

B i j l a g e 2 :
K w a n t i t a t i e v e
R i s i c o a n a l y s e (Q R A)

Rapport

Kwantitatieve risicoanalyse mengstation Oudelandertocht

Groningen, 4 januari 2012

74101463/7 GCS 13.R.53433

**Kwantitatieve risicoanalyse
mengstation Oudelandertocht**

Groningen, 4 januari 2013

Auteur(s) (10)(2e)

In opdracht van N.V. Nederlandse Gasunie

auteur : (10)(2e)	4 januari 2013	beoordeeld : (10)(2e)	4 januari 2013
36 blz. 4 bijl. MHP		goedgekeurd	4 januari 2013

Copyright © 2011, KEMA Nederland B.V., Groningen, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Het is verboden om dit document op enige manier te wijzigen, het opsplitsen in delen daarbij inbegrepen. In geval van afwijkingen tussen een elektronische versie (bijv. een PDF bestand) en de originele door KEMA verstrekte papieren versie, prevaleert laatstgenoemde.

KEMA Nederland B.V. en/of de met haar gelieerde maatschappijen zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

De inhoud van dit rapport mag slechts als één geheel aan derden kenbaar worden gemaakt, voorzien van bovenge-noemde aanduidingen met betrekking tot auteursrechten, aansprakelijkheid, aanpassingen en rechtsgeldigheid.

SAMENVATTING

Het voorliggende rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de risicoberekeningen die zijn uitgevoerd voor mengstation Oudelandertocht. De QRA is opgesteld in verband met de geplande uitbreiding van deze installatie.

Deze risicoanalyse is conform de in opdracht van de Nederlandse overheid opgestelde richtlijnen voor kwantitatieve risicoanalyses [1, 2, 3] uitgevoerd met SAFETI.NL 6.54. Hierbij zijn voor bovengrondse leidingen faalfrequenties toegepast, zoals door het RIVM op 2 december 2010 per brief zijn voorgesteld [4]. Voor ondergrondse leidingen, zijn faalfrequenties gebruikt die zijn berekend met de PIPESAFE module CORROSION.

Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico van de installatie voldoet, zowel in de huidige als in de toekomstige situatie, aan de door de overheid gestelde grens- en richtwaarde: er bevinden zich geen (geprojecteerde) kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour van mengstation Oudelandertocht.

Groepsrisico

Uit de berekeningen blijkt dat er zowel in de toekomstige als in de huidige situatie geen scenario is met 10 of meer slachtoffers, hierdoor is er volgens definitie [1] geen sprake van groepsrisico.

INHOUD

blz.

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	6
1.1 REKENMETHODIEK	6
1.2 TOETSINGSCRITERIA	6
2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING	7
2.1 AANWEZIGE GEVAARLIJKE STOFFEN	9
2.2 OPERATIONELE DRUK.....	10
2.3 ONDERVERDELING INSTALLATIE IN SECTIES EN/OF INSLUITSYSTEMEN	11
2.4 WIJZIGINGEN VAN HET ONTWERP	11
3 BESCHRIJVING VAN DE OMGEVING.....	12
3.1 OMGEVINGSBEBOUWING EN GEBIEDSFUNCTIES	12
3.2 BEVOLKINGSGEGEVENS	13
3.3 MOGELIJKE GEVAREN VAN BUITEN DE INRICHTING	14
3.4 MOGELIJKE ONTSTEEKINGSBRONNEN BUITEN DE INRICHTING.....	15
4 DE KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)	16
4.1 MODELLERING VAN DE OMGEVING	16
4.2 SUBSELECTIE	16
4.3 DE DOORGEREKENDE INSTALLATIE EN DE LAYOUT	17
5 RESULTATEN	22
5.1 PLAATSGEBONDEN RISICO.....	22
5.2 GROEPSRISICO	24
6 SCENARIO'S VAN BELANG VOOR DE EXTERNE VEILIGHEID	25
6.1 SOCIETAL RISK RANKING	25
6.2 INDIVIDUAL RISK RANKING	26
6.3 SCHADEAFSTANDEN	27
REFERENTIES	35
BIJLAGEN.....	36

1 INLEIDING

Het onderliggende rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de risicoberekeningen die zijn uitgevoerd voor mengstation Oudelandertocht. De QRA is opgesteld in verband met de geplande uitbreidingen van deze installatie.

1.1 Rekenmethodiek

Deze risicoanalyse is conform de in opdracht van de Nederlandse overheid opgestelde richtlijnen voor kwantitatieve risicoanalyses [1, 2, 3] uitgevoerd met SAFETI.NL 6.54. Hierbij zijn voor bovengrondse leidingen faalfrequenties toegepast, zoals door het RIVM op 2 december 2010 per brief zijn voorgesteld [4]. Tevens zijn de aanwijzingen uit deze brief meegenomen in de berekeningsmethodiek. Voor ondergrondse leidingen zijn faalfrequenties gebruikt, die zijn berekend met PIPESAFE. Nadere toelichting is vermeld in hoofdstuk 4.

1.2 Toetsingscriteria

Om te bepalen of de berekende risico's acceptabel zijn, worden deze getoetst aan de grens-, richt- en oriëntatiewaarde uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi) [1], dat in 2005 van kracht is geworden.

Het plaatsgebonden risico is het risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof betrokken is. Deze grenswaarde bedraagt 10^{-6} per jaar ter plaatse van (geprojecteerde) kwetsbare objecten. Voor (geprojecteerde) beperkt kwetsbare bestemmingen geldt 10^{-6} per jaar als richtwaarde.

Het groepsrisico dient vergeleken te worden met de oriëntatiewaarde. Het groepsrisico is gedefinieerd als de cumulatieve kans per jaar dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof of gevaarlijke afvalstof betrokken is.

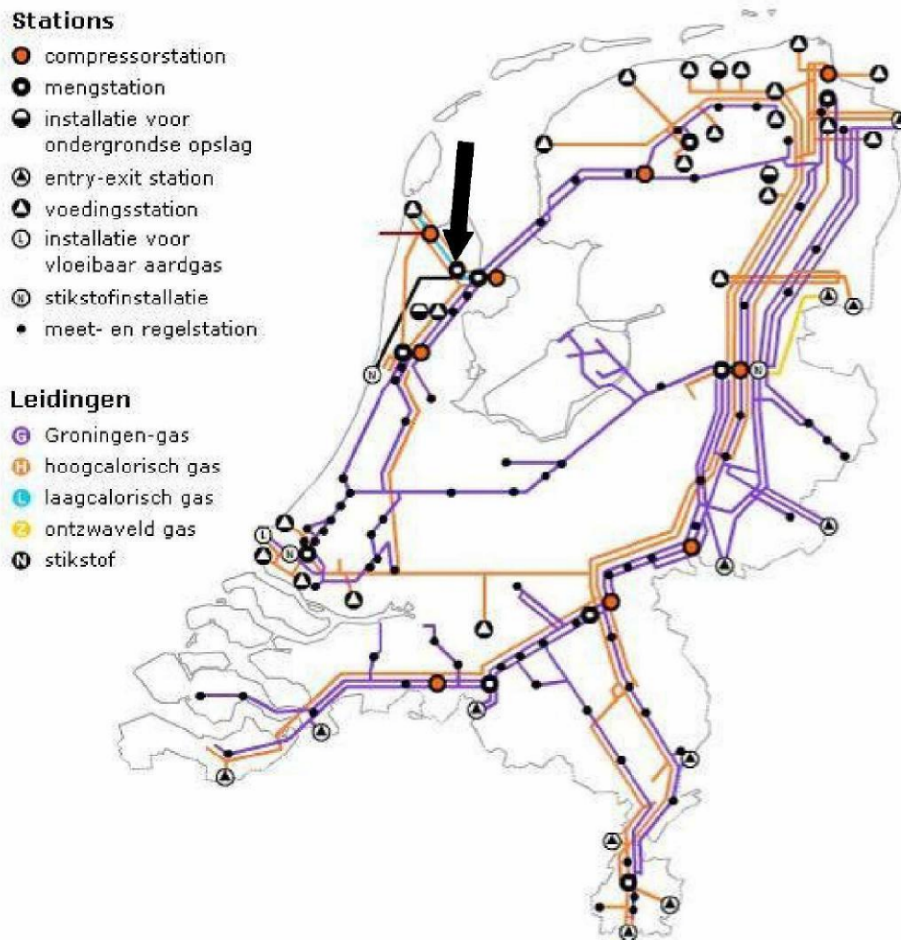
De oriëntatiewaarde voor het groepsrisico is per jaar:

- 10^{-5} voor een ongeval met ten minste 10 dodelijke slachtoffers;
- 10^{-7} voor een ongeval met ten minste 100 dodelijke slachtoffers en
- 10^{-9} voor een ongeval met ten minste 1000 dodelijke slachtoffers.

Een lijn door de punten ($FN^2=10^{-3}$) bepaalt de oriëntatiewaarde. Vergelijking met de oriëntatiewaarde vindt plaats door de cumulatieve frequenties (F) te berekenen van een incident met N of meer slachtoffers. Een lijn door deze punten wordt FN-curve genoemd.

2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING

Mengstation Oudelandertocht bevindt zich in het westen van Nederland, in de provincie Noord-Holland. De plaats van het mengstation Oudelandertocht binnen het totale transportsysteem van Gasunie in Nederland wordt schematisch verduidelijkt in figuur 1.



