



Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Risicoanalyse (QRA) / Groene waterstoffabriek voltH2 Delfzijl

Project 225001
Datum 21 juli 2023

Risicoanalyse (QRA) / Groene waterstoffabriek voltH2 Delfzijl

Project 225001

Datum 21 juli 2023

Auteur(s)

Versie nr.

████████████████████
1.2

Opdrachtgever Sweco Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Gegevens risicoberekening	5
2.1	Beschrijving inrichting	5
2.2	Selectie van bedrijfsonderdelen	6
2.3	Initiële faalfrequentie	7
2.4	Ongevalsscenario's	7
2.5	Parameters	11
2.6	Windturbine	12
2.7	Aanwezigen rond de inrichting	12
3	Resultaat risicoberekening	14
3.1	Plaatsgebonden risico	14
3.2	Groepsrisico	15
3.3	Effectafstand	16
4	Conclusie	17
	Referenties	18
	Bijlage 1 Berekening raakkans windturbine	19

1 Inleiding

VoltH2 is voornemens om een groene waterstoffabriek, met een vermogen van circa 60 MW, te realiseren bij Farmsum aan de Oosterwierum. De geproduceerde waterstof wordt met trailers en ondergrondse leidingen afgevoerd. De inrichting valt niet onder het Bevi of de BRZO, maar gezien de maximale hoeveelheid waterstof die aanwezig mag zijn vraagt het bevoegd gezag een risicoanalyse te maken conform het Bevi. In dit rapport wordt inzicht geboden in het hiermee gepaard gaande extern veiligheidsrisico van de inrichting.

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

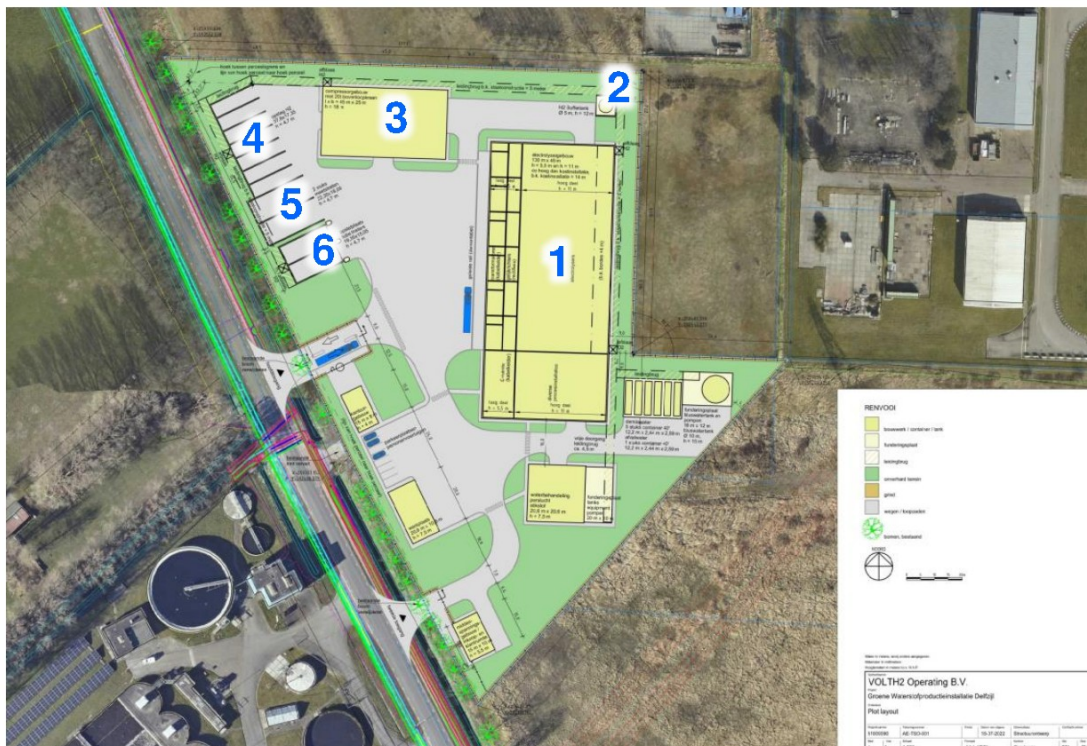
2 Gegevens risicoberekening

2.1 Beschrijving inrichting

Het waterstof wordt geproduceerd door electrolyzers. Hierin wordt demi-water gesplitst in zuurstof en waterstof met behulp van elektriciteit. De aangevraagde doorzet is 12430 Nm³/uur. Dit komt overeen met circa 1080 kg/uur waterstofgas. De installatie bestaat uit een aantal componenten (tussen haakjes de positie zoals getoond in figuur 1):

