

KWANTITATIEVE RISICOANALYSE (QRA)

FrieslandCampina locatie Borculo

9 DECEMBER 2016



Contactpersonen

ALEXANDER KLAESSEN
Specialist Veiligheid

T +31 88 426 1261
M +31 6 46 88 1425
E alexander.klaessen@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.

SAMENVATTING

Context

Op verzoek van FrieslandCampina heeft Arcadis voor FrieslandCampina locatie Borculo een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6].

FrieslandCampina locatie Borculo valt niet onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen 2015 (BRZO) omdat de laagste drempelwaarden van 50 ton voor giftige stoffen (ammoniak) niet wordt overschreden. FrieslandCampina valt wel onder het Besluit Externe Veiligheid (Bevi) [4] en de Aanvullende Risico Inventarisatie & Evaluatie regeling (ARIE-regeling), wegens het aanwezig hebben van een koel- of vriesinstallatie met een inhoud van meer dan 1.500 kg ammoniak en omdat sprake is van een PGS 15 opslagvoorziening waar sprake is van opslag van meer dan 10 ton aan brandbare stoffen met fluor-, chloor-, stikstof- en zwavelhoudende verbindingen.

FrieslandCampina heeft gekozen om de risico's inzichtelijk te maken middels een QRA daar hierin de specifieke situatie van FrieslandCampina is opgenomen, hetgeen resulteert in een meer accurate bepaling van de risicocontour van FrieslandCampina ten opzichte van de afstanden voor categoriale inrichtingen zoals benoemd in het REVI [ref. 3]. Om deze reden zijn in deze QRA de externe veiligheidsrisico's getoetst aan de normen voor niet-categoriale inrichtingen uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen [ref. 2].

De risico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden risico (PR) en het Groepsrisico (GR).

Methode

In de voorliggende QRA zijn de risico's ten gevolge van het mogelijk vrijkomen van gevaarlijke stoffen door lekkages of het falen van de omhulling, zogenaamde "Loss Of Containment" (LOC) gebeurtenissen, volgens de voorgeschreven methode zo realistisch mogelijk gekwantificeerd.

De QRA heeft betrekking op de gehele inrichting. In de huidige situatie betreft dit de PGS15 opslag en de ammoniakkoelinstallaties.

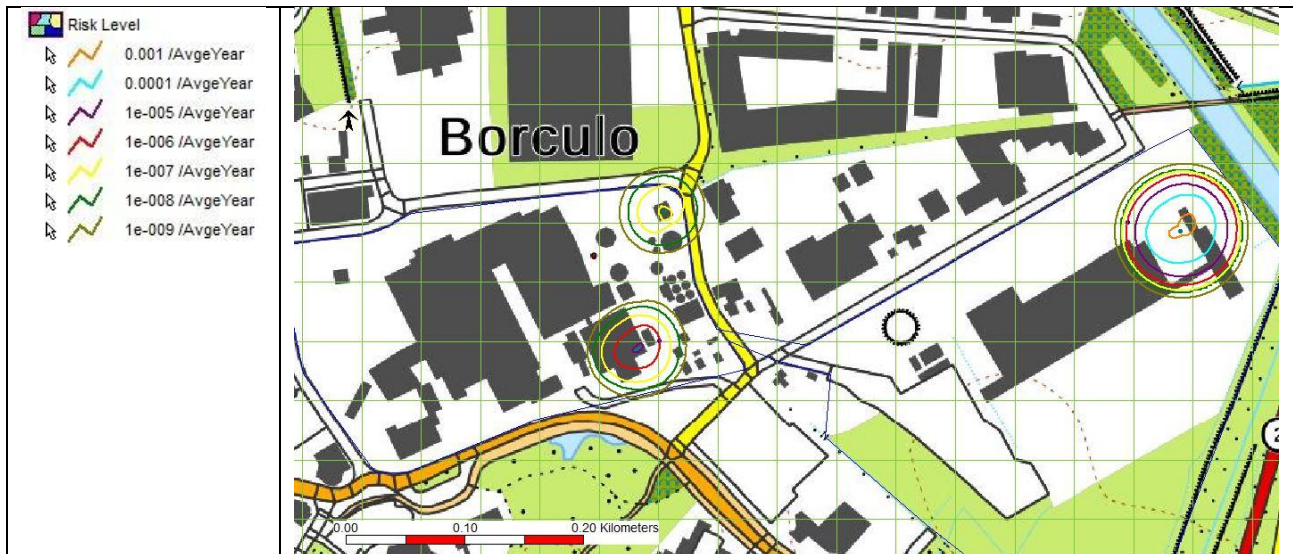
De scenario's voor de QRA zijn opgesteld in overeenstemming met de Handleiding Risicoberekeningen BEVI (HRB) [ref. 6]. De gehanteerde uitgangspunten in de modellering zijn beschreven in hoofdstuk 3.

Voor het bepalen van de effecten en het berekenen van de risico's is gebruik gemaakt van het softwarepakket Safeti-NL (met grotendeels niet wijzigbare Nederlandse instellingen) [ref. 1]. Dit pakket is door de Nederlandse overheid aangewezen als verplicht programma voor het uitvoeren van QRA's in het kader van het BEVI.

Resultaten

Het resultaat van deze analyse is de berekening van het Plaatsgebonden Risico (PR) en het Groepsrisico (GR) ten gevolge van de activiteiten op deze locatie. De risico's worden uitgedrukt als de kans op dodelijk letsel per jaar.

De plaatsgebonden risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur. Gridgrootte is 50 m.



In de nabijheid van FrieslandCampina locatie Borculo zijn (beperkt) kwetsbare objecten aanwezig. Deze (beperkt) kwetsbare objecten bevinden zich buiten de 10^{-6} en 10^{-9} per jaar PR contour.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt binnen de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-9} PR contour bedraagt ca. 15 m (noordelijke richting).

De belangrijkste bijdragen aan de plaatsgebonden risicocontour op de inrichtingsgrens worden geleverd door de volgende scenario's:

- Doors Open- 222 m²/1800 s PGS15 opslagloods;
- Catastrofaal falen pomp ammoniakinstallatie Domo-terrein;
- Lek pomp ammoniakinstallatie Mountain-terrein.

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door een lek van het vloeistofvat van de ammoniakinstallatie op het Mountain-terrein. Indien een toxische wolk ontstaat, heeft deze een effectafstand van 50 m (tot 1%-letaliteitswaarde).

Het groepsrisico voor FrieslandCampina Borculo is nihil vanwege de geringe populatie binnen het invloedgebied van FrieslandCampina Borculo. Hierdoor berekent Safeti-NL geen Groepsrisico. Dit betekent dat het Groepsrisico de oriëntatiewaarde niet overschrijdt.

Conclusies

Het berekende plaatsgebonden risico voldoet aan de grenswaarde die in het BEVI [ref.2] is vastgelegd. De 10^{-6} per jaar PR contour ligt binnen de grenzen van de inrichting.

Het berekende groepsrisico voor FrieslandCampina Borculo overschrijdt de oriëntatiewaarden zoals gedefinieerd in het HRB-BEVI. [ref.2] niet.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	3
INHOUDSOPGAVE	5
1 INLEIDING	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid	7
1.3 Gebruikte informatiebronnen	9
1.4 Leeswijzer	9
2 BESCHRIJVING INRICHTING	10
2.1 Gegevens inrichting	10
2.2 Opslag gevaarlijke stoffen in PGS-15 opslagloods	11
2.3 Ammoniak gerelateerde activiteiten	11
2.4 Procescondities & inhoud ammoniakkoelinstallaties	13
2.5 Opslagtanks andere producten	14
3 UITGANGSPUNTEN QRA	15
3.1 Algemeen	15
3.2 Beschrijving van de insluitsystemen	15
4 LOC SCENARIO'S	18
4.1 Uitstroming	18
4.2 Initiële faalkansen en uitwerking scenario's	18
5 EFFECTBEREKENING	20
5.1 Algemeen	20
5.2 Weer en ruwheidslengte	20
6 BLOOTSTELLING EN SCHADE	21
6.1 Populatie & Risk Ranking Points (RRP)	21
6.2 Modelering van de schade	22
6.3 Effectafstanden dominante scenario's	22
7 QRA RESULTATEN	24
7.1 Plaatsgebonden risico	24
7.2 Groepsrisico	25

8	CONCLUSIES	26
8.1	Toetsing PR aan acceptatiecriteria	26
8.2	Toetsing GR aan acceptatiecriteria	26
9	REFERENTIES	27
10	DEFINITIES	28

BIJLAGEN

BIJLAGE A : SCENARIO'S FRIESLANDCAMPINA BORCULO	30
Bijlage A.1: Vessel en Pipe Scenario's	31
BIJLAGE B : LAYOUT TEKENINGEN DOMO-TERREIN (BERKELCENTRALE EN MOUNTAIN-TERREIN	34
BIJLAGE C : UITWERKING SCENARIO'S	38
Uitwerking scenario's onlangs gerealiseerde installaties op Mountain-terrein	38
Uitwerking scenario's 1.302 kg NH3 ammoniakkoelinstallatie Domo-terrein	43
Uitwerking scenario's 1.476 kg NH3 extra ammoniakkoelinstallatie Domo-terrein	48
BIJLAGE D : PLASVERDAMPING IN DE MACHINEKAMER NH3 INSTALLATIES MOUNTAIN-TERREIN EN EXTRA INSTALLATIE DOMO-TERREIN (1476KG)	52
BIJLAGE E : PLASVERDAMPING IN DE MACHINEKAMER NH3 INSTALLATIE (1.302 KG) DOMO-TERREIN	53

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Op verzoek van FrieslandCampina heeft Arcadis voor de locatie Borculo een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) uitgevoerd volgens de Handleiding Risicoberekeningen BEVI [ref. 6].

FrieslandCampina valt niet onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen 2015 (BRZO) omdat de laagste drempelwaarden van 50 ton voor giftige stoffen (ammoniak) niet wordt overschreden. FrieslandCampina valt wel onder het Besluit Externe Veiligheid (Bevi) [4] en de Aanvullende Risico Inventarisatie & Evaluatie regeling (ARIE-regeling), wegens het aanwezig hebben van een koel- of vriesinstallatie met een inhoud van meer dan 1.500 kg ammoniak en omdat sprake is van een PGS 15 opslagvoorziening waar sprake is van opslag van meer dan 10 ton aan brandbare stoffen met fluor-, chloor-, stikstof- en zwavelhoudende verbindingen.

FrieslandCampina heeft gekozen om de risico's inzichtelijk te maken middels een QRA daar hierin de specifieke situatie van FrieslandCampina is opgenomen, hetgeen resulteert in een meer accurate bepaling van de risicocontour van FrieslandCampina ten opzichte van de afstanden voor categoriale inrichtingen zoals benoemd in het REVI [ref. 3]. Om deze reden zijn in deze QRA de externe veiligheidsrisico's getoetst aan de normen voor niet-categoriale inrichtingen uit het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen [ref. 2].

De risico's worden uitgedrukt in het Plaatsgebonden risico (PR) en het Groepsrisico (GR).

1.2 Toetsingskader Externe Veiligheid

1.2.1 Het beleid

In Nederland is in 2004 het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (BEVI) [ref. 2] en de Regeling Externe Veiligheid Inrichten (REVI) [ref. 3] in werking getreden. In aanvulling hierop is per 1 juli 2015 de gewijzigde Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI) van kracht [ref. 3].

Door de gewijzigde BEVI worden inrichtingen waarin een koel- of vriesinstallatie aanwezig is met een inhoud van meer dan 1500 kg ammoniak aangewezen via artikel 2.1, onderdeel g. FrieslandCampina locatie Borculo is een dergelijke inrichting.

De in deze QRA berekende risico's worden getoetst aan de risiconormen voor externe veiligheid met betrekking tot niet-categoriale inrichtingen, zoals deze in BEVI zijn vastgelegd.

In de REVI is onder andere vastgelegd, dat voor de inrichtingen die nu onder het BEVI vallen een QRA opgesteld dient te worden, waarbij gerekend moet worden conform de Handleiding Risicoberekening BEVI (HRB) versie 3.3 met gebruik van Safeti-NL versie 6.54.

1.2.2 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. 2].

1.2.2.1 Plaatsgebonden risico

Het PR 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 PR worden met elkaar verbonden en vormen zodanig de iso-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 recreatie terreinen met minder dan 50 mensen.

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

Object	Norm	Object
(Geprojecteerd) kwetsbaar	Grenswaarde PR 10^{-6} / jaar	(Geprojecteerd) kwetsbaar
(Geprojecteerd) beperkt kwetsbaar	Richtwaarde PR 10^{-6} / jaar	(Geprojecteerd) beperkt kwetsbaar

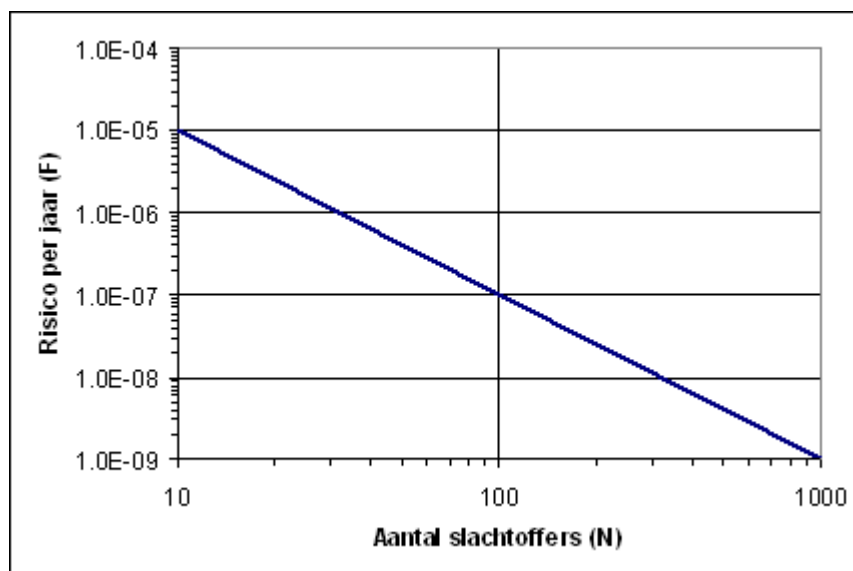
Tabel 1.1: Risico normering PR BEVI inrichtingen.

1.2.2.2 Groepsrisico

Het GR is de kans op een ongeval waarbij een groep van ten minste het gegeven aantal personen gelijktijdig dodelijk slachtoffer wordt. Het GR 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 [ref. 5] 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 1.1.



Figuur 1.1: Ligging oriënterende waarden voor het Groepsrisico.

1.3 Gebruikte informatiebronnen

In de risicoberekening wordt uitgegaan van een representatieve bedrijfssituatie in overeenstemming met de vergunning. Dit leidt tot een modellering die conservatief is ten opzichte van de normale bedrijfsvoering.

Bij het opstellen van de QRA is gebruik gemaakt van de volgende tekeningen en documenten:

- Kwantitatieve Risico Analyse (QRA) FrieslandCampina te Borculo Tebodin, 27 januari 2014 , rev D.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt de inrichting beschreven. De uitgangspunten van de QRA staan in hoofdstuk 3. LOC scenario's met uitstromingen en initiële faalkansen worden beschreven in hoofdstuk 4.

De voor de effectberekeningen benodigde achtergrondinformatie is in hoofdstuk 5 opgenomen.

