



**Milieuverkenning
waterstofketen in het
NOVEX-gebied
Rotterdamse Haven**
Bijlagen

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0494971.100
definitief revisie 3.0
11 maart 2025

Milieuverkenning waterstofketen in het NOVEX-gebied Rotterdamse Haven

Bijlagen

projectnummer 0494971.100
definitief revisie 3.0
11 maart 2025

Auteur(s)

Adviesgroep SAVE

Opdrachtgever

Provincie Zuid-Holland
Postbus 90602
2509 LP DEN HAAG

Gecontroleerd

MB

datum	beschrijving	vrijgave
11 maart 2025	Definitief	MB

Inhoudsopgave

Bijlage 1 Resultaten risicoberekeningen (PR)	4
Bijlage 2 Milieuruimtebeslag: zonekaarten PR	8
Bijlage 3 Uitgangspunten akoestisch onderzoek	12
Bijlage 4 Milieuaspect ZZS in LOHC	15
Bijlage 5 Uitgangspunten risicoberekeningen	16

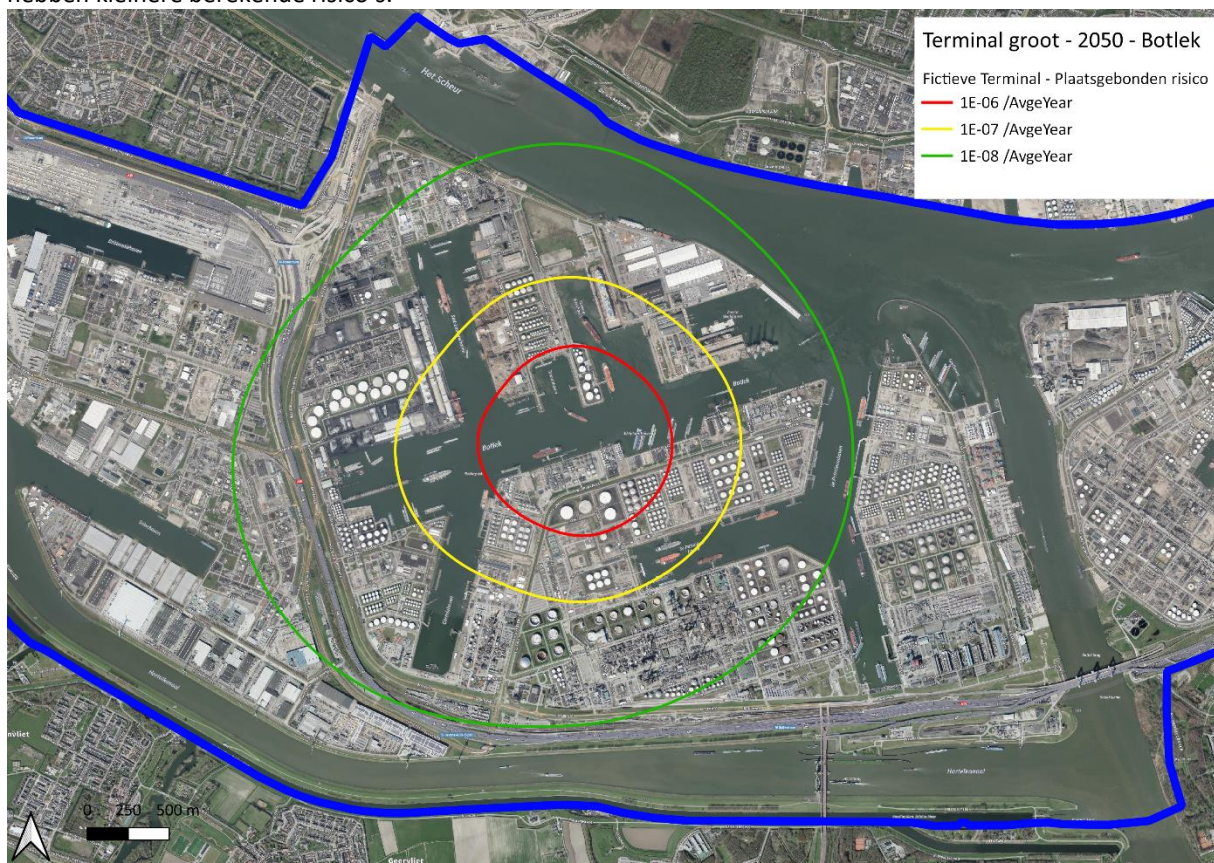
Bijlage 1 Resultaten risicoberekeningen (PR)

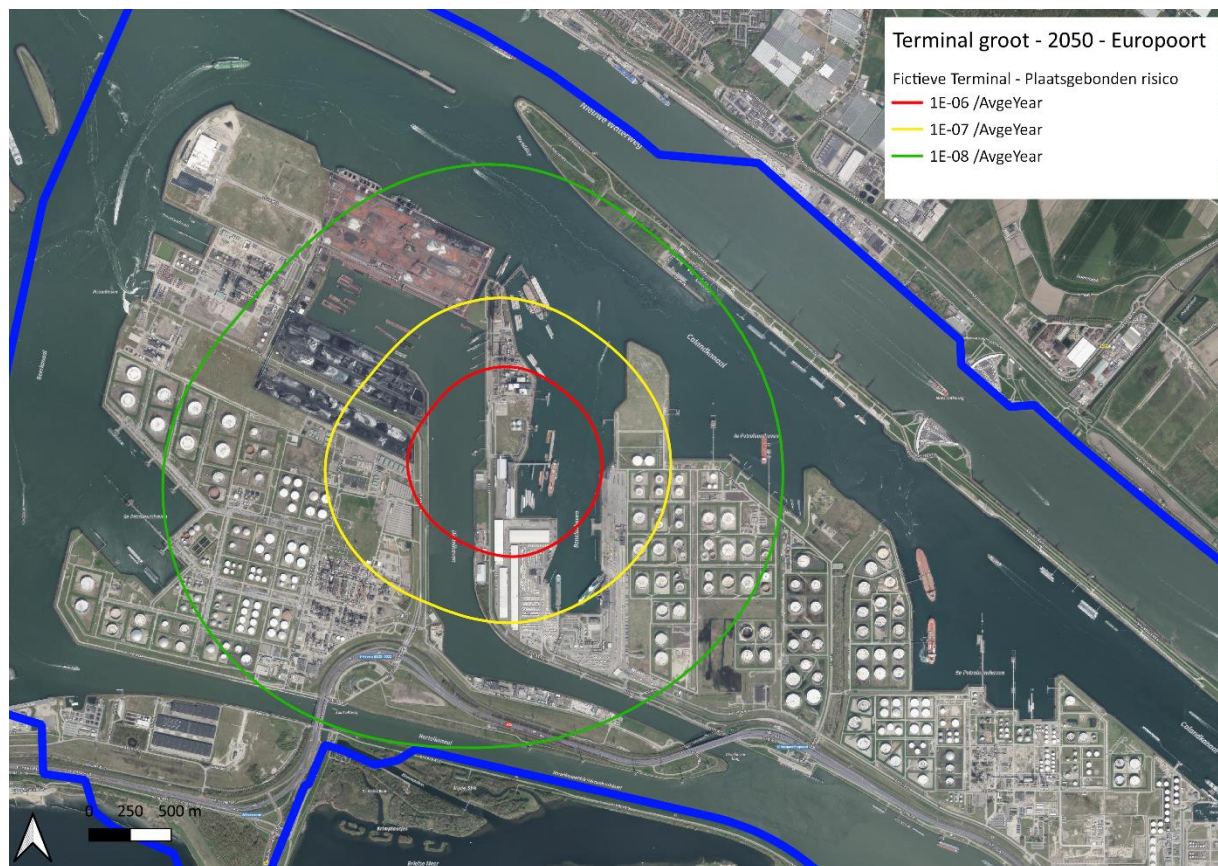
Uitgangspunten risicoberekeningen

Om een beeld te schetsen van de bijdragen van de risico's per scenario aan het totale risico van de terminal worden in deze bijlage de berekende PR-contouren gevisualiseerd. In bijlage 5 zijn de uitgangspunten opgenomen voor de risicoberekeningen.

Resultaten PR-contouren per locatie voor terminal met 5Mton doorzet in 2050

Als voorbeeld is de Terminal met 5 Mton doorzet ammoniak gekozen, de terminals met lagere doorzetten hebben kleinere berekende risico's.





Resultaten PR-contouren afzonderlijke scenario's voor terminal met 5Mton doorzet

In de volgende figuren zijn de PR-contouren voor de afzonderlijke scenario's weergegeven. Verhoudingsgewijs zijn de resultaten gelijk voor de kleine (0,5 Mton doorzet) en de middelgrote (2 Mton doorzet) terminals.

