

Externe veiligheid

bij

AVIKO STEENDEREN BV

Ede, 15 december 2014

Rapportnummer: 05441/214/05/927/LK

Projectleider: E.C. Koets



Energie Consult Holland BV

Hertzstraat 14

6716 BT Ede

Telefoon : 0318 – 551106

E-mail : info@energie-consult.nl

Website : www.energie-consult.nl

Dit rapport mag slechts in zijn geheel, zonder enige toevoegingen of weglatingen, worden gereproduceerd. Voor afwijking van deze voorwaarde, of voor publicatie in vertaling, is schriftelijke toestemming vereist van Energie Consult Holland B.V.

Alle opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen opgenomen in De Nieuwe Regeling 2011 Rechtsverhouding opdrachtgever -architect, ingenieur en adviseur (DNR 2011), gedeponeerd ter Griffie van de Rechtbank te Amsterdam onder nummer 139/2004.

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	2
1. INLEIDING	3
2. BEDRIJFSBESCHRIJVING VAN AVIKO STEENDEREN BV	4
2.1 Algemeen	4
2.2 Ammoniakoelinstallaties	4
2.3 Bevi-toets	7
3. RISICOBEREKENINGEN	9
3.1 Theorie	9
3.2 Uitvoering onderzoek	10
4. ONDERZOEK	12
4.1 Schematische weergave	12
4.2 Bedrijfsvoering	14
5. UITSTROMING VAN AMMONIAK	16
6. ONGEVALSCENARIO'S	22
6.1 Vloeistofvaten	22
6.2 Pompen / compressoren	22
6.3 Leidingen	23
6.4 Condensors en verdamper	23
6.5 Overige componenten	23
6.6 Uitgangspunten	24
7. RESULTATEN	32
7.1 Effectberekeningen	32
7.2 Plaatsgebonden risico MK B	34
7.3 PR-risicocontouren Aviko	36
7.4 Groepsrisico MK B	37
7.5 Groepsrisico Aviko	38
8. CONCLUSIES	39

Bijlagen:

1. Totale bedrijfsterrein Aviko Steenderen BV
2. Berekeningen vrijkomende hoeveelheid
3. PR-contouren volgens afstandentabel
4. PR-contouren bij Aviko Steenderen BV
5. GR-contouren volgens afstandentabel
6. Rekenresultaten van 1 % overlijdenskans

1. INLEIDING

Aviko Steenderen BV (verder: Aviko) is producent van aardappelproducten.

Aviko beschikt over een omgevingsvergunning, afgegeven op 17 maart 2014 door de provincie Gelderland, met nummer 2011-007379/MPM21804. Voor de koeling van diverse productieruimten en het invriezen en bewaren van het eindproduct maakt Aviko gebruik van meerdere ammoniakkoelinstallaties. Bij de aanvraag van bovengenoemde omgevingsvergunning is destijds een risicoanalyse¹ gevoegd. De uitgangspunten voor deze risicoanalyse (QRA) zijn sinds 2010 gewijzigd. Aviko heeft daarom Energie Consult Holland BV (verder: Energie Consult) gevraagd een nieuwe risicoanalyse uit te voeren voor alle op het terrein aanwezige installaties. Voor zover mogelijk wordt daarvoor de afstandstabellen uit de Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi) gebruikt. Voor installaties waarop deze tabellen niet van toepassing zijn wordt een risicoberekening uitgevoerd. De risicocontouren en de toetsing aan het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) zijn vastgelegd in dit rapport.

Naam en adres van de inrichting:

Aviko Steenderen BV
Dr. A. Ariënsstraat 28
7221 CD Steenderen

Uitvoering QRA:

Voor de QRA is gebruik gemaakt van de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (versie 3.2) van 1 juli 2009 en van het concept rekenmethode voor ammoniakkoelinstallaties versie 1.0 van 1 augustus 2012. Voor de berekening is Safeti-NL versie 6.54 gebruikt.

Voor het opstellen van de QRA is uitgegaan van de situatie bij Aviko op **10 juli 2014**.

¹ Risicoanalyse Aviko B.V. te Steenderen, TNO-034-UT-2010-00769_RPT-ML, 29 april 2010

2. **BEDRIJFSBESCHRIJVING VAN AVIKO STEENDEREN BV**

2.1 Algemeen

Aviko Steenderen BV is gevestigd op een bedrijventerrein aan de noordoostzijde van Steenderen.



Figuur 2.1 Bovenaanzicht Aviko

Aan de zuidwest zijde, aan de overkant van de Prins Bernhardlaan, liggen woningen. Deze woningen gelden als kwetsbare bestemmingen. De afstand van de muur van Aviko tot de voorgevel van de woningen bedraagt ongeveer 30 m. Ten noorden van Aviko liggen enkele bedrijfslocaties. Aan de noordwest zijde ligt een recreatieterrein met zwembad, de erfgrans van Aviko valt hier samen met de grens van het recreatieterrein. Aan de oostzijde van het huidige bedrijfsterrein vindt binnenkort uitbreiding plaats door de bouw van een nieuw vrieshuis. Bijlage 1 is een plattegrond van de toekomstige situatie. In deze risicoberekening is rekening gehouden met de nog te bouwen ammoniakkoelinstallaties.

2.2 Ammoniakoelinstallaties

De ammoniakkoelinstallaties bij Aviko worden gebruikt voor het koelen en vriezen van productielijnen en verschillende ruimten. Het principe van deze koelinstallaties is gebaseerd op het verschijnsel dat vloeistoffen en gassen bij verschillende drukken en temperaturen verdampen en condenseren. Gasvormige ammoniak wordt in een compressor gecomprimeerd tot hoge druk. Vervolgens wordt in de condensor onder deze hoge druk warmte onttrokken aan de gasvormige

ammoniak waardoor het condenseert. De ontstane vloeistof heeft nog steeds deze hoge druk. Via een expansieorgaan wordt de vloeistof naar de verdamper gevoerd waar een lagere druk heerst. Daar verdampt de ammoniak door het opnemen van warmte uit de omgeving, dit leidt tot afkoeling van de lucht of vloeistof rond de verdamper. De damp wordt vervolgens weer aangezogen door de compressor. De gehele cyclus vindt plaats in een gesloten kringloop.

Ammoniak is een kleurloos, giftig gas met een sterk prikkelende geur. Het gas is lichter dan lucht; de dampdichtheid ten opzichte van lucht is 0,6. Door samenpersen of afkoelen kan het gas tot vloeistof verdicht worden. Tot vloeistof verdichte ammoniak kan bij contact met de huid bijtende irritatie en ernstige brandwonden veroorzaken. In het volgende overzicht worden enkele concentraties vermeld waarbij de ammoniak kan leiden tot hinder en schadelijke gezondheidseffecten.

Begrip	Waarde (ppm)
Reukdrempel, gemiddeld persoon	1 -5
Grenswaarde bij 8 uur	20
Voorlichtingsrichtwaarde ² (VRW)	27
Alarmeringsgrenswaarde (AGW)	136
Levensbedreigende waarde (LBW)	1356

Bron: PGS 13, Safeti-NL

Op het terrein van het bedrijf in Steenderen zijn verschillende ammoniakkoelinstallaties aanwezig of deze worden in de nabije toekomst gebouwd. In tabel 2.1 zijn alle bestaande en toekomstige installaties opgenomen. De typeaanduiding in kolom 5 verwijst naar de type aanduiding volgens de Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi)³

Code	Toelichting	bouwjaar	locatie	type	Inhoud (kg NH ₃)
ST1 lijn 1+2	Productie van verse friet	2011	MK A	1	3.375
ST3 lijn 1	Productie van specialiteiten	2015	MK C1	2	3.400
ST4 lijn 1	Productie van diepvries friet	2006	MK B	1	1.750
ST4 lijn 2	Productie van diepvries friet	1989	MK D	2	5.000
ST5	Productie van specialiteiten	2014	MK B	2	4.380
Vrieshuis	Nog te bouwen	2015	MK E	1	5.000
Rho ST1 lijn1	Rho-koeler op dak Steenderen 1	2011	Dak ST1	3	900
Rho ST1 lijn2	Rho-koeler op dak Steenderen 1	2011	Dak ST1	3	900
Rho ST4	Rho-koeler op dak Steenderen 4	2006	Dak ST4	3	900

Tabel 2.1 Overzicht ammoniakkoelinstallaties Aviko.

De ammoniakkoelinstallaties zijn deels geplaatst in machinekamers en staan deels in de buitenlucht. De verschillende installaties zijn als volgt uitgevoerd.

Installatie ST1

De installatie wordt gebruikt voor het koelen van het gereed product op twee productielijnen. Alle ammoniak voerende delen zijn binnen geplaatst, behalve de condensor met het verbindend

² Zie de toelichting in § 3.2

³ Stcrt 183, 2004

leidingwerk. Het is dus een type 1-installatie. De afscheider, de compressoren etc. staan opgesteld in machinekamer (MK) A, de vloeistofleiding naar de verdamper is DN50.

De twee Rho-koelers van de fabriek Steenderen 1 worden gebruikt als voorcooling van de verse friet. Deze koelers hebben geen fysieke verbinding met de installatie ST1, het zijn dus zelfstandige installaties. De afscheiders van de Rho-koelers zijn op het dak geplaatst, de vloeistof wordt door zwaartekracht naar de verdamper gevoerd. Er is geen vloeistofpomp.

Installatie ST3

De fabriek Steenderen 3 wordt op korte termijn gebouwd. De ammoniak voerende delen van de installatie worden binnen geplaatst, met uitzondering van de vloeistofleiding naar de verdamper en de condensor met het verbindend leidingwerk. Het is dus een type 2-installatie. De vloeistofleidingen zijn DN80. De afscheider, de compressoren etc. staan opgesteld in machinekamer C1.

Installatie ST4

De fabriek Steenderen 4 bestaat uit twee productielijnen met elk een eigen koelinstallatie. Lijn 1 is een koelinstallatie met ammoniak en kooldioxide. De ammoniak koelt de kooldioxide, wat uiteindelijk naar het productieproces gaat. De ammoniak blijft dus in de machinekamer, er zijn geen vloeistofpompen omdat de warmtewisselaar (waarmee de kooldioxide wordt gekoeld) direct onder de afscheider is geplaatst. Deze installatie is type 1 en staat in dezelfde machinekamer (B) als Steenderen 5.

De koelinstallatie van lijn 2 staat in een eigen machinekamer (MK D), de vloeistofleidingen naar de verdamper van ST4 lijn 2 liggen echter buiten, deze zijn DN65.

Installatie ST5

Deze installatie staat in dezelfde machinekamer waar ook de installatie voor lijn 1 van Steenderen 4 is geplaatst, MK B. De vloeistofleidingen naar de verdamper lopen buiten over het dak, het is een type 2-installatie. De diameter van deze buiten liggende leiding is DN 100.

Vrieshuis

Het te bouwen vrieshuis krijgt een type 2-installatie. De vloeistofleidingen en de condensor en het verbindend leidingwerk worden buiten geplaatst. De installatie staat in MK E. Omdat dit vrieshuis nog in de ontwerpfase zit, wordt rekening gehouden met buiten liggende vloeistofleidingen met diameter DN80. Mogelijk wordt deze diameter verkleind in het definitieve ontwerp.

Alle installaties zijn voorzien van de beveiligingen die vereist zijn volgens PGS 13, zoals:

- automatische inblokbeveiliging;
- ontlastorgaan;
- veiligheidsklep;
- pressostaat;
- noodstop- en alarmeringssysteem;
- automatisch detectiesysteem;
- opvangvoorziening;
- niveau-beveiliging in de afscheider.

De bestaande ammoniakkoelinstallaties zijn getoetst aan de richtlijn PGS 13, en wel in:

2011: ST 1, 2012 (ST4, lijn 1) en 2013 (ST4, lijn 2). Voor ST5 is in 2014 een voorlopige verklaring afgegeven omdat deze installatie nog niet geheel gereed is. De rapporten en de bijbehorende verklaringen dat de installaties voldoen aan PGS 13 zijn in te zien bij het bedrijf. De Rho-koelers zijn niet getoetst aan PGS 13.

2.3 Bevi-toets

De hierboven genoemde machinekamers en enkele relevante onderdelen van de ammoniakkoelinstallaties, zoals de vloeistofleidingen, zijn aangegeven op de plattegrondtekening in bijlage 1. De voor de toetsing aan het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi)⁴ relevante afstanden zijn aangegeven in tabel 2.2. De Rho-koelers zijn niet opgenomen in deze tabel omdat het Bevi niet van toepassing is op installaties met een inhoud kleiner dan 1.500 kg.

Machinekamer	Afstand tot		
	erfgrens	Prins Bernhardlaan 78	zwembadterrein
MK A	35	54	218
MK B	152	175	64
MK C1	53	83	123
Vloeistofleiding ST3, lijn 1	14	44	123
MK D	107	182	113
Vloeistofleiding ST4, lijn 2	100	180	116
Vloeistofleiding ST5	107	180	74
MK E	22	255	244
Vloeistofleiding vrieshuis	20	250	240

Tabel 2.2. Afstanden vanaf enkele onderdelen van de ammoniakkoelinstallatie bij Aviko te Steenderen tot de dichtstbijzijnde bestemmingen en de erfgrens van het bedrijf.

Voor toetsing aan het Bevi moeten de afstandstabellen uit de regeling (Revi) worden gebruikt, indien wordt voldaan aan de volgende voorwaarden:

- De installatie voldoet aan PGS 13,
- De installatie bevat minder dan 10.000 kg ammoniak en
- De installatie heeft geen buiten liggende vloeistofleiding groter dan DN80.

Het bovenstaande betekent dat voor alle installaties de afstandstabellen gebruikt kunnen worden, behalve voor ST5. Deze installatie heeft namelijk een buiten liggende vloeistofleiding met diameter DN100. Dat betekent dat voor deze installatie de risicocontour moet worden vastgesteld aan de hand van de 'Rekenmethodiek Bevi', waarbij gebruik gemaakt moet worden van het rekenprogramma Safeti-NL. Omdat ST5 samen met de installatie van ST4 lijn 2 in één en dezelfde machinekamer B staat, wordt ook deze installatie betrokken bij de QRA. De risicoberekening voor deze twee installaties wordt uitgewerkt in de hoofdstukken 3 t/m 7. In hoofdstuk 7 wordt ook de toetsing van de overige installaties aan de afstandstabellen in het Revi vermeld.

⁴ Stb 250, 2004

Leeswijzer

De QRA voor MK B is uitgewerkt in de hoofdstukken 4 t/m 7. De installaties ST5 en ST4, lijn 1 worden beschreven in hoofdstuk 4. De beschrijving van de hoeveelheid vrijkomende ammoniak uit installaties ST5 en ST4 lijn 1 wordt gegeven in hoofdstuk 5. De ongeval scenario's worden beschreven in hoofdstuk 6 en de risicoberekeningen in hoofdstuk 7. Tenslotte volgen in hoofdstuk 8 de conclusies.

3. RISICOBEREKENINGEN

3.1 Theorie

Op 27 oktober 2004 is het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) van kracht geworden. Hiermee zijn de normen voor de risico's naar de omgeving voor bedrijven met gevaarlijke stoffen wettelijk vastgelegd. Het besluit heeft tot doel de kans dat mensen in de omgeving van een inrichting overlijden ten gevolge van een ongeval en/of een calamiteit in die inrichting waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn, binnen aanvaardbare grenzen (minimaal beschermingsniveau) te houden. Het product van kans en effect (overlijden) wordt aangeduid met het begrip risico:

Risico = Kans * Effect

De normen in het Bevi gaan uit van het plaatsgebonden risico (PR).