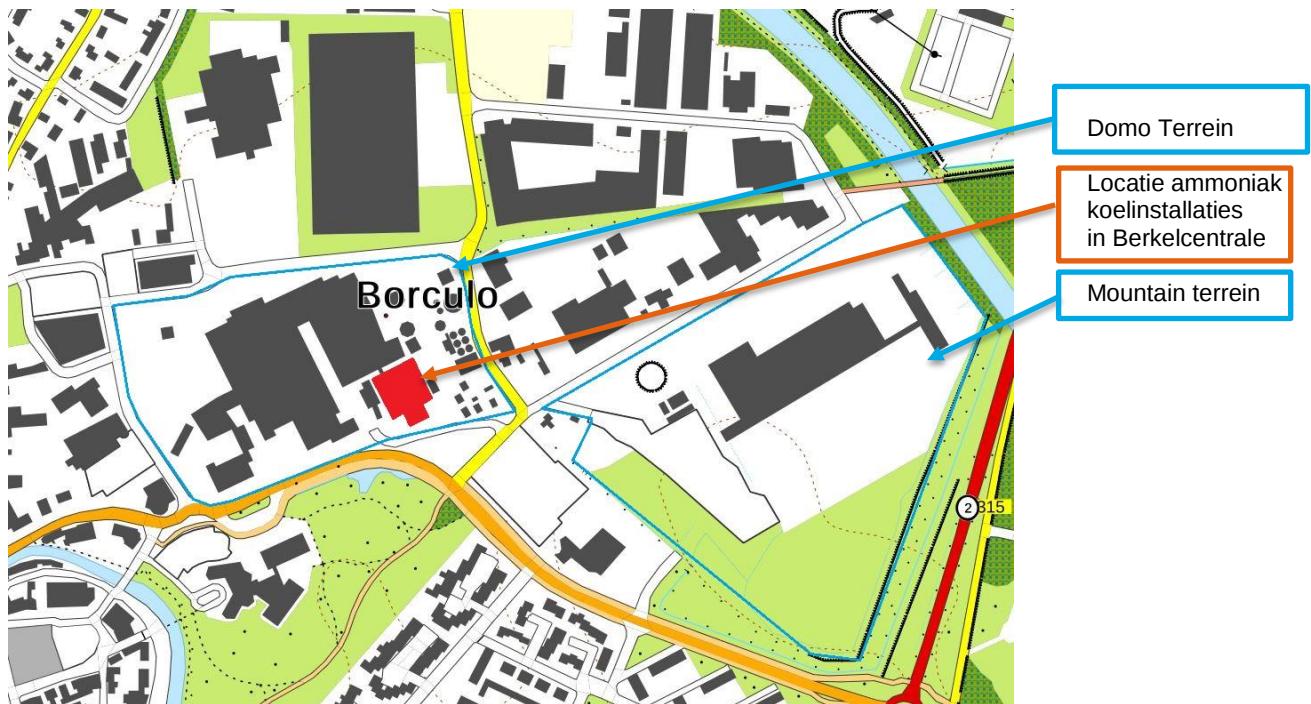
Tot slot betreffen hoofdstukken 6, 7 en 8 respectievelijk de blootstelling & schade, QRA resultaten en conclusies. In de bijlage is een overzicht van de QRA berekeningsparameters opgenomen.

2 BESCHRIJVING INRICHTING

2.1 Gegevens inrichting

FrieslandCampina locatie Borculo is gelegen aan de Needseweg 23 te Borculo, gemeente Berkelland, provincie Gelderland.

De locatie is gelegen in het oosten van Borculo. De locatie is gelegen nabij het centrum van Borculo. De dichtstbijzijnde bebouwing ligt ten westen van de inrichting. De inrichting is bereikbaar via een openbare weg.



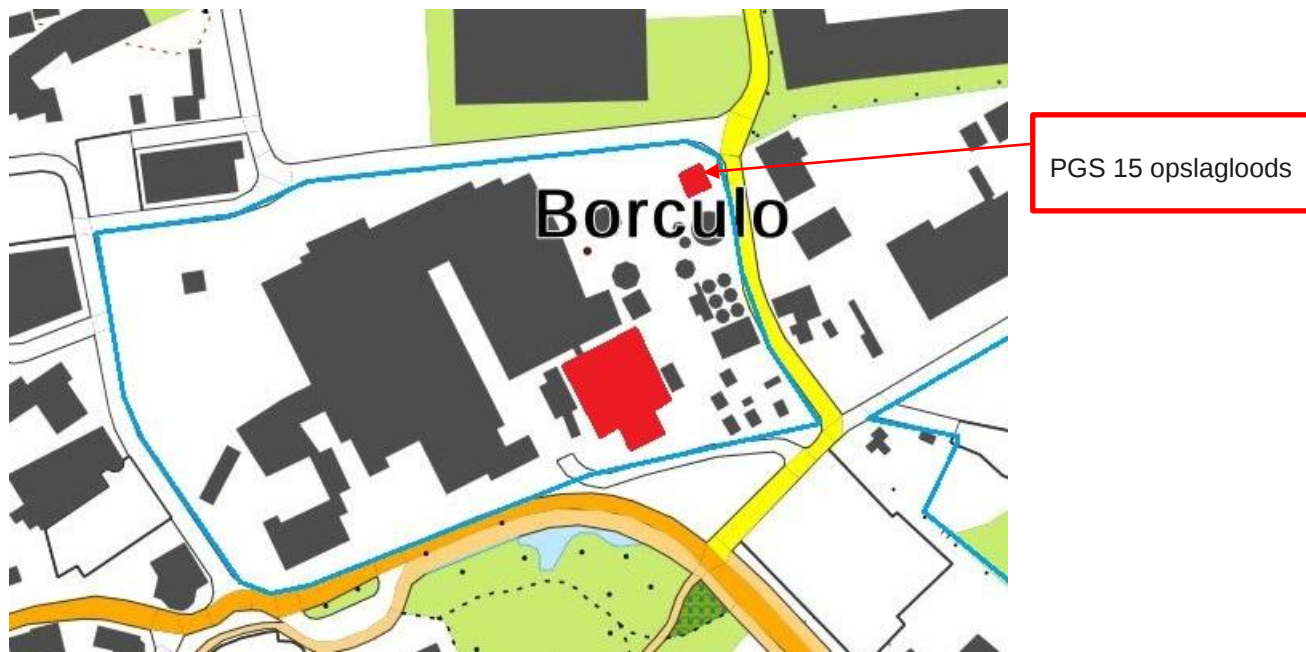
Figuur 2.1: Huidige locatie FrieslandCampina te Borculo.

In Borculo produceert FrieslandCampina ingrediënten en halffabricaten voor de kindervoeding-, de voedingsmiddelen- en de farmaceutische industrie wereldwijd. Naast de productie-installaties bevinden zich in de inrichting een PGS15 opslagloods en hulpinstallaties.

Een volledige lay-out tekening van FrieslandCampina locatie Borculo is opgenomen in Bijlage B.

2.2 Opslag gevaarlijke stoffen in PGS-15 opslagloods

Op het terrein van FrieslandCampina bevindt zich een PGS-15 opslagloods waarin gevaarlijke stoffen worden opgeslagen. De locatie van deze opslagloods is weergegeven in onderstaande figuur. De hoeveelheid in de opslagloods aanwezige gevaarlijke stoffen bedraagt 28 ton. Hiervan is 3 ton ADR geclassificeerd (ADR-klasse 3, 5.1, 8 en 9).

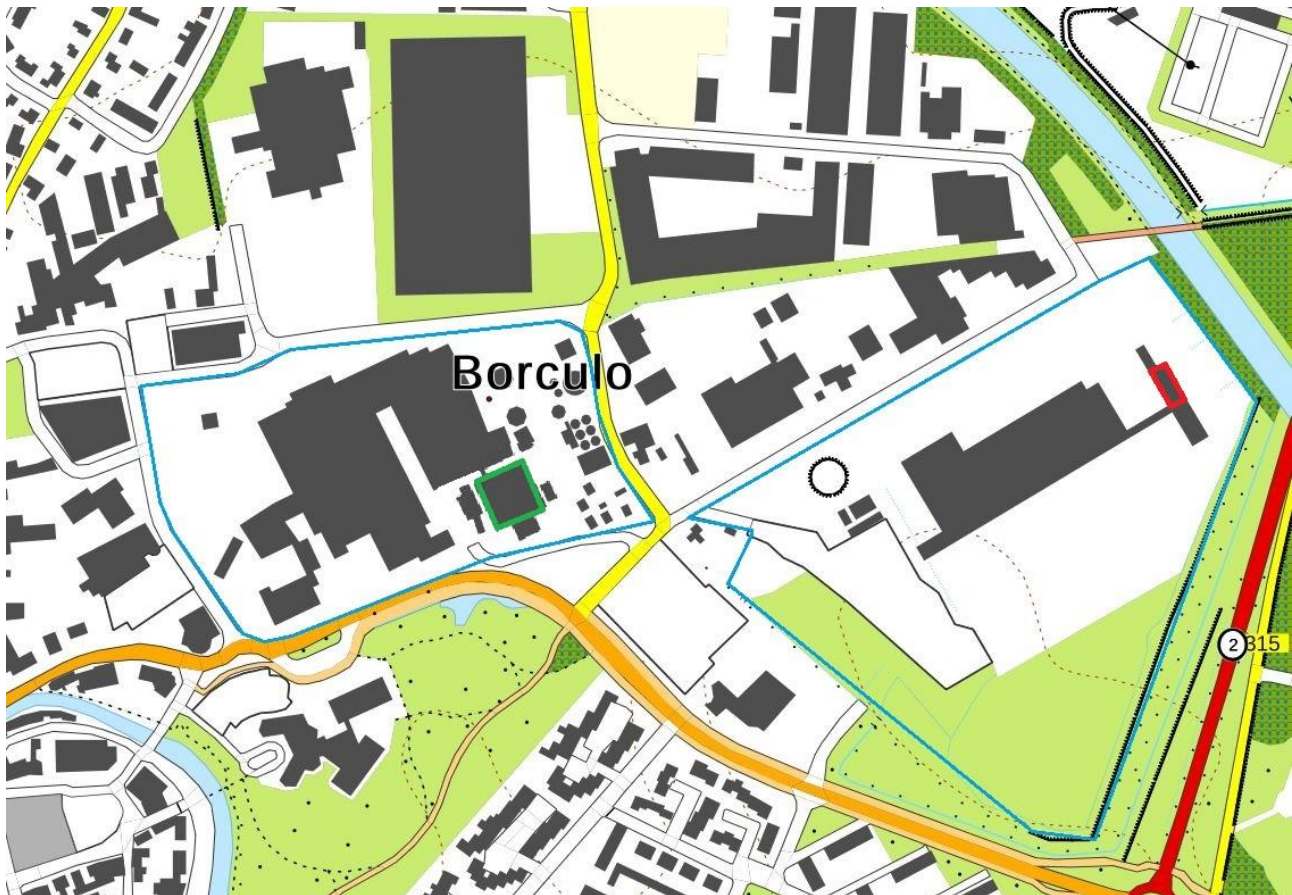


Figuur 2.2: PGS-15 opslagloods waarin gevaarlijke stoffen worden opgeslagen

2.3 Ammoniak gerelateerde activiteiten

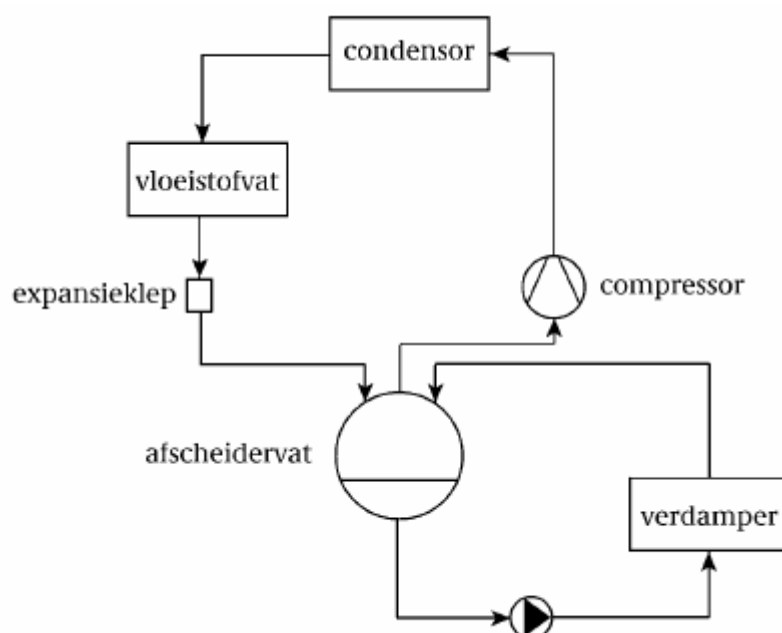
Op dit moment beschikt FrieslandCampina ten behoeve van de opwekking van de benodigde koude voor het invriezen en de opslag van producten over twee koelinstallatie (1.302 kg) op het Domo-terrein in de Berkelcentrale en over vijf koelinstallaties op het Mountain-terrein. Deze koelinstallaties hebben een inhoud van 1.000 kg per stuk. Tevens heeft FrieslandCampina plannen voor het realiseren van één nieuwe koelinstallaties op het Domo-terrein. Deze koelinstallatie zal een inhoud hebben van maximaal 1.476 kg. Er vindt bij FrieslandCampina geen opslag van ammoniak plaats.

In Figuur 2.3 is weergegeven waar ammoniak gerelateerde activiteiten plaats (gaan) vinden.



Figuur 2.3: Ammoniak-gerelateerde locaties op inrichting FrieslandCampina te Borculo. Rood = installaties Mountain terrein, groen = installaties Domo-terrein in de Berkelcentrale

In de onderstaande figuur is een algemene schematische weergave van een NH_3 -installatie weergegeven waarvan alle ammoniakvoerende onderdelen in de machinekamer zijn opgesteld, behalve de condensor. De condensor is buiten op het dak opgesteld. Dit is op alle installaties van FrieslandCampina Borculo van toepassing, inclusief de extra ammoniakkoelinstallatie in de Berkelcentrale.



Figuur 2.4: Schematische weergave NH_3 – installatie [ref. 9].

Tabel 2.1: Classificatie ammoniak-koelsystemen FrieslandCampina Borculo conform PGS13.

	Classificatie	Toelichting
Verblijfruimte installaties	Klasse C	Een ruimte, delen van gebouw of gebouwen waar uitsluitend geautoriseerde personen toegang hebben die op de hoogte zijn van de algemeen en speciale veiligheidsmaatregelen van het bedrijf of de organisatie, waarin de fabricage, verwerking of opslag van materialen of producten plaats vindt.
Opstelling installaties	C	Alle ammoniakvoerende onderdelen zijn opgesteld in de machinekamer, behalve de condensoren en het bijbehorende leidingwerk. Dit geldt voor zowel de bestaande installaties als voor de nieuwe installaties.
Koelsystemen	Primair en secundair systeem	De systemen zijn primair van aard.
Vereiste veiligheidsvoorziening	Meer dan 400 kg ammoniak	De installaties bevatten: • Tenminste 1 ontlastorgaan • Automatische inblikvoorzieningen • Noodstop- en alarmeringssysteem • Automatische ammoniak detectiesysteem

2.4 Procescondities & inhoud ammoniakkoelinstallaties

In Tabel 2.2 zijn de procescondities van op het Mountain-terrein geplaatste ammoniakkoelinstallaties weergegeven. Van dit type installatie zijn vijf stuks geplaatst.

Tabel 2.2: Procescondities en ammoniak inhoud onderdelen ammoniakkoelinstallaties Mountain-terrein.

Installatie-onderdeel	Ammoniak inhoud [kg]	Ammoniak temperatuur [°C]
Afscheidervat	360	2
Verdampers (incl. verbindingsleidingen)	65	2
Vloeistofvat	65	2
Vloeistofleidingen	175	2
Condensor (incl. verbindingsleidingen)	335	32
Globale hoeveelheid ammoniak	1.000	

In Tabel 2.3 zijn de procescondities van de op het Domo-terrein geplaatste ammoniakkoelinstallaties weergegeven. Van dit type installatie zijn twee stuks geplaatst.

Tabel 2.3: Procescondities en ammoniak inhoud onderdelen ammoniakkoelinstallatie Domo-terrein.

Installatie-onderdeel	Ammoniak inhoud [kg]	Ammoniak temperatuur [°C]
Afscheidervat	651	0
Verdampers (incl. verbindingsleidingen)	260	0
Vloeistofvat	195	0

Installatie-onderdeel	Ammoniak inhoud [kg]	Ammoniak temperatuur [°C]
Vloeistofleidingen	98	0
Condensor (incl. verbindingsleidingen)	98	32
Globale hoeveelheid ammoniak	1.302	

In Tabel 2.4 zijn de procescondities van de op het Domo-terrein geplaatste extra ammoniakkoelinstallatie weergegeven. Van dit type installatie is één stuk geplaatst.

Tabel 2.4: Procescondities en ammoniak inhoud onderdelen extra ammoniakkoelinstallatie Domo-terrein.

