



Tebodin B.V. - Regio Zuid

Postbus 3102 • 6202 NC Maastricht

Telefoon 043 329 47 77 • Fax 043 325 15 47

Postbus 7613 • 5601 JP Eindhoven

Telefoon 040 265 22 22 • Fax 040 265 22 00 • www.tebodin.com

Opdrachtgever: **Ardo B.V.**

Project: **QRA**

Ordernummer: 38328.00

Documentnummer: 3312268

Revisie: H

Auteur: I. Aerts

Telefoon: 040 265 21 89

Telefax: 040 265 22 22

E-mail: i.aerts@tebodin.nl

Datum: 20 augustus 2010

Kwantitatieve risicoanalyse

Ammoniakoelinstallatie

Ardo B.V.

© Copyright Tebodin

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.

H	20-08-2010	Verwerking opmerkingen RMD d.d. 16-08-2010	M.J.M. Courage	W. Tichelman
G	17-08-2010	Aanvulling bevolkingsgegevens met bedrijventerrein beekzicht	M.J.M. Courage	W. Tichelman
F	21-12-2009	Aanpassing bevolkingsgegevens	I. Aerts	M.J.M. Courage
E	15-12-2009	Toevoegen figuur invloedsgebied	I. Aerts	M.J.M. Courage
D	15-09-2009	Verwerking commentaar Ardo	I. Aerts	M.J.M. Courage
C	27-04-2009	Toevoeging nieuwe installatie	I. Aerts	M.J.M. Courage
B	06-12-2006	Aanvulling extra gegevens op verzoek RMD	M.J.M. Courage	T. Weijers
G	02-11-2006	Verwerking commentaar Ardo	M.J.M. Courage	T. Weijers
0	01-11-2006	Concept voor commentaar	M.J.M. Courage	T. Weijers
Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

	Inhoudsopgave	Pagina
1	Inleiding	5
2	Beschrijving van de inrichting	6
2.1	Algemene informatie inrichting	6
2.2	Algemeen overzicht van processen	6
2.3	Ammoniak gerelateerde activiteiten	6
2.4	Procescondities & inhoud ammoniakkoelinstallaties	6
3	Modellering loss of containment scenario's	6
3.1	Uitgangspunten	6
3.2	Te beschouwen LOC-scenario's	6
3.3	Uitwerking scenario's bestaande 9.890 kg NH ₃ installatie	6
3.3.1	Reactorvaten en procesvaten 9.890 kg NH ₃ -installatie	6
3.3.2	Bovengrondse leidingen 9.890 kg NH ₃ -installatie	6
3.3.3	Vloeistofpomp 9.890 kg NH ₃ -installatie	6
3.3.4	Compressoren 9.890 kg NH ₃ -installatie	6
3.4	Uitwerking scenario's nieuwe installatie 900 kg NH ₃ -installatie	6
3.4.1	Reactorvaten en procesvaten 900 kg NH ₃ -installatie	6
3.4.2	Bovengrondse leidingen 900 kg NH ₃ -installatie	6
3.4.3	Vloeistofpomp 900 kg NH ₃ -installatie	6
3.4.4	Compressoren 900 kg NH ₃ -installatie	6
4	Omgevingsfactoren	6
4.1	Weersgegevens	6
4.2	Ruwheidslengte	6
4.3	Populatiegegevens	6
4.4	Directe ontstekingskansen	6
4.5	Ontstekingsbronnen	6
5	Resultaten risicoberekeningen	6
5.1	Plaatsgebonden risico	6
5.2	Groepsrisico	6
6	Toetsing aan bestaande risicocriteria	6
7	Conclusie	6
7.1	Plaatsgebonden risico	6
7.2	Groepsrisico	6
	Referenties	6
	Begrippenlijst	6

Bijlage 1: Plattegrond en lay-out	6
Bijlage 2a: Processchema bestaande situatie	6
Bijlage 2b: Processchema nieuwe installatie	6
Bijlage 3: Overzicht 9.890 kg NH₃ installatie	6
Bijlage 4: Grens- en richtwaarden voor het PR uit het BEVI	6
Bijlage 5: Plasverdamping in de machinekamer 9.890 kg NH₃ installatie	6
Bijlage 6: Plasverdamping in de machinekamer 900 kg NH₃ installatie	6
Bijlage 7: Route model leidingen	6
Bijlage 8: Interventiewaarden	6
Bijlage 9: Beschrijving werking 9.890 kg ammoniakkoelinstallatie	6

1 Inleiding

In opdracht van Ardo B.V. te Zundert heeft Tebodin een kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd voor de toekomstige situatie met een tweede ammoniakkoelinstallatie. De ammoniak inhoud van de bestaande installatie bedraagt minder dan 10 ton (ca. 9.890 kg). De beoogde uitbreiding betreft het plaatsen van een tweede ammoniakkoelinstallatie met een ammoniak inhoud van circa 900 kg.

De aanleiding voor het opstellen van de kwantitatieve risicoanalyse is de aanvraag om revisievergunning in het kader van de Wet milieubeheer. Ardo valt niet onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen 1999 (BRZO) daar de drempelwaarden van 50 ton voor giftige stoffen (ammoniak) niet wordt overschreden. Ardo valt wel onder het Besluit Externe Veiligheid (BEVI) en de Aanvullende Risico Inventarisatie & Evaluatie regeling (ARIE-regeling), daar het een inrichting betreft waar een koel- of vriesinstallatie aanwezig is met een inhoud van meer dan 1500 kg ammoniak.

In het kader van het BEVI dient Ardo de risico's voor de externe veiligheid te toetsen aan de risicocriteria voor het plaatsgebonden risico en het groepsrisico conform het BEVI. Dit kan middels het toetsen aan de categoriale afstanden zoals benoemd in het Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (REVI) of middels het uitvoeren van een kwantitatieve risicoanalyse (QRA) conform de Handleiding risicoberekeningen BEVI. Ardo heeft gekozen om de risico's inzichtelijk te maken middels een QRA daar hierin de specifieke situatie van Ardo is opgenomen, hetgeen resulteert in een meer accurate bepaling van de risicocontour van Ardo ten opzichte van de afstanden voor categoriale inrichtingen zoals benoemd in de REVI. Bijkomend voordeel is dat hiermee in één keer een berekening uitgevoerd kan worden van het groepsrisico. Daarnaast heeft de uitgaande vloeistofleiding van de 9.890 kg ammoniakkoelinstallatie een leidingdiameter groter dan DN80 waarmee de categoriale afstanden benoemd in de REVI niet toepasbaar zijn.

Het doel van de kwantitatieve risicoanalyse is het vaststellen van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico van de risicodragende activiteiten (w.o. de ammoniakkoelinstallaties). De uitkomsten worden beschouwd in het licht van de wetgeving op het vlak van externe veiligheid.

Dit rapport beschrijft de uitgevoerde kwantitatieve risicoanalyse en is als volgt opgebouwd:

- Beschrijving van de inrichting en activiteiten;
- Modelleren Loss of Containment scenario's;
- Omgevingsanalyses (Toelichting op de modellering);
- Resultaten van de risicoberekeningen;
- Toetsing aan risicocriteria;
- Conclusie.

2 Beschrijving van de inrichting

2.1 Algemene informatie inrichting

Naam:	Ardo B.V.
Rechtsvorm:	Besloten Vennootschap
Adres:	Industrieweg 9 – 11, Postbus 7
Postcode:	4880 AA
Plaats:	Zundert
Kadastrale gegevens:	Gemeente Zundert, sectie K, nummers 4215, 4216, 5922 en sectie S, nummers 405, 497, 410, 406, 407, 412
Land:	Nederland
Telefoon:	076 – 599 99 99
Telefax:	076 – 599 99 01
Contactpersoon:	De heer R. Ten Cate

Ardo B.V. is een inrichting voor de verwerking van verse groenten tot diepvriesgroenten. De inrichting valt onder categorie 1.1 en 9.1 van het Inrichtingen- en vergunningenbesluit van de Wet milieubeheer. In bijlage 1 is een plattegrond en locatie van de installatie weergegeven.

2.2 Algemeen overzicht van processen

Ardo voert de volgende hoofdactiviteiten uit.

Algemene processtappen zijn:

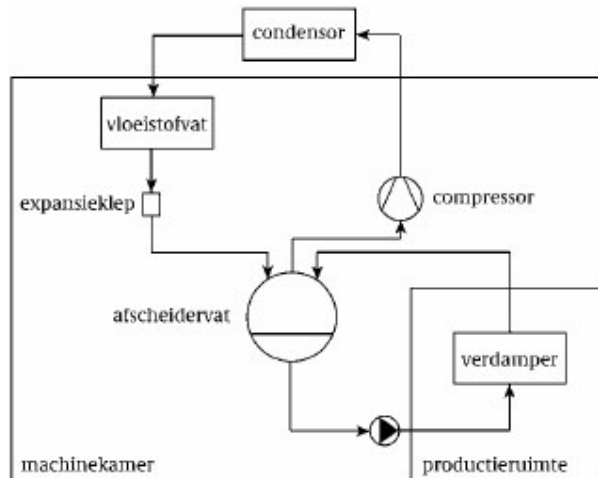
- Aanvoer van grond- en hulpstoffen;
- Productie, mengen, invriezen en verpakken;
- Opslag in vrieshuis.

De volgende standaard producten worden geproduceerd:

- Blokgevroren groenten;
- Losgevroren in zakken;
- Losgevroren in doosjes;
- Deelblokjes, miniporties.

2.3 Ammoniak gerelateerde activiteiten

Ten behoeve van de opwekking van de benodigde koude voor het invriezen en de opslag van producten beschikt het bedrijf over een koelinstallatie die is gevuld met ammoniak (NH_3). Er vindt geen opslag van ammoniak plaats. In het onderstaande figuur is een schematische weergave van de bestaande en nieuwe NH_3 -installatie weergegeven.



Figuur 1 Schematische weergave NH_3 - installatie

De bestaande 9.890 kg NH_3 -installatie verzorgt de benodigde koude voor de volgende gebruikers (verdampers):

- 3.000 kW t.b.v. 11 plaatvriezers
- 490 kW t.b.v. DVK E
- 300 kW t.b.v. DVK D
- 200 kW t.b.v. Kristallistatie Trommel 1
- 200 kW t.b.v. Kristallistatie Trommel 2
- 800 kW t.b.v. Samifi Spiraaltunnel
- Koeling Aquarius
- Koeling coating ruimte

De nieuwe 900 kg NH_3 -installatie verzorgt de benodigde koude voor de volgende gebruikers (verdampers):

- 254 kW t.b.v. vrieshuis
- 254 kW t.b.v. vrieshuis
- 254 kW t.b.v. vrieshuis

De classificatie van de ammoniakkoelinstallaties conform hoofdstuk 2 van de PGS 13 is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 1 Classificatie ammoniakkoelsystemen Ardo conform PGS 13

	Classificatie	Toelichting
Verblijfsruimte installatie	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 installatie	b	het hoge drukgedeelte (compressoren, condensoren en voorraadvaten), met uitzondering van een luchtgekoelde of verdampingscondensor, opgesteld staan in de machinekamer.
Koelsysteem	Direct systeem	De verdamer van het koudemiddelsysteem bevindt zich in dezelfde ruimte als de te koelen lucht of producten.
Vereiste veiligheidsvoorziening	> 400 kg ammoniak	De installatie bevat: <ul style="list-style-type: none"> • Tenminste 1 ontlastorgaan • Automatische inblokvoorzieningen • Noodstop- en alarmeringsysteem • Automatische ammoniak detectiesysteem

In bijlage 2 is een schematische weergave gegeven van de NH₃ – installaties weergegeven. In bijlage 3 is een overzicht gegeven van de locatie van de ammoniakhoudende delen. In bijlage 9 is een omschrijving opgenomen van de werking van de bestaande ammoniakkoelinstallatie.

2.4 Procescondities & inhoud ammoniakkoelinstallaties

In Tabel 2 zijn de procescondities van de bestaande ammoniakkoelinstallatie weergegeven, zie ook bijlage 2 en 3. De procescondities van de nieuwe ammoniakkoelinstallatie zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 2 Procescondities en ammoniak inhoud onderdelen ammoniakkoelinstallatie¹

Component	Ammoniak inhoud [kg]	Ammoniak temp. [°C]
Vaten machinekamer		
LD-afscheider voor vriezen met 25 cm vloeistof niveau met inbegrip van de verdieping onderaan en de leidingen naar de pompen en de pompen zelf	2.350	-36
TD-afscheider voor water en lucht koeling met inbegrip verbinding buizen en modulerende expansiekleppen op 15 cm niveau	400	- 2
SF-afscheider 2 (SFL afscheider op niveau 15 cm gehouden)	175	-20
SF-afscheider 1 (SFH afscheider op niveau 15 cm gehouden)	175	+8/10
Condensors		
Condensor 1: Evapco verdamping condensor met verbinding leidingen naar de MK en vrije afloop	600	+20 tot +33
Condensor 2: Baltimore verdamping condensor met verbinding leidingen naar de MK en vrije afloop	600	+20 tot +33
Overige onderdelen Machinekamer		
Kleine hoge druk vloeistof ketel voor niveau meting met bijhorende buizen voor verdeling vloeistof en persgas en vloeistof toevoer naar de platen wisselaars olie koeling schroeven	200	+20 tot +33
LD1 vloeistof laag plus gasvolume olie wasser	100	-2
LD2 vloeistof laag plus gasvolume olie wasser	100	-2
HD1 vloeistof laag plus gasvolume olie wasser	120	+20 tot +33
HD2 vloeistof laag plus gasvolume olie wasser	120	+20 tot +33
Ammoniak hoeveelheid in olie koeler Yorck SF schroef en olie afscheider	100	-2
Platen wisselaars 1 koud water in de MK	90	-2
Platen wisselaars 2 koud water in de MK	90	-2
Leidingen		
Vloeistof leiding plus lokale distributie naar 11 vriezers met inbegrip hellende zuigleiding waarin vooral gas met fijne mist vloeistof	600	-38
Verdampers		
Ammoniak in 11 platenvriezers en de aankoppeling van alle vriezerplaten	3.000	-36
Spiraal tunnel Samifi	400	-36
Kristallisatie trommel 1	125	-36
Kristallisatie trommel 2	125	-36
Koelmiddelhoeveelheid in de drie verdampers van DVK ZE en ZD	300	-36
Verdamper in coating	120	-36
Globale hoeveelheid ammoniak	9.890	

¹ Op basis van de door SKT verstrekte gegevens d.d. 01-08-2009

Tabel 3 Procescondities en ammoniak inhoud onderdelen nieuwe ammoniakkoelinstallatie

Component	Ammoniak inhoud [kg]	Ammoniak temperatuur [°C]
Vaten machinekamer		
LD- afscheider	400	-32
TC-afscheider	150	- 18
Condensors		
Met inbegrip van verbindingsleidingen	150	+30
Leidingen		
Vloeistof leiding plus lokale distributie naar 3 vriezers met inbegrip hellende zuigleiding waarin vooral gas met fijne mist vloeistof	Zie vaten.	-32
Verdampers		
Met inbegrip van verbindingsleidingen	200	-32
Globale hoeveelheid ammoniak	900	

3 Modelling loss of containment scenario's

In dit hoofdstuk worden de "Loss Of Containment" scenario's (LOC, ongevalsscenario's) voor de in hoofdstuk 2 gedefinieerde installatie uitgewerkt. Voor de LOC-scenario's wordt uitgegaan van de initiële faalscenario's conform de Handleiding risicoberekeningen BEVI (HARI) [1].

