omgevingsveiligheid
& risicoanalyse

Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Risicoanalyse (QRA) / Waterstoffabriek Eeserwold Steenwijk

Project 256494
Datum 4 december 2025

Risicoanalyse (QRA) / Waterstoffabriek Eeserwold Steenwijk

Project	256494
Datum	4 december 2025
Auteur(s)	ing. [redacted]
Versie nr.	1.1
Opdrachtgever	Contrall Postbus 525 7300 AM Apeldoorn

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

2 Gegevens risicoberekening 5
2.1 Beschrijving inrichting 5
2.2 Selectie van bedrijfsonderdelen 7
2.3 Initiële faalfrequentie 7
2.4 Ongevalsscenario's 8
2.5 Ongevalsscenario's leiding naar tankstation 11
2.6 Parameters 11

3 Resultaat risicoberekening 12
3.1 Plaatsgebonden risico 12
3.2 Aandachtsgebied 13
3.3 Effectafstand 13

4 Beschouwing Externe veiligheid afvoer waterstof 15
4.1 Route gevaarlijke stoffen 15
4.2 Tunnelveiligheid 15

5 Conclusie 16

Referenties 17

1 Inleiding

Men is voornemens om een waterstoffabriek, met een vermogen van circa 15 MW, te realiseren aan de Eeser Gaard in Steenwijk. De geproduceerde waterstof wordt met trailers afgevoerd. De inrichting valt niet onder het Bkl en/of het Bal, maar gezien de maximale hoeveelheid waterstof die aanwezig mag zijn vraagt het bevoegd gezag een risicoanalyse te maken conform het Bkl bijlage VII. 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.