De definitie voor het plaatsgebonden risico luidt:

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

Als het plaatsgebonden risico op een bepaalde plaats 10^{-6} bedraagt, betekent dit dat een persoon die zich onbeschermd op deze plek bevindt, een kans heeft van 1: miljoen om te overlijden als gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen.

Bij het plaatsgebonden risico gelden:

- *grenswaarden* waar aan moet worden voldaan voor de kwetsbare objecten en
- *richtwaarden* voor beperkt kwetsbare objecten, waarvan om gewichtige redenen mag worden afgeweken.

Op grond van het Bevi moeten alle kwetsbare objecten buiten de 10^{-6} -contour liggen. In het Bevi wordt een omschrijving gegeven van de term kwetsbare objecten. Dit zijn in het algemeen woonhuizen (mits niet te veel verspreid) en gebouwen waar grotere aantallen personen verblijven of personen die zichzelf minder goed in veiligheid kunnen brengen zoals zieken, bejaarden en kinderen. Gebouwen waar geen grote aantallen personen aanwezig zijn (waaronder sportterreinen en sporthallen) gelden als beperkt kwetsbare objecten. Een beperkt kwetsbaar object dat zich binnen de 10^{-6} -contour bevindt, wordt als toelaatbaar aangemerkt.

Naast normen voor het plaatsgebonden risico zijn in het Bevi normen vastgelegd ten aanzien van het groepsrisico (GR).

De definitie voor het groepsrisico luidt:

Cumulatieve kansen per jaar dat tenminste 10, 100 of 1000 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, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.

Bij het groepsrisico geldt een *oriëntatiewaarde*. Dit is geen harde norm maar houdt in dat het bevoegd gezag een politieke afweging moet maken van de risico's van het betreffende bedrijf tegen de maatschappelijke kosten en baten. Dit is de zogenoemde verantwoordingsplicht van het groepsrisico.

Het GR wordt berekend met de personendichtheid binnen de 1% letaliteitscontour. De 1% letaliteitscontour is de contour waar nog 1% van de onbeschermd blootgestelde personen dodelijk letsel oploopt. De 1% letaliteitscontour wordt bepaald voor het grootst mogelijke ongeval met de risicobron onder de meest ongunstige weersomstandigheden. Het gebied binnen de 1% letaliteitscontour wordt het invloedsgebied genoemd.

3.2 Uitvoering onderzoek

Voor de uitvoering van het onderzoek is het concept rekenmethodiek voor ammoniakkoelinstallaties versie 1.0 van 1 augustus 2012 gebruikt. Als in dit rapport bij verschillende uitgangspunten en aannames de tekst 'conform de rekenmethodiek' staat vermeld, wordt dit concept rekenmethodiek versie 1.0 bedoeld. De voor het onderzoek benodigde gegevens zijn verzameld bij Aviko en bij de installateur. Populatiegegevens zijn gebaseerd op de Handreiking verantwoording groepsrisico.

Bij de risicoberekeningen voor de ammoniakkoelinstallatie bij Aviko worden de volgende installatiecomponenten betrokken:

1. vaten,
2. leidingen,
3. pompen en compressoren,
4. verdamperen.

Overige componenten worden niet betrokken bij de risicoberekeningen, zie ook § 6.5.

Per onderdeel wordt vastgesteld welke hoeveelheid ammoniak kan vrijkomen bij een instantaan falen of bij een lekkage. Dit wordt berekend voor alle hierboven genoemde installatieonderdelen. Met deze gegevens wordt als eerste een effectberekening uitgevoerd met Safeti-NL. Met deze effectberekening kan worden vastgesteld tot welke afstand de gevolgen van het falen van de installatiedelen merkbaar zijn, daarbij wordt geen rekening gehouden met de kans dat een installatie-onderdeel faalt. De effectberekening wordt uitgedrukt in afstanden tot de interventiewaarden:

VRW: Voorlichtingsrichtwaarde

Dit is de concentratie van de ammoniak die met grote waarschijnlijkheid door het merendeel van de blootgestelde bevolking hinderlijk wordt waargenomen of waarboven lichte, snel reversibele gezondheidseffecten mogelijk zijn bij een blootstelling van één uur. Vaak is dit de concentratie waarbij blootgestellten beginnen te klagen over het waarnemen van de blootstelling.

AGW: Alarmeringsgrenswaarde

Dit is de concentratie van de ammoniak waarboven irreversibele of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden door directe toxische effecten bij een blootstelling van één uur.

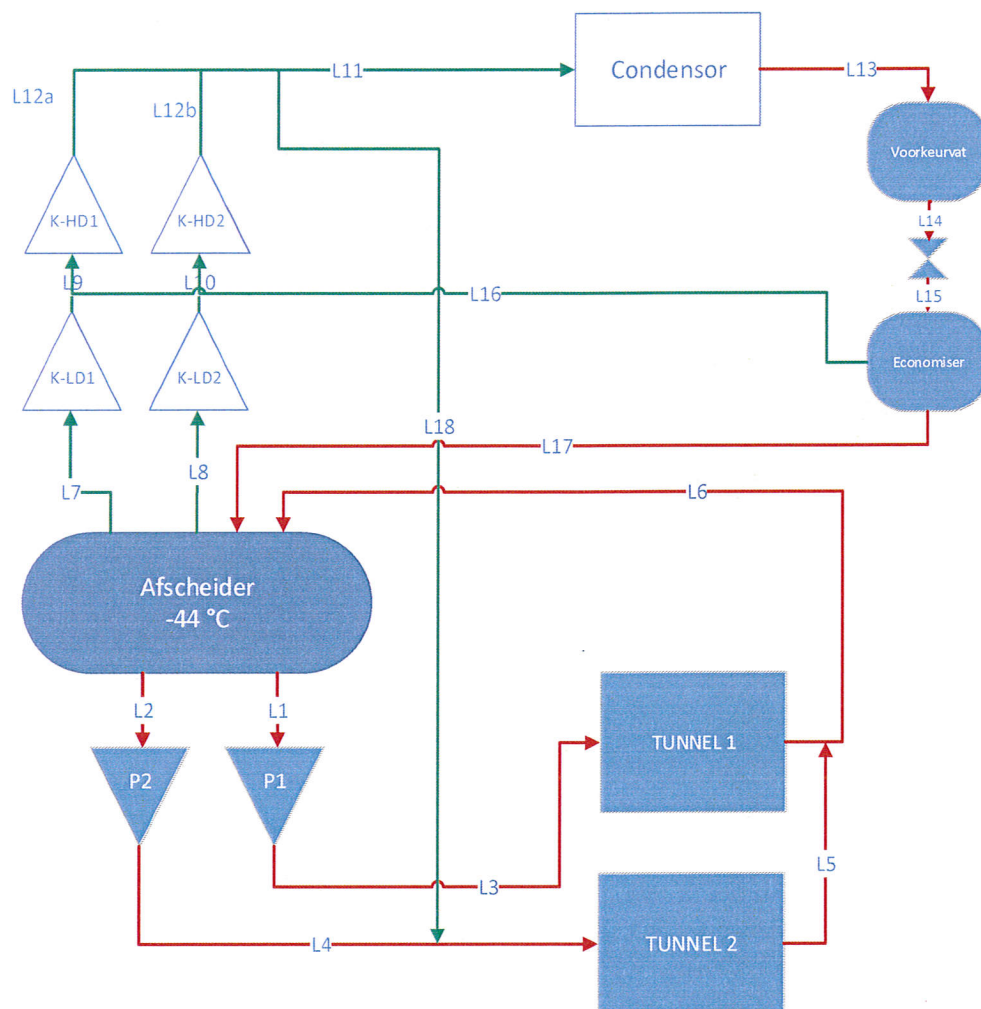
LBW: Levensbedreigende waarde

Dit is de concentratie van de ammoniak waarboven mogelijk sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden binnen enkele dagen na een blootstelling van één uur.

4. ONDERZOEK

4.1 Schematische weergave

De P&ID's van de installaties ST5 en ST4, lijn 1 zijn gereduceerd tot de basisschema's in figuren 4.1 en 4.2. In groen is aangegeven waar de ammoniak zich (grotendeels) in damp vorm bevindt. De rode lijn geeft ammoniak als vloeistof of in twee fasen aan. De installaties bestaan uit de in tabellen 4.1 en 4.2 genoemde componenten.



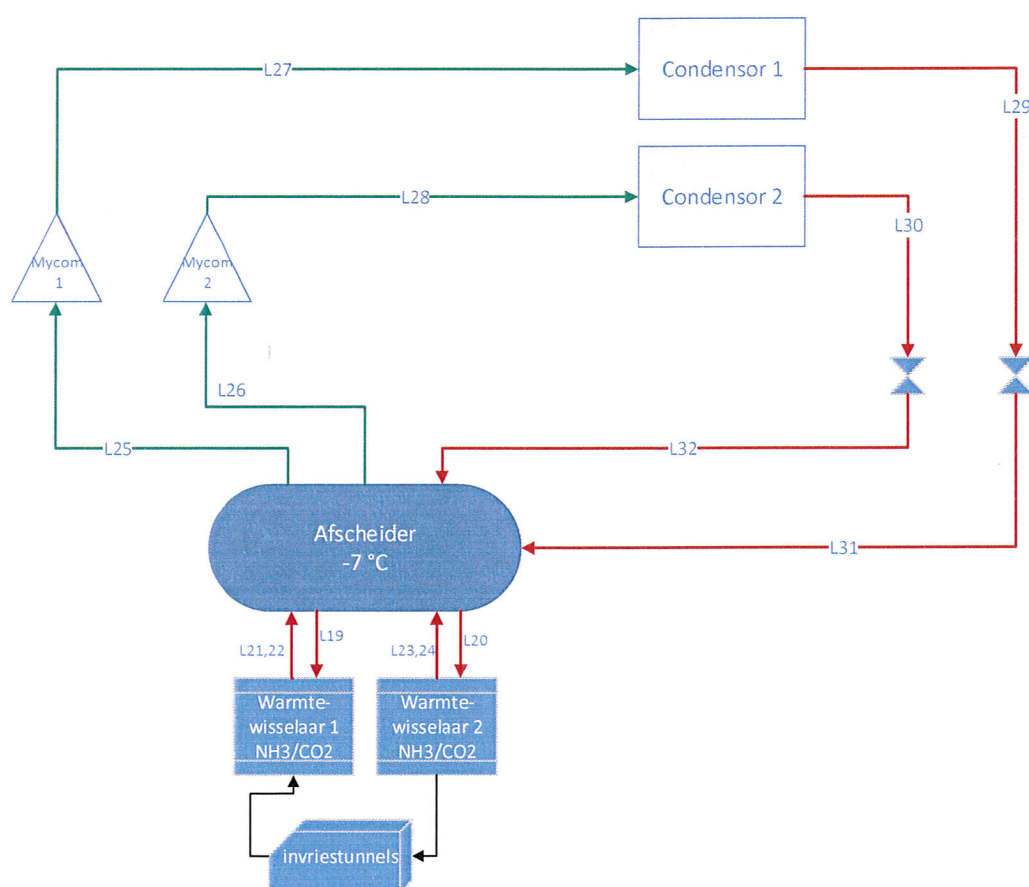
Figuur 4.1. Basisschema ammoniakkoelinstallatie ST5 Aviko BV

De betekenis van de nummers in figuur 4.1 is vermeld in tabel 4.1.

Onderdeel	Omschrijving
L1	Vloeistofleiding
L2	Vloeistofleiding
L3	Pomppersleiding
L4	Pomppersleiding

L5	Natte zuigleiding
L6	Natte zuigleiding
L7	Droge zuigleiding
L8	Droge zuigleiding
L9	Droge zuigleiding
L10	Droge zuigleiding
L11	Persgasleiding
L12	Condensaatleiding
L13	Condensaatleiding
L14	Condensaatleiding
L15	Condensaatleiding
L16	Gasleiding
L17	Vloeistofleiding
L18	Heetgasontdooileiding
P1,2	Vloeistofpompen (twee stuks) onder de afscheider
K1-4	Schroefcompressoren (vier stuks)
C1	Condensor
S1	Afscheidervat
Tunnel 1	Verdampers
Tunnel 2	Verdampers

Tabel 4.1. Lijst van installatieonderdelen ST5



Figuur 4.2. Basisschema ammoniakkoelinstallatie ST4 lijn 1 Aviko BV

De betekenis van de nummers in figuur 4.2 is vermeld in tabel 4.2.

Onderdeel	Omschrijving
L19	Vloeistofleiding
L20	Vloeistofleiding
L21	Natte zuigleiding
L22	Natte zuigleiding
L23	Natte zuigleiding
L24	Natte zuigleiding
L25	Droge zuigleiding
L26	Droge zuigleiding
L27	Persgasleiding
L28	Persgasleiding
L29	Condensaatleiding
L30	Condensaatleiding
L31	Vloeistofleiding
L32	Vloeistofleiding
K5,6	Schroefcompressoren (twee stuks)
C2,3	Condensators (twee stuks)
S2	Afscheidervat
W1,2	Warmtewisselaars

Tabel 4.2. Lijst van installatieonderdelen ST4 lijn 1

4.2 Bedrijfsvoering

Binnen Aviko zijn geen personen aanwezig die handelingen aan de installatie verrichten. De aan/uitschakeling vindt automatisch plaats. De leverancier voert (preventief) onderhoud uit, bij storingen is de monteur binnen enkele uren ter plaatse (24/7).

De installaties voldoen aan PGS 13:2009. De volgende afsluiters en terugslagkleppen zijn aanwezig bij ST5:

- twee automatische inlokafsluiters zijn aanwezig in de vloeistofleidingen na de vloeistofpompen,
- twee automatische inlokafsluiters zijn geplaatst in de vloeistofleiding en na het voorkeurvast,
- voor elke verdamper (in totaal 7 stuks verdeeld over twee tunnels) zijn terugslagkleppen geplaatst,
- verder zijn op de compressorskids (elk met een hoge en lage druk-compressor) meerdere terugslagkleppen geplaatst.

Ook is beveiliging aanwezig in de vorm van pompbeveiliging, via de besturing vallen de pompen stil als het drukverschil $< 0,5$ bar is. Ook vallen de pompen stil als de ammoniakdetectie wordt aangesproken en als het niveau in de afscheider een te laag niveau bereikt, de reactietijd van deze afsluiters is maximaal 30 seconden.

Bij ST4 lijn 1 zijn, mede gezien de relatief lage inhoud, geen inlokafsluiters geplaatst.

Ammoniakdetectie is aanwezig in de machinekamer. Daarnaast zijn detectiekoppen geplaatst bij de vriezers (ST5). Bij detectie (hoog alarm) gaan de afsluiters dicht en wordt alle ammoniak

teruggevoerd naar de machinekamer. Alle compressoren gaan uit en er kan geen ammoniak meer naar of vanuit de machinekamer gevoerd worden.

5. UITSTROMING VAN AMMONIAK

Om het effect van een calamiteit te berekenen, moet de hoeveelheid uitgestroomde ammoniak bekend zijn. Omdat de installatieonderdelen zijn opgenomen in een kringproces vindt bij falen van één onderdeel ook uitstroming plaats uit de verbonden installatiedelen. Uit het direct gefaalde onderdeel treedt uitstroming op als damp, tweefasen mengsel of vloeistof afhankelijk van de plaats van het gat en de fase van het medium. Na korte tijd is de inhoud van het onderdeel uitgestroomd en stromen andere installatieonderdelen leeg. De uitstroming wordt ook nog enige tijd voortgezet door het niet afschakelen van pompen en/of compressoren. Als het systeem is stilgelegd vindt door verdamping nog een relatief geringe uitstroming van ammoniak plaats. Deze daalt naar vrijwel nul doordat de ammoniak koud kookt en wordt dan bepaald door de warmte-invoer vanuit de omgeving. Deze is gering omdat de meeste onderdelen geïsoleerd zijn.

