



Adviesgroep AVIV BV
Wethouder Beversstraat 145
7543 BK Enschede

Risicoanalyse (QRA) / H2-tankstation te Hoeksche Waard

Project	204318
Datum	14 december 2020

Risicoanalyse (QRA) / H2-tankstation te Hoeksche Waard

Project 204318

Datum 14 december 2020

Auteur(s)

Review

Versie nr.

■■■■■■■■■■
■■■■■■■■■■
1.3

Opdrachtgever

VIRO Vlaardingen B.V.
t.a.v. ■■■■■■■■■■
Burgemeester van Lierplein 73
3134 ZB Vlaardingen

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Gegevens risicoberekening	5
2.1 Beschrijving waterstofvulstation	5
2.2 Selectie van bedrijfsonderdelen	6
2.3 Initiële faalfrequentie	6
2.4 Ongevalsscenario's	7
2.5 Parameters	9
2.6 Aanwezigen rond de inrichting	9
3 Resultaat risicoberekening	11
3.1 Plaatsgebonden risico	11
3.2 Groepsrisico	12
3.3 Effectafstand	13
4 Conclusie	14
Referenties	15

1 Inleiding

Everfuel is voornemens om een H2-tankstation te realiseren op bedrijventerrein Reedijk in de gemeente Hoeksche Waard. In dit rapport wordt inzicht geboden in het hiermee gepaard gaande extern veiligheidsrisico.

De gegevens voor de risicoberekening worden samengevat in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 bevat het resultaat van de risicoberekening. Hoofdstuk 4 bevat de conclusie.

