

# KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) HOOGVEEEN - WATERSTOF WIJK

24 FEBRUARI 2021



## Contactpersoon

**NICO VAN RODEN**  
Thema leider Industrial Risk and  
Opportunity management

T 0627060803

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>SAMENVATTING</b>	<b>5</b>
<b>AFKORTINGEN</b>	<b>6</b>
<b>1 ALGEMENE RAPPORTGEGEVENS</b>	<b>7</b>
1.1 Rekenmethodiek	7
1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid	7
1.2.1 Het beleid	7
1.2.2 Plaatsgebonden risico en groepsrisico	7
1.2.2.1 Plaatsgebonden risico	7
1.2.2.2 Groepsrisico	8
<b>2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN HET PROJECT</b>	<b>9</b>
2.1 De achtergrond bij het project	9
2.2 De inrichting van de GOS locatie	9
2.3 De procesbeschrijving van de doorgerekende installatie	10
2.3.1 Doel van het proces	11
2.3.2 Aanwezige gevaarlijke stoffen	11
2.4 De doorgerekende installatie en de lay-out	11
<b>3 BESCHRIJVING OMGEVING</b>	<b>13</b>
3.1 Algemeen	13
3.2 Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties	13
3.3 Bevolkingsgegevens	13
3.4 Mogelijke gevaren van buiten de inrichting	14
3.5 Mogelijke ontstekingsbronnen buiten de inrichting	14
3.6 Gebruikte ruwheidslengte en meteostation	14
<b>4 DE KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)</b>	<b>15</b>
4.1 Uitstroming	15
4.1.1 Algemeen	15
4.1.2 Uitstromingsrichting en duur	15
4.2 Initiële faalkansen en uitwerking scenario's	16
<b>5 EFFECTBEREKENING</b>	<b>21</b>

5.1	Algemeen	21
5.2	Ontstekingskansen	21
5.2.1	Directe ontsteking	21
5.2.2	Vertraagde ontsteking	21
<b>6</b>	<b>BLOOTSTELLING EN SCHADE</b>	<b>22</b>
6.1	Populatie & Risk Ranking Points (RRP)	22
6.2	Modelering van de schade	22
6.2.1	Blootstelling van personen aan warmtestraling	22
6.2.2	Blootstelling van personen aan een wolkbrand	22
6.3	Effectafstanden dominante scenario's	23
6.3.1	Effectafstanden weerklasse F1,5 m/s	23
6.3.2	Effectafstanden weerklasse D5,0 m/s	23
<b>7</b>	<b>QRA RESULTATEN</b>	<b>24</b>
7.1	Plaatsgebonden risico	24
7.2	Groepsrisico	24
<b>8</b>	<b>CONCLUSIES</b>	<b>25</b>
8.1	Toetsing plaatsgebonden risico aan acceptatiecriteria	25
8.2	Toetsing groepsrisico aan acceptatiecriteria	25
<b>9</b>	<b>REFERENTIES</b>	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>DEFINITIES</b>	<b>27</b>
<b>COLOFON</b>		<b>29</b>

## SAMENVATTING

Het voorliggende rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de risicoberekeningen die zijn uitgevoerd voor het project Nijstad Oost en Erflanden 1 en 2 te Hoogeveen. Voor dit project zal een waterstof station worden ingericht, een zogehete GOS, aan de zuidzijde van de ten oosten gelegen NAM locatie, Ten Arlo, langs de A28.

De berekeningen gepresenteerd in dit rapport zijn uitgevoerd conform het Besluit externe veiligheid inrichtingen [ref. 1] en de rekenmethodiek zoals beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.2 (HARI) [ref. 2], welke dateert van 1 april 2020.

De berekeningen zijn uitgevoerd met SAFETI-NL, versie 8.3.

### **Conclusie plaatsgebonden risico:**

Uit de berekeningen blijkt dat het plaatsgebonden risico van het GOS voldoet aan de in het Besluit externe veiligheid inrichtingen [ref. 1] gestelde grens- en richtwaarden. Binnen de PR  $10^{-6}$  per jaar contour bevinden zich geen kwetsbare of beperkte kwetsbare objecten. De bedrijfsobjecten van de NAM liggen allen buiten de PR  $10^{-6}$  per jaar contour.

### **Conclusie groepsrisico:**

Uit de berekeningen van het groepsrisico volgt dat er geen scenario's zijn met 10 of meer slachtoffers. In het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (conform de definitie gegeven in artikel 1 van het Bevi [ref. 1]) is er dus geen sprake van groepsrisico.

## AFKORTINGEN

BEVI	Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen
BRZO	Besluit Risico's Zware Ongevallen
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
GR	Groepsrisico
HRB	Handleiding Risicoberekeningen BEVI
LFL	Lower Flammable Limit
LOC	Loss Of Containment
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram
PFS	Process Flow Scheme
PR	Plaatsgebonden Risico
QRA	Quantitative Risk Assessment
REVI	Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RRP	Risk Ranking Points
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (tegenwoordig Ministerie voor Infrastructuur en Milieu, WIA)

# 1 ALGEMENE RAPPORTGEGEVENS

Het voorliggende rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de risicoberekeningen die zijn uitgevoerd voor het project Nijstad Oost en Erflanden 1 en 2 te Hoogeveen. Voor dit project zal een waterstof station worden ingericht, een zogeheten GOS, aan de zuidzijde van de ten oosten gelegen NAM locatie, Ten Arlo, langs de A28. De locatie zal geen onderdeel gaan vormen van de NAM maar het zal een zelfstandige bedrijfsactiviteit betreffen. De risicoberekeningen zijn uitgevoerd teneinde inzicht te geven in de mogelijke risico situatie rond de waterstof toepassing.

## 1.1 Rekenmethodiek

De berekeningen gepresenteerd in dit rapport zijn uitgevoerd conform het Besluit externe veiligheid inrichtingen [ref. 1] en de rekenmethodiek zoals beschreven in de HARI [ref. 2], welke dateert van 1 oktober 2019.

De berekeningen zijn uitgevoerd met SAFETI-NL, versie 8.3.

Het rekenbestand betreft het .psux bestand "QRA Waterstof NAM - ESD 2.1.psux"

## 1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid

### 1.2.1 Het beleid

In Nederland is in 2004 het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) [ref. 1] en de Regeling Externe Veiligheid Inrichten (REVI) [ref. 3] in werking getreden.

De waterstofinstallatie is conform het REVI niet een installatie die onder het BEVI valt, echter omdat er mogelijk sprake is van relevante extern veiligheidsrisico's wordt de inrichting behandeld als een BEVI-inrichting.

De in deze QRA berekende risico's worden getoetst aan de risiconormen voor externe veiligheid met betrekking tot niet-categoriale inrichtingen, zoals deze in BEVI zijn vastgelegd.

In de REVI is onder andere vastgelegd, dat voor de inrichtingen die nu onder het BEVI vallen een QRA opgesteld dient te worden, waarbij gerekend moet worden conform de concept Handleiding Risicoberekening BEVI (HRB) versie 4.2 met gebruik van Safeti-NL versie 8.3.

