

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings

Aan: EnergyStock B.V.
Postbus 364
9700 AJ Groningen
5.1.2. e

Van: [redacted]

Datum: 6 februari 2018

Kopie: 5.1.2. e

Ons kenmerk: I&BBF6260-123-100N001F01

Classificatie: Beperkt verspreid

Onderwerp: Onderzoek QRA verplichting uitbreiding UGS Zuidwending met waterstof-installatie

EnergyStock B.V. (hierna EnergyStock), een zusterbedrijf van N.V. Nederlandse Gasunie (hierna Gasunie), is voornemens om binnen de hekken van de inrichting UGS Zuidwending een waterstof productie- en afleverinstallatie te plaatsen en in bedrijf te nemen. Wanneer de effecten bij falen van (delen van) deze waterstof-installatie tot buiten de inrichting reiken, moet deze installatie worden toegevoegd aan de QRA. Indien de effecten (1% letaliteit) van de waterstof-installatie niet buiten de inrichtingsgrens komen is een revisie van de QRA echter niet nodig. Deze memo onderzoekt of de QRA van de UGS Zuidwending moet worden aangepast indien deze inrichting wordt uitgebreid met de voorgenomen waterstof-installatie. Hiertoe wordt een sub-selectie van de waterstof-installatie uitgevoerd op basis van de effectafstand-methode.

De effectberekeningen die in deze memo zijn beschreven, zijn uitgevoerd in Safeti- NL, versie 6.54, inclusief patch 1, 2 en 3. De modellering is in lijn met de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HRB, rev. 3.3, 1 juli 2015).

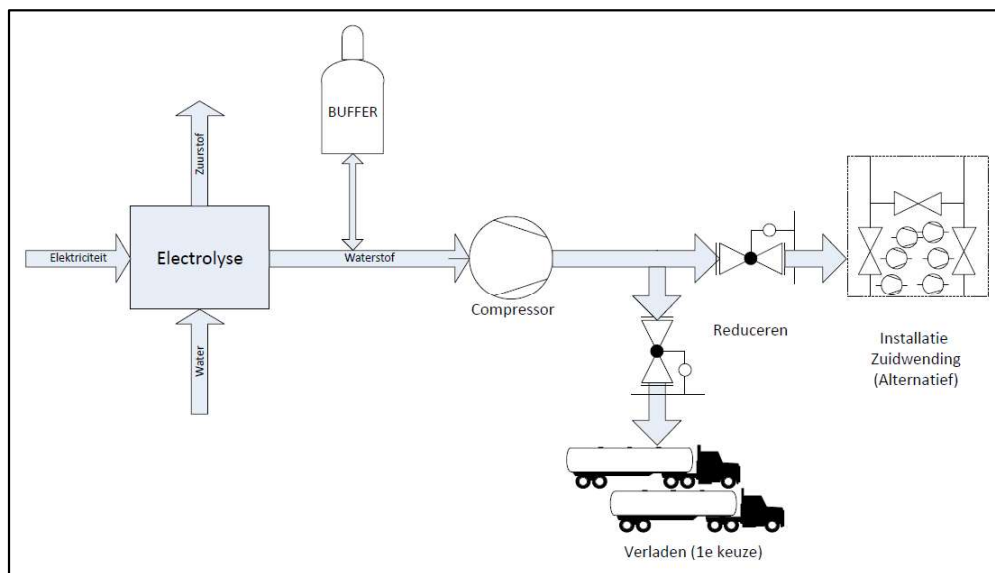
Aanleiding

Gasunie en Energystock willen een pilotproject uitvoeren waarbij op beperkte schaal waterstof wordt geproduceerd. Zij zijn voornemens om hiervoor op de UGS Zuidwending een waterstof productie- en afleverinstallatie te plaatsen. Het waterstof wordt door middel van elektrolyse geproduceerd en vervolgens op druk gebracht en opgeslagen in waterstoftrailers. De benodigde energie om de waterstof te produceren in de elektrolyse-installatie wordt opgewekt door middel van PV-cellen (zonnepanelen). De zonnepanelen zullen net buiten de inrichting gesitueerd worden, op enkele meters afstand van de inrichtingsgrens van de UGS Zuidwending. Het hekwerk rondom de inrichting staat op de inrichtingsgrens. Omdat het project zich nog in een vroege fase bevindt, staat nog niet geheel vast welk type waterstof-trailer op de inrichting zal komen om het geproduceerde waterstof af te voeren. Op het moment van schrijven van deze memo zijn twee typen trailers nog mogelijk. Beiden typen zijn in deze memo beschouwd.