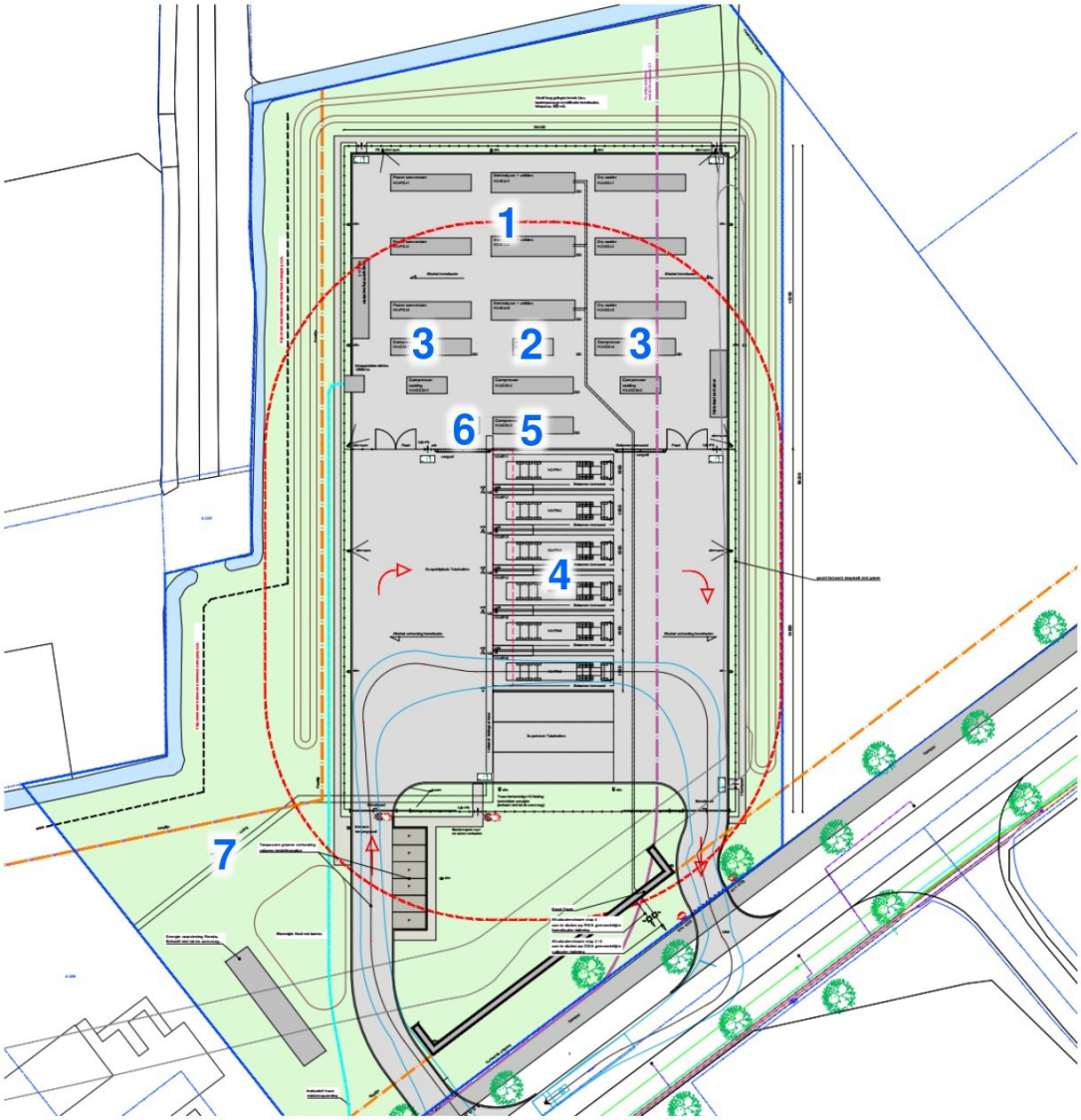
2 Gegevens risicoberekening

2.1 Beschrijving inrichting

Het waterstof wordt geproduceerd door electrolysers. Hierin wordt demi-water gesplitst in zuurstof en waterstof met behulp van elektriciteit. De aangevraagde doorzet is circa 270 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);
- Trailerbays (4);
- Waterstofcompressor hoge druk (5);
- Bufferopslag 610 bar (6);
- Leiding in leidinggoot (7).

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



Figuur 1. Situatietekening waterstoffabriek Eeserwold Steenwijk

2.2 Selectie van bedrijfsonderdelen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor de volgende insluitsystemen:

- De seperator bij de electrolysers.
- De lage druk buffer (30 bar).
- Het compressorsysteem.
- De hoge druk buffer (610 bar).
- De trailerbays.
- De leiding in leidinggoot.

Het falen van de electrolysers wordt niet gemodelleerd, bij falen komt immers alleen demi-water vrij. Wel wordt de seperator bij de electrolysers gemodelleerd. Er wordt conservatief aangenomen dat de electrolysers waterstof blijven produceren bij het falen van de compressors.

De gemodelleerde doorzet van de waterstofinstallatie is circa 6.5 ton/dag, dit komt overeen met 270 kg/uur, welke wordt afgevoerd met een afvoerleiding. 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 het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid [1], een specifiek rekenvoorschrift voor gascilinders [2] en een memo van het RIVM voor waterstof tankstations [3].

Component	Faalwijze	Frequentie
Drukvat	Instantaan	$5.0\ 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0\ 10^{-7}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0\ 10^{-5}$ /jr
Procesvat (seperators)	Instantaan	$5.0\ 10^{-6}$ /jr
	Continu 10 min	$5.0\ 10^{-6}$ /jr
	Continu 10 mm gat	$1.0\ 10^{-4}$ /jr
Flessenpakket	Instantaan 1 fles	$5.0\ 10^{-7}$ /jr
	Continu N-1 flessen 5 mm	$5.0\ 10^{-7}$ /jr
Compressor	Breuk	$1.0\ 10^{-4}$ /jr
	Lekkage	$4.4\ 10^{-3}$ /jr
Flessentrailer	Instantaan	$5.0\ 10^{-7}$ /jr
	Continu grootste aansluiting	$5.0\ 10^{-7}$ /jr
	Vuurbal brand tijdens verlading	$5.8\ 10^{-10}$ /uur
	Vuurbal brand in omgeving	$4.0\ 10^{-8}$ /uur
	Vuurbal externe impact	$9.6\ 10^{-10}$ /uur
Losslang standaard	Breuk	$4.0\ 10^{-6}$ /uur
	Lekkage	$4.0\ 10^{-5}$ /uur

Tabel 1. Initiële faalfrequentie onderdelen van de waterstofinstallatie

2.4 Ongevalsscenario's

2.4.1 Seperator bij electrolysers

Achter de elektrolysers zitten 3 seperators. Elke seperator bestaat uit een tank van 1.8 m^3. Deze tank is voor de helft met waterstof gevuld, maar wordt conservatief als 100% gevuld gemodelleerd. De druk van deze buffers is 40 bar en de temperatuur 70º C. Tabel 2 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0\ 10^{-5}$	5 kg	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0\ 10^{-5}$	0.01 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag in 10 minuten
Continu 10 mm gat	$1.0\ 10^{-4}$	0.16 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag uit 10 mm gat, duur 31 s