3.1 Uitgangspunten

De QRA wordt voor een installatie van 9.890 kg ammoniak en een installatie van 900 kg ammoniak uitgevoerd. De berekening is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

Algemeen:

- De berekening is zo realistisch mogelijk; bij een aantal keuzes is een veilige benadering gekozen die leidt tot een lichte overschatting van het risico;
- De berekening is zo veel mogelijk conform de standaard methodiek voor het uitvoeren van een QRA zoals vastgelegd in de Handleiding risicoberekeningen BEVI. Voor enkele leiding breuk scenario's is gerekend met een "user defined source" omdat de uitstroom duur korter is dan 1.800 s ten gevolge van geïnstalleerde beveiligingen. Deze modellen waren reeds voor het van kracht zijn van de HARI versie 3.2 opgesteld en berekend. De modellering op de wijze zoals beschreven in de HARI versie 3.2 leidt echter tot een vergelijkbaar resultaat, maar betreft een minder passende modelleringweergave. Dit daar de inhoud van het vat verbonden aan de leiding gereduceerd moet worden in samenhang met een verhoging van de pompdruk om te komen tot een vergelijkbare uitstroomduur en debiet.
- In de berekening wordt geen rekening gehouden met de invloed van de gebouwen op de verspreiding van ammoniak.
- Voor de berekening van de effecten van een LOC binnen de machinekamer is de directe flash en de daarop volgende plasverdamping van belang. De directe flash is gemodelleerd via een inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Mogelijk dat het inbuilding release model van Safeti-NL niet geheel overeenkomt met de daadwerkelijke flash fractie zoals empirisch kan worden bepaald. Gezien de verwaarloosbare bijdrage van vaak minder dan 1% van de totale bronterm heeft Tebodin gekozen voor de inbuilding release modellering. De emissie via plasverdamping is bepaald middels de formules zoals beschreven in bijlage 5 en 6.

Bestaande installatie:

- 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 van 85 en 55 meter lengte vanaf de machinekamer (zie bijlage 6);
- De geforceerde ventilatie van de machinekamer heeft een capaciteit van 21.000 m³/h;
- De hoogte voor emissies op het dak is gelijk gesteld aan 5 meter;
- De hoogte voor emissies vanuit de machinekamer is gelijk gesteld aan 10 meter (schoorsteen);
- LOC's in de buitenlucht zijn gemodelleerd als horizontale uitstroming. Emissies vanuit de machinekamer zijn horizontaal gericht met een snelheid gelijk aan 20 m/s i.v.m. het dakje op het afvoerkanaal.
- De geforceerde ventilatie van de machinekamer treedt direct in werking bij een lekkage, zodat de emissie vanuit de machinekamer volledig wordt afgevoerd via de ventilatieafvoer.

Nieuwe installatie:

- 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 van 128 meter lengte vanaf de machinekamer (zie bijlage 6);
- De geforceerde ventilatie van de machinekamer heeft een capaciteit van 2880 m³/h;
- De hoogte voor emissies op het dak is gelijk gesteld aan 32 meter;
- De hoogte voor emissies in de machinekamer is gelijk gesteld aan 4 meter;
- LOC's in de buitenlucht zijn gemodelleerd als horizontale uitstroming. Emissies vanuit de machinekamer zijn horizontaal gericht met een snelheid gelijk aan 6,4 m/s i.v.m. het dakje in het afvoerkanaal.
- De geforceerde ventilatie van de machinekamer treedt direct in werking bij een lekkage, zodat de emissie vanuit de machinekamer volledig wordt afgevoerd via de ventilatieafvoer.

3.2 Te beschouwen LOC-scenario's

In de onderstaande tabellen zijn de initiële faalscenario's conform de HARI per installatieonderdeel beschreven.

Tabel 4 Te beschouwen LOC scenario's bestaande 9.890 kg NH₃ installatie

Installatie volgens PGS 3	Installatieonderdeel	LOC-scenario	Kans
Reactorvaten en procesvaten	<ul style="list-style-type: none"> - LD-afscheider - SF-afscheider 1 - SF-afscheider 2 - TD-afscheider - Kleine hoge druk vloeistofketel 	G.1 Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-6} /jaar
		G.2 Vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-6} /jaar
		G.3 Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-4} /jaar
Bovengrondse leiding nominale diameter < 75 mm	<ul style="list-style-type: none"> - SF-afscheider 1 naar TD-afscheider - TD-afscheider naar SF-afscheider 2 - SF-afscheider 2 naar LD-afscheider - Leiding condensor naar SF-afscheider 1 	G.1 Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden	1×10^{-6} /meter per jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5×10^{-6} /meter per jaar
Bovengrondse leiding nominale diameter ≥ 75 mm en ≤ 150 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Leiding LD-afscheider naar vloeistofpomp - Leidingen vloeistofpomp naar verdamper - Leiding compressor naar condensor 	G.1 Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden	3×10^{-7} /meter per jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	2×10^{-6} /meter per jaar
Bovengrondse leiding nominale diameter > 150 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Leiding verdamper naar LD-afscheider - Leiding LD afscheider naar compressor 	G.1 Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden	1×10^{-7} /meter per jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5×10^{-7} /meter per jaar
Pompen en compressors zonder additionele voorzieningen.		G.1 Catastrofaal falen	1×10^{-4} /jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter van de grootste aangesloten pijpleiding, maximaal 50 mm	$4,4 \times 10^{-3}$ /jaar

Tabel 5 Te beschouwen LOC scenario's nieuwe 900 kg NH₃ installatie

Installatie volgens PGS 3	Installatieonderdeel	LOC-scenario	Kans
Reactorvaten en procesvaten	- LD-afscheider - TD-afscheider	G.1 Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-6} /jaar
		G.2 Vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 minuten in een continue en constante stroom	5×10^{-6} /jaar
		G.3 Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-4} /jaar
Bovengrondse leiding nominale diameter < 75 mm	- LD-afscheider naar TD-afscheider - TD-afscheider naar LD-afscheider	G.1 Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden	1×10^{-6} /meter per jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5×10^{-6} /meter per jaar
Bovengrondse leiding nominale diameter ≥ 75 mm en ≤ 150 mm	- Leiding LD-afscheider naar vloeistofpomp - Leidingen vloeistofpomp naar verdamper - Leiding compressor naar condensor	G.1 Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden	3×10^{-7} /meter per jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	2×10^{-6} /meter per jaar
Bovengrondse leiding nominale diameter > 150 mm	- Leiding verdamper naar LD-afscheider - Leiding LD afscheider naar compressor	G.1 Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden	1×10^{-7} /meter per jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm	5×10^{-7} /meter per jaar
Pompen en compressors zonder additionele voorzieningen.		G.1 Catastrofaal falen	1×10^{-4} /jaar
		G.2 Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter van de grootste aangesloten pijpleiding, maximaal 50 mm	$4,4 \times 10^{-3}$ /jaar

Risico bepalend zijn de componenten die vloeibare ammoniak bevatten. Dit zijn in dit geval de lage drukafscheider, de beide SF-afscidders, de TD-afscheider en de verschillende leidingen die vloeibare ammoniak bevatten. Van de leidingen is de ammoniaktransportleiding van de lage drukafscheider naar de gebruikers toe de belangrijkste component met risicobijdrage voor de omgeving.

Voor de condensoren en verdamper dient conform de HARI uitgegaan te worden van een breuk van 10 pijpen, breuk van één pijp en een lek. De diameter van de pijpen van de condensoren en verdamper zijn zeer klein, zodat geen externe effecten te verwachten zijn voor dit scenario [8,9]. Op basis hiervan zijn de condensoren en verdamper buiten beschouwing gelaten.

De olieafscidders en retourstromen vanuit de SF-afscidders zijn eveneens buiten beschouwing gelaten, daar de hoeveelheid ammoniak in deze systemen relatief beperkt is en waarmee externe effecten niet te verwachten zijn voor deze onderdelen.

3.3 Uitwerking scenario's bestaande 9.890 kg NH₃ installatie

In de volgende paragrafen is voor elk van deze onderdelen aangegeven hoe de scenario's zijn gemodelleerd.

- Voor de scenario's in de machinekamer wordt op basis van de uitstroomgegevens berekend wat de hoeveelheid is die uiteindelijk via de ventilatie vrij komt in de buitenlucht; hierbij wordt rekening gehouden met het gegeven 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 plasverdamping. In deze paragraaf worden de scenario's uit de Handleiding Risicoberekening verder uitgewerkt. De uiteindelijke faalfrequenties en modelleringen worden in de navolgende paragrafen besproken.

3.3.1 Reactorvaten en procesvaten 9.890 kg NH₃-installatie

De inhoud en temperatuur van de verschillende vaten aanwezig binnen de inrichting van Ardo B.V. zijn weergegeven in Tabel 6. De vaten zijn opgesteld in de machinekamer met een vloeroppervlak van 210 m². In de onderstaande tabel worden de eigenschappen van de verschillende vaten weergegeven.

Tabel 6 Reactorvaten en procesvaten

Insluitsysteem (stof)	Inhoud (m ³)	Medium	Massa (kg)	Aantal tanks
LD afscheider	49,3	NH ₃	2350	1
SF-afscheider 1	1,25	NH ₃	175	1
SF-afscheider 2	1,25	NH ₃	175	1
TD afscheider	4,7	NH ₃	400	1
Kleine hoge druk ketel	-	NH ₃	200	1

Er zijn drie scenario's die beschouwd worden per vat, welke in Tabel 7 zijn samengevat. In de onderstaande paragrafen wordt kort toegelicht hoe de bronterm is bepaald. De bepaling hiervan is conform Het RIVM rapport 62010003/2005 "Afstandentabel ammoniak koelinstallaties" [8].

Tabel 7 Faalscenario's reactorvaten en procesvaten

Omschrijving	Faal-frequentie	Tijdsduur				
		LD afsch.	SF afsch. 1	SF afsch. 2	TD afsch.	HD ketel
G.1 instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	$5 \cdot 10^{-6}$ jaar ⁻¹	Instantaan	Instantaan	Instantaan	Instantaan	Instantaan
G.2 vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 minuten in een continue en constante stroom	$5 \cdot 10^{-6}$ jaar ⁻¹	[600 s]	[600 s]	[600 s]	[600 s]	[600 s]
G.3 continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	$1 \cdot 10^{-4}$ jaar ⁻¹	[1.800 s]	[1.800 s]	[1.800 s]	[1.800 s]	[1.800 s]

3.3.1.1 LD-afscheider 9.890 kg NH₃-installatie

G.1 Instantaan falen

De inhoud van het vat komt in één keer vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping is gerekend met de bijdrage van een vloeistof plasoppervlak van 210 m² waarvan 80% effectief beschikbaar is (170 m²) en emissie gedurende 1.800 s. De berekening voor plasverdamping is beschreven in bijlage 5 en is gelijk aan 444 kg. De plasverdamping is gemodelleerd als een puntbron gedurende 1.800 seconden met een bronterm van 444 kg.

G.2 10 minuten uitstroming

De inhoud van het vat komt in 600 s vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie van de LD-afscheider.

G.3 10 mm gat

De inhoud van het vat stroomt via een gat van 10 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt gedurende 1.800 seconden (650 kg). Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is een plasoppervlak bepaald van 100 m². De bronterm voor plasverdamping bedraagt 261 kg gedurende 1.800 seconden (zie bijlage 5).

3.3.1.2 SF-afscheider 1 en 2 9.890 kg NH₃-installatie

G.1 Instantaan falen

De inhoud van het vat komt in één keer vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm en een totale uitstroom van 175 kg is een plasoppervlak bepaald van 26 m². De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend via de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 67 kg welke gedurende 1.800 seconden vrijkomt.

G.2 10 minuten uitstroming

De inhoud van het vat komt in 600 s vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

G.3 10 mm gat

De inhoud van het vat stroomt via een gat van 10 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

3.3.1.3 TD-afscheider 9.890 kg NH₃-installatie

G.1 Instantaan falen

De inhoud van het vat (400 kg) komt in één keer vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm en een totale uitstroom van 400 kg is een plasoppervlak bepaald van 60 m². De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend via de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 157 kg welke gedurende 1.800 seconden vrijkomt.

G.2 10 minuten uitstroming

De inhoud van het vat komt in 600 s vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

G.3 10 mm gat

De inhoud van het vat stroomt via een gat van 10 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

3.3.1.4 HD-ketel 9.890 kg NH₃-installatie

G.1 Instantaan falen

De inhoud van het vat (200 kg) komt in één keer vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm en een totale uitstroom van 200 kg is een plasoppervlak bepaald van 30 m². De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend via de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 78 kg welke gedurende 1.800 seconden vrijkomt.

G.2 10 minuten uitstroming

De inhoud van het vat komt in 600 s vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

G.3 10 mm gat

De inhoud van het vat stroomt via een gat van 10 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

3.3.2 Bovengrondse leidingen 9.890 kg NH₃-installatie

In de onderstaande tabel zijn de verschillende relevante leidingen van de 9.890 kg ammoniakkoelinstallatie benoemd. De leidingen tussen ammoniakvaten zijn gelegen in de machinekamer. Voor de vloeistofleiding tussen de ammoniak vaten in de machinekamer wordt een standaardlengte van 5 meter gehanteerd.

Tabel 8: Bovengrondse leidingen

Nr.	Leiding omschrijving	medium	Diameter [mm]	Lengte [m]	Debiet [kg/s]	Temp. [°C]	Locatie	Inhoud ² [kg]
L1	Leiding afscheidervat - vloeistofpomp	NH ₃	100	2,5	10	-36	MK	41
L2	Leiding vloeistofpomp - verdamers 1 ³	NH ₃	100	85	10	-36	Dak	444
L3	Leiding vloeistofpomp - verdamers 2 ⁴	NH ₃	40	55	10	-36	Dak	144
L4	Leiding verdamers 1- afscheidervat	NH ₃	500	85	10	-36	Dak	-
L5	Leiding verdamers 2 - afscheidervat	NH ₃	200	55	10	-36	Dak	-
L6	Leiding afscheidervat – compressor	NH ₃	300	10	1,6	-36	MK	-
L7	Leiding compressor - condensor	NH ₃	150	20	3	-36	MK	-
L8	Leiding condensor - SF afscheider 1	NH ₃	65	5	2,75	-36	MK	11
L9	Leiding SF-afscheider 1 – TD afscheider	NH ₃	65	5	2,5	+8/10	MK	11
L10	Leiding TD-afscheider - SF afscheider 2	NH ₃	65	5	1,3	-2	MK	11
L11	Leiding SF-afscheider 2 - LD afscheider	NH ₃	65	5	1,4	- 20	MK	11

In de onderstaande paragrafen worden de verschillende leidingen kort beschreven en wordt toegelicht hoe de bronterm is bepaald. De bepaling hiervan is conform Het RIVM rapport 62010003/2005 "Afstandentabel ammoniak koelinstallaties" [8]. In Tabel 7, 8 en 9 worden de faalfrequenties samengevat voor het leidingwerk.

3.3.2.1 L1: Leiding LD afscheider – vloeistofpomp (MK) 9.890 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk afscheidervat – vloeistofpomp wordt een lengte van 2,5 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die beschouwd moeten worden, namelijk breuk en lekkage van de leiding. Bij breuk van de leiding zal het afscheidervat leeglopen omdat de inlokafsluiter achter de pomp is geplaatst. Dit is gemodelleerd als een leiding aan de vloeistoffase van een vat.