Installatiebeschrijving en ligging

De installatie bestaat uit zonnepanelen voor de opwekking van elektriciteit, een elektrolyse-installatie om water om te zetten in zuurstof en waterstof, een buffervat op lage druk (circa 20 bar), een compressor (voor drukophoging tot 300 bar) en een afleverstation voor twee trailers. Optioneel wordt er een leiding aangelegd vanaf de compressor naar een aansluiting elders op de UGS, om waterstof op te mengen in het aardgas. In figuur 1 is de installatie schematisch weergegeven.

De trailers bestaan uit in serie geschakelde cilinders, opgedeeld een aantal verschillende secties. De twee mogelijk te gebruiken trailers hebben ieder een andere configuratie. In het ene geval wordt er gebruik gemaakt van 115 kunststof cilinders, in het andere geval van 224 stalen cilinders.

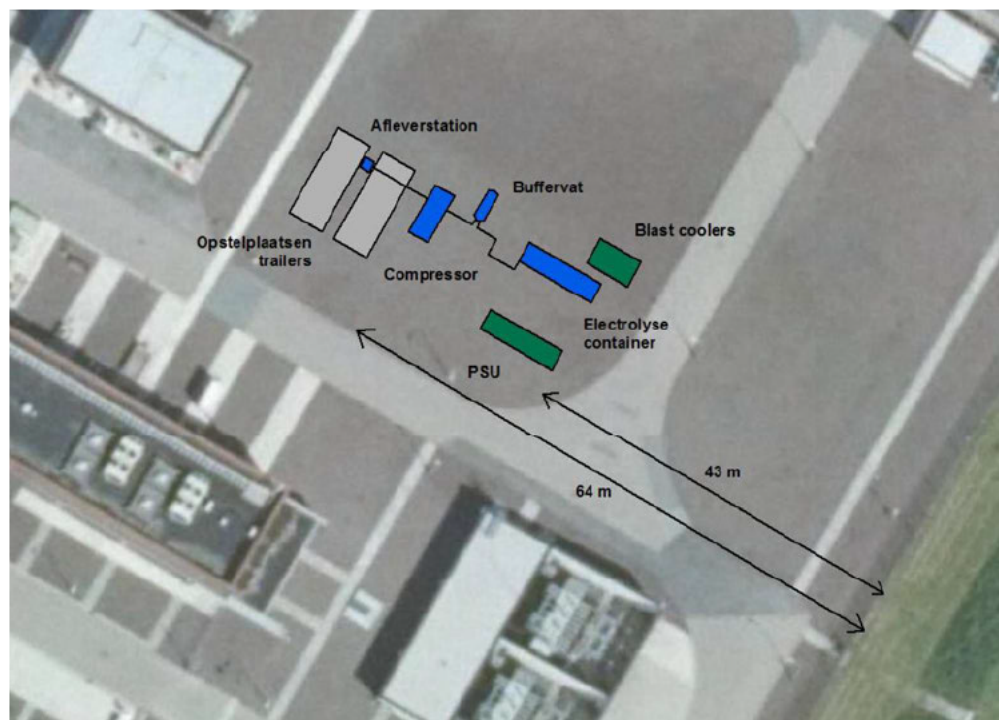


Figuur 1: Schematische weergave waterstof-installatie

De ligging van de waterstof-installatie binnen de inrichting van de UGS Zuidwending is weergegeven in figuur 2 en een detailweergave van de waterstof-installatie is weergegeven in figuur 3. De kortste afstand van het hogedrukgedeelte van het waterstofsysteem (na de compressor) tot de terreingrens is circa 64 meter. De kortste afstand van het lagedrukgedeelte van het waterstofsysteem (tot en met de compressor) tot de terreingrens is circa 43 m. Deze zijn beiden weergegeven in figuur 3.