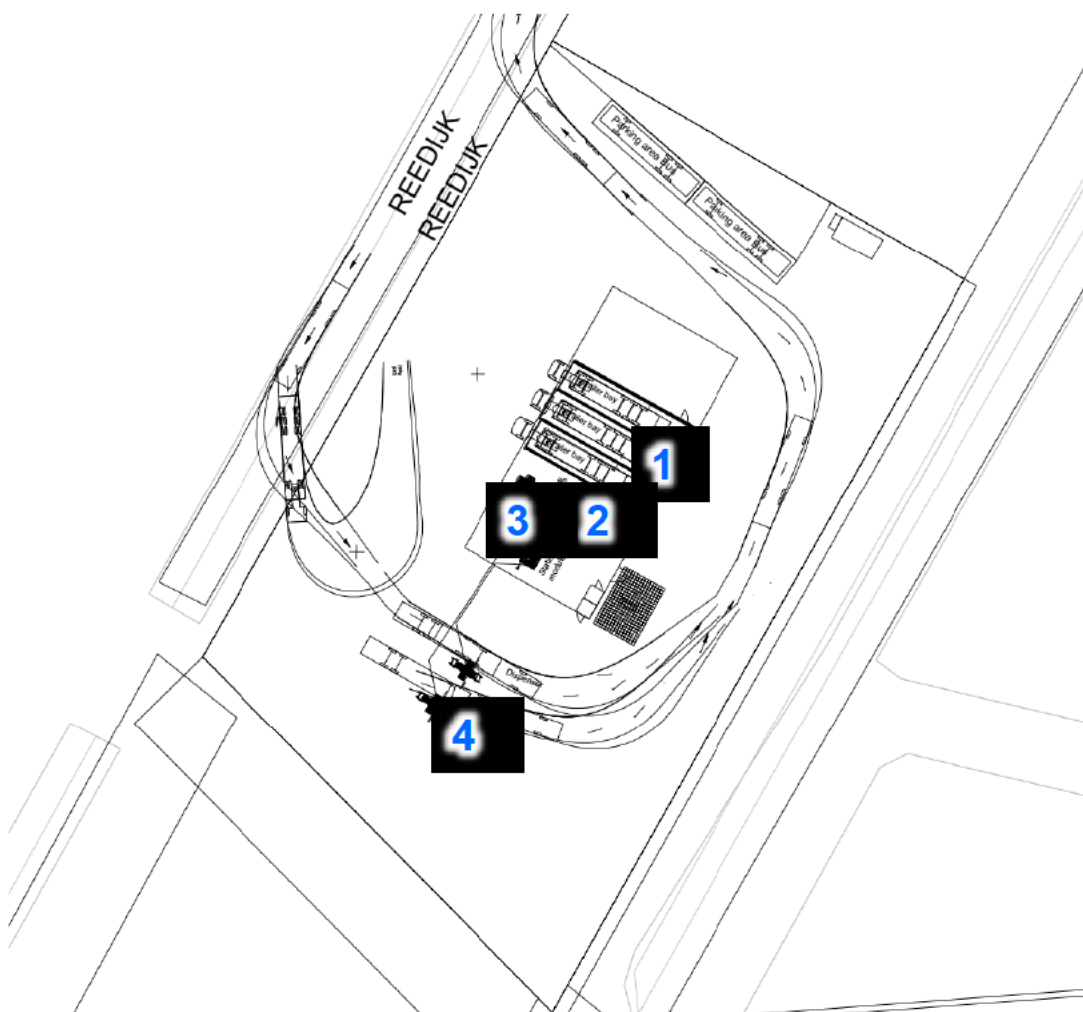
2 Gegevens risicoberekening

2.1 Beschrijving waterstof-tankstation

Het waterstof-tankstation wordt gerealiseerd voor het vullen van bussen. Het is daarmee geen openbaar tankstation. De aangevraagde doorzet is maximaal 610 kg/dag. De installatie bestaat uit een aantal componenten (tussen haakjes de positie zoals getoond in figuur 1):

- Aanvoer van waterstof met drie continue aanwezige trailers (1);
- Bufferopslag 450 bar (2);
- Twee waterstofcompressoren (3);
- Twee dispensers 350 bar (4);

Figuur 1 toont de situatietekening van het station. Voor gedetailleerdere gegevens wordt verwezen naar de aanvraag.



Figuur 1. Tekening H2-installatie

2.2 Selectie van bedrijfsonderdelen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor de volgende insluitsystemen:

- De waterstoftrailers.
- De druk buffer (450 bar).
- Het compressorsysteem.
- De slangverbinding tussen de dispenser en het motorvoertuig voor 350 bar.

Het leidingwerk binnen de installatie is niet gemodelleerd. De frequentie op breuk van een bovengrondse leiding is verwaarloosbaar vergeleken met het scenario breuk van de slangverbinding voor de afvoer van waterstof via de tubetrailers (voor een leidingsectie van 10 m is de frequentie $1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr en voor de slang $3.7 \cdot 10^{-3}$ /jr). De gevolgen van beide scenario's zijn (nagenoeg) hetzelfde, zodat breuk van de leiding niet wordt gemodelleerd.

De gemodelleerde doorzet van de installatie is 610 kg/dag, welke wordt aangevoerd met de continu aanwezige trailers. Elke tube trailer bestaat uit 10 secties. Op het aansluitpunt van de trailer sectie bevindt zich een pneumatisch bediende klep (lucht om te openen, veer om te sluiten). Deze pneumatische lucht staat in verbinding met het (ESD-systeem (Emergency Shut Down systeem) noodstelsel van de gehele faciliteit, dus in geval van een noodstop wordt de lucht verwijderd en sluiten de pneumatische kleppen op de trailer, waardoor de trailer in 10 secties wordt verdeeld en wordt de installatie uitgeschakeld. Elke sectie wordt beschermd door 2 TPRD's (Thermal and Pressure Relief Device) in geval van brand. Bij een storingsscenario waarbij de aanhanger wordt verwijderd zonder de slang los te koppelen zal de pneumatische lucht aansluiting van de pneumatische kleppen worden getrokken. De trailer is ook beveiligd met een remsysteem die geactiveerd wordt wanneer de pneumatische lucht nog aangesloten zit of dat de cabinet deuren van de trailer nog open zijn. Dit systeem is niet gemodelleerd. Er is gerekend conform het rekenvoorschrift. De juiste werking van het beschreven ESD-systeem leidt tot een beperking van de uitstroomduur.

De compressor is opgesteld in een omkasting. Voor de risicoanalyse is de invloed van de omkasting op de gevolgen van de ongevalsscenario's niet gemodelleerd. Aangenomen is dat de waterstof in de open lucht vrijkomt.

