment worden gehanteerd, de afdekking effectief is en de buisleiding niet wordt geraakt.
- De sterkte en geschiktheid van afwijkende materialen of constructies dient te worden aangetoond door middel van veldtesten. Uitgangspunt is dat veldtesten op dezelfde wijze worden uitgevoerd als de veldtesten die zijn uitgevoerd voor bepaling van de reductiefactor voor beschermplaten [11]. De reductiefactor kan dan op dezelfde wijze worden afgeleid⁷.
- Indien door de afdekking van een buisleiding ook andere buisleidingen worden afgedekt, zal hierover met de andere buisleidingexploitanten moeten worden overlegd.
- Deze voorziening kan alleen worden toegepast wanneer de buisleidingexploitant toestemming geeft voor het nemen van deze voorziening. In de afweging zijn vooral de invloed op de kathodische bescherming en de bereikbaarheid voor bijvoorbeeld coatinginspecties van belang.

Cluster 3

Het betreft de voorziening waarbij een beheerovereenkomst is afgesloten die een bepaalde beperking bevat.

Overeenkomst met vergaande restricties:

- De grond wordt uit gebruik genomen door het pachten van de grond of door een strikte beheerovereenkomst die alle gebruik van de grond uitsluit.

⁷ Indien in alle experimenten de voorziening effectief is gebleken, moet voor het afleiden van de reductiefactor worden aangenomen dat de voorziening voor één experiment niet effectief was. Deze aanname is nodig omdat met een beperkt (n) aantal testen niet kan worden uitgesloten dat de (n+1)^{de} test tot falen leidt.

- Het betreffende deel van de grond wordt afgerasterd.
- Er wordt markering toegepast.
- Er moet periodiek (minimaal eens per jaar) contact worden opgenomen met de grondeigenaar waarbij de betreffende situatie wordt doorgesproken.
- Bij de (helikopter)inspecties moet het buisleidingdeel waarvoor de overeenkomst geldt specifiek aandacht krijgen.
- Aanvragen voor graafwerkzaamheden door de eigenaar en derden moeten altijd kunnen worden afgewezen en worden nooit gehonoreerd. Bij een melding moet ook direct actie worden ondernomen. Voor degene die de melding afhandelt moet het direct duidelijk zijn dat voor het betreffende buisleidingdeel een beheerovereenkomst van toepassing is.
- Indien een overeenkomst niet aan alle randvoorwaarden voldoet, zal de overeenkomst hooguit de reductiefactor opleveren van een overeenkomst waarbij graven/boren verboden is (zie voorziening '*Overeenkomst, graven/boren verboden*').

Overeenkomst, graven/boren verboden:

- Bij een overeenkomst waarbij grondroerende activiteiten worden uitgesloten is het gebruik van de grond als bijvoorbeeld weidegebied toegestaan. Het gebruik als bijvoorbeeld parkeer- of opslagterrein is ook mogelijk, mits voor de realisatie hiervan geen graafwerkzaamheden nodig zijn.
- Er moet periodiek (minimaal eens per jaar) contact worden opgenomen met de grondeigenaar waarbij de betreffende situatie wordt doorgesproken.
- Bij de (helikopter)inspecties moet het buisleidingdeel waarvoor de overeenkomst geldt specifiek aandacht krijgen.
- Aanvragen voor graafwerkzaamheden door derden moeten altijd kunnen worden afgewezen en worden nooit gehonoreerd. Bij een melding van een graafactiviteit moet ook direct actie worden ondernomen. Voor degene die de melding afhandelt moet het direct duidelijk zijn dat voor het betreffende buisleidingdeel een beheerovereenkomst van toepassing is.
- Indien een overeenkomst niet aan alle randvoorwaarden voldoet, zal de overeenkomst hooguit de reductiefactor opleveren van een overeenkomst met beperkte restricties (zie voorziening '*Overeenkomst, beperkte restricties*').

Overeenkomst, beperkte restricties:

- Bij een overeenkomst met beperkte restricties zijn grondroerende activiteiten niet helemaal uitgesloten, maar worden wel beperkingen opgelegd ten aanzien van de diepte van bewerking van de grond.
- Er moet periodiek (minimaal eens per jaar) contact worden opgenomen met de grondeigenaar waarbij de betreffende situatie wordt doorgesproken.
- Bij de (helikopter)inspecties moet het buisleidingdeel waarvoor de overeenkomst geldt specifiek aandacht krijgen.

Cluster 4

Hekwerk

- Een hekwerk moet voorkomen dat de directe omgeving rond de buisleiding kan worden betreden. Indien een hekwerk alleen het gebied in de nabijheid van de buisleiding omsluit, maar dat het gebied verder vrij

eenvoudig kan worden betreden, moet een hekwerk worden gezien als markering.