- Electrolyser(s) (1);
- Bufferopslag 30 bar (2);
- Waterstofcompressors (3);
- Bufferopslag 700 bar (4);
- Afvoerleidingen (5);
- Afvoer trailerswap 500 bar (6);

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



Figuur 1. Situatietekening groene waterstoffabriek VoltH2 Delfzijl

2.2 Selectie van bedrijfsonderdelen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor de volgende insluitsystemen:

- De separator bij de electrolyzers.
- De leidingen tussen de electrolyzers en de lage druk buffer.
- De lage druk buffer (30 bar).
- De leidingen tussen de lage druk buffer en het compressorsysteem.
- Het hoge druk compressorsysteem.
- De druk buffer (700 bar).
- De leidingen bij de meetstraat/afvoerleiding.
- De verlading naar de flessen/tubetrailers.

Het falen van de electrolyzers wordt niet gemodelleerd, bij falen komt immers alleen demi-water vrij. Wel wordt de separator bij de electrolyzers en het leidingwerk na de electrolyzers gemodelleerd. Er wordt conservatief aangenomen dat de electrolyzers waterstof blijven produceren bij het falen van de leidingen.

Het leidingwerk bij de verladingsposities en de hoge druk buffers 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 flessentrailers (voor een leidingsectie van 10 m is de faalfrequentie $1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr en voor de slang $3.7 \cdot 10^{-3}$ /jr). De gevolgen van beide scenario's zijn (nagenoeg) hetzelfde, namelijk een fakkelbrand, zodat breuk van de leiding niet wordt gemodelleerd. De uitstroming uit de leiding bij de buffers is kleiner omdat het gas wordt "geremd" door de ervoor liggende leiding, bij het scenario lek 10 mm (dit scenario leidt tot de grootste effectafstand) zit deze "remmende" werking niet in het model. De kansen voor deze scenario's zijn dus in orde grootte gelijk, maar het effect, en daarmee de ligging van de grenswaarde, van de lek van de buffer is groter.

De gemodelleerde doorzet van de waterstofinstallatie is circa 26 ton/dag, dit komt overeen met 12430 Nm³/uur, welke wordt afgevoerd met trailers. Het ESD-systeem (Emergency Shut Down systeem) treedt in werking nadat een lekkage van waterstof wordt gedetecteerd door het dicht sturen van afsluiters en het uitschakelen van de electrolyse-installatie. Dit systeem is echter niet gemodelleerd. De juiste werking van het ESD-systeem leidt tot een beperking van de uitstroomduur.

2.3 Initiële faalfrequentie

Tabel 1 toont de initiële faalfrequentie voor onderdelen van de waterinstallatie zoals voorgeschreven in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1], een specifiek rekenvoorschrift voor gascilinders [2] en een memo van het RIVM voor waterstof tankstations [3].

Component	Faalwijze	Frequentie
Flessentrailer	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 ¹	$5.0 \cdot 10^{-11}$ /uur
	Losslang breuk	$4.0 \cdot 10^{-6}$ /uur
	Losslang lekkage	$4.0 \cdot 10^{-5}$ /uur
Bovengrondse leidingen < 75 mm	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
	Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
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
Procesvat (seperators)	Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-6}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
Compressor	Breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$ /jr
	Lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$ /jr

Tabel 1. Initiële faalfrequentie onderdelen van de waterstofinstallatie

2.4 Ongevalsscenario's

2.4.1 Seperator bij electrolyzers

Achter de electrolyzers zitten 12 seperators. Elke seperator bestaat uit een tank van 4.4 m^3 . Deze tank wordt voor de helft met waterstof gemodelleerd. De druk van deze buffer is 30 bar en de temperatuur 80° C . Tabel 2 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$6.0 \cdot 10^{-5}$	4.6 kg	Maximale inhoud
Continu 10 min	$6.0 \cdot 10^{-5}$	0.01 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag in 10 minuten
Continu 10 mm gat	$1.2 \cdot 10^{-3}$	0.12 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag uit 10 mm gat, duur 39 s

Tabel 2. Ongevalsscenario's seperators

¹ Voor de kans op een externe impact is uitgegaan van een geïsoleerde opstelplaats.

2.4.2 Ongevalsscenario's leidingen na electrolyzers

Het leidingwerk tussen de electrolyser en de lage druk buffer heeft een inwendige diameter van 50 mm. Voor de uitstroming wordt uitgegaan van het volledige debiet van de electrolyzers bij 30 bar druk en temperatuur 65° C. Dit is een conservatieve aanname aangezien de electrolyzers worden stilgezet bij het falen van de leidingen. De leidingen zijn in totaal circa 105 meter lang en liggen op 4.5 m hoogte.

