

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)

**Waterstofopslag
CoorsTek Netherlands B.V.**

4 december 2024 - Confidential

Contactpersoon

5.1.2e

Safety Consultant

M 5.1.2e

E 5.1.2e @arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Afkortingen	6
1 Algemene rapportgegevens	7
1.1 Rekenmethodiek	7
1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid	7
1.2.1 Plaatsgebonden risico en groepsrisico	7
1.2.1.1 Plaatsgebonden risico	7
1.2.1.2 Groepsrisico	7
2 Algemene beschrijving van het project	9
2.1 Achtergrond	9
2.2 De inrichting van het systeem	9
2.3 De procesbeschrijving van de doorgerekende installatie	10
2.3.1 Doel van het proces	10
2.3.2 Aanwezige gevaarlijke stoffen	10
3 Beschrijving omgeving	11
3.1 Algemeen	11
3.2 Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties	11
3.3 Bevolkingsgegevens	11
3.4 Mogelijke gevaren van buiten de inrichting	12
3.5 Mogelijke ontstekingsbronnen buiten de inrichting	12
3.6 Gebruikte ruwheidslengte en meteostation	12
4 De Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA)	13
4.1 Uitstroming	13
4.1.1 Algemeen	13
4.1.2 Uitstromingsrichting en duur	13
4.2 Initiële faalkansen en uitwerking scenario's	14

5	Effectberekening	17
5.1	Algemeen	17
5.2	Ontstekingskansen	17
5.2.1	Directe ontsteking	17
5.2.2	Vertraagde ontsteking	17
6	Blootstelling en schade	18
6.1	Populatie & Risk Ranking Points (RRP)	18
6.2	Modelering van de schade	19
6.2.1	Blootstelling van personen aan warmtestraling	19
6.2.2	Blootstelling van personen aan een volkbrand	19
6.3	Effectafstanden dominante scenario's	19
6.3.1	Effectafstanden weerklassse F1,5 m/s	19
6.3.2	Effectafstanden weerklassse D5,0 m/s	19
6.4	Aandachtsgebieden	20
6.4.1	Brandaandachtsgebied	21
6.4.2	Explosieaandachtsgebied	21
6.4.3	Gifwolkaandachtsgebied	22
7	QRA-resultaten	23
7.1	Plaatsgebonden risico	23
7.2	Groepsrisico	23
8	Conclusies	24
8.1	Toetsing plaatsgebonden risico aan acceptatiecriteria	24
8.2	Toetsing groepsrisico aan acceptatiecriteria	24
9	Referenties	25
10	Definities	26
	Colofon	28

Samenvatting

Het voorliggende rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de risicoberekeningen die zijn uitgevoerd voor waterstofopslag installatie van CoorsTek Netherlands B.V. (hierna: CoorsTek) te Uden.

De wijzigingen in deze derde revisie van de QRA zijn gebaseerd op de e-mail van de ODBN ontvangen op 19 september 2024.

De berekeningen die in dit rapport worden gepresenteerd, zijn uitgevoerd in overeenstemming met het Besluit externe veiligheid inrichtingen [ref.1] en de rekenmethodiek zoals beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3 (HRB) [ref. 2]. Ook is de Memo van het RIVM "Risico- en effectafstanden waterstoftankstations" (20160149 VLH HAS/Sta/sij, d.d. 3 oktober 2016) [ref. 3] gebruikt om het rapport aan te vullen met rekenmethodieken die worden gebruikt voor waterstofongevallen.

De berekeningen zijn uitgevoerd met Safeti-NL, versie 8.8.

Conclusie plaatsgebonden risico:

Uit de berekeningen blijkt dat het plaatsgebonden risico van het waterstofopslag van CoorsTek voldoet aan de in het Besluit externe veiligheid inrichtingen [ref. 1] gestelde grens- en richtwaarden. De Plaatsgebonden Risico (PR) 10^{-6} per jaar contour ligt volledig binnen de terreingrens. Binnen de PR 10^{-6} per jaar contour bevinden zich geen (beperkt) kwetsbare objecten.

Conclusie groepsrisico:

Uit de berekeningen van het groepsrisico volgt dat er geen scenario's zijn met 10 of meer slachtoffers. In het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (conform de definitie gegeven in artikel 1 van het Bevi [ref. 1] is er dus geen sprake van groepsrisico.

Afkortingen

BEVI	Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen
BRZO	Besluit Risico's Zware Ongevallen
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
GR	Groepsrisico
HRB	Handleiding Risicoberekeningen BEVI
LFL	Lower Flammable Limit
LOC	Loss Of Containment
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram
PR	Plaatsgebonden Risico
QRA	Quantitative Risk Assessment
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RRP's	Risk Ranking Points

1 Algemene rapportgegevens

Het voorliggende rapport beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de risicoberekeningen die zijn uitgevoerd voor waterstofopslag installatie van CoorsTek te Uden. De installatie bestaat uit een mobiele tube trailer van 20 m³ en een vaste buffertank van 6 m³ voor tijdens het schakelen tussen twee tube trailers. De waterstof in de tube trailers is aangesloten op het CoorsTek-leidingennetwerk.

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd teneinde inzicht te geven in de mogelijke risico situatie rond de waterstofopslag.

1.1 Rekenmethodiek

De berekeningen die in dit rapport worden gepresenteerd, zijn uitgevoerd in overeenstemming met het Besluit externe veiligheid inrichtingen [ref. 1] en de rekenmethodiek zoals beschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4.3 (HARI) [ref. 2]. Ook is de Memo van het RIVM "Risico- en effectafstanden waterstoftankstations" [ref. 3] gebruikt om het rapport aan te vullen met de rekenmethodieken die worden gebruikt voor waterstofongevallen.

De berekeningen zijn uitgevoerd met Safeti-NL, versie 8.8.

Het rekenbestand betreft het psux bestand "QRA CoorsTek H2 (Rev.2).psux"

1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid

1.2.1 Plaatsgebonden risico en groepsrisico

De externe veiligheidsrisico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 1].

1.2.1.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is de kans op overlijden die een onbeschermd fictief persoon loopt als hij zich gedurende een jaar continu op een bepaalde plaats zou bevinden. Punten met een gelijk plaatsgebonden risico worden met elkaar verbonden en vormen zodanig de risico-contouren.