Figuur 1: Schematisch overzicht van Gasunie Hoofd Transport Systeem

Een mengstation is op hoofdlijnen als volgt opgebouwd. Het station wordt gevoed door meerdere ondergrondse HTL-leidingen. Deze HTL's worden op het station afgetakt en het gas wordt naar de regel-/mengstraten geleid. Vervolgens verlaat het op kwaliteit gemengde aardgas de installatie weer via een of meerdere ondergrondse HTL-leidingen.

Op de locatie van MS Oudelandertocht wordt al jaren, via een transportleiding, stikstof aangevoerd. Ook wordt er al H-gas langs gevoerd. De functie van de nu voorziene faciliteit is tweeledig. Door

menging van H-gas met stikstof wordt het aardgas op kwaliteit gehouden. Daarnaast wordt een reduceer toegevoegd ten behoeve van het doseren van de gasstromen naar CS Wieringermeer.

De bestaande inrichting omvat de volgende bedrijfsonderdelen:

- H-gas regelstraten.
- N₂-reduceerstraten.
- N₂-injectiestraten.

Gasunie is voornemens de volgende uitbreidingen te realiseren:

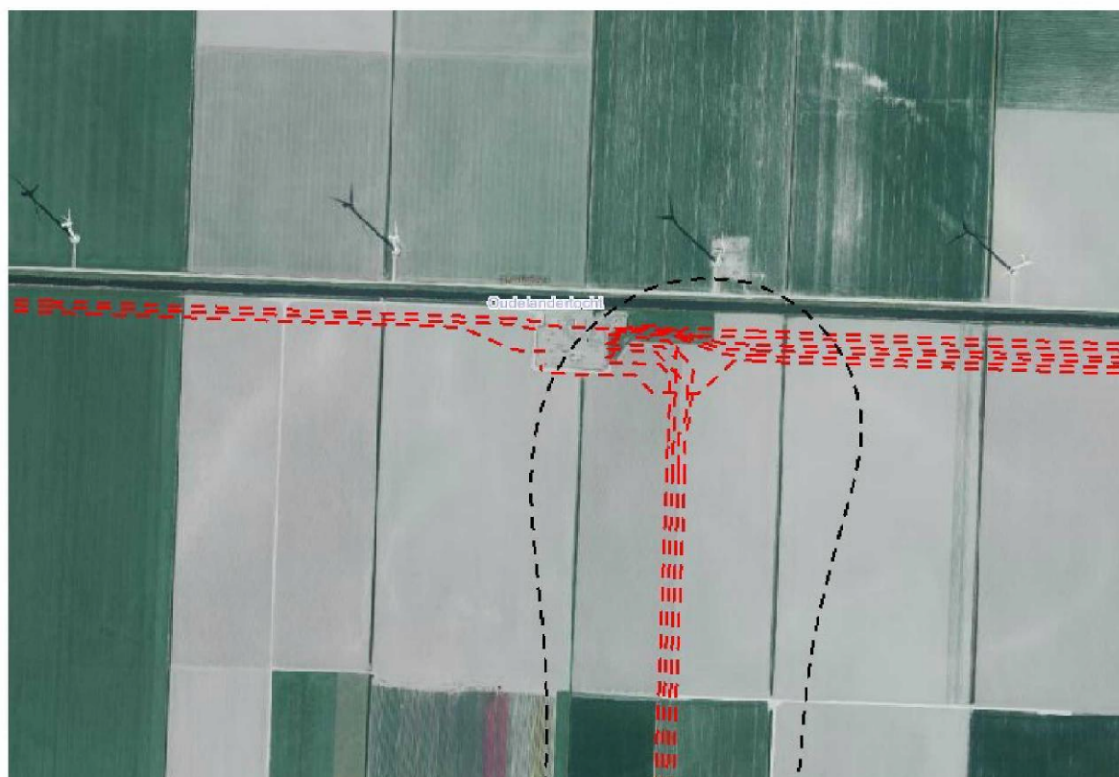
- Mengstation voor menging van N₂ met H-gas.
- Reduceerstation voor flowsturing.

Binnen de terreingrenzen zijn twee doorgaande G-gas transportleidingen aanwezig. Deze maken geen deel uit van het proces en zijn dan ook geen onderdeel van de risicoanalyse. Het betreft de leidingen A-593 en A-550.

Aardgas wordt aangevoerd bij een druk van maximaal 67,5 bar in vier leidingen, de A-593, A-555, A-591 en de A-616 (zie tabel 1). Vervolgens wordt het gas, al dan niet na N₂-injectie, mengen of reduceren, verdeeld over afvoer leidingen A-593, A-623, A-550, A-566, A-515-11 en A-656 (zie tabel 1). Via de afvoer leidingen wordt het gas verder getransporteerd met een druk van maximaal 67,5 bar.

Tabel 1. Overzicht aansluitingen

Leiding	Diameter (inch)	Druk (bar)	Aan- of afvoer
A-593 LOCAL van Balgzand naar CS Wieringermeer	36	67,5	Aan- en Afvoer
A-591 WGT van Balgzand	42	67,5	Aanvoer
A-616 NOGAT van Balgzand	48	66,2	Aanvoer
A-623 naar CS Wieringermeer	42	66,2	Afvoer
A-550 van/naar CS Beverwijk	36	66,2	Aan- en Afvoer
A-621 N ₂ naar CS Wieringermeer	36	70	Afvoer
A-566 naar CS Beverwijk	36	66,2	Afvoer
A-551-11 naar A-551	30	66,2	Afvoer
A-620 N ₂ van Beverwijk	36	80	Aanvoer
A-656 naar CS Wieringermeer	36	67,5	Afvoer



Figuur 2: Luchtfoto van de Risicokaart. In het rood zijn de aardgastransportleidingen weergegeven.

2.1 Aanwezige gevaarlijke stoffen

Op mengstation Oudelandertocht zijn verschillende gevaarlijke stoffen aanwezig: aardgas en stikstof. Stikstof is volgens definitie geen gevaarlijke stof, maar kan door zuurstofverdringing een risico voor de omgeving vormen. Volledigheidshalve is deze stof in de berekening opgenomen. De gevaaridentificatie van deze stoffen is vermeld in Tabel 2.

Tabel 2 Gevaaridentificatie stoffen

Stofnaam	Chemische formule	UN-nr	GEVI	NFPA	CAS-nr	Etiket *)	R-, S-zinnen
Aardgas/methaan	CH ₄	1971	23	14	74-82-8	F+	R12, S9-16-33
Stikstof	N ₂	1066	20	-	7727-37-9	T	-

F+ : (zeer) licht ontvlambaar

S : schadelijk

T : toxisch

2.1.1 Aardgas

Aardgas is een zeer licht ontvlambaar gas, dat in gasvorm lichter is dan lucht, zodat het bij uitstroming uiteindelijk in de atmosfeer zal opstijgen. Aardgas kan gemakkelijk een explosief of brandbaar mengsel vormen. De ontstekingsgrenzen liggen bij circa 5% en 16% aardgas in lucht. Het gas is niet

explosief in de open lucht. In een obstakelrijke omgeving of in een besloten ruimte kan een ontbranding wel in een explosie overgaan. Bij hoge concentraties in de lucht, bijvoorbeeld in een slecht geventileerde ruimte, kan zuurstofgebrek ontstaan met kans op bewusteloosheid.

Aardgas kent in Nederland twee hoofdtypen die in aparte netwerken worden getransporteerd. De samenstelling van beide typen is in tabel 3 aangegeven.

Tabel 3. Indicatieve samenstelling aardgas

Indicatieve samenstelling [mol%]	G-gas	H-gas
Methaan	81	87.9
Ethaan	2,8	5.0
Propaan	0,4	1.0
Butaan	0,1	0,2
Isobutaan	0,1	0,2
Hogere koolwaterstoffen	0,1	0,2
Kooldioxyde	1.0	1,7
Stikstof	14	3,8

In risicoberekeningen met aardgas wordt uitgegaan van de zuivere stof methaan.

2.1.2 Stikstof

Stikstof wordt gebruikt om de calorische waarde van aardgas te verlagen door het te mengen met aardgas. Stikstof is niet geclassificeerd als gevaarlijke stof. Door verdringing van zuurstof kan de stof echter tot zuurstofgebrek leiden. Een lek in een leiding heeft een zeer kleine effectafstand en alleen een breuk van een leiding leidt tot effectafstanden waarbij letsel niet uit te sluiten is.

2.2 Operationele druk

De operationele druk van de verschillende onderdelen van de installatie is afgelezen uit de piping & instrumentation diagrams (P&ID's), zoals aangeleverd door NV Nederlandse Gasunie. De risicoberekeningen van de componenten zijn gebaseerd op de ontwerpdruk van deze onderdelen.

De verschillende operationele drukken waarmee gerekend zijn in de risicoanalyse zijn:

- Voor de nieuw aan te leggen reduceerstraten 66,2 bar.
- Voor de nieuw aan te leggen meetstraten 66,2 bar.
- Voor het bestaande N₂ deel 80 bar voor en in de reduceerstraten en 70 bar na de reduceerstraten.
- Voor het nieuw aan te leggen leidingen met N₂ 70 bar.
- Voor het bestaande deel van MS Oudelandertocht 66,2 bar met uitzondering van leiding A-656, A-591 en de menglus aan leiding A-591, voor deze leidingen is gerekend met een operationele druk van 67,5 bar.