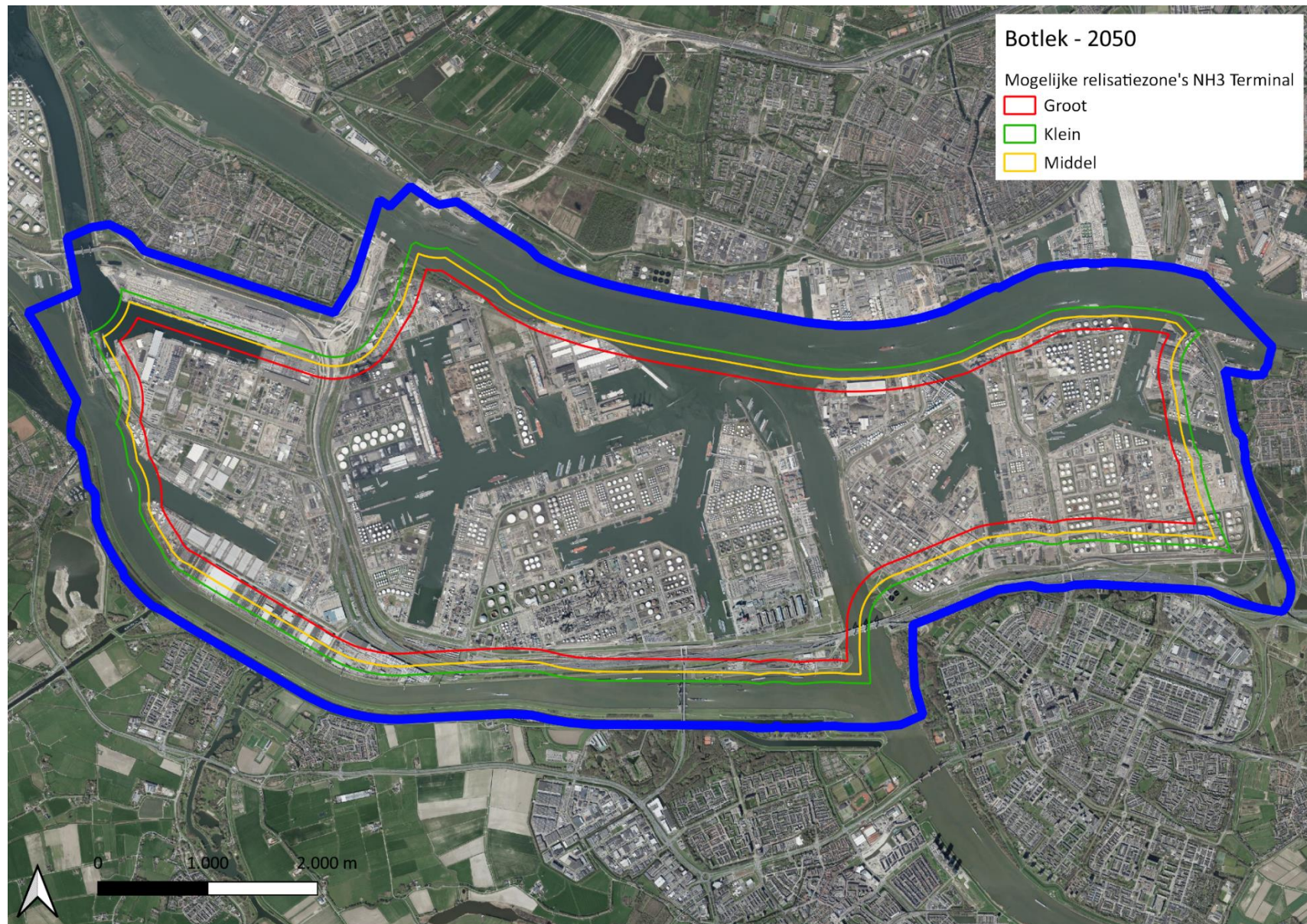


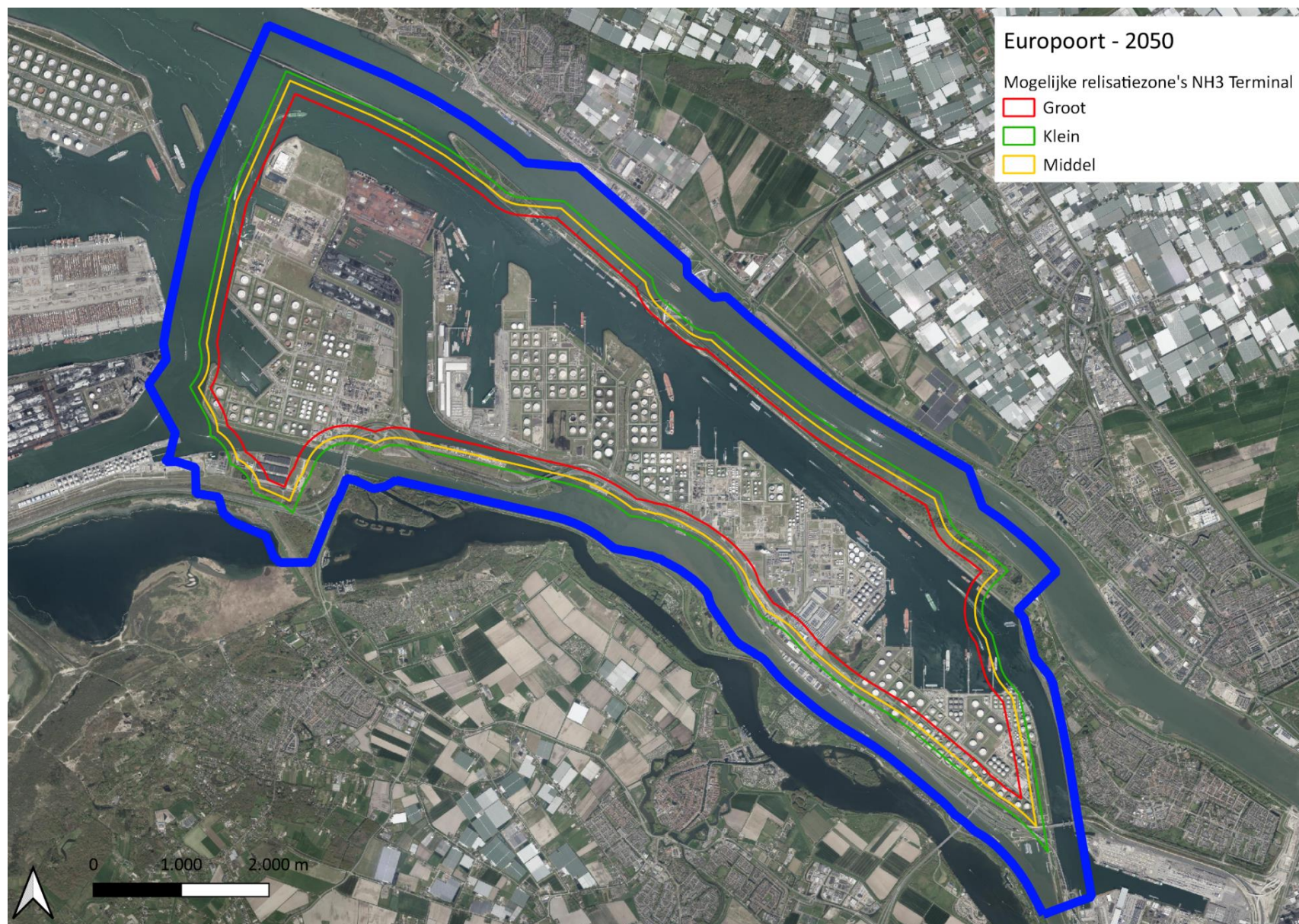


Bijlage 2 Milieuruimtebeslag: zonekaarten PR

Om inzage te krijgen in de ruimtelijke mogelijkheden voor de ontwikkeling van het Rotterdams havengebied voor de energietransitie is gekeken naar de mogelijkheden waar ammoniakterminals zich nog kunnen vestigen zonder dat hiermee (op basis van de nu gehanteerde fictieve terminals) de grens risicogebied van het Rotterdams havengebied wordt overschreden. We kijken hier dus naar het milieuruimtebeslag vanuit externe veiligheidsoptiek.

In de hierna volgende afbeeldingen is dit gevisualiseerd voor de 3 onderzochte locaties Botlek, Maasvlakte en Europoort. In de afbeeldingen wordt de grens risicogebied als dikke blauwe lijn weergegeven, is de rode contour de maximale vestigingsmogelijkheid voor de grote terminal met 5Mton doorzet, de gele contour de maximale vestigingsmogelijkheid voor de middelgrote terminal met 2 Mton doorzet en is de groene contour de maximale vestigingsmogelijkheid voor de kleine terminal met 0,5 Mton doorzet. Voor de figuren is uitgegaan van de situatie 2050. Voor de situatie 2030 geldt dat deze iets ruimere vestigingsmogelijkheden biedt.







Bijlage 3 Uitgangspunten akoestisch onderzoek

Basisgegevens

Voor het onderzoek is uitgegaan van de volgende basisgegevens:

- ‘NOVEX - verlaadtijden en verdeling modaliteiten - Basisscenario's’ aangeleverd door HbR (Systeembeschrijving en Deep Green)

Representatieve bedrijfssituatie

De representatieve bedrijfssituatie is, volgens de ‘Handreiking industrielawaai en vergunningverlening’ (Ministerie van VROM van oktober 1998), de situatie waarbij de geluiduitstraling kenmerkend is voor bedrijfsvoering bij volledige capaciteit van de inrichting. In de regel wordt dit voor het akoestisch onderzoek vertaald als de meest geluidbelastende bedrijfssituatie, voor zover deze situatie zich meer dan 12 maal per jaar kan voordoen. De situatie die zich 12 maal per jaar, of minder, voordoet noemt men de ‘incidentele bedrijfssituatie’.

In overleg met de Systeembeschrijving zijn de onderstaande uitgangspunten met betrekking tot de bedrijfsvoering tot stand gekomen voor de representatieve bedrijfssituatie. De inrichting is volcontinu in bedrijf. Tijdens de representatieve bedrijfsomstandigheden zijn de volgende geluidbronnen te onderscheiden:

Logistiek

- Aankomende en vertrekkende personenwagens
- Aankomende en vertrekkende vrachtwagens
- Aankomende en vertrekkende spoorketelwagens

Installaties

- Pompen op wal
- Ammoniak kraker
- Ammoniak buffertank

Nestgeluid schepen

- Generator Large Gas Carrier (LGC)
- Generator Medium Gas Carrier (MGC)
- Generator barges

Logistiek

Spoorketelwagens

In totaal zullen voor alle uitvoeringsvarianten van de terminal per etmaal ten hoogstens 1 spoorketelwagen de inrichting aandoen. Dit vindt plaats in de dag-, avond- en nachtperiode. Aangenomen wordt dat de gemiddelde rijsnelheid van de spoorketelwagen 10 km/u bedraagt binnen de inrichtingsgrenzen. Het laden van de spoorketelwagen vindt zowel in de dag- als avondperiode plaats. Aangenomen wordt dat het rangeren van de spoorketelwagen 10 minuten in beslag neemt.

Vrachtwagens

In totaal zullen voor de verschillende uitvoeringsvarianten van de terminal (klein, middel en groot) ten hoogstens respectievelijk 1, 2 en 4 vrachtwagens de inrichting aandoen in de dagperiode. Aangenomen wordt dat de gemiddelde rijsnelheid van de vrachtwagens 10 km/u bedraagt binnen de inrichtingsgrenzen. Voor het manoeuvreren ten behoeve van het inparkeren c.q. uitrijden wordt uitgegaan van een totale manoeuvreertijd van 1 minuut per vrachtwagen. Aangenomen wordt dat het laden en lossen 30 minuten per vrachtwagen in beslag neemt.