Tabel 3 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 110 (meter)
Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 110 (meter)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$1.1 \cdot 10^{-4}$	2.46	Zie tekst, uitstroomduur 74 s
Lekkage	$5.5 \cdot 10^{-4}$	0.03	Diameter 5 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 3. Ongevalsscenario's leiding electrolyser en de lage druk buffer

2.4.3 Lage druk Buffer

De lage druk bufferopslag bestaat uit één tank van 85 m³. Deze staat buiten opgesteld en de druk van deze buffer is 30 bar en temperatuur 15° C. Tabel 4 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0 \cdot 10^{-7}$	217 kg	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0 \cdot 10^{-7}$	0.36 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag in 10 minuten
Continu 10 mm gat	$1.0 \cdot 10^{-5}$	0.13 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag uit 10 mm gat, duur 1646 s

Tabel 4. Ongevalsscenario's lage druk bufferopslag

2.4.4 Ongevalsscenario's leidingen na electrolyzers

Het leidingwerk tussen de lage druk buffer en het compressorsysteem heeft een inwendige diameter van 50 mm. Voor de uitstroming wordt uitgegaan van het volledige debiet van de electrolyzers bij 30 bar druk en temperatuur 15° C. De leidingen zijn in totaal circa 85 meter lang en liggen op 4.5 m hoogte.

Tabel 5 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 85 (meter)
Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 85 (meter)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$8.5 \cdot 10^{-5}$	2.67	Zie tekst, uitstroomduur 80 s
Lekkage	$4.3 \cdot 10^{-4}$	0.03	Diameter 5 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 5. Ongevalsscenario's leiding tussen de lage druk buffer en de compressors

2.4.5 Compressorsysteem

Aangenomen is dat de compressoren 100% van de tijd in gebruik zullen zijn. Er komen 12 compressors, drie met een uitlaatdruk van 100 barg, drie met een uitlaatdruk van 250 barg, drie met een uitlaatdruk van 500 barg en drie met een uitlaatdruk van 750 barg. Alle stages zijn in serie opgesteld, per stage zijn er dus drie compressors die parallel zijn opgesteld. Bij het falen van de compressoren is de inlaatdruk bepalend voor het scenario. Bij het falen van de eerste stage komt daarom 30 barg vrij, bij de tweede 100 barg, bij de derde 250 barg en bij de laatste 500 barg. De uitstroom uit stage 2, 3 en 4 is afhankelijk van de eerste stage. De doorzet van de eerste stage is maximaal 0.3 kg/s. Het falen van een van de daaropvolgende compressors kan niet leiden tot een significant grotere uitstroming. Tabel 6 toont de ongevalsscenario's. Voor de berekening van de bronsterkte is uitgegaan van de kenmerken van het leidingwerk voor de compressor en de genoemde drukken.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Compressors stage 1 Breuk	$3.0 \cdot 10^{-4}$	1.0 kg/s	Diameter 50 mm, lengte 70 m, uitstroomduur 217 s.
Compressors stage 1 Lekkage	$1.3 \cdot 10^{-2}$	0.03 kg/s	Diameter 5 mm, uitstroomduur 1800 s.
Compressors stage 2 Breuk	$3.0 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Diameter 50 mm, lengte 5 m, uitstroomduur 1800 s.
Compressors stage 2 Lekkage	$1.3 \cdot 10^{-2}$	0.1 kg/s	Diameter 5 mm, uitstroomduur 1800 s.
Compressors stage 3 Breuk	$3.0 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Diameter 40 mm, lengte 5 m, uitstroomduur 1800 s.
Compressors stage 3 Lekkage	$1.3 \cdot 10^{-2}$	0.17 kg/s	Diameter 4 mm, uitstroomduur 1800 s.
Compressors stage 4 Breuk	$3.0 \cdot 10^{-4}$	0.3 kg/s	Diameter 32 mm, lengte 5 m, uitstroomduur 1800 s.
Compressors stage 4 Lekkage	$1.3 \cdot 10^{-2}$	0.2 kg/s	Diameter 3.2 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 6. Ongevalsscenario's compressor