2.3 **Onderverdeling installatie in secties en/of insluitsystemen**

In de risicoberekening wordt de inrichting als één insluitsysteem beschouwd. Alle componenten op de installatie worden beoordeeld op de relevantie in het kader van externe veiligheid. De beoordeling van alle onderdelen van de installatie wordt uitgevoerd op basis van het mogelijk effect; wanneer het effect van een component niet buiten het hekwerk rond de installatie reikt, wordt de component niet opgenomen in de berekening. De beoordeling van de componenten is uitgewerkt in hoofdstuk 4.

2.4 **Wijzigingen van het ontwerp**

Gasunie is voornemens de volgende uitbreidingen te realiseren:

- Additioneel mengstation
- Reduceerstation
- Additioneel N₂-injectiestation

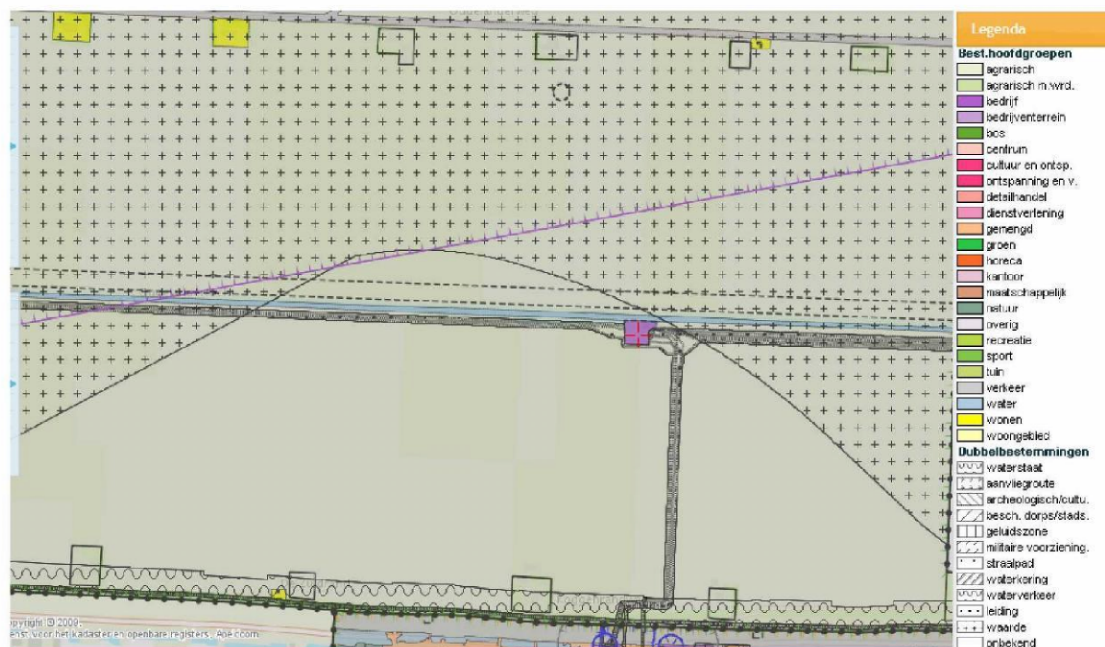
Daarnaast wordt het hekwerk om de installatie verplaatst.

3 BESCHRIJVING VAN DE OMGEVING

In dit hoofdstuk worden de relevante eigenschappen van de omgeving beschreven.

3.1 Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties

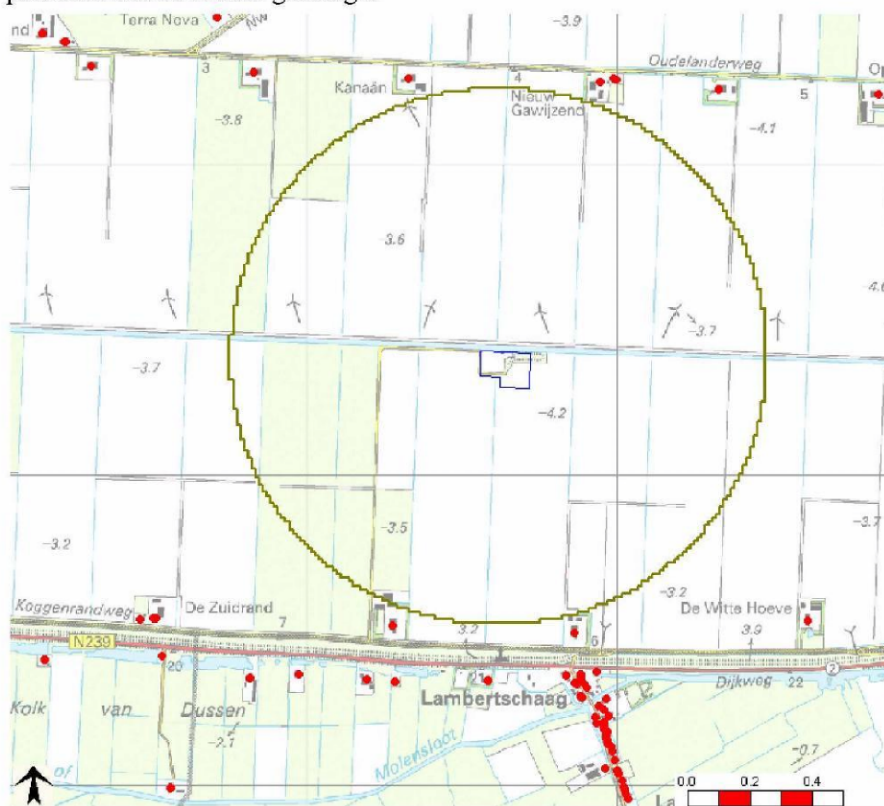
De directe omgeving van MS Oudelandertocht is agrarisch gebied. De dichtstbijzijnde bebouwing is een woonhuis, dat zich bevindt op ca. 850 meter afstand van de terreingrens van MS Oudelandertocht. Op www.ruimtelijkeplannen.nl zijn de bestemmingen voor de omgeving weergegeven (zie figuur 3). Uit de figuur blijkt, dat de directe omgeving voornamelijk de bestemming 'agrarisch' heeft.



Figuur 3. Schermafbeelding www.ruimtelijkeplannen.nl van de omgeving van MS Oudelandertocht (geraadpleegd 18 december 2012). De plaats van MS Oudelandertocht is gemarkeerd met het rode kruis.

3.2 Bevolkingsgegevens

Voor de GR berekeningen van MS Oudelandertocht is voor bestaande bevolking gebruik gemaakt van de bevolkingsgegevens van Bridgis (www.bridgis.nl). Deze middels een shapefile opgevraagde data dateert van 26 maart 2012. De populatie rond mengstation Oudelandertocht is geïnventariseerd tot een afstand van 1500 meter vanaf het centrum van de inrichting. De medewerkers van Gasunie worden in de bepaling van het groepsrisico conform de handreiking verantwoording groepsrisico [3] niet meegenomen. De gegevens bevatten per adres onder meer de Rijksdriehoekskoördinaten, het aantal personen en de hoofdfunctie van het adres. Deze hoofdfuncties zijn wonen, werken, gemengd of onbekend. De opgevraagde gegevens bevatten 84 adressen met 126 bewoners, 20 werknemers en 103 personen met de functie gemengd.



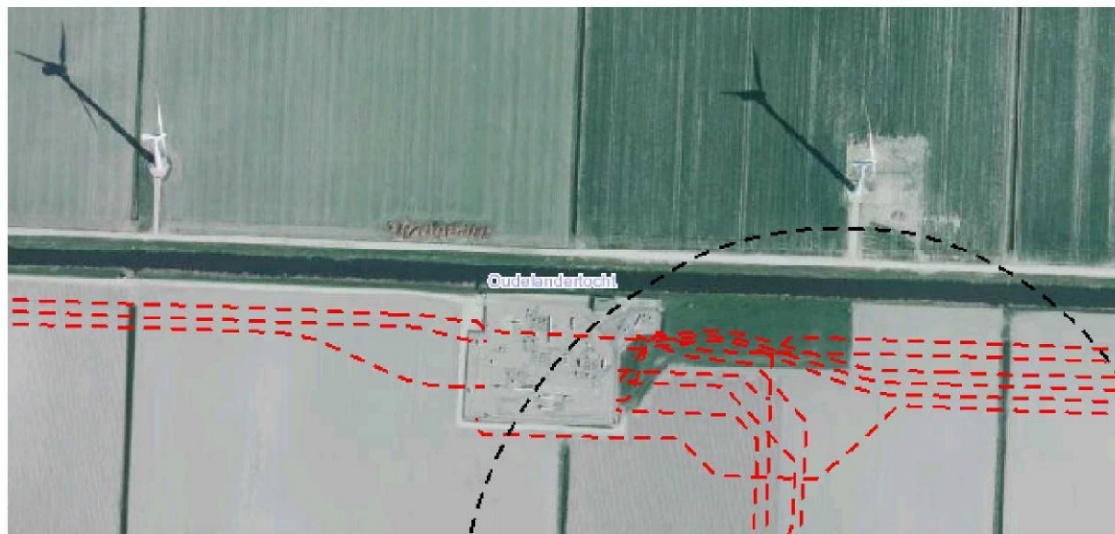
Figuur 4: Bevolkingsgegevens (rood) en het invloedsgebied¹ (bruin) van MS Oudelandertocht in de toekomstige situatie.

