



Risicoanalyse / H2-tankstation Asten

Project 225138
Datum 22 november 2022

Opdrachtgever
ContrAll



Risicoanalyse / H2-tankstation Asten

Project 225138

Datum 22 november 2022

Auteur(s)

Versie nr.

1.0

Opdrachtgever

ContrAll

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Beschrijving inrichting	5
2.1	H2-installatie	5
2.2	Situatietekening	5
3	Ongevalsscenario's waterstof	6
3.1	Selectie van bedrijfsonderdelen	6
3.2	Initiële faalfrequentie	6
3.3	Ongevalsscenario's flessencontainers	7
3.4	Bufferopslag cilinders	8
3.5	Hoge druk bufferopslag cilinders	8
3.6	Compressorsysteem	9
3.7	Dispenser 350 bar	9
3.8	Dispenser 700 bar	10
4	Overige aspecten	11
4.1	Parameters	11
4.2	Aanwezig rond de inrichting	11
5	Resultaat risicoberekening	12
5.1	Plaatsgebonden risico	12
5.2	Groepsrisico	13
6	Effectafstand	14
7	Conclusie	15
	Referenties	16

1 Inleiding

Het voornemen is op een bestaand reeds in werking zijnde Greenpoint tankstation, gelegen aan Florapark 1 te Asten, uit te breiden met een H2-installatie. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is deze risicoanalyse opgesteld.

Hoofdstuk 2 bevat een korte beschrijving van de inrichting. In hoofdstuk 3 worden de ongevalsscenario's voor waterstof beschreven. Hoofdstuk 4 bevat o.a. de modellering van de omgeving van de inrichting. Hoofdstuk 5 bevat het berekende plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Het berekende risiconiveau wordt hier getoetst aan de normstelling externe veiligheid voor inrichtingen. Hoofdstuk 6 bevat de effectafstanden voor de ongevalsscenario's. Hoofdstuk 7 tenslotte bevat de conclusie.

2 Beschrijving inrichting

2.1 H2-installatie

Het waterstofvulstation bestaat uit een aantal componenten:

- Stalling van waterstofcontainers welke ook dienstdoen als bufferopslagen.
- De compressor.
- De bufferopslag met cilinders.
- De hoge druk bufferopslag met cilinders.
- De losverbinding tussen de dispenser en het motorvoertuig.

De doorzet is 1000 kg waterstof per dag verdeeld over de 350 en 700 bar vulinstallatie.

Voor de overige gegevens wordt verwezen naar de aanvraag voor de omgevingsvergunning.

2.2 Situatietekening

Figuur 2 toont schematisch de situatietekening van de inrichting met de positie van de belangrijkste onderdelen van de installatie.



Figuur 1. Situatietekening

3 Ongevalsscenario's waterstof

3.1 Selectie van bedrijfsonderdelen

De risicoanalyse is uitgevoerd voor het waterstofvulstation. De volgende insluitsystemen en/of activiteiten zijn gemodelleerd voor zowel het 520 als het 900 bar station:

- Stalling van de waterstofcontainers welke dienstdoen als bufferopslag.
- De compressor.
- De bufferopslag met cilinders.
- De hoge druk bufferopslag met cilinders.
- De losverbinding tussen de dispenser en het motorvoertuig.

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. Met Safeti-NL is het niet goed mogelijk om de gevolgen van het vrijkomen van een gas in een omkasting te modelleren. Aangenomen is dat de waterstof in de open lucht vrijkomt.

3.2 Initiële faalfrequentie

Tabel 1 toont de initiële faalfrequentie voor onderdelen van de installatie zoals voorgeschreven in de Handleiding risicoberekeningen Bevi [1] en een specifiek rekenvoorschrift voor gascilinders [2] en een notitie voor waterstof tankstations [3].

Component	Faalwijze	Frequentie
Cilinder (<150L)	Breuk	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Lekkage 3.3 mm gat	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Brand in de omgeving van de gascilinder	Zie tekst
Cilinderpakket	Zie tekst	Zie tekst
Cilinder (>150L)	Instantaan	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Continu 10 min	5.0 10 ⁻⁷ /jr
	Continu 10 mm gat	1.0 10 ⁻⁵ /jr
Compressor	Breuk	1.0 10 ⁻⁴ /jr
	Lekkage	4.4 10 ⁻³ /jr
Losslang	Breuk	4.0 10 ⁻⁶ /uur
	Lekkage	4.0 10 ⁻⁵ /uur
Tubetrailer/container	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 ⁻⁹ /uur
	Vuurbal externe impact ¹	5.0 10 ⁻¹¹ /uur
	Breuk losslang	4.0 10 ⁻⁷ /uur
	Lekkage losslang	4.0 10 ⁻⁵ /uur

Tabel 1. Initiële faalfrequentie onderdelen van de installatie

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

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.