2.4.6 Hoge druk Buffer

De hoge druk bufferopslag bestaat uit zes bundels met elk 12 tubes, dus in totaal 72 cilinders van elk 825 l. Buffer opslag totaal is 59.4 m^3 . De druk van deze buffer is 700 barg. Tabel 6 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's. Er is aangenomen dat de

bufferopslag kan worden beschouwd als zes verschillende flessenpakketten. De kans op instantaan falen van één cilinder van een bundel is $12 \times 5.0 \cdot 10^{-7} = 6.0 \cdot 10^{-6}$ /jr. Voor de continu uitstroming wordt conservatief verondersteld dat 12 cilinders uitstromen. Tabel 7 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$6.0 \cdot 10^{-6}$	32.3 kg	Maximale inhoud van één buffer
Continu 10 min	$6.0 \cdot 10^{-6}$	0.65 kg/s	Uitstroom 12 cilinders in 10 minuten
Continu 10 mm gat	$1.2 \cdot 10^{-4}$	2.66 kg/s	Uitstroom 12 cilinders uit 10 mm gat, duur 145 s

Tabel 7. Ongevalsscenario's per hoge druk bufferopslag

2.4.7 Ongevalsscenario's leidingen bij de meetstraat

Het leidingwerk tussen de leidingbrug en de meetstraat heeft een inwendige diameter van 50 mm. Voor de uitstroming wordt uitgegaan van het debiet van de compressors bij 100 bar druk en temperatuur 15° C. Er wordt conservatief aangenomen dat de compressors niet uit gaan bij een breuk of lek. Voor de leidingen wordt uitgegaan van in totaal 20 meter bij de meetstraat. De leidingen zijn verticaal gemodelleerd tussen 4.5 m en 0 m. De uitstroming wordt gemodelleerd op 1 m hoogte conform de handleiding [1].

Tabel 8 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	$1.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 20 (meter)
Lekkage	$5.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 20 (meter)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$2.0 \cdot 10^{-5}$	0.3	Zie tekst, uitstroomduur 1800 s
Lekkage	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.1	Diameter 5 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 8. Ongevalsscenario's leidingen bij meetstraat

2.4.8 Afvoer Swaptrailer

De afvoer van waterstof vindt onder andere plaats met een flessentrailer. Er zijn 2 opstelplaatsen waar een trailer kan worden neergezet voor het vullen. Voor het modeleren van de trailers wordt uitgegaan van een flessentrailer met 104 flessen van elk 347 l. De druk is 500 bar(g). Per flessentrailer wordt circa 1115 kg waterstof afgevoerd. De doorzet van de swaptrailerplaats is 9500 ton/jaar. Voor de opstelplaatsen wordt verondersteld dat hier continu een trailer aanwezig is. Voor de kans op een vuurbal door brand in de omgeving is afhankelijk van de omgeving. In de memo [3] is hiervoor een toetsingsafstandentabel opgenomen. Er wordt aangenomen dat het vulpunt buiten de toetsingsafstanden ligt. Er is

geen rekening gehouden met het ingrijpen van de operator aangezien dit niet leidt tot een andere ligging van de plaatsgebonden risicocontour 10^{-6} . Hiervoor zijn de faalkansen te hoog. Tabel 9 toont de ongevalsscenario's. Voor de uitstroomduur van de continu scenario's wordt conservatief het totale volume van één trailer en vier hoge druk buffer cilinders gebruikt.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	$(8766/8766)$ (uur per jaar aanwezig / uur per jaar) $\times 104$ (aantal flessen) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	$(8766/8766)$ (uur per jaar aanwezig / uur per jaar) $\times 104$ (aantal flessen) $\times 5.0 \cdot 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Vuurbal brand tijdens verlading	8766 (uur per jaar aanwezig) $\times 5.8 \cdot 10^{-10}$ (frequentie vuurbal per uur)
Vuurbal brand in omgeving	8766 (uur per jaar aanwezig) $\times 4.0 \cdot 10^{-9}$ (frequentie vuurbal per uur)
Vuurbal externe impact	8766 (uur per jaar aanwezig) $\times 5.0 \cdot 10^{-11}$ (frequentie vuurbal per uur)
Breuk slang	8766 (uur per jaar aanwezig) $\times 4.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)
Lekkage slang	8766 (uur per jaar aanwezig) $\times 4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.2 \cdot 10^{-5}$	11.2 kg	Maximale inhoud van één fles
Continu grootste aansluiting	$5.2 \cdot 10^{-5}$	12.3 kg/s	Gatgrootte 25 mm, uitstroomduur 91 s.
Vuurbal brand tijdens verlading	$5.1 \cdot 10^{-6}$	11.2 kg	Maximale inhoud van één fles
Vuurbal brand in omgeving	$3.5 \cdot 10^{-5}$	11.2 kg	Maximale inhoud van één fles
Vuurbal externe impact	$4.4 \cdot 10^{-7}$	11.2 kg	Maximale inhoud van één fles
Breuk slang	$3.5 \cdot 10^{-2}$	12.3 kg/s	Gatgrootte 25 mm, uitstroomduur 91 s.
Lekkage slang	$3.5 \cdot 10^{-1}$	0.12 kg/s	Gatgrootte 2.5 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 9. Ongevalsscenario's per trailerplaats