Tabel 2. Ongevalsscenario's per seperator

2.4.2 Lage druk Buffer

De lage druk bufferopslag bestaat uit één tank van 10 m^3. Deze staat buiten opgesteld en de druk van deze buffer is 40 bar en temperatuur 10º C. Tabel 3 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$5.0\ 10^{-7}$	34.1 kg	Maximale inhoud
Continu 10 min	$5.0\ 10^{-7}$	0.06 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag in 10 minuten
Continu 10 mm gat	$1.0\ 10^{-5}$	0.18 kg/s	Uitstroom gehele bufferopslag uit 10 mm gat, duur 194 s

Tabel 3. Ongevalsscenario's lage druk bufferopslag

2.4.3 Compressorsysteem midden druk

Aangenomen is dat de compressoren 100% van de tijd in gebruik zullen zijn. Er komen 4 compressors, elk met een uitlaatdruk van 610 barg. Bij het falen van de compressoren is de inlaatdruk en temperatuur bepalend voor het scenario. Bij het falen van een van de compressors komt daarom 40 barg vrij bij 10º C. Tabel 4 toont de ongevalsscenario's. Voor de berekening van de bronsterkte is uitgegaan van de kenmerken van het leidingwerk voor de compressor en de genoemde druk.

Scenario	Toelichting frequentie
Compressors breuk	1.0 10^{-4} (frequentie breuk per jaar)
Compressors lekkage	4.4 10^{-3} (frequentie breuk per jaar)

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Compressors breuk	1.0 10^{-4}	0.35 kg/s	Diameter 24.3 mm, lengte 10 m, uitstroomduur 1800 s.
Compressors lekkage	4.4 10^{-3}	0.3 kg/s	Diameter 2.43 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 4. Ongevalsscenario's per compressor

2.4.4 Hoge druk Buffer

De hoge druk bufferopslag bestaat uit 54 flessen van elk 50 l. Buffer opslag totaal is 2.7 m^3. De druk van deze buffer is 610 barg. Tabel 5 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's. Er is aangenomen dat de bufferopslag kan worden beschouwd als één flessenpakket. De kans op instantaan falen van een fles is 54 x 5.0 10^{-7} = 2.7 10^{-5} /jr. Voor de continu uitstroming wordt, conform het rekenvoorschrift, verondersteld dat 53 cilinders uitstromen.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	5.0 10^{-7} (frequentie scenario per jaar) x 54 (aantal tubes)
Continu 5 mm gat	1.0 10^{-5} (frequentie scenario per jaar) x 54 (aantal tubes)

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	2.7 10^{-5}	1.8 kg	Maximale inhoud van één buffer
Continu 5 mm gat	2.7 10^{-5}	0.6 kg/s	Uitstroom 53 cilinders uit 5 mm gat, duur 161 s

Tabel 5. Ongevalsscenario's hoge druk bufferopslag

2.4.5 Compressorsysteem hoge druk

Aangenomen is dat de compressor 100% van de tijd in gebruik zal zijn. Er komt 1 compressor met een uitlaatdruk van 1000 barg. Bij het falen van de compressor is de inlaatdruk en temperatuur bepalend voor het scenario. Bij het falen van de compressor komt daarom 610 barg vrij bij 10º C. Tabel 4 toont de ongevalsscenario's. Voor de berekening van de bronsterkte is uitgegaan van de kenmerken van het leidingwerk voor de compressor en de genoemde druk.

Scenario	Toelichting frequentie
Compressors breuk	1.0 10^{-4} (frequentie breuk per jaar)
Compressors lekkage	4.4 10^{-3} (frequentie breuk per jaar)

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Compressors breuk	$1.0\ 10^{-4}$	2.5 kg/s	Diameter 15 mm, lengte 10 m, uitstroomduur 38 s.
Compressors lekkage	$4.4\ 10^{-3}$	0.05 kg/s	Diameter 1.5 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 6. Ongevalsscenario's hoge druk compressor

