QRA PALL-leiding kruising Maas fase 2

Situatie 2023

projectnummer 0476077.100
definitief revisie 1.0
31 oktober 2023

Understanding today.
Improving tomorrow.

QRA PALL-leiding kruising Maas fase 2

Situatie 2023

projectnummer 472568

definitief revisie 1.0
31 oktober 2023

Adviesgroep SAVE

Opdrachtgever

Petrochemical Pipeline Services B.V.
PO Box 200
6160 AE Geleen

Colofon

Projectgroep bestaande uit

Ir. J. (Jelte) Janzen
Ir. D.E. (Dennis) Zandijk

datum vrijgave	beschrijving revisie 1.0	gecontroleerd	vrijgave
31-10-2023	Definitief	Dennis Zanddijk	Wim Evers

Inhoudsopgave

		Blz.
1	**Inleiding**	**1**
2	**Juridisch kader**	**3**
3	**Beschrijving van de leiding**	**5**
3.1	Pijplijn data	6
3.2	Beschouwing risico's uit de omgeving	6
4	**Modellering**	**7**
4.1	Modellering breuk: vaststellen uitstroomvolume	7
4.2	Modellering breuk: faalfrequentie en stand der techniek	9
4.3	Modellering breuk: faalfrequentie en diepteligging	9
4.4	Modellering breuk: faalfrequentie aanvullende veiligheidsmaatregelen (Tier 3)	10
4.5	Modellering lek	11
4.6	Modelstof	11
4.7	Scenario model	11
4.8	Oppervlakteruwheid en meteobestand	11
4.9	Domino-effecten	12
5	**Rekenresultaten**	**13**
5.1	Resultaten: Plaatsgebonden risico	13
5.2	Toetsing plaatsgebonden risico	14
5.3	Resultaten: Groepsrisicoberekening	15
6	**Conclusie**	**16**

Bijlage 1: Bevolkingsvlakken voor GR- berekening

Bijlage 2: Invloed van de omgeving op de leiding

1 Inleiding

Petrochemical Pipeline Services B.V. (hierna te noemen PPS) heeft het beheer over een koolwaterstoffenleiding welke gedeeltelijk is gelegen in Limburg. Deze leiding loopt tussen Antwerpen en het Chemelot terrein en voorziet de krakers op dit terrein van grondstoffen. Deze leiding draagt de naam PALL-leiding, heeft een lengte in Nederland van circa 5,3 km en een generieke diepteligging van 1,1 m beneden maaiveld (-mv). Eigenaar is de firma PALL NV (Pijpleiding Antwerpen-Limburg-Luik Naamloze Vennootschap), gevestigd in Genk. PPS voert in opdracht van PALL NV het beheer van de PALL-leiding uit.

Door deze PALL-leiding worden brandbare vloeistoffen getransporteerd, zoals bijvoorbeeld nafta en gascondensaten. Brandbare vloeistoffen kunnen worden gekenschetst als gevaarlijke stof. Met het transport van gevaarlijke stoffen wordt een zogenaamd externe veiligheidsrisico geïntroduceerd in de omgeving. Externe veiligheidsrisico's worden door middel van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) in beeld gebracht.

Op 1 januari 2021 is door het RIVM een nieuwe versie uitgegeven van de rekenmethodiek *Handleiding Risicoberekeningen Bevb.* In deze rekenmethodiek is aangegeven op welke wijze de modellering dient plaats te vinden van leidingen met aardolieproducten en brandbare vloeistoffen (module C en/of module D). Deze rekenmethodiek is van toepassing op de leiding met aardolieproducten, zoals hierboven aangegeven.
Ook het rekenprogramma waarmee de berekeningen dienen te worden uitgevoerd is aangepast: de nu actuele versie van Safeti-NL betreft versie 8.5.

Leidingeigenaren of -beheerders dienen van elke leiding een actuele QRA voorhanden te hebben.

Aanleiding onderzoek
In de zomer van 2021 heeft de Maas een piekafvoer gehad met een waterramp als gevolg. Op de plek waar de PALL-leiding via een zinker de Maas kruist is de oever circa 30 m landinwaarts afgekalfd en daarmee verschoven. Daarbij kwam een deel van de leiding bloot te liggen. Aangezien deze situatie niet acceptabel was, is via een gestuurde boring onder de Maas door een nieuwe kruising met de Maas gerealiseerd. Voor deze leiding is een tijdelijke vergunning verkregen van Rijkswaterstaat. Voor deze tijdelijke vergunning is een QRA opgesteld.

Aangezien de boven geschreven situatie een tijdelijke situatie zal zijn, is PPS op zoek naar een definitieve oplossing. Het project dat daarvoor opgestart is (Pall kruising Maas fase 2) heeft een nieuwe locatie geïdentificeerd waar de kruising met de Maas moet plaats vinden. Het tracé er naar toe en deze nieuwe kruising met de Maas zijn het onderwerp van deze QRA. De leiding lengte van de PALL-leiding in Nederland zal door dit nieuwe leiding deel toenemen met circa 3,2 km tot 8,5 km. De generieke diepteligging van dit nieuwe deel van de PALL-leiding zal minimaal 1,2 m bedragen.

In het kader van de bovengenoemde wijzigingen heeft PPS de behoefte aan een QRA. Deze QRA dient de leidingdelen te omvatten die nieuw zullen worden aangelegd. Antea Group heeft van PPS opdracht gehad van deze pijpleidingdelen een QRA op te stellen. Na aanleg van de leiding zal op basis van de as-built tekeningen een nieuwe versie van de QRA worden opgesteld.

Dit rapport bevat:
- Het juridisch kader voor buisleidingen: Hoofdstuk 2;

- Een beschrijving van de leiding en leidingkenmerken als mede de modellering in hoofdstuk 3;
- In hoofdstuk 4 is de modellering besproken.
- Een hoofdstuk met daarin de berekende risico's (plaatsgebonden risicocontouren en groepsrisicocurve): Hoofdstuk 5;
- Een conclusie: Hoofdstuk 6.

2 Juridisch kader

Externe veiligheid beschrijft de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen. Dit kan betrekking hebben op inrichtingen (bedrijven) of transportroutes. Op beide categorieën is verschillende wet- en regelgeving van toepassing. Voor inrichtingen is het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) het relevante beleidskader, voor buisleidingen is dit het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb). Het beleid voor transportmodaliteiten staat in het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt).

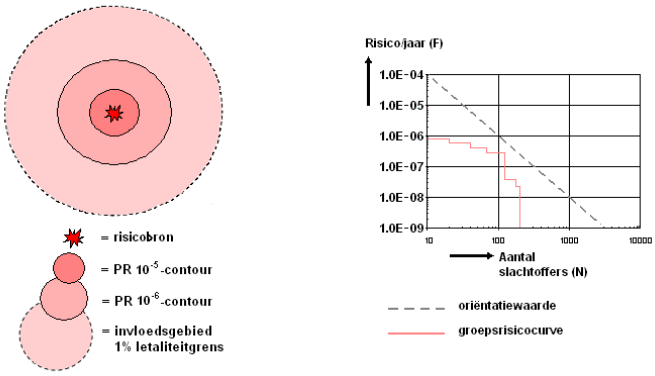
Binnen het beleidskader voor externe veiligheid staan twee kernbegrippen centraal: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Hoewel beide begrippen onderlinge samenhang vertonen, zijn er belangrijke verschillen. Hieronder worden beide begrippen verder uitgewerkt.

Plaatsgebonden Risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans, op een bepaalde plaats, om te overlijden ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De kans heeft betrekking op een fictief persoon die de hele tijd op die plaats aanwezig is. Het PR kan op de kaart van het gebied worden weergegeven met zogeheten risicocontouren: lijnen die punten verbinden met eenzelfde PR. Binnen de 10^{-6}/jaar-contour (die als wettelijk harde norm fungeert) mogen geen nieuwe kwetsbare objecten geprojecteerd worden. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de 10^{-6}/jaar-contour niet als grenswaarde, maar als een richtwaarde. Daarnaast mag de 10^{-6}/jaar van een nieuwe leiding niet verder dan 5 m uit het hart van de leiding liggen.