2.5 Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 8.5 zijn gebruikt voor de berekening. De gegevens voor het weerstation Eelde 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 Windturbine

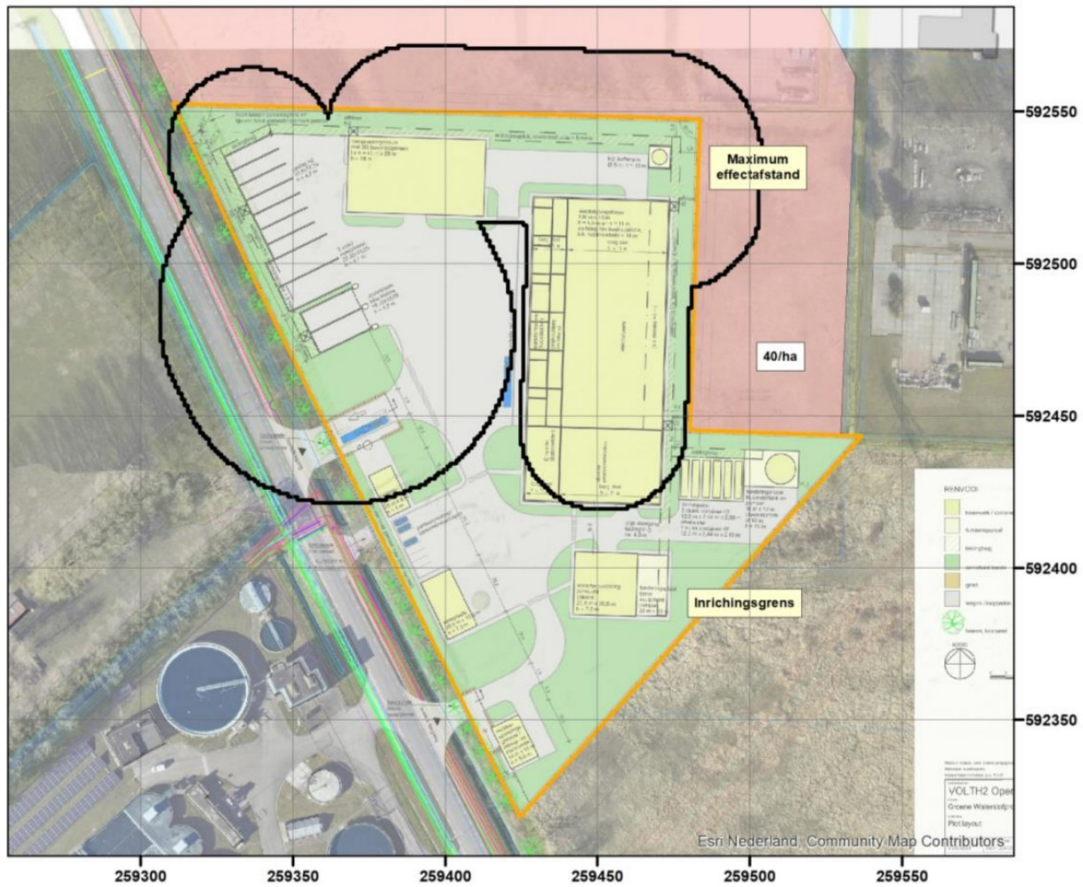
In de nabijheid van de waterstofproductie installatie mag een windturbine staan met masthoogte 134 m, rotordiameter 131 m en nominaal vermogen 3.9 MW. Voor deze windturbine is gekeken wat de trefkans is van de verschillende installatieonderdelen. Conform de Handleiding dient de frequentie van het instantaan falen te worden verhoogd met de trefkans indien deze meer dan 10% is van de frequentie op catastrofaal falen (instantaan falen en continue uitstroom). Tabel 10 toont de afstand van de verschillende installatieonderdelen ten opzichte van de windturbine, de trefkans op die afstand (waarbij rekening is gehouden met het oppervlakte van elke installatieonderdeel, zie bijlage 1), de frequentie op catastrofaal falen en het percentage trefkans ten opzichte van de frequentie op catastrofaal falen. Uit onderstaande tabel volgt dat de vervolgcans na het falen van de windturbine niet moet worden meegenomen voor één van de installaties in deze risicoberekening. Voor een toelichting op de berekeningen wordt verwezen naar bijlage 1.