Voor het Plaatsgebonden Risico staan in het BEVI grens- en richtwaarden vermeld voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten in nieuwe en bestaande situaties. Ook dient rekening te worden gehouden met de geprojecteerde objecten in het geldende bestemmingsplan. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen in woonwijken, scholen en ziekenhuizen. Enkele voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten zijn verspreid liggende woningen, dienst- en bedrijfswoningen, kleine hotels en restaurants, sport-, kampeer- en recreatieterreinen met minder dan 50 mensen.

De grens- en richtwaarden voor nieuwe situaties, en op termijn ook voor bestaande situaties, staan in de Tabel 1.

Tabel 1. Risico normering plaatsgebonden risico BEVI-inrichtingen.

Object	Norm
(Geprojecteerd) kwetsbaar	Grenswaarde PR 10 ⁻⁶ / jaar
(Geprojecteerd) beperkt kwetsbaar	Richtwaarde PR 10 ⁻⁶ / jaar

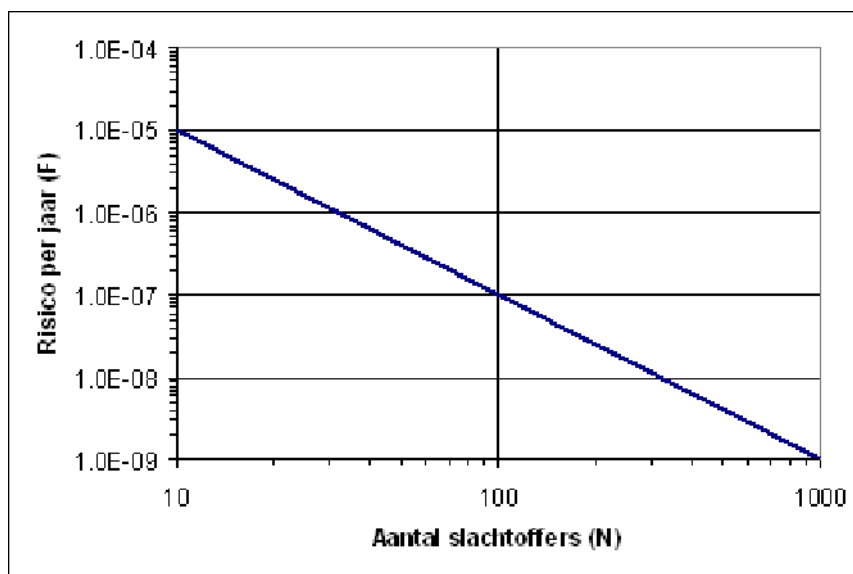
1.2.1.2 Groepsrisico

Het groepsrisico is de kans op een ongeval waarbij een groep van ten minste het gegeven aantal personen gelijktijdig dodelijk slachtoffer wordt. Het groepsrisico wordt grafisch weergegeven in een zogenaamde f-N curve. Deze grafiek geeft het mogelijke aantal slachtoffers (N) weer met de bijbehorende kans van optreden (f).

Voor het groepsrisico geldt geen harde norm. In het besluit is een voorschrift opgenomen op grond waarvan inzicht moet worden gegeven in de actuele hoogte van het groepsrisico en de bijdrage aan het groepsrisico van ruimtelijke ontwikkelingen of risicovolle activiteiten. Bij de toetsing van het groepsrisico wordt een oriëntatiewaarde gebruikt. Het is vervolgens aan het bevoegd gezag om de verantwoording van het groepsrisico op te stellen volgens de verantwoordingsplicht en om onder meer overleg te voeren met de brandweer. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de ligging van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde, maar dient een afweging van belangen gemaakt te worden en wordt rekening gehouden met de aanwezige rampenbestrijdingsplannen en -middelen en de zelfredzaamheid van personen. Ook genomen maatregelen ter voorkoming en beperking van escalatie, welke niet in een QRA verdisconteerd kunnen worden, kunnen hierbij worden beschouwd.

De voor het groepsrisico van toepassing zijnde oriënterende waarde is weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1. Ligging oriënterende waarden voor het Groepsrisico.



2 Algemene beschrijving van het project

2.1 Achtergrond

CoorsTek produceert en ontwikkelt op de locatie in Uden technische keramische onderdelen voor de industrie. In 2016 heeft CoorsTek de voormalige Philips fabriek en R&D afdeling voor technisch keramiek in Uden overgenomen. De locatie is door Philips in 1953 in gebruik genomen, daarvoor was deze locatie als akkerland in gebruik. De fabriek levert onder meer keramische onderdelen op het gebied van elektronica, gezondheidszorg, energieopwekking en de automotive industrie.

CoorsTek heeft momenteel een vergunning voor essentiële zaken op grond van de Wet milieubeheer (referentie: 2000/34 verleend op 15 maart 2001). Deze vergunning is in 2001 verleend door de burgemeester en wethouders van Uden (nu gemeente Maashorst) aan de vorige gebruiker van de faciliteit, Philips Lighting B.V.

In overleg met de gemeente Maashorst en de ODBN vraagt CoorsTek een herziening aan van de bestaande milieuvergunning om een uitbreiding van haar activiteiten aan te vragen. De vergunning wordt aangevraagd op grond van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo). CoorsTek werkt op laboratoriumschaal aan de ontwikkeling van keramische componenten voor nieuwe installaties voor waterstofproductie. De locatie in Uden wordt beschouwd als een voorkeurslocatie voor verder onderzoek naar deze producten omdat de R&D-afdeling van CoorsTek in Uden is gevestigd.

Het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) is in principe niet van toepassing op de opslag van waterstof, tenzij het een Brzo-bedrijf (Besluit risico's zware ongevallen) betreft. Brzo is niet van toepassing op de CoorsTek-faciliteit (opslag van waterstof valt onder de 5 ton van de lage drempelwaarde volgens Bijlage 1 van de Seveso III-richtlijn (Richtlijn 2012/18/EU, d.d. 4 juli 2012). Desondanks, vanwege de risicoaspecten die verbonden zijn aan de opslag van waterstof in de faciliteit, wil het bevoegd gezag mogelijke alternatieven en veiligheidsaspecten aanpakken, zoals risicoverlagende maatregelen, en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid, rampenbestrijding en hulpverlening beschrijven. Hiervoor is een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) vereist als toevoeging op de aanvraag.