Groepsrisico (GR)

Het groepsrisico (GR) is een maat voor de kans dat bij een ongeval een groep slachtoffers valt met een bepaalde omvang. Het GR is daarmee een maat voor de maatschappelijke ontwrichting bij een calamiteit. Het GR wordt bepaald binnen het invloedsgebied van een risicovolle activiteit. Dit invloedsgebied wordt begrensd door de 1% letaliteitsgrens (tenzij anders bepaald): de afstand waarop nog 1% van de blootgestelde mensen in de omgeving komt te overlijden bij een calamiteit met gevaarlijke stoffen. Het GR kan niet ‘op de kaart’ worden weergegeven, maar wordt weergegeven in een grafiek, waar de kans (f) afgezet wordt tegen het aantal slachtoffers (N): de fN-curve.



Figuur 2.1 Weergave plaatsgebonden risicocontouren, invloedsgebied en groepsrisicografiek met de oriëntatiewaarde voor transport (waaronder buisleidingen).

Verantwoordingsplicht

In het Bevi, het Bevb en het Bevt is een verplichting tot verantwoording van het groepsrisico opgenomen. Bij deze verantwoordingsplicht dient het bevoegd gezag op een juiste wijze de toename en ligging van het groepsrisico te onderbouwen en te verantwoorden. Hierbij geeft het bevoegd gezag aan of het groepsrisico in de betreffende situatie aanvaardbaar wordt geacht. Bij de verantwoording van het groepsrisico dient het bevoegd gezag advies in te winnen bij de veiligheidsregio. De verantwoordingsplicht van het groepsrisico dient, naast de rekenkundige hoogte van het groepsrisico dat berekend wordt door middel van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA), tevens rekening te houden met een aantal kwalitatieve aspecten, zoals in figuur 2.2 weergegeven.

Verplichte en onmisbare onderdelen:		
A		Ligging GR t.o.v. oriënterende waarde
B		Toename GR t.o.v. nulsituatie
C		De mogelijkheden van zelfredzaamheid van de bevolking
D		De mogelijkheden van hulpverlening
E		Nut en noodzaak van de ontwikkeling
F		Het tijdsaspect

Figuur 2.2 Verplichte en onmisbare onderdelen van de verantwoordingsplicht van het groepsrisico.

Rekenmethodiek

De koolwaterstoffenleiding PALL in beheer bij PPS valt onder het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb).

Via deze leiding worden twee verschillende typen stoffen getransporteerd:

- K1-stoffen: met een vlampunt lager dan 21°C;
- K0-stoffen: met een vlampunt lager dan 0°C en een begin kookpunt lager dan of maximaal gelijk aan 35°C.

Op basis van deze worst-case eigenschappen van de getransporteerde stoffen valt deze leiding conform de Handleiding Risicoberekeningen Buisleidingen onder Module D: chemicaliën leidingen.

Via het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen is:

- De Handleiding Risicoberekeningen Buisleidingen voorgeschreven;
- Het rekenprogramma (Safeti-NL) voorgeschreven.

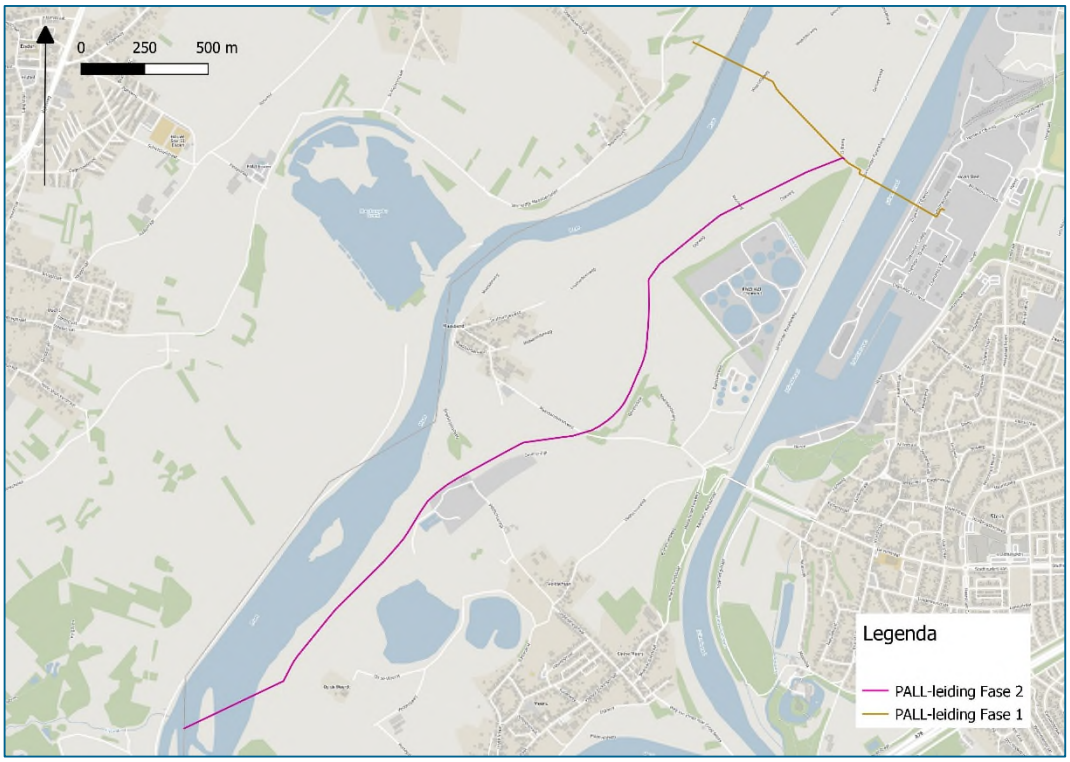
De zo berekende plaatsgebonden risicocontouren moeten worden getoetst aan de normstelling zoals die is opgenomen in het Bevb. We merken op dat deze toetsing niet vrijblijvend is: de berekende contouren kunnen juridische consequenties hebben.

Gebruikt zijn de volgende versies:

- Handleiding Risicoberekeningen Bevb, revisie 3.2, d.d 1 januari 2021;
- Safeti-NL 8.5.

3 Beschrijving van de leiding

In figuur 3.1 is de loop van de PALL-leiding fase II weergegeven.



Figuur 3.1 Globale loop van de PALL-leiding fase II (paarse/roze).

3.1 Pijplijn data

PPS heeft de data van dit nieuwe leidingdeel beschikbaar gesteld (tabel 3.1).

Tabel 3.1 Data ondergronds deel van de PALL-leiding

Parameter	Eenheid	Waarde
Verpompt product		Koolwaterstoffen: klasse K1 of K0
Uitwendige diameter	inch	18" (457 mm)
Wanddikte	mm	11 (ter plaatse van gestuurde boring) 9,5 (ter plaatse van vrije veld[1])
Inwendige diameter	mm	435 (ter plaatse van gestuurde boring) 444 (ter plaatse van vrije veld)
Maximum druk	bar	67,7 (ter plaatse van Antwerpen[1])
Diepteligging	m	1,2 of dieper
Pompdebiet	m^3/s	0,1944 (700 m^3/h)
Afslagtijd pomp	s	342
Overall lengte	km	Circa 131,626
Lengte in Nederland	km	Circa 8,5
Compressibiliteit	m^2/N	$8,8 \times 10^{-10}$

3.2 Beschouwing risico's uit de omgeving

In bijlage 2 is een systematische beschouwing opgenomen waarin allerlei externe invloeden op de PALL-leiding worden geïnventariseerd. Aangetoond is dat van de behandelde invloeden alleen het domino-effect tussen Air Liquide leidingen en de PALL-leiding nadere aandacht behoeft. Dit is uitgewerkt in paragraaf 4.9.