Er zijn in de omgeving van de inrichting geen nieuwbouwplannen welke een risicoverhogend effect kunnen hebben op het GR. Om die reden zijn de GR berekeningen alleen uitgevoerd met de bestaande bevolkingssituatie.

¹ SAFETI.NL kan geen invloedsgebied berekenen voor de gehele installatie. De contour van het plaatsgebonden risico van 10^{-30} /jaar is echter een conservatieve benadering van het invloedsgebied en deze is getoond in Figuur 4.

3.3 Mogelijke gevaren van buiten de inrichting

In de omgeving van de inrichting bevinden zich geen windturbines, vliegvelden of risicovolle buurbedrijven, die op de inrichting effect kunnen hebben. Gezien de grote afstanden tot vliegvelden en risicovolle bedrijven spreekt dit voor zich, maar voor de windturbines staat in het onderstaande een toelichting.



Figuur 5. Schermafbeelding risicokaart (d.d. 2 januari 2013).

Op basis van de informatie verstrekt door NUON/Vattenfall [Maartje Kroese, project manager Generation Wind NUON / Vattenfall, email, 3 januari 2012] betreft het windturbines van het type VESTAS V66 met een vermogen van 1,65 MW, een masthoogte van 78 m en een bladlengte van 32 m. Om te beoordelen of de windturbines in belangrijke mate bijdragen aan het risico van de inrichting is beoordeeld of delen van de inrichting binnen de High-impact zone (HIZ) van de dichtstbijzijnde windturbine zijn gelegen. Voor de risico's van windturbines op aardgastransportleidingen geldt de vuistregel dat windturbines niet in belangrijke mate bijdragen aan het risico van een inrichting:

- Als bovengrondse objecten zich bevinden op een grotere afstand dan de masthoogte plus de bladlengte en
- Als ondergrondse objecten zich bevinden op een grotere afstand dan de masthoogte plus een derde van de bladlengte [7].

Uit de analyse blijkt dat binnen deze afstanden (110 m voor bovengrondse installatiedelen en 89 m voor ondergrondse installatiedelen vanaf de voet van de windturbine) geen bovengrondse en ondergrondse leidingen binnen de installatie aanwezig zijn. Aanvullende scenario's voor de impact van (delen van) de windturbines met leidingen van de inrichting kunnen hiermee van de risicoanalyse worden uitgesloten.

Er zijn plannen om de bestaande windturbines te vervangen door andere. Onderdeel van deze plannen is ook dat de nieuwe en grotere windturbines zodanig geplaatst zullen worden dat de windturbines niet in belangrijke mate zullen bijdragen aan het risico van de inrichting.

3.4 **Mogelijke ontstekingsbronnen buiten de inrichting**

In de omgeving van de inrichting bevinden zich geen hoogspanningskabels, snelwegen e.d., die als ontstekingsbron kunnen dienen.

4 DE KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de installatie is gemodelleerd en zijn enkele instellingen van SAFETI.NL beschreven. Uitgangspunt voor de faaloorzaken en scenario's vormt de handleiding risicoberekeningen Bevi (HRB) [2].

4.1 Modelleren van de omgeving

In deze paragraaf worden de beschreven hoe de omgeving is gemodelleerd.

4.1.1 Gebruikte ruwheidslengte en meteostation

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met windroos van meteorologisch weerstation Den Helder en met de standaard ruwheidslengte van SAFETI.NL: 0,30 m.

4.1.2 Ontstekingsbronnen

Voor de ontstekingsbronnen wordt uitgegaan van de generieke ontstekingskansen, zoals deze door SAFETI.NL worden bepaald. Daarnaast worden (indien aanwezig) de specifieke ontstekingsbronnen van buiten de inrichting (zie paragraaf 3.4) meegenomen in het model.

4.2 Subselectie

De manier hoe Gasunie invulling geeft aan de HRB [2] is beschreven in het "CONCEPT Risicoanalyse aardgastransportinrichtingen SAFETI.NL" van Gasunie [5]. Een aantal componenten en scenario's waarvan het risico voor de externe veiligheid verwaarloosbaar is worden niet meegenomen in de berekeningen. In paragraaf 4.3 wordt dit onderbouwd.

De volgende leidingcomponenten en geplande componenten zijn meegenomen in de berekening van het plaatsgebonden risico en groepsrisico van mengstation Oudelandertocht:

- Inkomende ondergronds gelegen leidingen vanaf de terreingrens
- Uitgaande ondergronds gelegen leidingen tot de terreingrens
- Ondergronds gelegen verbindingleidingen
- Leidingen en leidingstraten behorende bij WGT overstortstation 1
- Leidingen en leidingstraten behorende bij N₂-injectiestation 3
- Leidingen en leidingstraten behorende bij N₂-reducerstation 2
- Leidingen en leidingstraten behorende bij het nieuwe N₂-injectiestation
- Leidingen en leidingstraten behorende bij het nieuwe mengstation
- Leidingen en leidingstraten behorende bij het nieuwe reducerstation

De SAFETI.NL-file die gebruikt is voor de berekeningen is bijgevoegd als bijlage 4. In deze bijlage zijn de diameter, wanddikte, staalsoort, lengte, uitstroom en faalfrequentie van de beschouwde componenten terug te vinden.

De locaties van de leidingen zijn afgelezen van het plotplan (bijlage 1: A-459-0-LM-000-001-C12.Pdf, daterend van 30-11-2012. De gegevens van de leidingen zijn als volgt ingevoerd in SAFETI.NL 6.54:

- Van elke leiding zijn de parameters bepaald op grond van de tekeningen;
- Op basis van de tekeningen zijn het begin- en eindpunt en alle bochten van ieder leidinggedeelte met constante parameters bepaald;
- Van elk leidinggedeelte met constante parameters is een lijst coördinaten gemaakt;
- Deze lijsten coördinaten zijn als route ingelezen in SAFETI.NL 6.54.

Een klein aantal leidingen bestaan uit gedeeltes met verschillende parameters (bijvoorbeeld omdat een gedeelte ondergronds en een gedeelte bovengronds ligt of door een diameter overgang). In deze gevallen zijn er voor één leiding meerdere routes ingelezen.

Alle leidinggedeeltes binnen een insluitsysteem staan volgens aanname in open verbinding met elkaar.

Recentelijk is door Gasunie een beargumenteerd voorstel aan het ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) gedaan [6], om vast te leggen waar, onder andere in het kader van kwantitatieve risicoanalyses, de grens ligt tussen Bevi en Bevb. Doordat het Bevi in principe de afsluiter als grens voorschrijft, maar deze zich vrijwel nooit ter hoogte van het hekwerk van een installatie bevindt, bestond hieromtrent enige onduidelijkheid. In praktijk komt het voorstel van Gasunie er op neer dat alle leidingen binnen het hekwerk (dus niet de eerste afsluiter) tot de installatie worden gerekend. Doorgaande transportleidingen (ook binnen het hekwerk) worden onder het Bevb geschaard. Aftakkingen van doorgaande leidingen zijn vanaf de aftakking onderdeel van de risicoberekening. Het ministerie van I&M heeft te kennen gegeven geen bezwaren te zien in deze methodiek. Voor de leidingen op MS Ouderlandertocht resulteert dit in dit verband dat alle binnenkomende transportleidingen vanaf het hekwerk zijn meegenomen in de risicoberekening.

4.3 De doorgerekende installatie en de layout

In deze paragraaf wordt beschreven hoe de verschillende onderdelen van de installatie zijn gemodelleerd. De resultaten zijn in hoofdstuk 5 uiteengezet voor het oorspronkelijke en aangepaste ontwerp.

4.3.1 Leidingen

De standaard methode voor de modellering van breuken in leidingen, zoals genoemd in de HRB [2], is het 'line rupture' model. Dit model berekent de risico's op basis van enkelzijdige uitstroming van alleen het volume in de leiding en eventueel een 'pumped flow'. Deze methode zou voor Gasunie installaties, een onderschatting vormen van het risico. Vanwege het open karakter (aaneenschakeling van de systemen) op Gasunie installaties is voor de modellering van leidingen gekozen voor het 'long pipeline

model'. Dit model kenmerkt zich door dubbelzijdige uitstroom en nalevering (vanuit de hele installatie en de toevoerleidingen van buiten de installatie).

Binnen de categorie leidingen wordt onderscheid gemaakt tussen ondergrondse en bovengrondse leidingen. De scenario's zijn verschillend en daarnaast zijn er verschillen in de kans van optreden (faalfrequentie). De leidingen worden in SAFETI.NL als route gemodelleerd, waarbij elke 10 meter de risico's van de bijbehorende scenario's wordt berekend.