Installatieonderdeel	Afstand tov windturbine [m]	Trefkans windturbine [/jr]	Frequentie catastrofaal falen [/jr]	Percentage trefkans tov frequentie catastrofaal falen
Electrolyzer	250	$2.2 \cdot 10^{-8}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	0.1833%
Opslagbuffer 30 bar	340	$7.5 \cdot 10^{-10}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	0.0750%
Compressor	345	$5.6 \cdot 10^{-9}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$	0.0005%
Buffer 700 bar (1)	402	$4.3 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	0.0036%
Buffer 700 bar (2)	396	$4.4 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	0.0037%
Buffer 700 bar (3)	390	$4.5 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	0.0038%
Buffer 700 bar (4)	385	$4.5 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	0.0038%
Buffer 700 bar (5)	380	$4.2 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	0.0035%
Buffer 700 bar (6)	375	$4.2 \cdot 10^{-10}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	0.0035%
Filling station (1)	342	$6.9 \cdot 10^{-10}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.0007%
Filling station (2)	335	$7.0 \cdot 10^{-10}$	$1.0 \cdot 10^{-4}$	0.0007%

Tabel 10. Beschouwing raakkansen windturbine

2.7 Aanwezig rond de inrichting

Figuur 2 toont het invloedsgebied rond de inrichting begrensd door de maximale effectafstand van de voorgenomen waterstof-installatie. Het invloedsgebied valt geheel binnen de bestemmingsplannen Oosterhoorn en Weiwerd. Het gebied ten noorden en oosten van de inrichtingsgrens is bestemd voor bedrijven. Voor dit gebied is een persoonsdichtheid van 40 personen per hectare verondersteld conform [4].



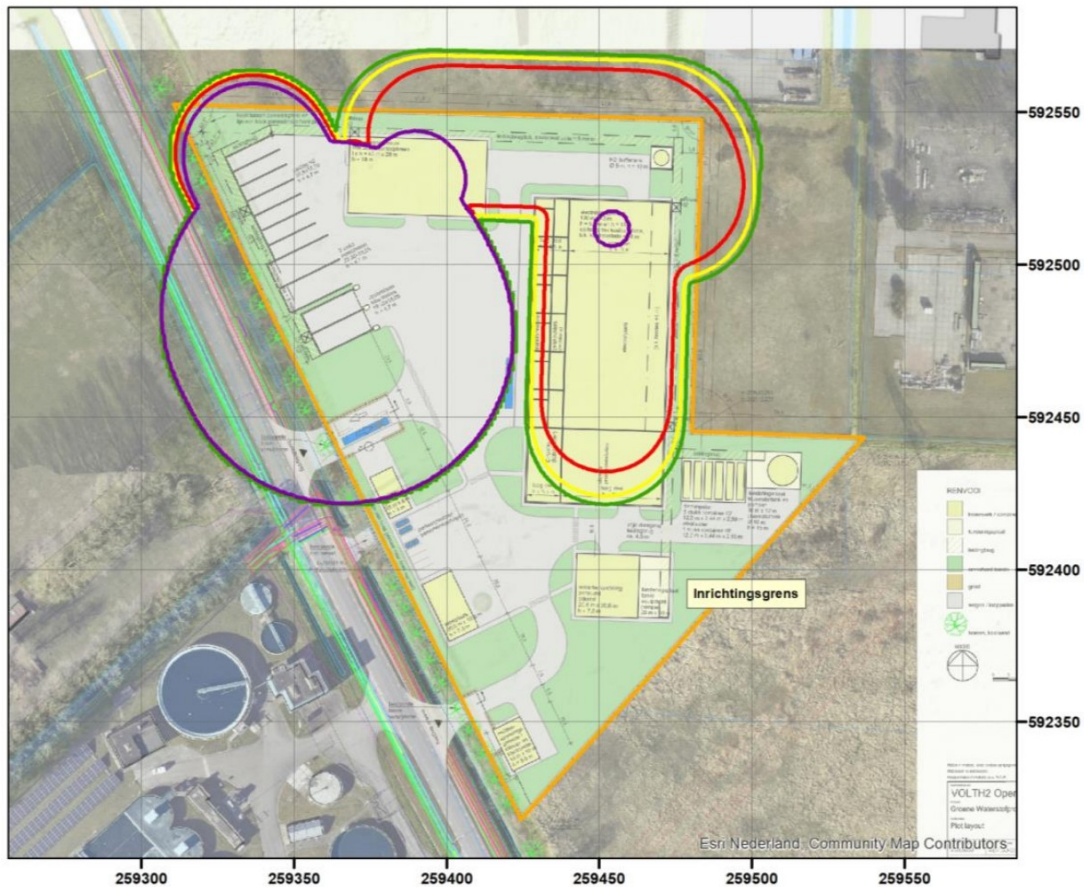
Figuur 2. Ligging van de inrichting en het invloedsgebied