Bij de ammoniakkoelinstallatie ST5 van Aviko zijn de afscheider, pompen en compressoren in de machinekamer geplaatst. Vanuit de afscheider wordt de ammoniak via een buiten liggende leiding naar de verdampers gevoerd. De retourleiding van de verdampers ligt eveneens gedeeltelijk in de buitenlucht. Het falen van de meeste leidingen kan dus plaats vinden op drie punten: in de machinekamer, buiten op het dak en binnen bij de verdampers. In de machinekamer is detectie aangebracht.

Bij de ammoniakkoelinstallatie ST4 lijn 1 van Aviko zijn alle onderdelen in de machinekamer geplaatst, met uitzondering van de condensoren. Vanuit de afscheider wordt de ammoniak naar twee warmtewisselaars gevoerd. Vanaf de andere kant stroomt CO₂ door de warmtewisselaars. De afgekoelde CO₂ wordt naar de invriestunnels gevoerd. De condensoren met het verbindend leidingwerk zijn op het dak geplaatst. Het falen van de leidingen kan dus plaats vinden op twee plaatsen: in de machinekamer en buiten op het dak. In de machinekamer is detectie aangebracht.

In tabel 5.1 zijn de kenmerken van de installaties in machinekamer D tijdens standaard bedrijfsvoering vermeld, hiermee wordt rekening gehouden bij het berekenen van de uitstroming. Voor de leidingen wordt aangegeven welk deel zich binnen de machinekamer (MK) bevindt en welk deel daarbuiten. De DN-maat geeft de diameter van de leiding weer.

Item	Code	Waarde/kenmerk
Afmetingen machinekamer B		15,4 × 20,3 × 8 m (25.000 m ³)
Hoogte machinekamervloer B		mv + 0,00 m
Hoogte en diameter ventilatie-uitlaat machinekamer		mv + 7,5 m, diameter 0,60 m
Richting ventilatie		Verticaal
Ventilatie-debiet		56.000 m ³ /uur
Installatie St5:		
Totale koudemiddelinhoud ST5		4.350 kg
Koudemiddelinhoud afscheidervat -44 °C	S1	700 kg*
Koudemiddel voorkeurvast	S2	200 kg*
Koudemiddel ecovat	S3	175 kg*
Koudemiddelinhoud condensor ST5	C1	326 kg

Item	Code	Waarde/kenmerk
Temperatuur condensors		31 °C
Pompen (ST5)	P1,2	1,8 kg/s (per stuk)*
Compressoren ST5	2 skids (LD+HD)	Per skid 0,7 kg/s*
Vloeistofleiding in machinekamer (MK)	L1	2 m, DN100
Vloeistofleiding in machinekamer (MK)	L2	2 m, DN100
Vloeistofleiding	L3	25 m MK, DN50, 75 m buiten, DN100
Vloeistofleiding	L4	25 m MK, DN50 75 m buiten, DN100
Natte zuigleiding (1 % vloeistof)*	L5	30 m buiten, DN350
Natte zuigleiding (1 % vloeistof)*	L6	75 m buiten, 6 m MK, DN350
Droge zuigleiding	L7	16 m MK, DN250
Droge zuigleiding	L8	16 m MK, DN250
Droge zuigleiding	L9	2 m MK, DN100
Droge zuigleiding	L10	2 m MK, DN100
Persgasleidingen	L12a en b	5 m MK, DN50
Persgasleiding	L11	15 m buiten, DN125
Condensaatleiding	L13	12 m buiten, DN100
Condensaatleiding voor vlotter	L14	1 m binnen, DN100
Condensaatleiding na vlotter	L15	1 m binnen, DN100
Gasleiding	L16	15 m binnen, DN80
Vloeistofleiding	L17	6 m binnen, DN100
Heetgasontdooileiding	L18	8 m binnen, 75 m buiten, DN100
Installatie St4 lijn 1:		
Totale koudemiddelinhoud ST4, lijn 1		1.750 kg
Koudemiddelinhoud afscheidervat -7 °C	S4	875 kg
Koudemiddelinhoud condensors	C2,3	66 kg (elk)
Vloeistofleidingen	L19, L20	2 m binnen, DN100
Dampleidingen	L21-L24	2 m binnen, DN200
Droge zuigleidingen	L25, L26	10 m binnen, DN250
Persgasleiding	L27	10 m binnen, 8 m buiten, DN125
Persgasleiding	L28	10 m binnen, 8 m buiten, DN125
Condensaatleiding voor vlotter	L29, L30	3 m buiten, 1 m binnen, DN100
Condensaatleiding na vlotter	L31, L32	6 m binnen, DN100
Compressoren	2 * Mycom	Per stuk 0,4 kg/s*
Hoge druk deel		11 bar
Lage druk deel		2 bar
*Opgave installateur		
Beveiliging:		

Item	Code	Waarde/kenmerk
– Automatische ammoniakdetectie in de machinekamer en inblokafsluiters in de leidingen na de vloeistofpompen en voor en na de vloeistofvaten (St5). – Geen automatische inlokactie op lekkages in leidingen buiten. – Terugslagkleppen na de compressoren. – Automatisch alle ammoniak retour machinekamer bij detectie bij de vriezers.		

Tabel 5.1. Kenmerken van de koelinstallatie

*De inhoud van de afscheider en de vloeistofvaten is bepaald in overleg met de installateur. Voor de verdeling van de rest van de ammoniak is de verhouding aangehouden uit de concept rekenmethode. Bij ST5 is de verhouding tussen verdampers / condensers / vloeistofleidingen gelijk gehouden aan de rekenmethode. ST4, lijn 1 heeft geen vloeistofvaten. Deze hoeveelheid is gelijk verdeeld over de verdampers, condensers en vloeistofleidingen. Dit heeft geresulteerd in de verdeling die is weergegeven in tabel 5.2.

Onderdeel	Aandeel van systeeminhoud volgens concept rekenmethode	[kg] volgens leverancier		Aandeel van systeeminhoud bij Aviko	
		ST4, lijn1	ST5	ST4, lijn1	ST5
Afscheidervaten	50%		700	50 %	16 %
Verdampers	20%			25 %	45 %
Vloeistofvaten	15%		375		9 %
Condensers	7.5%			12,5 %	15 %
Vloeistofleidingen	7.5%			12,5 %	15 %

Tabel 5.2. Berekening vulling installatieonderdelen

De pompen van installatie ST5 hebben elk een debiet van 1,8 kg/s. Per tunnel zijn twee pompen aanwezig waarvan er altijd één in bedrijf is. In totaal zijn dus altijd twee pompen in bedrijf.

St5 heeft 4 compressoren: 2 skids van elk 1 HD en 1 LD compressor. Elke skid heeft een debiet van 0,7 kg/s. Deze zijn altijd in bedrijf.

De emissie van ammoniak naar de buitenlucht bij falen van een installatieonderdeel is moeilijk te voorspellen. Zoals eerder aangegeven blijft na een breuk de drijvende kracht in het kringproces (de pomp of de compressor) nog enige tijd werken en vindt uitstroming plaats vanaf beide zijden van de breuk. De vrijkomende massa is dus groter dan alleen die in het installatieonderdeel (vat, leiding) zelf en moet daarom per onderdeel bepaald worden. De uitstromende massa van de onderdelen van de installatie bij Aviko is vastgelegd in tabel 5.3: de massa koudemiddel in het falende onderdeel zelf, plus de bijdrage van de upstream zijde plus de bijdrage van de downstream zijde. De onderdeelcodes zijn dezelfde als in tabel 5.1. Deze tabel gaat uit van automatische ammoniakdetectie met een inblokafsluiter in de valleidingen onder de afscheider bij St5.

Falende component	Nalevering upstream zijde	Nalevering downstream zijde	Opmerking
Afscheidervat S1	+ massa vloeistofleiding L17 + massa natte	+ massa vloeistofleidingen L1 en L2 tot pompen + massa dampleidingen L7	

Falende component	Nalevering upstream zijde	Nalevering downstream zijde	Opmerking
	zuigleidingen L6 + massa economiser	en L8	
L1, L2 vloeistofleidingen tot pompen	+ massa afscheidervat	geen	Inblokafsluiters na de pompen
L3, L4 pomppersleidingen	+ pompdebiet van de pompen * 120 sec + fractie van de massa in de afscheider (zie opm)	+ massa verdamper (tunnels) * flashfractie (0,03)	Inblokafsluiters na de pompen en voor de tunnels
L5 en L6 natte zuigleidingen	massa verdamper * flashfractie (0,03)	+ massa afscheidervat * flashfractie (0,0)	Ammoniak is -44 °C, geen flash
L7, L8 droge zuigleidingen	massa afscheidervat * flashfractie (0,0)	Geen	Uitstroming als damp
Compressoren K- LD1/2	+ massa persgasleidingen L7 en L8 + massa afscheidervat * flashfractie (0,0)	+ massa persgasleiding L9 + massa persgasleiding L10 + inhoud gasleiding L16 + inhoud economiser	
L9, L10 droge zuigleidingen	+ compressordebiet van compressoren LD 1/2 * 60 sec + inhoud gasleiding L16 + inhoud economiser	geen	
Compressoren K- HD1/2	+ massa persgasleidingen L9 en L10 + compressordebiet van compressoren K- LD1/2 * 60 sec	+ massa persgasleiding L11 + massa persgasleidingen L12a en b + massa persgasleiding L16	Afsluiter in L16
L12a, L12b Persgasleidingen	+ compressordebiet van compressoren K- HD1/2 * 6- sec	+ massa condensor C1 * flashfractie (0,2) + massa persgasleiding L11 + massa heetgasleiding L18	
L11, persgasleiding	+ compressordebiet van compressoren K- LD1/2 * 120 sec + massa persgasleidingen L12a en L12b + massa heetgasleiding L18	+ massa condensor C1 * flashfractie (0,2)	
L16	+ massa economiser	+ compressordebiet van	

Falende component	Nalevering upstream zijde	Nalevering downstream zijde	Opmerking
Gasleiding	* flashfractie (0,07) + vloeistofleiding L15	compressoren K-LD1/2 * 60 sec + massa droge zuigleidingen L9 en L10	
L17 Lage druk vloeistofleiding	+ inhoud economiser + massa condensaatleiding na vlotter L15 + massa persgasleiding L16	+ massa afscheidervat S1 * flashfractie (0,0)	Afsluiters tussen voorkeurvast en economiser
L18 Heetgasontdooileiding	+ compressordebiet van compressoren K- HD1/2 en LD1/2 * 120 sec.	+ massa pomppersleidingen L3 en L4 * flashfractie (0,0) + massa verdamper * flashfractie (0,0)	
L13 condensaatleiding	+ compressordebiet van compressoren 2 * 120 sec + massa condensor * flashfractie (0,2)	Geen	Afsluiter voor en na voorkeurvast
S2 Voorkeurvast	+ massa condensaatleiding L13 + massa condensor * flashfractie (0,2)	+ inhoud economiser * flashfractie	
L14 condensaatleiding voor vlotter	+ inhoud voorkeurvast + massa condensaatleiding L13 + massa condensor * flashfractie (0,2)	+ inhoud economiser * flashfractie	Afsluiter voor voorkeurvast
L15 condensaatleiding na vlotter	geen	+ inhoud economiser * flashfractie + inhoud gasleiding L16	Vlotter fungeert als klep
S3 economiser	+ inhoud vloeistofleiding L15	+ inhoud vloeistofleiding L17 * flashfractie (0,07)	Afsluiters tussen voorkeurvast en economiser
P1, P2 Vloeistofpompen	geen	+ inhoud vloeistofpersleidingen L3, L4 * flashfractie (0,0)	Inblokaafsluiters voor de vloeistofpompen
L19/ L20 vloeistofleidingen	+ inhoud afscheider S4	+ inhoud warmtewisselaar * flashfractie (0,08)	
L21 t/m L24 Natte zuigleidingen	+ inhoud warmtewisselaar * flashfractie (0,08)	+ inhoud afscheider S4	
L25, L26 droge zuigleidingen	+ inhoud afscheider S4 * flashfractie (0,08)	geen	

Falende component	Nalevering upstream zijde	Nalevering downstream zijde	Opmerking
L27, L28 Persgasleidingen	+ compressordebiet Mycom * 60/120 sec.	+ inhoud condensors * flashfractie (0,2)	
C2, C3 condensors	+ inhoud persgasleiding L27/28 + compressordebiet Mycom * 120 sec	+ inhoud condensaatleiding L29/30 * flashfractie (0,2)	
L29, L30 Condensaatleidingen	+ inhoud condensors * flashfractie (0,2)	geen	Vlotter fungeert als klep
L31 vloeistofleiding na vlotter	geen	+ massa afscheider * flashfractie (0,08)	Vlotter fungeert als klep
L32 vloeistofleiding na vlotter	geen	+ massa afscheider * flashfractie (0,08)	Vlotter fungeert als klep

Tabel 5.3. Modellerings massa voor uitstroming, drie bijdragen

Toelichting:

Bovenstaande modellering van de massa is berekend aan de hand van de volgende uitgangspunten:

1. De inhoud van de hoeveelheid vloeistof in de diverse installatiedelen is bepaald aan de hand van de gegevens in tabel 5.3. Voor de bepaling van de flashfractie is de uitstroming bepaald met de *Discharge* functie in Safeti-NL aan de hand van de heersende temperatuur.

Dit leidt tot de volgende flashfracties:

Ammoniak -44 °C (afscheider S1, verdamper): 0,0

Ammoniak -7 °C (afscheider S4): 0,08

Ammoniak -12 °C (vaten S2, S3): 0,07

Ammoniak 31 °C (condensors): 0,20

2. De uitstromende massa wordt berekend aan de hand van de gegevens in bijlage 2 en tabellen 5.1, 5.2 en 5.3. De hoeveelheid die uiteindelijk vrijkomt, is vermeld in tabel 6.6. De achterliggende berekeningen zijn opgenomen in bijlage 2.

3. Bij het vrijkomen van ammoniak binnen een gebouw, wordt uitgegaan van detectie en wordt gerekend met uitstroming gedurende 60 seconden voordat de inlokafsluiters sluiten. Voor breuk buiten wordt uitgegaan van 120 seconden.

4. De fractie van de massa in de afscheider die vrij komt bij het falen van de pompsleidingen wordt alleen meegerekend als de inlokafsluiter niet wordt aangesproken, dus bij leidingbreuk buiten.

6. ONGEVALSCENARIO'S

Voor het berekenen van de risico's van de installaties wordt uitgegaan van de volgende ongeval scenario's, gebaseerd op de Handleiding Risicoberekeningen Bevi, module C, hoofdstuk 3: §3.4.3 inzake vaten, §3.8 inzake leidingen en §3.11 inzake pompen en compressoren.

6.1 Vloeistofvaten

Aan vloeistofvaten, zoals ammoniakafscheiders, kunnen de volgende ongeval scenario's plaatsvinden

Scenario	Frequentie (per jaar)
Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-7}
Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5×10^{-7}
Continu vrijkomen van de inhoud uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-7}

Tabel 6.1 Scenario's voor een bovengrondse opslagtank onder druk

Opmerkingen:

- Bij het falen van vaten moet rekening worden gehouden met de nalevering uit andere installatieonderdelen. De wijze waarop is beschreven in hoofdstuk 5.
- In een machinekamer geplaatste vaten met een werkteemperatuur lager dan het atmosferisch kookpunt van ammoniak (-33 °C) hoeven niet gemodelleerd te worden. Bij uitstroming gevolgd door verdamping is de damp bron te klein en te kortdurend om door vrijkomen via de ventilatie uitlaat een overlijdensrisico in de omgeving te veroorzaken. Bij Aviko is dit het geval voor de installatie ST5.