Personenwagens

In alle beoogde uitvoeringsvarianten zullen personenwagens van werknemers de terminal aandoen. Het is aannemelijk dat het geluid ten gevolge van personenwagens onderschikt is aan de overige hier genoemde geluidbronnen. Deze worden daarmee niet verder beschouwd.

Installaties

Installaties op wal

Ammoniak wordt aangevoerd, gekraakt tot waterstof en doorgevoerd naar eindgebruikers. Daarnaast bestaat er op het terrein ook opslag voor beide grondstoffen. Daar de locatie en specificaties van de installaties verschillen per modaliteit zijn voor een indicatief beeld de maatgevende installaties in kaart gebracht. Compressoren behorende bij het kraakproces zijn daarbij als maatgevend bevonden. Deze compressoren bevinden zich bij zowel bij de kraker, als bij de buffertank. Aangenomen wordt dat het kraken en de opslag van ammoniak volcontinu in bedrijf is.¹

Nestgeluid² schepen

Generator LGC, MGC en barges

Gedurende het verblijf aan de steigers zijn de scheepsgeneratoren ingeschakeld voor de stroomvoorziening. Voor de verschillende uitvoeringsvarianten van de terminal (klein, middel en groot) wordt uitgegaan van verschillende combinaties van schepen als de maatgevende situatie. Aangenomen wordt dat in alle uitvoeringsvarianten een LGC volcontinue in bedrijf is. Ook wordt aangenomen dat in alle uitvoeringsvarianten een MGC 4 uur in bedrijf is in de dagperiode en de gehele avond- en nachtperiode.

Uitgangspunt is dat de scheepsgeneratoren volcontinu in bedrijf zijn.

Een overzicht van de gehanteerde bronnen is weergegeven in onderstaande tabel.

Representatieve bedrijfssituatie (m = mobiele bron)

Geluidbron	Bron nummer	Klein dag/avond/nacht	Middel dag/avond/nacht	Groot dag/avond/nacht
Mobiele bronnen				
Spoorketelwagens komen en gaan	001 (m)	1 / 1 / 1 stuks	1 / 1 / 1 stuks	1 / 1 / 1 stuks
Vrachtwagens komen en gaan	002 (m)	1 / -- / -- stuks	2 / -- / -- stuks	4 / -- / -- stuks
Puntbronnen				
Generator barges	001a-b	4 / -- / -- uur	8 / 2 / 2 uur	12 / 8 / 9 uur ³
NH ₃ kraker	002	12 / 4 / 8 uur	12 / 4 / 8 uur	12 / 4 / 8 uur
NH ₃ buffertank	003	12 / 4 / 8 uur	12 / 4 / 8 uur	12 / 4 / 8 uur
Manoeuvreren vrachtwagens	004	0.017 / -- / -- uur	0.033 / -- / -- uur	0.067 / -- / -- uur
Vrachtwagens lossen	005	0.5 / -- / -- uur	1 / -- / -- uur	2 / -- / -- uur
Rangeren spoorketelwagens	006	0.167 / 0.167 / 0.167 uur	0.167 / 0.167 / 0.167 uur	0.167 / 0.167 / 0.167 uur
Generator zeeschip LGC	007	12 / 4 / 8 uur	12 / 4 / 8 uur	12 / 4 / 8 uur
Generator zeeschip MGC	008	4 / 4 / 8 uur	4 / 4 / 8 uur	4 / 4 / 8 uur

De berekeningen zijn uitgevoerd volgens de 'Handleiding meten en rekenen industrielaawaai', Ministerie van VROM, 1999. Ter bepaling van de geluidbelasting van de omgeving vanwege de inrichting is de volgende onderzoeksopzet gehanteerd.

De geluidvermogen-niveaus van de bronnen zijn bepaald op basis van voorgaand onderzoek, kengetallen en/of

¹ In het voorliggende geluidsonderzoek is uitgegaan van een kraker met één compressor. In een nieuwe verbeelding wordt deze mogelijk met twee compressoren uitgevoerd. Hiervoor zou een hoger kengetal voor geluid ten gevolge van het kraken kunnen worden aangehouden (113 dB(A) in plaats van 110 dB(A)). Daar het geluidsonderzoek een indicatief karakter heeft, en deze aanpassing geen invloed heeft op het vergelijkend vermogen tussen de scenario's, wordt in dit onderzoek de variant met één compressor beschouwd.

² Nestgeluid is het geluid dat wordt veroorzaakt door het geluid van aggregaten (met veelal een dieselmotor) en/of hoofd- en/of hulpmotoren op schepen. Deze aggregaten worden gebruikt voor het produceren van de noodzakelijke elektriciteit aan boord van het schip (bron: Geluidverdeelplan Eemshaven – Nestgeluid schepen (openbare versie), Noordelijk Akoestisch Adviesburo BV, d.d. 1 mei 2022).

³ De waarden hoger dan de gebruikelijke 12/4/8 uur duiden de aanwezigheid van meerdere barges aan. In het rekenmodel zijn deze opgenomen als meerdere bronnen.

de meetervaring van Antea Group. Een overzicht van de gehanteerde geluidvermoggenniveaus staat in de hierna volgende tabel.

Geluidvermoggenniveaus (m=mobiele bron)

Geluidbron	Bron nummer	Bronhoogte	Immissierelevante bronsterkte L_{w_r} (dB(A))
Mobiele bronnen			
Spoorketelwagens komen en gaan	001 (m)	1,5 m	103 ¹
Vrachtwagens komen en gaan	002 (m)	1,5 m	107 ¹
Puntbronnen			
Generator barges	001a-b	4 m	103 ²
NH ₃ kraker	002	5 m	110 ^{1,3}
NH ₃ buffertank	003	5 m	112 ¹
Manoeuvreren vrachtwagens	004	1,5 m	101 ¹
Vrachtwagens lossen	005	1,5 m	95 ¹
Rangeren spoorketelwagens	006	1,5 m	111 ¹
Generator zeeschip LGC	007	10 m	110 ²
Generator zeeschip MGC	008	10 m	110 ²

¹) Op basis van kengetallen en/of de meetervaring van Antea Group

²) op basis van 'geluidsonderzoek uitbreiding mercuria locatie MTF3' door Arcadis, d.d. 6 maart 2009

De overdrachtsberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van een computerprogramma, Geomilieu V2024.1, dat gebaseerd is op het overdrachtsmodel methode II.8 van de genoemde handleiding.

Voor de berekeningen zijn op basis van de vastgestelde bedrijfssituatie de brongegevens per afzonderlijke bron (de bedrijfsduur, de immissierelevante bronsterkte, de locatie, de hoogte en eventuele richtingsafhankelijkheid) ingevoerd. Er is rekening gehouden met een bodemgesteldheid die aangenomen wordt als hard (bodemfactor van 1,0). Voor een indicatief beeld van de geluidbelasting zijn voor de omgeving geen hoogtekenmerken opgenomen, een zogenoemde vlakkeveldberekening.

Een overzicht van het rekenmodel is weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**



Figuur B4. 1: Overzicht rekenmodel

Bijlage 4 Milieuaspect ZZS in LOHC

Door het RIVM is nader onderzoek gedaan naar het ZZS-aspect van een aantal waterstofdragers. De bevindingen zijn opgenomen in het document:
<https://www.rivm.nl/documenten/vermijd-zeer-zorgwekkende-stoffen-zoveel-mogelijk-in-vloeibare-waterstofdragers-naar>

Onderdeel van dit document is een factsheet met de titel **Naar een veilige en duurzame energietransitie Vermijd Zeer Zorgwekkende Stoffen zoveel mogelijk in vloeibare waterstofdragers**
 (<https://doi.org/10.21945/RIVM-2023-0369>)

De volgende tabel is onderdeel van deze factsheet

Type		ZZS-status					
		ZZS	Beschouwen als ZZS	Potentiële ZZS	Gelijkwaardig aan potentiële ZZS	Waarschijnlijk geen ZZS	Geen conclusie mogelijk
MCH/TOL	reversibele LOHC (aromatisch)	3 bijproducten	-	-	-	MCH TOL	bijproduct
H18-/H0-DBT	reversibele LOHC (aromatisch)	bijproduct	H0-DBT	-	H18-DBT	3 bijproducten	bijproduct
H12-/H0-BT	reversibele LOHC (aromatisch)	bijproduct	H0-DBT	-	-	-	H12-BT
DHN/NAP*	reversibele LOHC (aromatisch)	NAP	-	DHN	-	-	oplosmiddel
H12-/H0-NEC	reversibele LOHC (heteroaromatisch)	H0-NEC bijproduct	-	-	-	H12-NEC	-
EG/EEG	reversibele LOHC (gekoppelde)	bijproduct	-	-	bijproduct	EG; EEG bijproduct 2 oplosmiddelen	-
FA/CO ₂	circulaire LOHC	bijproduct	-	-	-	FA; CO ₂ oplosmiddel	-
MET/CO ₂	circulaire LOHC	bijproduct	-	-	-	MET; CO ₂ oplosmiddel	-
NH ₃ /N ₂	circulaire LIHC	-	-	-	-	-	-
SHD/SS	reversibele LIHC	-	-	-	-	-	SHD; SS bijproducten oplosmiddelen

MCH: methylcyclohexaan; TOL: toluen; CHE: cyclohexaan; BEN: benzeen; H18-DBT: perhydrodibenzyltolueen; H0-DBT: dibenzyltolueen; H12-BT: perhydrobenzyltolueen; H0-BT: benzyltolueen; DHN: decahydronaftaleen; NAP: naftaleen; H12-NEC: dodecahydro-n-ethylcarbazon; H0-NEC: n-ethylcarbazon; EG: ethyleenglycol; EEG: esters van ethyleenglycol; FA: mierenzuur; MET: methanol; CO₂: koolstofdioxide; NH₃: ammoniak; N₂: stikstof; SHD: siliciumhydridederivaten; SS: silica en/of silicaatverbindingen.

* Onlangs zijn LOHC's op basis van gesubstitueerd naftaleen voorgesteld, b.v. methylbenzyl-naftaleen en cis-perhydro-1-(n-fenylethyl)naftaleen. Deze LOHC's zijn niet uitgebreid beoordeeld.
 We merken echter op dat de waterstofarme dragers gesubstitueerde PAK's zijn die tot de ZZS-groep van PAK's behoren.