Van oudsher gebruikt Gasunie faalfrequenties van veldleidingen (PIPESAFE) om de risico's van boven- en ondergrondse grondse leidingen mee te berekenen. Met de invoering van het Bevi zijn in de handleiding risicoberekeningen Bevi [1] generieke faalfrequenties vastgelegd, die zijn gebaseerd op incidenten bij allerlei typen inrichtingen. Gasunie is hierbij met het ministerie van Infrastructuur en Milieu (ondersteund door het RIVM) in een onderhandelingsproces over risicoberekeningen specifiek voor Gasunie inrichtingen. In dit kader heeft het RIVM een studie laten uitvoeren en een voorstel gedaan voor de faalfrequenties van bovengrondse leidingen [4] van mijnbouw- en Gasunie inrichtingen. Naast faalfrequenties voor bovengrondse pijpleidingen, zijn ook frequenties voor flenslekkages en een methodiek voor domino-effecten hierin beschreven. De in het voorliggende rapport beschreven risicoanalyse is conform dit voorstel uitgewerkt, zoals ook in navolgende paragrafen is beschreven. In grote lijnen houdt dit in dat ondergronds wordt uitgegaan van de PIPESAFE methodiek en voor bovengronds de methodiek zoals door het RIVM is aangegeven.

4.3.1.1 Ondergrondse leidingen

Met betrekking tot het falen van leidingen spreekt de HRB over een tweetal scenario's: lekken en breuken. Voor ondergrondse aardgastransportleidingen dient een lek gemodelleerd te worden als een rond gat met een doorsnee van 20 mm. Een breuk betreft een guillotine breuk, waarbij ongehinderde uitstroming plaatsvindt uit beide zijden.

In paragraaf 5.1.1. van het "concept Risicoanalyse aardgastransportinrichtingen SAFETI.NL, [5] is aangetoond, dat een ondergronds lek vrijwel verwaarloosbaar is in het kader van externe veiligheid. Hierdoor wordt voor ondergrondse leidingen alleen met breuk gerekend (zoals tevens voor risicoberekeningen voor buisleidingen is vastgelegd). De uitstroming van ondergrondse leidingen is verticaal gemodelleerd.

De faalfrequenties zoals die in de handleiding risicoberekeningen Bevi beschreven zijn, zijn significant hoger dan wat Gasunie op basis van statistiek verwacht. Gasunie maakt van oudsher gebruik van het internationaal ontwikkelde pakket PIPESAFE, welke gebaseerd is op casuïstiek. Deze faalfrequenties die met behulp van PIPESAFE zijn berekend, zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 4: Breukfrequenties van ondergrondse leidingen, uitgedrukt per km per jaar.

Diameter ["]	Diameter [mm]	Staalsoort	Wanddikte [mm] afh van druk			FF [$\text{km}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$] breuk afh van druk		
			40 bar	66,2 bar	80 bar	40 bar	66,2 bar	80 bar
1	DN25	Grade B	4,5	4,5	4,5	$3,9 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$
2	DN50	Grade B	5,5	5,5	5,5	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$
3	DN75	Grade B	5,5	5,5	5,5	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$
4	DN100	Grade B	6,0	6,0	6,0	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$9,2 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$
6	DN150	Grade B	6,3	6,3	6,3	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
8	DN200	Grade B	6,3	7,9	7,9	$7,2 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$
10	DN250	Grade B	6,3	9,3	9,3	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$
12	DN300	Grade B	7,1	11,0	11,0	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$8,8 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$
16	DN400	Grade B	8,7	14,2	14,2	$8,0 \cdot 10^{-7}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$7,4 \cdot 10^{-7}$
18	DN450	X60		7,0	8,3		$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$
20	DN500	X60		7,8	9,2		$1,6 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$
24	DN600	X60		9,3	11,1		$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
30	DN750	X60		11,6	13,8		$7,5 \cdot 10^{-7}$	$5,8 \cdot 10^{-7}$
36	DN900	X60		13,9	16,4		$4,3 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$
42	DN1050	X60		16,1	19,1		$2,5 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
48	DN1200	X60		18,3	21,7		$1,4 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-8}$

4.3.1.2 Bovengrondse leidingen

Zoals in voorgaande paragraaf tevens is genoemd, beschrijft de HRB een tweetal scenario's voor leidingen: lekken en breuken. De uitstromingsrichting van lekken van bovengrondse leidingen dient horizontaal te worden gemodelleerd en de bijbehorende effectieve diameter van een gat is 10% van de leidingdiameter tot maximaal 50mm. Breuk betreft volledige tweezijdige uitstroming die gezamenlijk wordt genomen en eveneens horizontaal is gericht.

RIVM heeft per brief een voorstel [4] gedaan over de te hanteren faalfrequenties voor bovengrondse lekken en breuken. Deze faalfrequenties worden in deze risicoberekening gebruikt:

- lekfrequentie van $6 \cdot 10^{-8}/\text{m/jaar}$
- breukfrequentie van $7 \cdot 10^{-9}/\text{m/jaar}$.

Bij de toepassing van deze getallen op een leiding wordt in de interim brief [4] de voorwaarde gesteld dat de leiding minimaal een lengte van 25 m betreft. Doordat alle leidingdelen, zoals gemodelleerd in de software, aaneengeschaakeld zijn, wordt aan deze voorwaarde voldaan.

In SAFETI.NL worden bovengrondse leidingen als route ingevoerd en wordt een faalfrequentie van $6 \cdot 10^{-8}/\text{m/jaar}$ (lek) + $7 \cdot 10^{-9}/\text{m/jaar}$ (breuk) = $6,7 \cdot 10^{-8}/\text{m/jaar}$ toegepast. Aan deze routes zijn breuk- en lekscenario's gekoppeld, waarvan de frequentie een fractie van de frequentie van de route is. De

fractieverdeling lek en breuk (in SAFETI.NL *event probability* genoemd) is op basis van deze getallen respectievelijk 0,896 en 0,104.

Leidingen in gebouwen zijn conform het HRB op dezelfde manier gemodelleerd als leidingen buiten gebouwen.

4.3.2 Flenzen

In de interim rekenmethodiek van het RIVM [4] wordt voorgeschreven dat de lekfrequenties van leidingen worden verhoogd met een lekfrequentie afhankelijk van het aantal aanwezige flenzen.

Flenzen worden gemodelleerd met een lekscenario met een frequentie van $2,6 \cdot 10^{-6}$ per jaar per flensverbinding. Breuk kan worden uitgesloten op voorwaarde dat de flensverbinding hydrostatisch is getest [2]. Procedureel is vastgelegd dat bij in gebruikname van installatieonderdelen (na bijvoorbeeld groot onderhoud) eerst een hydrostatische test (of eventueel een vergelijkbare test op basis van een inert gas, om geen vocht in onderdelen zoals een compressor te krijgen) dient te worden uitgevoerd. Het interne en externe audit systeem ziet hierop toe.

Ten behoeve van flenzen in een leiding wordt in de SAFETI.NL inputfile een nieuwe inputregel (kopie van de betreffende leiding) toegepast: hierin wordt de faalfrequentie van de leiding [/km/jaar] vervangen door de cumulatieve lekfrequentie van de flenzen in de betreffende leiding [/jaar]. Doordat de eenheid van beide verschilt worden deze inputregels apart gehouden. In principe is het mogelijk deze data te combineren tot één regel (door middel van het bepalen van de lengte van de leiding), maar dit doet afbreuk aan de traceer- en controleerbaarheid van de input.

Flenzen zijn aanwezig bij de bovengrondse meet- en regelstraten. Het aantal flenzen aanwezig bij deze installatiedelen is bij deze meet- en regelstraten 15.

4.3.3 Afblaas-stacks

Op de inrichting van Gasunie bevinden zich afblaas-stacks voor het afblazen of drukloos kunnen maken van de systemen. De afblaas-stacks staan in open verbinding met de atmosfeer en zijn afgescheiden van de onder druk staande installatie. Onder normale procescondities zijn deze systemen drukloos en worden niet gebruikt. Om deze reden wordt dit gedeelte niet meegenomen in de risicoanalyse (zie tevens paragraaf 5.1.8 uit het "concept Risicoanalyse aardgastransportinrichtingen SAFETI.NL [5]). Het gedeelte van de aanvoerleiding dat onder druk staat (tot aan de afsluiter) wordt wel meegenomen in de risicoanalyse.

4.3.4 Scraper traps

Scraper traps zijn installaties die bedoeld zijn voor het schoonmaken en het kunnen verrichten van metingen aan de gastransportleidingen. Onder normale procescondities zijn deze installaties afgesloten van het gasnetwerk (door middel van afsluiters) en worden niet gebruikt. Om deze reden worden ze niet meegenomen in de risicoanalyse (zie tevens paragraaf 5.1.5 uit het "concept Risicoanalyse

aardgastransportinrichtingen SAFETI.NL [5]). Vanaf de afsluiter worden de gastransportleidingen meegenomen in de risicoanalyse.

4.3.5 Escalatie

Doordat de lekfrequentie van een leiding wordt gedomineerd door de aangenomen flenslekkages kan de kans op een domino effect bepaald worden door het aanwezige aantal "buurleidingen" te vermenigvuldigen met het aantal flenzen per leidingen, de lekfrequentie van $2,6 \cdot 10^{-6}$ per flens per jaar en de escalatiefactor 0.001 (zie de brief van het RIVM [4]).

In de berekening voor MS Oudelandertocht zijn 2 locaties gevonden, waarbij een aantal bovengrondse componenten dicht bij elkaar aanwezig zijn. Dit betreft de nog te realiseren reduceerstraten en de nog te realiseren mengstraten.

Evenals bij flenzen, wordt escalatie in de input ook apart gehouden. Hierdoor zijn leidingen die onder mogelijke invloed staan van andere leidingen ook hier meervoudig in de SAFETI.NL inputfile te vinden.