### 1.2.2 Plaatsgebonden risico en groepsrisico

De externe veiligheidsrisico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 1].

#### 1.2.2.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is de kans op overlijden die een onbeschermd fictief persoon loopt als hij zich gedurende een jaar continu op een bepaalde plaats zou bevinden. Punten met een gelijk plaatsgebonden risico worden met elkaar verbonden en vormen zodanig de iso-risico-contouren.

Voor het Plaatsgebonden Risico staan in het BEVI grens- en richtwaarden vermeld voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten in nieuwe en bestaande situaties. Ook dient rekening te worden gehouden met de geprojecteerde objecten in het geldende bestemmingsplan. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen in woonwijken, scholen en ziekenhuizen. Enkele voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten zijn verspreid liggende woningen, dienst- en bedrijfswoningen, kleine hotels en restaurants, sport-, kampeer- en recreatie terreinen met minder dan 50 mensen.

De grens- en richtwaarden voor nieuwe situaties, en op termijn ook voor bestaande situaties, staan in de volgende tabel.

Object	Norm
(Geprojecteerd) kwetsbaar	Grenswaarde PR $10^{-6}$ / jaar
(Geprojecteerd) beperkt kwetsbaar	Richtwaarde PR $10^{-6}$ / jaar

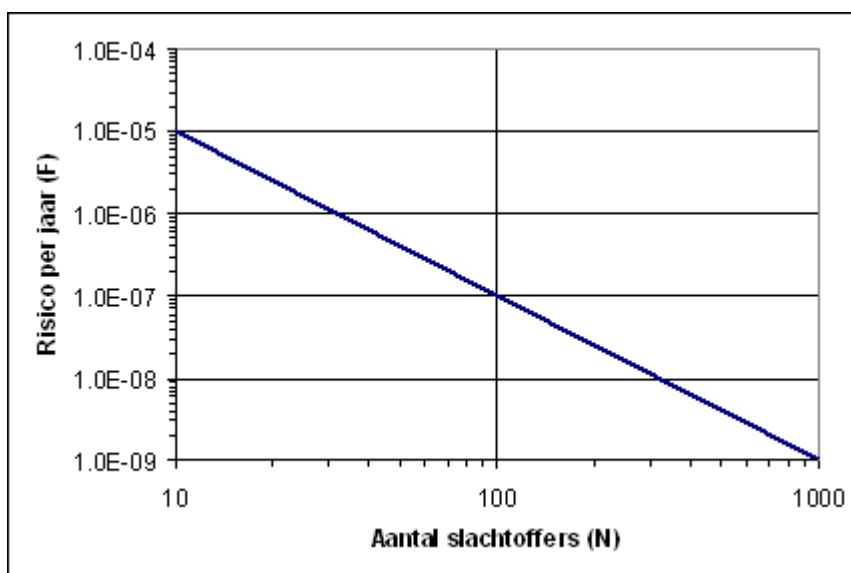
Tabel 1.1: Risico normering plaatsgebonden risico BEVI inrichtingen.

### 1.2.2.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is de kans op een ongeval waarbij een groep van ten minste het gegeven aantal personen gelijktijdig dodelijk slachtoffer wordt. Het groepsrisico wordt grafisch weergegeven in een zogenaamde f-N curve. Deze grafiek geeft het mogelijke aantal slachtoffers (N) weer met de bijbehorende kans van optreden (f).

Voor het groepsrisico geldt geen harde norm. In het besluit is een voorschrift opgenomen op grond waarvan inzicht moet worden gegeven in de actuele hoogte van het groepsrisico en de bijdrage aan het groepsrisico van ruimtelijke ontwikkelingen of risicovolle activiteiten. Bij de toetsing van het groepsrisico wordt een oriëntatiewaarde gebruikt. Het is vervolgens aan het bevoegd gezag om de verantwoording van het groepsrisico op te stellen volgens de verantwoordingsplicht [ref. 5] en om onder meer overleg te voeren met de brandweer. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de ligging van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde, maar dient een afweging van belangen gemaakt te worden en wordt rekening gehouden met de aanwezige rampenbestrijdingsplannen en -middelen en de zelfredzaamheid van personen. Ook genomen maatregelen ter voorkoming en beperking van escalatie, welke niet in een QRA verdisconteerd kunnen worden, kunnen hierbij worden beschouwd.

De voor het groepsrisico van toepassing zijnde oriënterende waarde is weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1: Ligging oriënterende waarden voor het Groepsrisico.



## 2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN HET PROJECT

### 2.1 De achtergrond bij het project

De gemeente Hoogeveen ontwikkelt aan de westrand van de stad ongeveer 80 woningen op een nieuwe locatie: Nijstad-Oost. De bouwactiviteiten moeten tweede helft van 2019 van start gaan. De gemeente wil met de ontwikkeling bijdragen aan de energietransitie opgave in Nederland, met name het aardgasloos bouwen.

Teneinde dit aardgasloos bouwen te stimuleren is er voor in de toekomst behoefte aan een constante aanvoer van waterstof naar de wijk toe.



Figuur 2.1: Huidige concept van Nijstad Oost en Erflanden Hoogeveen

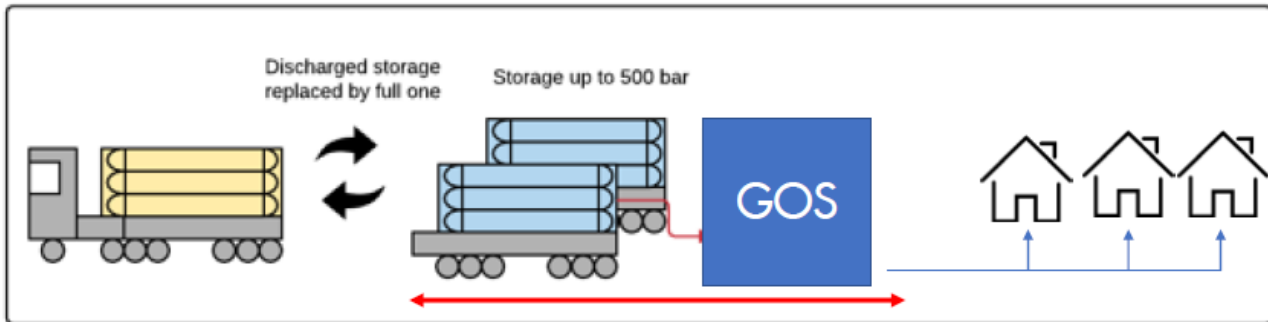


Voor deze aanvoer wordt gebruik gemaakt van een Gas Ontvang Station, een zogehete GOS. Voor de locatie van deze installatie zijn twee opties. Als eerste is een plek op de noordelijke zijde van het NAM terrein overwogen. Deze optie is echter niet verder beschouwd. De tweede optie is een locatie aan de zuidzijde van het NAM terrein net naast de toegangsweg van het NAM terrein zoals in de onderstaande afbeelding is aangegeven.

Figuur 2.2: Beoogde locaties van de GOS te Hoogeveen waarbij de keuze op de zuidlocatie is gericht

### 2.2 De inrichting van de GOS locatie

Bij de GOS komt waterstof aan met tubetrailers en in het GOS wordt dit van hoge  $n$ =naar lage druk gereduceerd alvorens het waterstof naar de woningen zal worden getransporteerd. IN de onderstaande figuur is dit schematisch weergegeven.