6.2 Pompen / compressoren

Aan pompen en compressoren kunnen de volgende ongeval scenario's plaatsvinden

Scenario	Frequentie (per jaar)
Catastrofaal falen	$1,0 \times 10^{-4}$
Lek (10 % diameter)	$4,4 \times 10^{-3}$

Tabel 6.2 Scenario's voor zuigerpompen en zuiger compressoren

Scenario	Frequentie (per jaar)
Catastrofaal falen	$1,0 \times 10^{-5}$
Lek (10 % diameter)	5×10^{-5}

Tabel 6.3 Scenario's voor waaierpompen en schroefcompressoren (zonder pakking)

Opmerkingen:

- Bij het falen van pompen/compressoren moet rekening worden gehouden met de nalevering uit andere installatieonderdelen. De wijze waarop is beschreven in hoofdstuk 5.
- Voor in een machinekamer geplaatste pompen en compressoren is het voldoende nauwkeurig alleen het catastrofaal falen te modelleren. Lekkage wordt dus niet beschouwd.

6.3 Leidingen

De scenario's voor de leidingen die de componenten verbinden zijn gegeven in de volgende tabel.

Scenario	Frequentie (per meter per jaar) Nominale diameter < 75 mm	Frequentie (per meter per jaar) 75 mm ≤ nominale diameter ≤ 150 mm	Frequentie (per meter per jaar) Nominale diameter > 150 mm
Breuk van de leiding	1×10^{-6}	3×10^{-7}	1×10^{-7}
Lek met een effectieve diameter van 10 % van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5×10^{-6}	2×10^{-6}	5×10^{-7}

Tabel 6.4 Scenario's voor leidingen

Opmerkingen:

- Bij het falen van leidingen moet rekening worden gehouden met de nalevering uit andere installatieonderdelen. De wijze waarop is beschreven in hoofdstuk 5.
- Voor binnen gelegen leidingdelen is het voldoende nauwkeurig om alleen het breuk scenario te modelleren.
- Binnen gelegen leidingen met een werktemperatuur lager dan het atmosferisch kookpunt van ammoniak (-33 °C) hoeven niet gemodelleerd te worden.
- Buiten gelegen dampleidingen met een werktemperatuur lager dan het atmosferisch kookpunt van ammoniak (-33 °C) hoeven niet gemodelleerd te worden.
- De richting van de uitstroming is horizontaal.
- Leidingen die zich in de buitenlucht bevinden worden volgens de handleiding gemodelleerd als lijnbron. De richting van de uitstroming is verticaal.
- Voor binnen gelegen leidingen (in de machinekamer) wordt het scenario toegekend aan het emissiepunt, in de regel de ventilatie-uitlaat. Bij Aviko is één ventilator aanwezig in de machinekamer. De uitstroming is verticaal.

6.4 Condensors en verdamperen

Voor het falen van condensors en verdamperen worden geen scenario's meegenomen in de risicoberekening.

6.5 Overige componenten

Er worden geen afzonderlijke scenario's meegenomen voor:

- Korte circuits voor de koeling van een secundair koelmiddel (zoals pek, glycol) zonder ammoniakvloeistofpomp met een leidinglengte korter dan 10 m,
- Olieafscheiders,
- Oliekoelers,
- Hoge druk vlotter c.q. expansiekleppen,
- Meet- en instrumentleidingen.

Het falen van de automatische inbloeafsluiters is beschouwd conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi, module C, paragraaf 4.2.2. Dit houdt in dat de kans dat de

inblokafsluiter faalt, is geraamd op 0,001.

6.6 Uitgangspunten

Voor de risicoberekeningen in Safeti-NL worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. De hoeveelheid uitgestroomde massa wordt als volgt bepaald.

Type installatie-onderdeel	Scenario	Scenario type in Safeti-NL	Uitgestroomde massa (kg)
Vaten (afscheider S1, S4 en vaten S2, S3)	Instantaan	Catastrophic rupture	Som van bijdragen uit tabel 5.3
	Vrijkomen inhoud in 10 min	Fixed duration	Inhoud vat
	Lekkage gat 10 mm	Leak	Som van bijdragen uit tabel 5.3
Leidingen	Breuk	Line rupture	Som van bijdragen uit tabel 5.3
	Lek	Leak	Som van bijdragen uit tabel 5.3
Pompen / compressoren	Breuk	Line rupture	Som van bijdragen uit tabel 5.3
	Lek	Leak	Som van bijdragen uit tabel 5.3

Tabel 6.5 *Uitstroming van massa*

2. De resulterende uitstroming kan zowel bestaan uit bijdragen met vloeistof als met dampuitstroming. De fase van de vrijkomende ammoniak moet daarom per scenario bepaald worden. Bij onderdelen met zowel vloeistof als damp, zoals het afscheidervat, moet de fase vloeistof gekozen worden.

3. Bij een lekscenario wordt de gatdiameter ingevuld (10 % van de leidingdiameter).

4. Koelinstallatie ST4, lijn 1 en koelinstallatie ST5 bevinden zich binnen een gebouw, zoals de machinekamer en de productieruimte. Het gebouw functioneert gedeeltelijk als een second containment, dit beïnvloedt de verdamping van ammoniak. De fractie die direct verdampt is kleiner dan in de buitenlucht doordat de lucht moet worden verdrongen; de vorming van vloeistofdruppels is groter door botsen van de straal met muren en obstakels, die de verdamping weer kan versterken. De plasverdamping wordt bepaald door temperatuur en materiaaleigenschappen van de vloer. Ammoniak komt *verticaal* vrij in de buitenlucht vanuit (ventilatie-)openingen in het gebouw. De uiteindelijke concentratie in de buitenlucht wordt mede bepaald door het ventilatievoud van de ruimte en de hoogte en de snelheid van het ammoniakdamp-lucht mengsel in de uitlaatopening. Deze verschillende invloeden worden verwerkt in het rekenmodel voor uitstroming binnen een gebouw (SAFETI-NL module INBU). Dit staat standaard zodanig ingesteld dat drie keer de adiabatische flashfractie als damp in de ventilatiestroom wordt ingemengd.

5. Voor een leidingbreuk wordt voor de lengte tot de plaats van de breuk uitgegaan van de helft van de leidinglengte. Voor het scenario 'breuk pomppersleiding' (L3 en L4) wordt hier nog 100 m bij opgeteld. Dit verdisconteert de stromingsweerstand van de afgeschakelde pomp. Bij continue scenario's van buiten gelegen leidingdelen is de uitstromingsrichting *horizontaal*.

6. Bij het falen van de pomppersleidingen komt een fractie van het afscheidervat vrij. Deze fractie wordt berekend als fractie = $0,011 \cdot T - 2.726$ met T in Kelvin. Als $T < -25^\circ \text{C}$, zoals het geval is bij Aviko blijkt dat de vrijkomende fractie nihil is.

In tabel 6.6 is het resultaat van de berekeningen van de uitgestroomde hoeveelheid en van de te modelleren scenario's vermeld.

Voor de afvoer van ammoniak worden de volgende emissiepunten aangehouden, met groen weergegeven op figuur 6.1:

1. afvoerventilator machinekamer.
2. emissie dak machinekamer (ter hoogte van condensor (2a) of ter hoogte van de persgasleiding (2b)).
3. emissie dak productieruimte (betreft vloeistofleidingen).

De verdeling van de aan- en afvoerleidingen naar de verschillende vriestunnels vindt plaats op het dak. De onderdelen die binnen liggen zijn te klein om mee te nemen in de risicoberekening. Dit is conform de Handreiking. De emissiepunten zijn opgenomen in de laatste kolom van tabel 6.6.

In figuur 6.1 is het populatiegebied in rood aangegeven. Dit is het dorp Steenderen. Uitgegaan is van een populatiedichtheid van 70/ha, overeenkomend met een drukke woonwijk. Dit is een overschatting van het bevolkingsaantal om niet tot onderschatting van het groepsrisico te komen. Ter vergelijking: volgens de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico⁵ bedraagt de bevolkingsdichtheid in een rustige woonwijk 20/ha.



Figuur 6.1 Overzicht emissiepunten (in groen) en populatiegebied Steenderen (in rood)

De blauwe punten in figuur 6.1. zijn zogenaamde Risk Ranking Points, die worden gebruikt bij de risicoberekeningen.

⁵ Min. VROM, versie 1.0, november 2007

Onderdeel van de installatie	Code	Kenmerken	Scenario	Kans	Massa component (kg)	Nalevering upstream (kg)	Nalevering downstream (kg)	Pomp- /compressor bijdrage (kg)	Emissie-punt
Afscheidervat -44 °C	S1	700 kg	Instantaan	$5 * 10^{-7}$	700	254 = 32 + 47 + 175	24 = 2 * 11 + 2 * 1		1
Afscheidervat -44 °C	S1	700 kg	10 min uitstroming	$5 * 10^{-7}$	700	-	-		1
Afscheidervat -44 °C	S1	700 kg	10 mm lek	$1 * 10^{-7}$	700	254 = 32 + 47 + 175	24 = 2 * 11 + 2 * 1		1
Vloeistofleiding	L1	Niet modelleren op grond van de temperatuur							
Vloeistofleiding	L2	Niet modelleren op grond van de temperatuur							
Vloeistofleiding	L3in	Niet modelleren op grond van de temperatuur							
Vloeistofleiding	L3uit	D= 107,1 mm, L= 75 m	Breuk, pipe length 44 m, liquid	$75 * 3 * 10^{-7}$	422	0	0		3
Vloeistofleiding	L3uit	D= 107,1 mm, L= 75 m, Inblokafsluiter faalt	Breuk, pipe length 144 m, liquid	$75 * 3 * 10^{-7} * 0,001$	422	700	0	1,8 kg/s * 120	3
Vloeistofleiding	L4uit	D= 107,1 mm, L= 75 m	Breuk, pipe length 44 m, liquid	$75 * 3 * 10^{-7}$	422	0	0		3
Vloeistofleiding	L4uit	D= 107,1 mm, L= 75 m, Inblokafsluiter	Breuk, pipe length 144 m, liquid	$75 * 3 * 10^{-7} * 0,001$	422	700	0	1,8 kg/s * 120	3

	r faalt								
Natte zuigleiding	L6uit	Niet modelleren op grond van de temperatuur							
Natte zuigleiding	L6in	Niet modelleren op grond van de temperatuur							
Droge zuigleiding	L7	D = 260,4 L = 8 m	Breuk, pipe length 4 m, vapor	$8 * 1 * 10^{-7}$	1	0	0	0	1
Droge zuigleiding	L8	D = 260,4 L = 8 m,	Breuk, pipe length 4 m, vapor	$8 * 1 * 10^{-7}$	1	0	0	0	1
Droge zuigleiding	L9	D = 260,4 L = 2 m	Breuk, pipe length 1 m, vapor	$2 * 1 * 10^{-7}$	1	175 = 0 + 175	0	0,7 * 60 = 42	1
Droge zuigleiding	L10	D = 260,4 mm, L = 2 m	Breuk, pipe length 1 m, vapor	$2 * 1 * 10^{-7}$	1	175 = 0 + 175	0	0,7 * 60 = 42	1
Persgasleiding	L11	D = 131,7 mm, L = 15 m	Breuk, pipe length 7,5 m, vapor	$15 * 3 * 10^{-7}$	2	7	65 (326 * 0,2)	2 * 0,7 * 120	3
Persgasleiding	L12a	D = 54,5 mm, L = 2,5 m	Breuk, pipe length 1,25 m, vapor	$2,5 * 1 * 10^{-6}$	0	0	74 = 65 (326 * 0,2) + 2 + 7	0,7 * 60	1
Persgasleiding	L12b	D = 54,5 mm, L = 2,5 m	Breuk, pipe length 1,25 m, vapor	$2,5 * 1 * 10^{-6}$	0	0	74 = 65 (326 * 0,2) + 2 + 7	0,7 * 60	1
Condensaatileiding	L13	D = 107,1 mm, L = 18 m	Breuk, pipe length 9 m, liquid	$18 * 3 * 10^{-7}$	97	65 (326 * 0,2)	0	2 * 0,7 * 120	2
Voorkeurvast	S2	200 kg	Instantaan	$5 * 10^{-7}$	200	162 = 97 + 65	12 (175 * 0,07)	0	1
Voorkeurvast	S2	200 kg	10 min	$5 * 10^{-7}$	200	-	-	0	1

Voorkeurv	S2	200 kg	uitstroming	1 * 10 ⁻⁷	200		162 = 97 + 65	12 (175 * 0,07)	0	1
Vloeistofleiding	L14	D= 107,1 mm, L = 1 m	Breuk, pipe length 0,5 m, liquid	1 * 3 * 10 ⁻⁷	5		362 = 200 + 97 + 65	12 (175 * 0,07)		1
Vloeistofleiding	L15	D= 107,1 mm, L = 1 m	Breuk, pipe length 0,5 m, liquid	1 * 3 * 10 ⁻⁷	5		0	12 = 12 + 0		1
Economiser	S3	175 kg	Instantaan	5 * 10 ⁻⁷	175		5	2 (32 * 0,07)		1
Economiser	S3	175 kg	10 min uitstroming	5 * 10 ⁻⁷	175		-	-	-	
Economiser	S3	175 kg	10 mm lek	1 * 10 ⁻⁷	175		5	2 (32 * 0,07)		
Gasleiding	L16	D= 82,5 mm, L = 15 m	Breuk, pipe length 7,5 m, vapor	15 * 3 * 10 ⁻⁷	0		17 = 12 (32 * 0,07) + 5	2 60	2 * 0,7 *	
Vloeistofleiding	L17	D = 107,1 L = 6 m	Breuk, pipe length 3 m, liquid	6 * 3 * 10 ⁻⁷	32		180 (175 + 5 + 0)	0	-	1
Heetgas ontdooileiding	L18in	D = 107,1 L = 8 m	Breuk, pipe length 4 m, vapor	8 * 3 * 10 ⁻⁷	7		0	0	2 * 0,7 * 60	1
Heetgas ontdooileiding	L18uit	D = 107,1 L = 75 m	Breuk, pipe length 37,5 m, vapor	75 * 3 * 10 ⁻⁷	7		0	0	2 * 0,7 * 120	3
Vloeistofleiding	L19	D = 107,1 m L = 2 m	Breuk, Pipe length 1 m, liquid	2 * 3 * 10 ⁻⁷	11		875	35 (437,5 * 0,08)	-	

Vloeistofleiding	L20	D = 107,1 m L = 2 m	Breuk, Pipe length 1 m, liquid	$2 * 3 * 10^{-7}$	11	875	35 (437,5* 0,08)	-	
Natte zuigleiding	L21	D=207,3 mm), L=2 m	Breuk, pipe length 1 m, liquid	$2 * 1 * 10^{-7}$	4	18 (219 * 0,08)	875	0	1
Natte zuigleiding	L22	D=207,3 mm, L=2 m	Breuk, pipe length 1 m, liquid	$2 * 1 * 10^{-7}$	4	18 (219 * 0,08)	875	0	1
Natte zuigleiding	L23	D=207,3 mm, L=2 m	Breuk, pipe length 1 m, liquid	$2 * 1 * 10^{-7}$	4	18 (219 * 0,08)	875	0	1
Natte zuigleiding	L24	D=207,3 mm, L=2 m	Breuk, pipe length 1 m, liquid	$2 * 1 * 10^{-7}$	4	18 (219 * 0,08)	875	0	1
Droge zuigleiding	L25	D=260,4mm, L=10 m	Breuk, pipe, length 5 m, vapor	$10 * 1 * 10^{-7}$	1	70 (875 * 0,08)	0	0	1
Droge zuigleiding	L26	D=260,4mm, L=10 m	Breuk, pipe, length 5 m, vapor	$10 * 1 * 10^{-7}$	1	70 (875 * 0,08)	0	0	1
Persgasleiding	L27in	D = 131,7 mm L = 10 m	Breuk, pipe length 5 m, vapor	$10 * 3 * 10^{-7}$	2	0	13 (20 % van 66)	0,5 * 60	1
Persgasleiding	L27uit	D = 131,7 mm L = 8 m	Breuk, pipe length 4 m, vapor	$8 * 3 * 10^{-7}$	2	0	13 (20 % van 66)	0,5 * 120	2
Persgasleiding	L28in	D=131,7mm, L = 10 m	Breuk, pipe length 5 m, vapor	$10 * 3 * 10^{-7}$	2	0	13 (20 % van 66)	0,5 * 60	1