3 Resultaat risicoberekening

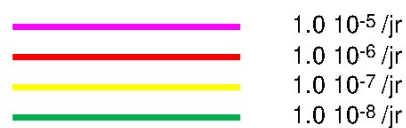
3.1 Plaatsgebonden risico

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 de waterstof-installatie. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt aan de noord-, oost- en westzijde gedeeltelijk buiten de inrichting. Er liggen geen (geprojecteerde) kwetsbare objecten binnen deze risicocontour. Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico.



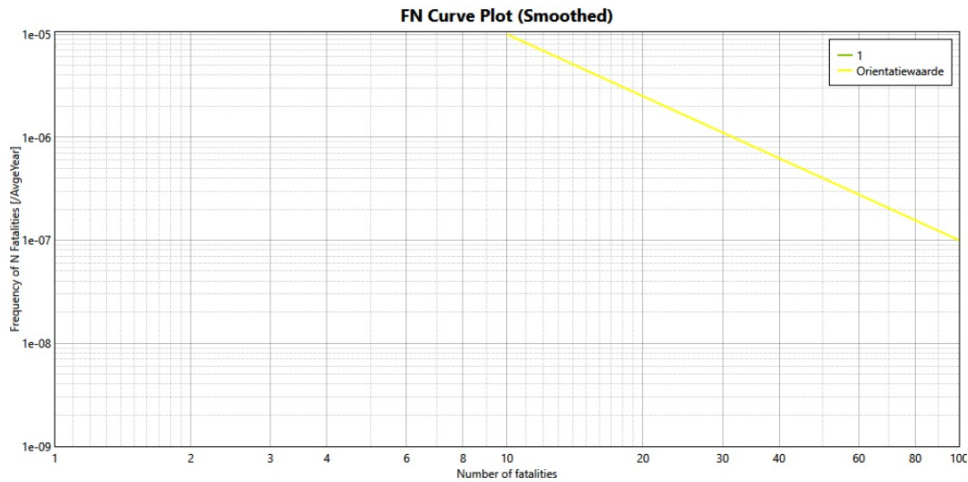
Figuur 3. Plaatsgebonden risicocontouren



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 $10^{-5} / \text{jr}$ voor 10 slachtoffers, $10^{-7} / \text{jr}$ voor 100 slachtoffers en geldt vanaf het punt met 10 slachtoffers.

Figuur 4 toont het groepsrisico. Uit de berekeningen blijkt dat er minder dan 10 slachtoffers zijn te verwachten bij een ongeval met de waterstof installatie. Conform de definitie is er daarmee geen groepsrisico.



Figuur 4. Groepsrisico VoltH2 Delfzijl

3.3 Effectafstand

Effectafstanden zijn berekend voor alle scenario's. Tabel 11 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 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 [m]	F-1.5 [m]
Seperator	Instantaan	6	6
	Continu 10 min	2	2
	Continu 10 mm gat	6	6
Leiding electrolysers - lage druk buffer	Breuk	26	26
	Lek	-	-
Lage druk buffer	Instantaan	33	33
	Continu 10 min	10	10
	Continu 10 mm gat	6	6
Leiding electrolysers - lage druk buffer	Breuk	28	28
	Lek	-	-
Compressor (maximaal)	Breuk	17	18
	Lekkage	7	7
Hoge druk buffer	Instantaan	14	14
	Continu 10 min	13	13
	Continu 10 mm gat	26	27
Leidingen meetstraat	Breuk	10	10
	Lekkage	7	7
Flessentrailer	Instantaan	9	9
	Continu	55	56
	BreukSlang	55	56
	LekkageSlang	6	6
	Vuurbal door brand tijdens verlading	9	9
	Vuurbal door brand in de omgeving	9	9
	Vuurbal door externe impact	9	9

Tabel 11. Effectafstand tot 1% kans op overlijden

4 Conclusie

VoltH2 is voornemens om een groene waterstoffabriek, met een vermogen van circa 60 MW, te realiseren bij Farmsum aan de Oosterwierum. 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 noord-, oost- en westzijde gedeeltelijk buiten de inrichting. Er liggen geen (geprojecteerde) kwetsbare objecten binnen deze risicocontour. Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico.

De inrichting veroorzaakt geen groepsrisico.