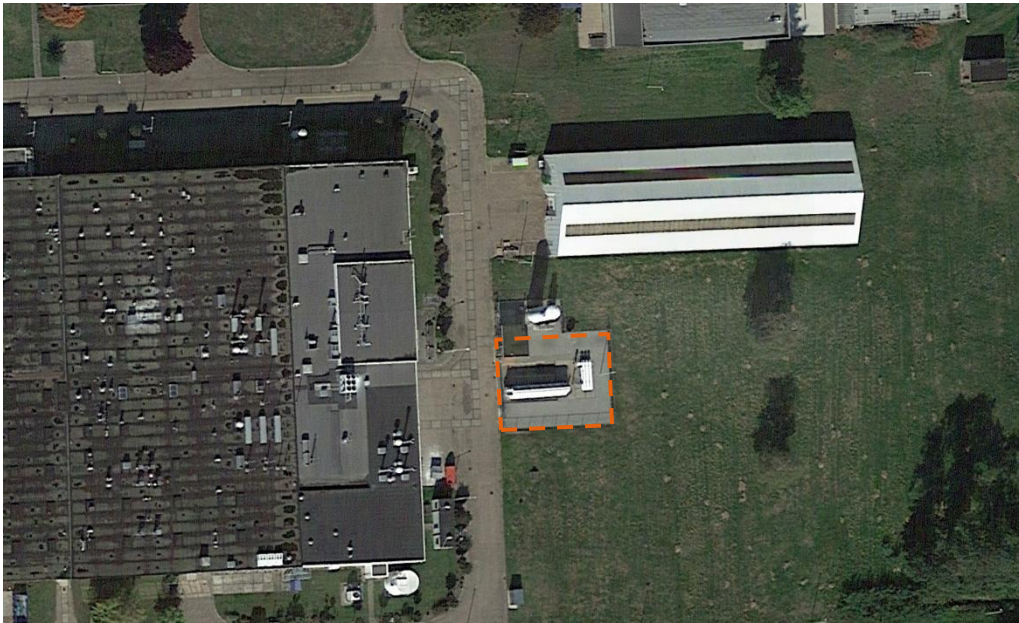
2.2 De inrichting van het systeem

Buitenopslag (oranje contour, Figuur 3) van het waterstofgas in een mobiele tube trailer van 20 m³ en een vaste buffertank (bestaande uit 6 buizen) van 6 m³. De buffertank wordt gebruikt als waterstofreservoir tijdens het aan- en afkoppelen van de tube trailers. De waterstof in de tube trailers is aangesloten op het CoorsTek-leidingnetwerk. De tube trailer is constant aan het verladen, het gehele jaar. De opslag van waterstof is beoordeeld volgens de eisen van PGS 15.

Figuur 2. Opslag van waterstof in tubetrailer (links) en buffertank (rechts).



Figuur 3. Luchtfoto van de waterstofopslagfaciliteit.



De waterstof wordt gelost vanaf de tube trailer bij een druk van 200 barg via een metalen losslang (interne diameter van 1/4" (6,35 mm)) die de uitstroom van waterstof verbindt met de buffertank en rechtstreeks met het CoorsTek waterstofnetwerk. Waterstof wordt vanuit de buffertank of de tube trailer via een ondergrondse leiding met een inwendige diameter van 12,7 mm en bij een overdruk van 8 barg naar het mengstation getransporteerd, waar het wordt verdund met zuiver stikstofgas. Een andere leiding van zuivere waterstof wordt geleid naar de keramische oven met een inwendige diameter van 12,7 mm en bij een druk van 200 mbar via drukreducerende ventielen.

2.3 De procesbeschrijving van de doorgerkende installatie

2.3.1 Doel van het proces

Waterstof wordt in de ovens in de keramische industrie gebruikt voor de reductie van metaaloxiden tijdens het bakproces, om oxidatie te voorkomen en te zorgen voor de productie van hoogwaardige keramische onderdelen.

2.3.2 Aanwezige gevaarlijke stoffen

Met betrekking tot de externe veiligheid is in dit gedeelte van het systeem enkel waterstof aanwezig als risicostof. De gevaaridentificatie van waterstof is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. Gevaaridentificatie stoffen.

Stofnaam	Chemische formule	UN-nr	GEVI	CAS-nr	Seveso-categorieën	H zinnen	Etiketten
Waterstof	H ₂	1049	23	1333-74-0	Genoemd, P2	H220, H280	

3 Beschrijving omgeving

3.1 Algemeen

In de risicoberekening worden de effecten bepaald die kunnen leiden tot dodelijke slachtoffers buiten de inrichting ten gevolge van het vrijkomen van gevaarlijke stoffen, in combinatie met de kans op dergelijke ongewenste effecten.

De modellering bestaat dus uit twee achtereenvolgende stappen, de effectmodellering en de risicomodellering:

1. Effectmodellering modelleert achtereenvolgens de uitstroming, de verspreiding van brandbare en/of toxische stoffen en het optreden van mogelijk letale effecten zoals explosieoverdruk, warmtestraling en toxische effecten.
2. In de Risicomodellering worden aan de hand van de verschillende letale effecten en blootstellingsduur, ontstekingsbronnen, initiële faalkansen en kansverdeling van de gebeurtenissenboom het plaatsgebonden risico en groepsrisico berekend.

Voor het bepalen van de effecten en risico's is gebruikgemaakt van het softwarepakket Safeti-NL, versie 8.8, dat door de Nederlandse overheid is aangewezen als verplicht pakket voor het uitvoeren van QRA's in het kader van het BEVI [ref. 1].

De voorgeschreven risicoanalyse voor externe veiligheid begint met het identificeren van initiële Loss of Containment (LOC) scenario's waarbij gevaarlijke stoffen vrij kunnen komen. Deze scenario's beschrijven de vrijgekomen stof, de uitstroomcondities en de waarschijnlijkheid. De initiële gebeurtenissen worden verderop in hoofdstuk 4 beschreven.

Voor brandbare effecten kennen deze initiële scenario's daarnaast een aantal vervolgsenario's zoals het optreden van explosies en wolkbranden (*flash fire*). De vervolgsenario's zijn onder meer afhankelijk van het optreden van directe en vertraagde ontsteking. In het geval van waterstof is de kans op een vertraagde ontsteking laag.

De vervolgebeurtenissen zijn in hoofdstuk 5 verder uitgewerkt.

3.2 Omgevingsbebouwing en gebiedsfuncties

De CoorsTek-faciliteit bevindt zich aan Frontstraat 4 in Uden. Diverse bedrijven rondom de locatie maken deel uit van het industrieterrein waar CoorsTek is gevestigd. Aan de noordzijde grenst de activiteit aan Euro Support Advanced Materials B.V., een BRZO-activiteit die katalysatoren produceert voor de industrie. De faciliteit ligt ongeveer 300 meter verwijderd van een woongebied (afstand tot het eerste huis).