Figuur 2: Ligging waterstof-installatie (rode polygoon)



Figuur 3: Lay-out waterstof-installatie

De elektrolyse-installatie produceert circa 17 kg waterstof per uur (circa 0,005 kg/s). De eigenschappen van de waterstof-installatieonderdelen die van belang zijn voor dit onderzoek zijn opgenomen in tabel 1.

Tabel 1: Eigenschappen installatie-onderdelen

Onderdeel	Volume [m ³]	Druk [bar]	Max. diameter [mm]
Elektrolyse-installatie	0,1	20	N.v.t.
Leidingwerk tussen elektrolyse-installatie en buffervat	< 1	20	25
Buffervat	4	20	25
Leidingwerk tussen buffervat en compressor	< 1		
Compressor	0,1	20 ¹	25
Leidingwerk tussen compressor en afleverstation ²	< 1	300	25
Afleverstation	< 0,1	300	25
Leidingwerk van compressor naar aansluiting UGS-installatie voor opmenging in aardgas (optioneel) ³	< 1	66,2	25

¹ Aansluiting zuigleiding

² Leiding merendeels in goot gelegen

³ Leiding ondergronds gelegen

De twee waterstoftrailers die mogelijk toegepast kunnen worden hebben de volgende eigenschappen.

Tabel 2: Eigenschappen waterstoftrailers

Eigenschap	Trailer 1 (Wystrach)	Trailer 2 (Holthausen)
Materiaal cilinder	Kunststof	Staal

Eigenschap	Trailer 1 (Wystrach)	Trailer 2 (Holthausen)
Aantal cilinders	116	224
Aantal cilinderpakketten (secties)	9	<i>Onbekend</i>
Aantal cilinders per pakket (sectie)	8 x 13 en 1 x 12	<i>Onbekend</i>
Inhoud cilinder	7,33 kg	1,5 kg
Inhoud trailer	850,3 kg	336 kg
Druk cilinder	300 bar	300 bar
Diameter aansluiting trailer	25 mm	25 mm
Diameter distributieleidingen over cilinders	16 mm	Max. 16 mm
Terugslagklep in distributieleiding(en) richting cilinders stroomopwaarts van aansluiting afleverstation	Ja	<i>Onbekend</i>
Knop voor handmatige noodstop	2x	<i>Onbekend</i>
Brake-away coupling	Ja	<i>Onbekend</i>

Sub-selectie

Om te bepalen of de waterstof-installatie moet worden toegevoegd aan de QRA van UGS Zuidwending wordt een sub-selectie uitgevoerd van deze installatie op basis van de effectafstand. De hierbij gehanteerde procedure bevat de volgende stappen:

1. Selectie van het scenario dat de grootste effectafstand zal opleveren. Dit is het scenario met de hoogste druk en het grootste lek en daarmee de grootste uitstroming (kg/s).
2. Bepaling van de maximale effectafstand (1% letaliteit).
3. Vergelijking van de effectafstand met de afstand tot de terreingrens.

Er wordt een effectafstand bepaald voor het hoge druk systeem en een voor het lage druk systeem. De volgende installatieonderdelen met scenario's worden hierbij onderscheiden:

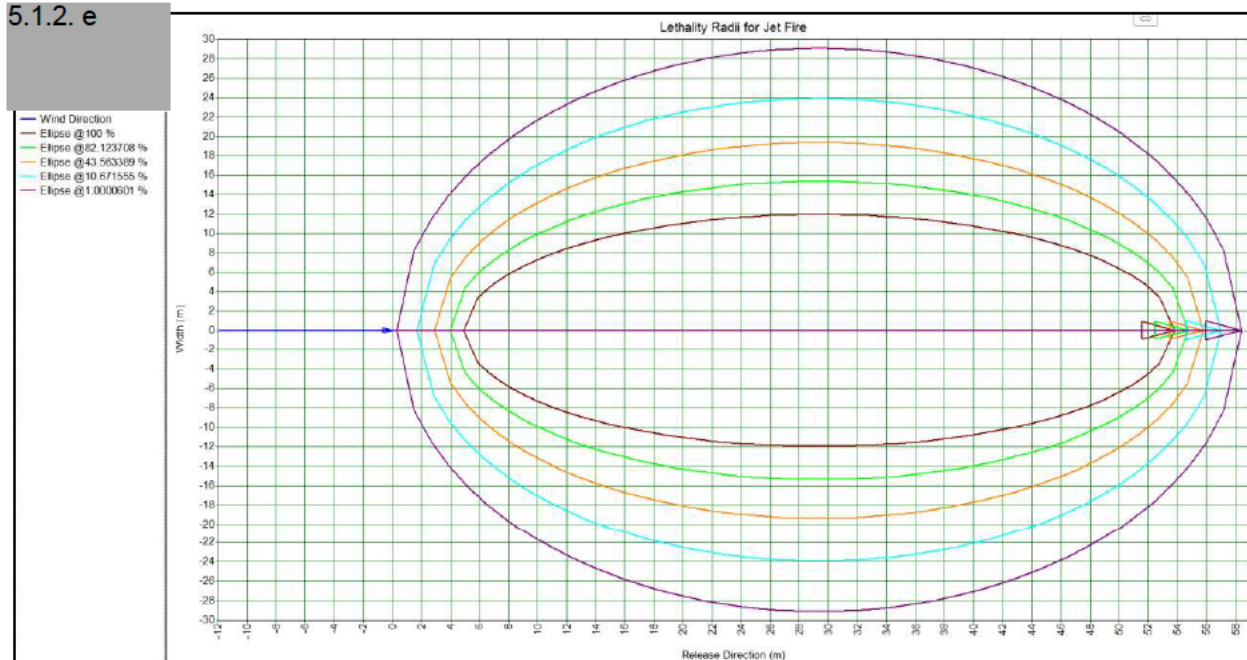
Tabel 3: Installatieonderdelen en mogelijke scenario's

Installatieonderdeel	Scenario's
Lage druk gedeelte (20 barg)	
Leiding (1 inch)	Breuk Lek
Bufferopslag (4 m ³)	Instantaan falen 10 minuten uitstroming 10 mm lek
Compressor (aanvoerende leiding 1 inch)	Breuk aanvoerende leiding Lek aanvoerende leiding
Hoge druk gedeelte (300 barg)	
Leiding tussen compressor en afleverstation (1 inch)	Breuk Lek
Distributieleiding op trailer (max 1 inch)	Breuk Lek
cilinderpakketten (x pakketten à y cilinders)	Instantaan falen 1 cilinder Lek 5 mm

Installatieonderdeel	Scenario's
Optionele afleverleiding naar UGS (max 1 inch)	Breuk Lek

Voor het hoge druk systeem is het scenario dat de grootste 1% letaliteit effectafstand zal genereren een leidingbreuk in de 1 inch leiding direct na de compressor. Deze breuk zal uitstroming van twee kanten produceren. Het debiet van de compressor is zo gering dat vanaf de compressorzijde de uitstroming na een fractie van een seconde stopt. Daarom wordt in Safeti-NL alleen de uitstroming vanaf het afleverstation (de trailer) meegenomen in de effectberekening. In de QRA moet het scenario beschouwd worden dat de terugslagklep faalt. Hierbij kan de inhoud van de cilinders op de trailer leegstromen uit dit 25 mm gat. Dit is gemodelleerd in Safeti-NL als een line rupture van een 1 meter lange leiding (diameter 1 inch) aan een volume van 850 kg waterstof. Het maximale debiet van dit scenario is 7,63 kg/s. De maximale effectafstand is hierbij 59 m bij de meest ongunstige weercondities (D9) (zie figuur 4).