Persgasleiding	L28uit	D=131,7mm, L = 8 m	Breuk, pipe length 4 m, vapor	$4 * 3 * 10^{-7}$	2	0	13 (20 % van 66)	0,5 * 120	2
Condensaatleiding	L29uit	D=107,1mm L = 3 m	Breuk, pipe length 1,5 m, liquid	$3 * 3 * 10^{-7}$	22	13 (20 % van 66)	0	0,5 * 120	2
Condensaatleiding	L29in	D=107,1mm, L = 1 m	Breuk, pipe length 0,5 m, liquid	$1 * 3 * 10^{-7}$	22	13 (20 % van 66)	0	0,5 * 60	1
Condensaatleiding	L30uit	D= 107,1 mm, L = 3 m	Breuk, pipe length 1,5 m, liquid	$3 * 3 * 10^{-7}$	22	13 (20 % van 66)	0	0,5 * 120	2
Condensaatleiding	L30in	D= 107,1 mm, L = 1 m	Breuk, pipe length 0,5 m, liquid	$1 * 3 * 10^{-7}$	22	13 (20 % van 66)	0	0,5 * 60	1
Condensaatleiding na vlotter	L31	D= 107,1 mm, L = 6 m	Breuk, pipe length 3 m, liquid	$6 * 3 * 10^{-7}$	32	0	70 =(875 * 0,08)	0	1
Condensaatleiding na vlotter	L32	D= 107,1 mm, L = 6 m	Breuk, pipe length 3 m, liquid	$6 * 3 * 10^{-7}$	32	0	70 =(875 * 0,08)	0	1

Tabel 6.6. Scenariokenmerken ammoniakkoelinstallaties

6.7 Risicoberekeningen

Aan de hand van de gegevens in tabel 6.6 is het plaatsgebonden (PR) risico van de installaties in machinekamer B bepaald. De gemodelleerde hoeveelheid die vrij kan komen bij een calamiteit wordt bepaald door een optelsom van de hoeveelheden in de 4 kolommen 'massa component', 'nalevering upstream', 'nalevering downstream' en 'pomp/compressorbijdrage'. Als voorbeeld voor L13: $97 + 65 + 0 + 2 * 0,7 * 120 = 330 \text{ kg}$.

Voor de berekeningen van het risico is rekening gehouden met de populatie van Steenderen. Voor de ruwheidslengte wordt de standaardwaarde van 300 aangehouden.

Voordat de risicoberekening wordt uitgevoerd, waarbij rekening wordt gehouden met de *kans* dat een onderdeel faalt, is eerst berekend wat het *effect* is als de grootst mogelijk te verwachten hoeveelheid ammoniak vrij komt.

Bij de risicoberekeningen met Safeti-NL wordt onderscheid gemaakt tussen de dag- en de nachtperiode omdat de weersomstandigheden tussen dag en nacht verschillend zijn. De nachtperiode begint om 18.30 uur. Voor de weersomstandigheden wordt uitgegaan van de gegevens van weerstation Deelen.

De resultaten van de effectberekeningen en de risicoberekeningen zijn vermeld in hoofdstuk 7.

7. RESULTATEN

7.1 Effectberekeningen

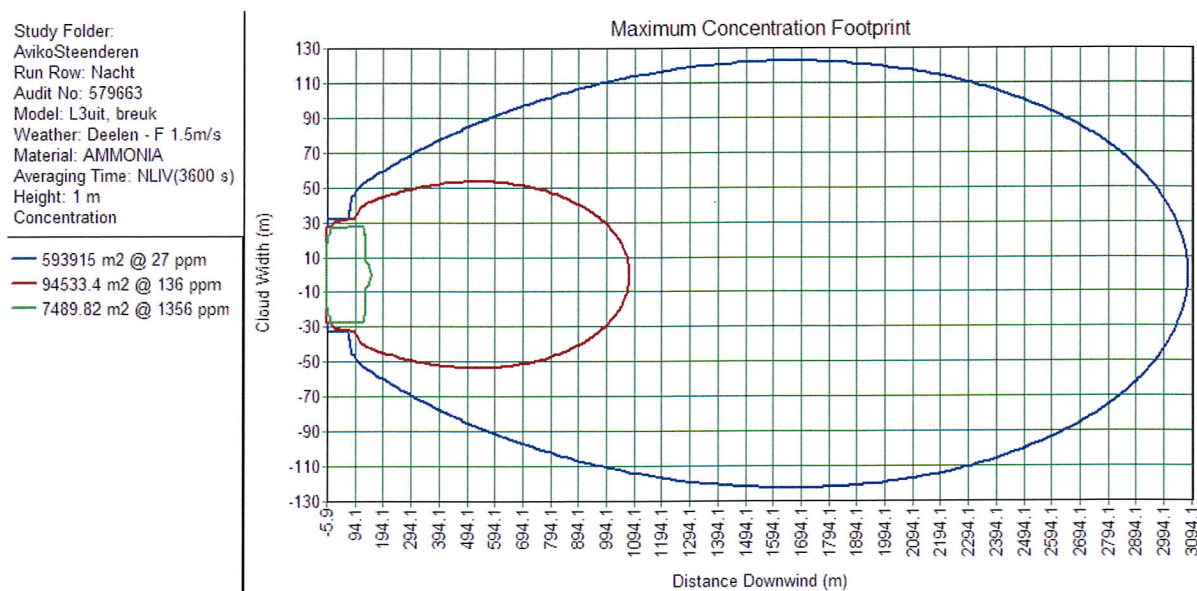
Voordat de kans dat een onderdeel faalt wordt meegenomen in de berekeningen wordt eerst bepaald wat het grootste *effect* is van een emissie van ammoniak. Daarvoor is aan de hand van verschillende berekeningen bepaald welk scenario uit tabel 6.6 het grootste effect heeft. Daarvoor is van de meest relevante scenario's bepaald wat de afstanden zijn tot de interventiewaarden (NLIV). Na vergelijking blijkt dat voor de grotere afstanden (VWR en AGW) een breuk van vloeistofleiding L3 of L4 het grootste effect te hebben. Voor de kortere afstand (LBW) is de breuk van L14 condensaatleiding het meest bepalend. De afstanden tot de interventiewaarden bedragen:

Afstand tot VWR (27 ppm) : 3144 m

Afstand tot AGW (136 ppm) : 1098 m

Afstand tot LBW (1356 ppm): 374 m

Hierbij is uitgegaan van de meest ongunstige weersomstandigheden (nacht; F1,5). Zie ook figuren 7.1 en 7.2.

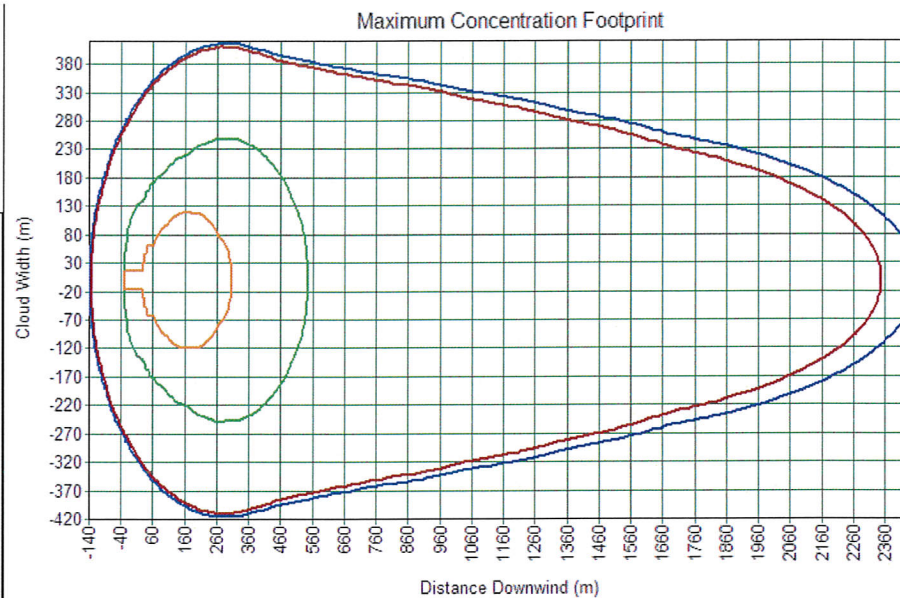


Figuur 7.1 Afstanden tot interventiewaarden bij breuk vloeistofleiding L3

Voor vloeistofleiding L4 wordt dezelfde figuur berekend.

Study Folder: AvikoSteenderen
Run Row: Nacht
Audit No: 579663
Model: L14 vloeistof breuk
Weather: Deelen - F 1.5m/s
Material: AMMONIA
Averaging Time: NLIV(3600 s)
Height: 1 m
Concentration

— 1,51528e+006 m2 @ 24,999999
— 1,40099e+006 m2 @ 27 ppm
— 223915 m2 @ 136 ppm
— 52812 m2 @ 1356 ppm

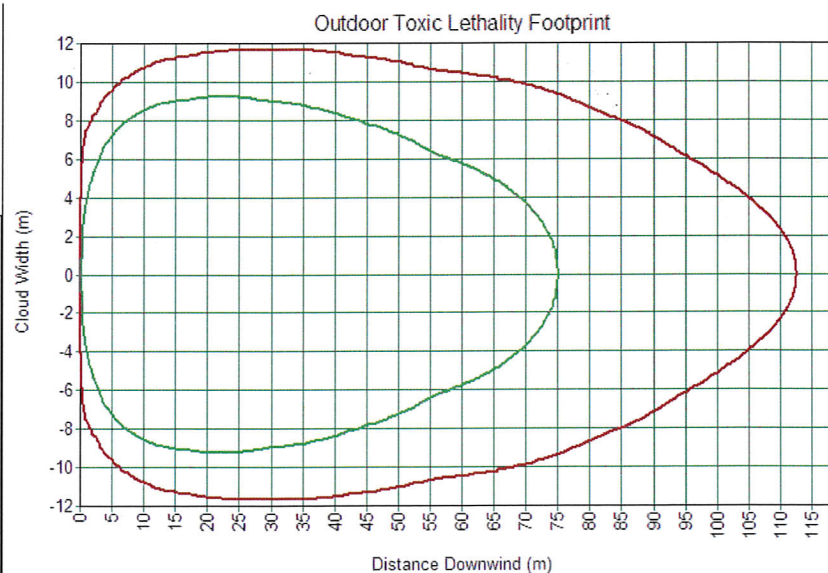


Figuur 7.2 Afstanden tot interventiewaarden bij breuk condensaatleiding L14

Een andere waarde die berekend kan worden is de 1 %-letaliteitsgrens. Dit is de grens waarop 1 % van de aanwezige personen komt te overlijden. Na berekeningen met verschillende bronnen blijkt dat de breuk van de buiten liggende vloeistofleidingen L3 of L4 tot de grootste afstand tot de 1 % letaliteitscontour leidt. Zie ook figuren 7.3 en 7.4.

Study Folder: AvikoSteenderen
Run Row: Nacht
Audit No: 579663
Model: L3uit, breuk
Weather: Deelen - F 1.5m/s
Material: AMMONIA
Averaging Time: NLIV(3600 s)
Toxic Effect Height: 1 m
Lethality

— 2072,33 m2 @ Toxic Lethality 0,01
— 2072,33 m2 @ Toxic Lethality 0,01
— 1077,27 m2 @ Toxic Lethality 0,1



Figuur 7.3 1 % letaliteitscontour bij breuk vloeistofleiding L3 (of L4).

De 1 % letaliteitscontour van de installatie ST5 ligt op ongeveer 112,5 m.

De rekenresultaten met de 1 % overlijdenskans bij weerklassen D5 en F1,5 zijn bijgevoegd als bijlage 6. Hierbij is uitgegaan van de meest relevante scenario's Breuk L3 (vloeistofleiding) en Breuk L14 (condensaatleiding).



Figuur 7.4 1 % letaliteitscontour (in blauw), weergave op de plattegrond van het gebied.

Zoals eerder aangegeven zijn dit effectberekeningen, waarbij geen rekening is gehouden met de kans dat het scenario zich voordoet. Dit wordt wel meegenomen in de volgende paragrafen.

7.2 Plaatsgebonden risico MK B

Voor de berekeningen van het plaatsgebonden risico wordt de faalkans van elk installatieonderdeel in MK B meegenomen in de berekening. Alle onderdelen uit tabel 6.6 worden ingevoerd in het model.

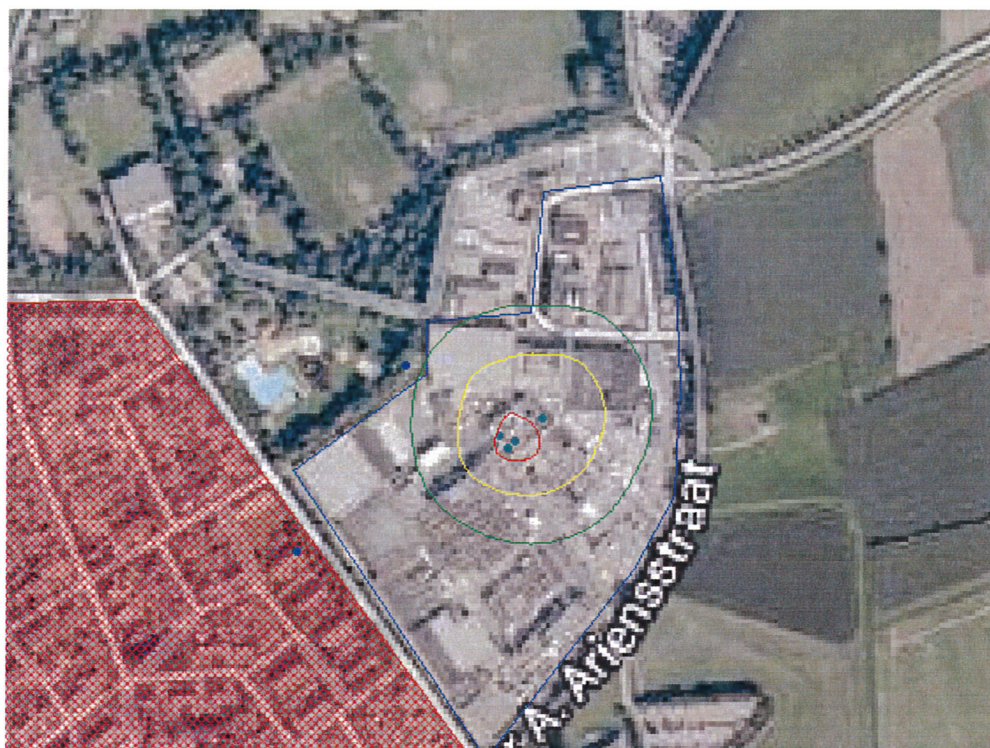
De berekening van het plaatsgebonden risico als gevolg van de installaties in MK B leidt tot risicocontouren die zijn weergegeven in figuur 7.5. Voor de verschillende contouren geldt:

De rode contour geeft de plaats van de 10^{-6} -contour weer.