3.3 Bevolkingsgegevens

Bevolkingsgegevens moeten worden geïnventariseerd binnen het invloedsgebied van de inrichting. Voor het invloedsgebied is de PR 10^{-30} per jaar contour van de inrichting genomen. Met behulp van BAG-populatieservice is de populatie in kaart gebracht. De PR 10^{-30} contour is weergegeven in Figuur 4 (zwart).

Figuur 4. PR 10^{-30} per jaar risicocontour

De bevolking binnen de met Safeti-NL in kaart gebrachte PR 10^{-30} per jaar contour van de inrichting is op 12-02-2024 opgevraagd via de Basisadministraties Adressen en Gebouwen (BAG) Populatieservice (www.populatieservice.demis.nl).

3.4 Mogelijke gevaren van buiten de inrichting

In de omgeving zijn geen objecten geïdentificeerd die het risico verhogen. De activiteit van Euro Support Advanced Materials B.V. heeft een PR 10^{-6} contour die binnen de terreingrens blijft, niet overlappend met CoorsTek. Volgens HRB 4.3 [ref. 2] dienen de externe domino-effecten van deze aard niet overwogen te worden in de QRA.

3.5 Mogelijke ontstekingsbronnen buiten de inrichting

In de omgeving van de inrichting, tot aan het invloedsgebied bevinden zich geen ontstekingsbronnen.

3.6 Gebruikte ruwheidslengte en meteostation

De risicoberekeningen zijn uitgevoerd met de windroos van het dichtstbijzijnde meteorologisch weerstation dat opgenomen is in Safeti-NL: Volkel. De standaard ruwheidslengte van 30 cm is gebruikt in de berekeningen. De ruwheidslengte is een (kunstmatige) lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid aangeeft.

4 De Kwantitatieve Risicoanalyse (QRA)

In dit hoofdstuk worden de onderdelen van de risicoanalyse uitgewerkt. Hierbij is de indeling, zoals in de HRB [ref. 2] toegepast, ook in dit hoofdstuk zo veel mogelijk gevolgd.

4.1 Uitstroming

4.1.1 Algemeen

Van de vele mogelijke loss of containment (LOC's) scenario's is slechts een beperkt aantal scenario's bepalend voor het risico. Een scenario is bepalend als het een significante bijdrage levert aan de 10^{-6} per jaar PR-contour. Ook is een scenario bepalend als het significant bijdraagt aan de hoogte van het groepsrisico.

Verder zijn voor deze QRA conform het HRB de volgende aannames en uitgangspunten toegepast:

- Domino-effecten, scenario's waarbij het falen geïnitieerd wordt door een ander scenario, zijn niet expliciet meegenomen.

Conform het HRB [ref. 2] dienen er voor ieder installatiedeel maximaal drie verschillende uitstroombesonderheden te worden:

- Catastrofaal falen: Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud.

Voor een vat/tank/warmtewisselaar komt instantaan falen neer op het instantaan wegnemen van de omhulling van het vat of de tank/warmtewisselaar, hetgeen leidt tot het instantaan en impulsloos vrijkomen van de inhoud, gevolgd door de gesommeerde toevoer vanuit up- en downstream systemen.

- Catastrofaal falen: Continue uitstroming/leidingbreuk.

Voor een vat/tank/warmtewisselaar betekent catastrofaal falen het in 10 minuten leegstromen bij gelijke druk, in een continue stroom, gevolgd door de toestroming vanuit de rest van de insluitsystemen.

Voor onderdelen zonder noemenswaardige hold-up, zoals leidingen, compressoren, pompen, wordt dit scenario (leidingbreuk) ook wel beschreven als guillotinebreuk met toevoeging vanuit beide zijden van de breuk. Beide uitstromingen worden in dat geval als twee onafhankelijke uitstroombesonderheden gemodelleerd.

- Leckage.

Een klein lek wordt meestal gemodelleerd als een lek van 10 mm (tanks, vaten en warmtewisselaars) of een gat in een leiding ter grootte van 10% van de uitstroomdiameter met een maximum van 50 mm indien een leiding bovengronds is of een gat in de leiding ter grootte van 20 mm indien de leiding ondergronds is.

Deze standaard scenario's zijn aangehouden voor alle systemen waarvoor HRB geen alternatieve scenario's voorgeschreven heeft.

4.1.2 Uitstromingsrichting en duur

In de risicoberekeningen is aangenomen dat de uitstroming vanuit bovengrondse installaties altijd horizontaal gericht is. Safeti-NL modelleert de uitstroomrichting in geval van dispersie met de wind mee, waarbij de kansverdeling voor de uitstroomrichting gelijk is aan de gekozen windverdeling.

De risico's van horizontaal uitstromende toortsbranden worden in Safeti-NL uniform over alle richtingen verdeeld.

De uitstromingsduur van alle LOC-scenario's is gesteld op 30 minuten. Conform het HRB [ref. 2] kan de uitstroomduur beperkt worden afhankelijk van de aard van het insluitsysteem. Aangezien de effecten van brand- en explosiescenario's in de eerste 20 seconden bepalend zijn voor de risico's, is een maximale uitstroomduur van 30 minuten conservatief.

Volgens het HRB kan de uitstroombuur beperkt worden afhankelijk van het ESD-systeem. De ESD bestaat uit een afsluiter die door N₂ wordt bediend. Als een van de ESD-drukkers wordt bediend, wordt de N₂ afgesneden en sluit de afsluiter, waardoor de verbinding tussen de buizen en het leidingwerk van de klant wordt verbroken. (Het leidingwerk van N₂ is gemaakt van brandbare tubing en zal smelten in geval van een incident, waardoor de afsluiter automatisch wordt bediend - alle afsluiters zijn normaal gesproken gesloten.) Na het koppelen van de trailer wordt de noodafsluiter van de trailer ook opgenomen in de veiligheidslus.

Alle scenario's waarbij er nalevering plaatsvindt, is er gerekend met een ESD die deze nalevering kan voorkomen binnen 5 seconden met een faalkans van 1%. Als de ESD faalt, zal alle waterstof in het systeem ontsnappen. In het geval van de waterstofbuffer tank is er geen ESD gemodelleerd om de nalevering te stoppen bij een calamiteit.

4.2 Initiële faalkansen en uitwerking scenario's

De proces data van de meegenomen installaties zijn weergegeven in onderstaande tabel. De waterstofopslag is bovengronds en het leidingwerk is ondergronds.