5 RESULTATEN

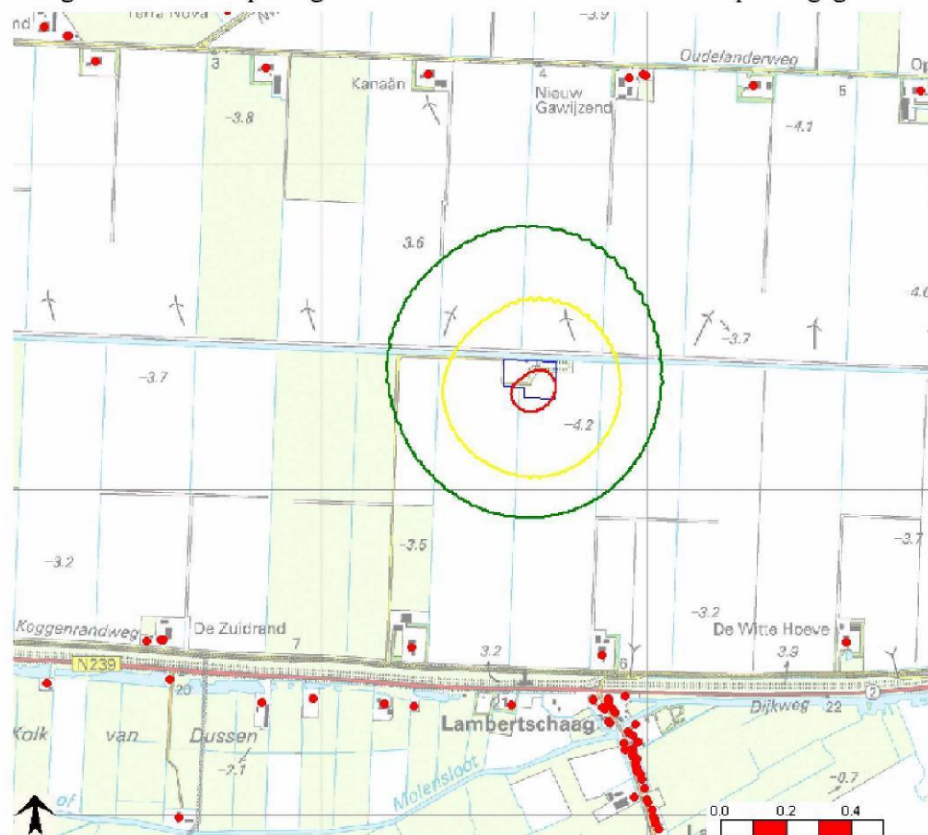
In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de verschillende uitgevoerde berekeningen. De risico's zijn berekend van het nieuwe ontwerp en de bestaande situatie.

5.1 Plaatsgebonden risico

In deze paragraaf staan de berekeningsresultaten van het plaatsgebonden risico van de installatie op basis van het nieuwe ontwerp en de bestaande situatie. Met deze resultaten kan worden beoordeeld of het plaatsgebonden risico groter wordt door de wijziging van de installatie en kan worden geconcludeerd of wordt voldaan aan de grens- en richtwaarde voor (beperkt) kwetsbare objecten.

5.1.1 Plaatsgebonden risico van het nieuwe ontwerp

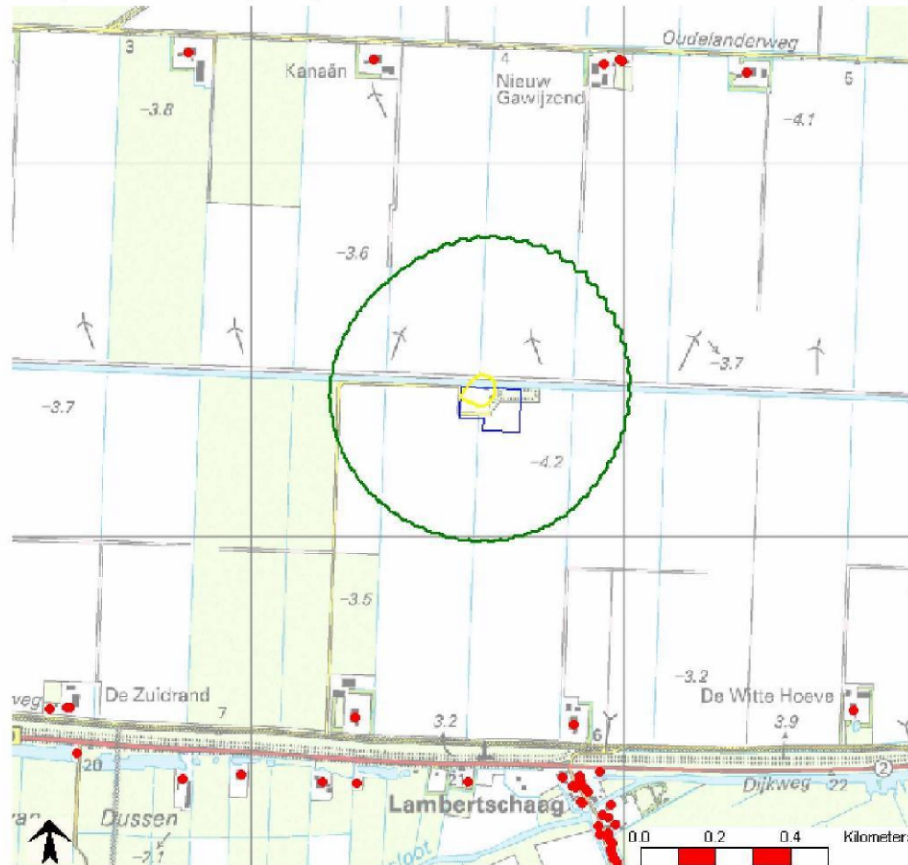
In Figuur 6 wordt het plaatsgebonden risico van het nieuwe ontwerp weergegeven.



Figuur 6: Plaatsgebonden risicocontouren van mengstation Oudelandertocht op basis van het nieuwe ontwerp. Het plaatsgebonden risiconiveau van 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} per jaar zijn respectievelijk met rood, geel en groen weergegeven.

5.1.2 Plaatsgebonden risico van de bestaande situatie

In Figuur 7 wordt het plaatsgebonden risico van de bestaande situatie weergegeven.



Figuur 7: Plaatsgebonden risicocontouren van mengstation Oudelandertocht in de bestaande situatie. Het plaatsgebonden risiconiveau van 10^{-7} en 10^{-8} per jaar zijn respectievelijk met geel en groen weergegeven.

5.1.3 Conclusie Plaatsgebonden risico

Door de wijziging van de installatie neemt het plaatsgebonden risico toe. Het plaatsgebonden risico van de installatie voldoet, zowel in de huidige als in de toekomstige situatie, aan de door de overheid gestelde grens- en richtwaarde, omdat er geen (geprojecteerde) kwetsbare objecten aanwezig zijn binnen de contour van het plaatsgebonden risico van 10^{-6} per jaar van mengstation Oudelandertocht.

5.2 **Groepsrisico**

Het groepsrisico van de installatie op basis van het nieuwe ontwerp wordt vergeleken met het risico van de bestaande situatie. Daarnaast wordt het groepsrisico vergeleken met de oriëntatiewaarde.

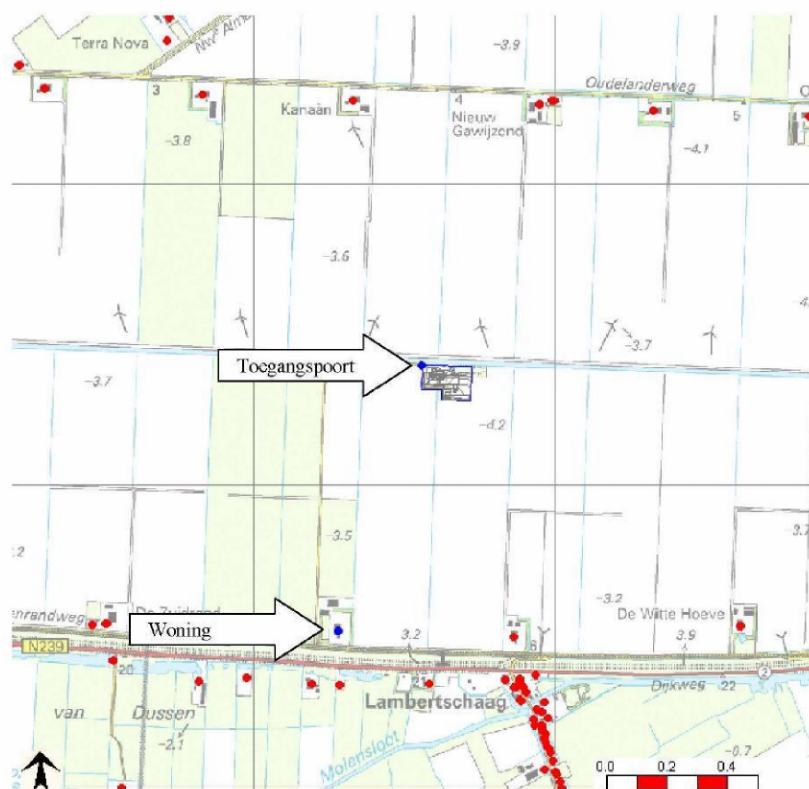
Voor het groepsrisico van MS Oudelandertocht in zowel de huidige als de toekomstige situatie is er geen scenario waarbij er 10 of meer slachtoffers vallen. De FN-curve zou, wanneer afgebeeld, leeg zijn.