[1] Nadat deze QRA gereed was gekomen heeft PPS de wanddikte specificatie en de maximale druk aangepast:

- Wanddikte: de waarde waarmee gerekend is in deze QRA voor vrije veldstrekking is 6,4 mm. Gebruikt gaat worden 9,5 mm voor vrijeveldstrekking delen. Hierdoor neemt de interne diameter in werkelijkheid meer af dan waarmee deze QRA is berekend.
- Maximale druk: de waarde waarmee is gerekend is 69 barg. Dit blijkt 67,7 barg te zijn.

Bovenstaande aanpassingen hebben tot gevolg dat de in deze QRA berekende externe veiligheidssituatie meer worst-case is dan in werkelijkheid gerealiseerd gaat worden.

4 Modellering

Volgens Handleiding Risicoberekeningen Bevb zijn in het algemeen voor leidingen de volgende twee scenario's relevant:

- Breuk;
- Lek.

Deze scenario's worden hieronder uitgewerkt.

4.1 Modellering breuk: vaststellen uitstroomvolume

Door breuk van de leiding wordt een tweetal uitstromingen gerealiseerd:

- Volume dat vrijkomt door uitstroming als gevolg van de pomp die nog doorpompt totdat deze wordt gestopt door de operator (die gealarmeerd is door het beveiligingssysteem);
- Volume dat vrijkomt door ontspanning van de vloeistof.

Tabel 4.1 Uitstroomvolume bij breuk.

	Parameter	Eenheid	Waarde
Vrijkomend volume: pompvolume			
	Debiet in leiding	[m³/h]	700
	Tijdsduur voor stoppen pomp	[s]	342
	Uitstroming door pomp	[m³]	66,5
Vrijkomend volume: Ontspanning (expansie)			
	Berekende geluidssnelheid in product		$v = \sqrt{\frac{\kappa}{\rho}}$
	Met κ is compressibiliteitsmodulus	[GPa]	1/8,8 x 10^{-10} = 1,14 GPa
	Met ρ is dichtheid	[kg/m³]	850 [aanname]
	Berekende geluidssnelheid in vloeistof	[m/s]	1.156
	Trajectlengte ontspanningsgolf tijdens afslag tijd pomp (342 s)	[km]	395
	Lengte van de leiding	[km]	132
	Welk deel van de leiding doet mee met expansie volume	[%]	100%
	Hoogste werkdruk in de leiding (Antwerpen)	Bar(g)	69
	Laagste werkdruk in de leiding (Geleen)	Bar(g)	2

Tabel 4.1 Uitstroomvolume bij breuk.

	Parameter	Eenheid	Waarde
	Gemiddelde druk in de leiding (overall)	Bar(g)	35,5
	Methode van berekenen expansievolume		Gemiddelde druk hele leiding
	Expansie van de inhoud van de leiding	[m^3]	65,3
Totaal vrijkomend volume (samenvatting bovenstaande)			
	Pompen	[m^3]	66,5
	Expansie	[m^3]	65,3
	Totaal	[m^3]	131,8
Resulterende plas			
	Plasdikte	[m]	0,05
	Oppervlak van de plas	[m^2]	2.637
	Diameter plas	[m]	57,9

Toelichting:
De leiding heeft een totale lengte van circa 135 km. Aan het begin van de leiding in Antwerpen is een compressor geplaatst die een maximale druk van 69 bar(g) genereert. Bij binnenkomst in Nederland is de druk verregaand gereduceerd. Bij aankomst aan het eind van de leiding is nog slechts een paar bar(g) aan druk over; aanname is 2 bar(g).

De geluidssnelheid in de leiding is een maat voor hoe snel de ontspanningsdrukgolf zich door de vloeistof verplaatst. Berekend is dat deze geluidssnelheid in deze stof 1.156 m/s bedraagt. De tijdsduur die verloopt tussen het ontstaan van de breuk en het afslaan van de compressor bedraagt 342 s. Verondersteld wordt dat binnen deze tijd afsluiters in de leiding nog open staan. In deze tijdsduur kan de geluidsgolf (ontspanningsgolf) zich door de gehele leiding (135 km) begeven: bij 1.156 m/s en 342 s kan zelfs een nog veel langere leiding geheel ontspannen (395 km). Het is dus aannemelijk dat de gehele leiding meedoet in het genereren van expansievolume. Daarom is ook gekozen voor de gemiddelde drukmethode: dat geeft het meest realistische volume van expansie. In deze berekende volumes is geen rekening gehouden met hellende vlakken of nalevering uit tanks. Als resultaat ontstaat een plas met een diameter van 57,9 m. Gebruikte formule (zie paragraaf 2.2.2.1 Rekenmethodiek):

$V_e = \pi/4 \times D^2 \times L \times P \times C_e$

Met :

V_e Volume toename van het product (m^3), resultaat berekening: 65,3 m^3;
D Inwendige diameter van de leiding (m), gebruikt: 0,444 m;
L leidinglengte tussen pompen en het einde van de leiding (m), 134.879 m;
P werkdruk ter plaatse van de breuk (Pa); 3.550.000 Pa;
C_e compressibiliteit van het product (m^2/N), 8,8 x 10^{-10}/m^2/N.

4.2 Modellering breuk: faalfrequentie en stand der techniek

Het leidingdeel dat in dit rapport wordt bekeken betreft het stuk vanaf de grens (gelegen in de Maas) Nederland in. Dit deel van de leiding is gelegen op een generieke diepteligging van 1,2 m of dieper. Uitgangspunt is de generieke diepteligging van 1,2 m.

De standaard faalfrequentie bedraagt voor breuk van de leiding: 1,5 x 10^{-4}/jaar.km (Tier 1). Het hanteren van de Stand der Techniek voor een buisleiding kan conform de rekenmethodiek leiden tot een aangepaste faalfrequentie van 3,70 x 10^{-5}/jaar.km (Tier 2). Tevens worden aanvullende veiligheidsmaatregelen in rekening gebracht (Tier 3). Voor de PALL-leiding betekent dit dat de volgende (deel)faalfrequenties van toepassing zijn.

Tabel 4.2 Opbouw faalfrequentie breuk (stand der techniek: Tier 2)

Faaloorzaak breuk	Tier 1 [1/j.km] x 10^{-5}	Tier 2 [1/j.km] x 10^{-5}	PALL leiding Stand der techniek ?	Faalfrequentie breuk PALL-leiding [1/j.km] x 10^{-5}
Beschadiging door derden	7,19	1,77	Ja	1,77
Mechanisch	3,23	0,796	Ja	0,796
Inwendige corrosie	0,571	0,141	Ja	0,141
Uitwendige corrosie	1,72	0,425	Ja	0,425
Natuurlijke oorzaken	0,915	0,226	Ja	0,226
Operationeel/overig	1,38	0,340	Ja	0,340
Totaal	**1,5 x 10^{-4}**	**3,7 x 10^{-5}**		**3,70 x 10^{-5}**

4.3 Modellering breuk: faalfrequentie en diepteligging

De faaloorzaak beschadiging door derden wordt sterk beïnvloed door de diepteligging.

Tabel 4.3 Opbouw faalfrequentie breuk gespecificeerd per leiding.

Faaloorzaak Beschadiging door derden	Diepteligging [m-mv]	Aanpassing door diepte-ligging	Ongecorrigeerde faalfrequentie beschadiging door derden [1/j.km]	Gecorrigeerde faalfrequentie beschadiging door derden [1/j.km]
Beschadiging door derden	1,2	2,37	$1,77 \times 10^{-5}$	$7,46 \times 10^{-6}$

Toelichting: de factor aanpassing door diepteligging wordt beschreven door de volgende formule:

$\text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden, gecorrigeerd}} = \text{Faalfrequentie}_{\text{beschadiging door derden}} / \text{Factor};$

$\text{Factor} = e^{-2,4 \times (0,84-z)}$
Waarbij z= actuele diepteligging [m].

4.4 Modellering breuk: faalfrequentie aanvullende veiligheidsmaatregelen (Tier 3)

Voor de faalmechanismen mechanisch falen, falen door inwendige corrosie en falen door uitwendige corrosie worden aanvullende maatregelen genomen, te weten: high resolution inline inspection met defect analyse en reparatie. Dit leidt tot de volgende finale tabel met faalfrequenties.