5.1.2. e



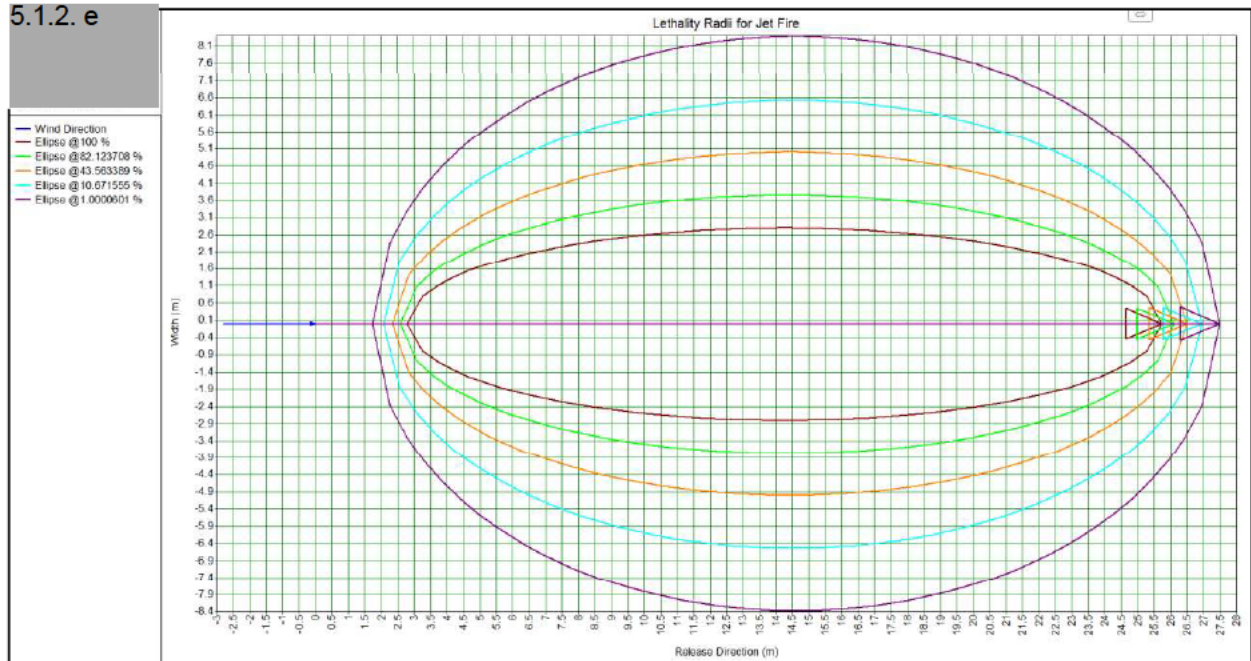
Figuur 4: Maximale effectafstand (D9 weercondities) bij eenzijdige uitstroming uit 1 inch leiding op 300 barg

De optionele afleverleiding naar de UGS-installatie zal ook een 1 inch leiding betreffen. De druk van het waterstofgas zal voor deze afleverleiding direct na de compressor teruggebracht worden tot 66,2 barg. De afleverleiding loopt over het midden van het terrein van de inrichting, op een even grote of grotere afstand van het hekwerk dan de hogedrukdelen van de waterstof-installatie. Gezien de diameter van de leiding (1 inch) bij een gereduceerde druk, in combinatie met de ligging, wordt geconcludeerd dat de effecten bij falen van deze leiding niet tot buiten de inrichting zullen reiken.

Voor het lage druk systeem worden de grootste effectafstanden behaald door het scenario leidingbreuk van de 1 inch leiding op 20 barg. Aangenomen wordt dat bij een lek de compressor als een barrière tegen terugstroming zal dienen. Vanwege het geringe volume van het lage druk systeem (ca 4 m³) zal de druk zeer snel afnemen. De totale inhoud van het systeem is bij een eenzijdige uitstroming na circa 12 seconden weg als aangenomen wordt dat het initiële debiet kan worden aangehouden. Als dubbelzijdige uitstroming wordt aangenomen (om het uitstroombdebit te vergroten en daarmee de effectafstand) dan is de totale inhoud al na 6 seconden op. De 1% letaliteit wordt gemeten bij een blootstellingsduur van 20