Tabel 3. Waterstofopslag installaties (Bovengronds).

Object	Stof	Volume (m ³)	Druk (barg)	Temperatuur (°C)	Aanwezigheid op locatie (uren per jaar)
Tube trailer	Waterstof	20	200	Omgevingstemp.	8.766
Buffertank	Waterstof	6	200	Omgevingstemp.	8.766

De scenario's van instantaan falen en continue uitstroom van de grootste aansluiting voor de tubetrailer en van een lek bij de buffer tank worden berekend per aanwezige tube (16 cilinders per tubetrailer, 6 voor de buffer tank). In deze berekening wordt de initiële faalfrequentie vermenigvuldigd met het aantal tubes op het opslagsysteem. Met een conservatieve benadering, en ervan uitgaande dat de tubes van de tubetrailer en de buffer tank met elkaar verbonden zijn, zullen de scenario's worden gesimuleerd op basis van de uitstroom van de totale opslagcapaciteit van het gehele retentiesysteem. Dit betekent dat de totale hoeveelheden opgeslagen in de tubetrailer (20 m³) en in de buffer tank (6 m³) zullen worden meegenomen. In wezen modelleert dit dat, wanneer een buis een *Loss of Containment* (LOC) ondergaat, de volledige hoeveelheid waterstof die is opgeslagen in de trailer of buffer tank uit die buis zal lekken.

De proces data van het losslang en leidingwerk zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4. Waterstof losslang en leidingwerk.

Leidingen en slangen	Stof	Lengte (m)	Diameter (mm)	Druk (barg)	Materiaal	Temperatuur (°C)
Losslang	Waterstof	6	6,35	200	Slang metaal	Omgevingstemp.
Naar N ₂ mengen	Waterstof	21,5	12,7	8	n.v.t.	Omgevingstemp.
Naar oven	Waterstof	37	12,7	0,2	n.v.t.	Omgevingstemp.

In Tabel 5 worden de initiële LOC-scenario's en faalkansen weergegeven voor het waterstofopslag tanks en de leidingen.

Tabel 5. Scenario's en faalfrequenties - Gasvormig waterstof: aanlevering via tubetrailer. ESD 5 seconden met slaagkans 0,99.

Scenario	Aanwezigheid	Lek diameter (mm)	Basis faalfrequentie	ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Tube trailer instantaan	8.766 u/jaar	n.v.t.	$5,0 \cdot 10^{-7}$ /jaar	n.v.t.	$8,0 \cdot 10^{-6}$	HRB v4.3 - Tabel 42
Tube trailer grootste aansluiting	8.766 u/jaar	12,7	$5,0 \cdot 10^{-7}$ /jaar	n.v.t.	$8,0 \cdot 10^{-6}$	HRB v4.3 - Tabel 42

Scenario	Aanwezigheid	Lek diameter (mm)	Basis faalfrequentie	ESD	Faalfrequentie per jaar	Bron faalfrequentie
Losslang breuk - ESD slaagt	8.766 u/jaar	6,35	$4,0 \cdot 10^{-7}/\text{uur}$	0,99	$3,47 \cdot 10^{-3}$	HRB v4.3 - Tabel 114
Losslang breuk - ESD faalt	8.766 u/jaar	6,35	$4,0 \cdot 10^{-7}/\text{uur}$	0,01	$3,51 \cdot 10^{-5}$	HRB v4.3 - Tabel 114
Losslang lek	8.766 u/jaar	0,635	$4,0 \cdot 10^{-5}/\text{uur}$	n.v.t.	$3,51 \cdot 10^{-1}$	HRB v4.3 - Tabel 114
Vuurbal tubetrailer	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	$7,21 \cdot 10^{-5}$	Tabel 6
Leidingwerk naar N ₂ mengen breuk - ESD slaagt	8.766 u/jaar	12,7	$5,0 \cdot 10^{-7}/\text{m} \cdot \text{jaar}$	0,99	$1,06 \cdot 10^{-5}$	HRB v4.3 - Tabel 28
Leidingwerk naar N ₂ mengen breuk - ESD faalt	8.766 u/jaar	12,7	$5,0 \cdot 10^{-7}/\text{m} \cdot \text{jaar}$	0,01	$1,08 \cdot 10^{-7}$	HRB v4.3 - Tabel 28
Leiding naar oven N ₂ mengen - lek	8.766 u/jaar	1,27	$1,5 \cdot 10^{-6}/\text{m} \cdot \text{jaar}$	n.v.t.	$3,23 \cdot 10^{-5}$	HRB v4.3 - Tabel 28
Leiding naar oven breuk - ESD slaagt	8.766 u/jaar	12,7	$5,0 \cdot 10^{-7}/\text{m} \cdot \text{jaar}$	0,99	$1,83 \cdot 10^{-5}$	HRB v4.3 - Tabel 28
Leiding naar oven breuk - ESD faalt	8.766 u/jaar	12,7	$5,0 \cdot 10^{-7}/\text{m} \cdot \text{jaar}$	0,01	$1,85 \cdot 10^{-7}$	HRB v4.3 - Tabel 28
Leiding naar oven - lek	8.766 u/jaar	1,27	$1,5 \cdot 10^{-6}/\text{m} \cdot \text{jaar}$	n.v.t.	$5,55 \cdot 10^{-5}$	HRB v4.3 - Tabel 28
Buffertank - instantaan falen	n.v.t.	n.v.t.	$5,0 \cdot 10^{-7}/\text{jaar}$	n.v.t.	$3,0 \cdot 10^{-6}$	HRB v4.3 - Tabel 13
Buffertank - 10 minuten uitstroming	n.v.t.	n.v.t.	$5,0 \cdot 10^{-7}/\text{jaar}$	n.v.t.	$3,0 \cdot 10^{-6}$	HRB v4.3 - Tabel 13
Buffertank - 10 mm gat	n.v.t.	10,0	$1,0 \cdot 10^{-5}/\text{jaar}$	n.v.t.	$6,0 \cdot 10^{-5}$	HRB v4.3 - Tabel 13

Om vuurbal scenario's voor de tubetrailer te overwegen, is de methodologie gevolgd om de faalfrequenties te berekenen die gebruikt worden in het vuurbal scenario afkomstig van de RIVM-memo "Risico- en effectafstanden waterstof tankstations" [ref. 3]. Voor de vuurbal scenario's wordt rekening gehouden met de gehele inhoud van de tubetrailer.

Een vuurbal van een aanwezige tankauto kan ontstaan ten gevolge van brand tijdens de verlading, brand in de omgeving en externe beschadiging.