Bijlage 5 Uitgangspunten risicoberekeningen

datum 16 januari 2025
van Antea Group Adviesgroep SAVE
projectnummer 0494971.100
project PZH Milieuverkenning NOVEX
betreft Uitgangspunten QRA Fictieve terminal

1. Uitgangspunten QRA

Ten behoeve van het uitvoeren van een kwantitatieve risico analyse (QRA) zijn bepaalde gegevens over de gebruikte systemen en activiteiten benodigd. Hierbij is het tevens van belang om bij elke activiteit of systeem duidelijk aan te geven waar deze zich bevindt in fysiek aspect en in de procesketen.

Inbloksystemen / veiligheidssystemen

Aanvullend aan de gegevens genoemd in de tabellen in dit document is het ook van belang om te weten welke inbloksystemen / veiligheidssystemen per onderdeel aanwezig zijn. Welke inbloksystemen / veiligheidssystemen zijn gebruikt, waar zijn deze gesitueerd, wat zijn de specificaties en aan welke eisen/normen voldoen deze systemen? Bijvoorbeeld: De maximale lengte van een segment van een buisleiding en op welke manier de segmentatie plaats mag vinden, welke is gespecificeerd in PGS 12¹ onder paragraaf 7.6.3.3. "Constructie van productleidingen".

De eisen waaraan installaties ten behoeve van ammoniak opslag en verlading aan moeten voldoen, staan vermeld in de PGS 12¹ richtlijn.

1.1 Verlading

Om de risico's in te schatten voor de verlading zijn de gegevens benodigd welke staan in Tabel 1. De verlading kan betreffen:

- Verlading van zeeschip naar zeeschip;
- Verlading van zeeschip naar binnenvaartschip (barge);
- Verlading van zeeschip naar opslagtank;
- Verlading van binnenvaartschip (barge) naar binnenvaartschip (barge);
- Verlading van binnenvaartschip (barge) naar opslagtank;

De verlading van schip naar schip wordt doorgaans boord-boord verlading genoemd.

De verlading vanaf een schip gebeurt altijd via een losslang of losarm door een buisleiding naar de uiteindelijke eindbestemming, wat een ander schip kan zijn of een opslagtank.

Tabel 1: Parameters ten behoeve van de opstelling voor een QRA bij een verladersactiviteit.

	Eenheid	Voorbeeld
Inhoud zeeschip / binnenvaartschip (barge)	ton	1430 – 2000 ton
Temperatuur NH ₃ in schip	°C	-33 °C
Temperatuur NH ₃ tijdens verlading	°C	5-7 °C

¹ Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen. (juli 2024). PGS 12: Veilig opslaan en verladen van ammoniak.
<https://publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/publicaties/online/pgs-12/2024/0-3-juli-2024>

Druk van NH ₃ tijdens verlading	barg	12 barg
Boord-boord verlading zeeschip - zeeschip	-	Nee
Boord-boord verlading zeeschip – binnenvaartschip (barge)	-	Ja
Boord-boord verlading binnenvaartschip (barge) – binnenvaartschip (barge)	-	Ja
Aantal zeeschepen per jaar	-	100
Aantal binnenvaartschepen (barges) per jaar	-	300
Gemiddelde laadtijd per zeeschip	Uren	4
Gemiddelde lostijd per zeeschip	Uren	4
Gemiddelde laadtijd per binnenvaartschip (barge)	Uren	2
Gemiddelde lostijd per binnenvaartschip (barge)	Uren	2
Maximaal pompdebiet jetty	kg/s of ton/uur	111 kg/s of 400 ton/uur
Losarm of losslang	-	Losarm
Diameter losarm / losslang	mm	254 mm
Totale doorzet	[ton / jaar]	400.000 ton/jaar

1.2 Buisleidingen

Om de risico's in te schatten voor het transporteren van de ammoniak (NH₃) en waterstof (H₂) via buisleidingen zijn de gegevens benodigd welke staan in Tabel 2. Tabel 2 bevat alleen een inschattingen van de delen buisleidingen die aanwezig kunnen zijn. Mochten nog meer componenten tussen de buisleidingen liggen, bijvoorbeeld een additionele warmtewisselaar tussen de jetty en de opslagtank, resulteert dit in additionele buisleidingdelen.

Buisleidingen kunnen zowel bovengronds als ondergronds (ingegraven) voorkomen. Tevens kan een buisleiding bijvoorbeeld in een goot liggen, welke bij een lek in de leiding als vloeistofopvang kan fungeren. Het is belangrijk deze aspecten te vermelden voor een correcte inschatting van de risico's.

Daarnaast zijn de volgende zaken van belang:

- Is plasbeperking aanwezig?
- Zijn de buisleidingen gesitueerd in een goot?
- Zijn de buisleidingen ingegraven of liggen deze bovengronds?

Tabel 2: Parameters ten behoeve van de opstelling voor een QRA bij buisleidingen.

	Eenheid	Voorbeeld	Stof
Van jetty naar opslag	m	300 m	NH ₃
Van opslag naar kraker	m	300 m	NH ₃
Van kraker naar eindgebruiker	m	5000 m	H ₂
Hoeveelheid flenzen per leidingsegment	stuks	100	-
Interne diameter van de buisleiding	mm	254 mm	-
Druk in de buisleiding	barg	12 barg	-

Temperatuur in de buisleiding	°C	5 °C	-
-------------------------------	----	------	---

1.3 Opslagtanks

Om de risico's in te schatten voor de opslag van NH_3 zijn de gegevens benodigd welke staan in Tabel 3. Opslagtanks kunnen zijn gesitueerd in een tankput of omgeven zijn door een bund. Beide fungeren als opvangbak voor vrijkomende vloeistoffen bij het falen of lekken van de tankbotlek pag 2

Tabel 3: Parameters ten behoeve van de opstelling voor een QRA voor ammoniakopslagtanks.

	Eenheid	Voorbeeld
Inhoud per opslagtank	ton	30.000 ton
Druk in de tank	barg	12 barg
Temperatuur in de tank	°C	7 °C
Gemiddelde vloeistofhoogte	m	20 m
Soort bescherming	-	Full containment
Hoogte tank	m	24 m
Diameter van de tank	m	10 m
Tank gesitueerd in tankput, staat op een locatie met een bund eromheen of geen van beide	-	Tankput met inhoud 60.000 m ³

1.4 Ammoniakkraker

Een ammoniakkraker is een apparaat welke als functie heeft om ammoniak chemisch te ontleden, ook wel kraken genoemd. Het doel van het kraken van ammoniak NH_3 is om de N te scheiden van de H op een manier zodat zuivere waterstof H_2 overblijft.

Het kraken gebeurt doorgaans door de ammoniak sterk te verhitten, meestal tussen de 800-1200 °C, waarbij vaak ook de druk verhoogd wordt, denk aan drukken van boven de 30 barg.

De verhitte ammoniak kan vervolgens ontleden en binden aan de wanden van de kraker, welke zijn gemaakt van een katalytisch materiaal. Door de hitte en druk ontleeft de NH_3 verbinding en blijft doorgaans N_2 en H_2 over. Wanneer de kraking niet volledig plaatsvindt in een enkele stap, bevindt zich naast de N_2 en H_2 ook nog NH_3 in de restroom. De restroom moet daarom vaak nog gereinigd of gescheiden worden, zodat de uiteindelijke H_2 stroom zo puur mogelijk wordt.

Een kraker heeft dus een algemene energietoevoer nodig die zorgt dat de ammoniak wordt verhit. Dit kan bijvoorbeeld door het verbranden van aardgas, ammoniak, waterstof of andere stoffen. De warmteoverdracht kan direct plaatsvinden, of indirect door middel van de verhitting van een ander gas of vloeistof welke zijn warmte weer overbrengt aan de ammoniak.

De energietoevoer kan ook plaatsvinden in meerdere fasen. Hierbij wordt geduid op een opstartfase waarin een andere brandstof wordt gebruikt dan tijdens normale operatie van de kraker. Bijvoorbeeld, wanneer de initiële verwarming plaatsvindt met aardgas en daarna met de "afvalgassen" die de kraker produceert. In deze afvalgassen kunnen namelijk nog resten ammoniak en waterstof zitten, welke beide als brandstof kunnen fungeren.

De waterstof die wordt geproduceerd is meestal niet direct voldoende zuiver. Hierdoor is nagenoeg altijd een stap nodig welke de waterstof zuivert van andere stoffen. Dit kan op verschillende worden verwezenlijkt, bijvoorbeeld door scrubbers, membranen of een combinatie. Deze zuiveringsstappen kunnen ook gevaarlijke stoffen bevatten naast de NH_3 en H_2 . Tevens kan hier ook sprake zijn van verhoogde drukken of temperaturen.

Aan alle genoemde systemen, processen en aanvullende stoffen welke gebruikt kunnen worden voor desbetreffende processen zitten aspecten en parameters welke inzichtelijk moeten zijn om een juiste risico-inschatting te kunnen maken. Hierdoor zijn van alle individuele stappen en processen de ingang-, uitgang- en werkingparameters benodigd. Zo ook van de aanwezige pompen, compressoren, warmtewisselaars en condensoren.

Om de risico's in te schatten voor het kraken van NH_3 zijn onder andere de gegevens benodigd welke staan in Tabel 4. Tabel 4 is niet volledig en kan verschillen per type kraker. De uitgangssituatie blijft dat voor een juiste risico-inschatting van alle individuele stappen en processen de ingang-, uitgang- en werkingparameters benodigd zijn. Wanneer alle gegevens bekend zijn, wordt nader bekeken welke elementen worden meegenomen in de berekening voor de uiteindelijke risicoanalyse.

Aanvullend, mocht de kraker intern bestaan uit meerdere warmtewisselaars, dan per warmtewisselaarsegment de parameters specificeren. Dit is nodig omdat elke warmtewisselaar door zijn eigen specifieke procescondities een eigen faalkans heeft. De specifieke parameters benodigd voor een warmtewisselaar staan ook beschreven in paragraaf 1.5.

Tabel 4: Parameters ten behoeve van de opstelling van een QRA voor een ammoniakkraker.