² Gebaseerd op de dichtheid van vloeibare ammoniak van circa 665 kg/m³

³ Leiding vloeistofpomp - verdamers 1 is leidingwerk richting Amerio's, Spiraaltunnel S1, Kristallisatie Trommel T1 & T2, etc.

⁴ Leiding vloeistofpomp - verdamers 2 is leidingwerk richting DVK ZE en ZD

G.1 Breuk leiding binnen

De inhoud van de LD-afscheider 2.350 kg komt vrij in de machinekamer in ongeveer 234 seconden. Voor plasverdamping is gerekend met een bijdrage van een vloeistof plasoppervlak van 210 m² waarvan 80% effectief beschikbaar (170 m²) en een emissieduur gedurende 1.800 s. De berekening is beschreven in bijlage 5 en is gelijk aan 444 kg. De plasverdamping is gemodelleerd als een puntbron gedurende 1.800 seconden met een bronterm van 444 kg.

G.2 Gat leiding binnen

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 10 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider stroomt via een gat van 10 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 81 kg gedurende 1.800 seconden (zie bijlage 5).

3.3.2.2 L2 en L3: leiding vloeistofpomp – verdamper 9.890 kg NH₃-installatie

De leidingen van de vloeistofpomp naar de verdamper lopen buiten over het dak. De diameter van de leiding die naar verdamper (1) loopt bedraagt 100 mm met een lengte van 85 m. De diameter van de leiding die naar verdamper (2) (diepvrieshuizen) loopt bedraagt 40 mm en heeft een lengte van 55 meter. Gezien het feit dat de leidingen buiten lopen vindt geen detectie plaats. De installatie beschikt niet over een pompbeveiliging, zodat de pomp blijft werken indien een LOC optreedt. Het afscheidervat zal hierdoor leeg stromen totdat de laag niveaubeveiliging in werking treedt.

G.1 Breuk leiding buiten

Aangenomen wordt dat de gehele van de inhoud van het afscheidervat (1.400 kg) uitstroomt met ca. 1,5 keer het maximale pomp debiet van 10,1 kg/s (55 m³/uur) . Dit is gemodelleerd als zijnde een puntbron van 1.400 kg welke in 97 seconden uitstroomt. Daarnaast komt 20% van de inhoud van de verdamper en de inhoud van de vloeistofleiding (totaal 5020 kg⁵) vrij via terugstroming, in totaal 1004 kg gedurende 1.800 seconden.

G.2 Gat leiding buiten

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 10 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider (1.400 kg) stroomt via een gat van 10 mm.

3.3.2.3 L4 en L5: Leiding verdamper – afscheider vat

De leidingen van de verdamper naar het afscheidervat lopen buiten over het dak. De diameter van de leiding L4 die van de verdamper (1) loopt bedraagt 500 mm met een lengte van 85 m. De diameter van de leiding L5 die van verdamper (2) (diepvrieshuizen) loopt bedraagt 200 mm met een lengte van 55 meter.

⁵ Inhoud vloeistofleiding buiten beschouwing latend daar in de aanname voor de verdamper de inhoud van alle verdamper is meegenomen.

G.1 Breuk leiding

Bij breuk van de leiding verdamper- afscheider worden de volgende systeemreacties in rekening gebracht.

- Detectie en pompbeveiliging ontbreken (voor leidingstuk buiten). Aangenomen wordt dat 100% van de inhoud van het afscheidervat (1.400 kg) vrijkomt.
- De inhoud van de verdamper komt 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. Aangenomen wordt dat gemiddeld de verdamper leegstroomt met gemiddeld een kwart van het normale debiet, d.w.z. 2,5 kg/s, gedurende 1.800 s (totaal 4.500 kg.)

De totale bronterm is gelijk aan 5.900 kg. Deze brontermen komt vrij in maximaal 1.800 s.

G.2 Gat leiding buiten

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 10 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider (1.400kg) stroomt via een gat uit, gemodelleerd als dampfase. Bij het scenario gat in leiding wordt uitgegaan van een 50 mm gat in de leiding L4 en een 20 mm gat in leiding L5 (dampfase).

3.3.2.4 L6: Leiding afscheidervat - compressor 9.890 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk afscheidervat naar de compressor wordt de minimumlengte van 10 meter aangehouden met een diameter van 300 mm. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen, namelijk breuk en lek leiding. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leiding verdamper - afscheidervat⁶

G.1 Breuk leiding

Bij breuk van de leiding afscheider-compressor worden de volgende systeemreacties in rekening gebracht.

- De leiding loopt binnen waar detectie aanwezig is. De reactietijd van het systeem betreft 120 seconden. De hoeveelheid die vervolgens uitstroomt bedraagt 360 kg. Aangenomen wordt dat 20% van de inhoud van het afscheidervat vrijkomt door als flash (280 kg).
- De inhoud van de verdamper komt 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. Aangenomen wordt dat de verdamper leegstroomt met gemiddeld een kwart van het normale debiet, d.w.z. 2,5 kg/s, gedurende 1.800 s (totaal 4.500 kg.)

De totale bronterm is gelijk aan 5.140 kg. Deze brontermen komt vrij in maximaal 1.800 s.

G.2 Gat leiding buiten

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 10 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider (1.400kg) stroomt via een gat uit, gemodelleerd als dampfase. Bij het scenario gat in leiding wordt uitgegaan van een 30 mm gat in de leiding L6 (dampfase).

⁶ De bronterm is iets lager omdat van de eerste 120 seconden alleen de dampfractie vrijkomt. Deze correctie is klein en niet meegenomen.

3.3.2.5 L7: Leiding compressor – condensor 9.890 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk compressor – condensor wordt een lengte van 20 meter aangehouden met een diameter van 150 mm. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen namelijk breuk leiding en lek leiding.

G.1 Breuk leiding

Bij breuk van de leiding vindt uitstroming plaats vanaf de condensor en het vloeistofvat vanaf de compressor.

- De inhoud van de condensor bedraagt 600 kg. Een aanzienlijke fractie van de inhoud van de condensor zal verdampen. Aangenomen wordt dat de warmtetoevoer naar de condensor voldoende is voor het verdampen van de gehele inhoud van de condensor ⁷.
- De inhoud van het vloeistofvat bedraagt 175 kg. De uitstroming van het vloeistofvat wordt gelijkgesteld aan een keer de flashfractie. Bij een temperatuur van 298 K is de flashfractie gelijk aan 19% zodat de vrijkomende hoeveelheid gelijk is aan $0,19 \times 175 \text{ kg} = 33 \text{ kg}$
- De compressor levert een continu debiet van 3 kg/s. Zonder detectie in de machinekamer of een lekkage buiten de machine kamer wordt aangenomen dat de compressor gedurende 1.800 s blijft doorlopen (5400 kg).
- Bij detectie zal de compressor uitschakelen, zodat de uitstroming vanuit de compressor beperkt is tot maximaal 120 s (360 kg). Hierbij komt nog de flash fractie van de afscheider, 33 kg.

De totale bronterm bedraagt 6033 kg (geen detectie) dan wel 393 kg (met detectie). Initieel is het uitstroomdebiet hoog maar door afkoelen van de inhoud in de condensor en het vloeistofvat zal het uitstroomdebiet snel afnemen. De uitstroming in de machin kamer betreft damp; plasvorming en daarmee samenhangend plasverdamping wordt niet aangenomen.

G.2 Gat leiding

Een gat in de leiding wordt gemodelleerd als een 15 mm gat in een vat met temperatuur van 281 K. Aangenomen is dat deze bronterm gedurende 1.800 s in stand blijft zonder detectie. Bij detectie wordt aangenomen dat de compressor stopt na 120 s. De inhoud van de condensor en de flashbijdragen van het vloeistofvat en de leidingen zijn voldoende om de bronterm van 0,16 kg/s gedurende 1.800 s in stand te houden.

3.3.2.6 L8: Leiding van condensor naar vloeistofvat (SF afscheider 1) 9.890 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk condensor – vloeistofvat wordt een lengte van 10 meter aangehouden met een diameter van 65 mm. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen namelijk breuk en lek leiding. Aangenomen wordt dat de instroomhoeveelheden en uistroomdebieten gelijk zijn als bij de leiding compressor – condensor.

⁷ Een aanzienlijk deel van de inhoud van de condensor zal verdampen; de statische capaciteit van een luchtgekoelde condensor is ongeveer 20%, maar het temperatuurverschil is nu groter, namelijk tussen het kookpunt van ammoniak en de omgevingslucht. Aangenomen is daarom dat 100% verdampt.

3.3.2.7 L9: SF-afscheider 1 naar de TD-afscheider 9.890 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk SF-afscheider 1 (DN65) wordt een lengte van 5 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen namelijk breuk en lekkage van de leiding.

G.1 Breuk leiding

Leidingbreuk van de SF-afscheider naar de TD-afscheider is gesimuleerd als zijnde uitstroming uit een leiding met daaraan de SF-afscheider 1 en uitstroming uit een leiding gekoppeld aan de TD-afscheider. De twee scenario's zijn gemodelleerd in Safeti-NL middels inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. De vaten stromen geheel leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveaumeting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico nihil is.

Voor plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend met de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 220 kg gedurende 1.800 seconden.

G.2 Gat leiding

Een gat in de leiding wordt gemodelleerd als een 6,5 mm gat in de SF-afscheider. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Het vat stroomt geheel leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveaumeting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico nihil is.

Voor plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend met de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 67 kg gedurende 1.800 seconden.

3.3.2.8 L10: TD-afscheider naar de SF-afscheider 2 9.890 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk TD-afscheider (DN65) wordt een lengte van 5 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden beschouwd namelijk breuk en lekkage van de leiding.

G.1 Breuk leiding

Leiding breuk van de TD-afscheider naar de SF-afscheider 2 is gesimuleerd als zijnde uitstroming uit een leiding met daaraan de SF-afscheider 1 en uitstroming uit een leiding gekoppeld aan de TD-afscheider. De twee scenario's zijn gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. De vaten stromen geheel leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveau meting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico verwaarloosbaar is.

Voor plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend met de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 220 kg gedurende 1.800 seconden. De detectie in de machinekamer stopt de toevoer naar de vaten binnen 120 seconden.

G.2 Gat leiding

Een gat in de leiding wordt gemodelleerd als een 6,5 mm gat in de TD-afscheider. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Het vat stroomt geheel leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveau meting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico nihil is.

Voor plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend via de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 20 kg gedurende 1.800 seconden.

3.3.2.9 L11: Leiding afscheider 2 naar de LD-afscheider 9.890 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk afscheidervat 2 (DN65) wordt een lengte van 5 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden beschouwd namelijk breuk en lekkage van de leiding.

G.1 Breuk leiding

Leiding breuk van de SF-afscheider 2 naar de LD-afscheider is gesimuleerd als zijnde uitstroming uit een leiding met daaraan de SF-afscheider 1 en uitstroming uit een leiding gekoppeld aan de TD-afscheider. De twee scenario's zijn gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. De vaten stromen geheel leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveau meting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico nihil is.

Voor plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend via de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 444 kg gedurende 1.800 seconden.

G.2 Gat leiding

Een gat in de leiding wordt gemodelleerd als een 6,5 mm gat in de SF-afscheider. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Het vat stroomt geheel leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveau meting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico nihil is.

Voor plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De daarmee samenhangende bronterm voor plasverdamping is berekend via de vergelijking weergegeven in bijlage 5. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 67 kg gedurende 1.800 seconden.

Tabel 9: Faalfrequenties bovengrondse leiding < 75 mm

Scenario [PGS 3]	Ammoniak [jaar ⁻¹]				
	L3	L8	L9	L10	L11
G.1a Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden zonder detectie	5,5·10 ⁻⁵	0,1·10 ⁻⁶	5·10 ⁻⁶	5·10 ⁻⁶	5·10 ⁻⁶
G1b Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden met detectie	<i>nvt</i>	9,9·10 ⁻⁶	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>
G.2a Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm zonder detectie	2,75·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁷	2,5·10 ⁻⁶	2,5·10 ⁻⁶	2,5·10 ⁻⁶
G.2b Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm met detectie	<i>nvt</i>	4,95·10 ⁻⁵	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>

Tabel 10: Faalfrequenties bovengrondse leiding ≥ 75 mm en ≤ 150 mm

Scenario [PGS 3]	Ammoniak [jaar ⁻¹]		
	L1	L2	L7
G.1a Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden zonder detectie	7,5·10 ⁻⁷	2,55·10 ⁻⁵	6·10 ⁻⁸
G1b Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden met detectie	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	5,94·10 ⁻⁶
G.2a Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm zonder detectie	5·10 ⁻⁷	1,7·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁷
G.2b Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm met detectie	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	3,96·10 ⁻⁵

Tabel 11: Faalfrequenties bovengrondse leiding > 150 mm

Scenario [PGS 3]	Ammoniak [jaar ⁻¹]		
	L4	L5	L6
G.1a Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden zonder detectie	8,5·10 ⁻⁶	5,5·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶
G1b Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden met detectie	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>
G.2a Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm zonder detectie	4,25·10 ⁻⁵	2,75·10 ⁻⁵	5·10 ⁻⁷
G.2b Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm met detectie	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>

3.3.3 Vloeistofpomp 9.890 kg NH₃-installatie

Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen, catastrofaal falen en lek. Voor de frequentie wordt uitgegaan van gesloten pompen. De frequentie voor catastrofaal falen, betreft $1 \cdot 10^{-4}$ per jaar en de frequentie voor een lek van 10% van de diameter van de aansluiting betreft $4,4 \cdot 10^{-3}$ per jaar. De scenario's zijn alleen van toepassing op de tijd dat de pomp in bedrijf is. Er wordt van uitgegaan dat de pomp continu in bedrijf is. Het catastrofaal falen van een pomp wordt gemodelleerd als een leidingbreuk van de toevoerleiding van de pomp, zie leiding L1. Het lekscenario wordt gemodelleerd als een lek in de toevoerleiding van de pomp, zie leiding L1.

3.3.4 Compressoren 9.890 kg NH₃-installatie

Er zijn twee scenario's die moeten worden meegenomen, namelijk catastrofaal falen van de compressor en een lek in de compressor. Uitgegaan is van een gesloten compressor: De frequentie van catastrofaal falen is $1 \cdot 10^{-4}$ per jaar, de frequentie van het lekkage scenario is $4,4 \cdot 10^{-3}$ per jaar. De scenario's zijn identiek aan breuk / lekkage van de leiding naar de compressor L6.

3.4 Uitwerking scenario's nieuwe installatie 900 kg NH₃-installatie

In de volgende paragrafen is voor elk van deze onderdelen aangegeven hoe de scenario's zijn gemodelleerd.

- Voor de scenario's in de machinekamer wordt op basis van de uitstroomgegevens berekend wat de hoeveelheid is die uiteindelijk via de ventilatie vrij komt in de buitenlucht; hierbij wordt rekening gehouden met het gegeven 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 toegepaste 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 plasverdamping. In deze paragraaf worden de scenario's uit de Handleiding Risicoberekening verder uitgewerkt. De uiteindelijke faalfrequenties en modelleringen worden in de navolgende paragrafen besproken.