*Figuur 2.3: Schematische weergave aanvoer van waterstof in Hoogeveen*

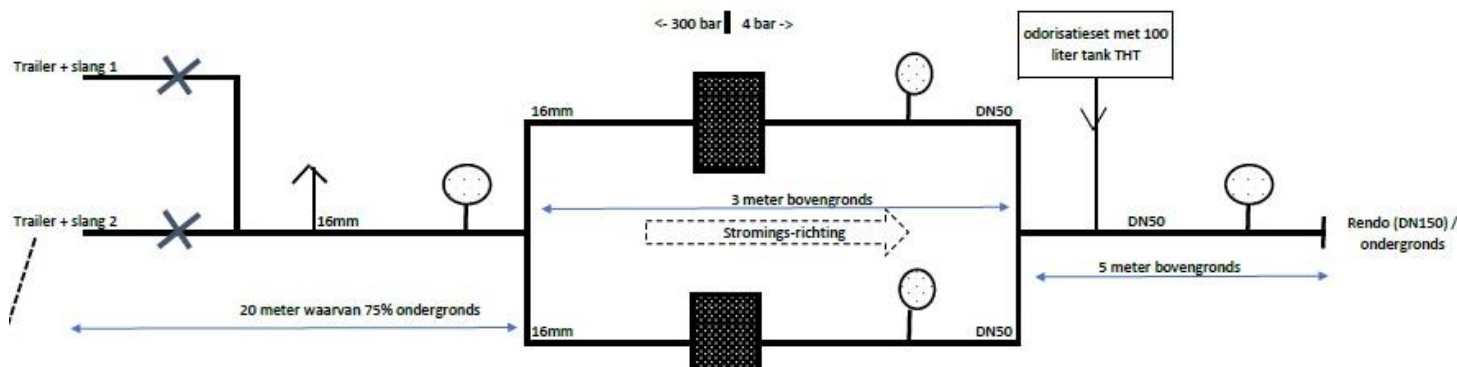
Op basis van ervaringen op andere locaties is ook inrichtingsvoorstel van de GOS gegeven. Hiervoor is in de onderstaande figuur een artistiek impressie gegeven op basis van het waterstof omslagpunt in Zuidwending.



*Figuur 2.4: Schematische weergave inrichting van de voorgestelde GOS in Hoogeveen*

## 2.3 De procesbeschrijving van de doorgerekende installatie

Een gedeelte van het hierboven genoemde proces is in onderstaand figuur (2.4) systematisch weergegeven. Dit gedeelte is gemodelleerd in Safeti-NL 8.3. Daarnaast zijn er Emergency Shut Down (ESD) kleppen gemodelleerd conform de PGS 35. Door de geringe hoeveelheid van de odorisatie tank is deze niet gemodelleerd. Er zijn geen beveiligingen op de trailers gemodelleerd, bij de scenario's komt de volledige hoeveelheid (900kg) vrij. Er is in het model vanuit gegaan dat er te allen tijde een trailerwagen is aangesloten. Daarnaast ontstaat er een overlap in aanwezigheid van tubetrailers, deze is gemodelleerd op 20% van de totale tijd per jaar.



Figuur 2.5: Ontwerptekening van de GOS en aanlevering.

De verlaging van de druk vindt plaats door drukverval door de diameter verschillen tussen de losslang (6,35mm) en leiding (16mm) en vervolgens bij het GOS door middel van een pressure control valve (PCV) en het vergroten naar een 50mm leiding. In feite is er dan ook niet constant sprake van 300 bar in het 16mm leidinggedeelte van de installatie, dit is echter wel op deze wijze gemodelleerd.

### 2.3.1 Doel van het proces

Het GOS heeft als doel om de waterstoftoevoer binnen het project te reguleren. De aanvoer van waterstof zal in eerste instantie middels tubetrailers plaatsvinden. In een latere termijn is het wellicht zo dat er wordt aangesloten op een permanente transportleiding. Ook dan zal de waterstof geschikt moeten worden gemaakt voor het gebruik in huishoudens. Hiervoor zal een reductie van de druk moeten worden gerealiseerd en een beperkte hoeveelheid odorant worden toegevoegd om de herkenbaarheid van eventuele lekkage te borgen. Dit vindt alles plaats innen het GOS.

### 2.3.2 Aanwezige gevaarlijke stoffen

Met betrekking tot de externe veiligheid is in het concept van de MPP waterstof aanwezig als risicostof. Daarnaast is er odorisatie (THT) aanwezig, echter in een zeer geringe hoeveelheid (100 liter), er is besloten deze niet mee te nemen in de modellering. De gevaaridentificatie van waterstof is weergegeven in Tabel 2.1.

Tabel 2 gevaaridentificatie stoffen

Tabel 2.1: Gevaaridentificatie stoffen.

Stofnaam	Chemische formule	UN-nr	GEVI	NFPA	CAS-nummer	Etiket <sup>1</sup>	R-,S-zinnen	H-, en P-zinnen <sup>2</sup>
Waterstof	H <sub>2</sub>	1049	23	0-4-0	0013333-74-0	F+: R12	R12 S9-16-33	H220, H280, P210, P377, P381, P403

## 2.4 De doorgerekende installatie en de lay-out

In de risicoberekening is er enkel subselectie toegepast op het odorisatiesysteem, deze is buiten beschouwing gelaten. De GOS, de tubetrailer en de verlading zijn als één groot insluitsysteem<sup>3</sup> beschouwd,

<sup>1</sup> GHS: Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals. Dit is door de EU in Annex-VI van de CLP (EU-GHS) gegeven etikettering (zie ook hieronder). F+: zeer licht ontvlambaar

<sup>2</sup> De H- en P-zinnen (CLP/EU-GHS classificatie) vervangen de vroegere Europese R- en S-zinnen. Vanaf 1 december 2010 is het verplicht om stoffen in te delen en te etiketteren volgens EU-GHS. Voor mengsels gaan deze regels gelden op 1 juni 2015. Meer informatie is te vinden via de CLP/EU-GHS helpdesk: <http://stoffen-info.nl/websites-onderwerpen/helpdesk-clp-eu-ghs/>

<sup>3</sup> De definitie van een insluitsysteem is gebaseerd op het volgende criterium: "Een Loss of Containment in één insluitsysteem leidt niet tot het vrijkomen van significante hoeveelheden gevaarlijke stof uit andere insluitsystemen".

op de werking van de ESD's na. Voor de eventuele verlading is geen compressor voorzien, deze druk dient onderling te worden geëgaliseerd tussen tubetrailer en GOS. De bronnen zijn gemodelleerd, conform de HARI [ref. 2].

## 3 BESCHRIJVING OMGEVING

### 3.1 Algemeen

In de risicoberekening worden de effecten bepaald die kunnen leiden tot dodelijke slachtoffers buiten de inrichting ten gevolge van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, in combinatie met de kans op dergelijke ongewenste effecten.