- Deze voorziening moet in combinatie met markering worden toegepast.
- De bereikbaarheid van de buisleiding mag niet worden belemmerd.

Dijklichaam

- De ophoging ten opzichte van het maaiveld is minimaal één meter hoog en deze hoogte moet ook worden onderhouden. Een andere optie is om een dijklichaam van 50 cm hoog te creëren maar dan moet het dijklichaam worden omsloten door een (metalen) net dat genoeg weerstand kan bieden indien er toch gegraven mocht worden.
- De ophoging moet aaneengesloten zijn over het buisleidingstuk waarvoor de voorziening wordt toegepast. Omdat niet kan worden voorkomen dat er toch wegen etc. moeten worden gekruist, wordt als richtwaarde aangehouden dat minimaal 98% van het betreffende buisleidingstuk door een dijklichaam moet worden beschermd. Als minder dan 98% van het buisleidingstuk wordt beschermd, moet in een risico- en effectrapportage specifiek rekening worden gehouden met de onderbrekingen. Het deel dat niet door het dijklichaam wordt beschermd, moet op een andere manier worden beschermd, bijvoorbeeld door een wegverharding. Ook moet aan het begin en eind van de onderbreking extra markering worden geplaatst.
- De voorziening moet in combinatie met markering plaatsvinden.
- De ophoging mag geen invloed hebben op de integriteit van de buisleiding.
- Deze voorziening moet in combinatie met markering worden toegepast.
- De bereikbaarheid van de buisleiding mag niet worden belemmerd.

Barrière op maaiveld

- De afstand tussen de barrière en de buisleiding moet beperkt zijn tot één à twee meter van de buisleiding.
- Losstaande paaltjes mogen maximaal 20 cm van elkaar geplaatst worden.
- Deze voorziening moet in combinatie met markering worden toegepast.
- De bereikbaarheid van de buisleiding mag niet worden belemmerd.

Cluster 5

Strikte begeleiding werkzaamheden

- Bij een melding neemt de buisleidingexploitant zelf direct contact op met de daadwerkelijke uitvoerder van de werkzaamheden. Bij dit contact worden werkafspraken gemaakt die schriftelijk worden vastgelegd. Tot het moment dat er contact wordt gelegd met de uitvoerder moet de buisleidingexploitant dagelijks de situatie ter plekke controleren.
- Indien er tussen de melding en de aanvang van de werkzaamheden meer dan een week zit, moet de buisleidingexploitant iedere week (tot aanvang van de werkzaamheden) contact opnemen met de uitvoerder van de werkzaamheden.
- Als de werkzaamheden langer dan een week duren, moet wekelijks (totdat de werkzaamheden zijn afgerond) een extra inspectie ter plaatse plaatsvinden door de buisleidingexploitant.
- Er wordt tijdens de werkzaamheden extra markering toegepast.
- Het moet voor degene die bij de buisleidingexploitant de melding van de werkzaamheden afhandelt direct duidelijk zijn dat voor het betreffende buisleidingdeel een strikte begeleiding van toepassing is. Dit zal in de

procedure voor de afhandeling van de meldingen moeten worden geborgd.

Cameratoezicht

- Het toezicht moet continu zijn.
- Het toezicht moet mogelijk zijn over het gehele buisleidingstuk waarvoor de reductiefactor wordt toegepast.
- Bij constatering van (voorbereidingen van) werkzaamheden nabij de buisleiding moet binnen enkele minuten ingegrepen kunnen worden om de werkzaamheden stil te leggen.
- Er moet een terugkoppeling zijn van gemelde werkzaamheden richting de toezichthouder, zodat er geen valse alarmen ontstaan.

Cluster 6

Randvoorwaarde bij deze voorziening is dat de dekking aan weerszijden van de leiding effectief moet zijn. De dekking moet zodanig zijn aangebracht dat verwacht mag worden dat een grondroerder die loodrecht op de leiding graaft, het maaiveld blijft volgen en niet de extra gronddekking negeert door het niveau op graafdiepte aan te houden. Als leidraad geldt dat bij een extra gronddekking tot 20 centimeter de extra dekking over minimaal 10 meter aan weerszijden van de leiding moet worden aangebracht. Bij een extra gronddekking groter dan 20 centimeter moet de extra dekking minimaal over de belemmerde strook worden aangebracht.

Randvoorwaarden ‘Inwendige corrosie – corrosiviteit medium’

De corrosiviteit dient onderbouwd te worden en de kwaliteit van het medium dient gemonitord te worden.

Opname onderbouwing “inherent niet-corrosief medium” c.q. “inherent niet corrosief buismateriaal” in de rapportage is vereist.