Installatie-onderdeel	Ammoniak inhoud [kg]	Ammoniak temperatuur [°C]
Afscheidervat	336	0
Verdampers (incl. verbindingsleidingen)	159	0,5
Vloeistofvat	159	0,5
Vloeistofleidingen	240	0,5
Condensor (incl. verbindingsleidingen)	582	32
Globale hoeveelheid ammoniak	1.476	

2.5 Opslagtanks andere producten

Op het terrein van FrieslandCampina locatie Borculo staan verschillende opslagtanks met diverse producten. Ter plaatse van de Berkelcentrale wordt pyrolyse olie opgeslagen. Op het bestaande Domo-terrein zijn twee (verticale) tanks met natronloog en salpeterzuur aanwezig. Op het Mountain-terrein vindt opslag plaats van CO₂, natronloog, stikstof en salpeterzuur. Pyrolyse olie heeft een vlampunt hoger dan 55 °C en wordt conform Handleiding Risicoberekening Bevi niet meegenomen in de QRA. Natronloog en salpeterzuur worden niet beschouwd als acuut toxisch en worden verder niet meegenomen in de risicoanalyse. CO₂ en N₂ kunnen in grote hoeveelheden zuurstof verdringend werken. Deze tanks hebben een volume van 50 m³ en beide producten worden cryogeen opgeslagen. De stikstof tank heeft een druk van 36 barg en de CO₂ tank een druk van 22 barg. De Handleiding Risicoberekeningen schrijft het volgende over zuurstof verdringende stoffen:

Voor beide tanks is de grootse effectafstand bepaald voor het catastrofaal falen van de tank. Voor CO₂ is de probit waarde gebruikt die het RIVM heeft verstrekt. De 1% letaliteitsafstand voor de stikstof tank wordt niet bereikt. De maximale 1% letaliteitsafstand voor de CO₂ tank is 11 meter. De tanks worden geplaatst op ongeveer 25 meter van de terreingrens. De risico's van de CO₂ en N₂ tanks op het terrein zijn niet relevant voor de externe veiligheid.

Hierdoor worden deze beschouwde opslagtanks verder niet in de QRA beschouwd.

3 UITGANGSPUNTEN QRA

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:

- 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.
- In de Risicomodellering worden aan de hand van de verschillende letale effecten en blootstellingsduur, ontstekingsbronnen, initiële faalkansen en kansverdeling van de gebeurtenissenboom het PR en GR berekend.

Voor het bepalen van de effecten en risico's is gebruikgemaakt van het softwarepakket Safeti-NL, versie 6.54, 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 dit hoofdstuk en in hoofdstuk 4 beschreven.

Verder wordt opgemerkt dat de risico's ten gevolge van LOC-scenario's buiten de inrichting, zoals breuk van de exportleiding, in deze risicoanalyse niet gekwantificeerd zijn.

3.2 Beschrijving van de insluitsystemen

Voor QRA's voor BEVI-inrichtingen inrichting worden insluitsystemen opgenomen die bij een LOC bepalend zijn voor de externe veiligheid buiten de inrichting. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende type activiteiten en/of installaties, namelijk:

- Ammoniakoelinstallaties
- PGS15 opslagloods

3.2.1 Ammoniakoelinstallaties

De QRA met betrekking tot de ammoniak koelinstallaties wordt uitgevoerd voor de installaties op het Mountain-terrein (5 stuks), de installaties in de Berkelcentrale (2 stuks) en de extra installatie in de Berkelcentrale. De berekening is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

Mountain-terrein

- de locatie voor de emissies is voor alle scenario's de locatie van de machinekamer, met uitzondering van de leidingen naar en van de verdamper: deze zijn gedefinieerd als lijnbronnen;
- de geforceerde ventilatie van de machinekamer van 2.880 m³/h;
- de lozingshoogte voor emissies op het dak is gelijk aan 7 meter;
- de lozingshoogte voor emissies in de machinekamer is gelijk aan 7 meter;
- lozingen in de buitenlucht zijn gemodelleerd als horizontale uitstroming. Emissies vanuit de machinekamer zijn horizontaal gericht met een snelheid gelijk aan 20 m/s.
- de geforceerde ventilatie van de machinekamer treedt direct in werking bij een lekkage, zodat de emissie vanuit de machinekamer volledig via de afvoer van de ventilatie in de buitenlucht komt;
- indien het uitstroomdebiet van ammoniak hoger is dan het ventilatiedebiet, dan wordt uitgegaan van een lozingshoogte van 1 meter.

Domo-terrein (Berkelcentrale):

- de locatie voor de emissies is voor alle scenario's de locatie van de machinekamer. De geforceerde ventilatie van de machinekamer van 12.700 m³/h;
- de lozingshoogte voor emissies op het dak is gelijk aan 19,7 meter;
- de lozingshoogte voor emissies in de machinekamer is gelijk aan 19,7 meter.

3.2.2 PGS15 opslagloodsen

Het risico met betrekking tot de externe veiligheid van PGS15 opslagloodsen komt voort uit het bij een incident vrijkomen van toxische stoffen wegens brand in deze opslagloods. De risico's van een brand in een PGS15 opslagloods wordt dus bepaald door de volgende parameters:

- brand dient mogelijk te zijn in een opslagloods;
- toxische stoffen dienen vrij te komen in de omgeving bij een brand. Dit kan op de volgende twee manieren:
 - de opgeslagen producten bevatten ADR klasse 6,1 VG I of VG II stoffen, deze wordt deels onverbrand om de rookgassen meegevoerd.
 - een opgeslagen product vormt bij brand een toxische verbrandingsproduct.
- dispersie van de rookgassen dient mogelijk te zijn. Hiervoor is het noodzakelijk dat de toxische verbrandingsproducten worden afgekoeld aan de wanden en het dak van de opslagvoorziening waardoor de relatief koude verbrandingsgassen vrijkomen die laag bij de grond blijven hangen.

Op de inrichting van FrieslandCampina Borculo is één PGS15 loods aanwezig. De gegevens van deze opslagvoorziening is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.1 Gegevens PGS15 loods

Beschermingsniveau	3
Type bescherming	Handbediende deluge-installatie met watervoorziening door lokale brandweer
Oppervlakte	221 m ²
Hoogte	5 m
Inhoud gebouw	1.109 m ³
Opgeslagen gevaarlijke stoffen	Maximaal 28 ton
Overige voorzieningen	Handmatig sluitende deuren
Gebouw invoergegevens Safeti-NL Ruimte maakt geen onderdeel uit van groter gebouw	Hoogte: 5 m Lengte: ca. 15,1 m Breedte: ca. 14,7 m Toepassing roof / lee effect zorgt voor 2 gevels met een lengte van 14,89 m
Aanwezige gevaarlijke stoffen	ADR 3 / 5.1 / 8 / 9 Percentage ADR 3: 0,43 %
ADR 6.1 VG I + VG II	Niet van toepassing

In QRA modelberekeningen zijn we uitgegaan van de denkbeeldige voorbeeldstof (C_{3,90}H_{8,50}O_{1,06}Cl_{0,46}N_{1,17}S_{0,51}P_{1,35}), en een percentage actief stof gehalte van 10 % (conservatieve benadering). De denkbeeldige voorbeeldstof staat gelijk voor een percentage van 10% N, S en/of halogeen.

Door een percentage actieve stof van 10% aan te houden kan met de volgende gemiddelde samenstelling stoffen in de opslagplaats worden gerekend. Er wordt in de verdere beoordeling zodoende uitgegaan van maximaal 1% N, S en/of halogeen in plaats van de bovenstaande percentages. Een percentage van 1% N, S en/of halogeen wordt zodoende als realistisch geacht.

4 LOC SCENARIO'S

4.1 Uitstroming

4.1.1 Algemeen

Van de vele mogelijke LOC scenario's op een BEVI-plichtige installatie 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.
- Risico's van buiten FrieslandCampina locatie Borculo zijn niet meegenomen in deze QRA. Er zijn geen windmolens en geen vliegvelden in de omgeving.

4.2 Initiële faalkansen en uitwerking scenario's

De eerste stap in een QRA is de bepaling van de faalscenario's (uitstromen van gevaarlijke stoffen). In de afstandentabel ammoniak koelinstallaties (rapportnummer 620100003/2005) van het RIVM [5] zijn specifieke scenario's beschreven voor verschillende installatie onderdelen. Deze scenario's staan in de onderstaande tabellen vermeld met daarbij de installaties waarvoor deze scenario's moeten worden beschouwd.

De faalfrequenties met betrekking tot de verschillende procesonderdelen zijn overgenomen uit de HRB [1].

Bij het bepalen van de faalkansen van leidingen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de bovengrondse leidingen zijn de faalfrequenties gebruikt van procesleidingen.
- In de standaard faalfrequenties van procesleidingen zijn flenzen en kleppen meegerekend.

In Tabel 4.1 zijn de initiële LOC scenario's weergegeven voor de ammoniakkoelinstallaties.

Tabel 4.1: Initiële LOC scenario's voor de ammoniakkoelinstallaties..

Installatie onderdeel	LOC Scenario	Generieke faalkans
Ammoniak-installatie		
Afscheider	G.1 Instantaan vrijkomen gehele inhoud	$5,0 \cdot 10^{-6}$ per jaar
	G.2 2. Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	$5,0 \cdot 10^{-6}$ per jaar
	G.3 Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	$1,0 \cdot 10^{-4}$ per jaar
Lage druk vloeistofleidingen	LB.1 Breuk van de leiding	$1,0 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
	LB.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	$5,0 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
Leiding afscheidervat naar pomp	LB.1 Breuk van de leiding	$1,0 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
	LB.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	$5,0 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar

Installatie onderdeel	LOC Scenario	Generieke faalkans
Lage druk dampleidingen	LB.1 Breuk van de leiding	$1,0 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
	LB.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	$5,0 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar
Pompen en compressors met pakking	G.1 Catastrofaal falen	$1,0 \cdot 10^{-4}$ per jaar
	G.2 Lek (10 % diameter)	$4,4 \cdot 10^{-3}$ per jaar
Pompen en compressors zonder pakking	G.1 Catastrofaal falen	$1,0 \cdot 10^{-5}$ per jaar
	G.2 Lek (10 % diameter)	$5,0 \cdot 10^{-5}$ per jaar

De condensor en verdamper zijn in deze QRA buiten beschouwing gelaten. Conform HRB [ref. 6] dient uitgegaan te worden van breuk van 10 pijpen, breuk van één pijp en een lek. Omdat de diameter van de pijpen van de condensoren en verdamper zeer klein zijn, worden geen externe effecten verwacht voor dit scenario.

Verdere informatie over de modellering van bovenstaande installatie-onderdelen is te vinden in Bijlage C. In deze bijlage is het volgende uitgewerkt:

- Voor de scenario's in de machinekamers wordt op basis van de uitstroomgegevens berekend wat de hoeveelheid ammoniak is die uiteindelijk via de ventilatie vrijkomt in de buitenlucht. Hierbij wordt rekening gehouden dat een gedeelte van de ammoniak uitregent en als vloeistofplas achterblijft in de machinekamer. In de bronterm wordt ook rekening gehouden met de invloed van de ventilatie op de (tijdsafhankelijke) emissie uit de machinekamer.
- Voor de scenario's buiten de machinekamer is de volledige bronterm weergegeven. Het gebruikte rekenpakket, Safeti-NL, berekent vervolgens de fractie die in de wolk terecht komt, de fractie die in een plas terecht komt en de bijdrage van de plasverdamper.

5 EFFECTBEREKENING

5.1 Algemeen

De effectberekeningen zijn uitgevoerd aan de hand van de standaard gebeurtenissenbomen waarmee Safeti-NL [ref. 1] rekent (zie HRB [ref. 6] 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 Weer en ruwheidslengte

De gegevens van het algemene weerstation van "Twente" zijn gebruikt voor de QRA-berekening. Dit is het dichtstbijzijnde weerstation voor FrieslandCampina locatie Borculo.

Voor het modelleren van de uitstroming, dispersie en toorts- en wolkbranden is uitgegaan van de in Tabel 5.1 opgenomen parameters.

Parameter	Waarde dag	Waarde nacht
Atmosferische temperatuur	12,0°C	8,0°C
Oppervlakte temperatuur	9,8°C	9,8°C
Relatieve lucht vochtigheid	76,5%	86,3%
Terreinruwheid	1,0 m	1,0 m

Tabel 5.1: Overzicht belangrijkste algemene parameters modellering.

De ruwheidslengte is een (kunstmatige) lengtemaat die de invloed van de omgeving op de windsnelheid aangeeft. Een aerodynamische ruwheidslengte van 1,0 meter is typerend voor een omgeving bezaaid met grote obstakels.

6 BLOOTSTELLING EN SCHADE

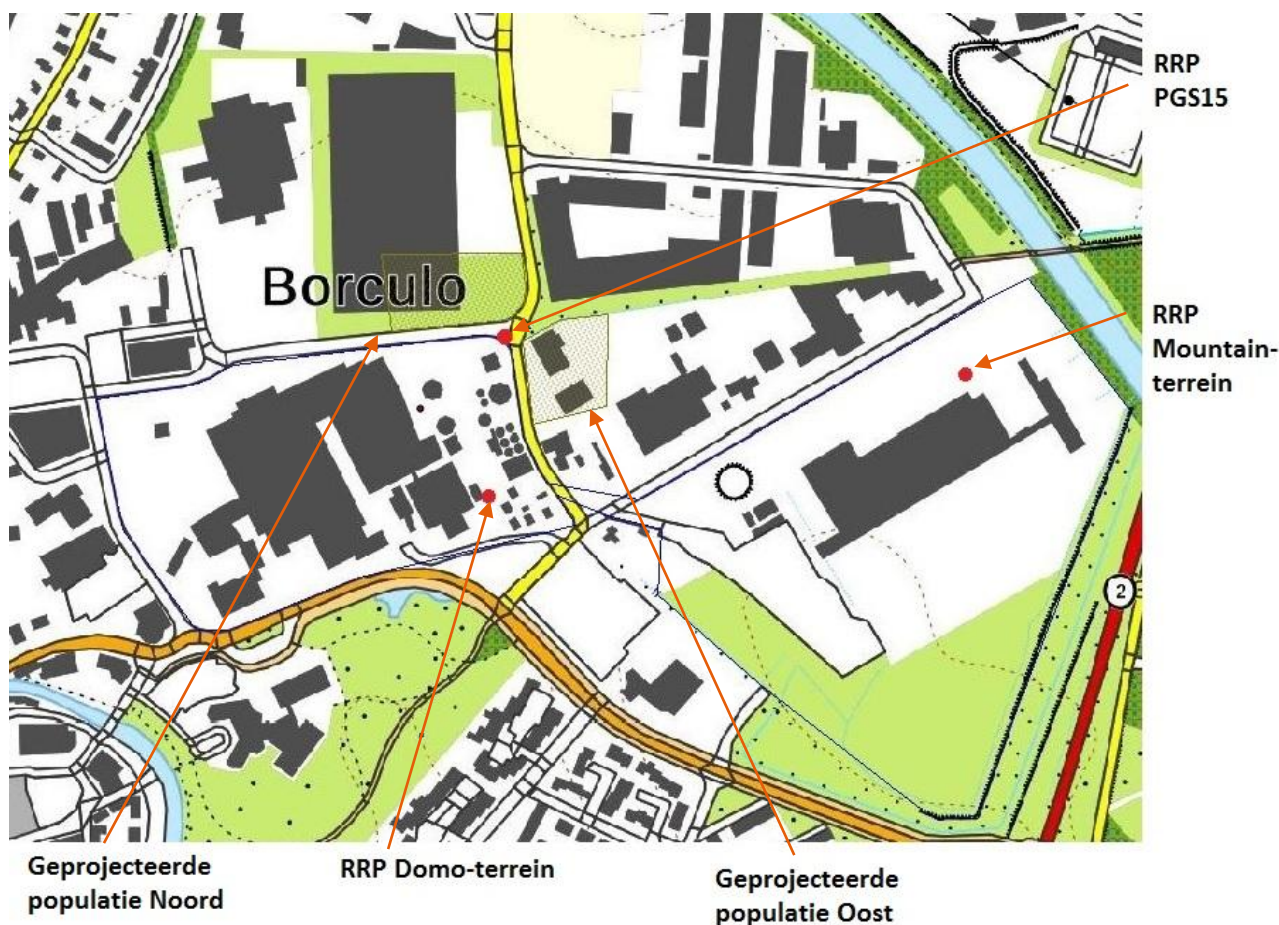
6.1 Populatie & Risk Ranking Points (RRP)

De populatiegegevens die gebruikt zijn in deze QRA voor het berekenen van het groepsrisico zijn gebaseerd op het bestemmingsplan 'Borculo – bedrijventerrein 2011'. Ten noorden en oosten van het Domo-terrein zijn bestemmingen 'bedrijfsterreinen' en 'wonen aangegeven. Op basis van 'Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico' is dit vertaald naar de onderstaande bevolkingsaantallen.