2.3 Initiële faalfrequentie

Tabel 1 toont de initiële faalfrequentie voor onderdelen van de installatie zoals voorgeschreven in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1], een specifiek rekenvoorschrift voor gascilinders [2] en een memo van het RIVM [3]. De faalfrequentie van een cilinder wordt gebruikt wanneer het volume maximaal 150 l is, in alle andere gevallen wordt de faalfrequentie van een drukvat gehanteerd.

Voor een cilinderpakket met N gascilinders dient alleen het scenario 'instantaan falen' meegenomen te worden met een faalfrequentie gelijk aan $N \times 5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr. Bij het instantaan falen van één gascilinder zal de gehele inhoud van het cilinderpakket vrijkomen. De

uitstroming kan worden beschouwd als het instantaan falen van de eerste cilinder, waarna de inhoud van de overige N - 1 cilinders door middel van een 5 mm gat uitstroomt. Het instantaan falen van het gehele cilinderpakket wordt niet aannemelijk geacht.

Component	Faaltwijze	Frequentie
Cilinder (tot 150 l)	Breuk	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Lekkage 3.3 mm gat	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Brand in de omgeving van de gascilinder	Zie tekst
Cilinderpakket (cilinders tot 150 l)	Zie tekst	Zie tekst
Tubetrailer	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu grootste aansluiting	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Vuurbal brand tijdens verlading	$5.8 \cdot 10^{-10}$ /uur
	Vuurbal brand in omgeving	$4.0 \cdot 10^{-9}$ /uur
	Vuurbal externe impact	$5.0 \cdot 10^{-11}$ /uur
Drukvat	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr
Compressor	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$ /jr
Leiding bovengronds < 3"	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
Leiding ondergronds < 3"	Breuk	$5.0 \cdot 10^{-7}$ /m-jr
	Lekkage	$1.5 \cdot 10^{-6}$ /m-jr
Losslang standaard	Breuk	$4.0 \cdot 10^{-6}$ /uur
	Lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur
Losslang composiet	Breuk	$4.0 \cdot 10^{-7}$ /uur
	Lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur

Tabel 1. Initiële faalfrequentie onderdelen van de installatie

2.4 Ongevalsscenario's

2.4.1 Tubetrailer

De aanvoer van waterstof vindt plaats met een tubetrailer. Er zullen maximaal drie tubetrailers continu aanwezig zijn. De trailer bevat maximaal 129 cilinders van elk 350 l. De druk is 380 bar(g). Per tubetrailer wordt 1135 kg waterstof aangevoerd. De trailer wordt met een standaard slang gekoppeld aan de installatie. De inwendige diameter van de slang is 16 mm. Voor de kans op een vuurbal door brand in de omgeving wordt aangenomen dat het vulpunt buiten de toetsingsafstanden ligt. Hierdoor is de kans op een vuurbal door een brand in de omgeving per 50 uur verlading gelijk aan $2.0 \cdot 10^{-7}$ [5]. Voor de kans op een externe impact is uitgegaan van een geïsoleerde opstelplaats. Hierdoor is de kans op een vuurbal door externe impact per 50 uur verlading gelijk aan $2.5 \cdot 10^{-9}$ [5]. Tabel 2 toont de ongevalsscenario's. Voor de uitstroomduur wordt het totale volume van de trailer van 45 m³ gebruikt.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	$3 \text{ (aantal tubetrailers)} \times 129 \text{ (aantal tubes)} \times 5.0 \cdot 10^{-7} \text{ (frequentie per jaar)}$
Continu grootste aansluiting	$3 \text{ (aantal tubetrailers)} \times 129 \text{ (aantal tubes)} \times 5.0 \cdot 10^{-7} \text{ (frequentie continue uitstroming uit grootste aansluiting per jaar)}$
Vuurbal brand tijdens verlading	$3 \text{ (aantal tubetrailers)} \times 8766 \text{ (uren in bedrijf)} \times 5.8 \cdot 10^{-10} \text{ (frequentie vuurbal per uur)}$