Tabel 4.4 Opbouw faalfrequentie breuk aanvullende veiligheidsmaatregelen.

Faaloorzaak breuk	Aanvullende veiligheids maatregel (Tier 3)	Faalfrequentie zonder extra veiligheids maatregel [1/j.km]	Faal frequentie met extra veiligheids maatregel [1/j.km]	Faalfrequentie breuk PALL-leiding [1/j.km]
Beschadiging door derden	-	$7,46 \times 10^{-6}$	-	$7,46 \times 10^{-6}$
Mechanisch	Inline inspection	$7,96 \times 10^{-6}$	$7,96 \times 10^{-7}$	$7,96 \times 10^{-7}$
Inwendige corrosie	Inline inspection	$1,41 \times 10^{-6}$	$1,41 \times 10^{-7}$	$1,41 \times 10^{-7}$
Uitwendige corrosie	Inline inspection	$4,25 \times 10^{-6}$	$4,25 \times 10^{-7}$	$4,25 \times 10^{-7}$
Natuurlijke oorzaken	-	$2,26 \times 10^{-6}$	-	$2,26 \times 10^{-6}$
Operationeel/overig		$3,40 \times 10^{-6}$	-	$3,40 \times 10^{-6}$
Totaal				**$1,44 \times 10^{-5}$**

Ontstekingskans

Volgens de rekenmethodiek is voor een K1- of een K0-vloeistof een directe ontstekingskans van toepassing van 0,065 en een vertraagde ontstekingskans van 0,935. De directe ontsteking leidt tot een plasbrand, en de vertraagde ontsteking tot een wolkbrand scenario en een plasbrand scenario.

Boundary

Om een wolkbrand scenario te kunnen berekenen heeft Safeti-NL een boundary nodig. De boundary is op 5 m van de leiding gelegd. Dit is in overeenstemming met de instructies uit de rekenmethodiek.

Gebruikte faalfrequentie

De faalfrequentie zoals tot nu gevonden dient in het scenario te worden vermenigvuldigd met de ontstekingskans. Deze bewerking vindt plaats in Safeti-NL. In Safeti-NL is bij directe ontstekingskans de waarde 0,065 ingevoerd. Voor vertraagde ontsteking wordt dan automatisch de waarde 1-0,065 = 0,935 gebruikt.

4.5 Modellering lek

De handleiding geeft aan dat het scenario lek geen significante bijdrage in het risico zal hebben. Daardoor kan het scenario lek worden verwaarloosd en is in dit rapport niet nader beschouwd.

4.6 Modelstof

PPS heeft aangegeven dat de te verpompen vloeistoffen de volgende kenmerken hebben:

- K0: vlampunt lager dan 0°C, en begin kookpunt lager dan of gelijk aan 35 °C;
- K1: vlampunt lager dan 21 °C.

Op basis van K0 komt als modelstof n-penteen in aanmerking: als onderbouwing hiervoor is gebruikt de RIVM Memo: *Voorbeeldstof Klasse 0 vloeistoffen* d.d. *3 januari 2020*. Het vlampunt van N-Penteen is -28 °C, kookpunt 30 °C volgens deze Memo. Op basis van K1 komt als modelstof n-octaan in aanmerking (vlampunt 12°C). Aangezien van deze twee stoffen de verwachte effecten van n-penteen worst-case zijn ten opzichte van n-octaan is n-penteen gekozen als modelstof.

4.7 Scenario model

In Safeti-NL dient te worden gekozen voor het scenario model: Pressure tank en Catastrophic rupture. De maximale uitstroom wordt begrensd door het aanbrengen van een bund. Als modelstof is gebruikt n-penteen. Deze scenario's zijn op een route model gelegd.

4.8 Oppervlakteruwheid en meteobestand

De oppervlakteruwheid is bepaald met 'Roughness Map' (https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2020/03/13/ruwheidskaart-2020).
In onderstaande tabel zijn de hoekpunten van de vlakken gegeven welke zijn gebruikt.
De gemiddelde oppervlakte ruwheid is 0,410 m. Deze is gebruikt in de berekening.

Tabel 4.5 Afleiding van de oppervlakteruwheid voor de PALL leiding.

Nr	X-coördinaat [km]	Y-coördinaat [km]	Ruwheidslengte [m]
1	181	332	0,202
2	181	333	0,423
3	182	332	0,287
4	182	333	0,672
5	183	331	0,248
6	183	332	0,614
7	183	333	0,468
8	184	331	0,206
9	184	332	0,574
10	**Gemiddelde**		**0,410**

Als meteobestand is gebruikgemaakt van het meteobestand Beek.

4.9 Domino-effecten

Zoals reeds eerder aangegeven wordt de PALL-leiding op circa 1 m gelegd van de reeds aanwezige Air Liquide leidingen (zuurstof en stikstof). De vraag die zich nu voordoet:
1): Hoe gedraagt zich de PALL-leiding wanneer één van de Air Liquide leidingen faalt ?

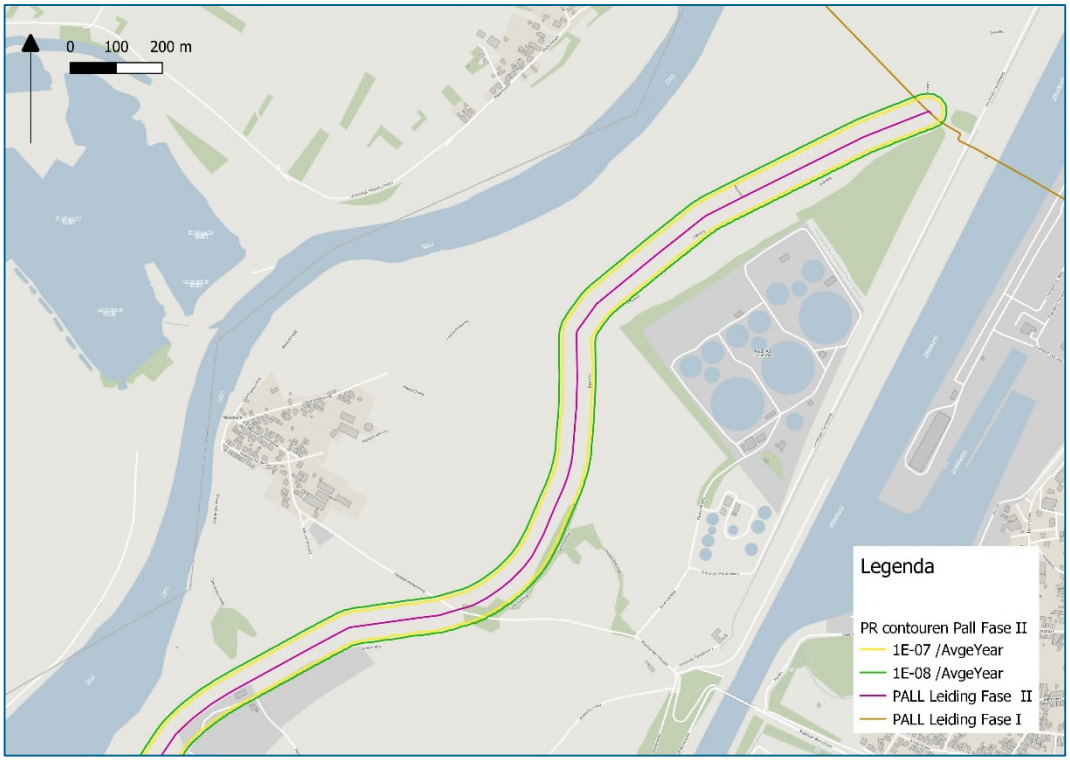
Zou het falen van de ene leiding leiden tot het falen van de andere leiding, dan zijn voor een correcte plaatsgebonden contour en groepsrisico berekeningen toeslag factoren op de faalfrequentie noodzakelijk. Dergelijke effecten noemt men domino-effecten.