De modellering bestaat dus uit twee achtereenvolgende stappen, de effectmodellering en de risicomodellering:

1. Effectmodellering modelleert achtereenvolgens de uitstroming, de verspreiding van brandbare en/of toxische stoffen en het optreden van mogelijk letale effecten zoals explosieoverdruk, warmtestraling en toxische effecten.
2. In de Risicomodellering worden aan de hand van de verschillende letale effecten en blootstellingsduur, ontstekingsbronnen, initiële faalkansen en kansverdeling van de gebeurtenissenboom het plaatsgebonden risico en groepsrisico berekend.

Voor het bepalen van de effecten en risico's is gebruikgemaakt van het softwarepakket Safeti-NL, versie 8.3, dat door de Nederlandse overheid is aangewezen als verplicht pakket voor het uitvoeren van QRA's in het kader van het BEVI [ref. 1].

De voorgeschreven risicoanalyse voor externe veiligheid begint met het identificeren van initiële Loss of Containment (LOC) scenario's waarbij gevaarlijke stoffen vrij kunnen komen. Deze scenario's beschrijven de vrijgekomen stof, de uitstroomcondities en de waarschijnlijkheid. De initiële gebeurtenissen worden verderop in dit hoofdstuk en in hoofdstuk 4 beschreven.

Voor brandbare effecten kennen deze initiële scenario's daarnaast een aantal vervolgsenario's zoals het optreden van explosies en wolkbranden (flash fire). De vervolgsenario's zijn onder meer afhankelijk van het optreden van directe en vertraagde ontsteking. In het geval van waterstof is de kans op een vertraagde ontsteking laag.

De vervolgsceurtenissen zijn in hoofdstuk 5 verder uitgewerkt.

Verder wordt opgemerkt dat de risico's ten gevolge van LOC-scenario's buiten de inrichting in deze risicoanalyse niet gekwantificeerd zijn.

### 3.2 Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties

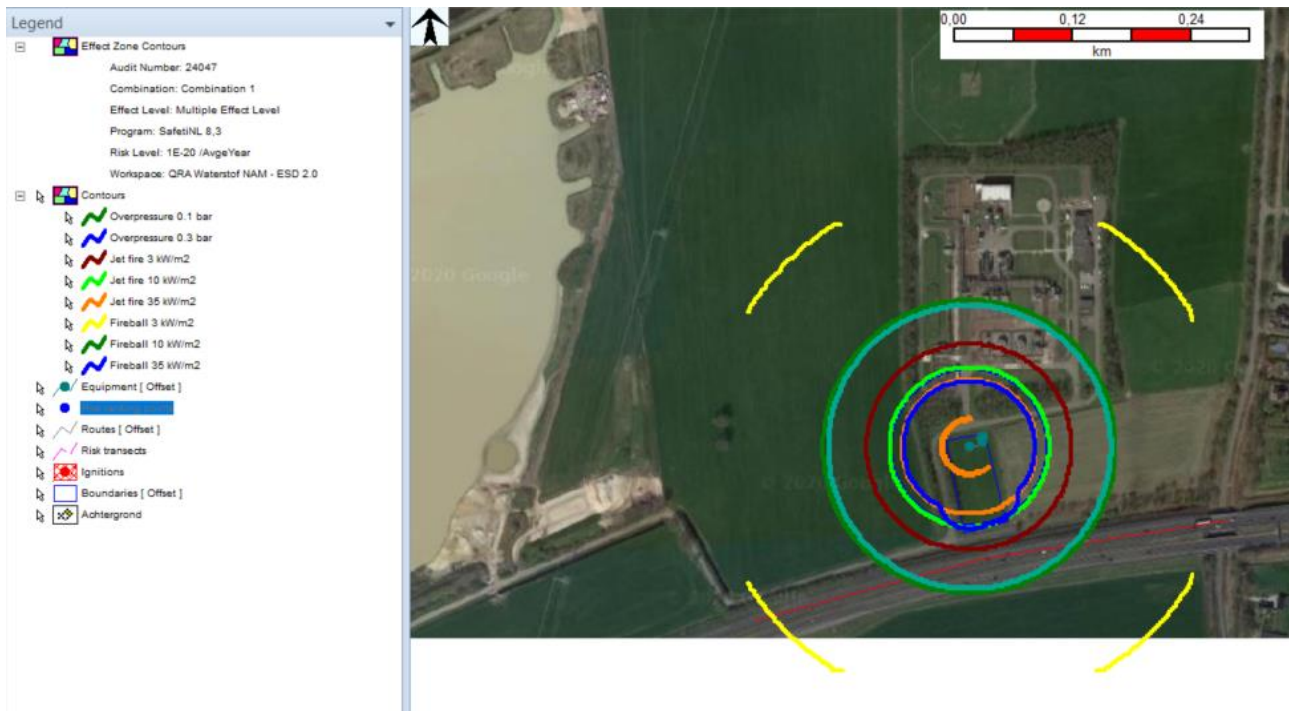
De directe omgeving van dit project verschillende bebouwingen. Op circa 50 meter ten noorden bevindt zich de bebouwing van de NAM locatie Ten Arlo. Op circa 270 meter in oostelijke richting bevindt zich de bebouwing van de wijk Erflanden. In zuidelijke richting bevindt zich de A28 op circa 20 meter. Tot slot bevindt zich in westelijke richting op circa 450 meter recreatie gebied Nijstad.

### 3.3 Bevolkingsgegevens

Bevolkingsgegevens dienen geïnventariseerd te worden binnen het invloedsgebied van de installatie.

Het invloedsgebied is door Safeti-NL gebaseerd op de effectafstand van de scenario's, in dit model betreft dit het invloedsgebied wat ontstaat van een jet fire, fireball en overpressure, zie ook figuur 3.1





Figuur 3.1: Het invloedsgebied van de installatie.

Uit bovenstaande figuur blijkt dat er geen woningen binnen het invloedsgebied vallen. Conform <https://populatieservice.demis.nl> is er één populatie aanwezig op het NAM terrein, er is hier rekening gehouden met de onvolledige contour van het scenario fireball 3kW/m2. Zie de tabel hieronder

Nummer	Locatie	Beschrijving	Aantal personen overdag	Aantal personen 's nachts
1	NAM locatie	Aanwezig in het noordoostelijke gebouw van het NAM terrein.	17,2	0

Tabel 3.1 Populatiegegevens invloedsgebied.

### 3.4 Mogelijke gevaren van buiten de inrichting

In de omgeving zijn geen risico verhogende objecten geïdentificeerd. Zowel de NAM locatie Ten Arlo en de buisleiding van de NAM (NM-000612) hebben een PR-6 contour die over de inrichting van dit project valt. Op basis van de HARI 4.2 dienen externe domino-effecten van deze aard niet meegenomen te worden in de QRA.

### 3.5 Mogelijke ontstekingsbronnen buiten de inrichting

In de omgeving van de inrichting, tot aan het invloedsgebied, bevindt zich enkel de snelweg, A28 als ontstekingsbron. Deze is gemodelleerd in Safeti-NL als een standaard snelweg.