Scenario	Toelichting frequentie
Vuurbal brand in omgeving	3 (aantal tubetrailers) x 8766 (uren aanwezig) x $4.0 \cdot 10^{-9}$ (frequentie vuurbal per uur)
Vuurbal externe impact	3 (aantal tubetrailers) x 8766 (uren aanwezig) x $5.0 \cdot 10^{-11}$ (frequentie vuurbal per uur)
Breuk slang	3 (aantal tubetrailers) x 8766 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)
Lekkage slang	3 (aantal tubetrailers) x 8766 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Instantaan	$1.9 \cdot 10^{-4}$	8.82 kg	Maximale inhoud van één tube
Continu grootste aansluiting	$1.9 \cdot 10^{-4}$	3.91 kg/s	Gatgrootte 16 mm, uitstroomduur 289 s.
Vuurbal brand tijdens verlading	$1.5 \cdot 10^{-5}$	8.82 kg	Maximale inhoud van één tube
Vuurbal brand in omgeving	$1.1 \cdot 10^{-4}$	8.82 kg	Maximale inhoud van één tube
Vuurbal externe impact	$1.3 \cdot 10^{-6}$	8.82 kg	Maximale inhoud van één tube
Breuk slang	$1.1 \cdot 10^{-1}$	1.53 kg/s	Gatgrootte 16 mm, uitstroomduur 745 s.
Lekkage slang	1.05	0.02 kg/s	Gatgrootte 1.6 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 2. Ongevalsscenario's van de tubetrailer

2.4.2 Compressorsysteem

Aangenomen is dat de compressor continu in gebruik zal zijn. Tabel 3 toont de ongevalsscenario's. Voor de berekening van de bronsterkte is uitgegaan van de kenmerken van het leidingwerk voor de compressor en de druk in de tubetrailer.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)
Lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$ (frequentie breuk per jaar in bedrijf)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$	3.0 kg/s	Diameter 8 mm, lengte 5 m, uitstroomduur 382 s.
Lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$	0.06 kg/s	Diameter 0.8 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 3. Ongevalsscenario's compressor

2.4.3 Buffer

De buffer bestaat uit zeven tubes van 1170 l en een druk van maximaal 450 bar(g). Tabel 4 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$3.5 \cdot 10^{-6}$	33.5 kg	Maximale inhoud van de tube
Continu 10 min	$3.5 \cdot 10^{-6}$	0.39 kg/s	Maximale inhoud in 600 s
Continu 10 mm	$7.0 \cdot 10^{-5}$	1.78 kg/s	Uitstroomduur 131 s

Tabel 4. Ongevalsscenario's lage druk buffer

2.4.4 Dispenser

De dispensers zijn gezamenlijk circa 1461 uur van het jaar in gebruik (12 minuten verlading per bus, 20 bussen per dag). Er is geen noodstopsysteem gemodelleerd. De bronsterkte bij breuk is berekend met het line rupture model van Safeti-NL voor de inwendige diameter van de leiding van 6.4 mm, een leidinglengte van 10 m en de inhoud van de buffer bij 450 bar. Tabel 5 toont de ongevalsscenario's per dispenser. Er zijn twee dispenser gemodelleerd.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	$730.5 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)}$
Lekkage	$730.5 \text{ (uren in bedrijf)} \times 4.0 \cdot 10^{-5} \text{ (frequentie breuk per uur in bedrijf)}$

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$2.9 \cdot 10^{-3}$	6.4	Diameter 6.4 mm, lengte 10 m, uitstroomduur 25 s.
Lekkage	$2.9 \cdot 10^{-2}$	0.06	Diameter 0.64 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 5. Ongevalsscenario's dispenser per dispenser