Tabel 6.1: Ingevoerde populatie.

Bevolkingsvlak	Geïnterpreteerd als	Aantal personen	Aanwezigheid dag	Aanwezigheid nacht
Noord	Industriegebied – personeelsdichtheid hoog	80 personen/ha.	100%	0%
Oost	Industriegebied – personeelsdichtheid hoog	80 personen/ha.	100%	0%

Om de bijdrage van verschillende scenario's aan de ligging van de PR contour op de inrichtingsgrens in de nabijheid van de PGS15 opslagloods en de 10^{-6} per jaar PR op het Domo-terrein en Mountain-terrein te bepalen, zijn meerdere Risk Ranking points (RRP) gedefinieerd. Deze punten zijn aangegeven in Figuur 6.1.



Figuur 6.1: Risk Ranking Points, FrieslandCampina locatie Borculo.

6.2 Modelering van de schade

In een QRA wordt alleen naar dodelijke slachtoffers gekeken. Effecten met mogelijk dodelijke gevolgen zijn overdruk (ten gevolge van explosie), warmtestraling, wolkbrand en blootstelling aan toxische stoffen. Bij de scenario's van FrieslandCampina Borculo speelt alleen blootstelling aan toxische stoffen een rol voor de externe veiligheid.

6.2.1 Blootstelling van personen aan toxische stoffen.

Voor blootstelling aan toxische stoffen berekent Safeti-NL de letaliteit met een probitfunctie, die een relatie legt tussen de toxiciteit van een stof, concentratie van de desbetreffende stof, blootstellingsduur en de kans om te overlijden.

6.3 Effectafstanden dominante scenario's

6.3.1 Effectafstanden weerklasse 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 weerklasse F1,5 m/s zijn hieronder weergegeven.

Scenario	Effect	Safeti-NL Effectafstand [m] ¹
Lek vloeistofvat ammoniakinstallatie Mountain-terrein	Vrijkomen toxische stoffen	47
Lek pomp ammoniakinstallatie Mountain-terrein	Vrijkomen toxische stoffen	40
Brand PGS15 opslag, deuren open, 222 m ² brand	Vrijkomen toxische stoffen	38

¹⁾ Vrijkomen toxische stoffen: 1% letaliteit

Tabel 6.2: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklasse F1,5 voor FrieslandCampina locatie Borculo.

De grootste effectafstand voor deze weerklasse wordt veroorzaakt door een lek van het vloeistofvat van de ammoniakinstallatie op het Mountain-terrein. Indien een toxische wolk ontstaat, heeft deze een effectafstand van 47 m (tot 1%-letaliteitswaarde).

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.

Scenario	Effect	Safeti-NL Effectafstand [m] ¹
Lek vloeistofvat ammoniakinstallatie Mountain-terrein	Vrijkomen toxische stoffen	50
Lek pomp ammoniakinstallatie Mountain-terrein	Vrijkomen toxische stoffen	46
Breuk leiding afscheider-pomp ammoniakinstallatie Mountain-terrein	Vrijkomen toxische stoffen	40

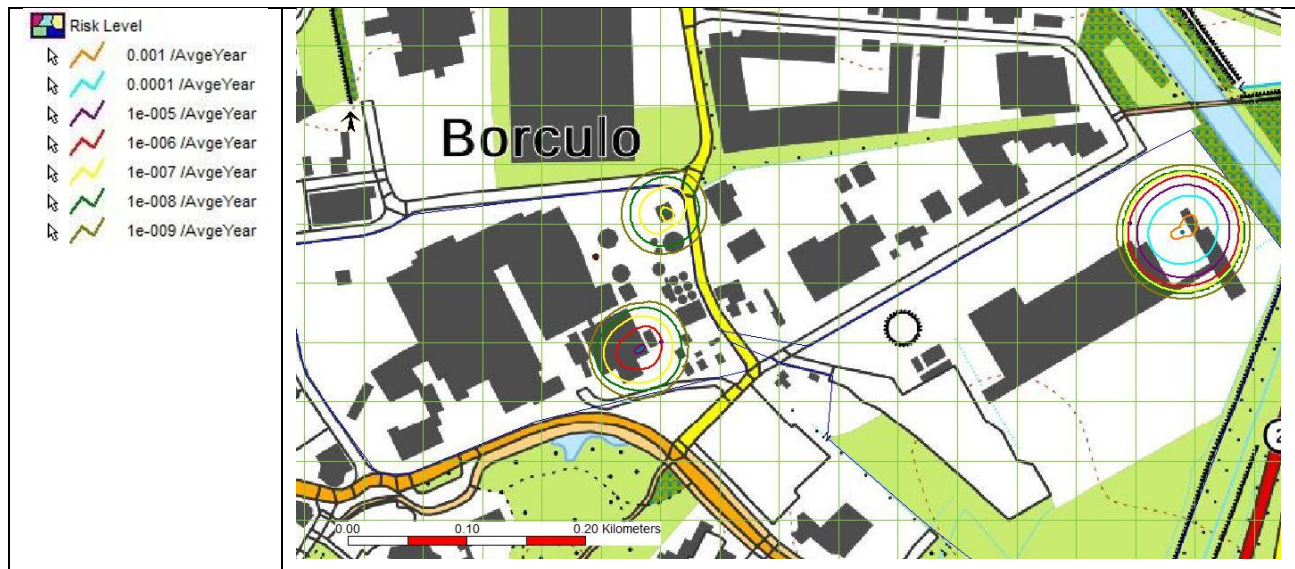
¹) Vrijkomen toxische stoffen: 1% letaliteit

Tabel 6.3: Effectafstanden van de grootste en risico dominerende scenario's tijdens weerklassse D5 voor FrieslandCampina locatie Borculo.

De grootste effectafstand voor deze weerklassse wordt veroorzaakt door een lek van het vloeistofvat van de ammoniakinstallatie op het Mountain-terrein. Indien een toxische wolk ontstaat, heeft deze een effectafstand van 50 m (tot 1%-letaliteitswaarde).

7 QRA RESULTATEN

De Plaatsgebonden Risicocontouren zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 7.1: Contouren FrieslandCampina locatie Borculo. Grid grootte is 50 meter.

In de nabijheid van FrieslandCampina locatie Borculo zijn (beperkt) kwetsbare objecten aanwezig. Deze (beperkt) kwetsbare objecten bevinden zich buiten de 10^{-6} en 10^{-9} per jaar PR contour.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt binnen de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-9} PR contour bedraagt ca. 15 m (noordelijke richting).

7.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is geanalyseerd voor een aantal belangrijke punten. In dit geval op de inrichtingsgrens nabij de PGS15 opslagloods, en nabij de 10^{-6} per jaar PR contour op het Mountain-terrein en Domo-terrein. De risicobepalende scenario's op deze punten zijn weergegeven in onderstaande tabellen

Scenario	Risico	%
Doors Open- 222 m ² /1800 s PGS15 opslagloods	$1,3 \cdot 10^{-7}$	100,0
Totaal	$1,3 \cdot 10^{-7}$	100,0

Tabel 7.1: Bijdrage scenario's aan PR op de inrichtingsgrens nabij de PGS15 opslag.

Scenario	Risico	%
Catastrofaal falen pomp ammoniakinstallatie Domo-terrein	$5,0 \cdot 10^{-7}$	45,1
Catastrofaal falen pomp extra ammoniakinstallatie Domo-terrein	$2,9 \cdot 10^{-7}$	26,3
Breuk leiding afscheider-pomp ammoniakinstallatie Mountain-terrein	$1,7 \cdot 10^{-7}$	15,3
Breuk leiding afscheider-pomp extra ammoniakinstallatie Mountain-terrein	$1,0 \cdot 10^{-7}$	9,3
Instantaan falen afscheidervat extra ammoniakinstallatie Domo-	$3,3 \cdot 10^{-8}$	3,0

Scenario	Risico	%
terrein		
Instantaan falen afscheidervat ammoniakinstallatie Domo-terrein	$1,1 \cdot 10^{-8}$	1,0
Totaal	$1,1 \cdot 10^{-6}$	100,0

Tabel 7.2: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR Domo-terrein.

Scenario	Risico	%
Lek pomp ammoniakinstallatie Mountain-terrein	$1,1 \cdot 10^{-6}$	84,2
Lek vloeistofvat ammoniakinstallatie Mountain-terrein	$2,1 \cdot 10^{-7}$	15,7
Overig	$3,2 \cdot 10^{-10}$	0,1
Totaal	$1,3 \cdot 10^{-6}$	100,0

Tabel 7.3: Bijdrage scenario's aan 10^{-6} per jaar PR Mountain-terrein..

7.2 Groepsrisico

Het groepsrisico voor FrieslandCampina Borculo is nihil vanwege de geringe populatie binnen het invloedgebied van FrieslandCampina Borculo. Hierdoor berekent Safeti-NL geen Groepsrisico. Dit betekent dat het Groepsrisico de oriëntatiewaarde niet overschrijdt.

8 CONCLUSIES

In deze QRA zijn de externe risico's van FrieslandCampina locatie Borculo bepaald. Deze risico's zijn uitgedrukt in plaatsgebonden risico en groepsrisico per jaar.

De 10^{-6} per jaar PR contour ligt binnen de grenzen van de inrichting. De maximale afstand vanaf de inrichtingsgrens tot de 10^{-9} PR contour bedraagt ca. 15 m (noordelijke richting).

Het groepsrisico overschrijdt de oriënterende normwaarden zoals gedefinieerd in het BEVI [ref. 2] niet.

De belangrijkste bijdragen aan de plaatsgebonden risicocontour op de inrichtingsgrens worden geleverd door de volgende scenario's:

- Doors Open- 222 m²/1800 s PGS15 opslagloods;
- Catastrofaal falen pomp ammoniakinstallatie Domo-terrein;
- Lek pomp ammoniakinstallatie Mountain-terrein.

De grootste effectafstand wordt veroorzaakt door een lek van het vloeistofvat van de ammoniakinstallatie op het Mountain-terrein. Indien een toxische wolk ontstaat, heeft deze een effectafstand van 50 m (tot 1%-letaliteitswaarde).

8.1 Toetsing PR aan acceptatiecriteria

Het berekende Plaatsgebonden Risico voldoet aan de normstelling in het BEVI [ref. 3].

8.2 Toetsing GR aan acceptatiecriteria

Het groepsrisico van FrieslandCampina locatie Borculo overschrijdt de oriëntatiewaarde zoals gedefinieerd in het BEVI. [ref. 5] niet.

9 REFERENTIES

1. DNV, Safeti-NL V6,54 – juli 2009; zie RIVM - Safeti-NL (<http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/modellen/safeti-nl.jsp>).
2. *Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen*, Ministerie VROM, Staatsblad 250, 27 mei 2004. Laatst gewijzigd 9 september 2008 en op 13 februari 2009 in werking getreden, Staatscourant 47, 12 februari 2009.
3. *Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen*, Ministerie VROM, nr. EV2004084072, 8 september 2004; Laatst gewijzigd 4 juni 2015 en op 1 juli 2015 in werking getreden, Staatscourant 14437,18 juni 2015
4. *Registratiebesluit Externe Veiligheid*, Ministerie VROM, 22 maart 2007, Staatsblad 2007 -102, STB10898.
5. *Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico*, Ministerie VROM, november 2007.
6. *Handleiding Risicoberekeningen BEVI*, RIVM, versie 3,3, 1 juli 2015.
7. BAG populatieservice, <https://populatieservice.demis.nl/#/>
8. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 2, Methode voor berekening van fysische effecten, november 2005.
9. Afstandentabel ammoniak koelinstallaties, RIVM rapport 62010003/2005, P.A.M. Uijt de Haag

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 kwetsbare objecten;
- c. hotels en restaurants, mits geen kwetsbare objecten;
- d. winkels, mits geen kwetsbare objecten;
- e. sporthallen, zwembaden en speeltuinen;
- f. sport- en kampeerterreinen en terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, mits geen kwetsbare objecten;
- g. bedrijfsgebouwen, mits geen kwetsbare objecten;
- 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 vluchtleidingsapparatuur, 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 moet worden in stand gehouden.

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 moet worden in stand gehouden.

Dit betekent dat erom 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 activiteit.

BIJLAGE A : SCENARIO'S FRIESLANDCAMPINA BORCULO

De naamgeving van scenario's in Safeti-NL wordt opgebouwd uit de volgende mogelijkheden.

Systeem	Benaming	Scenario	Scenario
Leidingen	LB	1	Breuk, Breuk terugstroming
		2	Lek
Vaten (aardgas)	G	1	Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud inclusief nalevering
		2	Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. In een continue en constante stroom.
		3	Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm.

Hierbij staat "t" voor "terugstroom"