De gele contour geeft de plaats van de 10^{-7} -contour weer.

De groene contour geeft de plaats van de 10^{-8} -contour weer.

De 10^{-6} -contour (rood) heeft een straal van ongeveer 20 meter. Dit is een lage risicoafstand en wordt naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt door de lage temperatuur van de ammoniak in installatie ST5 (namelijk $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$). Bij deze lage temperatuur is de verdamping (en dus de emissie) erg laag.



Figuur 7.5 Risicocontouren MK B volgens Safeti-NL

De 10^{-6} -contour is kleiner dan de afstand zou zijn als de afstandentabel zou worden toegepast. Artikel 8a van het Bevi zegt in dat geval:

Indien toepassing van de rekenmethodiek Bevi voor een inrichting als bedoeld in artikel 15, eerste lid, onderdeel c, van het besluit leidt tot een afstand die kleiner is dan de bij een inrichting uit dezelfde categorie behorende grootste afstand genoemd in tabel 6 of 7 van bijlage 1, geldt de in die bijlage genoemde grootste afstand als minimaal aan te houden afstand.

Met andere woorden: ook voor MK B moet de afstandentabel gehanteerd worden. Omdat de afstandstabel geen vloeistofdiameter DN100 kent, moeten de afstanden uit de tabel, die gelden voor DN50 en DN80 geëxtrapoleerd worden. En omdat in MK B twee installaties staan, moet de risicocontour ten gevolge van twee installaties worden bepaald volgens tabel 7 van bijlage 1 van het Revi. De risicocontour wordt bij twee installaties in één machinekamer bepaald door de afstand te nemen die hoort bij een installatie met een inhoud die één stap hoger ligt, dus in dit geval tussen 6000 en 8000 kg. Zie tabel 7.1 voor de ge-extrapoleerde waarden.

Type	Inhoud	DN50	DN80	DN100	DN50	DN80	DN100
2	≥ 3500 en < 6000 kg	30 m	40 m	50 m	25 m	40 m	50 m
2	≥ 6000 en < 8000 kg	30 m	45 m	60 m	30 m	40 m	50 m

Tabel 7.1 Extrapolatie afstandentabel Revi voor DN100, installatietype 2.

Uit bovenstaande extrapolatie volgt dat voor MK B rekening gehouden moet worden met een PR-risicocontour van 60 m vanaf de MK en 50 m vanaf de buiten liggende vloeistofleiding (VL). Deze afstanden worden gebruikt voor de bepaling van de risicocontouren van het totale bedrijf, zie hiervoor paragraaf 7.3.

7.3 PR-risicocontouren Aviko

Voor de bepaling van de plaatsgebonden risico-contouren wordt de afstandentabel uit het Revi gebruikt, zie bijlage 3. De hiervoor relevante kenmerken en de afstand tot de PR-contour zijn opgenomen in tabel 7.2.

Machinekamer of vloeistof- leiding	Type/ DN-maat	Temp	Inhoud (kg)	Afstand tot		Afstand volgens Revi
				Prins Bernhardla an 78	Zwembad -terrein	
MK A (ST1)	Type 1, DN50	-12 °C	3.375	54	218	-
MK B	St5	Type 2, DN100	-44 °C	175	64	60
	St4,1	Type 1, geen VL	-7 °C			
VL ST5	Type 2, DN100	-44 °C	4.380	180	74	50
MK C1 (ST3, 1)	Type 2, DN80	> -5 °C	3.400	83	123	-
VL ST3, lijn 1	DN80	> -5 °C	3.400	44	123	-
MK C2 (ST3, 2)	Type 2, DN80	> -5 °C	3.400			-
VL ST3, lijn 2	DN80	> -5 °C	3.400			-
MK C3 (ST3, 3)	Type 2, DN80	> -5 °C	3.400			-
VL ST3, lijn 3	DN80	> -5 °C	3.400			-
MK D (ST4, 2)	Type 2, DN65	-31 °C	5.000	182	113	40
VL ST4, lijn 2	DN65	-31 °C	5.000	180	116	40
MK E (vries)	Type 2, <=DN80	-40°C	5.000	255	244	40
VL vries	<=DN80	-40°C	5.000	255	244	40

Tabel 7.2 Overzicht toets afstanden volgens Revi voor de ammoniakkoelinstallaties bij Aviko.

De afstanden op grond van het Revi zijn ook vermeld op de tekening in bijlage 4.

De contour als gevolg van MK B ligt op 60 m vanaf de machinekamer en benadert daarmee de grens van het zwembadterrein. Daarom is wat specifiekier gekeken naar de dichtstbij gelegen kwetsbare bestemmingen. Hiertoe zijn in Safeti-NL twee punten rondom Aviko ingevoerd als Risk Ranking Points (RRP). Deze zijn in figuur 7.5 te zien als de blauwe punten aan twee zijden van Aviko. De grootste bronnen die bijdragen tot het risico op deze punten zijn de volgende:

RRP Zwembad; totaal risico: $4,4 * 10^{-9}$ /j als gevolg van:

scenario	omschrijving	Risico per jaar	Bijdrage aan het risico
L3uit (St5)	Breuk vloeistofleiding	$1,3 * 10^{-9}$	30 %
L4uit (St5)	Breuk vloeistofleiding	$1,3 * 10^{-9}$	30 %
L14 (St5)	Breuk condensaatleiding	$1,1 * 10^{-9}$	25 %
L21 (St4)	Natte zuigleiding	$2,5 * 10^{-10}$	6 %
L22 (St4)	Natte zuigleiding	$2,5 * 10^{-10}$	6 %
L30 in (St4)	Breuk condensaatleiding	$1 * 10^{-10}$	2 %
L19 (St4)	Breuk vloeistofleiding	$8 * 10^{-12}$	0,2 %
L20 (St4)	Breuk vloeistofleiding	$8 * 10^{-12}$	0,2 %

De grootste bijdrage, namelijk 30 %, aan het risico op het zwembadterrein wordt bepaald door de vloeistofleidingen, zoals verwacht. Het risico op het dichtstbijzijnde punt van het zwembadterrein bedraagt echter minder dan $1 * 10^{-8}/j$, ruim lager dan de norm van $10^{-6}/j$.

RRP Prins Bernhardlaan 62; totaal risico: $1,2 * 10^{-10}/j$ als gevolg van:

scenario	omschrijving	Risico per jaar	Bijdrage aan het risico
L14	Breuk condensaat leiding	$1,1 * 10^{-10}$	97 %
L21	Breuk natte zuigleiding	$1,6 * 10^{-12}$	1,4 %
L22	Breuk natte zuigleiding	$1,6 * 10^{-12}$	1,4 %

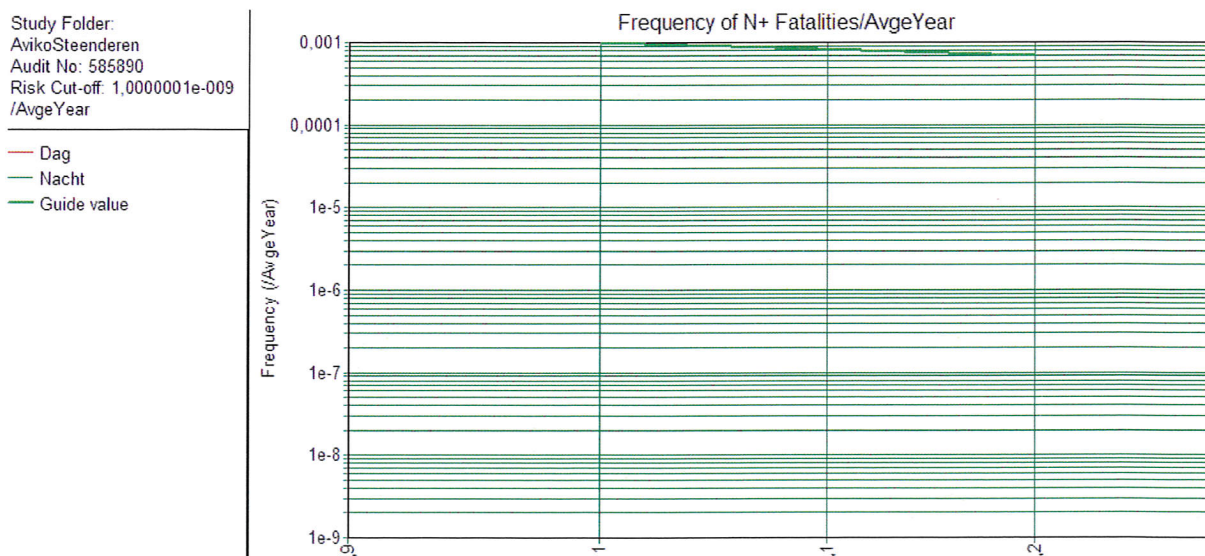
Het risico op dit huis is eveneens ruim beneden de norm van $10^{-6}/j$. Dit risico wordt nagenoeg geheel bepaald door de condensaatleiding.

7.4 Groepsrisico MK B

Voor de berekening van het groepsrisico als gevolg van de installaties in MK B is rekening gehouden met een bevolkingsdichtheid van 70/ha.

Met Safeti-NL is het groepsrisico te berekenen. Deze wordt weergegeven in figuur 7.8. Voor het groepsrisico wordt gerekend met de personendichtheid binnen de 1 % letaliteitscontour. Omdat deze contour niet over woongebied valt, is de verwachting dat het groepsrisico laag is. Dit blijkt ook uit de berekening, zie figuur 7.8.

De lichtgroene lijn in figuur 7.8 is de richtwaarde. Het groepsrisico van de dag- en nachtperiode wordt weergegeven als een rode en de donkergroene lijn. Deze laatste lijnen zijn echter niet zichtbaar omdat ze worden afgekapt aangezien voor meer dan 1 dodelijk slachtoffer het risico kleiner is dan $1 * 10^{-9}/j$.



Figuur 7.8 Groepsrisico MK B

7.5 Groepsrisico Aviko

Aan de hand van de tabellen in het Revi is het groepsrisico voor het totale bedrijf bepaald. In bijlage 5 is de tabel uit het Revi opgenomen, waarin is aangegeven waar het GR voor de overige installaties afgelezen moet worden. Hieruit blijkt dat voor geen van de installaties het GR een rol speelt; er worden geen waardes genoemd voor de maximale bevolkingsdichtheid en voor de afstand tot 1 % letaliteit.

8. CONCLUSIES

Bij Aviko Steenderen BV staan binnenkort 11 ammoniakkoelinstallaties. Hiervan vallen 8 installaties onder het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi). Het plaatsgebonden risico van $10^{-6}/j$ is bepaald aan de hand van de afstandstabellen in de Regeling externe veiligheid inrichtingen (Revi). Voor de installaties in MK B is ook een QRA uitgevoerd met Safeti-NL, maar de hiermee berekende risicocontour bleek kleiner te zijn dan wanneer de tabel wordt toegepast.

Bij Aviko Steenderen BV ligt het plaatsgebonden risico op de volgende afstand van de machinekamers en buiten liggende vloeistofleidingen.

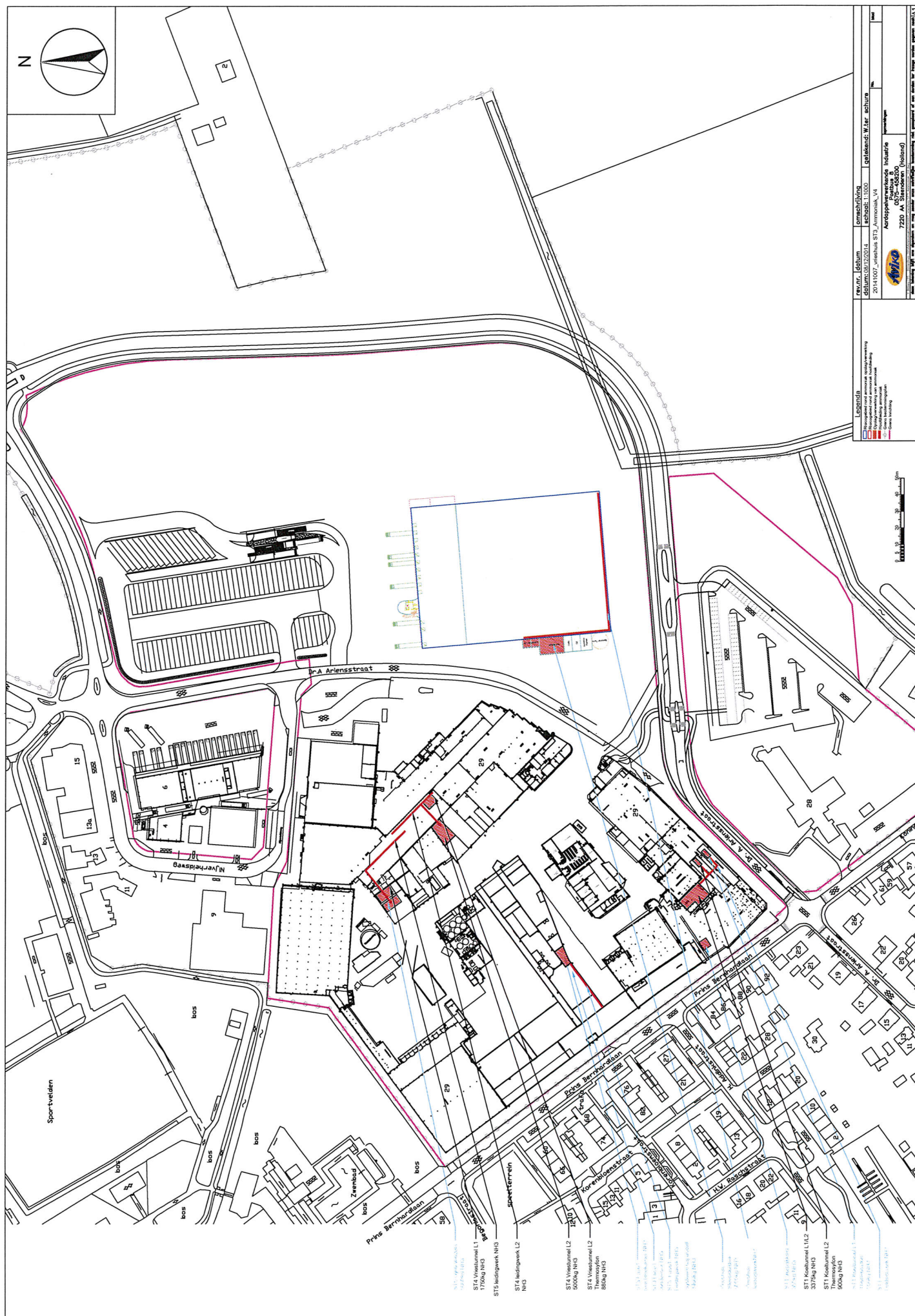
Machinekamer/onderdeel	Installatie	Afstand in m tot PR = $10^{-6}/j$
B	ST5 en ST4, lijn 1	60
VL ST5		50
D	ST 4, lijn 2	40
VL ST4, lijn 2		40
E	Nieuwe vriesinstallatie	40
VL vrieshuis		40

Voor de overige installaties, waaronder de toekomstige installaties van ST3, is geen risicocontour vastgesteld. Alle contouren zijn weergegeven in bijlage 4.

De afstanden vallen alle binnen het bedrijfsterrein van Aviko. Er liggen dus geen kwetsbare bestemmingen binnen de vastgestelde risicocontouren. Daarmee voldoet Aviko aan het Bevi, ook na de bouw van de installaties van Steenderen 3 en het nieuwe vrieshuis, mits de kenmerken van deze installaties overeenkomen met de uitgangspunten voor deze rapportage.