Warmtewisselaar (aanvulling op tabel 5)	Eenheid	Voorbeeld	
Input verbranding / genereren hitte			
Stof	-	Aardgas	
Druk	barg	80 barg	
Debiet	kg / s of m^3 / s	10 m^3 / s	
Interne diameter buisleiding	mm	250 mm	
Warmteoverdragende stof, mits deze wordt gebruikt	-	Glycol	
Algemene parameters NH_3 kraker	Eenheid	Voorbeeld	Stof
Input debiet NH_3	kg/s of ton/uur	100 kg/s	NH_3
Input druk NH_3	barg	30 bar	NH_3
Input temperatuur NH_3	$^{\circ}\text{C}$	5 $^{\circ}\text{C}$	NH_3
Maximale interne systeemdruk	barg	30 barg	-
Maximale interne temperatuur	$^{\circ}\text{C}$	1.200 $^{\circ}\text{C}$	-
Output debiet H_2	m	17,7 kg/s	H_2
Output druk H_2	barg	60 barg	H_2
Output temperatuur H_2	$^{\circ}\text{C}$	100 $^{\circ}\text{C}$	H_2
Kraker capaciteit	kTa	200 kTa	-
Uitgaande krakingsstroom eigenschappen	Eenheid	Voorbeeld	Stof
Percentage NH_3	%	8	
Percentage H_2	%	9	
Percentage N_2	%	40	
Percentage H_2O	%	2	

Zuiveringsinstallatie	Eenheid	Voorbeeld	
Gevaarlijke stof, mits aanwezig	-	Waterstoffluoride	
Maximale druk	barg	50 barg	
Maximale temperatuur	°C	150 °C	
Uitgaande gezuiverde H ₂ eigenschappen	Eenheid	Voorbeeld	
Zuiverheid H ₂	%	99,99%	

1.5 Warmtewisselaars en condensors

Een warmtewisselaar is een apparaat welke als doel heeft om de ingaande stroom te verwarmen. Een condensor kan tevens op eenzelfde manier fungeren als een warmtewisselaar. Echter, het verschil is dat bij een condensor de ingaande stroom specifiek een gas is, welke condenseert in de condensor en als vloeistof de condensor verlaat. Om de risico's in te schatten voor warmtewisselaars en condensors zijn de gegevens benodigd welke staan in Tabel 5.

Tabel 5: Parameters ten behoeve van de opstelling van een QRA voor een warmtewisselaar of condensor.

	Eenheid	Voorbeeld
Ingaande stof	-	NH ₃ of H ₂
Ingaande stof fase	-	Vloeistof of gasvormig
Uitgaande stof fase	-	Gasvormig of vloeistof
Input debiet	kg/s of ton/uur	20 kg/s
Input druk	barg	30 barg
Input temperatuur	°C	5 °C
Output debiet	m	20 kg/s
Output druk	barg	60 barg
Output temperatuur	°C	100 °C

1.6 Pompen en compressoren

Een pomp is een apparaat welke vloeistoffen kan verplaatsen en/of de druk van vloeistoffen kan verhogen. Een compressor heeft dezelfde werking als een pomp, echter voor gassen in plaats van vloeistoffen. Beide pompen en compressoren kunnen verder worden onderverdeeld in zuigercompressoren/pompen of zuigercompressoren/pompen. Hiernaast kunnen centrifugaalpompen verder worden onderverdeeld in centrifugaalpompen met of zonder pakkingen. Om de risico's in te schatten voor pompen en compressoren zijn de gegevens benodigd welke staan in Tabel 6.

Tabel 6: Parameters ten behoeve van de opstelling van een QRA voor een pomp of compressor.

	Eenheid	Voorbeeld
Type apparaat	-	Pomp of compressor
Ingaande stof	-	NH ₃ of H ₂
Ingaande stof fase	-	Vloeistof of gasvormig
Type, centrifugaal of zuiger	-	Zuiger
Centrifugaalpomp wel of geen pakking	-	Geen pakking
Input debiet	kg/s of ton/uur	20 kg/s
Input druk	barg	30 barg
Input temperatuur	°C	50 °C
Output debiet	m	20 kg/s
Output druk	barg	60 barg
Output temperatuur	°C	50 °C

2. Uitgangspunten voorbeeldterminals QRA

Het beginpunt van de uitgangspunten ligt bij de verdeling van de modaliteiten per zichtjaar, 2030 en 2050. Deze verdeling geeft aan over welke modaliteiten de ammoniak wordt verdeeld binnen de terminal.

Deze verdeling per zichtjaar wordt gekoppeld aan de doorzet van de drie verschillende fictieve terminals. Deze drie verschillende fictieve terminals verschillen in grootte op het gebied van de doorzet in ammoniak per terminal:

- Klein Doorzet 0,5 Mton ammoniak per jaar
- Middel Doorzet 2,0 Mton ammoniak per jaar
- Groot Doorzet 5,0 Mton ammoniak per jaar

In tabel X1 is aangegeven welke terminals voor welke zichtjaren zijn gemodelleerd.

Tabel X1: Overzicht gemodelleerde fictieve terminals.

Zichtjaar	Terminal	Doorzet [Mton NH ₃ / j]
2030	Klein	0,5
	Middel	2,0
	Groot	5,0
2050	Klein	0,5
	Middel	2,0
	Groot	5,0

Bijbehorende de zichtjaren is een verdeling van modaliteiten aangenomen, per zichtjaar is deze verdeling verschillend. Tabel X2 geeft de verdeling van de modaliteiten per zichtjaar aan.

Tabel X2: Verdeling modaliteiten per zichtjaar in percentages.

Import/ export	Activiteit	2030 - Percentage [%]	2050 - Percentage [%]
Import	Zeeschepen (Large Gas Carrier)	50	50
Import	Zeeschepen (Medium Gas Carrier)	50	50

Export	Barge (Binnenvaart)	55,8	45
Export	Spoorketelwagenverlading	2,6	0,66
Export	Tankautoverlading	0,1	0,04
Export	Kraker	41,5	54,3

Behorende bij de modaliteiten zijn de algemene uitgangspunten, welke worden gebruikt voor de modellering voor de QRA. Zo is bij alle verladingsactiviteiten waar een laadarm is gebruikt, een lengte van de laadarm van 15 m aangehouden. Voor koude ammoniak is een temperatuur van -34 °C aangehouden en voor warme ammoniak 7 °C. De ammoniak wordt opgeslagen in full-containment tanks met een capaciteit van 60 kton, waar een vulgraad van 100 % is aangenomen als worst-case benadering.

Conform paragraaf 3.16.1.2 van de Rekenmethodiek Omgevingsveiligheid Module I kan een plas in werkelijkheid worden beperkt door hoogteverschillen in het terrein en aanwezige afvoerputten. Zo staat een terminal in het Rotterdamse havengebied altijd in de relatieve nabijheid van water en kent het terrein verschillen in hoogte in de vorm van tanks, tankputten en andere installatieonderdelen, afvoerputten daargelaten. Bij het falen van de tanks is daarom gerekend met een fictieve bund met een straal van 750 m.

In Tabel X3 zijn de verdere uitgangspunten van de modaliteiten weergegeven.

Tabel X3: Algemene uitgangspunten modaliteiten.

Import / export	Activiteit	Type	Capaciteit [ton]	Pompdebiet [ton/uur]	Individuele verlaadtijd [uur]	Diameter laadarm & aansluiting [inch]	Opmerkingen
Import	Import koude NH ₃ zeeschip	Large Gas Carrier (LGC)	40.000	2.000	20	16	Bij aanvaring rekening gehouden met 4 uren extra ligtijd.
Import	Import koude NH ₃ zeeschip	Medium Gas Carrier (MGC)	23.000	2.000	11,5	16	Bij aanvaring rekening gehouden met 4 uren extra ligtijd.
Export	Export warme NH ₃ barge	Barge (Binnenvaartschip)	1.430	500	2,9	12	Bij aanvaring rekening gehouden met 1 uur extra ligtijd.
Export	Export warme NH ₃ via spoor	Spoorketelwagen	1.100	67	16,4	3	1.100 ton per trein, 22 wagons per trein, 50 ton per wagon. Rekening gehouden met wachttijd van wagons tijdens verlading en een extra wachttijd van

							1 uur voor de gehele trein.
Export	Export warme NH ₃ via weg	Tankauto	18	50	0,4	2	
Export	Export H ₂ gas uit kraker naar H ₂ -backbone	Buisleiding	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	

Import zeeschepen

De import van ammoniak via zeeschepen geschiedt via Medium en Large Gas Carriers, zoals eerder weergegeven in Tabel X3. De uitgangspunten voor de import van ammoniak via zeeschepen is weergegeven in Tabel X4 en X5.

Tabel X4: Uitgangspunten modellering import ammoniak via zeeschepen.

Import zeeschepen	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Large Gas Carrier	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	125	3,71E-06
					Middel	500	1,49E-05
					Groot	1.250	3,71E-05
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	125	3,75E-08
					Middel	500	1,50E-07
					Groot	1.250	3,75E-07
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	125	3,71E-05
					Middel	500	1,49E-04
					Groot	1.250	3,71E-04
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	125	3,75E-07
					Middel	500	1,50E-06
					Groot	1.250	3,75E-06
Medium Gas Carrier	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	125	3,71E-06
					Middel	500	1,49E-05
					Groot	1.250	3,71E-05
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	125	3,75E-08
					Middel	500	1,50E-07
					Groot	1.250	3,75E-07
	Lek van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	125	3,71E-05
					Middel	500	1,49E-04

	met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm				Groot	1.250	3,71E-04
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	125	3,75E-07
					Middel	500	1,50E-06
					Groot	1.250	3,75E-06

Tabel X5: Uitgangspunten aanvaring modellering import ammoniak via zeeschepen.

Import zeeschepen	Scenario	Totaal aantal schepen per jaar op transportroute of in de haven [T]	Gemiddelde verladersduur per schip in uren [t]	Grootte	Aantal verladingen per jaar [N]	Faalfreq. per jaar
Aanvaring	Continu vrijkomen van 126 m ³ in 1.800 s	20.000	19,75	Klein	17,12	5,44E-08
				Middel	68,48	2,17E-07
				Groot	171,20	5,44E-07
	Continu vrijkomen van 32 m ³ in 1.800 s	20.000	19,75	Klein	17,12	1,13E-05
				Middel	68,48	4,53E-05
				Groot	171,20	1,13E-04

Export barges

Het exporteren van ammoniak gebeurt in de vorm van vloeibare warme ammoniak onder druk. Een van de gebruikte modaliteiten voor de export van deze warme ammoniak zijn barges. De uitgangspunten voor de export van ammoniak via barges is weergegeven in Tabel X6 en X7.