3.4.1 Reactorvaten en procesvaten 900 kg NH₃-installatie

De inhoud en temperatuur van de verschillende vaten aanwezig binnen de nieuwe installatie van Ardo B.V. zijn weergegeven in Tabel 12. De vaten zijn opgesteld in de machinekamer met een vloeroppervlak van 60 m². In de onderstaande tabel worden de eigenschappen van de verschillende vaten weergegeven.

Tabel 12 Reactorvaten en procesvaten

Insluitsysteem (stof)	Inhoud (m ³)	Medium	Massa (kg)	Aantal tanks
LD afscheider	4,7	NH ₃	400	1
TD afscheider	0,3	NH ₃	150	1

Er zijn drie scenario's die meegenomen moeten worden, welke in Tabel 13 zijn samengevat. In de onderstaande paragrafen wordt kort toegelicht hoe de bronterm is bepaald. De bepaling hiervan is conform Het RIVM rapport 62010003/2005 "Afstandentabel ammoniak koelinstallaties" [8].

Tabel 13 Faalscenario's reactorvaten en procesvaten

Omschrijving	Faal-frequentie	Tijdsduur	
		LD afsch.	TD afsch.
G.1 instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5·10 ⁻⁶ jaar ⁻¹	Instantaan	Instantaan
G.2 vrijkomen van de gehele inhoud binnen 10 minuten in een continue en constante stroom	5·10 ⁻⁶ jaar ⁻¹	[600 s]	[600 s]
G.3 continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1·10 ⁻⁴ jaar ⁻¹	[1.800 s]	[1.800 s]

3.4.1.1 LD-afscheider 900 kg NH₃-installatie

G.1 Instantaan falen

De inhoud van het vat komt in één keer vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping is gekeken naar de bijdrage van een vloeistofplas met een oppervlak van 60 m² waarvan 80% effectief beschikbaar (48 m²) en een emissieduur gedurende 1.800 s. De berekening is beschreven in bijlage 6. De plasverdamping is gemodelleerd als een puntbron gedurende 1.800 seconden met een bronterm van 125 kg.

G.2 10 minuten uitstroming

De inhoud van het vat komt in 600 s vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie van de LD-afscheider.

G.3 10 mm gat

De inhoud van het vat stroomt via een gat van 10 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt gedurende 1.800 seconden (330 kg). Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is een plasoppervlak bepaald van 48 m². De bronterm voor plasverdamping bedraagt 125 kg gedurende 1.800 seconden (zie bijlage 6).

3.4.1.2 TD-afscheider 900 kg NH₃-installatie

G.1 Instantaan falen

De inhoud van het vat (150 kg) komt in één keer vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm en een uitstroom van 150 kg is een plasoppervlak bepaald van 23 m². De bronterm voor plasverdamping bedraagt 60 kg welke gedurende 1.800 seconden vrijkomt (bijlage 6).

G.2 10 minuten uitstroming

De inhoud van het vat komt in 600 s vrij in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

G.3 10 mm gat

De inhoud van het vat stroomt via een gat van 10 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping wordt uitgegaan van dezelfde hoeveelheid als de instantane emissie.

3.4.2 Bovengrondse leidingen 900 kg NH₃-installatie

In de onderstaande tabel zijn de verschillende relevante leidingen van de ammoniakkoelinstallatie benoemd. De leidingen tussen ammoniakvaten liggen steeds in de machinekamer. Voor de vloeistofleiding tussen de ammoniakvaten in de machinekamer wordt een standaardlengte van 5 meter gehanteerd.

Tabel 14: Bovengrondse pijpleidingen

Nr.	Leiding omschrijving	medium	Diameter [mm]	Lengte [m]	Debiet [kg/s]	Temp. [°C]	Locatie	Inhoud ⁸ [kg]
L12	Leiding LD afscheidervat - vloeistofpomp	NH ₃	80	5	1	-32	MK	17
L13	Leiding vloeistofpomp - verdamper	NH ₃	40	128	0,75	-32	Dak	107
L14	Leiding verdamper - afscheidervat LD	NH ₃	150	128	0,75	-32	Dak	-
L15	Leiding afscheidervat LD – compressor	NH ₃	150	5	0,39	-30	MK	-
L16	Leiding compressor - condensor	NH ₃	80	5	0,47	-30	MK	-
L17	Leiding condensor - TD afscheider	NH ₃	50	5	0,47	-18	MK	6,5
L18	Leiding TD-afscheider - LD afscheider	NH ₃	50	5	0,39	- 18	MK	6,5

In de onderstaande tekst worden de verschillende leidingen kort beschreven en wordt toegelicht hoe de bronterm is bepaald. De bepaling hiervan is conform Het RIVM rapport 62010003/2005 “Afstandentabel ammoniak koelinstallaties” [8]. In Tabel 15 en 16 worden de faalfrequenties samengevat voor het leidingwerk.

3.4.2.1 L12: Leiding LD afscheider – vloeistofpomp (MK) 900 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk afscheidervat – vloeistofpomp wordt een lengte van 5 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen, namelijk breuk van de leiding en lekkage. Bij breuk van de leiding zal het afscheidervat leeglopen omdat de inblokafsluiter achter de pomp is geplaatst. Dit is gemodelleerd als een leiding aan de vloeistoffase van een vat.

G.1 Breuk leiding binnen

De inhoud van de LD-afscheider 400 kg komt vrij in de machinekamer in ongeveer 93 seconden. Voor de plasverdamping is gekeken naar de bijdrage van een vloeistofplas met een oppervlak van 60 m² waarvan 80% effectief beschikbaar (48 m²), gedurende 1.800 s. De plasverdamping is gemodelleerd als een puntbron gedurende 1.800 seconden met een bronterm van 125 kg (bijlage 6).

G.2 Gat leiding binnen

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 8 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider stroomt via een gat van 8 mm uit in de machinekamer. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Voor de plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 84 kg gedurende 1.800 seconden (bijlage 6).

⁸ Gebaseerd op de dichtheid van vloeibare ammoniak van circa 665 kg/m³

3.4.2.2 L13: leiding vloeistofpomp – verdamper

De leiding van de vloeistofpomp naar de verdamper loopt buiten over het dak. De diameter van de leiding die naar de verdamper loopt bedraagt 40 mm met een lengte van 128 m. Bij breuk of lekkage van de leiding (buiten) vindt geen detectie plaats. De installatie beschikt niet over een pompbeveiliging, zodat de pomp blijft werken indien een LOC optreedt. Het afscheidervat zal hierdoor leeg stromen totdat de laagniveaubeveiliging in werking treedt.

G.1 Breuk leiding buiten

Aangenomen wordt dat 100% van de inhoud van het afscheidervat (400 kg) uitstroomt met 1,5 keer het maximale pomp debiet van 0,75 kg/s. Dit is gemodelleerd als zijnde een puntbron van 400 kg welke in 356 seconden uitstroomt. Daarnaast komt 20% van de inhoud van de verdamper vrij, in totaal 440 kg gedurende 1.800 seconden.

G.2 Gat leiding buiten

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 4 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider (400 kg) stroomt via een gat van 4 mm.

3.4.2.3 L14: Leiding verdamper – afscheider vat 900 kg NH₃-installatie

De leiding van de verdamper naar het afscheidervat loopt buiten over het dak. De diameter van de leiding L14 die van de verdamper loopt bedraagt 150 mm met een lengte van 128 m.

G.1 Breuk leiding

Bij breuk van de leiding verdamper- afscheider worden de volgende systeemreacties in rekening gebracht.

- Detectie en pompbeveiliging ontbreken (voor leidingstuk buiten). Aangenomen wordt dat 100% van de inhoud van het afscheidervat (400 kg) vrijkomt.
- De inhoud van de verdamper komt 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. Aangenomen wordt dat de verdamper leegstroomt met gemiddeld een kwart van het normale debiet, d.w.z. 0,1875 kg/s, gedurende 1.800 s (totaal 180 kg.)

De totale bronterm is gelijk aan 737,5 kg. Deze brontermen komt vrij in maximaal 1.800 s.

G.2 Gat leiding buiten

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 15 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider (400kg) stroomt via een gat uit, gemodelleerd als dampfase.

3.4.2.4 L15: Leiding afscheidervat – compressor 900 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk afscheidervat naar de compressor wordt de minimumlengte van 5 meter aangehouden met een diameter van 150 mm. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen, namelijk breuk en lekkage leiding. De scenario's zijn gelijk aan de scenario's voor de leiding verdamper - afscheidervat⁹

G.1 Breuk leiding

Bij breuk van de leiding afscheider-compressor worden de volgende systeemreacties in rekening gebracht.

- De leiding loopt binnen waar detectie aanwezig is. De reactietijd van het systeem betreft 120 seconden. De hoeveelheid die dan uitstroomt bedraagt 70 kg. Aangenomen wordt dat 20% van de inhoud van het afscheidervat vrijkomt als flash (80 kg).
- De inhoud van de verdamper komt 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. Aangenomen wordt dat de verdamper leegstroomt met gemiddeld een kwart van het normale debiet, d.w.z. 0,1 kg/s, gedurende 1.800 s (totaal 180 kg.)

De totale bronterm is gelijk aan 330 kg. Deze brontermen komt vrij in maximaal 1.800 s.

G.2 Gat leiding buiten

Dit scenario is gemodelleerd als een gat met een diameter van 15 mm in een vat. De inhoud van de LD-afscheider (400kg) stroomt via een gat uit, gemodelleerd als dampfase.

3.4.2.5 L16: Leiding compressor – condensor 900 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk compressor – condensor wordt een lengte van 5 meter aangehouden met een diameter van 80 mm. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen namelijk breuk en lek leiding.

G.1 Breuk leiding

Bij breuk van de leiding vindt uitstroming plaats vanaf de condensor en het vloeistofvat vanaf de compressor.

- De inhoud van de condensor bedraagt 150 kg. Een aanzienlijke fractie van de inhoud van de condensor zal verdampen. Aangenomen wordt dat de warmtetoevoer aan de condensor voldoende is voor het verdampen van de gehele inhoud van de condensor¹⁰.
- De compressor levert een continu debiet van 0,47 kg/s. Zonder detectie in de machinekamer of een lekkage buiten de machine kamer wordt aangenomen dat de compressor gedurende 1.800 s blijft doorlopen (846 kg).
- Bij detectie zal de compressor uitschakelen, zodat de uitstromingduur vanuit de compressor beperkt is tot maximaal 120 s (85 kg in geval van 1,5 maal het pompdebiet). Hierbij komt de flashfractie van de condensor van 30 kg eveneens vrij.

⁹ De bronterm is iets lager omdat van de eerste 120 seconden alleen de dampfractie vrijkomt. Deze correctie is klein en niet meegenomen.

¹⁰ Een aanzienlijk deel van de inhoud van de condensor zal verdampen; de statische capaciteit van een luchtgekoelde condensor is ongeveer 20%, maar het temperatuurverschil is nu groter, namelijk tussen het kookpunt van ammoniak en de omgevingslucht. Aangenomen is daarom dat 100% verdampt.

De totale bronterm bedraagt 900 kg (geen detectie) dan wel 115 kg (met detectie). Initieel is het uitstroomdebiet hoog maar door het afkoelen van de inhoud in de condensor en het vloeistofvat zal het uitstroomdebiet snel afnemen. De uitstroming in de machinekamer betreft damp; plasvorming wordt niet aangenomen.

G.2 Gat leiding

Een gat in de leiding wordt gemodelleerd als een 8 mm gat in een vat met temperatuur 243 K. Aangenomen is dat deze bronterm gedurende 1.800 s in stand blijft zonder detectie.

3.4.2.6 L17: condensor naar de TD-afscheider 900 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk condensor naar TD-afscheider (DN50) wordt een lengte van 5 meter aangehouden. Er zijn twee standaardscenario's die moeten worden meegenomen namelijk breuk van de leiding en lekkage van de leiding. Aangenomen wordt dat de instroomhoeveelheden en uitstroomdebieten dezelfde zijn als bij de leiding compressor – condensor.

3.4.2.7 L18: TD-afscheider naar de LD-afscheider 900 kg NH₃-installatie

Voor het leidingstuk TD-afscheider (DN50) wordt een lengte van 5 meter aangehouden. Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen namelijk breuk van de leiding en lekkage van de leiding.

G.1 Breuk leiding

Leiding breuk van de TD-afscheider naar de LD-afscheider is gesimuleerd als zijnde uitstroming uit een leiding met daaraan de LD-afscheider en uitstroming uit een leiding gekoppeld aan de TD-afscheider. De twee scenario's zijn gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. De vaten stromen volledig leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveaumeting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico nihil is.

Voor plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 125 kg gedurende 1.800 seconden (bijlage 6).

G.2 Gat leiding

Een gat in de leiding is gemodelleerd als een 5 mm gat in de TD-afscheider. Het scenario is gemodelleerd in Safeti-NL als zijnde inbuilding release, met droplets trapped en een roof/lee effect. Het vat stroomt geheel leeg. Eventuele ammoniakdamp komend uit overige procesonderdelen en het wel of niet uitschakelen van de compressor ten aanzien van de ammoniaktoevoer naar de vaten door de detectie en laagniveaumeting worden buiten beschouwing gelaten daar het de verwachting betreft dat deze bijdrage aan het externe risico nihil is.

Voor de plasverdamping is met Safeti-NL bepaald hoeveel de uitgestroomde massa bedraagt die uitstroomt gedurende 1.800 seconden. Aan de hand van een minimale laagdikte van 1 cm is het plasoppervlak bepaald. De bronterm voor plasverdamping bedraagt 33 kg gedurende 1.800 seconden (bijlage 6).

Tabel 15: Faalfrequenties bovengrondse leiding < 75 mm

Scenario [PGS 3]	Ammoniak [jaar ⁻¹]		
	L13	L17	L18
G.1a Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden zonder detectie	1,28·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁸	5·10 ⁻⁶
G.1b Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden met detectie	<i>nvt</i>	4,95·10 ⁻⁶	<i>nvt</i>
G.2a Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm zonder detectie	6,4·10 ⁻⁴	2,5·10 ⁻⁵	2,5·10 ⁻⁶
G.2b Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm met detectie	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>

Tabel 16: Faalfrequenties bovengrondse leiding ≥ 75 mm en ≤ 150 mm

Scenario [PGS 3]	Ammoniak [jaar ⁻¹]			
	L12	L14	L15	L16
G.1a Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden zonder detectie	1,5·10 ⁻⁶	3,84·10 ⁻⁵	1,5·10 ⁻⁶	1,5·10 ⁻⁸
G.1b Breuk van de leiding en uitstroming van twee zijden met detectie	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	1,48·10 ⁻⁶
G.2a Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm zonder detectie	1·10 ⁻⁶	2,56·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁸
G.2b Lek met een effectieve diameter van 10% van de nominale diameter, maximaal 50 mm met detectie	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	<i>nvt</i>	0,99·10 ⁻⁶

3.4.3 Vloeistofpomp 900 kg NH₃-installatie

Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen, catastrofaal falen en lekkage. Voor de frequentie wordt uitgegaan van gesloten pompen. De frequentie voor catastrofaal falen, betreft 1·10⁻⁴ per jaar en de frequentie voor lek van 10% van de diameter van de aansluiting betreft 4,4·10⁻³ per jaar. De scenario's zijn alleen van toepassing op de tijd dat de pomp in bedrijf is. Er wordt van uitgegaan dat de pomp continu in bedrijf is. Het catastrofaal falen van een pomp wordt gemodelleerd als een leidingbreuk van de toevoerleiding van de pomp, zie leiding L12. Het lekkage scenario wordt gemodelleerd als een lek in de toevoerleiding van de pomp, zie leiding L12.