5.2.1 **Conclusie Groepsrisico**

Uit de berekeningen blijkt dat er zowel in de toekomstige als in de huidige situatie geen scenario is met 10 of meer slachtoffers, hierdoor is er volgens definitie [1] geen sprake van groepsrisico.

6 SCENARIO'S VAN BELANG VOOR DE EXTERNE VEILIGHEID

Voor het bepalen van de scenario's van belang voor de externe veiligheid is gekeken naar zowel het plaatsgebonden risico als van het groepsrisico. Van het groepsrisico is per installatie onderzocht welke componenten de grootste bijdrage hebben. Het plaatsgebonden risico is locatie afhankelijk en dus is tevens per locatie de bijdrage van de componenten verschillend. Hiertoe zijn twee locaties gekozen die een representatief beeld geven van het risico in de omgeving. Dit betreft de toegangspoort van MS Oudelandertocht en het dichtstbijzijnde gebouw aan de zuidzijde van de installatie. Deze punten zijn ter referentie weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 8: Locatie van de individual risk ranking points. De bijdrage van de componenten aan het plaatsgebonden risico varieert per locatie. Hiertoe zijn twee locaties onderzocht (toegangspoort en dichtstbijzijnde woning), welke met de blauwe punten in deze figuur zijn weergegeven.

6.1 Societal Risk Ranking

Bij de risicoberekening voor MS Oudelandertocht is geen scenario waarbij slachtoffers vallen, hierdoor is het niet mogelijk om een societal risk ranking rapport weer te geven.

6.2 Individual Risk Ranking

Hieronder zijn de eerste regels van het individual risk ranking report weergegeven voor 2 risk ranking points (de toegangspoort van de installatie en het dichtstbijzijnde huis aan de zuidzijde van MS Oudelandertocht (zie Figuur 8). Op deze punten is de top 5 van bijdragen weergegeven. Uit de ranking blijkt dat overige componenten een bijdrage hebben die minder is dan 4,23% van het totaal aan het plaatsgebonden risico. Voor het dichtstbijzijnde gebouw is geen individual risk ranking report weer te geven omdat de bijdrage van de componenten aan het plaatsgebonden risico op deze locatie te laag is.

Tabel 5: Individual risk ranking bij de toegangspoort van MS Oudelandertocht (129599,530397)

Model Name	RDX [m]	RDY [m]	Risk [AvgYear]	Pct. Risk [%]	Risk/Outcome
MStr1-20-66.2-BGBGBreukDomino1	129644	530298	$2,25 \cdot 10^{-8}$	5,97	$1,153 \cdot 10^{-1}$
MStr4-20-66.2-BGBGBreukDomino1	129637	530298	$2,24 \cdot 10^{-8}$	5,94	$1,147 \cdot 10^{-1}$
MStr3-20-66.2-BGBGBreukDomino1	129639,5	530298	$2,23 \cdot 10^{-8}$	5,93	$1,146 \cdot 10^{-1}$
MStr2-20-66.2-BGBGBreukDomino1	129642	530298	$2,21 \cdot 10^{-8}$	5,86	$1,131 \cdot 10^{-1}$
MStr6-12-66.2-BGBGBreukDomino1	129629	530298	$1,59 \cdot 10^{-8}$	4,23	$8,169 \cdot 10^{-2}$

Voor beide locaties geldt dat het risico niet overheerst wordt door een enkel scenario; de maximale bijdrage van een component conform bovenstaand figuur 5,97%. Het collectief van alle leidingen draagt bij aan de grootte van het plaatsgebonden risico.

6.3 Schadeafstanden

De schadeafstanden voor de verschillende weerklassen zijn voor alle verschillende componenten bepaald. Hiervan is de maximale schadeafstand tot de 1% letaliteit gezocht en hieronder weergegeven. Het scenario met de grootste effectafstand is het scenario met de breuk van een bovengronds gelegen 36 inch leiding van 66,2 bar.

De namen van het scenario geven informatie over de leiding en het scenario:

- NN staat voor scenario met stikstof
- Na het verbindingsstreepje de diameter van de leiding in inch.
- Na het verbindingsstreepje de druk in de leiding.
- Na het verbindingsstreepje of het een bovengronds (BG), ondergronds (OG), lek of breuk scenario betreft.

Scenario Input Description		Discharge Results	Toxic Results	Flammable Results	Radiation results		
Scenario Name	Weather	Release Rate [kg/s]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance (m) to 35 kW/m ²	Largest Distance (m) to 10 kW/m ²	Largest Distance (m) to 3 kW/m ²
NNNstr1-12-80-BGBG Breuk	B 3	901	25				
	D 1,5	901	25				
	D 5	901	25				
	D 9	901	25				
	E 5	901	25				
	F 1,5	901	25				
b2-36-66.2-BGBG Breuk	B 3	5665		804	582	800	1191
	D 1,5	5665		806	572	802	1183
	D 5	5665		830	587	826	1214
	D 9	5665		847	626	844	1202
	E 5	5665		830	587	826	1214
	F 1,5	5665		806	572	802	1183
b2-36-66.2-BGBG Lek	B 3	22		67	51	67	89
	D 1,5	22		66	49	66	90
	D 5	22		68	54	68	88
	D 9	22		70	59	70	87
	E 5	22		68	54	68	88
	F 1,5	22		66	49	66	90
b4-36-66.2-OGOG Breuk	B 3	5665		366		361	781
	D 1,5	5665		313		308	769
	D 5	5665		373	82	369	739
	D 9	5665		401	107	397	728
	E 5	5665		373	82	369	739
	F 1,5	5665		493		308	769
b1-24-66.2-OGOG Breuk	B 3	2224		239		236	520

Scenario Input Description		Discharge Results	Toxic Results	Flammable Results	Radiation results		
Scenario Name	Weather	Release Rate [kg/s]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance (m) to 35 kW/m ²	Largest Distance (m) to 10 kW/m ²	Largest Distance (m) to 3 kW/m ²
	D 1,5	2224		189		186	496
	D 5	2224		259	55	256	509
	D 9	2224		278	74	276	499
	E 5	2224		259	55	256	509
	F 1,5	2224		538		186	496
WGTstr3-12-66.2-OGOG Breuk	B 3	517		115		113	263
	D 1,5	517		84		82	247
	D 5	517		141	27	140	275
	D 9	517		156	48	155	275
	E 5	517		141	27	140	275
	F 1,5	517		84		82	247
b6-4-66.2-OGOG Breuk	B 3	50		34		34	88
	D 1,5	50		20		20	80
	D 5	50		46		46	92
	D 9	50		54	15	53	94
	E 5	50		46		46	92
	F 1,5	50		20		20	80
b7-6-66.2-OGOG Breuk	B 3	118		53		52	131
	D 1,5	118		34		33	121
	D 5	118		69		69	137
	D 9	118		80	23	79	139
	E 5	118		69		69	137
	F 1,5	118		34		33	121
b8-30-66.2-BGBG Breuk	B 3	3724		666	479	663	985
	D 1,5	3724		662	472	659	981
	D 5	3724		685	481	682	1000
	D 9	3724		694	516	691	980
	E 5	3724		685	481	682	1000
	F 1,5	3724		662	472	659	981
A591vanB-42-67.5-OGOG Breuk	B 3	8265		424		419	906
	D 1,5	8265		381		375	918
	D 5	8265		432	96	427	859
	D 9	8265		464	125	460	847
	E 5	8265		432	96	427	859
	F 1,5	8265		528		375	918
b3-42-66.2-OGOG Breuk	B 3	8108		421		415	900
	D 1,5	8108		377		371	910
	D 5	8108		428	95	424	853
	D 9	8108		461	124	457	840
	E 5	8108		428	95	424	853
	F 1,5	8108		524		371	910

Scenario Input Description		Discharge Results	Toxic Results	Flammable Results	Radiation results		
Scenario Name	Weather	Release Rate [kg/s]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance (m) to 35 kW/m ²	Largest Distance (m) to 10 kW/m ²	Largest Distance (m) to 3 kW/m ²
b12-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348
	F 1,5	871		113		110	318
b19-42-66.2-OGOG Breuk	B 3	8108		421		415	900
	D 1,5	8108		377		371	910
	D 5	8108		428	95	424	853
	D 9	8108		461	124	457	840
	E 5	8108		428	95	424	853
	F 1,5	8108		524		371	910
b11-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348
	F 1,5	871		113		110	318
b17-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348
	F 1,5	871		113		110	318
b18-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348
	F 1,5	871		113		110	318
b18-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348
	F 1,5	871		113		110	318
A551-30-66.2-OGOG Breuk	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
	D 5	3724		317	69	313	626
	D 9	3724		340	91	337	615
	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632