### 3.6 Gebruikte ruwheidslengte en meteostation

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met de windroos van het dichtstbijzijnde meteorologisch weerstation: Twente. De standaard ruwheidslengte van 30 cm is gebruikt in de berekeningen. De ruwheidslengte is een (kunstmatige) lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid aangeeft.

## 4 DE KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)

In dit hoofdstuk worden de onderdelen van de risicoanalyse uitgewerkt. Hierbij is de indeling, zoals in de HARI [ref. 2] toegepast, ook in dit hoofdstuk zo veel mogelijk gevolgd.

### 4.1 Uitstroming

#### 4.1.1 Algemeen

Van de vele mogelijke loss of containment (LOC's) scenario's is slechts een beperkt aantal scenario's bepalend voor het risico. Een scenario is bepalend als het een significante bijdrage levert aan de  $10^{-6}$  per jaar PR contour. Ook is een scenario bepalend als het significant bijdraagt aan de hoogte van het groepsrisico.

Verder zijn voor deze QRA conform het HRB de volgende aannames en uitgangspunten toegepast:

- Domino-effecten, scenario's waarbij het falen geïnitieerd wordt door een ander scenario, zijn niet expliciet meegenomen.

Conform het HRB [ref. 6] dienen er voor ieder installatiedeel maximaal drie verschillende uitstroombesonderingen te worden:

- Catastrofaal falen: Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud

Voor een vat/tank/warmtewisselaar komt instantaan falen neer op het instantaan wegnemen van de omhulling van het vat of de tank/warmtewisselaar, hetgeen leidt tot het instantaan en impulsloos vrijkomen van de inhoud, gevolgd door de gesommeerde toevoer vanuit up- en downstream systemen.

- Catastrofaal falen: Continue uitstroming / leidingbreuk

Voor een vat/tank/warmtewisselaar betekent catastrofaal falen het in 10 minuten leegstromen bij gelijke druk, in een continue stroom, gevolgd door de toestroming vanuit de rest van de insluitsystemen.

Voor onderdelen zonder noemenswaardige hold-up, zoals leidingen, compressoren, pompen, wordt dit scenario (leidingbreuk) ook wel beschreven als guillotinebreuk met toevoeging vanuit beide zijden van de breuk. Beide uitstromingen worden in dat geval als twee onafhankelijke uitstroombesonderingen gemodelleerd.

- Lekkage

Een klein lek wordt meestal gemodelleerd als een lek van 10 mm (tanks, vaten en warmtewisselaars) of een gat in een leiding ter grootte van 10% van de uitstroombesondering met een maximum van 50 mm indien een leiding bovengronds is of een gat in de leiding ter grootte van 20 mm indien de leiding ondergronds is.

Deze standaard scenario's zijn aangehouden voor alle systemen waarvoor HRB geen alternatieve scenario's voorgeschreven heeft.

#### 4.1.2 Uitstromingsrichting en duur

In de risicoberekeningen is aangenomen dat de uitstroming vanuit bovengrondse installaties altijd horizontaal gericht is. Safeti-NL modelleert de uitstroombesondering in geval van dispersie met de wind mee, waarbij de kansverdeling voor de uitstroombesondering gelijk is aan de gekozen windverdeling.

De risico's van horizontaal uitstromende toortsbranden worden in Safeti-NL uniform over alle richtingen verdeeld.

De uitstromingsduur van alle LOC scenario's is gesteld op 30 minuten. Conform het HRB [ref. 6] kan de uitstroombesondering beperkt worden afhankelijk van de aard van het insluitsysteem, dit is voor de dit project in mindere mate van relevantie door het ESD systeem.

Aangezien de effecten van brand- en explosiescenario's in de eerste 20 seconden bepalend zijn voor de risico's, is een maximale uitstroombesondering van 30 minuten conservatief.

## 4.2 Initiële faalkansen en uitwerking scenario's

De proces data van de meegenomen proces installaties zijn weergegeven in onderstaande tabel. Alle installatieonderdelen en leidingen zijn bovengronds.

Object	p [ barg]	T [°C]	Stof	Voorbeeld stof
Tubetrailer	300	9,8	Waterstof	Waterstof
GOS – 300 bar*	300	9,8	Waterstof	Waterstof
GOS – 4 bar*	4	9,8	Waterstof	Waterstof
Waterstofbuffer	300	9,8	Waterstof	Waterstof

Tabel 4.1: Proces data meegenomen insluitsystemen proces- en opslaginstallaties

\*Inclusief leidingen in GOS en na GOS.

De proces data van het leidingwerk van de opslag naar de proces installaties zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Karakteristieken	Bovengrondse leiding 300 bar	Ondergrondse leiding 300 bar
Lengte [m]	5	15
Diameter [mm]	16	16
Druk [barg]	300	300

Tabel 4.2: Proces data leidingwerk van opslag naar proces installaties.

Bij het bepalen van de faalkansen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de relatief lange leidingen is in Safeti-NL een route gemodelleerd. Voor deze routes is in het scenario het risico per meter per jaar ingevoerd. Vervolgens is in de route aangegeven dat de scenario's per meter van de route gelden. Hiermee wordt in facto de scenario's en bijhorende risico's per meter herhaalt.
- Voor de bovengrondse leidingen zijn de faalfrequenties gebruikt van procesleidingen.
- In de standaard faalfrequenties van procesleidingen zijn flenzen en kleppen meegerekend.
- De ondergrondse leidingen voldoen aan NEN 3650.



In Tabel 4.3 en tabel 4.4 zijn de initiële LOC scenario's weergegeven voor de procesleidingen, opslagtank en tubetrailer.

Installatie onderdeel	Inhoud (kg)	Lek diameter (mm)	Generieke faalkans (per jaar)				Initiële faalkans gebruikt in QRA			
			Catastr ofaal	Breuk	Continue falen	Lek	Catastrof aal	Breuk (loslang)	Continue falen of lek loslang	Lek loslang
<b>Opslagtanks</b>										
Tubetrailer met loslang	900 kg	45,2	$5,0 \cdot 10^{-7}$	-	-	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$6,0 \cdot 10^{-74}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-1}$	$6,0 \cdot 10^{-75}$
Waterstofbuffer	10,5kg (900kg bij nalevering)	1,6	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$

Tabel 4.3: Initiële LOC scenario's voor de tubetrailer and bufferopslag.

Installatie onderdeel	Inhoud (kg)	Leiding binnen diameter (mm)	Lek diameter (mm)	Generieke faalkans (per jaar of per meter)		Initiële faalkans gebruikt in QRA	
				Breuk	Lek	Breuk	Lek
<b>Leidingwerk</b>							
Bovengrondse leiding 300 bar	900kg	16	1,6	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	Route	Route
Ondergrondse leiding 300 bar	900kg	16	1,6	$1,53 \cdot 10^{-7}$	$4,58 \cdot 10^{-7}$	Route	Route
GOS – 300 bar <sup>6</sup>	900kg	16	1,6	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
GOS – 4 bar <sup>7</sup>	900kg	50	5	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$8,0 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$

Tabel 4.4: Initiële LOC scenario's voor de hoofdprocesleidingen.