Evenco, Enginering & Consultancy heeft deze situatie uitgewerkt (*Petrochemical Pipeline Services B.V., Nieuw Pall tracé Grensmaasgebied, Afstand tot waterkering en bestaande leidingen, document nummer 23119, d.d. 14-08-2023*). Met behulp van berekeningen zoals opgenomen in de NEN3650, NEN3651 en NPR3659 zijn de afmetingen van de kraters berekend. Het bleek dat de kraters zo groot worden dat de naast liggende leidingen voor een deel vrij komen te liggen. Vervolgens heeft Evenco berekend wat de maximale additionele spanningen in de materialen zal worden als gevolg van het vrij hangen van een leiding in een krater. Het blijkt dat de maximaal optredende spanningen de minimum gegarandeerde gespecificeerde spanning van het materiaal (360 N/mm^2) niet overstijgt. Dit betekent dat het op basis van deze berekeningen aannemelijk is dat de naastgelegen leidingen niet zullen falen als gevolg van het falen van een leiding. Daarmee is aangetoond dat domino-effecten niet waarschijnlijk zijn. Daarom worden ze ook niet verder behandeld in deze QRA.

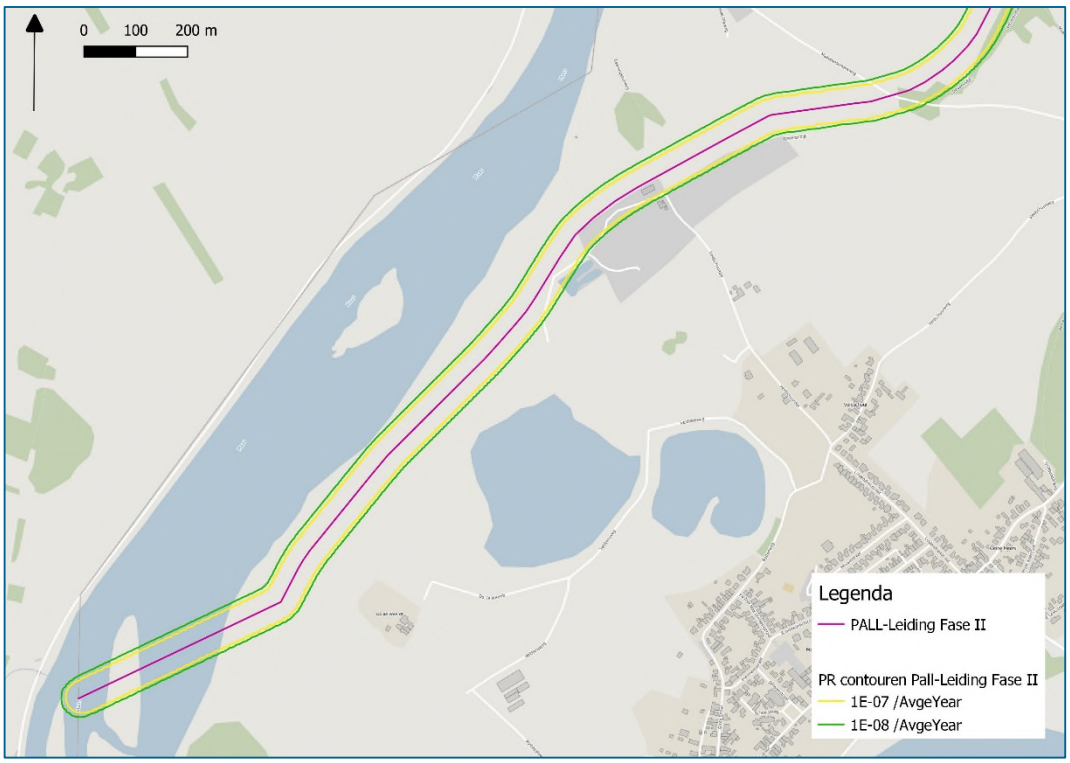
5 Rekenresultaten

5.1 Resultaten: Plaatsgebonden risico

In de volgende figuren is het plaatsgebonden van de buisleidingdelen getoond.



Figuur 5.1a Plaatsgebonden risicocontour van de buisleiding PALL fase 2 (generieke diepteligging 1,2 m).



Figuur 5.1b Plaatsgebonden risicocontour van de buisleiding PALL fase 2 (generieke diepteligging 1,2 m).

5.2 Toetsing plaatsgebonden risico

In tabel 5.1 zijn de afstanden tot de plaatsgebonden risicocontouren opgenomen. In tabel 5.2 zijn de plasbrandaandachtsgebieden opgenomen en in tabel 5.3 de explosieaandachtsgebieden.

Tabel 5.1 Ligging diverse plaatsgebonden risicocontouren en invloedsgebied[2]

Risicobron	Afstand tot 10^{-6}/j contour [m]	Afstand tot 10^{-7}/j contour [m]	Afstand tot 10^{-8}/j contour [m]	Afstand tot invloedsgebied [m]
Generieke PALL-leiding fase 2	Niet aanwezig	32,5	39,5	43,8 (D5) 46,6 (D9)

Tabel 5.2 Ligging plasbrandaandachtsgebieden.

Risicobron	Plasbrand aandachtsgebied 35 kW/m² [m]	Plasbrand aandachtsgebied 10 kW/m² [m]	Plasbrand aandachtsgebied 3 kW/m² [m]
PALL-leiding	Niet bereikt	55	130

2. Gedefinieerd als maximaal berekende 1% letaliteitsafstand

Tabel 5.3 Ligging explosieaandachtsgebieden.

Risicobron	Explosie aandachtsgebied 0,3 bar [m]	Explosie aandachtsgebied 0,1 bar [m]	Explosie aandachtsgebied 0,02 bar [m]
PALL-leiding (recht lijnstuk)	43	82	310

Bepalend is de ligging van de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour. Aangezien deze contour niet aanwezig is, is automatisch voldaan aan de normen die op deze contour van toepassing zijn:

- Voldaan is aan de norm dat de 10^{-6}/jaar contour moet vallen binnen 5 m van het hart van de leiding;
- Voldaan is aan de norm dat binnen de 10^{-6}/jaar contour geen kwetsbare objecten aanwezig zijn.

5.3 Resultaten: Groepsrisicoberekening

Een groot deel van de leiding loopt door landelijk gebied met de bestemmingen:

- Agrarisch met waarden;
- Natuur met waarden.

Dergelijke bestemmingen worden in groepsrisicobeschouwingen niet beschouwd als bestemmingen waarin langdurig mensen verblijven. Dergelijke bestemmingen worden daarom niet opgenomen in een groepsrisicoberekening.

De leiding loopt langs een geprojecteerd bedrijventerrein aan de Veldschuurdijk. Het invloedsgebied van de leiding overlapt met dit bedrijventerrein: circa 5.270 m^2 bedrijventerrein terrein valt binnen het invloedsgebied. Dit bedrijventerrein zal huisvesting bieden aan hoveniersbedrijven, timmerbedrijven en bedrijven actief in de delfstoffenwinning. Het betreft bedrijven in de bedrijven categorieën 1 en 2. Bedrijventerreinen met een dergelijke samenstelling hebben een gemiddeld tot lage bevolkingsdichtheid (5 tot 40 personen per ha). Op basis van 40 personen per ha zouden er 21 personen aanwezig kunnen zijn in het invloedsgebied. Dit leidt potentieel tot meer dan 10 slachtoffers (het groepsrisico is gedefinieerd vanaf 10 slachtoffers of meer). Daarom is van een 1 km traject voorlangs dit bedrijventerrein het groepsrisico berekend. De overige delen van de leiding omvatten geen objecten of bestemmingen waarin mensen langdurig verblijven. Daar zijn overige groepsrisicoberekeningen niet relevant.

Resultaten van de groepsrisicoberekening
Er worden maximaal 3 slachtoffers berekend. Aangezien het groepsrisico gedefinieerd is vanaf 10 slachtoffers of meer, is het groepsrisico nihil.
Voor het groepsrisico bestaat geen normwaarde. De oriëntatiewaarde heeft een attenderende waarde. De hoogte van het groepsrisico is één van de elementen die in het kader van de verantwoording van het groepsrisico moet worden beschouwd. Het groepsrisico zoals hier berekend is nihil.