2.5 Parameters

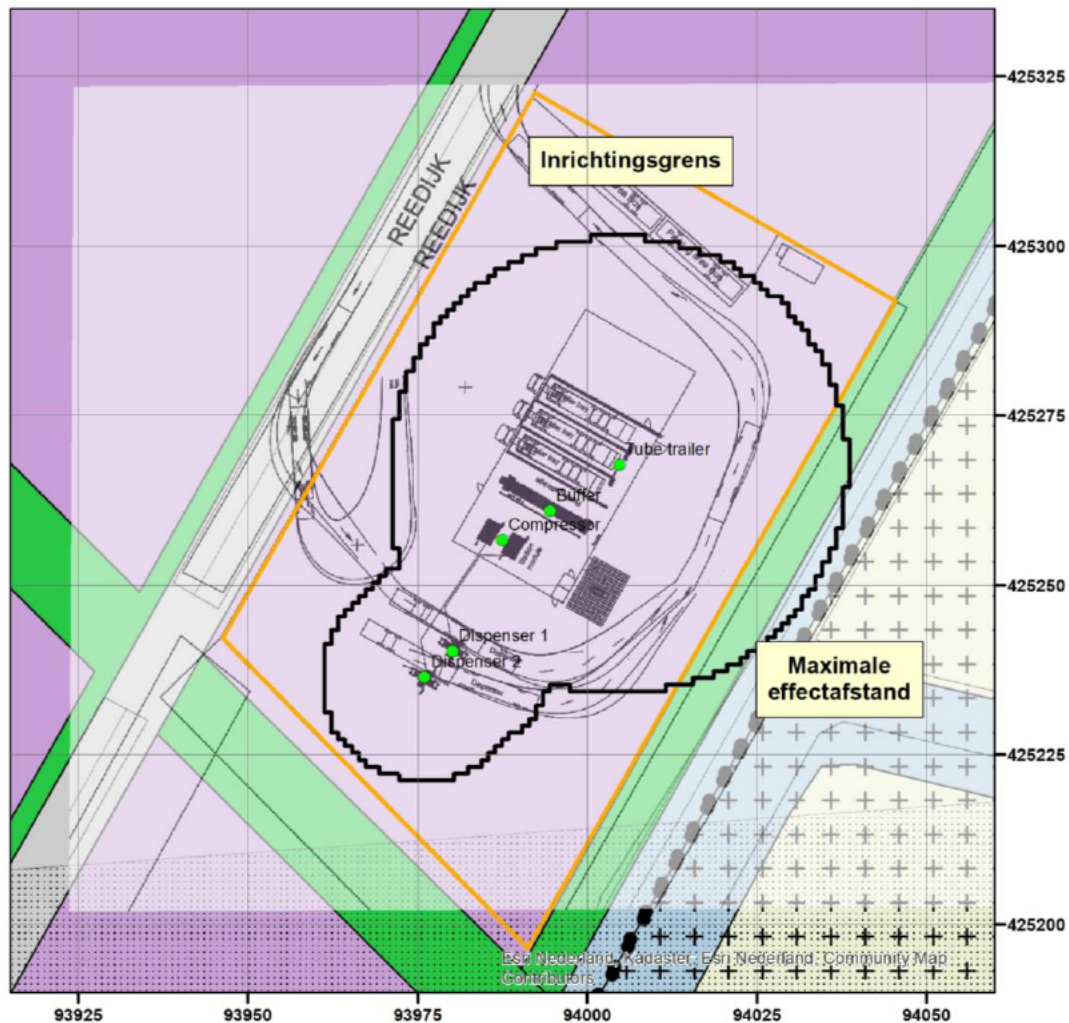
De standaard parameters van Safeti-NL versie 8.3 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Rotterdam worden gebruikt voor de kans op het voorkomen van een bepaalde weersklasse. Voor de ruwheidslengte is de standaard waarde van 0.3 m gehanteerd.

Voor waterstof is de kans op directe ontsteking gelijk aan 1.0 [3]. Vertraagde ontsteking wordt niet gemodelleerd, zodat er geen externe ontstekingsbronnen hoeven te worden opgenomen in het model.

2.6 Aanwezigheid rond de inrichting

Figuur 2 toont het invloedsgebied rond de inrichting begrensd door de maximale effectafstand van het voorgenomen tankstation. Het invloedsgebied valt vrijwel geheel binnen de inrichtingsgrens. Daar waar deze buiten de inrichtingsgrens ligt geldt de bestemming Groen

en Water. Omdat binnen het invloedsgebied geen personen, niet behorend bij de inrichting, aanwezig zijn is er geen groepsrisico.