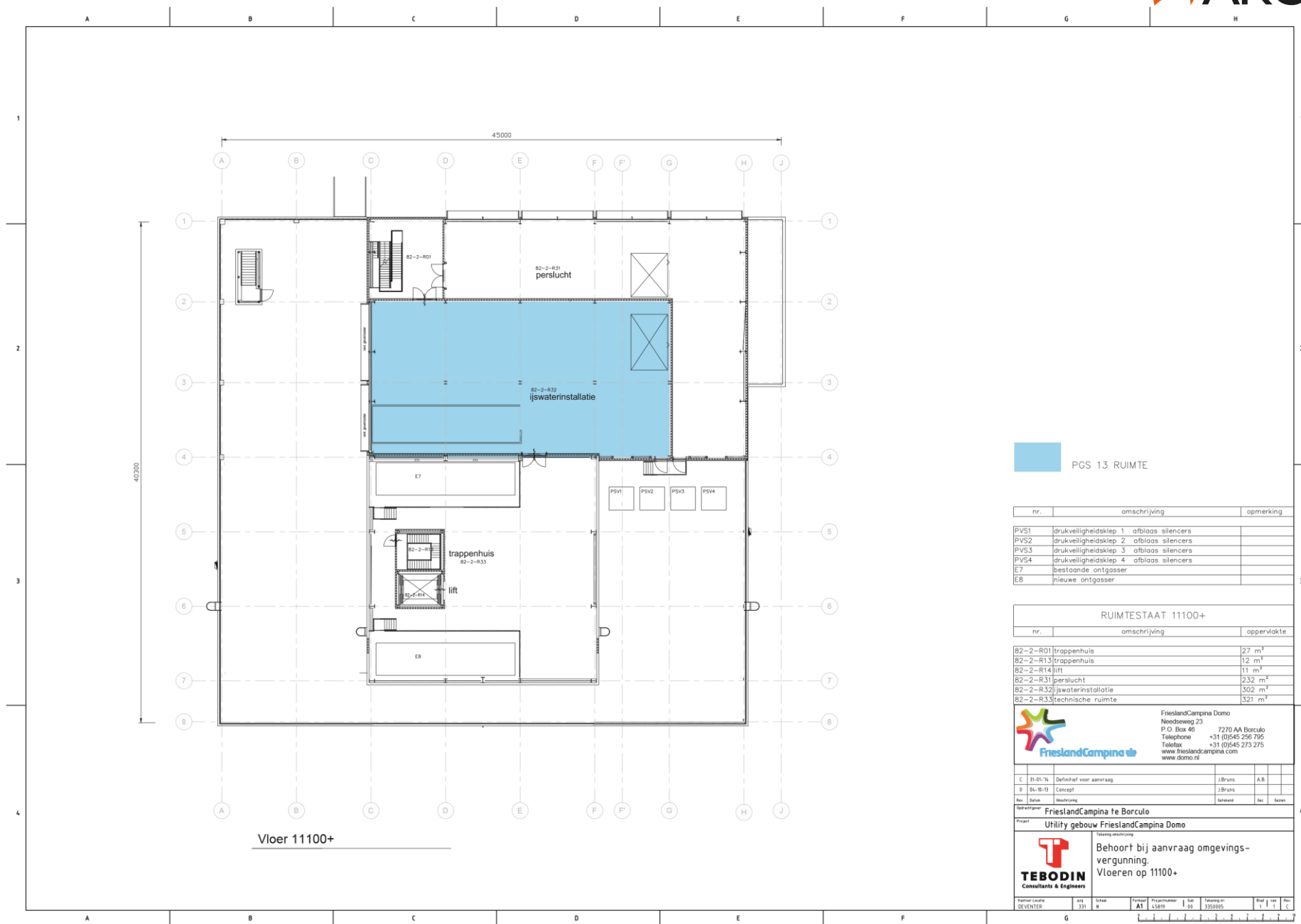
Bijlage A.1: Vessel en Pipe Scenario's

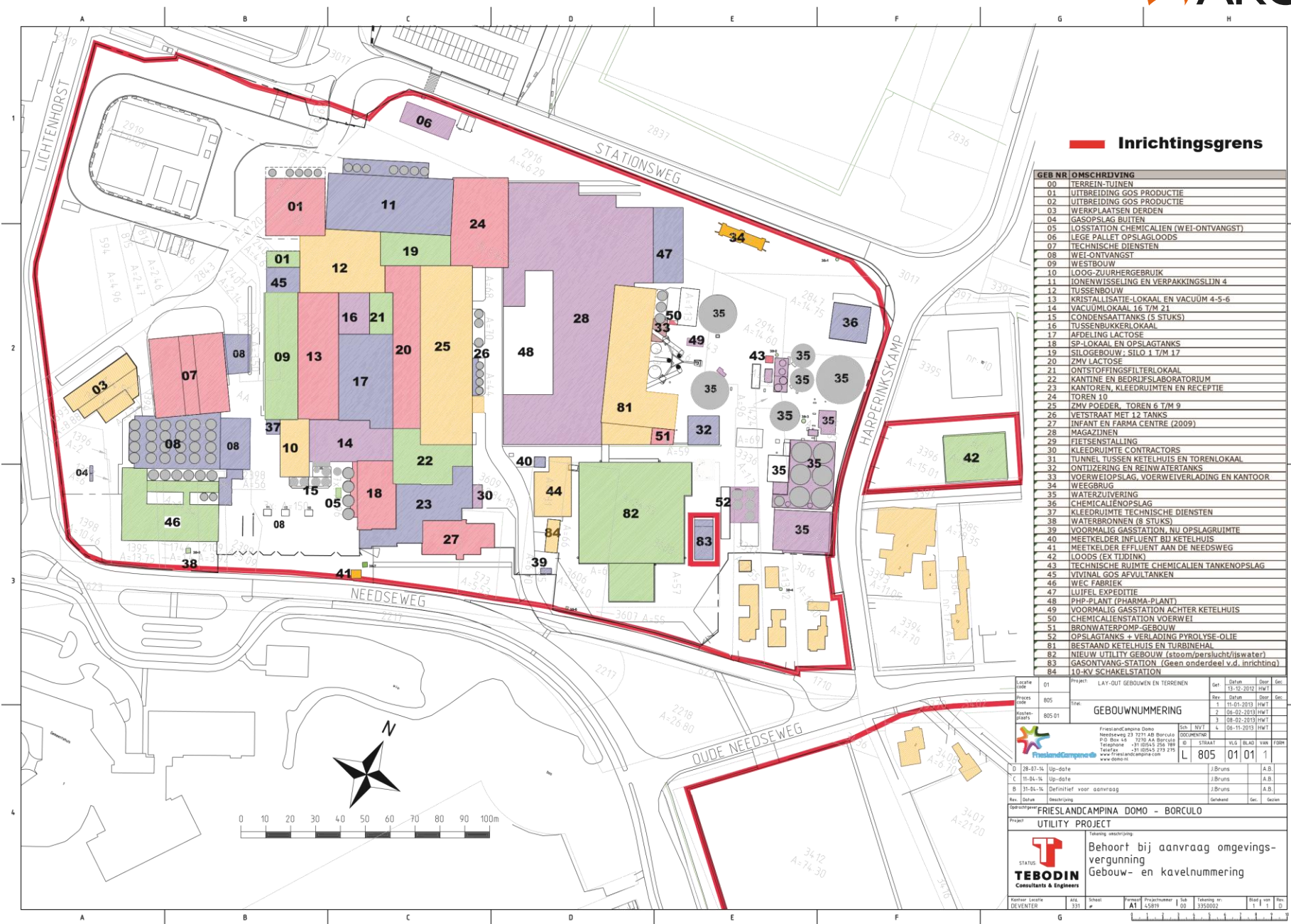
Name	Discharge Material	Inventory kg	Event Frequency /AvgYear	Release Rate kg/s	Discharge Velocity m/s	Final Temperature degC	Duration of Discharge s	East m	North m	Outdoor Release Direction
G.1 1.1 Afscheidervat	AMMONIA	292	2.50E-05	0.486666667	20	-33.35808411	600	233689.7	459592.3	0 Horizontal
G.2 1.1 Afscheidervat	AMMONIA	256	2.50E-05	0.426666667	20	-33.35808411	600	233689.7	459592.3	0 Horizontal
G.3 1.1 Afscheidervat	AMMONIA	360	5.00E-04	1.139240506	20	-33.35808411	316	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.2 Afsch-pomp	AMMONIA	360	1.50E-05	38.5026738	20	-33.35808411	9.35	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.2 Afsch-pomp	AMMONIA	360	1.00E-04	1.774454951	20	-33.35808411	203	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.3 Pomp	AMMONIA	360	5.00E-04	14.530718	20	-33.35808411	24.775101	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.3 Pomp	AMMONIA	360	2.20E-02	0.72681683	152.77237	-33.35808411	500	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.4 Pomp-verd	AMMONIA	204	1.00E-04	1.5	20	-33.35808411	136	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.4 Pomp-verd	AMMONIA	511	5.00E-04	0.28391278	20	-33.35808411	1800	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.5 Verd-afsch	AMMONIA	285	1.00E-05	0.399719495	20	-33.35808411	713	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.5 Verd-afsch	AMMONIA	410	5.00E-05	0.22774817	20	-33.35808411	1800	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.6 Afsch-compr	AMMONIA	285	1.00E-05	0.399719495	20	-33.35808411	713	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.6 Afsch-compr	AMMONIA	410	5.00E-05	0.22774817	20	-33.35808411	1800	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.7 Compr	AMMONIA	285	5.00E-04	0.399719495	20	-33.35808411	713	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.7 Compr	AMMONIA	410	2.20E-02	0.22774817	20	-33.35808411	1800	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.8 Compr-cond	AMMONIA	519	3.00E-05	1.5	20	-33.35808411	346	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.8 Compr-cond	AMMONIA	519	2.00E-04	1.766667	20	-33.35808411	120	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.9 Cond-vloeistof	AMMONIA	519	1.50E-05	1.5	20	-24.50639954	346	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.9 Cond-vloeistof	AMMONIA	519	1.00E-04	1.766667	20	-24.50639954	120	233689.7	459592.3	0 Horizontal
G.1 1.10 Vloeistofvat	AMMONIA	600	2.50E-05	1.5	20	-33.35808411	400	233689.7	459592.3	0 Horizontal
G.2 1.10 Vloeistofvat	AMMONIA	1000	2.50E-05	0.106666667	20	-33.35808411	1800	233689.7	459592.3	0 Horizontal
G.3 1.10 Vloeistofvat	AMMONIA	600	5.00E-04	1.1356511	152.77237	-33.35808411	528.3312806	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.11 Vloeistof-Exp	AMMONIA	519	5.00E-05	1.5	20	-33.35808411	346	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.11 Vloeistof-Exp	AMMONIA	519	2.50E-04	1.766667	20	-33.35808411	120	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.1 1.12 exp-afschiede	AMMONIA	285	5.00E-05	0.39972	20	-33.35808411	713	233689.7	459592.3	0 Horizontal
LB.2 1.12 exp-afschiede	AMMONIA	285	2.50E-04	0.23	20	-33.35808411	1800	233689.7	459592.3	0 Horizontal

Name	Discharge Material	Inventory kg	Event Frequency /AvgeYear	Release Rate kg/s	Discharge Velocity m/s	Final Temperature degC	Duration of Discharge s	East m
G.1 2.1 Afscheidervat	AMMONIA	356	1.00E-05	0.593033333	20	-33.35808411	600	2332
G.2 2.1 Afscheidervat	AMMONIA	291	1.00E-05	0.484533333	20	-33.35808411	600	2332
G.3 2.1 Afscheidervat	AMMONIA	651	2.00E-04	1.08	20	-33.35808411	1800	2332
LB.1 2.2 Afsch-pomp	AMMONIA	486	6.00E-06	27.00111111	20	-33.35808411	18	2332
LB.2 2.2 Afsch-pomp	AMMONIA	1300	4.00E-05	1.649007	20	-33.35808411	394.784718	2332
G.1 2.3 Pomp	AMMONIA	584	2.00E-05	6.178409348	20	-33.35808411	94.469299	2332
G.2 2.3 Pomp	AMMONIA	1300	1.00E-04	0.69	20	-33.35808411	930	2332
LB.1 2.4 Pomp-verdamp	AMMONIA	465	1.50E-04	1.5	20	-33.35808411	309.9184	2332
LB.2 2.4 Pomp-Verdamp	AMMONIA	651	7.50E-04	0.27	20	-33.35808411	1800	2332
LB.1 2.5 Verdamer-afs	AMMONIA	928	1.50E-05	0.515483556	20	-33.35808411	1800	2332
LB.2 2.5 Verdamer-afs	AMMONIA	651	7.50E-05	0.2	20	-33.35808411	1800	2332
LB.1 2.6 Afscheider-con	AMMONIA	928	2.00E-06	0.515483556	20	-33.35808411	1800	2332
LB.2 2.6 Afscheider-con	AMMONIA	651	1.00E-05	0.2	20	-33.35808411	1800	2332
LB.1 2.7 Compr	AMMONIA	928	6.00E-04	0.515483556	20	-33.35808411	1800	2332
LB.2 2.7 Compr	AMMONIA	651	2.64E-02	0.2	20	-33.35808411	1800	2332
LB.1 2.8 Compr-cond	AMMONIA	684	1.20E-05	1.5	20	-33.35808411	455.916	2332
LB.2 2.8 Compr-cond	AMMONIA	684	8.00E-05	0.86	20	-33.35808411	795.2023256	2332
LB.1 2.9 Cond-vloeistofv	AMMONIA	684	6.00E-06	1.5	20	-24.02181091	455.916	2332
LB.2 2.9 Cond-vloeistofv	AMMONIA	684	4.00E-05	0.86	20	-24.02181091	795.2023256	2332
G.1 2.10 Vloeistofvat	AMMONIA	684	1.00E-05	1.5	20	-24.02181091	455.916	2332
G.2 2.10 Vloeistofvat	AMMONIA	684	1.00E-05	1.25	20	-24.02181091	1800	2332
G.3 2.10 Vloeistofvat	AMMONIA	684	2.00E-04	1.08	20	-24.02181091	633.2166667	2332
LB.1 2.11 Vloeist-exp	AMMONIA	684	6.00E-06	1.5	20	-24.02181091	455.916	2332
LB.2 2.11 Vloeist-exp	AMMONIA	684	4.00E-05	0.86	20	-24.02181091	795.2023256	2332
LB.1 2.12 Exp-afsch	AMMONIA	928	2.00E-05	0.515483556	20	-24.02181091	1800	2332
LB.2 2.12 Exp-afsch	AMMONIA	1300	1.00E-04	0.2	20	-24.02181091	1800	2332

Name	Discharge Material	Inventory kg	Event Frequency /AvgeYear	Release Rate kg/s	Discharge Velocity m/s	Final Temperature degC	Duration of Discharge s	East m
G.1 3.1 Afscheidervat	AMMONIA	287	5.00E-06	0.477533333	20	-33.35808411	600	233234.
G.2 3.1 Afscheidervat	AMMONIA	253	5.00E-06	0.421533333	20	-33.35808411	600	233234.
G.3 3.1 Afscheidervat	AMMONIA	336	1.00E-04	1.08	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.1 3.2 Afsch-pomp	AMMONIA	354	3.00E-06	10.10628571	20	-33.35808411	35	233234.
LB.2 3.2 Afsch-pomp	AMMONIA	1300	2.00E-05	1.649007	20	-33.35808411	788.3565797	233234.
G.1 3.3 Pomp	AMMONIA	404	1.00E-05	4.277791878	20	-33.35808411	94.469299	233234.
G.2 3.3 Pomp	AMMONIA	1300	5.00E-05	0.69	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.1 3.4 Pomp-verdamp	AMMONIA	452	7.50E-05	1.5	20	-33.35808411	301.2	233234.
LB.2 3.4 Pomp-Verdamp	AMMONIA	452	3.75E-04	0.27	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.1 3.5 Verdamp-afs	AMMONIA	1089	7.50E-06	0.605	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.2 3.5 Verdamp-afs	AMMONIA	1089	3.75E-05	0.2	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.1 3.6 Afscheider-con	AMMONIA	1089	1.00E-06	0.605	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.2 3.6 Afscheider-con	AMMONIA	1089	5.00E-06	0.2	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.1 3.7 Compr	AMMONIA	1089	1.00E-05	0.605	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.2 3.7 Compr	AMMONIA	1089	4.40E-03	0.2	20	-33.35808411	1800	233234.
LB.1 3.8 Compr-cond	AMMONIA	1154	6.00E-06	1.5	20	-33.35808411	769.4	233234.
LB.2 3.8 Compr-cond	AMMONIA	1154	4.00E-05	0.86	20	-33.35808411	1341.976744	233234.
LB.1 3.9 Cond-vloeistofv	AMMONIA	1154	3.00E-06	1.5	20	-24.02181091	769.4	233234.
LB.2 3.9 Cond-vloeistofv	AMMONIA	1154	2.00E-05	0.86	20	-24.02181091	1341.976744	233234.
G.1 3.10 Vloeistofvat	AMMONIA	1154	5.00E-06	1.5	20	-24.02181091	769.4	233234.
G.2 3.10 Vloeistofvat	AMMONIA	1154	5.00E-06	0.3255	20	-24.02181091	1800	233234.
G.3 3.10 Vloeistofvat	AMMONIA	1154	1.00E-04	1.08	20	-24.02181091	1068.611111	233234.
LB.1 3.11 Vloeist-exp	AMMONIA	1154	3.00E-06	1.5	20	-24.02181091	769.4	233234.
LB.2 3.11 Vloeist-exp	AMMONIA	1154	2.00E-05	0.86	20	-24.02181091	1341.976744	233234.
LB.1 3.12 Exp-afsch	AMMONIA	452	1.00E-05	0.251	20	-24.02181091	1800	233234.
LB.2 3.12 Exp-afsch	AMMONIA	452	5.00E-05	0.2	20	-24.02181091	1800	233234.

BIJLAGE B : LAYOUT TEKENINGEN DOMO-TERREIN (BERKELCENTRALE EN MOUNTAIN-TERREIN







BIJLAGE C : UITWERKING SCENARIO'S

Uitwerking scenario's onlangs gerealiseerde installaties op Mountain-terrein

In deze paragraaf is voor elk van deze onderdelen aangegeven hoe de scenario's behorende bij de installaties zijn gemodelleerd. Op het Mountain-terrein zijn 5 installaties geplaatst. Elke installatie bevat 1.000 kg ammoniak. Van deze installaties worden alle ammoniak bevattende onderdelen opgesteld in de machinekamers, met uitzondering van de verdampingscondensoren en het verbindende leidingwerk. Voor de scenario's in de machinekamer wordt op basis van de uitstroomgegevens berekend wat de hoeveelheid ammoniak is die uiteindelijk via de ventilatie vrijkomt in de buitenlucht. Hierbij wordt rekening gehouden dat een gedeelte van de ammoniak uitregent en als vloeistofplas achterblijft in de machinekamer.