Het groepsrisico als gevolg van de ammoniakkoelinstallaties is kleiner dan de richtwaarde. Ook hier voldoet Aviko aan het Bevi.

Bijlage 1. Totale bedrijfsterrein Aviko Steenderen BV



Bijlage 2. Berekeningen vrijkomende hoeveelheid

Massa uit installatiedelen							
				Aviko Steenderen MK D (St4,1 en St5)			
Onderdeel	lengte	diameter	inhoud(m3)	vlst fractie	dampdruk	kg vloeistof	Safeti-NL
L1	2	107,1	0,018	1		11	
L2	2	107,1	0,018	1		11	
L3	175	107,1	1,577	1		946	
L4	175	107,1	1,577	1		946	
L5	30	352,0	2,919	0,01		18	
L6	81	352,0	7,882	0,01		47	
L7	16	260,4	0,852	0	2	1	
L8	16	260,4	0,852	0	2	1	
L9	2	260,4	0,107	0	7	1	
L10	2	260,4	0,107	0	7	1	
L11	15	131,7	0,204	0	12	2	
L12a en b	5	54,5	0,012	0	12	0	
L13	12	107,1	0,108	1	12	65	
L14	1	107,1	0,009	1	12	5	
L15	1	107,1	0,009	1	2	5	
L16	15	82,5	0,080	0	7	0	
L17	6	107,1	0,054	1	2	32	
L18	83	107,1	0,748	0	12	7	
L19	2	107,1	0,018	1	2	11	
L20	2	107,1	0,018	1	2	11	
L21	2	207,3	0,068	0,1	2	4	
L22	2	207,3	0,068	0,1	2	4	
L23	2	207,3	0,068	0,1	2	4	
L24	2	207,3	0,068	0,1	2	4	
L25	10	260,4	0,533	0	2	1	
L26	10	260,4	0,533	0	2	1	
L27	18	131,7	0,245	0	11	2	
L28	2	131,7	0,027	0	11	0	
L29	4	107,1	0,036	1	11	22	
L30	4	107,1	0,036	1	11	22	
L31	6	107,1	0,054	1	2	32	
L32	6	107,1	0,054	1	2	32	

Flashberekening						
	inhoud	temp	flashfractie			kg NH3 (damp)
C1	326	31	0,2			65
C2	66	31	0,2			13
C3	66	31	0,2			13
S1	700	min 44	0			0
S2	200	25	0,18			36
S3	175	min 12	0,07			12
S4	875	min 7	0,08			70

hoeveelheid bij vloeistof in kg: inhoud (l) * vloeistoffractie * 0,6 kg/l

hoeveelheid bij damp in kg: inhoud (m3) * dampdruk * 17/22,4

Bijlage 3. PR-contouren volgens afstandentabel

Bijlage 3 - Afstandentabel PR uit de Regeling externe veiligheid inrichtingen

Type	Inhoud	Installatie met een maximale werk-temperatuur lager dan -25 °C				Installatie met een maximale werk-temperatuur tussen -25 °C en -5 °C.				Installatie met een maximale werk-temperatuur hoger dan -5 °C.			
		Afstand vanaf MK		Afstand vanaf VL		Afstand vanaf MK		Afstand vanaf VL		Afstand vanaf MK		Afstand vanaf VL	
		≤ DN50	≤ DN80	≤ DN50	≤ DN80	≤ DN50	≤ DN80	≤ DN50	≤ DN80	≤ DN50	≤ DN80	≤ DN50	≤ DN80
1	≥1500 en < 3500 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	≥3500 en < 6000 kg	-	-	-	-	-	50 m	-	-	-	60 m	-	-
	≥6000 en < 8000 kg	-	-	-	-	-	50 m	-	-	-	65 m	-	-
	≥8000 en < 10000 kg	-	-	-	-	-	50 m	-	-	50 m	65 m	-	-
2	≥1500 en < 3500 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	≥3500 en < 6000 kg	30 m	40 m	25 m	40 m	60 m	75 m	55 m	70 m	85 m	55 m	75 m	75 m
	≥6000 en < 8000 kg	30 m	45 m	30 m	40 m	65 m	85 m	60 m	80 m	95 m	60 m	85 m	85 m
	≥8000 en < 10000 kg	30 m	45 m	30 m	45 m	70 m	85 m	65 m	85 m	105 m	65 m	90 m	90 m
3	≥1500 en < 3500 kg	35 m	35 m	-	-	45 m	45 m	-	-	45 m	45 m	-	-
	≥3500 en < 6000 kg	65 m	65 m	25 m	40 m	75 m	90 m	55 m	70 m	95 m	55 m	75 m	75 m
	≥6000 en < 8000 kg	75 m	75 m	30 m	40 m	85 m	100 m	60 m	80 m	105 m	60 m	85 m	85 m
	≥8000 en < 10000 kg	85 m	85 m	30 m	45 m	95 m	105 m	65 m	85 m	110 m	65 m	90 m	90 m

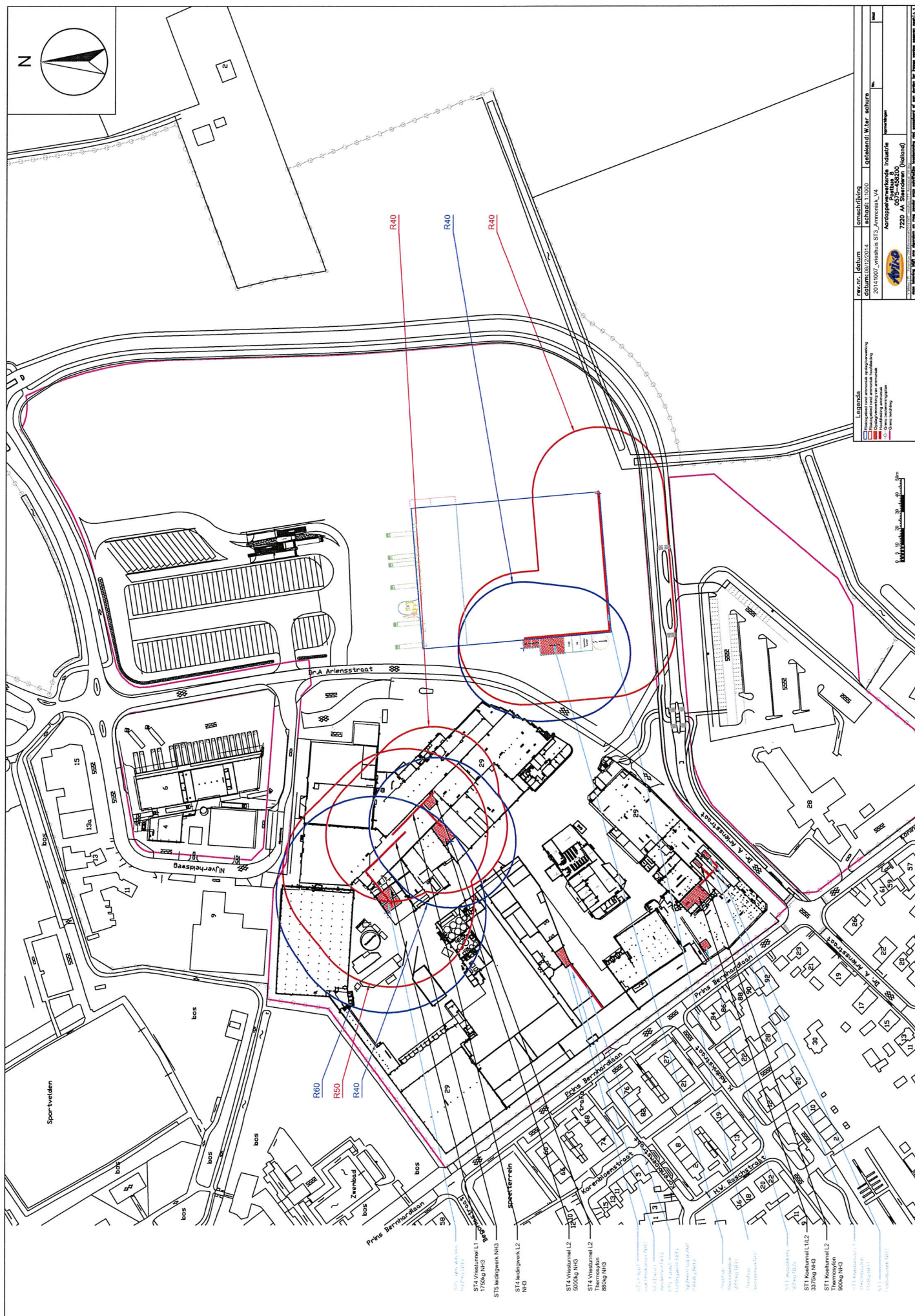
MK: machinekamer

VL: in de buitenlucht geplaatste ammoniakvoerende leidingen naar de verdamper.

DN50 / DN80: diameter van de vloeistofleiding naar de verdamper.

MKA MKC MKD+E

Bijlage 4. PR-contouren bij Aviko Steenderen BV

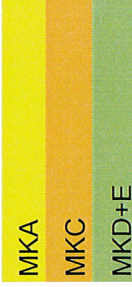


Bijlage 5. GR-contouren volgens afstandentabel

Bijlage 5 - Afstandentabel GR uit de Regeling externe veiligheid inrichtingen

Type	Inhoud	Installatie met een maximale werk-temperatuur lager dan -25 °C						Installatie met een maximale werk-temperatuur tussen -25 °C en -5 °C.						Installatie met een maximale werk-temperatuur hoger dan -5 °C.					
		Toege- stane dichtheid vanaf installatie	Toege- stane dichtheid vanaf PR 10 ⁻⁶ /j.	Grootste afstand tot 1% letaliteit	Grootste afstand tot 1% letaliteit	Toege- stane dichtheid vanaf installatie	Toege- stane dichtheid vanaf PR 10 ⁻⁶ /j.	Grootste afstand tot 1% letaliteit	Grootste afstand tot 1% letaliteit	Toege- stane dichtheid vanaf installatie	Toege- stane dichtheid vanaf PR 10 ⁻⁶ /j.	Grootste afstand tot 1% letaliteit	Grootste afstand tot 1% letaliteit	Toege- stane dichtheid vanaf installatie	Toege- stane dichtheid vanaf PR 10 ⁻⁶ /j.	Grootste afstand tot 1% letaliteit	Grootste afstand tot 1% letaliteit		
				≤ DN50	≤ DN80			≤ DN50	≤ DN80			≤ DN50	≤ DN80			≤ DN50	≤ DN80		
1	≥1500 en < 3500 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥3500 en < 6000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥6000 en < 8000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥8000 en < 10000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220/ha	-	-	200 m		
2	≥1500 en < 3500 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥3500 en < 6000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥6000 en < 8000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥8000 en < 10000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220/ha	-	-	200 m		
3	≥1500 en < 3500 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥3500 en < 6000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220/ha	-	-	200 m		
	≥6000 en < 8000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥8000 en < 10000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220/ha	-	-	200 m		
	≥1500 en < 3500 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	≥3500 en < 6000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270/ha	-	-	360 m		
	≥6000 en < 8000 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	170/ha	210/ha	400 m	400 m		
	≥8000 en < 10000 kg	240/ha	-	-	310 m	310 m	-	-	300 m	110/ha	130/ha	300 m	300 m	110/ha	130/ha	400 m	400 m		

Voor alle installaties waarvoor in bovenstaande tabel niets is vermeld, geldt dat geen beperking aan de dichtheid wordt opgelegd.



Bijlage 6. Rekenresultaten 1 % overlijdensrisico



AvikoSteenderen (RunRow Nacht)



Steenderen5

L3uit, breuk

Base Case

Data

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 1.5m/sSpeed: 1,50 m/sStability: D

\AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

Distance m	Toxic Dose	Probit Number	Probability of Fatality	Integrated Probability of Fatality
0,00	0.00000E+000		0,00	0,00
25,00	4.45046E+008	3,70	0,10	0,85
50,00	4.40401E+007	1,39	0,00	0,00

Weather: Deelen, nacht\Deelen - F 1.5m/sSpeed: 1,50 m/sStability: F

\AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

Distance m	Toxic Dose	Probit Number	Probability of Fatality	Integrated Probability of Fatality
0,00	0.00000E+000		0,00	0,00
25,00	3.75707E+009	5,84	0,80	11,24
50,00	1.00151E+009	4,51	0,31	3,59
75,00	4.52757E+008	3,72	0,10	1,08
100,00	2.04957E+008	2,93	0,02	0,16
125,00	1.27026E+008	2,45	0,01	0,00



AvikoSteenderen (RunRow Nacht)



Steenderen5

L14 vloeistof breuk

Base Case

Data

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 1.5m/sSpeed: 1,50 m/sStability: D

\AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

Distance m	Toxic Dose	Probit Number	Probability of Fatality	Integrated Probability of Fatality
-25,00	1.69871E+000	-15,68	0,00	0,00
0,00	9.16564E+010	9,03	1,00	0,25
25,00	3.17403E+009	5,67	0,75	2,46
50,00	1.10136E+009	4,61	0,35	2,43
75,00	5.44014E+008	3,90	0,14	1,59
100,00	2.02952E+008	2,92	0,02	0,31
125,00	2.89723E+008	3,27	0,04	1,11
150,00	2.91446E+008	3,28	0,04	1,37
175,00	2.48192E+008	3,12	0,03	1,07
200,00	1.85045E+008	2,83	0,01	0,43
225,00	1.21666E+008	2,41	0,00	0,00

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 5.0m/sSpeed: 5,00 m/sStability: D

\AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

Distance m	Toxic Dose	Probit Number	Probability of Fatality	Integrated Probability of Fatality
-25,00	4.38092E-008	-33,15	0,00	0,00
0,00	9.16564E+010	9,03	1,00	0,25
25,00	2.99142E+009	5,61	0,73	2,37
50,00	1.09897E+009	4,61	0,35	2,28
75,00	5.61404E+008	3,94	0,14	1,50
100,00	3.03537E+008	3,32	0,05	0,64
125,00	1.29975E+008	2,47	0,01	0,00

TOXIC OUTDOOR

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

SAFETI NL 6.54

**Weather:** Deelen, nacht\Deelen - D 9.0m/s**Speed:** 9.00 m/s**Stability:** D

\AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

Distance m	Toxic Dose	Probit Number	Probability of Fatality	Integrated Probability of Fatality
-25,00	1.86864E-021	-63,94	0,00	0,00
0,00	9.16564E+010	9,03	1,00	0,25
25,00	2.78687E+009	5,54	0,70	2,26
50,00	1.07911E+009	4,59	0,34	2,08
75,00	5.86071E+008	3,98	0,15	1,44
100,00	3.82130E+008	3,55	0,07	0,93
125,00	1.07192E+007	-0,02	0,00	0,00

**Weather:** Deelen, nacht\Deelen - E 5m/s**Speed:** 5.00 m/s**Stability:** E

\AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

Distance m	Toxic Dose	Probit Number	Probability of Fatality	Integrated Probability of Fatality
-25,00	2.39301E-004	-24,55	0,00	0,00
0,00	9.16563E+010	9,03	1,00	0,25
25,00	3.04611E+009	5,63	0,73	2,49
50,00	1.13630E+009	4,64	0,36	2,55
75,00	5.90685E+008	3,99	0,16	1,80
100,00	3.99994E+008	3,60	0,08	1,34
125,00	2.53759E+008	3,14	0,03	0,71
150,00	1.92336E+008	2,86	0,02	0,32
175,00	1.10925E+008	2,31	0,00	0,00

**Weather:** Deelen, nacht\Deelen - F 1.5m/s**Speed:** 1.50 m/s**Stability:** F

\AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

TOXIC OUTDOOR

Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

Unique Audit Number: 605.798

SAFETI NL 6.54



Dose and Probit Number are based on material:

AMMONIA

Probability of Fatality and Integrated Probability are based on the whole material.