- Vuurbal door brand tijdens verlading: Tijdens verlading kan een langdurige lekkage van H₂ ontstaan; bij ontsteking kan dit uiteindelijk tot een vuurbal van de tankauto kan leiden. Belangrijke factoren zijn verladingstijd en de reductiefactor¹.
- Vuurbal door brand in de omgeving: De frequentie van een brand in de omgeving van een tankauto is afhankelijk van een aantal toetsingsafstanden vanaf het vulpunt, het aantal uren dat de tankauto per jaar aanwezig is op de locatie en de reductiefactor.
- Vuurbal door externe beschadiging: Een vuurbal van de tankauto kan ook plaatsvinden ten gevolge van externe impact. De vuurbal kans is afhankelijk van de opstelplaats en het aantal uren dat de tankauto per jaar aanwezig is op de locatie.

In Tabel 6 worden de initiële faalkansen weergegeven voor de vuurbal-scenario's. De gevolgen van een vuurbal zullen hetzelfde zijn bij het berekenen van deze scenario's in Safeti-NL. Om deze reden is een gecombineerde faalkans van

¹ Er wordt standaard gerekend met een reductiefactor $f_{\text{red}} = 1$ (d.w.z. een enkelwandige tankauto).

alle gebeurtenissen die kunnen leiden tot een vuurbal berekend en gebruikt in een “standalone” vuurbal -scenario in Safeti-NL.

Tabel 6. Initiële faalkansen weergegeven voor de vuurbal-scenario's.

Soort van vuurbal	Verladingstijd (uren)	Reductiefactor	Aanwezigheid van de tankauto	Frequentie van een brand nabij de tube trailer	Frequentie van een vuurbal van een tube trailer ten gevolge van externe beschadiging	Faalfrequentie per jaar
Tijdens verlading	8.756	1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	$5,08 \cdot 10^{-6}$
Door brand in de omgeving	n.v.t.	1	8.766	$4 \cdot 10^{-8}$	n.v.t.	$6,66 \cdot 10^{-5}$
Door externe beschadiging	n.v.t.	n.v.t.	8.766	n.v.t.	$4,38 \cdot 10^{-7}$	$4,38 \cdot 10^{-7}$
Vuurbal - standalone scenario	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	$7,21 \cdot 10^{-5}$

5 Effectberekening

5.1 Algemeen

De effectberekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van de standaard gebeurtenissenbomen waarmee Safeti-NL rekent (zie HRB [ref. 2] voor details). Bij de effectberekeningen zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Bij het vrijkomen van gevaarlijke stoffen zijn brand- toxische en eventueel explosie-effecten bepalend voor de risico's in de omgeving. Er worden alleen effecten berekend die bij personen in de omgeving onmiddellijk (bij een blootstelling van maximaal 30 minuten) tot letale gezondheidsschade kunnen leiden.

5.2 Ontstekingskansen

5.2.1 Directe ontsteking

Waterstof is een hoog reactieve stof. Dit betekent dat waterstof vrijwel direct ontsteekt zodra dit vrijkomt bij een eventueel falen van een installatieonderdeel welke waterstof bevat. In de QRA-berekeningen wordt daarom uitgegaan van directe ontsteking zoals voorgeschreven in een door RIVM uitgebracht document over risicoberekeningen voor waterstof [ref. 3].

5.2.2 Vertraagde ontsteking

Voor de ontsteking van afdrijvende brandbare gaswolken wordt rekening gehouden met aanwezige ontstekingsbronnen op de locatie en in de omgeving. Potentiële ontstekingsbronnen zijn het verkeer en de aanwezige personen in de omgeving.

Verder is voor de plaatsgebonden risicoberekening aangenomen dat vertraagde ontsteking alleen plaatsvindt wanneer de LFL-contour buiten het terreingrens komen.

Volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI wordt aangenomen dat de ontstekingskans van omliggende lokale wegen opgenomen is in de ontstekingskans van de bevolking.

6 Blootstelling en schade

6.1 Populatie & Risk Ranking Points (RRP)

Om de bijdrage van de verschillende scenario's aan de ligging van de plaatsgebonden risico contour op de omgeving te bepalen, zijn vier Risk ranking Points (RRP's) gedefinieerd. De resultaten van de bijdrage op deze individuele RRP's zijn weergegeven in Tabel 7 t/m Tabel 10.

Tabel 7. Bijdrage scenario's aan plaatsgebonden risico voor RRP-noord

Scenario	Risico (/jaar)	%
<i>Fireball 35 kW/m²</i>		
Tube Trailer - BLEVE	$7,21 \cdot 10^{-5}$	86,76
Tube Trailer - Instantaan falen	$8,0 \cdot 10^{-6}$	9,63
Buffer Opslag - Instantaan falen	$3,0 \cdot 10^{-6}$	3,61
Totaal	$8,31 \cdot 10^{-5}$	100,00

Tabel 8. Bijdrage scenario's aan plaatsgebonden risico voor RRP-oost

Scenario	Risico (/jaar)	%
<i>Fireball 35 kW/m²</i>		
Tube Trailer - BLEVE	$7,21 \cdot 10^{-5}$	86,76
Tube Trailer - Instantaan falen	$8,0 \cdot 10^{-6}$	9,63
Buffer Opslag - Instantaan falen	$3,0 \cdot 10^{-6}$	3,61
Totaal	$8,31 \cdot 10^{-5}$	100,00

Tabel 9. Bijdrage scenario's aan plaatsgebonden risico voor RRP-zuid

Scenario	Risico (/jaar)	%
<i>Fireball 35 kW/m²</i>		
Tube Trailer - BLEVE	$7,21 \cdot 10^{-5}$	90,01
Tube Trailer - Instantaan falen	$8,0 \cdot 10^{-6}$	9,99
Totaal	$8,31 \cdot 10^{-5}$	100,00

Tabel 10. Bijdrage scenario's aan plaatsgebonden risico voor RRP-west

Scenario	Risico (/jaar)	%
<i>Fireball 35 kW/m²</i>		
Tube Trailer - BLEVE	$7,21 \cdot 10^{-5}$	90,01
Tube Trailer - Instantaan falen	$8,0 \cdot 10^{-6}$	9,99
Totaal	$8,01 \cdot 10^{-5}$	100,00

6.2 Modelering van de schade

6.2.1 Blootstelling van personen aan warmtestraling

De warmtestraling van een brand (vuurbal, toorts- en plasbrand) kan leiden tot dodelijke effecten.