Het is niet aannemelijk dat een langdurige brand uitbreekt door het falen van een cilinder met brandbaar gas. Daarvoor is de inhoud van een gascilinder namelijk te klein. Wel kan een brand uitbreken door de aanwezigheid van brandbare (vloeistof)stoffen in de directe nabijheid van de opslaglocatie, waardoor gascilinders worden aangestraald (of midden in een plasbrand komen te staan). Pas bij een langdurige brand zal een deel van de opgeslagen cilinders kunnen falen. Het meenemen van het brandscenario is dus afhankelijk van locatiespecifieke omstandigheden. In veel gevallen kan dit scenario worden uitgesloten.

- Wanneer er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in de nabijheid van een opslag van gascilinders aanwezig zijn, worden de scenario's "plasbrand" en "brand overig" niet aannemelijk geacht.
- Voor scenario "gevelbrand" geldt dat het betreffende gebouw volgens de PGS 15 richtlijn in ieder geval 60 minuten brandwerend dient te zijn uitgevoerd. Desondanks is een gevelbrand niet volledig uit te sluiten.
- Scenario "brand in een in pandige opslag" tenslotte wordt niet aannemelijk geacht indien de constructie van de betreffende opslagruimte van onbrandbaar materiaal is vervaardigd en er geen brandbare vloeistoffen en vaste stoffen in zowel dezelfde ruimte als in aangrenzende ruimten zijn opgeslagen. De effecten van een in pandige opslag worden gemodelleerd als buiten zijnde.
- Indien brandbare vloeistoffen in de nabijheid van gascilinders aanwezig zijn, kan een plasbrand ontstaan waarbij simultaan falen van meerdere gascilinders niet is uit te sluiten. Bij opslagen van cilinders met brandbare (tot vloeistof verdichte) gassen resulteert dit in gecumuleerde warmtestraling, hetgeen tot grotere effectafstanden zal leiden. Bij de overige gassen heeft het simultaan falen geen extra effecten tot gevolg.

Indien brand niet kan worden uitgesloten, moet de kans op brand van $1.0 \cdot 10^{-5}$ /jr voor elke opslag afzonderlijk toegepast worden.

Voor deze installatie wordt een brand in de omgeving van de gascilinders door bovenstaande oorzaken uitgesloten geacht.

3.3 Ongevalscenario's flessencontainers

De beide waterstofcontainers worden gebruikt als bufferopslag en zijn gemodelleerd als continu aanwezig. De totale inhoud van elke container bedraagt 42.4 m^3 , bij een druk van 300 barg en $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Voor het modeleren van de containers wordt uitgegaan van een flessencontainer met 22 cilinders van elk 1925 l. Uitgegaan wordt van een aansluiting op de container welke gelijk is aan de leidingdiameter van het systeem (10 mm). Tabel 2 toont de ongevalscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Instantaan	22 (aantal tubes) x 5.0 10 ⁻⁷ (frequentie per jaar)
Continu grootste aansluiting	22 (aantal tubes) 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 ⁻⁹ (frequentie vuurbal per uur)
Vuurbal externe impact	8766 (uur per jaar aanwezig) x 5.0 10 ⁻¹¹ (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 [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	1.1 10 ⁻⁵	40.5 kg	Maximale inhoud van één tube
Continu grootste aansluiting	1.1 10 ⁻⁵	0.5 kg/s	Gatgrootte 10 mm, uitstroomduur 1800 s.
Vuurbal brand tijdens verlading	5.1 10 ⁻⁶	40.5 kg	Maximale inhoud van één tube
Vuurbal brand in omgeving	3.5 10 ⁻⁵	40.5 kg	Maximale inhoud van één tube
Vuurbal externe impact	4.4 10 ⁻⁷	40.5 kg	Maximale inhoud van één tube
Breuk slang	3.5 10 ⁻²	0.5 kg/s	Gatgrootte 10 mm, uitstroomduur 1800 s.
Lekkage slang	3.5 10 ⁻¹	0.01 kg/s	Gatgrootte 1.0 mm, uitstroomduur 1800 s.

Tabel 2. Ongevalsscenario's per flessencontainer

3.4 Bufferopslag cilinders

De bufferopslag bestaat uit een 3 gascilinders van elk 0.9 m³. De druk is 520 bar(g). Tabel 3 toont de frequentie en bronsterkte voor de ongevalsscenario's.