seconden aan een warmtestraling van circa 10 kW/m^2 . Bij een kortere blootstellingsduur zal voor een zelfde letaliteit een hogere warmtestraling nodig zijn. Een eenzijdige uitstroming met uitstroomdebiet gelijk aan het initiële uitstroomdebiet van $0,56 \text{ kg/s}$ levert een effectafstand van 20 m . Als worst case inschatting wordt toch van de tweezijdige uitstroming uitgegaan en wordt aangenomen dat deze gedurende langere tijd kan worden onderhouden. Het uitstroomdebiet wordt dan circa $1,2 \text{ kg/s}$ met een effectafstand van circa 28 meter (zie figuur 5).

5.1.2. e

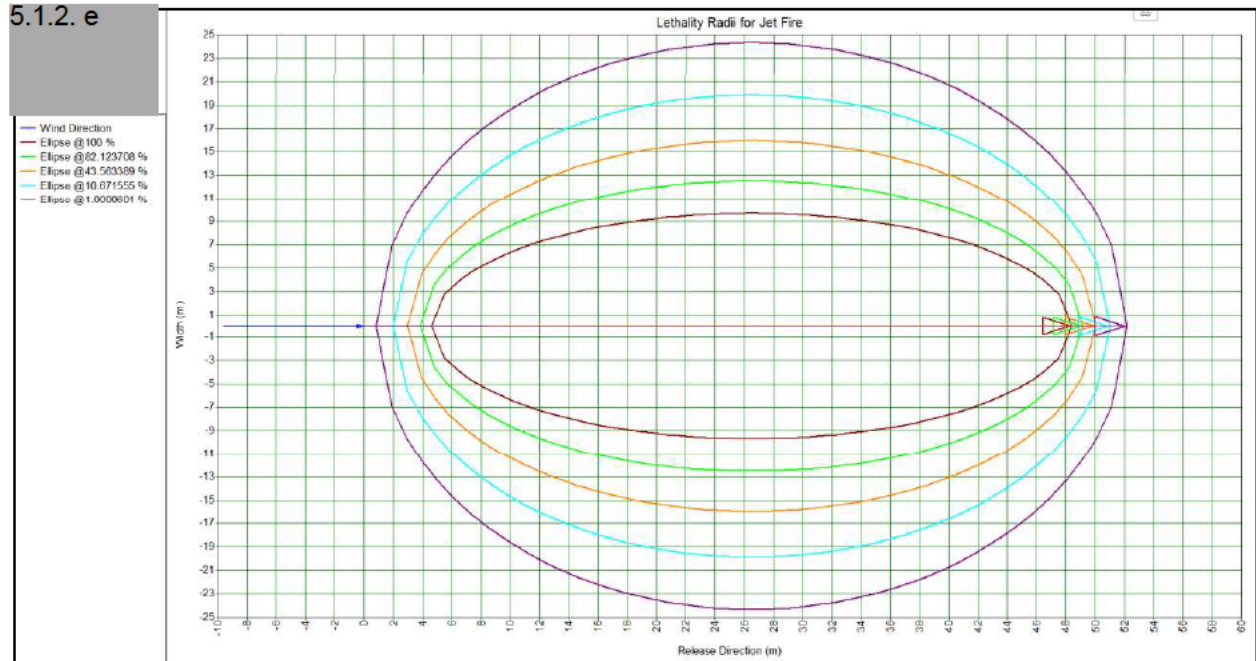


Figuur 5: Maximale effectafstand bij tweezijdige uitstroming uit 1 inch leiding op 20 barg

De overige geloofwaardige scenario's leveren tevens kleinere effectafstanden op. Hieronder worden ter illustratie nog twee scenario's voor de trailer uitgewerkt.

Een leidingbreuk in de distributieleidingen van de trailers zal uitstromen van twee kanten. De ringleidingen van de distributiesystemen hebben een maximale diameter van 16 mm . Het maximale effectscenario wordt verkregen door aan te nemen dat de ringleiding halverwege breekt en dat de aangesloten secties een tweezijdige uitstroming kunnen onderhouden. Het maximale gecombineerde debiet door twee 16 mm gaten op 300 bar is $5,9 \text{ kg/s}$. De 1% letaliteit effectafstand is hierbij 52 m (zie figuur 6).