## ESD

In bovenstaande tabellen (4.3 & 4.4) zijn de basis faalkansen en inhoud getoond, in het model zijn er ook ESD's (emergency shutdown valves) gemodelleerd met een faalkans van 1%. Indien de ESD's werken sluiten ze een gedeelte van het systeem af binnen 5 seconden, waardoor voornamelijk nalevering wordt gelimiteerd.

Alle scenario's waarbij er nalevering plaatsvindt, is er gerekend met een ESD die deze nalevering kan voorkomen binnen 5 seconden met een faalkans van 1%. Indien de ESD faalt, zal alle waterstof in het

<sup>4</sup> Basis + 20% overlap in aanwezigheid trucktrailers.

<sup>5</sup> Basis + 20% overlap in aanwezigheid trucktrailers.

<sup>6</sup> Op basis van 3 meter leiding in GOS.

<sup>7</sup> Op basis van 8 meter leiding in en na GOS.

systeem ontsnappen, circa 900kg. In het geval van de waterstofbuffer tank is er enkel een ESD gemodelleerd die de nalevering stopt bij een calamiteit.

In tabel 4.5 & 4.6 & 4.7 wordt aangegeven hoe het ESD systeem is gemodelleerd.

Scenario	Generieke faalkans (per jaar)			ESD faalt faalkans (1%)			ESD slaagt faalkans (99%)		
	Breuk <sup>8</sup>	lek	Lek continue	Breuk <sup>8</sup>	lek	Lek continue	Breuk <sup>8</sup>	lek	Lek continue
GOS 300 bar (3 meter leiding)	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	-	$3,0 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	-	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	-
GOS 4 bar (8 meter leiding)	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	-	$8,0 \cdot 10^{-8}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	-	$7,9 \cdot 10^{-6}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	-
Buffervat	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$

Tabel 4.5: Faalkansen van GOS en buffervat met ESD.

Voor het buffervat grijpt de ESD alleen in bij terugstroom, er wordt dus nooit ingegrepen op de reguliere inhoud van het buffervat (10,5kg).

Scenario	Generieke faalkans (per meter)		ESD faalt faalkans (1%) (per meter)		ESD slaagt faalkans (99%) (per meter)	
	Breuk	lek	Breuk	lek	Breuk	lek
Bovengrondse leiding	$5,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-8}$
Ondergrondse leiding	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$4,6 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$4,6 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$

Tabel 4.6: Faalkansen van leidingen met ESD.

Scenario	Peak flowrate		Emissie breuk		Emissie lek	
	Breuk	Lek	Falen ESD	Met ESD	Falen ESD	Met ESD
GOS 300 bar (3 meter leiding)	0,87 kg/s	0,032 kg/s	900kg	5kg <sup>9</sup>	900kg	5kg <sup>9</sup>
GOS 4 bar (8 meter leiding)	0,52 kg/s	0,005 kg/s	900kg	5kg <sup>9</sup>	900kg	5kg <sup>9</sup>

<sup>8</sup> Of catastrofaal falen zoals het geval bij het buffervat.

<sup>9</sup> Er is een ondergrens van 5kg aangehouden in verband met detectie van calamiteit en aanwezige gas in leiding.

Scenario	Peak flowrate		Emissie breuk		Emissie lek	
	Breuk	Lek	Falen ESD	Met ESD	Falen ESD	Met ESD
Bovengrondse leiding	2,64 kg/s	0,032 kg/s	900kg	13,2kg	900kg	5kg <sup>9</sup>
Ondergrondse leiding	1,57 kg/s	0,032 kg/s	900kg	7,9kg	900kg	5kg <sup>9</sup>
Buffervat	1,89 kg/s	0,032 kg/s	900kg	20kg	900kg	20kg <sup>10</sup>

Tabel 4.7: Totale emissies bij slagen of falen van ESD.

Zoals hierboven aangetoond worden er twee identieke scenario's aangemaakt voor één installatieonderdeel, één scenario als de ESD faalt en één als het ESD slaagt. De enige verschillen tussen de twee identieke scenario's is de faalkans, en de inhoud van het installatieonderdeel. De emissie wordt modelmatig gelimiteerd door de inhoud van het installatieonderdeel, waarmee er een emissietijd van 5 seconden wordt behaald. Er wordt echter wel een ondergrens van 5kg waterstof gehanteerd.

### Verlading

In Tabel 4.8 en tabel 4.9 zijn de initiële LOC scenario's weergegeven voor verlading van waterstof en de LOC scenario's van de tubetrailer. De tubetrailer is constant aan het verladen, het gehele jaar.

LOC-scenario	Volume / massa	Leiding diameter (mm)	Lek diameter (mm)	Faalkans gebruikt in QRA				
				Instantaan	Grootste aansluiting	Breuk loslang	Lek loslang	Vuurbal (verlading)
Verlading tubetrailer	900kg	6,35	0,635	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$6,1 \cdot 10^{-6}$

Tabel 4.8: LOC scenario's voor verlading.

LOC-scenario	Volume / massa	Faalkans gebruikt in QRA
Brand omgeving tubetrailer 100%*	900kg	$3,5 \cdot 10^{-6}$
Brand omgeving tubetrailer 66%	600kg	$5,3 \cdot 10^{-6}$

<sup>10</sup> Er is sprake van circa 10,5kg in het buffervat. Er is gerekend met een toevoeging van 9,5kg in verband met de vertraging in de detectie van de calamiteit en de al plaats gevonden nalevering.

LOC-scenario	Volume / massa	Faalkans gebruikt in QRA
Brand omgeving tubetrailer 33%	300kg	$8,5 \cdot 10^{-6}$
Brand externe beschadiging 100%*	900kg	$2,3 \cdot 10^{-7}$
Brand externe beschadiging 66%	600kg	$1,5 \cdot 10^{-7}$
Brand externe beschadiging 33%	300kg	$1,5 \cdot 10^{-7}$

Tabel 4.9: LOC scenario's voor tubetrailers door externe oorzaken.

Tabel 4.9 is gebaseerd op de LPG rekenwijze van tubetrailers.

\*Het voorkomen van een van de verschillende vullingspercentages (100%, 66%, 33%) is normaal 1 op 3. Echter kan er een overlap zijn van tankwagens, waardoor er in maximaal 20% van het jaar, een extra tank van 100% vulling aanwezig is. Om dit te berekenen is er gerekend met de volgende verdeling:

Vullingspercentage	Kans
100%	53%
66%	33%
33%	33%
<b>Totaal</b>	<b>120%</b>

Tabel 10 Kansverdeling vullingpercentage

Op basis van de LPG rekenmethodiek dient er rekening gehouden te worden met een aantal onderwerpen die het risico op een omgeving brand verhogen. Deze zaken zijn niet aanwezig, er is dus sprake van een brandfrequentie van  $2,0 \cdot 10^{-7}$  per 100 verladingen. In de LPG rekenmethodiek is één verlading een half uur. Deze brandfrequentie is dus verrekend naar 8766 uur, dus 17,532 verladingen.