Voor toorts- en plasbranden berekent Safeti-NL de letaliteit met een probitfunctie, die een relatie legt tussen blootstelling (intensiteit warmtestraling) en blootstellingsduur en de kans om te overlijden. Zo resulteert een maximale blootstellingsduur van 20 seconden aan een warmtestraling van 35 kW/m² en 9,8 kW/m² in respectievelijk 100% letaliteit en 1% letaliteit.

Voor het plaatsgebonden risico wordt ervan uitgegaan dat een persoon zich buiten bevindt, onbeschermd door kleding of op een andere wijze. Het groepsrisico houdt rekening met de beschermende werking van gebouwen en kleding.

6.2.2 Blootstelling van personen aan een wolkbrand

Bij een wolkbrand wordt het effect bepaald door de omvang van de brandbare wolk. Voor de schademodelering worden twee situaties onderscheiden: in de ontlambare wolk en buiten de wolk.

6.3 Effectafstanden dominante scenario's

6.3.1 Effectafstanden weerklassse F1,5 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklassse F1,5 m/s zijn hieronder weergegeven:

Tabel 11. Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklassse F1,5.

Scenario	Effect	1% letaliteit (m)
Tube trailer - BLEVE	Vuurbal	37,1
Tube trailer - Instantaan Falen	Vuurbal	37,1
Tube trailer – Lek	Jet Fire	26,6

De grootste effectafstand voor deze weerklassse wordt veroorzaakt door de instantaan falen/BLEVE van de Tube Trailer (37,1 m).

6.3.2 Effectafstanden weerklassse D5,0 m/s

In het kader van onder andere de rampenbestrijding is het van belang om de effectafstanden van de verschillende scenario's te kennen. De effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklassse D5 m/s zijn hieronder weergegeven:

Tabel 12. Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklassse D5.

Scenario	Effect	1% letaliteit (m)
Tube trailer - BLEVE	Vuurbal	37,1
Tube trailer - Instantaan Falen	Vuurbal	37,1
Tube trailer – Lek	Jet Fire	26,6

De grootste effectafstand voor deze weerklassse wordt veroorzaakt door de instantaan falen/BLEVE van de Tube Trailer (37,1 m).

6.4 Aandachtsgebieden

In het kader van de omgevingswet dienen voor alle inrichtingen met een extern veiligheidsrisico de aandachtsgebieden bepaald te worden. Aandachtsgebieden zijn gebieden rond activiteiten met gevaarlijke stoffen die zichtbaar maken waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen onvoldoende beschermd zijn tegen de gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen. Dat betekent dat zich, bij een ongeval met gevaarlijke stoffen, levensbedreigende gevaren voor personen in gebouwen kunnen voordoen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen drie soorten gevaren: warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en concentratie giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Daarmee zijn er ook drie typen aandachtsgebieden: brandaandachtsgebieden, explosieaandachtsgebieden en gifwolkaandachtsgebieden.

6.4.1 Brandaandachtsgebied

Een brandaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een plasbrand of een fakkelbrand, de warmtestraling ten hoogste 10 kW/m^2 is (Bkl, Besluit kwaliteit leefomgeving artikel 5.12, lid 1). Het met versie 8.8 van SAFETI-NL berekende brandaandachtsgebied is weergegeven in Figuur 5.

Figuur 5. Brandaandachtsgebied Safeti-NL 8.8.



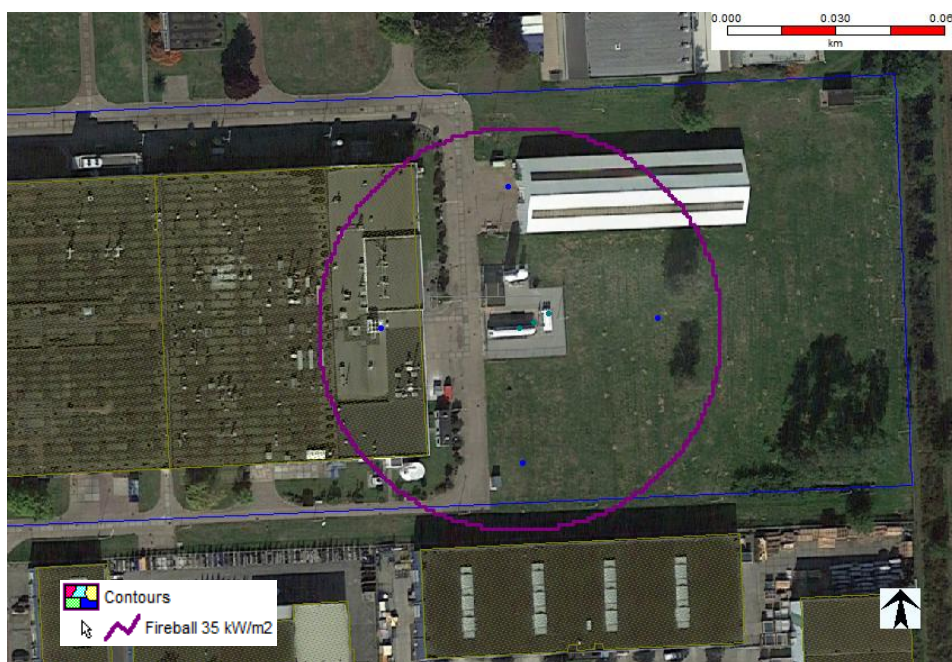
6.4.2 Explosieaandachtsgebied

Een explosieaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot:

- Een vuurbal, de warmtestraling ten hoogste 35 kW/m^2 is,
- Een explosie, anders dan als bij het eerste aandachtspunt, de overdruk ten hoogste 10 kPa is. (Bkl, Besluit kwaliteit leefomgeving artikel 5.12, lid 2).

Het met versie 8.8 van SAFETI-NL berekende explosieaandachtsgebied is weergegeven in Figuur 6.

Figuur 6. Explosieaandachtsgebied Safeti-NL 8.8.



6.4.3 Gifwolkaandachtsgebied

Een gifwolkaandachtsgebied is de locatie begrensd door de afstand, waar als gevolg van een ongeval dat leidt tot een gifwolk, personen in een gebouw overlijden door blootstelling aan ten hoogste de bij ministeriële regeling bepaalde vastgestelde concentratie van een gevaarlijke stof (Bkl, Besluit kwaliteit leefomgeving artikel 5.12, lid 3). Met versie 8.8 van Safeti-NL is voor deze installatie geen gifwolkaandachtsgebied, dit scenario dient zich namelijk niet in relevante mate voor.