2.4.6 Flessentrailer

De afvoer van waterstof vindt plaats met flessentrailers. Voor het modeleren van de trailer wordt uitgegaan van zeven pakketten met elk maximaal 13 cilinders van elk 350 l. In totaal zijn er 90 cilinders aanwezig op de flessentrailer. De druk is 500 bar(g). Per trailer wordt circa 980 kg waterstof afgevoerd. Conservatief wordt aangenomen dat in elke trailerbay continu een volledig gevulde trailer aanwezig is. De trailer wordt met een metalen slang gekoppeld aan de installatie. De inwendige diameter van de slang is 10 mm. Tabel 5 toont de ongevalsscenario's. Voor de uitstroomduur wordt conservatief het totale volume van de trailer van 31.5 m^3 gebruikt.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	8766 (uur per jaar aanwezig) / 8766 (uren per jaar) x 90 (aantal cilinder) x $5.0\ 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	8766 (uur per jaar aanwezig) / 8766 (uren per jaar) x 90 (aantal cilinder) x $5.0\ 10^{-7}$ (frequentie per jaar)
Vuurbal brand tijdens verlading	8766 (uur per jaar aanwezig) x $5.8\ 10^{-10}$ (frequentie vuurbal per uur)
Vuurbal brand in omgeving	8766 (uur per jaar aanwezig) x $4.0\ 10^{-8}$ (frequentie vuurbal per uur)
Vuurbal externe impact	8766 (uur per jaar aanwezig) x $9.6\ 10^{-10}$ (frequentie vuurbal per uur)
Breuk slang	8766 (uur per jaar aanwezig) x $4.0\ 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)
Lekkage slang	8766 (uur per jaar aanwezig) x $4.0\ 10^{-5}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$4.5\ 10^{-5}$	10.7 kg	Maximale inhoud van één cilinder
Continu grootste aansluiting	$4.5\ 10^{-5}$	2.4 kg/s	Gatgrootte 11 mm, uitstroomduur 409 s.
Vuurbal externe impact	$5.1\ 10^{-6}$	10.9 kg	Maximale inhoud van één cilinder
Vuurbal brand in omgeving	$3.5\ 10^{-4}$	10.9 kg	Maximale inhoud van één cilinder
Vuurbal externe impact	$8.4\ 10^{-6}$	10.9 kg	Maximale inhoud van één cilinder
Breuk slang	$3.5\ 10^{-2}$	2.4 kg/s	Gatgrootte 11 mm, uitstroomduur 409 s.
Lekkage slang	$3.5\ 10^{-1}$	0.02 kg/s	Gatgrootte 1.1 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 7. Ongevalsscenario's van de trailers

2.5 Ongevalsscenario's leiding naar tankstation

Het leidingwerk tussen de compressors en het nabijgelegen tankstation heeft een inwendige diameter van 19.05 mm. Voor de uitstroming wordt uitgegaan van een breuk en lek bij 1000 bar druk en temperatuur 15º C. De leidingen zijn in totaal circa 115 meter lang en liggen onder het maaiveld in een leidinggoot. Voor de uitstroming wordt uitgegaan van verticale uitstroming vanaf het maaiveld.

Tabel 6 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	$1.0\ 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 115 (meter)
Lekkage	$5.0\ 10^{-6}$ (frequentie breuk per meter jaar) x 115 (meter)

Scenario	Frequentie [/jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$1.2\ 10^{-4}$	7.0	Zie tekst, uitstroomduur 1800 s
Lekkage	$5.8\ 10^{-4}$	0.13	Diameter 1.9 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 8. Ongevalsscenario's leiding tussen de compressors en het nabijgelegen tankstation

2.6 Parameters

De standaard parameters van Safeti-NL versie 9.2 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.

In de directe omgeving van de inrichting zijn geen ontstekingsbronnen die meegenomen dienen te worden.

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 10^{-6} /jr dient volgens het Bkl (Besluit kwaliteit leefomgeving) 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 10^{-6} /jr ligt geheel binnen de inrichting. Er liggen geen (geprojecteerde) kwetsbare objecten binnen deze risicocontour. Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico.



Figuur 2. Plaatsgebonden risicocontouren waterstoffabriek Eeserwold Steenwijk

1.0 10^{-5} /jr
1.0 10^{-6} /jr
1.0 10^{-7} /jr
1.0 10^{-8} /jr

3.2 Aandachtsgebied

Per 1 januari 2024 is de omgevingswet in werking getreden. Hierbij treedt ook het Bkl in werking. Conform het Bkl dient het plaatsgebonden risico van activiteiten worden bepaald en dienen de aandachtsgebieden brand, explosie en gifwolk in kaart worden gebracht. Figuur 3 toont deze aandachtsgebieden, uitgesplitst in fakkelbrand-, en vuurbal-aandachtsgebied. Uit dit figuur blijkt dat het effect fakkel 10 kW/m^2 (brandaandachtsgebied) niet reiken over de inrichtingsgrens. Hetzelfde geldt voor het effect vuurbal 10 kW/m^2 (explosieaandachtsgebied). Het bevoegd gezag moet in de verantwoording van het groepsrisico de verschillende effecten meewegen.