Tabel X6: Uitgangspunten modellering export ammoniak via barges.

Export barges	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
2030	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	1,66E-05
					Middel	2.232	6,63E-05
					Groot	5.580	1,66E-04
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	1,67E-07
					Middel	2.232	6,70E-07
					Groot	5.580	1,67E-06
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 %	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	1,66E-04
					Middel	2.232	6,63E-04
					Groot	5.580	1,66E-03

	leidingdiameter, max. 50 mm						
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	1,67E-06
					Middel	2.232	6,70E-06
					Groot	5.580	1,67E-05
2050	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	1,34E-05
					Middel	1.800	5,35E-05
					Groot	4.500	1,34E-04
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	1,35E-07
					Middel	1.800	5,40E-07
					Groot	4.500	1,35E-06
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	1,34E-04
					Middel	1.800	5,35E-04
					Groot	4.500	1,34E-03
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	1,35E-06
					Middel	1.800	5,40E-06
					Groot	4.500	1,35E-05

Tabel X7: Uitgangspunten aanvaring modellering export ammoniak via barges.

Export barges	Scenario	Totaal aantal schepen per jaar op transportroute of in de haven [T]	Gemiddelde verladdingsduur per schip in uren [t]	Grootte	Aantal verladingen per jaar [N]	Faalfreq. per jaar
2030 - Aanvaring	Continu vrijkomen van 180 m ³ in 1.800 s	20.000	3,86	Klein	195,10	1,21E-07
				Middel	780,42	4,84E-07
				Groot	1.951,05	1,21E-06
	Continu vrijkomen van 90 m ³ in 1.800 s	20.000	3,86	Klein	195,10	2,52E-05
				Middel	780,42	1,01E-04
				Groot	1.951,05	2,52E-04
2050 - Aanvaring	Continu vrijkomen	20.000	3,86	Klein	157,34	9,77E-08
				Middel	629,37	3,91E-07

	van 180 m ³ in 1.800 s			Groot	1573,43	9,77E-07
	Continu vrijkomen van 90 m ³ in 1.800 s	20.000	3,86	Klein	157,34	2,03E-05
				Middel	629,37	8,14E-05
				Groot	1573,43	2,03E-04

Export tankauto's

De uitgangspunten voor de export van ammoniak via tankauto's is weergegeven in Tabel X8.

Tabel X8: Uitgangspunten modellering export ammoniak via tankauto's.

Export verlading	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
2030 - Tankauto	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	10	2,97E-07
					Middel	40	1,19E-06
					Groot	100	2,97E-06
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	10	3,00E-09
					Middel	40	1,20E-08
					Groot	100	3,00E-08
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	10	2,97E-06
					Middel	40	1,19E-05
					Groot	100	2,97E-05
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	10	3,00E-08
					Middel	40	1,20E-07
					Groot	100	3,00E-07
2030 – Tankauto falen	Instantaan vrijkomen van gehele inhoud	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	10	5,71E-10
					Middel	40	2,28E-09
					Groot	100	5,71E-09
	Vrijkomen van gehele inhoud uit grootste aansluiting	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	10	5,71E-10
					Middel	40	2,28E-09
					Groot	100	5,71E-09
2050 - Tankauto	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	4	1,19E-07

					Middel	16	4,75E-07
					Groot	40	1,19E-06
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	4	1,20E-09
					Middel	16	4,80E-09
					Groot	40	1,20E-08
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	4	1,19E-06
					Middel	16	4,75E-06
					Groot	40	1,19E-05
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	4	1,20E-08
					Middel	16	4,80E-08
					Groot	40	1,20E-07
2050 – Tankauto falen	Instantaan vrijkomen van gehele inhoud	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	4	2,28E-10
					Middel	16	9,13E-10
					Groot	40	2,28E-09
	Vrijkomen van gehele inhoud uit grootste aansluiting	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	4	2,28E-10
					Middel	16	9,13E-10
					Groot	40	2,28E-09

Export spoorketelwagens

De uitgangspunten voor de export van ammoniak via spoorketelwagens is weergegeven in Tabel X9.

Tabel X9: Uitgangspunten modellering export ammoniak via tankauto's.

Export verlading	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
2030 - Spoorketelwagen	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	194	5,76E-06
					Middel	776	2,31E-05
					Groot	1.940	5,76E-05
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	194	5,82E-08
					Middel	776	2,33E-07
					Groot	1.940	5,82E-07
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	194	5,76E-05
					Middel	776	2,31E-04
					Groot	1.940	5,76E-04

	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	194	5,82E-07
					Middel	776	2,33E-06
					Groot	1.940	5,82E-06
2030 – Spoorketelwagen falen	Instantaan vrijkomen van gehele inhoud	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	194	1,11E-08
					Middel	776	4,43E-08
					Groot	1.940	1,11E-07
	Vrijkomen van gehele inhoud uit grootste aansluiting	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	194	1,11E-08
					Middel	776	4,43E-08
					Groot	1.940	1,11E-07
2030 – Spoorketelwagen wachttijd ná verlading	Instantaan vrijkomen van gehele inhoud	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	1.230	7,02E-08
					Middel	4.921	2,81E-07
					Groot	12.301	7,02E-07
	Vrijkomen van gehele inhoud uit grootste aansluiting	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	1.230	7,02E-08
					Middel	4.921	2,81E-07
					Groot	12.301	7,02E-07
2050 - Spoorketelwagen	Breuk van de laad/losarm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	49	1,46E-06
					Middel	197	5,85E-06
					Groot	493	1,46E-05
	Breuk van de laad/losarm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	49	1,48E-08
					Middel	197	5,91E-08
					Groot	493	1,48E-07
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	49	1,46E-05
					Middel	197	5,85E-05
					Groot	493	1,46E-04
	Lek van de laad/losarm met effectieve diameter van 10 % leidingdiameter, max. 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	49	1,48E-07
					Middel	197	5,91E-07
					Groot	493	1,48E-06
2050 – Spoorketelwagen falen	Instantaan vrijkomen van gehele inhoud	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	49	2,81E-09
					Middel	197	1,12E-08
					Groot	493	2,81E-08
	Vrijkomen van gehele inhoud uit grootste aansluiting	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	49	2,81E-09
					Middel	197	1,12E-08
					Groot	493	2,81E-08
		N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	312	1,78E-08

2050 – Spoorketelwag wachtijd ná verlading	Instantaan vrijkomen van gehele inhoud				Middel	1.249	7,13E-08
					Groot	3.123	1,78E-07
	Vrijkomen van gehele inhoud uit grootste aansluiting	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Klein	312	1,78E-08
					Middel	1.249	7,13E-08
					Groot	3.123	1,78E-07

Warmtewisselaars

Vanwege dat de ammoniak die geëxporteerd wordt warm is terwijl deze koud wordt geïmporteerd en opgeslagen, zal de ammoniak voor de export moeten worden verwarmd. Het verwarmen van deze ammoniak voor de export gebeurt via warmtewisselaars. Voor de barges wordt een individuele warmtewisselaar gebruikt. Voor de tankauto's en spoorketelwagens wordt één gezamenlijke warmtewisselaar gebruikt. De uitgangspunten voor deze warmtewisselaars zijn weergegeven in de Tabellen X10, X11, X12, X13, X14, X15 en X16.

Tabel X10: Uitgangspunten modellering warmtewisselaars.

Warmtewisselaar	Diameter enkele leiding [mm]	Inhoud [kg]
Barges	19,05	1.500
Tankauto & spoorketelwagens	19,05	1.000
Kraker NH ₃ – voorverwarmer	19,05	1.000
Kraker NH ₃ – Verdamper	19,05	1.000
Kraker H ₂ - Koeler	19,05	32,90

Tabel X11: Uitgangspunten modellering warmtewisselaar voor verlading via barges voor zichtjaar 2030.

2030 - Warmtewisselaar	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Verlading barges	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	6,31E-07
					Middel	2232	2,52E-06
					Groot	5580	6,31E-06
	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	6,37E-09
					Middel	2232	2,55E-08
					Groot	5580	6,37E-08
	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	6,31E-05
					Middel	2232	2,52E-04
					Groot	5580	6,31E-04
	Breuk van 1 pijp		1.800	0,01	Klein	558	6,37E-07

		Niet ingrijpen			Middel	2232	2,55E-06
					Groot	5580	6,37E-06
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	6,31E-04
					Middel	2232	2,52E-03
					Groot	5580	6,31E-03
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	6,37E-06
					Middel	2232	2,55E-05
					Groot	5580	6,37E-05

Tabel X12: Uitgangspunten modellering warmtewisselaar voor verlading via tankauto's voor zichtjaar 2030.

2030 - Warmtewisselaar	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Verlading tankauto's	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Ingrijpen	30	0,99	Klein	10	1,13E-08
					Middel	40	4,52E-08
					Groot	100	1,13E-07
	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	10	1,14E-10
					Middel	40	4,57E-10
					Groot	100	1,14E-09
	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	Klein	10	1,13E-06
					Middel	40	4,52E-06
					Groot	100	1,13E-05
	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	10	1,14E-08
					Middel	40	4,57E-08
					Groot	100	1,14E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	10	1,13E-05
					Middel	40	4,52E-05
					Groot	100	1,13E-04
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	10	1,14E-07
					Middel	40	4,57E-07
					Groot	100	1,14E-06

Tabel X13: Uitgangspunten modellering warmtewisselaar voor verlading via spoorketelwagens voor zichtjaar 2030.