7 QRA-resultaten

7.1 Plaatsgebonden risico

De Plaatsgebonden Risicocontouren zijn weergegeven in Figuur 7.

Figuur 7. PR-contouren.



De PR 10^{-6} contour valt binnen de inrichting grens, echter valt deze niet over een (beperkt) kwetsbaar object. De PR 10^{-6} contour heeft een diameter van circa 38 meter.

Het plaatsgebonden risico is geanalyseerd voor vier Risk Ranking Points (RRP's), elk op een locatie ten noorden, oosten, zuiden en westen ten opzichte van de waterstofopslag installatie. De resultaten worden getoond in hoofdstuk 6.1.

7.2 Groepsrisico

Er is geen groepsrisico omdat er geen populatie aanwezig is binnen de letaliteitafstand. Uit de berekeningen volgt dan ook dat er geen groepsrisico is. Er is dus in het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (conform de definitie gegeven in artikel 1 van het Bevi [ref. 1]) geen sprake van een groepsrisico.

8 Conclusies

In deze QRA zijn de externe risico's van de waterstofopslag binnen CoorsTek bepaald. Deze risico's zijn uitgedrukt in plaatsgebonden risico en groepsrisico per jaar.

De 10^{-6} per jaar PR-contour raakt geen (beperkt) kwetsbare objecten.

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door de instantaan falen/BLEVE van de Tube Trailer, deze heeft een effectafstand van 37,1 m (F1,5/D5, tot 1%-letaliteitswaarde).

8.1 Toetsing plaatsgebonden risico aan acceptatiecriteria

De 10^{-6} per jaar PR-contour ligt binnen de grenzen van de inrichting. Er bevinden zich geen (beperkte) kwetsbare objecten binnen de 10^{-6} contour.

Daarnaast zijn een explosieaandachtsgebied en brandaandachtsgebied vastgesteld. Explosies zorgen mogelijk voor optreden van schade buiten de terreingrens.

Het berekende Plaatsgebonden Risico voldoet aan de richt- en grenswaarde gedefinieerd in het Bevi [ref. 1].

8.2 Toetsing groepsrisico aan acceptatiecriteria

Uit de berekeningen van het groepsrisico volgt dat er geen scenario's zijn met 10 of meer slachtoffers. In het kader van het Besluit externe veiligheid inrichtingen (conform de definitie gegeven in artikel 1 van het Bevi [ref. 1] is er dus geen sprake van groepsrisico.

9 Referenties

[ref. 1]

Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen), Staatsblad 2004 nr. 521.

<http://wetten.overheid.nl/BWBR0016767>

[ref. 2]

Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 4,3, RIVM, 11 januari 2021,

<https://www.rivm.nl/documenten/handleiding-risicoberekeningen-bevi-v43>

[ref. 3]

5.1.2e RIVM memo: "Risico- en effectafstanden waterstoftankstations", kenmerk 20160149 VLH HAS/Sta/sij, 3 oktober 2016.

10 Definities

Kwetsbaar object:

- a. Woningen, niet zijnde woningen als bedoeld in onderdeel a, onder beperkt kwetsbaar object
- b. Gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 - 1. Ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 - 2. Scholen, of
 - 3. Gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen.
- c. Gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, zoals:
 - 1. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² per object, of
 - 2. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per winkel, voor zover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd.
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen.

Kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI-inrichting worden niet beschouwd als kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

Beperkt kwetsbaar object:

- a. Woningen:
 - 1. verspreid liggende woningen van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen per hectare, en
 - 2. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- c. hotels en restaurants, mits geen kwetsbaar object;
- d. winkels, mits geen kwetsbaar object;
- e. sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f. sport- en kampeertreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, mits geen kwetsbaar object;
- g. bedrijfsgebouwen, mits geen kwetsbaar object;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voor zover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale, of een gebouw met vluchtleiding apparatuur, voor zover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval.

Beperkt kwetsbare objecten die behoren tot het terrein van een BEVI-inrichting worden niet beschouwd als beperkt kwetsbaar object met betrekking tot risico's ten gevolge van de eigen inrichting (art 1, lid 2).

Wel wordt de aanwezige populatie meegenomen in de berekening van het groepsrisico.

Geprojecteerd object:

Een nog niet aanwezig object dat op grond van het voor het desbetreffende gebied geldende bestemmingsplan toelaatbaar is.

Plaatsgebonden risico:

Risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.

Het plaatsgevonden risico wordt weergegeven als iso-risicocontouren (plaatsen met een gelijke PR) op een plattegrond.

Opgemerkt dient te worden dat het plaatsgebonden risico een genormaliseerde risicomaat is en geen maat is voor het daadwerkelijke risico voor personen in de omgeving.

Groepsrisico:

Cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1,000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.

Het groepsrisico wordt uitgedrukt in een grafiek, zogenaamde FN-curve, waarin de groepsgrootte van aantallen slachtoffers (x-as) uitgezet wordt tegen de cumulatieve kans dat een dergelijke groep slachtoffer wordt van een ongeval (y-as).

Grenswaarde:

Een grenswaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip ten minste moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, ten minste in stand gehouden moet worden.

Dit betekent dat er altijd moet worden voldaan aan de grenswaarde.

Richtwaarde:

Een richtwaarde geeft de kwaliteit aan die op het in de maatregel aangegeven tijdstip zoveel mogelijk moet zijn bereikt, en die, waar zij aanwezig is, zoveel mogelijk in stand moet worden gehouden.

Dit betekent dat er om gewichtige redenen mag worden afgeweken van de richtwaarde.

Oriëntatiewaarde:

De oriëntatiewaarde is de toetsingswaarde. Dit betekent dat er bij een overschrijding een politieke afweging moet worden gemaakt van de risico's tegen de maatschappelijke baten en kosten van een risicovolle activiteiten.

Colofon

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)
WATERSTOFOPSLAG

KLANT

CoorsTek Netherlands B.V.

AUTEUR

5.1.2e

PROJECTNUMMER

30068044

ONZE REFERENTIE

TRUAACPP2CNQ-497959860-2016:4

DATUM

4 december 2024

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

5.1.2e

Directeur Duurzaamheid Industrie

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](https://www.arcadis.com)

Legenda toegepaste uitzonderingsgrondslagen

In dit document zijn gegevens definitief geanonimiseerd op grond van:

Wet	Artikel	Omschrijving	Pagina's
Wet open overheid	Art. 5.1 lid 2 sub e	De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer	2, 25, 28