Conclusie
Het groepsrisico is nihil.

6 Conclusie

In opdracht van PPS heeft Antea Group een kwantitatieve risicoanalyse opgesteld van een nieuw aan te leggen leiding deel van de PALL-leiding. Dit nieuwe deel kruist de Maas op een ander punt dan de huidige kruising met de Maas. Ook de aanloop naar deze nieuwe kruising is opgenomen in de berekeningen. Door deze leiding worden koolwaterstoffen vervoerd naar het Chemelot terrein. Deze leiding valt onder de jurisdictie van het Bevb (Besluit externe veiligheid buisleidingen). Voor de berekening is gebruikgemaakt van de rekenmethodiek: *Handleiding Risicoberekeningen Bevb*, module D versie 3.2 d.d. 1 januari 2021.

Plaatsgebonden risicocontour
Het berekende plaatsgebonden risico is lager dan 10^{-6}/jaar. Daarmee is voldaan aan de normen voor het plaats gebonden risico zoals opgenomen in voornoemde BevB.

Groepsrisico
Het groepsrisico is nihil.

Overall conclusie
Het beschouwde leidingdeel voldoet aan de externe veiligheidsnormen zoals opgenomen in het Bevb.

Bijlage 1: Bevolkingsvlakken voor GR- berekening

Bijlage 1: Bevolkingsvlakken voor GR- berekening

Gebruikte bevolkingsvlak voor km 1 PALL-Leiding:
Bevolkingsdichtheid dag: 40 personen/ha;
Bevolkingsdichtheid nacht: 0,4 personen per /ha.

Bijlage 2: Invloed van de omgeving op de leiding

Bijlage 2: Invloed van de omgeving op de leiding

In deze bijlage is een beschouwing opgenomen over hoe de omgeving de geplande buisleiding mogelijk kan beïnvloeden.

Windturbines
Aan Nederlandse zijde zijn geen windturbines aanwezig in de omgeving van het nieuwe PALL-tracédeel. Het gebied tussen de Maas en het Julianakanaal is onderdeel van de 'Uitsluitingsgebieden windturbines' zoals vastgesteld met de geldende Omgevingsverordening Limburg 2014. In dit gebied mag een ruimtelijk plan niet voorzien in de plaatsing van een windturbine, bestaande uit een mast met een minimale hoogte van 25 m met daarop aangebracht een rotor. Gezien bovenstaande is er in de QRA geen rekening gehouden met windturbines in de nabijheid van de leiding.

Aan Belgische zijde bedraagt de kortste afstand van het nieuwe tracédeel van de PALL tot een windturbine ruim 600 meter, dit overtreft ruim de veilig geachte afstand die overeenkomt met de tiphoogte van de windturbine. Bovendien is de oprichting van de bestaande windturbines van latere datum dan het bestaande PALL-tracé waarop het nieuwe tracédeel wordt aangesloten en moet de exploitant van de windturbine de veilige afstand hebben bepaald en gerespecteerd. Bij de constructie van nieuwe toekomstige windturbines moet een minimale tussenafstand gehanteerd worden, gelijk aan de scheidingsafstand die volgens Vlaamse wet- en regelgeving berekend moet worden met het Vlaamse instrumentarium-windturbines. Indien deze scheidingsafstand niet gerespecteerd kan worden, moet er een kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd worden volgens de in Vlaanderen gehanteerde methodiek, momenteel het Handboek Windturbines, Rekenblad Windturbines en Beoordelings-kader Windturbines. Met andere woorden: de initiatiefnemer van windturbines moet zorgdragen voor een veilige afstand tot de PALL.

Vliegvelden
De kleinste afstand tot het vliegveld Maastricht-Aachen Airport bedraagt ongeveer 5,5 km en de PALL ligt niet onder de start- en landingsroutes. De afstand in combinatie met de start- en landingsroutes beoordelen we als te groot om tot verhoogde faalfrequenties van de buisleiding aanleiding te geven.

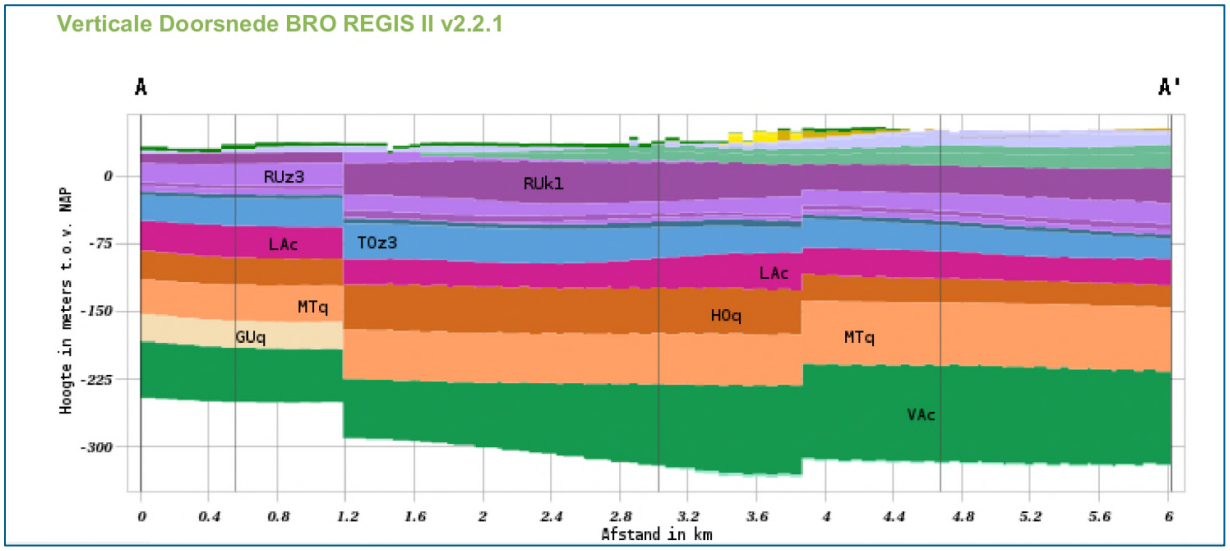
Aan Belgische zijde is er geen vliegveld in de omgeving van het projectgebied.

Hoogspanningslijnen
Aan Nederlandse zijde zijn in het projectgebied geen hoogspanningslijnen gelegen (bron: www.atlasleefomgeving.nl, geraadpleegd op 27 juni 2023).

Aan Belgische zijde kruist het tracédeel van de PALL een bovengrondse hoogspanningslijn. Met de exploitant van deze hoogspanningslijn zullen afspraken worden gemaakt over een veilige aanleg en exploitatie van het nieuwe tracédeel van de PALL.

Aardbevingen bij breuklijnen

Breuklijnen in Zuid-Nederland kennen een bepaalde mate van geologische activiteit. Het projectgebied ligt in een gebied dat door de provincie Limburg volgens de Mercallischaal is ingedeeld als 'VIII Zware schade, algehele paniek, algemene schade aan gebouwen, zwakke bouwwerken gedeeltelijk vernield'. Ten zuiden van het projectgebied loopt de Geullebreuk(zone), min of meer langs de Geulle. Ten noorden van het projectgebied loopt de Heerlerheidebreuk(zone). Om nader te bepalen of er (lichtere) breuken in het projectgebied bekend zijn is een doorsnede met het DINO-loket gemaakt (25 juni 2023) nabij het nieuwe tracédeel van de PALL. Het resultaat hiervan geeft Figuur 0.1 weer.



Figuur 0.1 Doorsnede in DINO-loket nabij nieuw tracédeel van de PALL (geraadpleegd op 25 juni 2023)

Er zijn – minimaal - 2 breuken, 1 breuk(zone) in de zuidwestelijke hoek van het tracédeel en 1 breuk(zone) in de noordoostelijke hoek van het tracédeel. De breuken bepalen mede de sterke meandering van de Maas in het projectgebied en de tektoniek is hier vermoedelijk tijdens het Pleistoceen weer gereactiveerd. De activiteit van de breuken in het projectgebied is aanmerkelijk minder dan die van de Feldbissbreuk op circa 7 km noordoostelijker.