3.4.4 Compressoren 900 kg NH₃-installatie

Er zijn twee standaard scenario's die moeten worden meegenomen, namelijk catastrofaal falen van de compressor en een lekkage van de compressor. Uitgegaan is van een gesloten compressor: De frequentie van catastrofaal falen is $1 \cdot 10^{-4}$ per jaar, de frequentie van het lekkage scenario is $4,4 \cdot 10^{-3}$ per jaar. De scenario's zijn identiek aan breuk / lekkage van de leiding naar de compressor L15.

4 Omgevingsfactoren

De relevante omgevingsdata voor de berekening van de externe risico's betreffen de bevolkingsdichtheid rondom het bedrijf, ontstekingsbronnen en de weergegevens van de omgeving.

4.1 Weersgegevens

Voor het uitvoeren van de berekeningen moeten meteorologische gegevens worden ingevoerd. Als uitgangspunt zijn de weergegevens van weerstation Woensdrecht toegepast, zoals die zijn opgenomen in de HARI. In Tabel 17 is een overzicht gegeven van de weerklassen die worden beschouwd.

Tabel 17: Beschrijving weerklassen

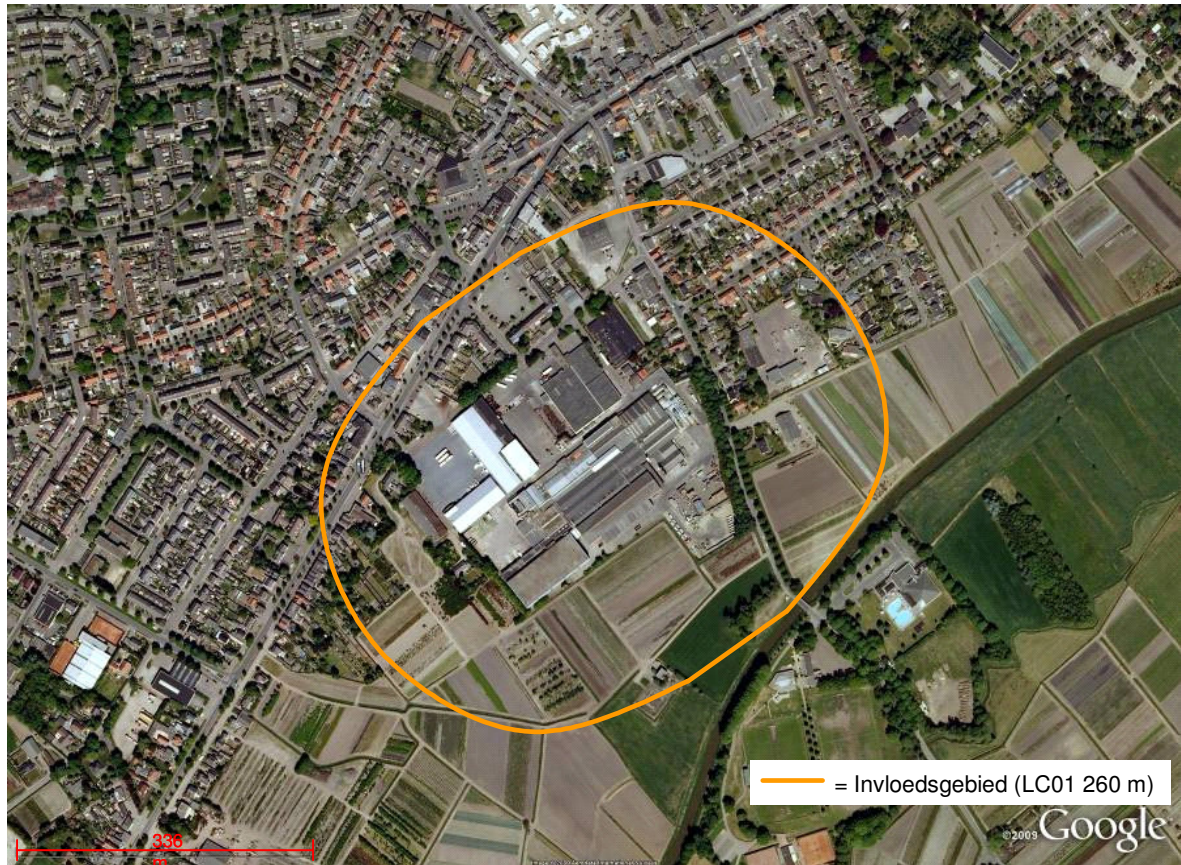
Weerklasse	Beschrijving
B3	Instabiel weer, gematigd zonnig, lichte tot gemiddelde wind (3 m/s)
D1,5	Licht instabiel weer, zonnig en licht winderig (1,5 m/s)
D5	Neutraal weer, bewolkt en winderig (5 m/s)
D9	Neutraal weer, bewolkt en winderig (9 m/s)
E5	Licht stabiel, winderig (5 m/s)
F1,5	Zeer stabiel, zeer licht winderig (1,5 m/s)

4.2 Ruwheidslengte

De ruwheidslengte is aangepast aan de omgeving van de inrichting. De omgeving bestaat uit landbouw gebied en de dorpskern Zundert, er is zodoende gekozen voor een ruwheidslengte van 500 mm welke in Safeti NL is ingevoerd.

4.3 Populatiegegevens

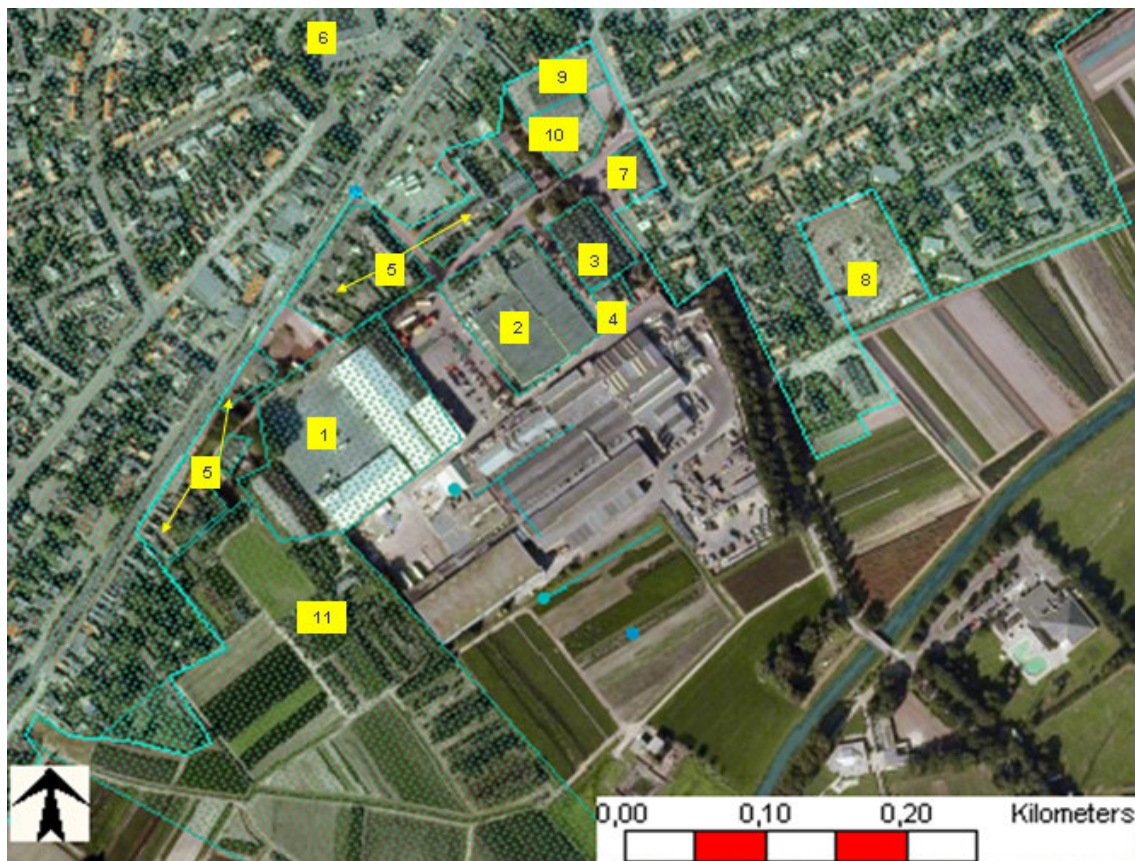
Het invloedsgebied van de inrichting wordt bepaald door de afstand tot de LC01 bij het G1 scenario het instantaan falen van de ammoniak vloeistoftoevoerleiding naar de verdampers (Leiding, L3). De afstand tot de LC01 bedraagt 260 meter.



Figuur 2: Invloedsgebied

Ardo B.V. is gelegen op het industriegebied aan de Industrieweg 9-11. De dichtstbijzijnde woonbebouwing ligt aan de Wildertsedijk op een afstand van ca. 60 meter. De bevolkingsdichtheid is in 2004 door TNO geïnteriseerd [7] binnen een straal van 500 meter rond Ardo. Het aantal inwoners binnen deze straal bedraagt 1490.

De nauwkeurigheid van de inventarisatie van de bevolking sluit aan bij de relatieve bijdrage aan het groeprisico. Hiertoe is binnen de 10^{-8} contour nauwkeurig geïnteriseerd hoeveel personen aanwezig zijn, zie de onderstaande tabel. Voor de inventarisatie van de bevolking buiten de Plaatsgebonden Risicocontour van 10^{-8} per jaar kan volstaan worden met een grove inventarisatie op basis van gebiedstypen [1]. Voor enkele locaties die door de gemeente zijn aangegeven, zijn actuele bevolkingsaantallen gemodelleerd naar aanleiding van de structuurvisie van de gemeente Zundert.



Figuur 3: Populatie gegevens

Tabel 18 Bevolkingsgegevens omgeving Ardo B.V.

Nr. op fig. 3	Object/gebied	Aantal personen aanwezig in de dag	Aantal personen aanwezig s' nachts
1	Veiling, CLTVZ, molenstraat 155	22	0
2	Dirk van de Broek/Brookland, Industrieweg 15	100	0
3	Groothandel schoenen, industrieweg 5	10	0
4	Industrieweg 7	1	1
/	Industrieweg 6 (momenteel geen activiteit)	0	0
5	Huizen [1]	1,2	2,4
6	Gebied buiten 10 ⁸ contour [1]	70 personen/ha	70 personen/ha
7	Realisatie Les Amis	50	50
8	Manderslaan	50	50
9	Wildersedijk 4	50	50
10	Industrieweg	25	25
11	Toekomstige projectie: bedrijventerrein beekzicht, zie bijlage 1.	80 personen/ha*	40 personen/ha*

* Worst case aanname waarbij het aantal personen gebaseerd is op een industrieterrein met een hoge bevolkingsdichtheid. In de praktijk zullen hier minder personen aanwezig zijn dan dat is meegenomen in de QRA berekening.

4.4 Directe ontstekingskansen

Buiten beschouwing gelaten daar het ammoniak betreft.

4.5 Ontstekingsbronnen

Buiten beschouwing gelaten daar het ammoniak betreft.

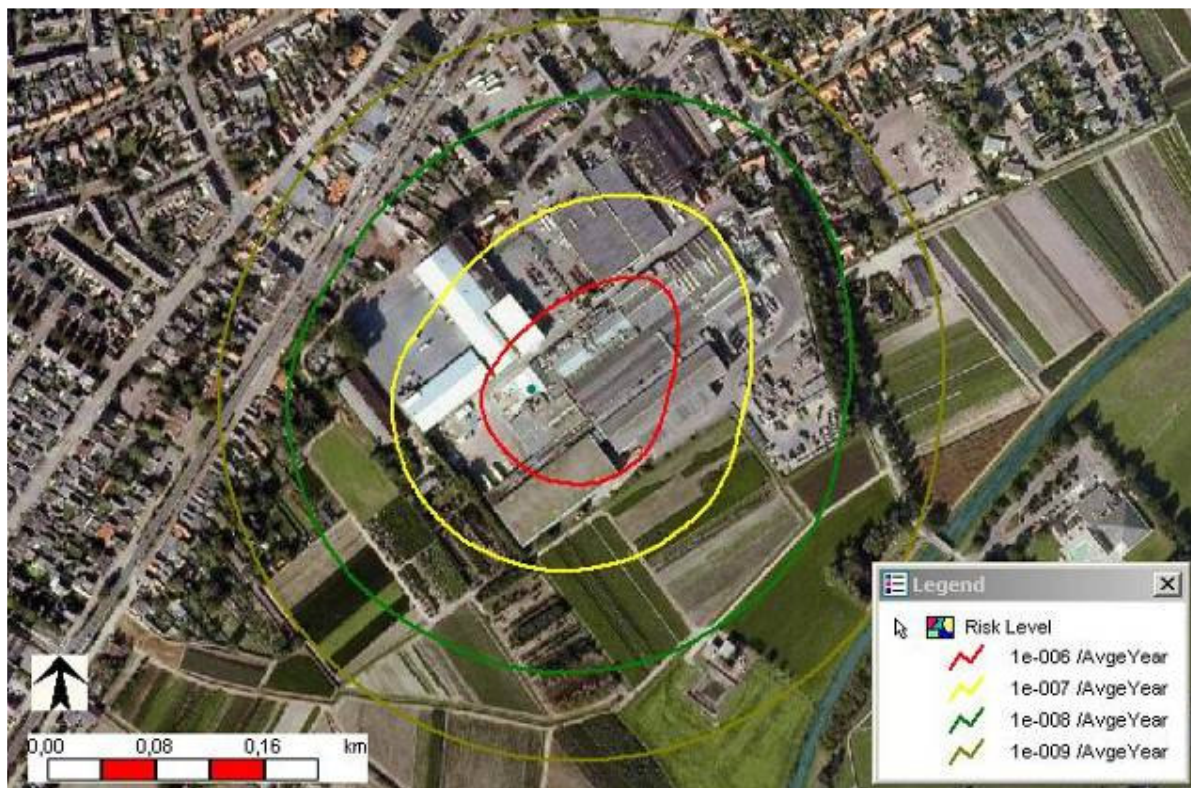
5 Resultaten risicoberekeningen

Door alle scenario's en de omgevingsgegevens zoals beschreven in voorgaande hoofdstukken in het risicoberekeningprogramma Safeti-NL [2] in te voeren zijn de plaatsgebonden risicocontouren berekend.