In de bronterm wordt ook rekening gehouden met de invloed van de ventilatie op de (tijdsafhankelijke) emissie uit de machinekamer. Met betrekking tot lengtes en diameters van leidingen wordt in eerste instantie aangesloten bij het RIVM rapport 62010003/2005 "Afstandentabel ammoniak koelinstallaties" [ref. 9]. Dit is worst case, omdat het systeem in het genoemde rapport een (veel) grotere inhoud heeft.

Afscheidervat NH₃-installaties

In de machinekamer zijn in totaal 5 losse compact chillers parallel worden geplaatst. Derhalve worden alle faalkansen berekend voor één installatie en vervolgens vermenigvuldigd met 5. De vaten zijn opgesteld in de machinekamer. Uitgegaan is van een vloeroppervlak van 13 m bij 28 m (364 m²) en een hoogte van 7 meter. Bepaling van diameters en leidinglengtes wordt gedaan op basis van het RIVM rapport 62010003/2005 "Afstandentabel ammoniak koelinstallaties" [ref. 9] aangehouden. Dit is ook toegepast bij de nieuwe machinekamer op de bestaande locatie. Zie voor de berekening hiervan Bijlage D.

Afscheidervat NH₃-installatie

De inhoud van het afscheidervat is gelijk aan 360 kg en de temperatuur bedraagt 2 ° C.

1.1 Instantaan falen (5 chillers $\times 5 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-5}$)

Voor dit installatietype komt 360 kg in één keer vrij in de machinekamer. Op basis van de flashfractie (0,11) wordt de fractie damp gelijkgesteld aan twee keer de flash fractie, 0,22 (79 kg). Voor de plasverdamming is gekeken naar de bijdrage van een vloeistofplas met een oppervlak van 80 m² (zie Tabel 4 van het RIVM rapport) gedurende 1.800 s. De berekening is beschreven in Bijlage E en is gelijk aan 213 kg. De totale bronterm is 292 kg. Deze is gemodelleerd als een 10 minuten emissie in de machinekamer.

1.1 10 minuten uitstroming (5 chillers $\times 5 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-5}$)

Voor dit installatietype komt 360 kg in 600 s vrij in de machinekamer. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer (zie Bijlage B van het RIVM rapport). De fractie die uit regent is gelijk aan 0,88 (317 kg), zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,12 (43 kg). Voor de plasverdamming wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie, 213 kg, zodat de totale bronterm gelijk is aan 256 kg. Deze is gemodelleerd als een 10 minuten emissie in de machinekamer, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

1.1 10 mm gat (5 chillers $\times 1 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-4}$)

Voor dit installatietype komt 1,14 kg/s vrij in de machinekamer. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie in de wolk gelijk is aan 1. Bij dit scenario zal dus 360 kg ammoniak vrijkomen in 316 s.

Leiding afscheidervat – vloeistofpomp

Voor het leidingstuk afscheidervat – vloeistofpomp (DN125) wordt een minimumlengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk van de leiding en lekkage. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (125 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per

meter per jaar = $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie van het lekkage scenario is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

1.2 Breuk leiding afscheidervat – pomp (5 chillers $\times 3 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1,5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Voor dit installatietype komt 360 kg vrij in de machinekamer in ongeveer 9,35 s. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De plasverdamping wordt als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is derhalve gelijk aan 360 kg. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 9,35 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

1.2 Lek leiding afscheidervat – pomp (5 chillers $\times 2 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $1 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 12,5 mm in een vat. Hierbij komt 1,77 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is 0, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 1,77 kg/s. De plasverdamping wordt derhalve als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is derhalve gelijk aan 1,77 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 203 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Vloeistofpompen

Voor de vloeistofpompen dienen twee standaard scenario's te worden meegenomen, namelijk de breuk van de grootste aansluiting (80 mm) en lek. Voor de frequentie wordt uitgegaan van vijf gesloten pompen met pakking. De frequentie van het breukscenario is $1\text{E-}004$ /jaar, de frequentie van het lekkage scenario is $4,4 \cdot 10^{-3}$ /jaar.

1.3 Breuk pomp (5 chillers $\times 1 \cdot 10^{-4}$ /jaar = $5 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Voor dit installatietype komt 360 kg vrij in de machinekamer in ongeveer 25 s. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uitregent is gelijk aan 0, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 360 kg. Dit scenario is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 25 s, waarbij de gehele bronterm als damp (met kleine vloeistofdruppels) vrijkomt.

1.3 Lek pomp (5 chillers $\times 4,4 \cdot 10^{-3}$ /jaar = $2,2 \cdot 10^{-2}$ /jaar)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 8 mm in een vat. Hierbij komt 0,72 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 0,72 kg/s. De plasverdamping wordt als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is derhalve gelijk aan 0,72 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 500 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Leiding vloeistofpomp – verdamper

Voor de leiding van de vloeistofpomp naar de verdamper is een diameter van 50 mm en een lengte van 20 m aangenomen. De breukfrequentie is derhalve $20 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $20 \text{ m} \times 5 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $1 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Voor het pompdebiet is 1,5 kg/s aangehouden.

1.4 Breuk (5 chillers $\times 2 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $1 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

De leiding ligt in de machinekamer en bij een lekkage wordt deze gedetecteerd en vindt inblokking plaats. De reactietijd van het systeem is twee minuten, zodat 180 kg vrijkomt. Bij deze inhoud wordt nog de inhoud van de vloeistofleiding (11 kg) en 20 % van de inhoud van de verdamper opgeteld (13 kg). De totale hoeveelheid ammoniak bedraagt daarom 204 kg.

Dit is gemodelleerd door uit te gaan van het debiet van 1,5 kg/s en de uitstroombuur te berekenen aan de hand van de totale uitgestroomde hoeveelheid. De fractie die uitregent wordt verwaarloosd, mede omdat deze via de plasverdamping weer in de dampfase komt. Aangenomen wordt dat de volledige bronterm via de ventilatie vrijkomt.

1.4 Lek (5 chillers $\times 1 \cdot 10^{-4}$ /jaar = $5 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 5 mm in een vat. Hierbij komt 0,28 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 0,28 kg/s. De plasverdamping wordt als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is derhalve gelijk aan 0,28 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 1.800 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Verdamper

De verdamper bevindt zich in de machinekamer (direct systeem). Conform het Paarse Boek dient te worden uitgegaan van breuk van 10 pijpen, breuk van een pijp en een lek. De diameters van de pijpen van de verdamper zijn dermate klein, dat geen externe effecten zijn te verwachten voor dit scenario.

Leiding verdamper – afscheidervat

Voor de leiding van de verdamper naar het afscheidervat (DN200) wordt een totale lengte van 20 meter aangehouden, met breukfrequentie $20 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De lekfrequentie is $20 \text{ m} \times 5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $1 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Het pompdebiet is 1 – 2 kg/s, en gelijkgesteld aan 1,5 kg/s.

1.5 Breuk (5 chillers $\times 2 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Omdat sprake is van een detectiesysteem, is de reactietijd 2 minuten, waardoor 180 kg vrijkomt. Daarnaast is er een bijdrage van de flashverdamping van het afscheidervat van 40 kg. Ook komt de inhoud van de verdamper vrij. De snelheid waarmee de inhoud van de verdamper vrijkomt, loopt terug in de tijd tengevolge van de steeds kleiner wordende vloeistofinhoud in de verdamper. In de berekeningen is uitgegaan van een uitstroomdebiet van een kwart van het normale debiet, dat wil zeggen 0,4 kg/s, gedurende 713 s (65 kg). De totale bronterm bedraagt daarom 285 kg.

1.5 Lek (5 chillers $\times 1 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Uitgegaan is van een 20 mm gat in de leiding (dampfase). Dit leidt tot een bronterm van 0,23 kg/s. De fractie in de plas is verwaarloosbaar. In de modellering is daarom uitgegaan van uitstroming gedurende 1.800 s in de machinekamer met een bronterm van 0,23 kg/s.

Leiding afscheidervat – compressor

Voor het leidingstuk afscheidervat – compressor (DN200) wordt een lengte van 20 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (200 mm) is $20 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het lekkage scenario is $20 \times 5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar. Omdat er in totaal 5 compressoren zijn, dienen deze frequenties te worden vermenigvuldigd met een factor 5. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leiding verdamper – afscheidervat.

Compressor

Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding $1 \cdot 10^{-4}$ per jaar per compressor. De frequentie voor het lekkage scenario is $4,4 \cdot 10^{-3}$ per jaar per compressor. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leiding naar de compressor.

Leidingen compressor – condensor

Voor het leidingstuk compressor – condensor (DN125) wordt een lengte van 20 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (12,5 mm) is $20 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $6 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het lekkage scenario is $20 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $4 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

1.8 Breuk (5 chillers x $6 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $3 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Bij een breuk van de leiding vindt uitstroming plaats vanaf de condensor en het vloeistofvat vanaf de compressor. De inhoud van de condensor is 215 kg. De warmtetoevoer naar de condensor is voldoende voor het verdampen van de gehele inhoud van de condensor. Verder levert de inhoud van de hoge drukleidingen (van condensor naar vloeistofvat en van vloeistofvat naar expansieorgaan) een flashfractie op van ongeveer 11 % van de systeeminhoud, d.w.z. 110 kg. Daarnaast vindt uitstroming plaats vanuit het vloeistofvat (met inhoud van 65 kg). Bij een temperatuur van 301 K is de flash fractie gelijk aan 0,98, zodat de vrijkomende hoeveelheid gelijk is aan $0,98 \times 65 \text{ kg} = 64 \text{ kg}$. Omdat sprake is van een detectiesysteem, zal de uitstroming van de compressor plaatsvinden gedurende 60 s. Bij een pompdebiet van 1,5 kg/s, levert dit een uitstroming op van 90 kg. Hierbij komt nog de flashfractie van de afscheider (40 kg). De totale bronterm bedraagt hiermee 519 kg. Initieel is het uitstroomdebiet hoog, maar door afkoelen van de inhoud van de condensor en het vloeistofvat, zal het uitstroomdebiet snel afnemen. Dit is gemodelleerd als 1,5 kg/s (uitstroomdebiet compressor) gedurende 346 s. De uitstroming betreft damp, plasvorming wordt niet aangenomen.

1.8 Lek (5 chillers x $4 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $2 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Een gat in de leiding is in dit geval gemodelleerd als 12,5 mm gat in een vat. Het uitstroomdebiet is 1,77 kg/s, hetgeen hoger is dan het pompdebiet van de compressor. Omdat dit uitstroomdebiet hoger is, wordt aangenomen dat het lekscenario wordt gedetecteerd, waardoor deze bronterm gedurende 120 s in stand blijft.

Condensor

De condensor bevindt zich op het dak. Conform het Paarse Boek dient te worden uitgegaan van breuk van 10 pijpen, breuk van een pijp en een lek. De diameters van de pijpen van de condensor zijn dermate klein, dat geen externe effecten zijn te verwachten voor dit scenario.

Leidingen condensor – vloeistofvat

Voor het leidingstuk condensor – vloeistofvat (DN125) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (12,5 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het lekkage scenario is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De uitstroomhoeveelheden en uitstroomdebieten zijn gelijk aan de scenario's behorende bij de leiding van de compressor naar de condensor.

Vloeistofvat

Voor het vloeistofvat moeten drie standaard scenario's worden meegenomen, namelijk instantaan falen, 10 minuten emissie en 10 mm gat.

1.10 Instantaan falen (5 chillers x $5 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $2,5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Bij instantaan falen van het vloeistofvat zal uitstroming vanuit het verbindend leidingwerk plaatsvinden, totdat de lage drukbeveiliging in werking treedt. Naast de volledige inhoud van het vloeistofvat, wordt aangenomen dat dezelfde hoeveelheid uitstroomt bij het scenario breuk leiding condensor – vloeistofvat. De totale bronterm bedraagt derhalve 600 kg. Dit is gemodelleerd door het uitstroomdebiet van het scenario breuk leiding condensor – vloeistofvat evenredig te verhogen. Het uitstroomdebiet bedraagt derhalve eveneens 1,5 kg/s.

1.10 10 min uitstroming (5 chillers x $5 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $2,5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Bij 10 minuten uitstroming is de bronterm gelijk aan 64 kg in 600 s, d.w.z. 0,11 kg/s. De uitgestroomde hoeveelheid is gelijk aan het scenario instantaan falen vloeistofvat, d.w.z. 600 kg. De uitstroomduur bedraagt (maximaal) 1800 s.

1.10 10 mm gat (5 chillers x $1 \cdot 10^{-4}$ /jaar = $5 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Bij een 10 mm gat is de bronterm gelijk aan 1,14 kg/s. De uitgestroomde hoeveelheid is gelijk aan het scenario instantaan falen vloeistofvat, d.w.z. 600 kg. De uitstroomduur bedraagt derhalve 526 s.

Leiding vloeistofvat – expansieklep

Voor de leidingstukken vloeistofvat – expansieklep (DN34) is een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaardscenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (50 mm) is $10 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-6} \text{ per meter per jaar} = 10 \cdot 10^{-5} \text{ per jaar}$. De frequentie voor het lekkage scenario is $10 \times 5 \cdot 10^{-6} \text{ per meter per jaar} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ per jaar}$. Bij breuk van de leiding tussen vloeistofvat en expansieklep stroomt dezelfde hoeveelheid uit als bij instantaan falen van het vloeistofvat. Het scenario is daarom op dezelfde wijze gemodelleerd als bij instantaan falen van het vloeistofvat. Voor het lekscenario is uitgegaan van het debiet behorende bij een lek in de leiding condensor – vloeistofvat.

Leidingen expansiekleppen – afscheidervat

Voor de leidingstukken expansieklep – afscheidervat (DN50) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaardscenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (50 mm) is $10 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-6} \text{ per meter per jaar} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ per jaar}$. De frequentie voor het lekkage scenario is $10 \times 5 \cdot 10^{-6} \text{ per meter per jaar} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ per jaar}$. Bij breuk en lek van leiding tussen expansieklep en afscheidervat treden dezelfde scenario's op als bij breuk en lek van de leiding van de verdamper naar het afscheidervat.

Uitwerking scenario's 1.302 kg NH₃ ammoniakkoelinstallatie Domo-terrein

In deze paragraaf is voor elk van deze onderdelen aangegeven hoe de scenario's behorende bij de installaties zijn gemodelleerd. Op het Domo-terrein zijn 2 installaties geplaatst. Elke installatie bevat 1.302 kg ammoniak. Van deze installaties worden alle ammoniak bevattende onderdelen opgesteld in de machinekamers, met uitzondering van de verdampingscondensoren en het verbindende leidingwerk. Voor de scenario's in de machinekamer wordt op basis van de uitstroomgegevens berekend wat de hoeveelheid ammoniak is die uiteindelijk via de ventilatie vrijkomt in de buitenlucht. Hierbij wordt rekening gehouden dat een gedeelte van de ammoniak uitregent en als vloeistofplas achterblijft in de machinekamer.

In de bronterm wordt ook rekening gehouden met de invloed van de ventilatie op de (tijdsafhankelijke) emissie uit de machinekamer. Met betrekking tot lengtes en diameters van leidingen wordt in eerste instantie aangesloten bij het RIVM-rapport 62010003/2005 "Afstandentabel ammoniak koelinstallaties" [ref. 9]. Dit is worst case, omdat het systeem in het genoemde rapport een (veel) grotere inhoud heeft.

Afscheidervat NH₃-installatie

De inhoud van het afscheidervat is gelijk aan 651 kg en de temperatuur bedraagt 0 ° C.

2.1 Instantaan falen (2 chillers $\times 5 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1 \cdot 10^{-5}$)

Voor dit installatietype komt 651 kg in één keer vrij in de machinekamer. Op basis van de flashfractie (0,11) wordt de fractie damp gelijkgesteld aan twee keer de flash fractie, 0,22 (143 kg). Voor de plasverdamping is gekeken naar de bijdrage van een vloeistofplas met een oppervlak van 80 m² gedurende 1.800 s. De berekening is beschreven in Bijlage 5 en is gelijk aan 213 kg. De totale bronterm is 356 kg. Deze is gemodelleerd als een 10 minuten emissie in de machinekamer.