Randvoorwaarden ‘Uitwendige corrosie – corrosiviteit buismateriaal’

Het ontbreken van corrosiviteit dient onderbouwd te worden en de omgeving (verzuring, bacteriën, wortels, grondroeren, interferentie) dient gemonitord te worden.

Opname onderbouwing “inherent niet corrosief buismateriaal” in de rapportage is vereist.

7 Bijlage randvoorwaarden dense phase kooldioxide

De faalfrequenties van Tabel 3.3 kunnen ook voor het transport van dense phase CO₂ worden toegepast als aan de randvoorwaarden van Tabel 7.1 wordt voldaan. De exploitant zal in afstemming met het bevoegd gezag zelf een faalfrequentie moeten afleiden als de dense phase CO₂ buisleiding niet voldoet aan genoemde randvoorwaarden.

Tabel 7.1 Randvoorwaarden voor het gebruik van standaard faalfrequenties voor dense phase CO₂

Faalfrequenties	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bestaande buisleidingen die worden hergebruikt moeten voorafgaand aan het gebruik worden geëvalueerd en ge(her)kwalificeerd voor het transport van dense phase CO₂ en worden geïnspecteerd op wanddefecten. 2. Voordat een leiding voor het transport van dense phase CO₂ in gebruik wordt genomen moet de leiding worden gedroogd tot een dauwpunt van -40 tot -45 °C. 3. Er moet geborgd worden dat alle materialen en componenten die in de buisleiding gebruikt zijn, geschikt zijn voor het transport van alle toestanden van de CO₂ stroom, waarbij ook rekening gehouden wordt met eventuele onzuiverheden die de CO₂ stroom kan bevatten. 4. De maximale concentratie water in de dense phase CO₂ stroom moet gebaseerd worden op het waterdauwpunt voor transport van gasvormig CO₂. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de invloed van onzuiverheden in de CO₂ stroom op het waterdauwpunt. 5. De maximale stroomsnelheid van dense phase CO₂ moet afgestemd zijn op het voorkomen van stromingsgeïnduceerde pulsaties.
Modellering	<ol style="list-style-type: none"> 6. De scheurstopcapaciteit van de buisleiding voor het transport van dense phase CO₂ voldoet aan de eisen van NEN-3650 [17].

Referenties

1. G.M.H. Laheij, *Risicomethodiek nat- en zuurgasleidingen*. RIVM-briefrapport 076/09, RIVM, 2009.
2. *Toepassing reductiefactoren aardgastransportleidingen NAM*, brief EP201009306728JA 2010.
3. *Bevb-rekenmethodiek en rekenmodel buisleidingen met nat aardgas*, Directie Risicobeleid, brief RB/2010029497 2010.
4. G.M.H. Laheij, A.A.C. van Vliet, en E.S. Kooi, *Achtergronden bij de vervanging van zoneringafstanden hogedruk aardgastransportleidingen van de N.V. Nederlandse Gasunie*, RIVM-rapport 620121001/2008, RIVM, 2008.
5. *Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken*. Beschikbaar via <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040728/2019-01-01>. (Geraadpleegd
6. Ministerie van VROM, *Levering gegevens registratiebesluit*. Directie Risicobeleid, brief RB/2009015955, 2009.
7. RIVM-brief, *Consequentieonderzoek hogedruk aardgastransportleidingen overige exploitanten*, kenmerk 004/10 2010.
8. Det Norske Veritas (DNV), *Software for the Assessment of flammable, explosive and toxic impact*. (SAFETI-NL) versie 8, 2019.
9. I&M Brief, *Aanvullende mitigerende maatregelen buisleidingen*, referentienummer IENM/BSK 2014/74036, 28 maart 2014.
10. RIVM-brief, *Invloed diepteligging en wanddikte op de faalfrequentie voor leidingen met aardolieproducten en overige leidingen*, referentienummer 165/11 CEV Vli/sij-3063. 26 juni 2011.
11. I. Corder, *The application of risk techniques to the design and operation of Pipelines*, 1995.
12. *Regeling externe veiligheid buisleidingen*, artikel 6, lid 2.,
13. *Register risicosituaties gevaarlijke stoffen (RRGS)*, situatie maart 2010.
14. RIVM-brief, *Analyse faalkans CONCAWE-database*, referentienummer 099-08/CEV Rik/mjd, 11 april 2008.
15. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 2, *Methods for the calculation of physical effects* ('Gele boek'), Ministerie van VROM, 2005.
16. F. Ullmann, *Ullmann's Encyclopedia of industrial Chemistry*, Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2001.
17. *3650-2:2020 (NL) Eisen voor buisleidingsystemen – Deel 2: Aanvullende eisen voor leidingen van staal*, NEN 2020.