Scenario	Frequentie [1/jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	1.5 10 ⁻⁶ /jr	28.8 kg	Maximale inhoud van één cilinder
Continu 10 min	1.5 10 ⁻⁶ /jr	0.29 kg/s	Maximale inhoud van alle cilinders in 600 s
Continu 10 mm gat	3.0 10 ⁻⁵ /jr	2.0 kg/s	Diameter 10 mm, alle cilinders in 85 s

Tabel 3. Ongevalsscenario's bufferopslag

3.5 Hoge druk bufferopslag cilinders

De hoge druk bufferopslag bestaat uit twee verschillende cilinderpakketten met ieder een eigen druk. Elk cilinderpakket bestaat uit 3 cilinders van elk 300 l. Bij het afnemen van waterstof zal dit in cascade worden gevuld afhankelijk van de benodigde druk. Nadien zullen deze buffers door het compressiestation opnieuw wordt gevuld. Buffer opslag totaal is 1800 l. Dit is onderverdeeld in de drukken 520 bar en 950 bar.



Tabel 4 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 cilinder is dan $6 \times 5.0 \cdot 10^{-7} = 3.0 \cdot 10^{-6}$ /jr. Conservatief wordt alleen van de hoogste druk uitgegaan.

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Instantaan	$3.0 \cdot 10^{-6}$	14.2 kg	Maximale inhoud van één buffer
Continu 10 min	$3.0 \cdot 10^{-6}$	0.14 kg/s	Maximale inhoud van alle cilinders in 600 s
Continu 10 mm	$6.0 \cdot 10^{-5}$	3.5 kg/s	Diameter 10 mm, alle cilinders in 24 s

Tabel 4. Ongevalsscenario's hoge druk bufferopslag

3.6 Compressorsysteem

Aangenomen is dat de compressor continu in gebruik zal zijn. Tabel 5 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 container.

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 [jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$1.0 \cdot 10^{-4}$	2.8 kg/s	Diameter 9 mm, lengte 5 m, uitstroomduur 16 s.
Lekkage	$4.4 \cdot 10^{-3}$	0.02 kg/s	Diameter 0.9 mm, uitstroomduur 1560 s.

Tabel 5. Ongevalsscenario's compressor

3.7 Dispenser 350 bar

De doorzet van deze dispenser is 725 kg waterstof per dag. Het afleverdebiet is 0.06 kg/s, zodat de dispenser maximaal circa 1225 uur van het jaar in gebruik is. De bronsterkte is berekend met Safeti-NL door uit te gaan van een leiding aan een vat met een lengte van 16 m. Tabel 6 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	1225 (uren in bedrijf) \times $4.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)
Lekkage	1225 (uren in bedrijf) \times $4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Breuk	$4.9 \cdot 10^{-3}$	0.33	Diameter 10 mm, inhoud van 2.75 m^3 , uitstroomduur 267 s.

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte [kg/s]	Toelichting
Lekkage	$4.9 \cdot 10^{-2}$	0.014	Diameter 1 mm, inhoud van 2.75 m ³ , uitstroomduur 1800 s.

Tabel 6. Ongevalsscenario's dispenser 350 bar station

3.8 Dispenser 700 bar

De doorzet van deze dispenser is 275 kg waterstof per dag. Het afleverdebiet is gemiddeld 0.03 kg/s, zodat de dispenser maximaal circa 929 uur van het jaar in gebruik is. De bronsterkte is berekend met Safeti-NL door uit te gaan van een leiding aan een vat met een lengte van 16 m. Tabel 7 toont de ongevalsscenario's.

Scenario	Toelichting frequentie
Breuk	929 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-6}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)
Lekkage	929 (uren in bedrijf) x $4.0 \cdot 10^{-5}$ (frequentie breuk per uur in bedrijf)

Scenario	Frequentie [jr]	Bronsterkte	Toelichting
Breuk	$3.7 \cdot 10^{-3}$	0.65 kg/s	Diameter 10 mm, inhoud van 930 l, uitstroomduur 59 s.
Lekkage	$3.7 \cdot 10^{-2}$	0.03 kg/s	Diameter 1 mm, inhoud van 930 l, uitstroomduur 587 s.

Tabel 7. Ongevalsscenario's dispenser 700 bar station

4 Overige aspecten

4.1 Parameters

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

4.2 Aanwezigen rond de inrichting

Figuur 2 toont de ligging van de inrichting en het invloedsgebied aangegeven met de maximum effectafstand. Het invloedsgebied valt deels over het pand aan de noordzijde van de inrichting. Het oppervlak binnen dit deel van het invloedsgebied is circa 32 m². Het gaat hier om een aanhangerdealer waar ook een deel kantoor in is gevestigd (2 verdiepingen). Uitgaande van de handreiking verantwoording groepsrisico zijn hier circa 2 personen aanwezig (1 persoon per 30 m² bvo kantoor). Conform de definitie van het groepsrisico, de kans op 10 of meer slachtoffers, is er daarmee geen groepsrisico.