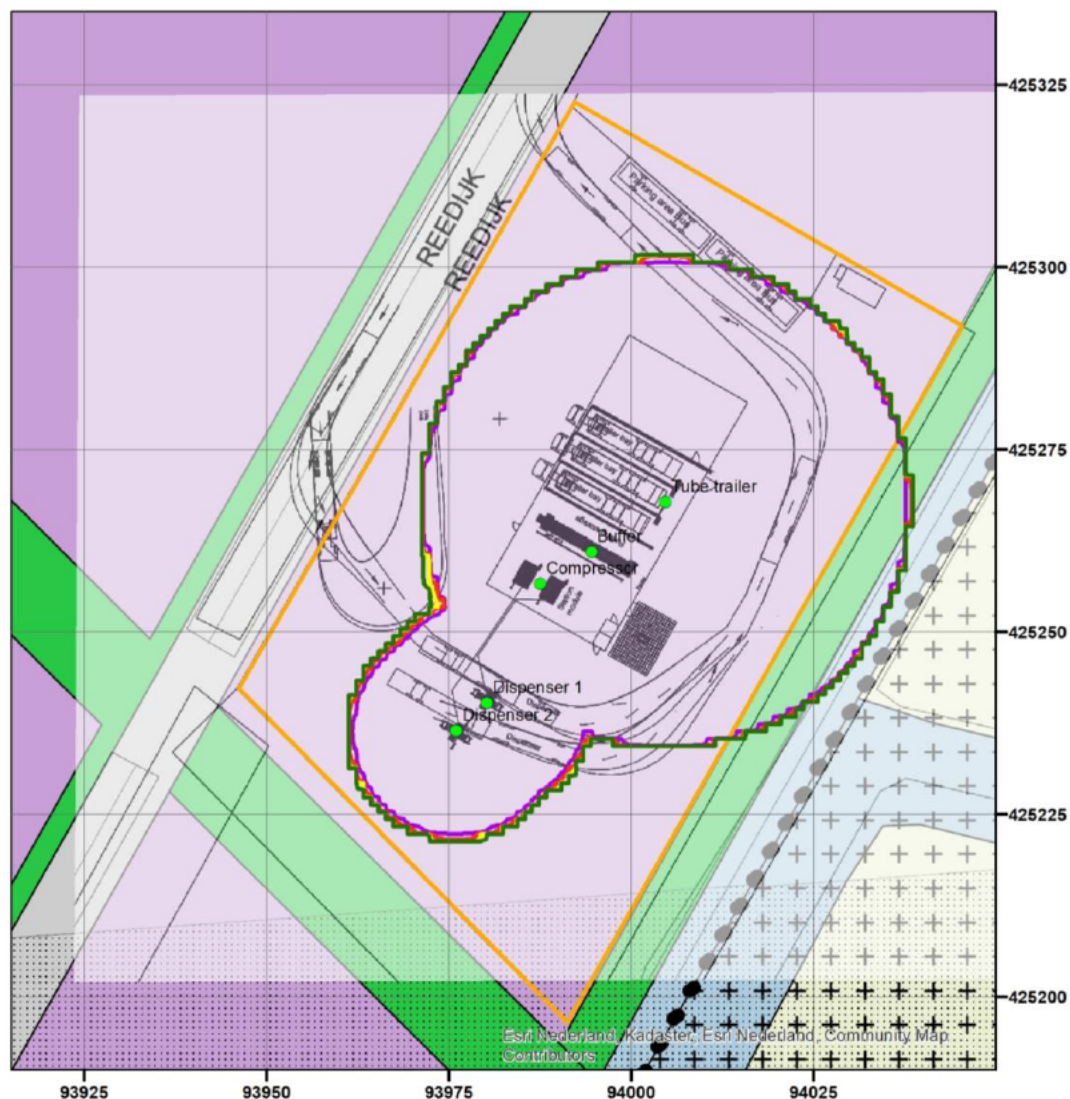
Figuur 2. Ligging van de inrichting en het invloedsgebied

3 Resultaat risicoberekening

3.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats in de omgeving van een inrichting bevindt, overlijdt door een ongeval met gevaarlijke stoffen. Plaatsen met een gelijk risico worden door risicocontouren op een kaart weergegeven. Het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr dient volgens het Bevi (Besluit externe veiligheid inrichtingen) gehanteerd te worden als grenswaarde voor kwetsbare objecten en als richtwaarde voor beperkt kwetsbare objecten.

Figuur 3 toont de plaatsgebonden risicocontouren van het H2-tankstation. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt aan de oostzijde gedeeltelijk buiten de inrichting. Kwetsbare objecten zijn niet toegestaan binnen deze bestemming. Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico.