Load Value Type:

Use Probit

Distance m	Toxic Dose	Probit Number	Probability of Fatality	Integrated Probability of Fatality
-25,00	2.26022E+004	-6,18	0,00	0,00
0,00	9.16563E+010	9,03	1,00	0,25
25,00	3.29671E+009	5,71	0,76	2,71
50,00	1.17206E+009	4,67	0,37	3,11
75,00	4.55760E+008	3,73	0,10	2,25
100,00	7.75546E+008	4,26	0,23	8,09
125,00	7.18773E+008	4,18	0,21	9,02
150,00	4.48445E+008	3,71	0,10	4,58
175,00	2.08739E+008	2,95	0,02	0,79
200,00	9.97227E+007	2,21	0,00	0,00

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54



AvikoSteenderen (RunRow Nacht)



Steenderen5

L3uit, breuk

Base Case

CASE Name: Data

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

User-Defined Data

Material

Material Identifier	AMMONIA
Type of Vessel	Saturated Liquid (Equilibrium vapor/liquid)
Pressure Specification	Pressure specified
Discharge Pressure - gauge	0,001 bar
Mass Inventory of material to discharge	422 kg

Scenario

Type of Event	Line rupture
Phase	Liquid
Building Wake Option	None
PumpHeadSpec	No
Tank Head	0 m
Number of Excess Flow Valves	0
Number of Non-Return Valves	0
Number of Shut-Off Valves	0

Pipe

PipeDiameter	107,1 mm
Line length	44 m

Location

Release elevation	8 m
Use NLIV averaging time	NLIV selected
Use IDLH averaging time	IDLH not selected
Use STEL averaging time	STEL not selected
Supply a user defined averaging time	Not supplied

Risk

Risk effects to be modelled	Toxic
Frequency for this event	2,25E-5 /AvgeYear

Bund

Status of Bund	No bund present
[Surface type	Concrete]
[Height	0 m]
[Modelling of bund failure	Bund cannot fail]

Indoor/Outdoor

Location of release	Open air release
Outdoor Release Direction	Horizontal

Flammable

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Jet Fire Method

Cone Model

Dispersion

Late Ignition Location	No ignition location
Mass Inventory of material to Disperse	422 kg
Model Vertical Jet Fires	No

Fireball Parameters

[Mass modification factor	3]
[Calculation method for fireball	DNV Recommended]
[TNO model flame temperature	1726,85 degC]

Geometry

Geometry shape	Point
Coordinates	Absolute
East(1)	210110 m
North(1)	453591 m

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

Discharge Data

User-Defined Quantities

Material	AMMONIA
Temperature	-33,34 degC
Pressure	1,02 bar
Inventory	422,00 kg
Scenario	Line rupture
Fixed Duration	n/a s

Calculated Quantities

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 1.5m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
Final Temperature	-33,36 degC
Final Velocity	0,20 m/s
Droplet Diameter	10.000,00 um

Continuous Release Data:

Mass Flowrate	1.14113E+000 kg/s
Release Duration	369,81 s
Orifice Velocity	0,20 m/s
Exit Pressure	1,02 bar
Exit Temperature	-33,36 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,05 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 5.0m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC
Final Velocity	0,20 m/s
Droplet Diameter	10.000,00 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	1.14113E+000 kg/s
Release Duration	369,81 s
Orifice Velocity	0,20 m/s
Exit Pressure	1,02 bar
Exit Temperature	-33,36 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,05 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 9.0m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC
Final Velocity	0,20 m/s
Droplet Diameter	10.000,00 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	1.14113E+000 kg/s
Release Duration	369,81 s
Orifice Velocity	0,20 m/s
Exit Pressure	1,02 bar
Exit Temperature	-33,36 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,05 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - E 5m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC
Final Velocity	0,20 m/s
Droplet Diameter	10.000,00 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	1.14113E+000 kg/s
Release Duration	369,81 s
Orifice Velocity	0,20 m/s
Exit Pressure	1,02 bar
Exit Temperature	-33,36 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,05 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - F 1.5m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Final Velocity	0,20 m/s
Droplet Diameter	10.000,00 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	1.14113E+000 kg/s
Release Duration	369,81 s
Orifice Velocity	0,20 m/s
Exit Pressure	1,02 bar
Exit Temperature	-33,36 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,05 m

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Consequence Results

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Pool Vaporization Results

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

		Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
Release Segment 1				
Release Duration	s	369,809	369,809	369,809
Liquid Rainout	fraction	0,933148	0,926949	0,927508
Release Segment 1 Cloud Segment 1				
Cloud Segment Duration	s	95,5506	95,0625	94,5756
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,144686	0,158045	0,16894
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,220973	0,241405	0,251663
Release Segment 1 Cloud Segment 2				
Cloud Segment Duration	s	49,05	48,9375	48,825
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,28317	0,306796	0,325948
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,359456	0,390156	0,408671
Release Segment 1 Cloud Segment 3				
Cloud Segment Duration	s	41,04	40,96	40,88
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,341325	0,369102	0,39175
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,417612	0,452462	0,474473
Release Segment 1 Cloud Segment 4				
Cloud Segment Duration	s	69,56	70,2406	70,1219
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,399782	0,431904	0,457915
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,476069	0,515264	0,540637
Release Segment 1 Cloud Segment 5				
Cloud Segment Duration	s	114,4	114,4	115,198
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,478179	0,5155	0,54607
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,554466	0,59886	0,628792
Release Segment 1 Cloud Segment 6				
Cloud Segment Duration	s	1430,4	1430,4	1430,4
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,117447	0,129207	0,137162
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,117447	0,129207	0,137162
Maximum Pool Radius	m	4,94037	4,81088	4,72985
		Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s	
Release Segment 1				
Release Duration	s	369,809	369,809	
Liquid Rainout	fraction	0,926978	0,935971	
Release Segment 1 Cloud Segment 1				
Cloud Segment Duration	s	95,5506	96,5306	
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,155804	0,139942	
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,239131	0,213007	
Release Segment 1 Cloud Segment 2				
Cloud Segment Duration	s	49,05	49,275	
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,303805	0,276262	
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,387133	0,349327	
Release Segment 1 Cloud Segment 3				
Cloud Segment Duration	s	41,04	40,5169	
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,36584	0,333277	
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,449167	0,406343	
Release Segment 1 Cloud Segment 4				
Cloud Segment Duration	s	69,56	69,6775	

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Pool Vaporization Rate	kg/s	0,428026	0,390796
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,511353	0,463862
Release Segment 1 Cloud Segment 5			
Cloud Segment Duration	s	114,4	113,601
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,511086	0,468273
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,594413	0,541338
Release Segment 1 Cloud Segment 6			
Cloud Segment Duration	s	1430,4	1430,4
Pool Vaporization Rate	kg/s	0,129434	0,117894
Total Vapor Flowrate	kg/s	0,129434	0,117894
Maximum Pool Radius	m	4,82714	4,9886

Distance to Concentration Results

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

The height for user defined concentrations is the user defined height 1 m

All toxic results are reported at the toxic effect height 1 m

All flammable results are reported at the flammable effect height 1 m

Concentration(ppm) Averaging Time			Distance (m)		
			Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
VRW (27)	3600	s	466,151	465,477	330,874
AGW (136)	3600	s	168,228	161,412	100,965
LBW (1356)	3600	s	46,1784	No Hazard	No Hazard

Concentration(ppm) Averaging Time			Heights (m) for above distances		
			Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
VRW (27)	3600	s	1	1	1
AGW (136)	3600	s	1	1	1
LBW (1356)	3600	s	1	1	1

			Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s
VRW (27)	3600	s	690,139	3144,19
AGW (136)	3600	s	239,57	1097,99
LBW (1356)	3600	s	28,618	151,426

			Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s
VRW (27)	3600	s	1	1
AGW (136)	3600	s	1	1
LBW (1356)	3600	s	1	1

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Distance to Equivalent Toxic Dose

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

Toxic Calculation Method = Product of each Toxic Material			Distance (m)		
Concentration(ppm)	Reference Time		Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
VRW (27)	3600	s	456,84	297,226	219,982
AGW (136)	3600	s	165,634	101,667	75,8046
LBW (1356)	3600	s	36,583	No Hazard	No Hazard

Toxic Calculation Method = Product of each Toxic Material			Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s
VRW (27)	3600	s	471,043	1872,12
AGW (136)	3600	s	170,393	696,307
LBW (1356)	3600	s	25,1013	133,511

Weather Conditions

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L3uit, breuk

		Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
Wind Speed	m/s	1,5	5	9
Pasquill Stability		D	D	D
Surface Roughness Length	mm	300	300	300
Surface Roughness Parameter		0,114072	0,114072	0,114072
Atmospheric Temperature	degC	8	8	8
Surface Temperature	degC	9,8	9,8	9,8
Relative Humidity	fraction	0,863	0,863	0,863
		Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s	
Wind Speed	m/s	5	1,5	
Pasquill Stability		E	F	
Surface Roughness Length	mm	300	300	
Surface Roughness Parameter		0,114072	0,114072	
Atmospheric Temperature	degC	8	8	
Surface Temperature	degC	9,8	9,8	
Relative Humidity	fraction	0,863	0,863	

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54



AvikoSteenderen (RunRow Nacht)



Steenderen5

L14 vloeistof breuk

Base Case

CASE Name: Data

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

User-Defined Data

Material

Material Identifier	AMMONIA
Type of Vessel	Saturated Liquid (Equilibrium vapor/liquid)
Pressure Specification	Pressure specified
Discharge Pressure - gauge	11 bar
Mass Inventory of material to discharge	379 kg

Scenario

Type of Event	Line rupture
Phase	Liquid
Building Wake Option	None
PumpHeadSpec	No
Tank Head	0 m
Number of Excess Flow Valves	0
Number of Non-Return Valves	0
Number of Shut-Off Valves	0

Pipe

PipeDiameter	107,1 mm
Line length	0,5 m

Location

[Release elevation	1 m]
Use NLIV averaging time	NLIV selected
Use IDLH averaging time	IDLH not selected
Use STEL averaging time	STEL not selected
Supply a user defined averaging time	Not supplied

Risk

Risk effects to be modelled	Toxic
Frequency for this event	3E-7 /AvgeYear

Bund

Status of Bund	No bund present
[Surface type	Concrete]
[Height	0 m]
[Modelling of bund failure	Bund cannot fail]

Indoor/Outdoor

Location of release	Open air release
Outdoor Release Direction	Horizontal

Flammable

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Jet Fire Method

Cone Model

Dispersion

Late Ignition Location	No ignition location
Mass Inventory of material to Disperse	379 kg
Model Vertical Jet Fires	No

Fireball Parameters

[Mass modification factor	3]
[Calculation method for fireball	DNV Recommended]
[TNO model flame temperature	1726,85 degC]

Geometry

Geometry shape	Point
Coordinates	Absolute
East(1)	210091 m
North(1)	453575 m

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

Discharge Data

User-Defined Quantities

Material	AMMONIA
Temperature	31,11 degC
Pressure	12,02 bar
Inventory	379,00 kg
Scenario	Line rupture
Fixed Duration	n/a s

Calculated Quantities

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 1.5m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	0,80 fraction
Final Temperature	-33,36 degC
Final Velocity	276,73 m/s
Droplet Diameter	4,46 um

Continuous Release Data:

Mass Flowrate	6.88356E+001 kg/s
Release Duration	5,51 s
Orifice Velocity	26,32 m/s
Exit Pressure	10,87 bar
Exit Temperature	27,75 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,13 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 5.0m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Liquid Fraction	0,80 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC
Final Velocity	276,73 m/s
Droplet Diameter	4,46 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	6.88356E+001 kg/s
Release Duration	5,51 s
Orifice Velocity	26,32 m/s
Exit Pressure	10,87 bar
Exit Temperature	27,75 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,13 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - D 9.0m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	0,80 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC
Final Velocity	276,73 m/s
Droplet Diameter	4,46 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	6.88356E+001 kg/s
Release Duration	5,51 s
Orifice Velocity	26,32 m/s
Exit Pressure	10,87 bar
Exit Temperature	27,75 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,13 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - E 5m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	0,80 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC
Final Velocity	276,73 m/s
Droplet Diameter	4,46 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	6.88356E+001 kg/s
Release Duration	5,51 s
Orifice Velocity	26,32 m/s
Exit Pressure	10,87 bar
Exit Temperature	27,75 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,13 m

Weather: Deelen, nacht\Deelen - F 1.5m/s

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only) n/a

Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	0,80 fraction
FinalTemperature	-33,36 degC

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Final Velocity	276,73 m/s
Droplet Diameter	4,46 um
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	6.88356E+001 kg/s
Release Duration	5,51 s
Orifice Velocity	26,32 m/s
Exit Pressure	10,87 bar
Exit Temperature	27,75 degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	0,13 m

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Consequence Results

Distance to Concentration Results

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

The height for user defined concentrations is the user defined height 1 m

All toxic results are reported at the toxic effect height 1 m

All flammable results are reported at the flammable effect height 1 m

Concentration(ppm) Averaging Time			Distance (m)		
			Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
VRW (27)	3600	s	1057,61	1389,42	1566,06
AGW (136)	3600	s	589,433	637,388	725,886
LBW (1356)	3600	s	386,129	396,309	434,749

Concentration(ppm) Averaging Time			Heights (m) for above distances		
			Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
VRW (27)	3600	s	1	1	1
AGW (136)	3600	s	1	1	1
LBW (1356)	3600	s	1	1	1

			Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s
VRW (27)	3600	s	1980	2368,63
AGW (136)	3600	s	765,254	511,679
LBW (1356)	3600	s	371,524	310,336

			Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s
VRW (27)	3600	s	1	1
AGW (136)	3600	s	1	1
LBW (1356)	3600	s	1	1

Distance to Equivalent Toxic Dose

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

Toxic Calculation Method = Product of each Toxic Material

Concentration(ppm) Reference Time			Distance (m)		
			Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
VRW (27)	3600	s	681,552	661,136	629,571
AGW (136)	3600	s	421,438	375,544	392,414
LBW (1356)	3600	s	231,001	176,666	124,38

Toxic Calculation Method = Product of each Toxic Material

			Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s
VRW (27)	3600	s	787,817	1185,62
AGW (136)	3600	s	364,401	358,13
LBW (1356)	3600	s	175,611	200,911

SUMMARY REPORT

Unique Audit Number: 605.798



Study Folder: AvikoSteenderen (RunRow Nacht)

AFETI NL 6.54

Weather Conditions

Path: \AvikoSteenderen\Steenderen5\L14 vloeistof breuk

		Deelen - D 1.5m/s	Deelen - D 5.0m/s	Deelen - D 9.0m/s
Wind Speed	m/s	1,5	5	9
Pasquill Stability		D	D	D
Surface Roughness Length	mm	300	300	300
Surface Roughness Parameter		0,114072	0,114072	0,114072
Atmospheric Temperature	degC	8	8	8
Surface Temperature	degC	9,8	9,8	9,8
Relative Humidity	fraction	0,863	0,863	0,863

		Deelen - E 5m/s	Deelen - F 1.5m/s
Wind Speed	m/s	5	1,5
Pasquill Stability		E	F
Surface Roughness Length	mm	300	300
Surface Roughness Parameter		0,114072	0,114072
Atmospheric Temperature	degC	8	8
Surface Temperature	degC	9,8	9,8
Relative Humidity	fraction	0,863	0,863