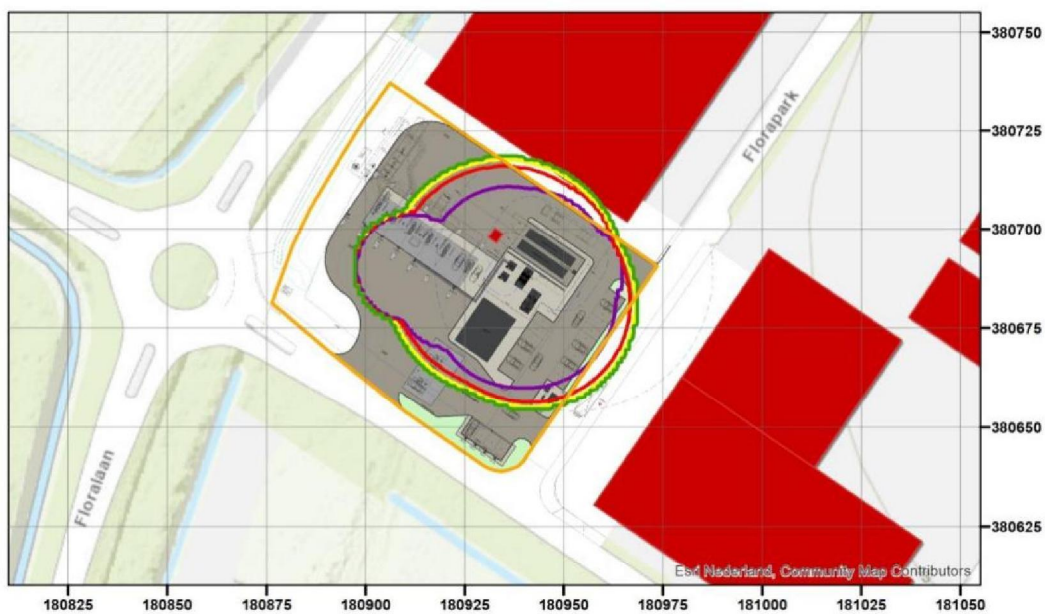
Figuur 2. Bevolkingsgebieden rond de inrichting

5 Resultaat risicoberekening

5.1 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. De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt gedeeltelijk buiten de inrichting. Binnen de contour bevindt zich geen object van derden.



Figuur 3. Plaatsgebonden risicocontouren

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

5.2 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.

Binnen het invloedsgebied bevinden zich minder dan 10 personen, dat wil zeggen geen. De inrichting veroorzaakt daarom geen groepsrisico.

6 Effectafstand

Effectafstanden zijn berekend voor alle scenario's. Tabel 8 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) voor de waterstof-installatie. De aanduiding in de kolommen onderdeel en scenario zijn een referentie naar de tekst in hoofdstuk 3.

Onderdeel	Scenario	D-5.0	F-1.5
Buffer 350 bar	Instantaan	14	14
	Continu10min	9	9
	Continu10mm	24	24
Slang	Breuk	10	10
Dispenser 350 bar	Lekkage	2	2
Buffer 700 bar	Instantaan	10	10
	Continu10min	6	6
	Continu10mm	30	30
Slang dispenser 700 bar	Breuk	13	13
	Lekkage	3	3
Compressor	Breuk	26	27
	Lekkage	3	3
Flessencontianer	Instantaan	16	16
	ContinuGrootsteAansluiting	11	12
	VuurbalVerlading	16	16
	VuurbalOmgevingsbrand	16	16
	VuurbalExternImpact	16	16
	BreukLosslang	11	12
	LekkageLosslang	2	2

Tabel 8. Effectafstand waterstof tot 1% kans op overlijden

7 Conclusie

Het voornemen is op een bestaand reeds in werking zijnde Greenpoint tankstation, gelegen aan Florapark 1 te Asten, uit te breiden met een H2-installatie. In het kader van de aanvraag voor de omgevingsvergunning is deze risicoanalyse opgesteld.

De contour voor de grenswaarde van het plaatsgebonden risico van $1.0 \cdot 10^{-6}$ /jr ligt gedeeltelijk buiten de inrichting. Binnen de contour bevindt zich geen object van derden.

Binnen het invloedsgebied bevinden zich minder dan 10 personen, dat wil zeggen geen. De inrichting veroorzaakt daarom 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 waterstof tankstations
Memo kenmerk 20160149 VLH HAS/Sta/sij gedateerd 3
oktober 2016