Scenario Input Description		Discharge Results	Toxic Results	Flammable Results	Radiation results		
Scenario Name	Weather	Release Rate [kg/s]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance (m) to 35 kW/m ²	Largest Distance (m) to 10 kW/m ²	Largest Distance (m) to 3 kW/m ²
A551-30-66.2-OGOG Breuk	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
	D 5	3724		317	69	313	626
	D 9	3724		340	91	337	615
	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632
A551-30-66.2-OGOG Breuk	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
	D 5	3724		317	69	313	626
	D 9	3724		340	91	337	615
	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632
A551-30-66.2-OGOG Breuk	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
	D 5	3724		317	69	313	626
	D 9	3724		340	91	337	615
	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632
b20-36-66.2-OGOG Breuk	B 3	5665		366		361	781
	D 1,5	5665		313		308	769
	D 5	5665		373	82	369	739
	D 9	5665		401	107	397	728
	E 5	5665		373	82	369	739
	F 1,5	5665		493		308	769
b20-36-66.2-OGOG Breuk	B 3	5665		366		361	781
	D 1,5	5665		313		308	769
	D 5	5665		373	82	369	739
	D 9	5665		401	107	397	728
	E 5	5665		373	82	369	739
	F 1,5	5665		493		308	769
b22-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348
	F 1,5	871		113		110	318
b23-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348

Pagina 31

Scenario Input Description		Discharge Results	Toxic Results	Flammable Results	Radiation results		
Scenario Name	Weather	Release Rate [kg/s]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance (m) to 35 kW/m ²	Largest Distance (m) to 10 kW/m ²	Largest Distance (m) to 3 kW/m ²
b25-4-66.2-OGOG Breuk	F 1,5	50		20		20	80
	B 3	50		34		34	88
	D 1,5	50		20		20	80
	D 5	50		46		46	92
	D 9	50		54	15	53	94
	E 5	50		46		46	92
	F 1,5	50		20		20	80
	B 3	50		34		34	88
	D 1,5	50		20		20	80
	D 5	50		46		46	92
	D 9	50		54	15	53	94
	E 5	50		46		46	92
	F 1,5	50		20		20	80
	B 3	50		34		34	88
	D 1,5	50		20		20	80
b26-4-66.2-OGOG Breuk	D 5	50		46		46	92
	D 9	50		54	15	53	94
	E 5	50		46		46	92
	F 1,5	50		20		20	80
	B 3	50		34		34	88
	D 1,5	50		20		20	80
	D 5	50		46		46	92
	D 9	50		54	15	53	94
	E 5	50		46		46	92
	F 1,5	50		20		20	80
b16-16-66.2-OGOG Breuk	B 3	871		149		147	336
	D 1,5	871		113		110	318
	D 5	871		180	38	178	348
	D 9	871		192	55	190	340
	E 5	871		180	38	178	348
	F 1,5	871		113		110	318
	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
	D 5	3724		317	69	313	626
	D 9	3724		340	91	337	615
	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632
	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
	D 5	3724		317	69	313	626
b8b-30-66.2-OGOG Breuk	D 9	3724		340	91	337	615
	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632
	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
b9-30-66.2-OGOG Breuk	D 5	3724		317	69	313	626
	D 9	3724		340	91	337	615
	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632
	B 3	3724		309		306	660
	D 1,5	3724		250		246	632
	D 5	3724		317	69	313	626
	D 9	3724		340	91	337	615

Scenario Input Description		Discharge Results	Toxic Results	Flammable Results	Radiation results		
Scenario Name	Weather	Release Rate [kg/s]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance (m) to 35 kW/m ²	Largest Distance (m) to 10 kW/m ²	Largest Distance (m) to 3 kW/m ²
A656naarW-36-67.5-OGOG Breuk	E 5	3724		317	69	313	626
	F 1,5	3724		502		246	632
	B 3	5774		368		364	787
	D 1,5	5774		316		311	776
	D 5	5774		376	83	371	745
	D 9	5774		404	108	400	733
Menglus-24-67.5-OGOG Breuk	E 5	5774		376	83	371	745
	F 1,5	5774		494		311	776
	B 3	2267		242		239	525
	D 1,5	2267		191		188	500
	D 5	2267		261	56	258	513
	D 9	2267		280	74	278	503
WGTstr1-8-66.2-OGOG Breuk	E 5	2267		261	56	258	513
	F 1,5	2267		545		188	500
	B 3	212		73		71	173
	D 1,5	212		49		48	161
	D 5	212		92	13	91	181
	D 9	212		105	31	104	184
WGTstr2-12-66.2-OGOG Breuk	E 5	212		92	13	91	181
	F 1,5	212		49		48	161
	B 3	517		115		113	263
	D 1,5	517		84		82	247
	D 5	517		141	27	140	275
	D 9	517		156	48	155	275
MS3-48-66.2-OGOG Breuk	E 5	517		141	27	140	275
	F 1,5	517		84		82	247
	B 3	11024		474		468	1015
	D 1,5	11024		443		436	1049
	D 5	11024		482	109	477	963
	D 9	11024		519	141	514	950
MS5-20-66.2-OGOG Breuk	E 5	11024		482	109	477	963
	F 1,5	11024		585		436	1049
	B 3	1455		194		191	427
	D 1,5	1455		150		147	405
	D 5	1455		220	47	217	429
	D 9	1455		235	64	233	420
MStr1-20-66.2-BGBG Breuk	E 5	1455		220	47	217	429
	F 1,5	1455		150		147	405
	B 3	1455		435	309	433	640
	D 1,5	1455		428	306	426	640
	D 5	1455		444	311	442	643
	D 9	1455		444	337	442	618

Scenario Input Description		Discharge Results	Toxic Results	Flammable Results	Radiation results		
Scenario Name	Weather	Release Rate [kg/s]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance to 1% lethality [m]	Largest Distance (m) to 35 kW/m ²	Largest Distance (m) to 10 kW/m ²	Largest Distance (m) to 3 kW/m ²
MStr5-12-66.2-BGBG Breuk	E 5	1455		444	311	442	643
	F 1,5	1455		428	306	426	640
	B 3	517		271	191	270	395
	D 1,5	517		269	190	267	397
	D 5	517		272	195	271	388
	D 9	517		273	212	272	371
	E 5	517		272	195	271	388
RStr2-18-66.2-BGBG Breuk	F 1,5	517		269	190	267	397
	B 3	1141		389	276	387	571
	D 1,5	1141		384	273	382	572
	D 5	1141		396	279	394	572
	D 9	1141		396	302	394	548
	E 5	1141		396	279	394	572
	F 1,5	1141		384	273	382	572
RStr2-18-66.2-BGBG Lek	B 3	18		62	48	62	82
	D 1,5	18		61	45	61	82
	D 5	18		63	50	63	81
	D 9	18		65	55	64	80
	E 5	18		63	50	63	81
	F 1,5	18		61	45	61	82
	B 3	9		45	35	45	58
MStr6-12-66.2-BGBG LekFlenzen	D 1,5	9		44	34	44	58
	D 5	9		45	37	45	57
	D 9	9		47	40	47	57
	E 5	9		45	37	45	57
	F 1,5	9		44	34	44	58
	B 3	22		67	51	67	89
	D 1,5	22		66	49	66	90
MStr1-20-66.2-BGBG LekFlenzen	D 5	22		68	54	68	88
	D 9	22		70	59	70	87
	E 5	22		68	54	68	88
	F 1,5	22		66	49	66	90

REFERENTIES

- [1] Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichten milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen), Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2004, 250
- [2] RIVM, Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 3.2, 1 juli 2009
- [3] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Handleiking verantwoordingsplicht groepsrisico, versie 1.0 november 2007.
<http://www.groepsrisico.nl/doc/Handleiking%20verantwoordingsplicht%20groepsrisico.pdf>.
- [4] Brief *Rekenmethodiek Gasunie inrichtingen*, C.M. van Luijk, RIVM 2 december 2010 kenmerk 296/10 CEV Lah/ani-2183.
- [5] CONCEPT Risicoanalyse aardgastransportinrichtingen SAFETI_NL, KEMA, revisie 19 maart 2010.
- [6] Voorstel grens BEVI-BEVB, N.V. Nederlandse Gasunie, VB 12.0310, M.T. Dröge, 7 juni 2012.
- [7] Handboek Risicozonering Windturbines, KEMA en ECN in opdracht van Senter Novem, 2^e, geactualiseerde versie januari 2005

BIJLAGEN

Bij dit rapport horen nog vijf bijlagen. De eerste betreft de overzichtstekening van de installatie: het plotplan van MS Oudelandertocht. De tweede bijlage zijn de detail P&ID's van de installatie. Daarnaast hoort bij dit rapport nog de inputfile van SAFETI.NL (waarin de nieuw aan te leggen leidingen zijn gegroepeerd zodat kan worden gekozen of met of zonder deze aanvulling gerekend dient te worden). Bij deze inputfiles zijn twee rasterkaarten van Nederland (bijlage 4 en 5) als achtergrond gebruikt. De geografische ijkpunten van deze kaarten zijn in SAFETI.NL weergegeven. Voor de reproduceerbaarheid van de berekeningen, hoeven ze alleen vanaf hun nieuwe locatie gekoppeld te worden voor identieke resultaatbeelden.

Hier volgen de namen van de verschillende bijlagen op een rij:

- Bijlage 1: Plotplan van MS Oudelandertocht (A-459-0-LM-000-001-C12, 3012-11-30),
- Bijlage 2: Detail P&ID's van de installatie.
- Bijlage 3: De inputfile van SAFETI.NL: QRA OLT 3jan13.PSU
- Bijlage 4: Achtergrond voor de risicoberekening: 14G.JPG en 14H.JPG