2.1 10 minuten uitstroming (2 chillers $\times 5 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1 \cdot 10^{-5}$)

Voor dit installatietype komt 651 kg in 600 s vrij in de machinekamer. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer (zie Bijlage B van [ref. 9]). De fractie die uit regent is gelijk aan 0,88 (573 kg), zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,12 (78 kg). Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie, 744 kg, zodat de totale bronterm gelijk is aan 900 kg. Deze is gemodelleerd als een 10 minuten emissie in de machinekamer, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

2.1 10 mm gat (2 chillers $\times 1 \cdot 10^{-4}$ /jaar = $2 \cdot 10^{-4}$)

Voor dit installatietype komt 1,08 kg/s in 600 s vrij in de machinekamer. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 651 kg.

Leidingen afscheidervat – vloeistofpomp

Er bevinden zich onder het afscheidervat een vloeistofpomp. Voor het leidingstuk afscheidervat – vloeistofpomp (DN125) wordt een minimumlengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk van de leiding en lekkage. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (125 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar, de frequentie van het lekkage scenario is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

2.2 Breuk leiding afscheidervat – pomp (2 chillers $\times 3 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $6 \cdot 10^{-6}$)

Voor dit installatietype komt 651 kg vrij in de machinekamer in ongeveer 18 s. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uitregent is gelijk aan 0,58, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,42, dat wil zeggen 143 kg. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie, 213 kg, zodat de totale bronterm gelijk is aan 356 kg. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 18 s, waarbij de gehele bronterm als damp (met kleine vloeistofdruppels) vrijkomt.

2.2 Lek leiding afscheidervat – pomp (2 chillers x $2 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $4 \cdot 10^{-5}$)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 12,5 mm in een vat. Hierbij komt 1,7 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0,03, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,97, dat wil zeggen 1,65 kg/s. De plasverdamming wordt als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is hierdoor gelijk aan 1,65 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 486 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Vloeistofpompen

Voor de vloeistofpompen dienen twee standaard scenario's te worden meegenomen, namelijk breuk van de toevoerleiding (80 mm) en lek van de toevoerleiding. Voor de frequentie wordt uitgegaan van één gesloten pomp zonder pakking. De frequentie van het breukscenario is $1 \cdot 10^{-5}$ /jaar, de frequentie van het lekkage scenario is $5 \cdot 10^{-5}$ /jaar.

2.3 Breuk pomp (2 chillers x $1 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $2 \cdot 10^{-5}$)

Voor dit installatietype komt 651 kg vrij in de machinekamer in ongeveer 47 s. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uitregent is gelijk aan 0,43, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,57, dat wil zeggen 371 kg. Voor de plasverdamming wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie, 213 kg, zodat de totale bronterm gelijk is aan 584 kg. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 47 s, waarbij de gehele bronterm als damp (met kleine vloeistofdruppels) vrijkomt.

2.3 Lek pomp (2 chillers x $5 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $2 \cdot 10^{-5}$)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 12,5 mm in een vat. Hierbij komt 0,7 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 0,7 kg/s. De plasverdamming wordt als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is derhalve gelijk aan 0,7 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 930 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Leiding vloeistofpomp – verdamers

De leiding van de vloeistofpomp naar de verdamers heeft een diameter van 50 mm en een lengte van 75 m. De breukfrequentie is derhalve $75 \times 1 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $7,5 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $75 \times 5 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $3,75 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Voor het pompdebiet is 1,5 kg/s aangehouden.

2.4 Breuk (2 chillers x $7,5 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $1,5 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

De leiding ligt in de machinekamer en bij een lekkage wordt deze gedetecteerd en vindt inblokking plaats. De reactietijd van het systeem is 2 minuten, zodat 180 kg vrijkomt (120 seconden x 1,5 kg/seconden). Bij deze inhoud wordt nog in de inhoud van de vloeistofleiding (24 kg) en 20 % van de inhoud van de verdamers opgeteld (260 kg). De totale hoeveelheid ammoniak bedraagt daarom 465 kg. Dit is gemodelleerd door uit te gaan van het debiet van 1,5 kg/s en de uitstroomduur te berekenen door middel van de totale uitgestroomde hoeveelheid. De fractie die uitregent wordt verwaarloosd, omdat deze via de plasverdamming weer in de dampfase komt.

2.4 Lek (2 chillers x $3,75 \cdot 10^{-4}$ /jaar = $7,5 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 5,0 mm in een vat. Hierbij komt 0,27 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0,01 zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,99. De plasverdamming wordt hierdoor als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is gelijk aan 0,27 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 1800 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Verdampers

De verdampers bevinden zich in de machinekamer (direct systeem). Conform HRB [ref. 6] dient te worden uitgegaan van breuk van 10 pijpen, breuk van een pijp en een lek. De diameters van de pijpen van de verdampers zijn zodanig klein, dat geen externe effecten zijn te verwachten voor dit scenario.

Leiding verdampers – afscheidervat

De leiding van de verdampers naar het afscheidervat heeft een diameter van 200 mm en een lengte van 75 m. De breukfrequentie is hierdoor $75 \times 1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $7,5 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $75 \times 5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3,75 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Voor het pompdebiet is 1,5 kg/s aangehouden.

2.5 Breuk (2 chillers x $7,5 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1,5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Omdat sprake is van een detectiesysteem, is de reactietijd 120 seconden, waardoor 180 kg vrijkomt. Daarnaast is er een bijdrage van de flashverdamping van het afscheidervat van 72 kg. Ook komt de inhoud van de verdamper vrij. De snelheid waarmee de inhoud van de verdamper vrijkomt, loopt terug in de tijd ten gevolge van de steeds kleiner wordende vloeistofinhoud in de verdamper. In de berekeningen is uitgegaan van een uitstroomdebiet van een kwart van het normale debiet, (0,38 kg/s), gedurende 1.800 s waardoor 676 kg vrijkomt. De totale bronterm bedraagt daarom 928 kg.

2.5 Lek (2 chillers x $3,75 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $7,5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Uitgegaan is van een 20 mm gat in de leiding (dampfase). Dit leidt tot een bronterm van 0,2 kg/s. De fractie in de plas is verwaarloosbaar. In de modellering is daarom uitgegaan van uitstroming gedurende 1.800 s in de machinekamer met een bronterm van 0,2 kg/s.

Leiding afscheidervat – compressoren

Voor het leidingstuk afscheidervat – compressoren (DN200) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de 200 mm leiding is $10 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $10 \times 5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leiding verdampers – afscheidervat.

Compressoren (2 chillers x 3 stuks)

Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk toevoerleiding en lek toevoerleiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding $1 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Omdat er 3 compressoren aanwezig zijn, die allemaal in bedrijf zijn, bedraagt de frequentie voor het lekkage scenario $3 \cdot 10^{-4}$ per jaar. De frequentie voor het lekkage scenario is $4,4 \cdot 10^{-3}$ per jaar. Omdat er 3 compressoren aanwezig, bedraagt de frequentie voor het lekkage scenario $1,3 \cdot 10^{-2}$ per jaar. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leidingen naar de compressoren.

Leidingen compressoren – condensers

Er bevinden zich in totaal 2 condensers op het dak. Voor de QRA is aangenomen dat er één leiding loopt naar de 2 geschakelde condensers. Voor het leidingstuk compressoren – condensers (DN125) wordt een lengte van 20 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (125 mm) is $20 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $6 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie van het lekkage scenario per de leiding is $20 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $4 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

2.8 Breuk (2 chillers x $6 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1,2 \cdot 10^{-5}$ /jaar) leiding

Bij een breuk van de leiding vindt uitstroming plaats vanaf de condensers en het vloeistofvat vanaf de compressor. De inhoud van de condensers is 98 kg. De warmtetoevoer naar de condensers is voldoende voor het verdampen van de gehele inhoud van de condensers. Verder levert de inhoud van de hoge drukleidingen (van condensers naar vloeistofvat en van vloeistofvat naar expansieorgaan) een flashfractie op van ongeveer 11 % van de systeeminhoud, d.w.z. 143 kg. Daarnaast vindt uitstroming plaats vanuit het vloeistofvat (met inhoud van 195 kg). Bij een temperatuur van 301 K is de flash fractie gelijk aan 0,98, zodat de vrijkomende hoeveelheid gelijk is aan $0,98 \times 195 \text{ kg} = 191 \text{ kg}$. Omdat sprake is van een detectiesysteem,

zal de uitstroming van de compressoren plaatsvinden gedurende 120 s. Bij een pompdebiet van 1,5 kg/s, levert dit een uitstroming op van 180 kg. Hierbij komt nog de flashfractie van de afscheider (72 kg). De totale bronterm bedraagt hiermee 684 kg. Initieel is het uitstroomdebiet hoog, maar door afkoelen van de inhoud van de condensoren en het vloeistofvat, zal het uitstroomdebiet snel afnemen. Dit is gemodelleerd als 1,5 kg/s (uitstroomdebiet compressoren) gedurende 456 s. De uitstroming betreft damp, plasvorming wordt niet aangenomen.

2.8 Lek (2 chillers $\times 4 \cdot 10^{-5}$ /jaar = $8 \cdot 10^{-5}$ /jaar) leiding

Een gat in de leiding is in dit geval gemodelleerd als 12,5 mm gat in een vat. Het uitstroomdebiet is 0,86 kg/s, wat lager is dan het pompdebiet van de compressor. Omdat dit uitstroomdebiet lager is, wordt aangenomen dat het lekscenario niet wordt gedetecteerd, waardoor deze bronterm gedurende 795 s in stand blijft.

Condensor

De condensoren bevinden zich op het dak. Conform het Paarse Boek dient te worden uitgegaan van breuk van 10 pijpen, breuk van een pijp en een lek. De diameters van de pijpen van de condensoren zijn zodanig klein, dat geen externe effecten zijn te verwachten voor dit scenario.

Leidingen condensoren – vloeistofvat

Binnen het systeem bevindt zich één vloeistofvat. Vanaf de condensor loopt naar het vloeistofvat een leiding. Voor het leidingstuk condensor – vloeistofvat (DN125) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (125 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De uitstroomhoeveelheden en uitstroomdebieten zijn gelijk aan de scenario's behorende bij leiding compressoren – condensoren.

Vloeistofvat

Binnen het systeem bevinden zich een vloeistofvat. Voor dit vloeistofvat moeten drie standaard scenario's worden meegenomen, namelijk instantaan falen, 10 minuten emissie en 10 mm gat.

2.10. Instantaan falen (2 chillers $\times 5 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1 \cdot 10^{-5}$)

Bij instantaan falen van het vloeistofvat zal uitstroming vanuit het verbindend leidingwerk plaatsvinden, totdat de lage drukbeveiliging in werking treedt. Naast de volledige inhoud van het vloeistofvat (195 kg), wordt aangenomen dat dezelfde hoeveelheid uitstroomt bij het scenario breuk leiding condensoren – vloeistofvat. De totale bronterm bedraagt derhalve 684 kg. Dit is gemodelleerd als het uitstroomdebiet van het scenario breuk leiding condensoren – vloeistofvat. Het uitstroomdebiet bedraagt derhalve eveneens 1,5 kg/s.

2.10. 10 min uitstroming (2 chillers $\times 5 \cdot 10^{-6}$ /jaar = $1 \cdot 10^{-5}$)

Bij 10 minuten uitstroming is de bronterm gelijk aan 195 kg in 600 s, d.w.z. 0,33 kg/s plus de nalevering. Uiteindelijk is de uitgestroomde hoeveelheid gelijk aan het scenario instantaan falen vloeistofvat, d.w.z. 684 kg. De uitstroomduur bedraagt (maximaal) 1800 s.

2.10. 10 mm gat (2 chillers $\times 1 \cdot 10^{-4}$ /jaar = $2 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Bij een 10 mm gat is de bronterm gelijk aan 1,08 kg/s. De uitgestroomde hoeveelheid is gelijk aan het scenario instantaan falen vloeistofvat, d.w.z. 684 kg. De uitstroomduur bedraagt derhalve 633 s.

Leidingen vloeistofvat – expansieklep

Voor de leidingstukken vloeistofvat – expansieklep (DN125) is een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (125 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie van het lekkage scenario per leiding is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Bij breuk van de leiding tussen vloeistofvat en expansieklep stroomt dezelfde hoeveelheid uit als bij instantaan falen van het vloeistofvat. Het scenario is daarom op dezelfde wijze gemodelleerd als bij instantaan falen van het vloeistofvat. Voor het lekscenario is uitgegaan van het debiet behorende bij een lek in de leiding condensoren – vloeistofvat.

Leidingen expansiekleppen – afscheidervat

Voor de leidingstukken expansieklep – afscheidervat (DN50) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaardscenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (50 mm) is $10 \text{ m} \cdot 10^{-6} \text{ per meter per jaar} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ per jaar}$. De frequentie voor het lekkage scenario is $10 \text{ m} \times 5 \cdot 10^{-6} \text{ per meter per jaar} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ per jaar}$. Bij breuk van leiding tussen expansieklep en afscheidervat treden dezelfde scenario's op als bij breuk van de leiding van de verdamper naar het afscheidervat.

Uitwerking scenario's 1.476 kg NH₃ extra ammoniakkoelinstallatie Domo-terrein

Afscheidervat 336 kg NH₃-installatie

De inhoud van het afscheidervat is gelijk aan 336 kg en de temperatuur bedraagt 0 ° C.

3.1 Instantaan falen ($5 \cdot 10^{-6}$ /jaar)

Voor dit installatietype komt 336 kg in één keer vrij in de machinekamer. Op basis van de flashfractie (0,11) wordt de fractie damp gelijkgesteld aan twee keer de flash fractie, 0,22 (74 kg). Voor de plasverdamping is gekeken naar de bijdrage van een vloeistofplas met een oppervlak van 80 m² gedurende 1.800 s. De berekening is beschreven in Bijlage D en is gelijk aan 213 kg. De totale bronterm is 287 kg. Deze is gemodelleerd als een 10 minuten emissie in de machinekamer.

3.1 10 minuten uitstroming ($5 \cdot 10^{-6}$ /jaar)

Voor dit installatietype komt 336 kg in 600 s vrij in de machinekamer. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer (zie Bijlage B van [ref. 9] . De fractie die uit regent is gelijk aan 0,88 (296 kg), zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,12 (40 kg). Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie, 213 kg, zodat de totale bronterm gelijk is aan 253 kg. Deze is gemodelleerd als een 10 minuten emissie in de machinekamer, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

3.1 10 mm gat ($1 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Voor dit installatietype komt 1,08 kg/s in 310 s vrij in de machinekamer. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 336 kg.

Leidingen afscheidervat – vloeistofpomp

Er bevinden zich onder het afscheidervat een vloeistofpomp. Voor het leidingstuk afscheidervat – vloeistofpomp (DN125) wordt een minimumlengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk van de leiding en lekkage. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (125 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7} \text{ per meter per jaar} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ per jaar}$, de frequentie van het lekkage scenario is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6} \text{ per meter per jaar} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ per jaar}$.

3.2 Breuk leiding afscheidervat – pomp ($3 \cdot 10^{-6}$ /jaar)

Voor dit installatietype komt 336 kg vrij in de machinekamer in ongeveer 18 s. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uitregent is gelijk aan 0,58, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,42, dat wil zeggen 141 kg. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie, 213 kg, zodat de totale bronterm gelijk is aan 354 kg. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 18 s, waarbij de gehele bronterm als damp (met kleine vloeistofdruppels) vrijkomt.

3.2 Lek leiding afscheidervat – pomp ($2 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 12,5 mm in een vat. Hierbij komt 1,7 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0,03, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,97, dat wil zeggen 1,65 kg/s. De plasverdamping wordt als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is hierdoor gelijk aan 1,65 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 204 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Vloeistofpompen

Voor de vloeistofpompen dienen twee standaard scenario's te worden meegenomen, namelijk breuk van de toevoerleiding (80 mm) en lek van de toevoerleiding. Voor de frequentie wordt uitgegaan van één gesloten pomp zonder pakking. De frequentie van het breukscenario is $1 \cdot 10^{-5}$ /jaar, de frequentie van het lekkage scenario is $5 \cdot 10^{-5}$ /jaar.