Op basis van de LPG rekenmethodiek dient er rekening gehouden te worden met een aantal onderwerpen die het risico op externe beschadiging verhogen. Er is sprake van een veiligheidsniveau die vergelijkbaar is met een geïsoleerde opstelplaats waarbij een aanrijding met de leidingkast niet aannemelijk wordt geacht. Er is dus sprake van een frequentie van  $2,5 \cdot 10^{-9}$  per jaar. In de LPG rekenmethodiek is één verlading een half uur. Deze extern beschadiging frequentie is dus verrekend naar 8766 uur, dus 17,532 verladingen.

## 5 EFFECTBEREKENING

### 5.1 Algemeen

De effectberekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van de standaard gebeurtenissenbomen waarmee Safeti-NL [ref. 1] rekent (zie HRB [ref. 6] voor details). Bij de effectberekeningen zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Bij het vrijkomen van gevaarlijke stoffen zijn brand- toxische en eventueel explosie-effecten bepalend voor de risico's in de omgeving. Er worden alleen effecten berekend die bij personen in de omgeving onmiddellijk (bij een blootstelling van maximaal 30 minuten) tot letale gezondheidsschade kunnen leiden.

### 5.2 Ontstekingskansen

#### 5.2.1 Directe ontsteking

Waterstof is een hoog reactieve stof. Dit betekent dat waterstof vrijwel direct ontsteekt zodra dit vrijkomt bij een eventueel falen van een installatieonderdeel welke waterstof bevat. In de QRA berekeningen wordt daarom uitgegaan van directe ontsteking zoals voorgeschreven in een door RIVM uitgebracht document over risicoberekeningen voor waterstof ref. 8].

#### 5.2.2 Vertraagde ontsteking

Voor de ontsteking van afdrijvende brandbare gaswolken wordt rekening gehouden met aanwezige ontstekingsbronnen op de locatie en in de omgeving. Potentiële ontstekingsbronnen zijn het verkeer en de aanwezige personen in de omgeving.

Verder is voor de plaatsgebonden risico berekening aangenomen dat vertraagde ontsteking alleen plaatsvindt wanneer de LFL contour buiten het terreingrens komen.

Ontstekingsbronnen buiten de inrichting voor dit project betreft de snelweg, A-28, in zuidelijke richting.

Volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI wordt aangenomen dat de ontstekingskans van omliggende lokale wegen opgenomen is in de ontstekingskans van de bevolking.

## 6 BLOOTSTELLING EN SCHADE

### 6.1 Populatie & Risk Ranking Points (RRP)

Er is geen populatie in de effectszone.

Om verder inzicht te verkrijgen in de risico's zijn er op een aantal locaties RRP's geplaatst. Deze punten zijn aangegeven in Figuur 6.1.



Figuur 6.1: Risk Ranking Points (blauwe stippen), MPP Kaartgegevens: Google, DigitalGlobe.

### 6.2 Modelering van de schade

In een QRA wordt alleen naar dodelijke slachtoffers gekeken. Effecten met mogelijk dodelijke gevolgen zijn overdruk (ten gevolge van explosie), warmtestraling, wolkbrand en blootstelling aan toxische stoffen. Bij de scenario's van dit project spelen de gevaren van hitte en overdruk centraal in het risico.

#### 6.2.1 Blootstelling van personen aan warmtestraling

De warmtestraling van een brand (BLEVE, toorts- en plasbrand) kan leiden tot dodelijke effecten.

Voor toorts- en plasbranden berekent Safeti-NL de letaliteit met een probitfunctie, die een relatie legt tussen blootstelling (intensiteit warmtestraling) en blootstellingsduur en de kans om te overlijden. Zo resulteert een maximale blootstellingsduur van 20 seconden aan een warmtestraling van 35 kW/m<sup>2</sup> en 9,8 kW/m<sup>2</sup> in respectievelijk 100% letaliteit en 1% letaliteit.

Voor het plaatsgebonden risico wordt ervan uitgegaan dat een persoon zich buiten bevindt, onbeschermd door kleding of op een andere wijze. Het groepsrisico houdt rekening met de beschermende werking van gebouwen en kleding.

#### 6.2.2 Blootstelling van personen aan een wolkbrand

Bij een wolkbrand wordt het effect bepaald door de omvang van de brandbare wolk. Voor de schademodelering worden twee situaties onderscheiden: in de ontvlambare wolk en buiten de wolk.

## 6.3 Effectafstanden dominante scenario's

### 6.3.1 Effectafstanden weerklasse F1,5 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse F1,5 m/s zijn hieronder weergegeven.

Scenario	Effect	1% letaliteit [m]
Tubetrailer lekkage grootste aansluiting	Flash Fire	116
Tubetrailer instantaan falen	Fireball	60
Tubetrailer (verlading) Fireball	Fireball	60
Tubetrailer (omgeving brand) Fireball 100%	Fireball	60
Tubetrailer (externe beschadiging) Fireball 100%	Fireball	60

Tabel 6.1: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse F1,5

De grootste effectafstand voor deze weerklasse wordt veroorzaakt door een lekkage en ontsteking van het waterstof van de grootste aansluiting van de tubetrailer (45,2mm).

### 6.3.2 Effectafstanden weerklasse D5,0 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse D5 m/s zijn hieronder weergegeven.

Scenario	Effect	1% letaliteit [m]
Tubetrailer lekkage grootste aansluiting	Flash Fire	142
Tubetrailer instantaan falen	Fireball	60
Tubetrailer (verlading) Fireball	Fireball	60
Tubetrailer (omgeving brand) Fireball	Fireball	60
Tubetrailer (externe beschadiging) Fireball	Fireball	60

Tabel 6.2: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse D5.

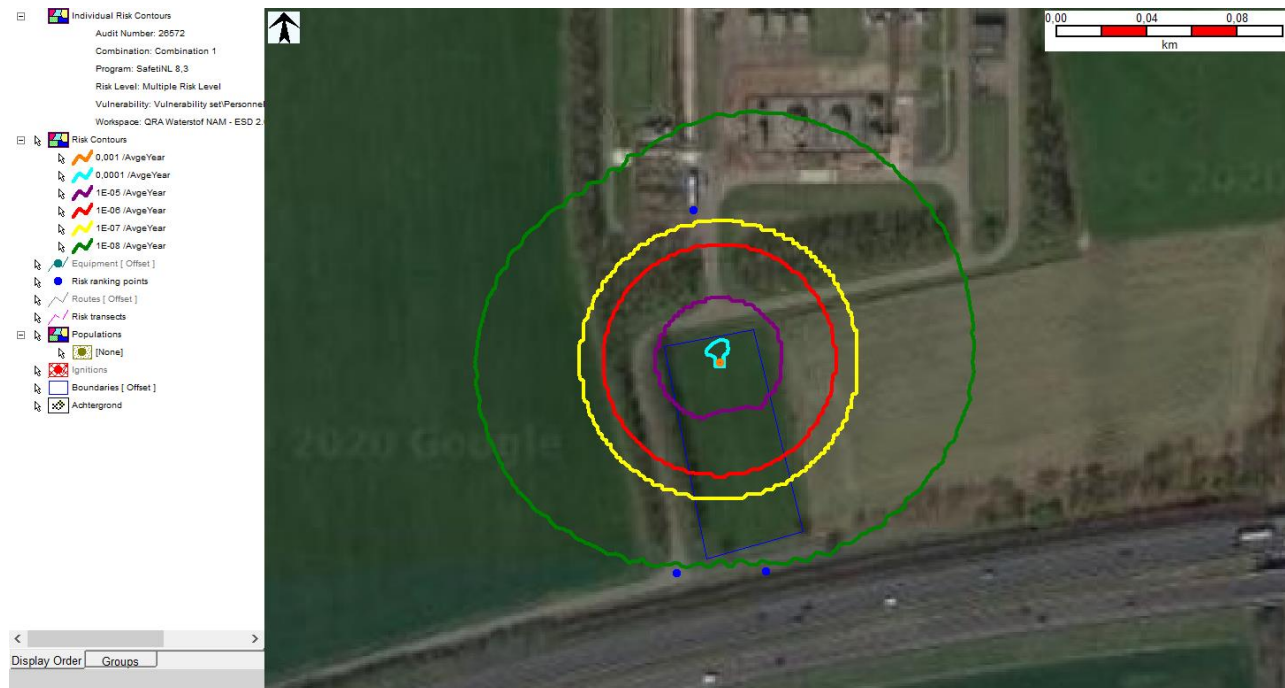
De grootste effectafstand voor deze weerklasse wordt veroorzaakt door een lekkage en ontsteking van het waterstof van de grootste aansluiting van de tubetrailer (45,2mm).