Referenties

1. RIVM 2021 Handleiding risicoberekeningen BEVI
Versie 4.3 gedateerd 1 januari 2021
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 verantwoording groepsrisico
Versie november 2007
5. DNV GL 2020 Handboek Risicozonering Windturbines
Versie 1.1 mei 2020
6. Lagerwey 136 4.0 MW
<https://www.provinciegroningen.nl/beleid-en-documenten/documentenzoekers/klimaat-en-energie/windparken/windpark-oosterhorn/>

Bijlage 1 Berekening raakkans windturbine

Ten zuiden van de inrichting staat een windturbine. De windturbine (met RD coördinaten 259574,592209) ligt op een afstand van minimaal circa 250 m van de H2 installatie onderdelen. De turbine heeft conform het bestemmingsplan maximaal een masthoogte van 145 m en een rotordiameter van 145 m. Voor het nominaal toerental van de turbine is overgenomen uit [5] en bedraagt 12.8 rotaties per minuut. Voor de afstand van het zwaartepunt van blad tot de rotor is 26.1 m aangenomen conform [5]. De kenmerken zijn samengevat in tabel 12.

Turbineparameters	Waarde	Bron
Nominaal Vermogen (MW)	4.0	Onderzoek EV windturbines [6]
Ashoogte (m)	145	Vigerend BP
Rotordiameter (m)	145	Vigerend BP
Nominaal toerental (rpm)	12.8	Afgeleid uit [5]
Afstand zwaartepunt-rotorcentrum (m)	26.1	Afgeleid uit [5]
Bladlengte (m)	72.5	Afgeleid uit [5]
Berekende maximale afstand mastbreuk	218	
Berekende maximale werpafstand nominaal (m)	229	
Berekende maximale werpafstand overtoeren (m)	629	

Tabel 12. Kenmerken windturbine

De afstand van de inrichting tot de windturbines is zodanig groot dat er geen domino effect mogelijk is door de ongevalsscenario vallen van de gondel (73 m). Voor het bepalen van de trefkans van de installatieonderdelen is daarom alleen het scenario bladafworp bij overtoeren van de windturbine relevant. Er is een indicatieve trefkans berekend van dit scenario. Hierbij is uitgegaan van de methodiek die beschreven is in Bijlage C paragraaf 3.3.2 [5]. In deze benadering wordt de hoogte van het object geprojecteerd op het grondvlak. Daarnaast wordt rekening gehouden met het scenario dat het zwaartepunt van het rotorblad op maximaal 2/3 afstand van de installatie inslaat en de installatie alsnog raakt. Tabel 13 toont de uitgangspunten van de berekeningen en de trefkansen van de windturbine.

Installatieonderdeel	Afstand tov windturbine [m]	HxBxD [m]	Raakkans windturbine [m^2 /jr]	Trefkans windturbine [jr]
Electrolyzer	250	11x45x100	$3.5 \cdot 10^{-12}$	$2.2 \cdot 10^{-8}$
Opslagbuffer 30 bar	340	12x5x5	$2.6 \cdot 10^{-12}$	$7.5 \cdot 10^{-10}$
Compressor	345	18x45x25	$2.1 \cdot 10^{-12}$	$5.6 \cdot 10^{-9}$
Buffer 700 bar (1)	402	4.7x17.35x5.2	$2.0 \cdot 10^{-12}$	$4.3 \cdot 10^{-10}$
Buffer 700 bar (2)	396	4.7x17.35x5.2	$2.0 \cdot 10^{-12}$	$4.4 \cdot 10^{-10}$
Buffer 700 bar (3)	390	4.7x17.35x5.2	$2.0 \cdot 10^{-12}$	$4.5 \cdot 10^{-10}$
Buffer 700 bar (4)	385	4.7x17.35x5.2	$2.1 \cdot 10^{-12}$	$4.5 \cdot 10^{-10}$
Buffer 700 bar (5)	380	4.7x17.35x5.2	$2.3 \cdot 10^{-12}$	$4.2 \cdot 10^{-10}$
Buffer 700 bar (6)	375	4.7x17.35x5.2	$2.1 \cdot 10^{-12}$	$4.2 \cdot 10^{-10}$

Installatieonderdeel	Afstand tov windturbine [m]	HxBxD [m]	Raakkans windturbine [m^2/jr]	Trefkans windturbine [jr]
Filling station (1)	342	4.7x19.4x7.5	$2.3 \cdot 10^{-12}$	$6.9 \cdot 10^{-10}$
Filling station (2)	335	4.7x19.4x7.5	$2.4 \cdot 10^{-12}$	$7.0 \cdot 10^{-10}$

Tabel 13. Uitgangspunten en trefkansen van de windturbine

Hoofdstuk 2.6 toont de beschouwing van de raakkansen van de windturbine.