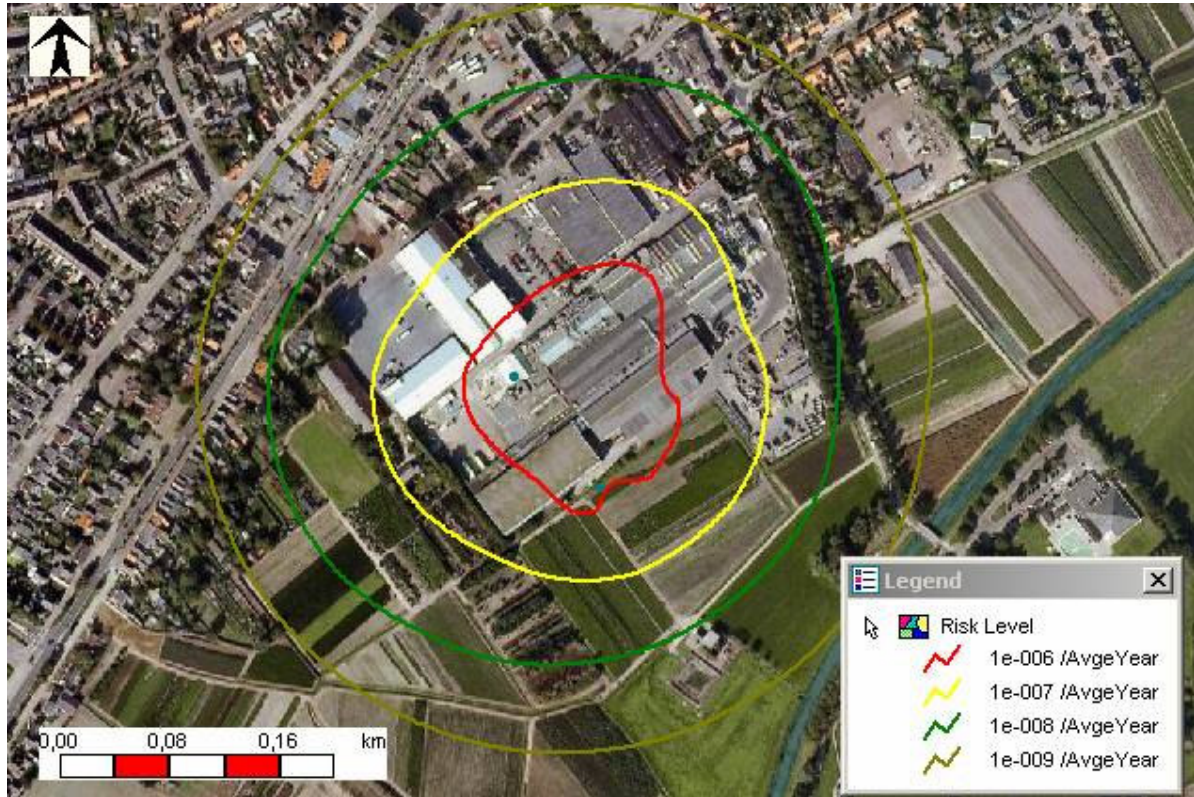
5.1 Plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico (PR), ook wel individueel risico genoemd, is de kans per jaar op een dodelijk ongeval ten gevolge van een ongewoon voorval (ongevalscenario) indien een persoon (onbeschermd in de buitenlucht) zich bevindt op een bepaalde plaats waar hij voortdurend (24 uur per dag en gedurende het hele jaar) wordt blootgesteld aan de schadelijke gevolgen van een voorval.

Het PR wordt weergegeven als PR-contouren. Zo laat de 10^{-6} PR-contour die plaatsen zien waar de kans op het overlijden van een persoon eens in de miljoen jaar bedraagt. Het PR is onafhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van de inrichting. In Figuur 4 zijn de PR-contouren weergegeven, zoals die zijn berekend op basis van de gedefinieerde scenario's voor de bestaande situatie. In Figuur 5 zijn de PR-contouren voor de toekomstige situatie weergegeven.



Figuur 4 Plaatsgebonden risicocontouren bestaande situatie (9.890 kg NH₃-koelinstallatie)

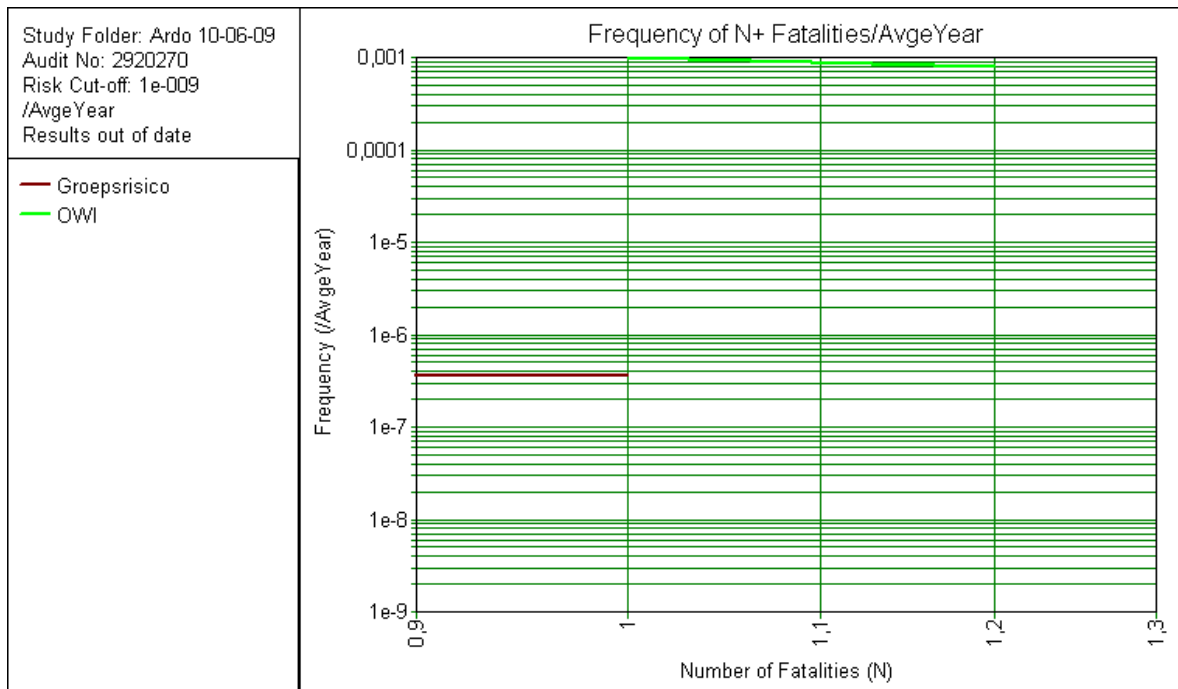


Figuur 5: Plaatsgebonden risicocontouren toekomst situatie (9.890 kg & 900 kg NH₃-koelinstallatie)

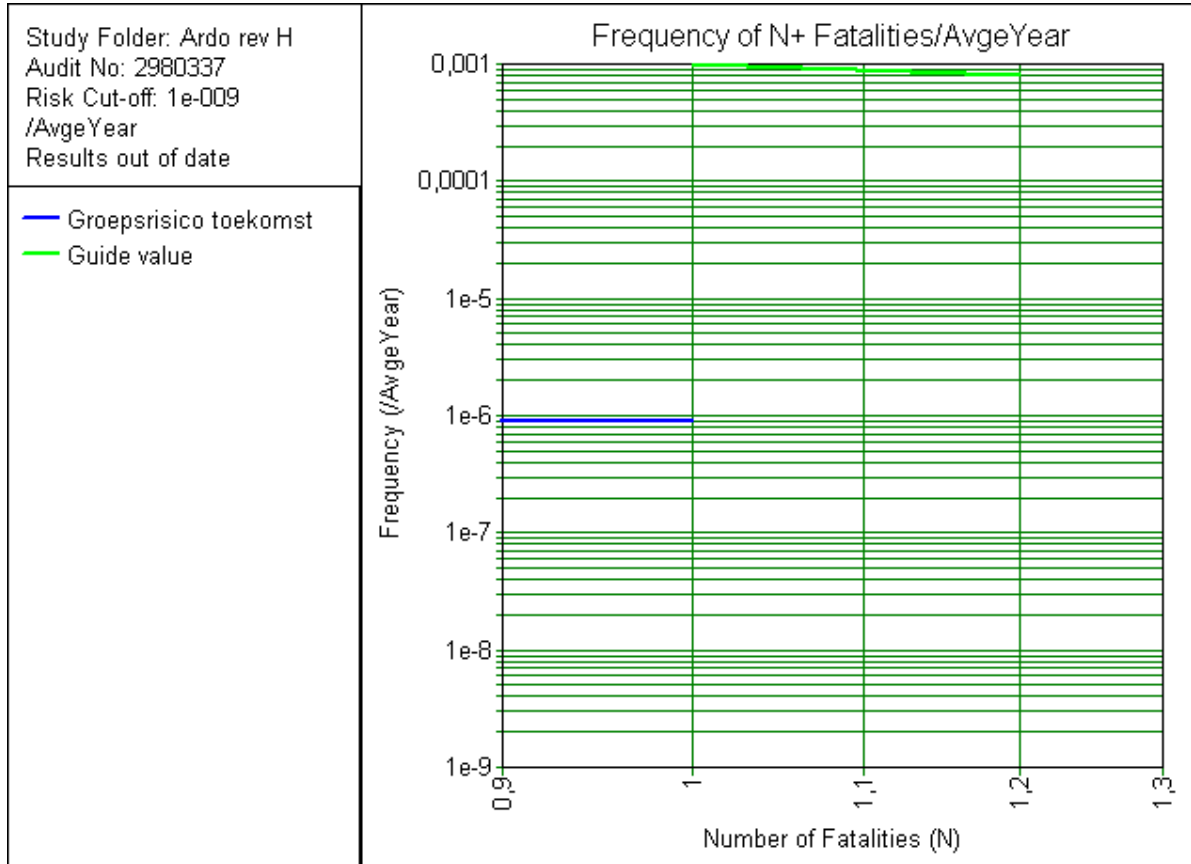
5.2 Groepsrisico

Het groepsrisico (GR) is de kans per jaar dat een groep van een bepaalde grootte dodelijk slachtoffer wordt van een ongeval. Het GR wordt vastgelegd in een zogenaamde F(N)-curve en is afhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van het bedrijf. In een F(N)-curve staat op de verticale as de kans weergegeven dat meer dan N slachtoffers ten gevolge van het beschouwde scenario komen te overlijden. Deze kans wordt uitgedrukt in de eenheid 'per jaar'. Op de horizontale as staat het aantal slachtoffers weergegeven.

De oriënterende normwaarde voor het GR is de rechte lijn gevormd door twee punten van de grafiek frequentie vs. aantal slachtoffers. Deze punten zijn 10^{-5} per jaar (één op de 100.000 per jaar) voor 10 slachtoffers en 10^{-7} per jaar (één op de 10.000.000 miljoen per jaar) voor 100 slachtoffers (groene lijn). In Figuur 6 is het groepsrisico van de bestaande situatie weergegeven. Figuur 7 geeft het groepsrisico van de toekomstige situatie weer.



Figuur 6 Groepsrisico bestaande situatie (9.890 kg NH₃-koelinstallatie)



Figuur 7: Groepsrisico toekomstige situatie (9.890 kg & 900 kg NH₃-koelinstallatie)

6 Toetsing aan bestaande risicocriteria

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de risicoberekening getoetst aan de risicocriteria. In Nederland worden voor externe veiligheid, uitgedrukt in plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR), de volgende normen gehanteerd:

Tabel 19 definitie normen externe veiligheid

Criteria	Definitie
Plaatsgebonden risico (PR)	De grenswaarde voor het PR is standaard gesteld op een niveau van 10^{-6} per jaar (kans op overlijden één op de 1.000.000 jaar). Een onderverdeling tussen oude/nieuwe situatie en kwetsbare/beperkt kwetsbare objecten is gegeven in bijlage 4.
Groepsrisico (GR)	De oriënterende waarde voor het GR is de rechte lijn gevormd door twee punten van de grafiek frequentie vs. aantal slachtoffers. Deze punten zijn 10^{-5} per jaar (één op de 100.000 per jaar) voor 10 slachtoffers, 10^{-7} per jaar (één op de 10.000.000 per jaar) voor 100 slachtoffers. Een gedetailleerde uitleg en de gevolgen van overschrijding zijn gegeven in bijlage 4.

Zoals blijkt uit PR-figures voor de bestaande en toekomstige situatie valt de 10^{-6} contour ten noorden van de inrichting buiten de terreingrens van Ardo. De 10^{-6} contour heeft een lengte van circa 170 meter en een breedte van 42 meter vanaf de vloeistofleiding. De 10^{-6} contour valt gedeeltelijk over de naastgelegen veiling van CLTV Zundert. Het gedeelte waar de 10^{-6} contour over de veiling van CLTV Zundert valt, wordt niet beschouwd als (beperkt) kwetsbaar object. Op basis van de aanwezigheid van het aantal personen en de duur van de aanwezigheid van de personen komt dit het object niet overeenkomst met de in het BEVI genoemde voorwaarde van een (beperkt) kwetsbaar object (zie BEVI artikel 1.a. h.). De uitbreiding met een tweede ammoniakkoelinstallatie van 900 kg leidt niet tot een significante wijziging van de risicocontour.

Het invloedsgebied van de inrichting wordt bepaald door de afstand tot de LC_{01} bij leidingbreuk van de ammoniakleidingen van de 9.890 kg ammoniakkoelinstallatie, die buiten boven over het dak lopen van de machinekamer naar de verdampers toe. De afstand tot de LC_{01} bedraagt 260 meter.

Ten aanzien van de criteria die gesteld worden voor het groepsrisico geldt dat de oriënterende waarde, zoals is vastgelegd in het BEVI, niet wordt overschreden.

7 Conclusie

In dit hoofdstuk wordt een conclusie gegeven ten aanzien van de resultaten van de risicoberekening die zijn getoetst aan de risicocriteria uit het BEVI. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Verder wordt opgemerkt dat voor de rampenbestrijding in Bijlage 8 de interventiewaarden zijn opgenomen ten aanzien enkele toxische scenario's.

7.1 Plaatsgebonden risico

De 10^{-6} contour ten noorden van de inrichting valt buiten de terreingrens van Ardo. De 10^{-6} contour valt gedeeltelijk over de naastgelegen veiling van CLTV Zundert. Het gedeelte waar de 10^{-6} contour over de veiling van CLTVZ valt, wordt niet beschouwd als (beperkt) kwetsbaar object op basis van de aanwezigheid van het aantal personen en de duur van de aanwezigheid van de personen. Daarnaast betreft dit een reeds vergunde situatie. Uit de risico berekening blijkt dat de uitbreiding met een tweede ammoniakkoelinstallatie van 900 kg geen substantiële bijdrage levert aan de 10^{-6} risicocontour van de inrichting.

Op verzoek van het RMD heeft Tebodin een vergelijking gemaakt tussen van de afstanden voortkomend uit de REVI voor categoriale inrichtingen met ammoniakkoelinstallaties en de berekende afstanden zoals vastgesteld in deze QRA. Zoals is aangegeven in de inleiding kan in het geval van Ardo niet getoetst worden aan de categoriale afstanden die gelden voor ammoniakkoelinstallaties (REVI Bijlage 1 tabel 6 voetnoot 1c). Dit omdat de buiten geplaatste ammoniakvloeistofleidingen naar de verdampers een diameter hebben groter dan DN80. De resultaten van de QRA berekening voor Ardo zijn qua ordegrootte in overeenstemming met de vastgestelde waarden in de REVI. Zo bedraagt de 10^{-6} contour conform de REVI voor een 10 ton installatie 45 meter en voor een installatie met minder dan 1 ton wordt geen 10^{-6} contour vastgesteld. De ordegrootte van de berekende afstanden voor Ardo in deze QRA zijn nagenoeg gelijk. Zo bedraagt de afstand van de 10^{-6} contour circa 42 vanaf de vloeistofleiding van de 9.890 kg ammoniakkoelinstallatie. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de QRA berekening voor Ardo nauwkeuriger is. Dit daar rekening is gehouden met de specifieke installatie eigenschappen zoals: het grotere debiet, specifieke leidingen diameter, volumes vaten en een lagere temperatuur t.o.v. de REVI. Verder is in de berekening ook rekening gehouden met specifieke locaties van de installatieonderdelen waaronder de leidingafsplitsing op het dak.

Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat, conform de gehanteerde grenswaarde voor het plaatsgebonden risico alle functies in de omgeving van Ardo B.V. zijn toegestaan.

7.2 Groepsrisico

De uitbreiding van de inrichting met een 900 kg ammoniakkoelinstallatie in samenhang met de geprojecteerde toekomstige bevolkingsdichtheid in de omgeving heeft nagenoeg geen invloed op het groepsrisico dat is berekend voor de reeds bestaande 9.890 kg ammoniakkoelinstallatie. Het groepsrisico voldoet aan de criteria die zijn vastgelegd in het BEVI. Het groepsrisico valt onder de oriënterende waarde en vormt derhalve geen belemmering voor de activiteiten die Ardo uitvoert.

Referenties

- [1] Handleiding Risicoberekeingen BEVI, versie 3.2, RIVM, 01-07-2009
- [2] Safeti-NL, versie 6.54, DNV Technica 2009
- [3]: Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), Guidelines for quantitative risk assessment, 2005
- [4] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 1, Deel 6: aanwezigheidsgegevens
- [5]: Rapport Informatie-eisen Brzo'99 (RIB-document), CPR 20, eerste druk 1999
- [6]: Besluit externe veiligheid van inrichtingen (BEVI)
- [7]: Risicoanalyse van de ammoniakinstallatie na uitvoering van het nieuwbouwplan bij Ardo B.V. te Zundert, TNO, C.M.A. Jansen, augustus 2004
- [8]: Afstandentabel ammoniak koelinstallaties, RIVM rapport 62010003/2005, P.A.M. Uijt de Haag
- [9]: Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 2, Methode voor berekening van fysische effecten, november 2005.

Begrippenlijst

BEVI

Besluit externe veiligheid inrichtingen.

REVI

Regeling externe veiligheid inrichtingen.

LC₀₁ waarde

Letale concentratie of waarde waardoor 1% van de blootgestelde personen komt te overlijden. Deze waarde wordt gehanteerd om het invloedsgebied voor de bepaling van het groepsrisico vast te stellen.

LEL

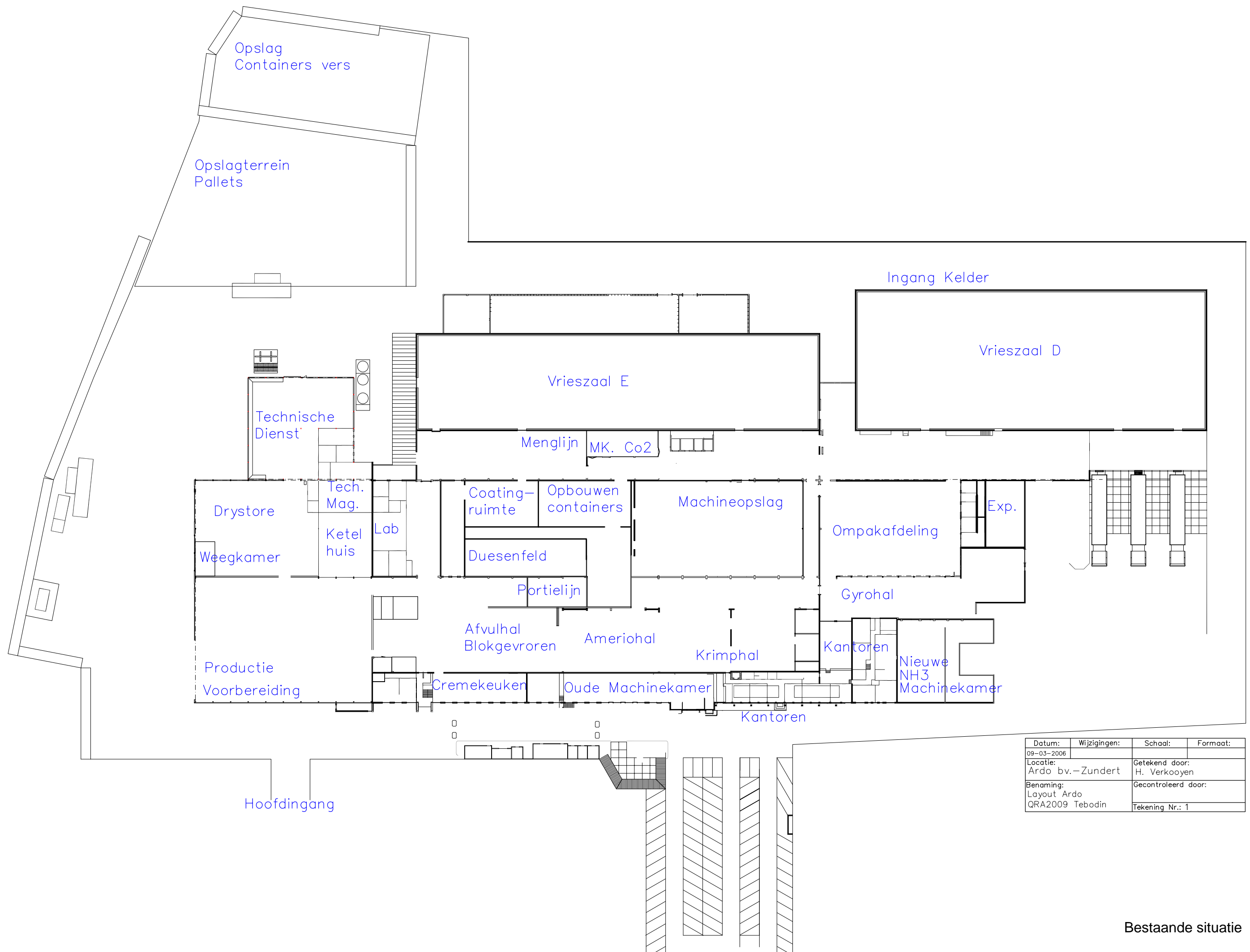
Lower explosion limit. De laagste concentratie waarbij een gas/luchtmengsel zich nog laat ontsteken.

QRA

Quantative risk analysis oftewel een kwantitatieve risico analyse.

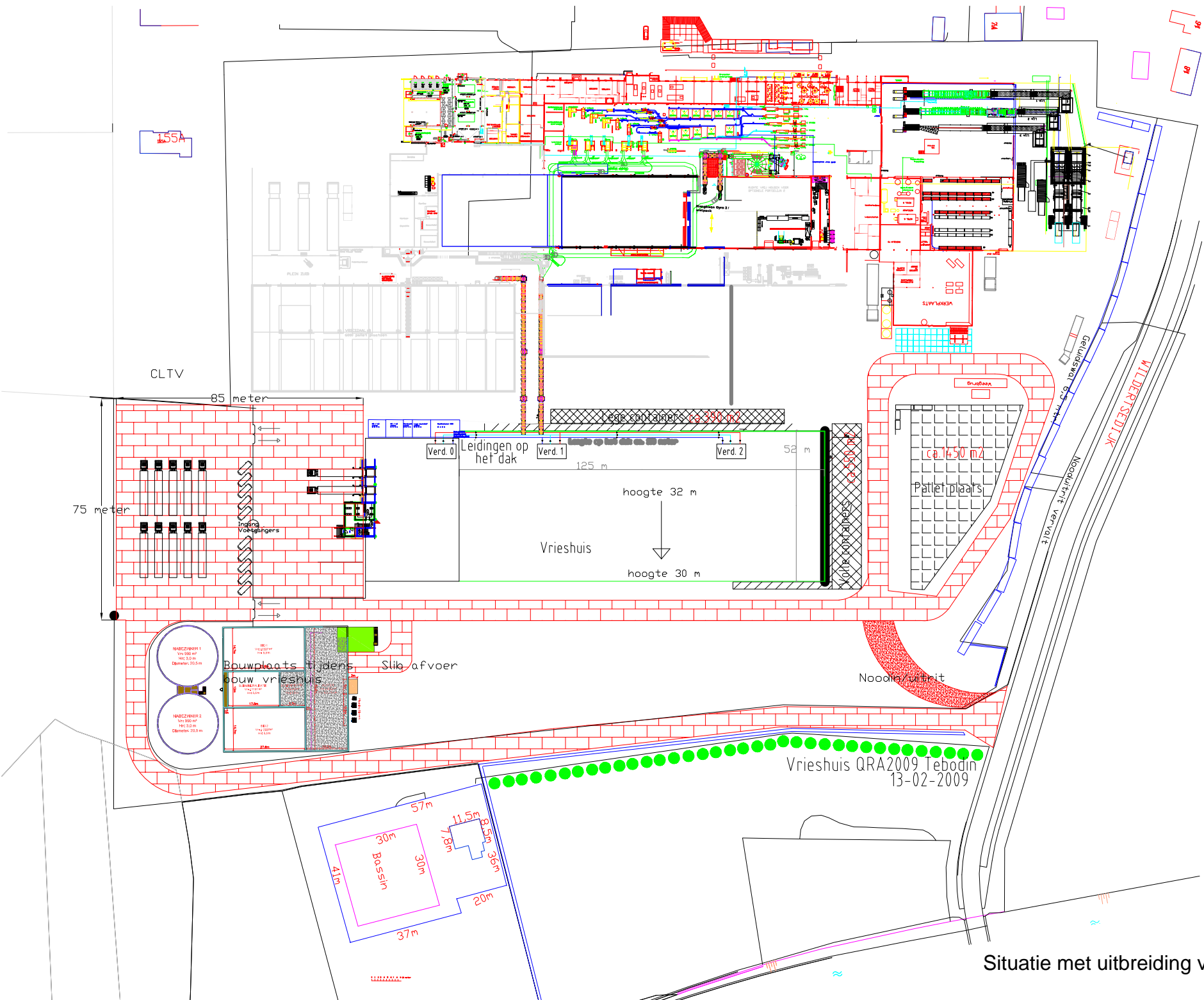
Bijlage 1: Plattegrond en lay-out





Datum:	Wijzigingen:	Schaal:	Formaat:
09-03-2006			
Locatie:	Ardo bv. - Zundert		Getekend door: H. Verkooyen
Benaming:	Layout Ardo QRA2009 Tebodin		Gecontroleerd door:
			Tekening Nr.: 1