2030 - Warmtewisselaar	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Verlading spoorketelwagens	Breuk van 10 pijpen tegelijktijd	Ingrijpen	30	0,99	Klein	194	2,19E-07
					Middel	776	8,77E-07
					Groot	1940	2,19E-06
	Breuk van 10 pijpen tegelijktijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	194	2,21E-09
					Middel	776	8,86E-09
					Groot	1940	2,21E-08
	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	Klein	194	2,19E-05
					Middel	776	8,77E-05
					Groot	1940	2,19E-04
	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	194	2,21E-07
					Middel	776	8,86E-07
					Groot	1940	2,21E-06
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	194	2,19E-04
					Middel	776	8,77E-04
					Groot	1940	2,19E-03
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	194	2,21E-06
					Middel	776	8,86E-06
					Groot	1940	2,21E-05

Tabel X14: Uitgangspunten modellering warmtewisselaar voor verlading via barges voor zichtjaar 2050.

2050 - Warmtewisselaar	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Verlading barges	Breuk van 10 pijpen tegelijktijd	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	5,09E-07
					Middel	1.800	2,03E-06
					Groot	4.500	5,09E-06
	Breuk van 10 pijpen tegelijktijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	5,14E-09
					Middel	1.800	2,05E-08
					Groot	4.500	5,14E-08
	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	5,09E-05
					Middel	1.800	2,03E-04
					Groot	4.500	5,09E-04
	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	5,14E-07
					Middel	1.800	2,05E-06
					Groot	4.500	5,14E-06
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	5,09E-04
					Middel	1.800	2,03E-03
					Groot	4.500	5,09E-03
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	5,14E-06
					Middel	1.800	2,05E-05
					Groot	4.500	5,14E-05

Tabel X15: Uitgangspunten modellering warmtewisselaar voor verlading via tankauto's voor zichtjaar 2050.

2050 - Warmtewisselaar	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Verlading tankauto's	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Ingrijpen	30	0,99	Klein	4	4,52E-09
					Middel	16	1,81E-08
					Groot	40	4,52E-08
	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	4	4,57E-11
					Middel	16	1,83E-10
					Groot	40	4,57E-10
	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	Klein	4	4,52E-07
					Middel	16	1,81E-06
					Groot	40	4,52E-06
	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	4	4,57E-09
					Middel	16	1,83E-08
					Groot	40	4,57E-08
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	4	4,52E-06
					Middel	16	1,81E-05
					Groot	40	4,52E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	4	4,57E-08
					Middel	16	1,83E-07
					Groot	40	4,57E-07

Tabel X16: Uitgangspunten modellering warmtewisselaar voor verlading via spoorketelwagens voor zichtjaar 2050.

2050 - Warmtewisselaar	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Verlading spoorketelwagens	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Ingrijpen	30	0,99	Klein	49	5,57E-08
					Middel	197	2,23E-07
					Groot	493	5,57E-07
	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	49	5,62E-10
					Middel	197	2,25E-09
					Groot	493	5,62E-09
	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	Klein	49	5,57E-06
					Middel	197	2,23E-05
					Groot	493	5,57E-05
	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	49	5,62E-08
					Middel	197	2,25E-07
					Groot	493	5,62E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	49	5,57E-05
					Middel	197	2,23E-04
					Groot	493	5,57E-04
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	49	5,62E-07
					Middel	197	2,25E-06
					Groot	493	5,62E-06

Kraker

De ammoniak die koud wordt geïmporteerd en opgeslagen, wordt naast het doorzetten via de verscheidene modaliteiten voor een groot deel gekraakt.

In Tabel X17 en X18 zijn de uitgangspunten van de kraker weergegeven. De omrekenfactor van ammoniak naar waterstof is genomen op 0,156, daar 1 eenheid ammoniak gelijk staat aan 0,156 eenheid waterstof. Voor een enkele kraker is aangenomen dat deze een dagelijkse maximale capaciteit heeft aan de inputzijde van 3 kton NH₃. Per zichtjaar en grootte van de terminal is hiermee het aantal benodigde krakers weergegeven in de lichtblauw gekleurde kolommen.

Tabel X17: Doorzetten kraker per zichtjaar en terminalgrootte.

2030 - Doorzet kraker percentage [%]	2030 - Klein [ton/NH ₃ dag]	2030 - Middel [ton/NH ₃ dag]	2030 - Groot [ton/NH ₃ dag]
41,5	568,5	2274,0	5684,9
Aantal benodigde krakers	1	1	2
2050 - Doorzet kraker percentage [%]	2050 - Klein [ton/NH ₃ dag]	2050 - Middel [ton/NH ₃ dag]	2050 - Groot [ton/NH ₃ dag]
54,3	743,8	2975,3	7438,4
Aantal benodigde krakers	1	1	3

De kraker welke is gemodelleerd bestaat uit de onderstaande genoemde onderdelen in de respectievelijke volgorde:

1. Een warmtewisselaar om de NH_3 komende uit de tank op te warmen;
2. Een compressor welke de NH_3 op een hogere druk brengt;
3. Een verdampers welke de NH_3 verder verdampt;
4. Een reactorvat waarin de NH_3 wordt gekraakt en de H_2 wordt geproduceerd;
5. Een warmtewisselaar welke de geproduceerde H_2 in temperatuur verlaagd;
6. Een reactorvat waarin de H_2 wordt gezuiverd, hier zijn twee reactorvaten voor gemodelleerd;
7. Een compressor die de H_2 op de juiste druk brengt;

De uitgangspunten voor de modellering van de kraker zijn gegeven in Tabel X18. Deze zijn gegeven voor een enkele kraker. Aangezien aangenomen is dat de kraker 24/7 draait, zijn de faalfrequenties per kraker voor alle situaties gelijk. Bij zichtjaren waar een tweetal of drietal krakers aanwezig zijn, moeten de waarden in Tabel X vermenigvuldigd worden met het aantal krakers.

Tabel X18: Uitgangspunten enkele kraker. Voor de scenario's waarbij meerdere krakers worden gebruikt kunnen de genomen faalfrequenties in de tabel maal het aantal krakers worden gedaan.

Onderdeel	Stof	Uren	Scenario	Ingrijpen / niet ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Faalfreq. per jaar
Warmtewisselaar - voorverwarmer	NH_3	8.760	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-06
	NH_3	8.760	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-07
	NH_3	8.760	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-04
	NH_3	8.760	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-05
	NH_3	8.760	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-03
	NH_3	8.760	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-04
Compressor	NH_3	8.760	Catastrofaal falen	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-06
	NH_3	8.760	Catastrofaal falen	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-07
	NH_3	8.760	Lek (10 % diameter)	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-04
	NH_3	8.760	Lek (10 % diameter)	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-05
Warmtewisselaar - verdampers	NH_3	8.760	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-06
	NH_3	8.760	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-07
	NH_3	8.760	Breuk van 1 pijp	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-04
	NH_3	8.760	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-05
	NH_3	8.760	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-03

	NH ₃	8.760	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-04
Reactorvat (kraakreactie, NH₃ deel)	NH ₃	8.760	Instantaan vrijkomen gehele inhoud	Ingrijpen	30	0,99	4,95E-06
	NH ₃	8.760	Instantaan vrijkomen gehele inhoud	Niet ingrijpen	1.800	0,01	5,00E-08
	NH ₃	8.760	Vrijkomen gehele inhoud in 10 min. in constante stroom	Ingrijpen	30	0,99	4,95E-06
	NH ₃	8.760	Vrijkomen gehele inhoud in 10 min. in constante stroom	Niet ingrijpen	1.800	0,01	5,00E-08
	NH ₃	8.760	Continu vrijkomen uit een gat met een diameter van 10 mm	Ingrijpen	30	0,99	9,90E-05
	NH ₃	8.760	Continu vrijkomen uit een gat met een diameter van 10 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	1,00E-06
Reactorvat (kraakreactie, H₂ deel)	H ₂	8.760	Instantaan vrijkomen gehele inhoud	Niet ingrijpen	1.800	1	5,00E-06
	H ₂	8.760	Vrijkomen gehele inhoud in 10 min. in constante stroom	Niet ingrijpen	1.800	1	5,00E-06
	H ₂	8.760	Continu vrijkomen uit een gat met een diameter van 10 mm	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-04
Warmtewisselaar – koeling H₂	H ₂	8.760	Breuk van 10 pijpen tegelijkertijd	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-05
	H ₂	8.760	Breuk van 1 pijp	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-03
	H ₂	8.760	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-02
Reactorvat (zuivering)	H ₂	8.760	Instantaan vrijkomen gehele inhoud	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-05
	H ₂	8.760	Vrijkomen gehele inhoud in 10 min. in constante stroom	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-05
	H ₂	8.760	Continu vrijkomen uit een gat met een diameter van 10 mm	Niet ingrijpen	1.800	1	2,00E-04
Compressor	H ₂	8.760	Catastrofaal falen	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-05
	H ₂	8.760	Lek (10 % diameter)	Niet ingrijpen	1.800	1	1,00E-03

Leidingen

Het transport van de ammoniak en geproduceerde waterstof binnen de grenzen van de fictieve terminals geschiedt via buisleidingen. Een overzicht met de algemene uitgangspunten van deze leidingen is weergegeven in Tabel X19. De uitgangspunten per leiding zijn weergegeven in Tabel X20 en X21. De buisleidingen van en naar de kraker zijn apart weergegeven in Tabel X22. Dit komt omdat de faalfrequenties van deze leidingen niet afhankelijk zijn van de doorzetten maar tijd, omdat aangenomen is dat de kraker 24/7 en 365 dagen per jaar operationeel is in alle situaties.

Tabel X19: Algemene uitgangspunten leidingen voorbeeldterminals.

Leiding	Stof	Koud / Warm (NH ₃)	Diameter [mm]	Temperatuur [°C]	Druk [barg]
Importleiding – Jetty zeeschepen naar opslagtanks	NH ₃	Koud	406,4	-34	atm
Exportleiding – Opslagtanks naar warmtewisselaar barge	NH ₃	Koud	304,8	-34	atm
Exportleiding – Warmtewisselaar barge naar barge	NH ₃	Warm	304,8	7	6
Exportleiding – Opslagtanks naar warmtewisselaar spoor/tanktauto	NH ₃	Koud	254,0	-34	atm
Exportleiding – Warmtewisselaar spoor/tanktauto naar spoorketelwagons	NH ₃	Warm	254,0	7	6
Exportleiding – Warmtewisselaar spoor/tanktauto naar tanktauto	NH ₃	Warm	254,0	7	6
Krakerleiding – Opslagtanks naar kraker	NH ₃	Koud	203,2 - Klein 254,0 - Middel 304,8 - Groot	-34	atm
H ₂ exportleiding – Kraker naar H ₂ backbone	H ₂	N.v.t.	200	10	50

Tabel X20: Uitgangspunten van de leidingen voor zichtjaar 2030.