Figuur 3. Aandachtsgebieden waterstoffabriek Eeserwold Steenwijk

Plasbrandaandachtsgebied 10 kW/m^2
Vuurbalaandachtsgebied 35 kW/m^2

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 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	10	10
Lage druk buffer	Instantaan	15	15
	Continu 10 min	6	6
	Continu 10 mm gat	11	11
Compressor midden druk	Breuk	27	26
	Lekkage	3	3
Hoge druk buffer	Instantaan	4	4
	Continu 5 mm gat	17	17
Compressor hoge druk	Breuk	35	35
	Lekkage	5	5
Flessentrailer	Instantaan	9	9
	Continu grootste aansluiting	33	34
	Vuurbal brand tijdens verlading	9	9
	Vuurbal brand in omgeving	9	9
	Vuurbal externe impact	9	9
	Breuk slang	33	34
	Lekkage slang	4	4
Leiding in leidinggoot	Breuk	17	12
	Lekkage	3	2

Tabel 9. Effectafstand tot 1% kans op overlijden

4 Beschouwing Externe veiligheid afvoer waterstof

Dit hoofdstuk geeft een beschouwing van de externe veiligheid met betrekking tot het vervoer van gevaarlijke stoffen. Er wordt ingegaan op de vigerende route gevaarlijke stoffen en de tunnel categorieën in de omgeving.

4.1 Route gevaarlijke stoffen

Voor de afvoer van waterstof over de weg moet worden gekeken naar de vigerende routering. De geplande waterstoffabriek ligt aan de Eeser Gaard in de buurt van de A32. De gemeente Steenwijkerland heeft een besluit routering gevaarlijke stoffen vastgesteld. Hierin zijn wegen aangewezen waar voor route plichtige stoffen geen ontheffing aangevraagd dient te worden. Hieronder een uitsnede uit de website met deze publicatie.

Beschrijving van alle hoofdwegen waarover gevaarlijke stoffen worden vervoerd:

- *A32*
- *Zomerdijk N375*
- *Oldemarktseweg N761 richting Oldemarkt tot aan afslag Hagenbroekweg*
- *Ruxveenseweg N334*
- *Steenwijkerweg door Witte Paarden en Willemsoord*
- *Beulakerweg N334 richting Giethoorn tot aan afslag De Deukten*
- *Blokzijlseweg N333*
- *Slijkenburgerdijk N351 richting Kuinre tot aan afslag 't Noordeinde*
- *Eesveenseweg N855 richting Eesveen tot aan afslag Bultweg*
- *Flevoweg N762 richting Sint Jansklooster tot aan afslag Veneweg bij Sint Jansklooster*
- *Blauwehandseweg N 334 tot aan afslag Veneweg*
- *Veneweg richting Wanneperveen tot aan afslag Veneweg 166*
- *Oppen Swolle N331 vanaf gemeentegrens Zwartewaterland tot aan afslag Zuurbeek*

Alle brandbare gassen (cat. 2.1 en 2.3) vallen onder de route plichtige stoffen conform Regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen. Waterstof valt onder cat. 2.1. Voor het vervoer van waterstof dient dus een ontheffing te worden aangevraagd vanaf de inrichting tot aan de N855 via de Eeser Gaard.

4.2 Tunnelveiligheid

Voor de (weg)tunnels in Nederland geldt een categorie indeling waaraan is gekoppeld welke stoffen niet door deze tunnels vervoerd mogen worden. In de nabijheid van het de waterstoffabriek liggen geen tunnels. In het ADR is opgenomen dat het transport van waterstof verboden is door tunnels van categorie B, C, D en E. De flessentrailers mogen dus niet vervoerd worden door tunnels die vallen onder een van deze categorieën.

5 Conclusie

Men is voornemens om een waterstoffabriek, met een vermogen van circa 15 MW, te realiseren aan de Eeser Gaard in Steenwijk. De geproduceerde waterstof wordt met waterstoftrailers afgevoerd. 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 10^{-6} /jr ligt geheel binnen de inrichting. Er liggen geen (geprojecteerde) kwetsbare objecten binnen deze risicocontour. Hiermee wordt voldaan aan de grenswaarde voor het plaatsgebonden risico.

De aandachtsgebieden brand en explosie liggen geheel binnen de inrichtingsgrens.

Referenties

1.	RIVM	2025	Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Versie gedateerd januari 2025
2.	RIVM	2008	Modellering 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.	Gemeente Steenwijkerland		https://www.steenwijkerland.nl/Inwoners/Leefomgeving/Verkeer_en_vervoer/Gevaarlijke_stoffen_vervoeren/Meer_informatie/Kaart_routering_gevaarlijke_stoffen