Figuur 3. Plaatsgebonden risicocontouren

—	1.0 10 ⁻⁵ /jr
—	1.0 10 ⁻⁶ /jr
—	1.0 10 ⁻⁷ /jr
—	1.0 10 ⁻⁸ /jr

3.2 Groepsrisico

Het groepsrisico geeft aan wat de kans is op een ongeval met tien of meer dodelijke slachtoffers in de omgeving van de inrichting. Het aantal personen dat in de omgeving van de inrichting verblijft, bepaalt daardoor mede de hoogte van het groepsrisico. Het groepsrisico wordt weergegeven in een zogenaamde fN-curve: op de verticale as staat de cumulatieve kans per jaar f op een ongeval met N of meer slachtoffers en op de horizontale as het aantal slachtoffers N . De oriëntatiewaarde voor het groepsrisico is gelijk aan $10^{-3} / N^2$, dat wil zeggen

een frequentie van 10^{-5} /jr voor 10 slachtoffers, 10^{-7} /jr voor 100 slachtoffers en geldt vanaf het punt met 10 slachtoffers.

Omdat binnen het invloedsgebied geen personen, niet behorend bij de inrichting, aanwezig zijn is er geen groepsrisico.

3.3 Effectafstand

Effectafstanden zijn berekend voor alle scenario's. Tabel 6 toont de afstand tot 1% kans op overlijden (bij onbeschermde blootstelling) voor weersklasse D-5.0 overdag (neutraal weer met een windsnelheid van 5 m/s) en tabel weersklasse F-1.5 's nachts (zeer stabiel weer met een windsnelheid van 1.5 m/s). De aanduiding in de kolommen onderdeel en scenario zijn een referentie naar de tekst in hoofdstuk 2.

Onderdeel	Scenario	D-5.0	F-1.5
Tubetrailer	Instantaan	8	8
	Continu	32	33
	BreukSlang	21	14
	LekkageSlang	2	2
	Vuurbal door brand tijdens verlading	8	8
	Vuurbal door brand in de omgeving	8	8
	Vuurbal door externe impact	8	8
Compressor	Breuk	10	10
	Lekkage	2	2
Buffer	Instantaan	15	15
	Continu10min	10	10
	Continu10mm	22	23
Dispensers 350 bar	BreukSlang	14	14
	LekkageSlang	2	2

Tabel 6. Effectafstand tot 1% kans op overlijden

4 Conclusie

Everfuel is voornemens om een H2-tankstation te realiseren op bedrijventerrein Reedijk in de gemeente Hoeksche Waard. In dit rapport wordt inzicht geboden in het hiermee gepaard gaande extern veiligheidsrisico.

De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt aan de oostzijde gedeeltelijk buiten de inrichting. Kwetsbare objecten zijn niet toegestaan binnen deze bestemming. Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico.

In de EV-beleidsvisie van de gemeente Hoeksche Waard is opgenomen dat de plaatsgebonden risicocontour van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr binnen de inrichtingsgrens moet liggen. Dit is bij het H2-tankstation niet het geval. De plaatsgebonden risicocontour ligt enkel aan de oostzijde een stukje buiten de terreingrens over een gebied met de bestemming groen en de bestemming verkeer. Het is gezien de indeling van het terrein dan ook in de toekomst de bestemming groen en verkeer blijft. Het deel van het plaatsgebonden risico dat buiten de inrichtingsgrens ligt heeft geen beperkingen voor ontwikkelingen in omgeving van de inrichting tot gevolg.

De inrichting veroorzaakt geen groepsrisico.

Referenties

1. RIVM 2020 Handleiding risicoberekeningen BEVI
Versie 4.2 gedateerd 1 april 2020
2. RIVM 2008 Modelleren gascilinders uit Handleiding
risicoberekeningen BEVI concept versie 1.4
3. RIVM 2016 Risico- en effectafstanden waterstoftankstations
Memo kenmerk 20160149 VLH HAS/Sta/sij
gedateerd 3 oktober 2016
4. VROM 2007 Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico
Versie 1.0 november 2007
5. RIVM 2008 QRA berekening LPG-tankstations
(versie 1.1 gedateerd 29 mei 2008)