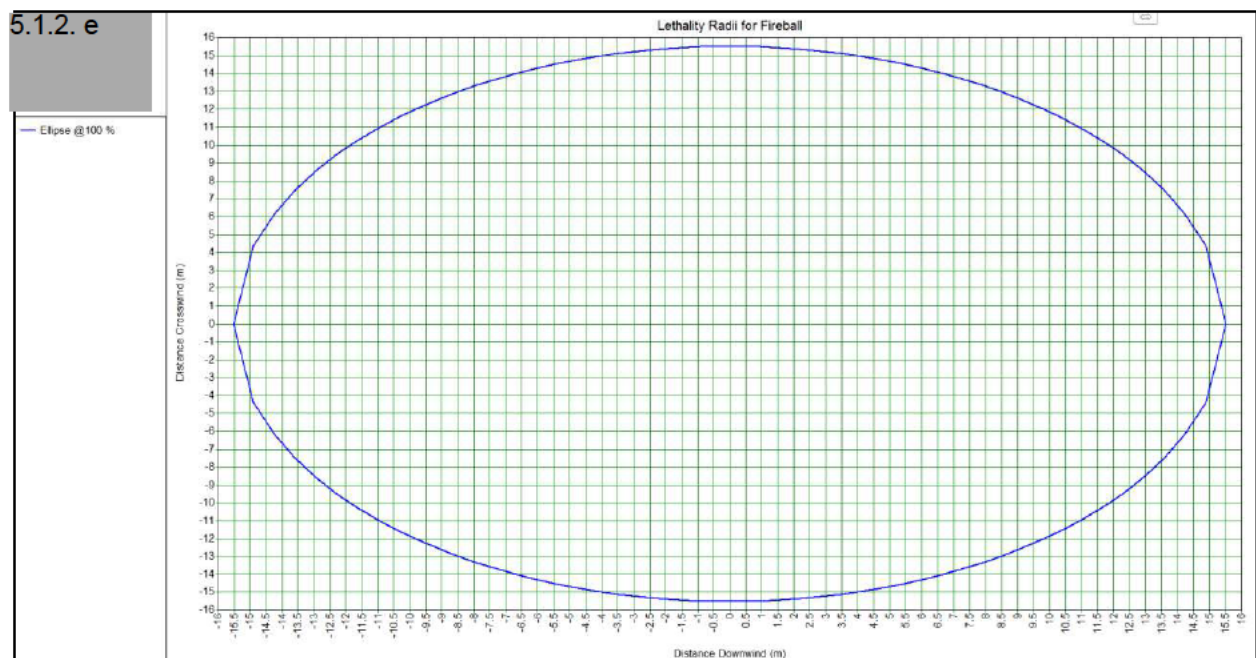
5.1.2. e



Figuur 6: Maximale effectafstand bij tweezijdige uitstroming uit 16 mm leiding op 300 barg

Het instantaan falen van één van de cilinders van 7,33 kg heeft een 1% letaliteit effectafstand van circa 16 m (zie figuur 7). Het gelijktijdig instantaan falen van meerdere cilinders wordt conform de HRB niet geloofwaardig geacht.

5.1.2. e



Figuur 7: Maximale effectafstand instantaan falen 1 cilinder op 300 barg

Conclusie

In figuur 3 is weergegeven dat de afstand van het hogedrukgedeelte van de waterstof-installatie naar het hekwerk circa 64 m is. De maximale effectafstand van de waterstof-installatie is 59 m (figuur 4). De afstand van het lagedrukgedeelte tot aan de terreingrens is circa 43 m. De maximale effectafstand van

het lage druk systeem van de waterstof-installatie is circa 28 m. Geconstateerd wordt dat de toevoeging van de waterstof-installatie niet zorgt voor letale effecten buiten de inrichting. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat conform het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) de QRA van UGS Zuidwending niet hoeft te worden geactualiseerd.