Breukzones zijn min of meer lijnvormige structuren in het landschap waarlangs verplaatsingen optreden: aan de ene kant van de breuk verplaatst de grond zich in een andere richting of met een andere snelheid dan aan de andere kant van de breuk. Bij aardbevingen vindt deze

verplaatsing schoksgewijs plaats, maar ook wanneer er geen voelbare aardbevingen plaats vinden kan deze verplaatsing doorgaan: dat noemt men kruip.

Voor buisleidingen zijn voor tektonische bewegingen twee begrippen relevant:

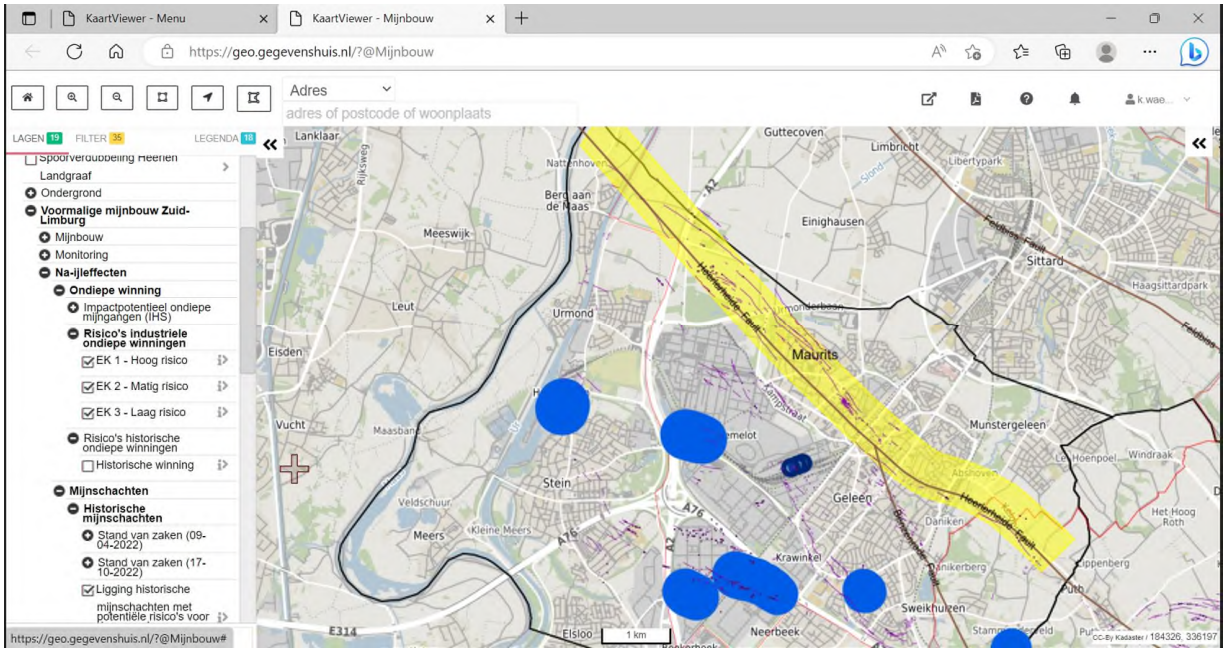
- Versnelling;
- Kruip.

Bij een aardbeving wordt de grond in een relatief korte tijd verplaatst. Een maat voor de grootte van de schok wordt gegeven door het begrip 'versnelling'. Versnellingen kunnen met name schade toebrengen aan minder vervormbare bovengrondse bouwwerken die topzwaar zijn (zoals gebouwen). Infrastructuur welke zich in de grond bevindt zoals buisleidingen zijn relatief ongevoelig voor versnellingen.
'Kruip' is een maat voor de relatieve verplaatsing van de ene kant van de breuk ten opzichte van de andere kant van de breuk. Kruip is feitelijk een ongelijkmatige zetting. Van de hierboven genoemde breukzones is de Felsbissbreuk de zone met de meeste activiteit en de grootste kruip (zetting): in Zuid-Limburg bedraagt deze circa 0,8 mm per 10 jaar. Over de levensduur van de leiding (circa 100 jaar) zal de verwachte kruip (zetting) als gevolg van de breukzones ruim lager dan 8 mm bedragen. De leiding is ontworpen om zettingen van 100 mm te kunnen weerstaan. De ingeschatte relatief geringe kruip vormt derhalve voor de leiding geen probleem.

In België wordt het risico ten gevolge van geologische breuken niet meegenomen in de beoordeling van de veiligheid van buisleidingen voor het transport van gevaarlijke stoffen. Voor het nieuwe tracédeel van de PALL aan Belgische zijde is het aannemelijk dat deze conform de hierboven beschouwde situatie aan Nederlandse zijde voldoende is berekend op eventuele gevolgen van geologische breuken.

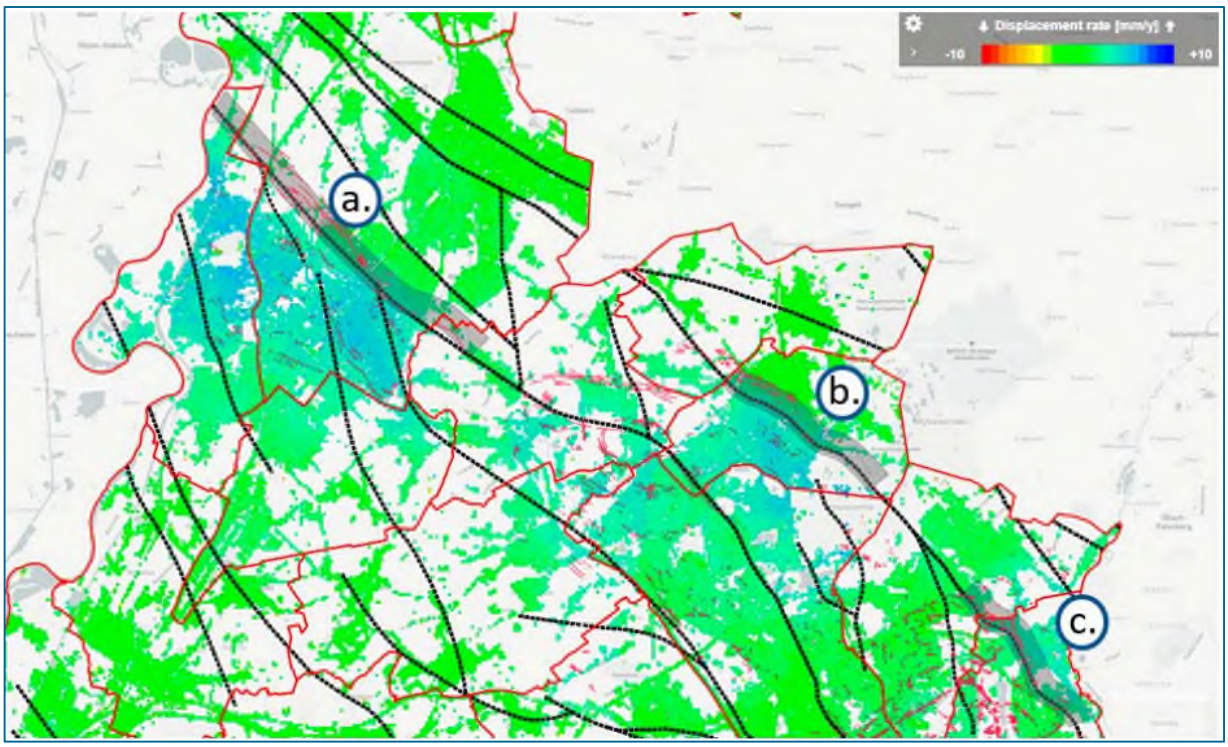
<u>Na-ijlende gevolgen steenkolenwinning</u>
De voormalige steenkoolwinning in Zuid-Limburg leidt tot na-ijlende effecten, met name in de vorm van bodembeweging. Deze brengen mogelijk belemmeringen met zich mee in het gebruik van de fysieke leefomgeving, bijvoorbeeld in geval van verzakkingen. Het is van belang goed met deze risico's om te gaan. De betreffende gemeenten kunnen daartoe gebruik maken van alle informatie over de na-ijlende effecten die beschikbaar is via het Informatiecentrum Nazorg Steenkoolwinning en de kaartviewer van Het Gegevenshuis in Landgraaf. Het betreft onder andere de onderzoeksrapporten en het kaartmateriaal van IHS die zijn opgesteld in het kader van het onderzoek naar de na-ijlende effecten van de steenkoolwinning, dat in opdracht van de minister van Economische Zaken en Klimaat is uitgevoerd en in december 2016 is gepubliceerd, en de vervolgonderzoeken die naar aanleiding hiervan door de regio (provincie en gemeenten) zijn uitgevoerd. In de onderzoeksrapporten wordt onder andere ingegaan op de mogelijke risico's van de na-ijlende effecten voor de regio. Deze zijn ruimtelijk vertaald in kaartmateriaal.