2030 - Buisleidingen	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Importleiding – Jetty zeeschepen naar opslagtanks	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	250	1,15E-06
					Middel	1.000	4,60E-06
					Groot	2.500	1,15E-05
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	250	1,16E-08
					Middel	1.000	4,65E-08
					Groot	2.500	1,16E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	250	5,75E-06
					Middel	1.000	2,30E-05
					Groot	2.500	5,75E-05

	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	250	5,81E-08
					Middel	1.000	2,32E-07
					Groot	2.500	5,81E-07
Exportleiding – Opslagtanks naar warmtewisselaar barge	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	7,44E-07
					Middel	2.232	2,98E-06
					Groot	5.580	7,44E-06
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	7,52E-09
					Middel	2.232	3,01E-08
					Groot	5.580	7,52E-08
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	3,72E-06
					Middel	2.232	1,49E-05
					Groot	5.580	3,72E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	3,76E-08
					Middel	2.232	1,50E-07
					Groot	5.580	3,76E-07
Exportleiding – Warmtewisselaar barge naar barge	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	1,55E-06
					Middel	2.232	6,21E-06
					Groot	5.580	1,55E-05
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	1,57E-08
					Middel	2.232	6,27E-08
					Groot	5.580	1,57E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	558	7,76E-06
					Middel	2.232	3,10E-05
					Groot	5.580	7,76E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	558	7,83E-08
					Middel	2.232	3,13E-07
					Groot	5.580	7,83E-07
Exportleiding – Opslagtanks naar warmtewisselaar spoor/tanktauto	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	204	2,79E-07
					Middel	816	1,12E-06
					Groot	2.040	2,79E-06
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	204	2,82E-09
					Middel	816	1,13E-08
					Groot	2.040	2,82E-08
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	204	1,40E-06
					Middel	816	5,58E-06
					Groot	2.040	1,40E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	204	1,41E-08
					Middel	816	5,64E-08
					Groot	2.040	1,41E-07
		Ingrijpen	30	0,99	Klein	194	3,75E-07

Exportleiding – Warmtewisselaar spoor/tanktauto naar spoorketelwagons	Breuk van de leiding				Middel	776	1,50E-06
					Groot	1.940	3,75E-06
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	194	3,79E-09
					Middel	776	1,52E-08
					Groot	1.940	3,79E-08
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	194	1,87E-06
					Middel	776	7,50E-06
					Groot	1.940	1,87E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	194	1,89E-08
					Middel	776	7,58E-08
					Groot	1.940	1,89E-07
Exportleiding – Warmtewisselaar spoor/tanktauto naar tankauto	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	10	2,80E-08
					Middel	40	1,12E-07
					Groot	100	2,80E-07
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	10	2,83E-10
					Middel	40	1,13E-09
					Groot	100	2,83E-09
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	10	1,40E-07
					Middel	40	5,61E-07
					Groot	100	1,40E-06
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	10	1,42E-09
					Middel	40	5,66E-09
					Groot	100	1,42E-08

Tabel X21: Uitgangspunten van de leidingen voor zichtjaar 2050.

2050 - Buisleidingen	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Importleiding – Jetty zeeschepen naar opslagtanks	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	250	1,15E-06
					Middel	1.000	4,60E-06
					Groot	2.500	1,15E-05
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	250	1,16E-08
					Middel	1.000	4,65E-08
					Groot	2.500	1,16E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	250	5,75E-06
					Middel	1.000	2,30E-05
					Groot	2.500	5,75E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	250	5,81E-08
					Middel	1.000	2,32E-07
					Groot	2.500	5,81E-07

2050 - Buisleidingen	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Exportleiding – Opslagtanks naar warmtewisselaar barge	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	6,00E-07
					Middel	1.800	2,40E-06
					Groot	4.500	6,00E-06
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	6,06E-09
					Middel	1.800	2,42E-08
					Groot	4.500	6,06E-08
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	3,00E-06
					Middel	1.800	1,20E-05
					Groot	4.500	3,00E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	3,03E-08
					Middel	1.800	1,21E-07
					Groot	4.500	3,03E-07
Exportleiding – Warmtewisselaar barge naar barge	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	1,25E-06
					Middel	1.800	5,00E-06
					Groot	4.500	1,25E-05
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	1,26E-08
					Middel	1.800	5,05E-08
					Groot	4.500	1,26E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	450	6,26E-06
					Middel	1.800	2,50E-05
					Groot	4.500	6,26E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	450	6,32E-08
					Middel	1.800	2,53E-07
					Groot	4.500	6,32E-07
Exportleiding – Opslagtanks naar warmtewisselaar spoor/tanktauto	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	53	7,28E-08
					Middel	213	2,91E-07
					Groot	533	7,28E-07
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	53	7,36E-10
					Middel	213	2,94E-09
					Groot	533	7,36E-09
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	53	3,64E-07
					Middel	213	1,46E-06
					Groot	533	3,64E-06
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	53	3,68E-09
					Middel	213	1,47E-08
					Groot	533	3,68E-08
Exportleiding – Warmtewisselaar spoor/tanktauto	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	49	9,52E-08
					Middel	197	3,81E-07
					Groot	493	9,52E-07

2050 - Buisleidingen	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
naar spoorketelwagon s							
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	49	9,61E-10
					Middel	197	3,85E-09
					Groot	493	9,61E-09
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	49	4,76E-07
					Middel	197	1,90E-06
					Groot	493	4,76E-06
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	49	4,81E-09
					Middel	197	1,92E-08
					Groot	493	4,81E-08
Exportleiding – Warmtewisselaar spoor/tanktauto naar tanktauto	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	4	1,12E-08
					Middel	16	4,48E-08
					Groot	40	1,12E-07
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	4	1,13E-10
					Middel	16	4,53E-10
					Groot	40	1,13E-09
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	4	5,61E-08
					Middel	16	2,24E-07
					Groot	40	5,61E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	4	5,66E-10
					Middel	16	2,26E-09
					Groot	40	5,66E-09

Tabel X22: Uitgangspunten voor de leidingen naar en van de kraker.

Buisleidingen van en naar de kraker	Scenario	(Niet) Ingrijpen	Doorpomptijd [s]	Fractie	Grootte	Uren	Faalfreq. per jaar
Krakerleiding – Opslagtanks naar kraker	Breuk van de leiding	Ingrijpen	30	0,99	Klein	8.760	1,84E-05
					Middel	8.760	1,84E-05
					Groot	8.760	1,84E-05
	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	8.760	1,86E-07
					Middel	8.760	1,86E-07
					Groot	8.760	1,86E-07
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Ingrijpen	30	0,99	Klein	8.760	9,21E-05
					Middel	8.760	9,21E-05
					Groot	8.760	9,21E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	0,01	Klein	8.760	9,30E-07
					Middel	8.760	9,30E-07
					Groot	8.760	9,30E-07
H₂ exportleiding – Kraker naar H₂ backbone	Breuk van de leiding	Niet ingrijpen	1.800	1	Klein	8.760	1,12E-05
					Middel	8.760	1,12E-05
					Groot	8.760	1,12E-05
	Lek met een effectieve diameter van 10%, max 50 mm	Niet ingrijpen	1.800	1	Klein	8.760	5,60E-05
					Middel	8.760	5,60E-05
					Groot	8.760	5,60E-05

Algemene uitgangspunten en veiligheidssystemen

Aanvullende gebruikte algemene uitgangspunten ten behoeve van de modellering voor de QRA zijn weergegeven in Tabel X23.

Tabel X23: Uitgangspunten algemeen.

Type	Uitgangspunt	Toelichting
Meteo	Hoek van Holland	
Ruwheidslengte	300 mm	De combinatie van een industriële omgeving met naastgelegen open water in de vorm van een kanaal of rivier.

Voor de veiligheidssystemen is bij de systemen waar ammoniak wordt gebruikt rekening gehouden met een ingrijptijd van 30 seconden. Dit is aangehouden bij zowel de verlading, onderdelen zoals warmtewisselaars en compressoren alsook de leidingen. Bij ingrijpen van het veiligheidssysteem is aangenomen dat de insluitsystemen sluiten en de pompen stoppen. Dit zorgt ervoor dat de hoeveelheid vrijkomende ammoniak bij een breuk/lekkage beperkt blijft. De faalkans van een veiligheidssysteem is genomen op 0,01. Wanneer het veiligheidssysteem ingrijpt (kans 0,99) is de uitstroomduur en maximale uitstroomhoeveelheid beperkt. Wanneer het veiligheidssysteem faalt (kans 0,01) is een uitstroomduur van 1.800 seconden gehanteerd.

Voor de scenario's waar waterstof wordt gebruikt is geen rekening gehouden met een veiligheidssysteem en daarmee ook niet met een ingrijptijd. Standaard wordt een uitstroomduur van 1.800 seconden gehanteerd.

Uitgegaan is dat alle pompen zich binnen in de ammoniak opslagtank bevinden. Het falen van de pompen zorgt derhalve niet voor externe veiligheidsrisico's.

Voor de brontermen bij de verladingsscenario's (breuk/lek laadarm) wordt voor het scenario waarbij het veiligheidssysteem ingrijpt het volgende aangehouden:

breuk laadarm (koude ammoniak):

- uitstroming 1,5 x pompdebiet totdat de gasdetectie ingrijpt en;
- vrijkomen van de inhoud van de laadarm;

Breuk laadarm (warme ammoniak):

- Uitstroming totdat de gasdetectie ingrijpt, bepaling via Safeti-NL (tenzij 1,5 x pompdebiet leidt tot een grotere uitstroming, dan is dat aangehouden) en;
- Vrijkomen van de inhoud van de laadarm;

Lekkage laadarm (warme en koude ammoniak):

- Uitstroming via lek totdat de gasdetectie ingrijpt, bepaling via Safeti-NL van uitstroomdebiet en;
- Vrijkomen van de inhoud van de laadarm.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1800 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Rivium Westlaan 72
2909 LD Capelle aan den IJssel
Postbus 8590
3009 AN Rotterdam

Copyright ©

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij security@antegroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

www.anteagroup.nl