## 7 QRA RESULTATEN

### 7.1 Plaatsgebonden risico

De Plaatsgebonden Risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 7.1: Project Hoogeveen waterstof distributie Kaartgegevens: Google, DigitalGlobe.

De PR-6 valt niet volledig binnen de inrichting, echter valt deze niet over een (beperkt) kwetsbaar object. De PR-6 valt een klein gedeelte over de NAM inrichting, echter is dit geen obstructie, aangezien de NAM een BEVI-inrichting betreft.

Het plaatsgebonden risico is geanalyseerd voor een één Risk Ranking Points, namelijk de gevel van de bebouwing in het noorden ten opzichte van het project. In onderstaande tabellen zijn de resultaten weergegeven van dit risk ranking point.

Scenario - Noordelijke RRP	Risico	%
Tubetrailer lekkage grootste aansluiting	$3,84 \cdot 10^{-8}$	100%
<b>Totaal</b>	<b><math>3,84 \cdot 10^{-8}</math></b>	<b>100%</b>

Tabel 7.1: RRP Noord

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat het risico op het risk ranking point  $3,84 \cdot 10^{-8}$  betreft.

### 7.2 Groepsrisico

Er is geen groepsrisico omdat er geen populatie aanwezig is binnen de letaliteitafstand. Uit de berekeningen volgt dan ook dat er geen groepsrisico is. Er is dus in het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (conform de definitie gegeven in artikel 1 van het Bevi [ref. 1]) geen sprake van een groepsrisico.



## 8 CONCLUSIES

In deze QRA zijn de externe risico's van de bepaald. Deze risico's zijn uitgedrukt in plaatsgebonden risico en groepsrisico per jaar.

De  $10^{-6}$  per jaar PR contour raakt geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten.

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door lekkage van de grootste aansluiting van de tubetrailer tijdens de verlading, deze heeft een effectafstand van 142 m (D5, tot 1%-letaliteitswaarde).

### 8.1 Toetsing plaatsgebonden risico aan acceptatiecriteria

Binnen de berekende  $10^{-6}$  PR contour bevindt zich geen (beperkt) kwetsbare objecten.

Het berekende Plaatsgebonden Risico voldoet aan de richt- en grenswaarde gedefinieerd in het BEVI [ref. 2].

### 8.2 Toetsing groepsrisico aan acceptatiecriteria

Het Groepsrisico van het project ligt onder de oriëntatiewaarde.

## 9 REFERENTIES

[ref. 1]

Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen), Staatsblad 2004 nr. 521, <http://wetten.overheid.nl/BWBR0016767>

[ref. 2]

Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4,1, RIVM, 1 oktober 2019, [http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:281744&type=org&disposition=inline&ns\\_nc=1](http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:281744&type=org&disposition=inline&ns_nc=1)

[ref. 3]

Ondertekening van 27-02-2020, Regeling externe veiligheid inrichtingen, Staatscourant 2020, 9262, <https://wetten.overheid.nl/BWBR0017168/2020-04-01>

## 10 DEFINITIES

### **Kwetsbaar object:**

- a. Woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in onderdeel a, onder beperkt kwetsbaar object
- b. Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
  1. Ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
  2. Scholen, of
  3. Gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen.
- c. Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
  1. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m<sup>2</sup> per object, of
  2. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m<sup>2</sup> bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m<sup>2</sup> per winkel, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

Kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI-inrichting worden niet beschouwd als kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

### **Beperkt kwetsbaar object:**

- a. Woningen:
  1. verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare, en
  2. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- c. hotels en restaurants, mits geen kwetsbaar object;
- d. winkels, mits geen kwetsbaar object;
- e. sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f. sport- en kampeertreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, mits geen kwetsbaar object;
- g. bedrijfsgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale, of een gebouw met vluchtleiding apparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.

Beperkt kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI-inrichting worden niet beschouwd als beperkt kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

***Geprojecteerd object:***

Een nog niet aanwezig object dat op grond van het voor het desbetreffende gebied geldende bestemmingsplan toelaatbaar is.

***Plaatsgebonden risico:***

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, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.

Het plaatsgevonden risico wordt weergegeven als iso-risicocontouren (plaatsen met een gelijke PR) op een plattegrond.

Opgemerkt dient te worden dat het plaatsgebonden risico een genormaliseerde risicomaat is en geen maat is voor het daadwerkelijke risico voor personen in de omgeving.

***Groepsrisico:***

Cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1,000 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 betrokken is.

Het groepsrisico wordt uitgedrukt in een grafiek, zogenaamde FN-curve, waarin de groepsgrootte van aantallen slachtoffers (x-as) uitgezet wordt tegen de cumulatieve kans dat een dergelijke groep slachtoffer wordt van een ongeval (y-as).

***Grenswaarde:***

Een grenswaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip ten minste moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, ten minste moet worden in stand gehouden.

Dit betekent dat er altijd moet worden voldaan aan de grenswaarde.

***Richtwaarde:***

Een richtwaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip zoveel mogelijk moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, zoveel mogelijk moet worden in stand gehouden.

Dit betekent dat erom gewichtige redenen mag worden afgeweken van de richtwaarde.

***Oriëntatiewaarde:***

De oriëntatiewaarde is de toetsingswaarde. Dit betekent dat er bij een overschrijding een politieke afweging moet worden gemaakt van de risico's tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteiten.

## COLOFON

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA) HOOGVEEEN - WATERSTOF WIJK

### AUTEUR

Robbin van Gent en Nico van Roden

### ONZE REFERENTIE

D10020833:28

### DATUM

24 februari 2021

### STATUS

Definitief

### GECONTROLEERD DOOR

Nico van Roden  
Senior adviseur Risk en Opportunity management

### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland  
+31 (0)88 4261261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)