Tijdens het vooroverleg op 6 juni 2023 met de gemeente Stein, de RUD-ZL en de veiligheidsregio is de kaartviewer van Het Gegevenshuis geraadpleegd, met als resultaat het kaartje in figuur 3.8.



Figuur B3.2 Kaart overzicht risico's na-ijl gevolgen steenkolenwinning (bron: Het Gegevenshuis, geraadpleegd op 6 juni 2023). De blauwe stippen tonen het risico (EK3 – laag risico)) op sinkholes of verzakkingen aan het maaiveld door industriële oppervlakkige mijnbouwactiviteiten. De risico's van deze locaties van industriële ondiepe winningen zijn beoordeeld door de projectgroep IHS/GS-ZL, op basis waarvan locaties zijn ingedeeld in de categorieën (Einwirkings-Klassen) EK1, EK2 en EK3. De gebeurtenis bij Winkelcentrum 't Loon in Heerlen is een indicatie voor het potentieel effect van deze specifieke locaties.

Volgens Figuur B3.2 valt het nieuwe tracédeel van de PALL buiten de risicogebieden van de na-ijl gevolgen van de steenkoolwinning, dit wordt bevestigd door Figuur 0.3 waarin opgenomen een kaartje van de waargenomen relatieve bodemstijging door mijnwaterstijging langs geologische breuken (2015 – 2017).



Figuur 0.3 Waargenomen relatieve bodemstijging (blauw) door mijnwaterstijging langs geologische breuken (2015-2017) met de drie risicogebieden voor differentiële bodembeweging a. Geleen, b. Brunssum, c. Eygelshoven/Kerkrade (bron: Staatstoezicht op de Mijnen, december 2021. Staat van de Sector Voormalige steenkoolwinning; Met constateringen en aanbevelingen voor nazorgbeleid delfstofwinning, figuur 13).

Aan de Belgische zijde is ook sprake geweest van steenkolenwinning en na-ijl gevolgen van de mijnbouw zijn bij de Vlaamse overheidsinstanties bekend, maar speelt geen rol bij de beoordeling van vergunningaanvragen in het projectgebied van het nieuwe tracédeel van de PALL omdat er geen aanwijzingen zijn dat na-ijl gevolgen van de mijnbouw in dit gebied een mogelijk risico vormen voor buisleidingen.

<u>Buisleidingen Air Liquide</u>
PPS heeft met Air Liquide afgesproken dat er in het definitief ontwerp van het nieuwe tracédeel van de PALL gestreefd wordt naar een afstand van 1 meter tot de buitenste leiding van de buisleidingenbundel van Air Liquide om zodoende de bestaande dubbelbestemming ‘Leiding’ zo efficiënt mogelijk te gebruiken evenals de buisleidingenstrook uit de Structuurvisie buisleidingen 2012 – 2035 die hier 45 meter breed is in plaats van de standaardbreedte van 70 meter. De definitieve afstand zal niet kleiner zijn dan 1 meter en worden gebaseerd op een veiligheidsanalyse van mogelijke domino-effecten tussen de leidingen onderling conform de richtlijnen die daarvoor bestaan. Zie ook paragraaf 4.9.

Met Air Liquide zullen afspraken, mede op basis van KLIC-meldingen, worden gemaakt over de veilige aanleg van het nieuwe tracédeel van de PALL. De aannemer zal werken volgens een daartoe op te stellen VenG plan en bij de Inspectie leefomgeving en Transport (ILenT) zal voorafgaand aan de aanleg een melding worden ingediend. De ILenT controleert PPS op de veilige aanleg en exploitatie van haar buisleidingen in Nederland.
In België dient FOD (Federale OverheidsDienst) een wijziging van de vervoerstoelating af te geven. ADKV (Algemene Dienst Kwaliteit en Veiligheid) als toezichthouder dient de veiligheid en kwaliteit te waarborgen.

De Maas, overstromings- c.q. uitspoelingsrisico
Door het uitspoelen van de oever en de bodem van de Maas, met name wanneer dat snel gebeurt bij overstromingen, kunnen leidingen op korte afstand van de Maas en op of dicht onder de bodem van de Maas, bloot komen te liggen en beschadigd raken zoals is gebeurd in het bestaande PALL-tracé in juli 2019. Door de grote diepte van de nieuwe Maaskruising en de relatief grote afstand van het nieuwe PALL-tracé tot de Maas wordt het uitspoelingsrisico tot een aanvaardbaar minimum beperkt. Aan Belgische zijde is de Maasoever bovendien versterkt met stenen blokken. Bij passage van waterstaatswerken (zoals de Maas en het nieuwe viaduct richting Maasband) worden verder uit extra voorzorg dikkere buizen toegepast.

Calamiteitenbestrijding
Vanaf de oplevering en ingebruikname valt de leiding onder het onderhouds- en beheerssysteem en het milieuzorgsysteem van PPS gericht op het minimaliseren van veiligheidsrisico's. Tijdens de gebruiksfase is de kans op een calamiteit zeer klein en deze voldoet aan daaraan te stellen normen (zie de QRA in bijlage 8). De werking van de leiding wordt continue gemonitord en in het geval van een incident/calamiteit treedt het noodplan van PPS in werking.
Mede door middel van een nieuwe afsluiterpost aan Belgische zijde kan het leidingdeel onder de Grensmaas worden afgeblokt in het geval van een incident.
In het geval van een ongewoon voorval zal hiervan een melding worden gedaan bij de desbetreffende bevoegd gezag instanties in overeenstemming met artikel 10 van het Besluit externe veiligheid buisleidingen.

In het kader van de komende aanvraag van de omgevingsvergunning moet de Veiligheidsregio in de gelegenheid worden gesteld om een advies uit te brengen over de bereikbaarheid en bestrijdbaarheid van incidenten. Dit advies kan de gemeente meenemen in het optimaliseren van de veilige inrichting van de omgeving van het nieuwe PALL-tracé.

Conclusie
Op basis van hiervoor beschreven onderzoeken en beschouwingen kan worden geconcludeerd dat er bij de benodigde werkzaamheden en het gebruik van het tracé geen sprake is van waarschijnlijk belangrijke nadelige milieueffecten betreffende het thema externe veiligheid. Voor de nieuwe PALL-leiding wordt voldaan aan de daarop van toepassing zijnde regelgeving voor externe veiligheid. In dit kader zijn er geen belemmeringen.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensoring en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Copyright © 2023
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan **ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.**
Antea Nederland B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voorvloeiend uit onderzoek waarbij gebruik is gemaakt van rekenprogramma's waarvan het gebruik van overheidswege verplicht is gesteld. Ook voor verschillen in uitkomsten met eerdere en/of toekomstige versies van deze rekenprogramma's kan Antea Group niet verantwoordelijk worden gehouden.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN
T. 0570 66 39 93
E. jelte.janzen@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl

A member of INOGEN®