3.3 Breuk pomp ($1 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Voor dit installatietype komt 336 kg vrij in de machinekamer in ongeveer 95 s. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uitregent is gelijk aan 0,43, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,57, dat wil zeggen 192 kg. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van het verschil tussen de fractie in de wolk en de totale vrijgekomen ammoniak in de machinekamer, zodat de totale bronterm gelijk is aan 336 kg. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 95 s, waarbij de gehele bronterm als damp (met kleine vloeistofdruppels) vrijkomt.

3.3 Lek pomp ($5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 12,5 mm in een vat. Hierbij komt 0,7 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0, zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 1, dat wil zeggen 0,7 kg/s. De plasverdamping wordt als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is derhalve gelijk aan 0,7 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 480 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Leiding vloeistofpomp – verdamper

De leiding van de vloeistofpomp naar de verdamper heeft een diameter van 50 mm en een lengte van 75 m. De breukfrequentie is derhalve $75 \times 1 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $7,5 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $75 \times 5 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $3,75 \cdot 10^{-4}$ per jaar. Voor het pompdebiet is 1,5 kg/s aangehouden.

3.4 Breuk ($7,5 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

De leiding ligt in de machinekamer en bij een lekkage wordt deze gedetecteerd en vindt inblokking plaats. De reactietijd van het systeem is 2 minuten, zodat 180 kg vrijkomt (120 seconden $\times$ 1,5 kg/seconden). Bij deze inhoud wordt nog in de inhoud van de vloeistofleiding (240 kg) en 20 % van de inhoud van de verdamper opgeteld (32 kg). De totale hoeveelheid ammoniak bedraagt daarom 452 kg. Dit is gemodelleerd door uit te gaan van het debiet van 1,5 kg/s en de uitstroomduur te berekenen door middel van de totale uitgestroomde hoeveelheid. De fractie die uitregent wordt verwaarloosd, omdat deze via de plasverdamping weer in de dampfase komt.

3.4 Lek ($3,75 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 5,0 mm in een vat. Hierbij komt 0,27 kg/s ammoniak vrij. Deze hoeveelheid komt in de machinekamer vrij. De fractie in de plas is berekend door uit te gaan van jet uitstroming met een gereduceerde impuls, om rekening te houden met de wanden van de machinekamer. De fractie die uit regent is gelijk aan 0,01 zodat de fractie in de wolk gelijk is aan 0,99. De plasverdamping wordt hierdoor als verwaarloosbaar aangemerkt. De bronterm is gelijk aan 0,27 kg/s. Deze is gemodelleerd als een emissie in de machinekamer gedurende 1673 s, waarbij de gehele bronterm als damp vrijkomt.

Verdampers

De verdamper bevinden zich in de machinekamer (direct systeem). Conform HRB [ref. 6] dient te worden uitgegaan van breuk van 10 pijpen, breuk van een pijp en een lek. De diameters van de pijpen van de verdamper zijn zodanig klein, dat geen externe effecten zijn te verwachten voor dit scenario.

Leiding verdampers – afscheidervat

De leiding van de verdampers naar het afscheidervat heeft een diameter van 200 mm en een lengte van 75 m. De breukfrequentie is hierdoor $75 \times 1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $7,5 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $75 \times 5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3,75 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Voor het pompdebiet is 1,5 kg/s aangehouden.

3.5 Breuk ($7,5 \cdot 10^{-6}$ /jaar)

Omdat sprake is van een detectiesysteem, is de reactietijd 120 seconden, waardoor 180 kg vrijkomt. Daarnaast is er een bijdrage van de flashverdamping van het afscheidervat van 74 kg. Ook komt de inhoud van de verdamper vrij. De snelheid waarmee de inhoud van de verdamper vrijkomt, loopt terug in de tijd ten gevolge van de steeds kleiner wordende vloeistofinhoud in de verdamper. In de berekeningen is uitgegaan van een uitstroomdebiet van een kwart van het normale debiet, (0,38 kg/s), gedurende 1.800 s waardoor 676 kg vrijkomt. De totale bronterm bedraagt daarom 1.089 kg.

3.5 Lek ($3,75 \cdot 10^{-5}$ /jaar)

Uitgegaan is van een 20 mm gat in de leiding (dampfase). Dit leidt tot een bronterm van 0,2 kg/s. De fractie in de plas is verwaarloosbaar. In de modellering is daarom uitgegaan van uitstroming gedurende 1.800 s in de machinekamer met een bronterm van 0,2 kg/s.

Leiding afscheidervat – compressoren

Voor het leidingstuk afscheidervat – compressoren (DN200) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de 200 mm leiding is $10 \text{ m} \times 1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $10 \times 5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leiding verdampers – afscheidervat.

Compressoren (1 stuk)

Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk toevoerleiding en lek toevoerleiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding $1 \cdot 10^{-4}$ per jaar. De frequentie voor het lekkage scenario is $4,4 \cdot 10^{-3}$ per jaar. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leidingen naar de compressoren.

Leidingen compressoren – condensors

Er bevinden zich in totaal 4 condensors op het dak. Voor de QRA is aangenomen dat er één leiding loopt naar de 4 geschakelde condensors. Voor het leidingstuk compressoren – condensors (DN125) wordt een lengte van 20 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (125 mm) is $20 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $6 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie van het lekkage scenario per de leiding is $20 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $4 \cdot 10^{-5}$ per jaar.

3.8 Breuk ($6 \cdot 10^{-6}$ /jaar) leiding

Bij een breuk van de leiding vindt uitstroming plaats vanaf de condensors en het vloeistofvat vanaf de compressor. De inhoud van de condensors is 582 kg. De warmtetoevoer naar de condensors is voldoende voor het verdampen van de gehele inhoud van de condensors. Verder levert de inhoud van de hoge drukleidingen (van condensors naar vloeistofvat en van vloeistofvat naar expansieorgaan) een flashfractie op van ongeveer 11 % van de systeeminhoud, d.w.z. 162 kg. Daarnaast vindt uitstroming plaats vanuit het vloeistofvat (met inhoud van 159 kg). Bij een temperatuur van 301 K is de flash fractie gelijk aan 0,98, zodat de vrijkomende hoeveelheid gelijk is aan $0,98 \times 159 \text{ kg} = 127 \text{ kg}$. Omdat sprake is van een detectiesysteem, zal de uitstroming van de compressoren plaatsvinden gedurende 120 s. Bij een pompdebiet van 1,5 kg/s, levert dit een uitstroming op van 180 kg. Hierbij komt nog de flashfractie van de afscheider (74 kg). De totale bronterm bedraagt hiermee 1.089 kg. Initieel is het uitstroomdebiet hoog, maar door afkoelen van de inhoud van de condensors en het vloeistofvat, zal het uitstroomdebiet snel afnemen. Dit is gemodelleerd als 1,5 kg/s (uitstroomdebiet compressoren) gedurende 769 s. De uitstroming betreft damp, plasvorming wordt niet aangenomen.

3.8 Lek ($4 \cdot 10^{-5}$ /jaar) leiding

Een gat in de leiding is in dit geval gemodelleerd als 12,5 mm gat in een vat. Het uitstroomdebiet is 0,86 kg/s, wat lager is dan het pompdebiet van de compressor. Omdat dit uitstroomdebiet lager is, wordt aangenomen dat het lekscenario niet wordt gedetecteerd, waardoor deze bronterm gedurende 1.380 s in stand blijft.

Condensor

De condensoren bevinden zich op het dak. Conform het Paarse Boek dient te worden uitgegaan van breuk van 10 pijpen, breuk van een pijp en een lek. De diameters van de pijpen van de condensoren zijn zodanig klein, dat geen externe effecten zijn te verwachten voor dit scenario.

Leidingen condensoren – vloeistofvat

Binnen het systeem bevindt zich één vloeistofvat. Vanaf de condensor loopt naar het vloeistofvat een leiding. Voor het leidingstuk condensor – vloeistofvat (DN125) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario voor de leiding (125 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie voor het scenario lekkage is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De uitstroomhoeveelheden en uitstroomdebieten zijn gelijk aan de scenario's behorende bij leiding compressoren – condensoren.

Vloeistofvat

Binnen het systeem bevinden zich een vloeistofvat. Voor dit vloeistofvat moeten drie standaard scenario's worden meegenomen, namelijk instantaan falen, 10 minuten emissie en 10 mm gat.

3.10. Instantaan falen ($5 \cdot 10^{-6}$ /jaar)

Bij instantaan falen van het vloeistofvat zal uitstroming vanuit het verbindend leidingwerk plaatsvinden, totdat de lage drukbeveiliging in werking treedt. Naast de volledige inhoud van het vloeistofvat (159 kg), wordt aangenomen dat dezelfde hoeveelheid uitstroomt bij het scenario breuk leiding condensoren – vloeistofvat. De totale bronterm bedraagt derhalve 1.154 kg. Dit is gemodelleerd als het uitstroomdebiet van het scenario breuk leiding condensoren – vloeistofvat. Het uitstroomdebiet bedraagt derhalve eveneens 1,5 kg/s.

3.10. 10 min uitstroming ($5 \cdot 10^{-6}$ /jaar)

Bij 10 minuten uitstroming is de bronterm gelijk aan 159 kg in 600 s, d.w.z. 0,33 kg/s plus de nalevering. Uiteindelijk is de uitgestroomde hoeveelheid gelijk aan het scenario instantaan falen vloeistofvat, d.w.z. 1.154 kg. De uitstroomduur bedraagt (maximaal) 1800 s.

3.10. 10 mm gat ($1 \cdot 10^{-4}$ /jaar)

Bij een 10 mm gat is de bronterm gelijk aan 1,08 kg/s. De uitgestroomde hoeveelheid is gelijk aan het scenario instantaan falen vloeistofvat, d.w.z. 1.154 kg. De uitstroomduur bedraagt derhalve 1.069 s.

Leidingen vloeistofvat – expansieklep

Voor de leidingstukken vloeistofvat – expansieklep (DN125) is een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaardscenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (125 mm) is $10 \text{ m} \times 3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar = $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar. De frequentie van het lekkage scenario per leiding is $10 \text{ m} \times 2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Bij breuk van de leiding tussen vloeistofvat en expansieklep stroomt dezelfde hoeveelheid uit als bij instantaan falen van het vloeistofvat. Het scenario is daarom op dezelfde wijze gemodelleerd als bij instantaan falen van het vloeistofvat. Voor het lekscenario is uitgegaan van het debiet behorende bij een lek in de leiding condensoren – vloeistofvat.

Leidingen expansiekleppen – afscheidervat

Voor de leidingstukken expansieklep – afscheidervat (DN50) wordt een lengte van 10 meter aangehouden. Er zijn twee standaardscenario's die meegenomen dienen te worden, namelijk breuk leiding en lek leiding. De frequentie van het breukscenario per leiding (50 mm) is $10 \text{ m} \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $1 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De frequentie voor het lekkage scenario is $10 \text{ m} \times 5 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar = $5 \cdot 10^{-5}$ per jaar. Bij breuk van leiding tussen expansieklep en afscheidervat treden dezelfde scenario's op als bij breuk van de leiding van de verdampers naar het afscheidervat.

BIJLAGE D : PLASVERDAMPING IN DE MACHINEKAMER NH3 INSTALLATIES MOUNTAIN-TERREIN EN EXTRA INSTALLATIE DOMO-TERREIN (1476KG)

Bij uitstroming van koud ammoniak in de machinekamer wordt een koude vloeistofplas op de grond gevormd. Bij plasverdamping spelen verschillende processen een rol, zoals de warmteoverdracht vanuit de ondergrond, de massaoverdracht door diffusie, de warmteoverdracht vanuit de lucht en warmte-instraling. De standaardberekening in Safeti-NL [ref. 1], waarin met al deze processen rekening wordt gehouden, is niet geschikt voor het berekenen van de plasverdamping in een machinekamer, omdat de snelheid van de lucht in de machinekamer zeer klein is (bij een ventilatievoud van 15× per uur en een lengte van de vloeistofplas van 10 meter is de snelheid van de lucht in de orde van $10 \text{ m} / 240 \text{ s} = 0,04 \text{ m/s}$) en buiten de geldigheid van de modellen valt.

In de eerste fase van de plasverdamping zal de grootste bijdrage geleverd worden door de warmteoverdracht vanuit de ondergrond. Daarom wordt voor de plasverdamping in de machinekamer gebruik gemaakt van het eenvoudige model voor de verdamping van kokende vloeistoffen, zoals beschreven in hoofdstuk 3.5.5.1 van het Gele Boek [ref. 8].

$$Q_v = A \frac{H_c(t)}{L_v(T_b)}$$

Met:

Q = Verdampingssnelheid van de plas (kg/s)
 A = Oppervlak van de plas (m^2)
 H_c = Warmte-overdracht van de ondergrond ($\text{J/m}^2\text{s}$)
 $L_v(T_b)$ = Verdampingswarmte ammoniak bij temperatuur T_b (J/kg)
 λ_s = Thermische geleidbaarheid van de ondergrond (J/(m s K))
 $T_{s,0}$ = Initiële temperatuur van de ondergrond (K)
 T_b = Atmosferisch kookpunt ammoniak (K)
 a_s = Thermische diffusie van de ondergrond (m^2/s)
 t = Tijd (s)

De plasverdamping in 1.800 s berekend met de volgende waarden:

$A = 80 \text{ m}^2$ [ref. 9]
 $L_v(T_b) = 1381 \text{ kJ/kg}$
 $\lambda_s = 1,3 \text{ J/(m s K)}$; zwaar beton [ref. 8]
 $T_{s,0} = 285 \text{ K}$
 $T_b = 239,7 \text{ K}$
 $a_s = 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$; zwaar beton [ref. 8]

* zie tabel 4 van het RIVM rapport

Dit leidt tot 212,6 kg plas verdamping.

BIJLAGE E : PLASVERDAMPING IN DE MACHINEKAMER NH3 INSTALLATIE (1.302 KG) DOMO-TERREIN

Bij uitstroming van koud ammoniak in de machinekamer wordt een koude vloeistofplas op de grond gevormd. Bij plasverdamping spelen verschillende processen een rol, zoals de warmteoverdracht vanuit de ondergrond, de massaoverdracht door diffusie, de warmteoverdracht vanuit de lucht en warmte-instraling. De standaardberekening in Safeti-NL [ref. 1], waarin met al deze processen rekening wordt gehouden, is niet geschikt voor het berekenen van de plasverdamping in een machinekamer, omdat de snelheid van de lucht in de machinekamer zeer klein is (bij een ventilatievoud van 15× per uur en een lengte van de vloeistofplas van 10 meter is de snelheid van de lucht in de orde van $10 \text{ m} / 240 \text{ s} = 0,04 \text{ m/s}$) en buiten de geldigheid van de modellen valt.

In de eerste fase van de plasverdamping zal de grootste bijdrage geleverd worden door de warmteoverdracht vanuit de ondergrond. Daarom wordt voor de plasverdamping in de machinekamer gebruik gemaakt van het eenvoudige model voor de verdamping van kokende vloeistoffen, zoals beschreven in hoofdstuk 3.5.5.1 van het Gele Boek [ref. 8].

$$Q_v = A \frac{H_c(t)}{L_v(T_b)}$$

Met:

Q = Verdampingssnelheid van de plas (kg/s)
 A = Oppervlak van de plas (m^2)
 H_c = Warmte-overdracht van de ondergrond ($\text{J/m}^2\text{s}$)
 $L_v(T_b)$ = Verdampingswarmte ammoniak bij temperatuur T_b (J/kg)
 λ_s = Thermische geleidbaarheid van de ondergrond (J/(m s K))
 $T_{s,0}$ = Initiële temperatuur van de ondergrond (K)
 T_b = Atmosferisch kookpunt ammoniak (K)
 a_s = Thermische diffusie van de ondergrond (m^2/s)
 t = Tijd (s)

De plasverdamping in 1.800 s berekend met de volgende waarden:

$A = 80 \text{ m}^2$ [ref. 9]
 $L_v(T_b) = 1381 \text{ kJ/kg}$
 $\lambda_s = 1,3 \text{ J/(m s K)}$; zwaar beton [ref. 8]
 $T_{s,0} = 285 \text{ K}$
 $T_b = 239,7 \text{ K}$
 $a_s = 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$; zwaar beton [ref. 8]

* zie tabel 4 van het RIVM rapport

Dit leidt tot 212,6 kg plas verdamping.

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C05058.000103.0920
Onze referentie: 079192851 A