Bestaande situatie



55A

CLTV

85 meter

75 meter

Verd. 0

Leidingen op het dak

Verd. 1

Verd. 2

125 m

hoogte 32 m

hoogte 30 m

Vrieshuis

ca. 1450 m²

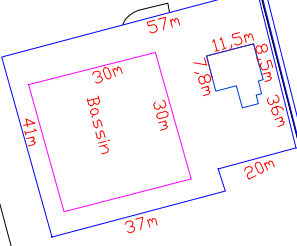
Patiëntplaats

Bouwplaats tijdens bouw vrieshuis

Slik afvoer

Nooduitrit

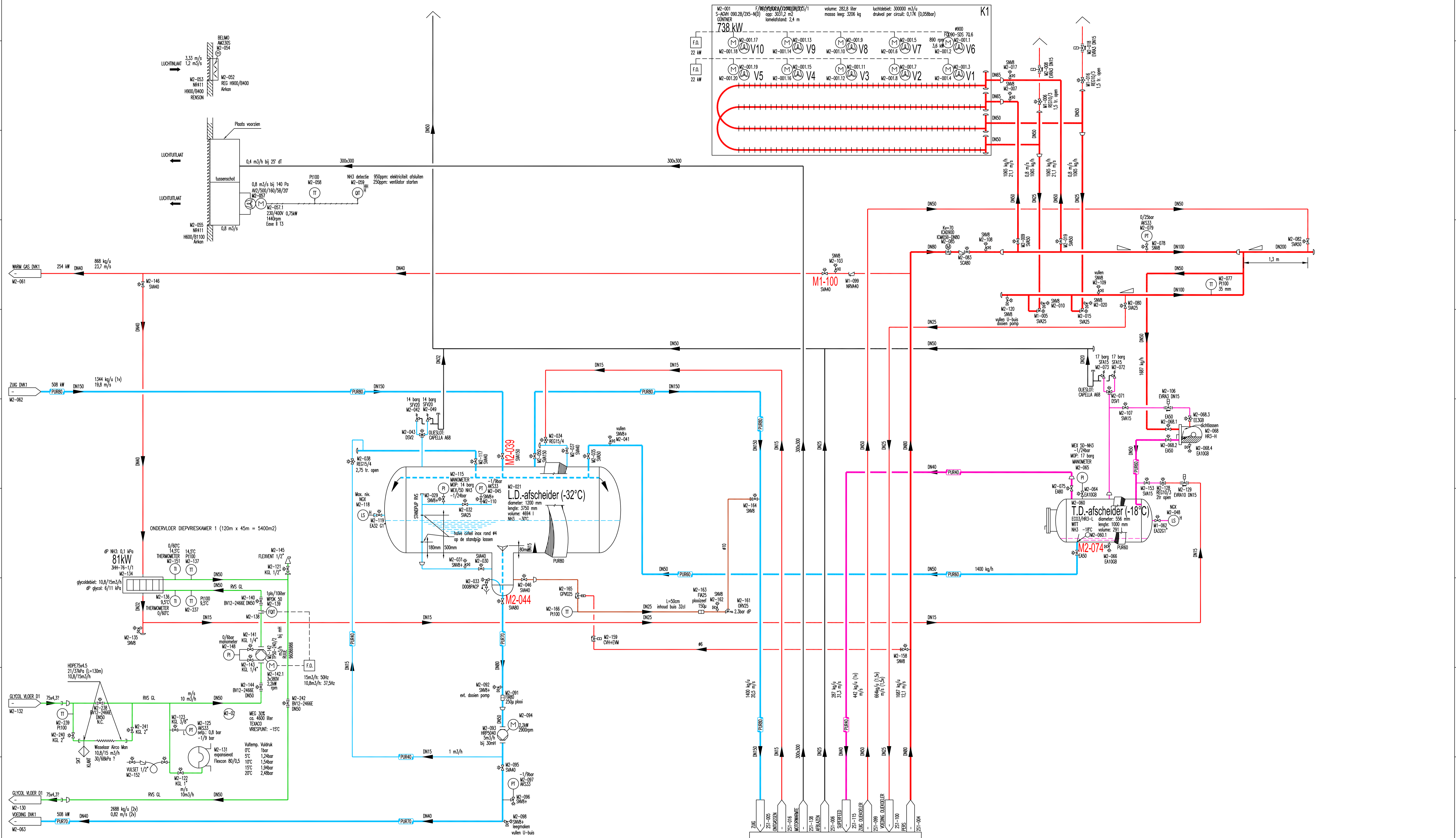
Vrieshuis QRA2009 Tebodin
13-02-2009



Situatie met uitbreiding vrieshuis

Bijlage 2a: Processchema bestaande situatie

Bijlage 2b: Processchema nieuwe installatie



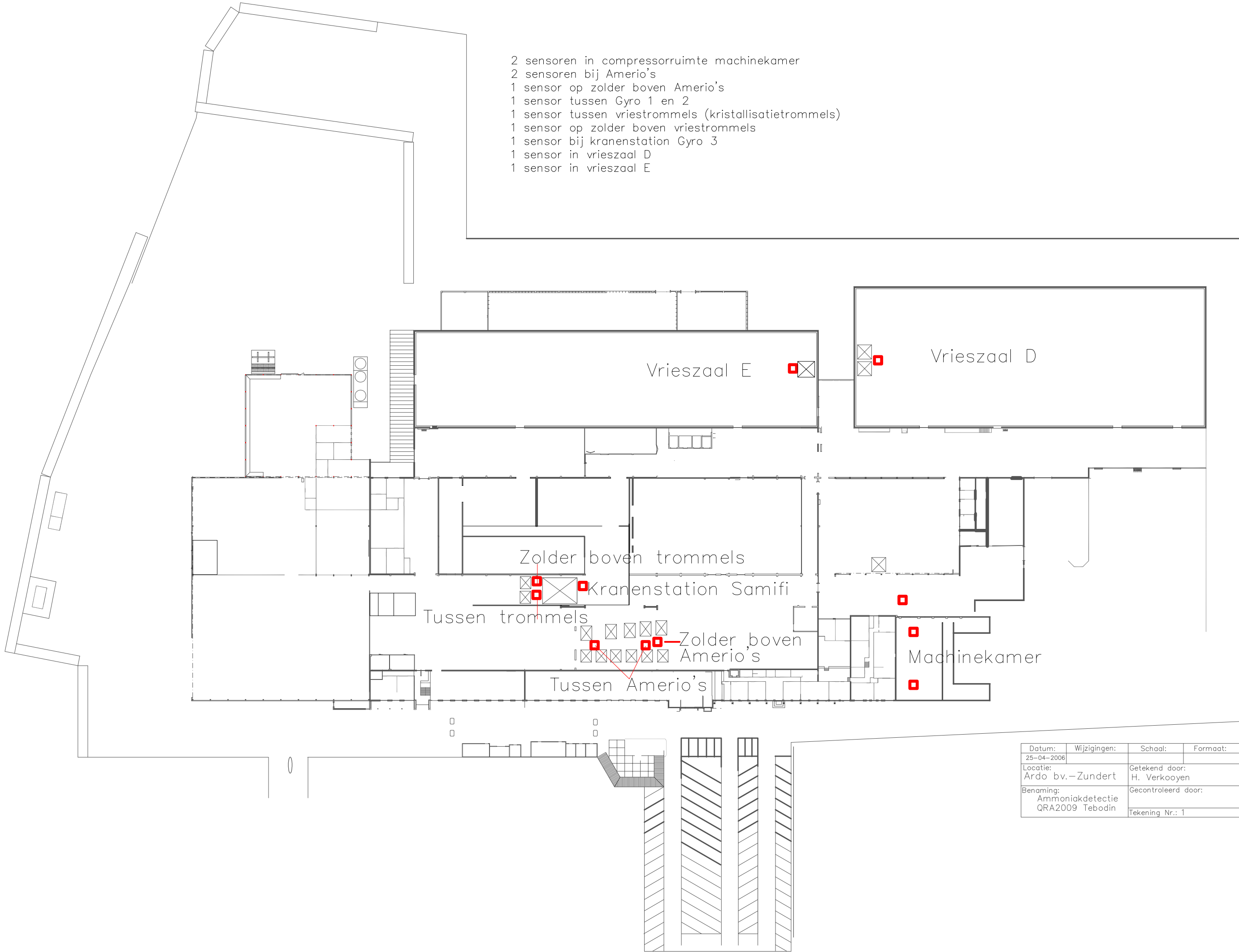
2S1
 WRV255/1.30
 HOWDEN
 Q₀=508 kW
 -32°C/-18°C/+30°C
 P_m=315 kW P_e=227 kW
 Q_{olie}=141 kW
 INST. NR: 08080
 VOOR DETAILS: ZIE PLAN ZS1

In geval van ongeval (b.v. brand)
 of risico op NH₃ vloeistoflek,
 sluit de gemarkeerde afsluiters:
 (in machinekamer 2)
 Tussen druk afscheider: M2-074
 Lage druk afscheider: M2-044

M2-01 NH ₃ 950 kg																			
PRELIMINARY																			
<table border="1"> <tr> <th>Getekend</th> <th>Datum</th> <th>Goedgek.</th> <th>Formaat</th> <th>Plotdatum</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td>A1</td> <td>12/2/2009</td> </tr> </table>					Getekend	Datum	Goedgek.	Formaat	Plotdatum				A1	12/2/2009					
Getekend	Datum	Goedgek.	Formaat	Plotdatum															
			A1	12/2/2009															
<table border="1"> <tr> <td>Initial inst. nr.</td> <td>08080</td> </tr> <tr> <td>Montage ontwerp</td> <td>M2</td> </tr> </table>					Initial inst. nr.	08080	Montage ontwerp	M2											
Initial inst. nr.	08080																		
Montage ontwerp	M2																		
<table border="1"> <tr> <td>SKT NV</td> <td>KLANT</td> <td>ARDO B.V. - ZUNDEBT</td> </tr> <tr> <td>Polvoorzstraat 42</td> <td>BENAMING</td> <td>MACHINEKAMER 2</td> </tr> <tr> <td>Bakeloo DEFFER</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TEL: 32-57218621</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FAX: 32-57218622</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					SKT NV	KLANT	ARDO B.V. - ZUNDEBT	Polvoorzstraat 42	BENAMING	MACHINEKAMER 2	Bakeloo DEFFER			TEL: 32-57218621			FAX: 32-57218622		
SKT NV	KLANT	ARDO B.V. - ZUNDEBT																	
Polvoorzstraat 42	BENAMING	MACHINEKAMER 2																	
Bakeloo DEFFER																			
TEL: 32-57218621																			
FAX: 32-57218622																			

Bijlage 3: Overzicht 9.890 kg NH₃ installatie

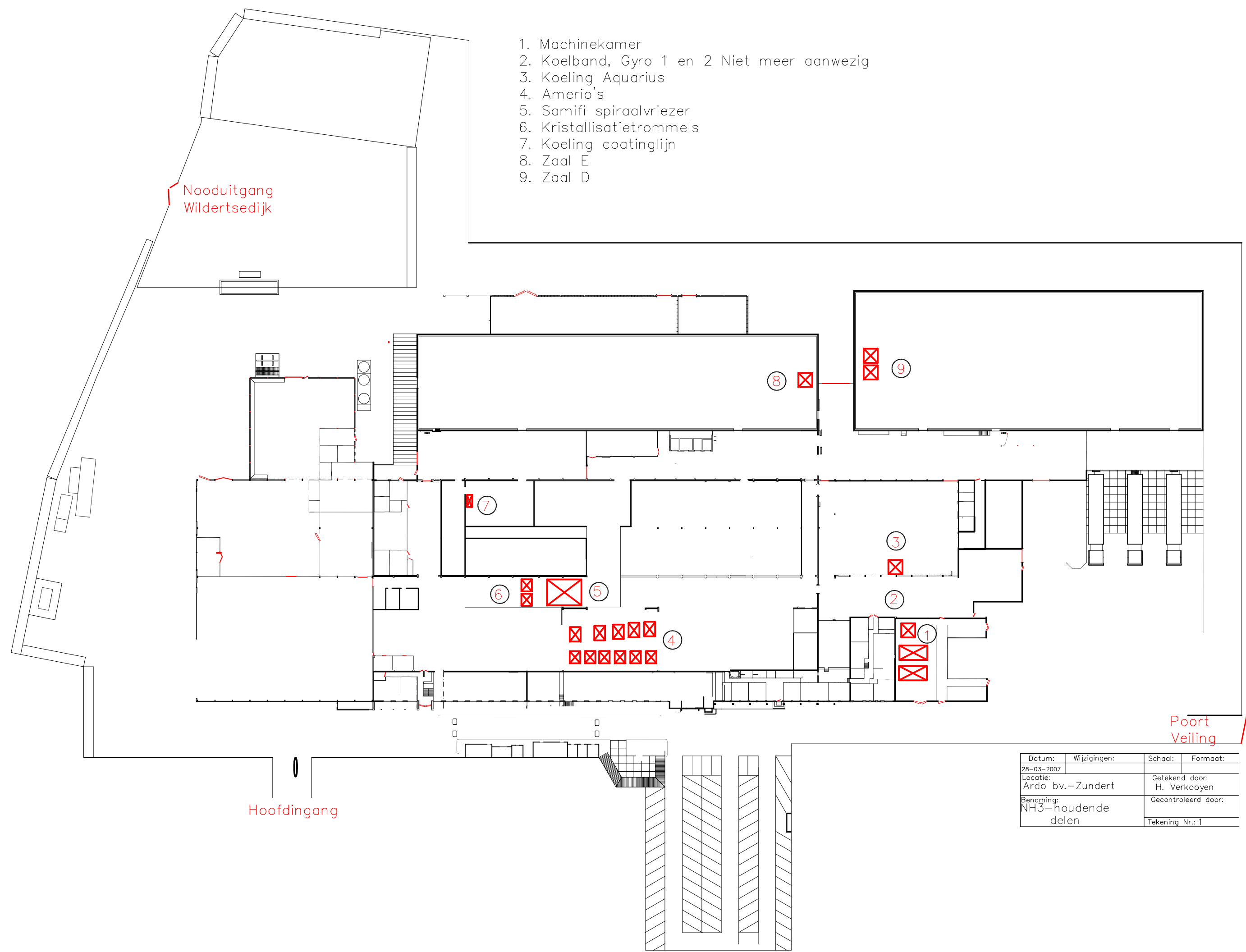
- 2 sensoren in compressorruimte machinekamer
- 2 sensoren bij Amerio's
- 1 sensor op zolder boven Amerio's
- 1 sensor tussen Gyro 1 en 2
- 1 sensor tussen vriestrommels (kristallisatietrommels)
- 1 sensor op zolder boven vriestrommels
- 1 sensor bij kranenstation Gyro 3
- 1 sensor in vrieszaal D
- 1 sensor in vrieszaal E



Datum:	Wijzigingen:	Schaal:	Formaat:
25-04-2006			
Locatie:	Getekend door:		
Ardo bv.-Zundert	H. Verkooyen		
Benaming:	Gecontroleerd door:		
Ammoniakdetectie QRA2009 Tebodin			
	Tekening Nr.: 1		

1. Machinekamer
2. Koelband, Gyro 1 en 2 Niet meer aanwezig
3. Koeling Aquarius
4. Amerio's
5. Samifi spiraalvriezer
6. Kristallisatietrommels
7. Koeling coatinglijn
8. Zaal E
9. Zaal D

Nooduitgang
Wildertsedijk

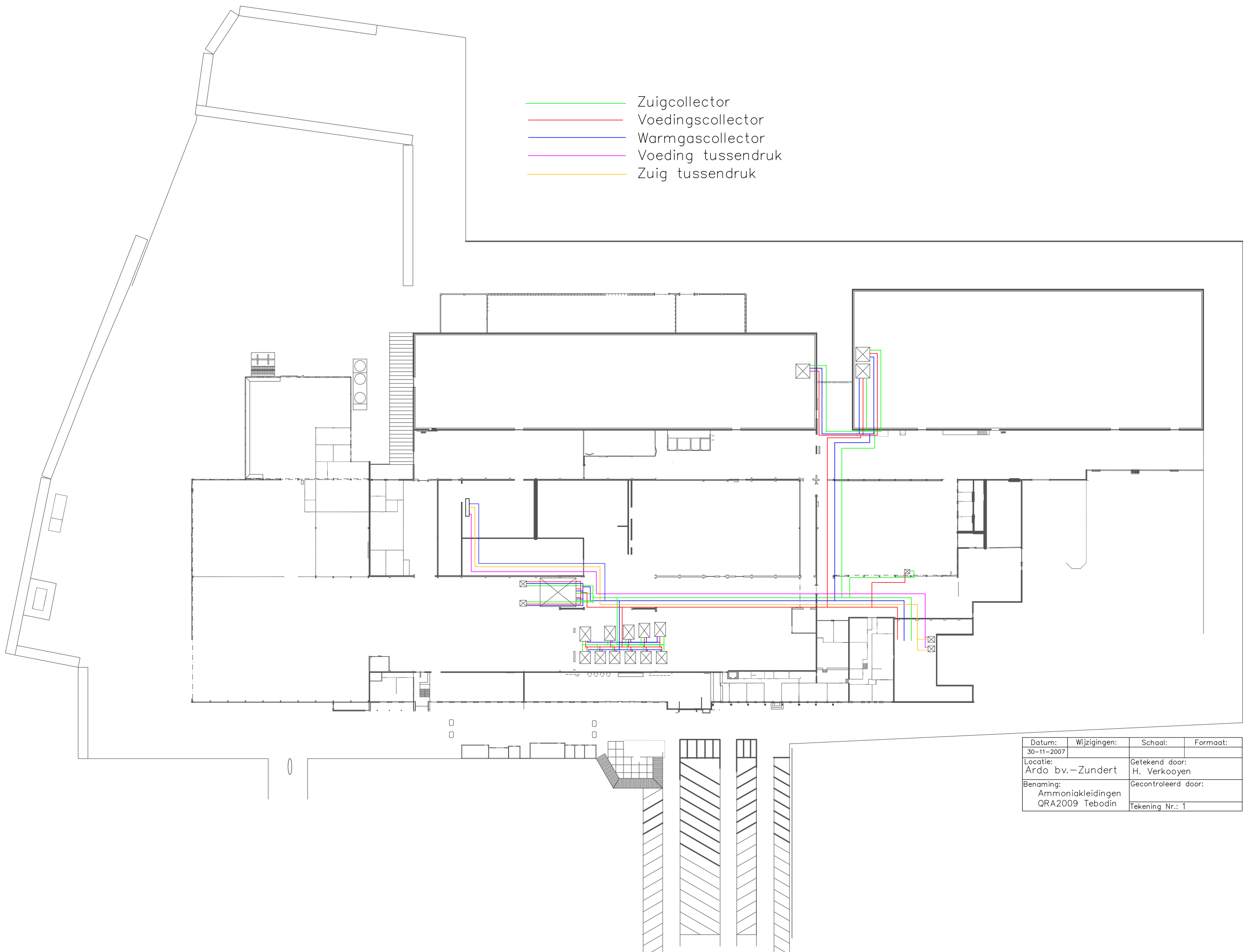


Hoofdingang

Poort
Veiling

Datum:	Wijzigingen:	Schaal:	Formaat:
28-03-2007			
Locatie:	Ardo bv.-Zundert		Getekend door: H. Verkooyen
Benaming:	NH3-houdende delen		Gecontroleerd door:
			Tekening Nr.: 1

- Zuigcollector
- Voedingscollector
- Warmgascollector
- Voeding tussendruk
- Zuig tussendruk



Datum: 30-11-2007	Wijzigingen:	Schaal:	Formaat:
Locatie: Ardo bv.-Zundert	Getekend door: H. Verkooyen		Gecontroleerd door:
Benaming: Ammoniakleidingen QRA2009 Tebodin		Tekening Nr.: 1	

Bijlage 4: Grens- en richtwaarden voor het PR uit het BEVI

De onderstaande tabellen zijn overgenomen uit de Nota van toelichting bij het BEVI [4] en bevatten een samenvatting van de gevolgen van de grens- en richtwaarden voor het plaatsgebonden risico (PR).

Kwetsbare objecten

Type situatie	PR hoger dan 10 ⁻⁵ per jaar	PR tussen 10 ⁻⁵ en 10 ⁻⁶ per jaar	PR lager dan 10 ⁻⁶ per jaar
op het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit aanwezige en geprojecteerde kwetsbare objecten	1. aanwezige kwetsbare objecten: binnen 3 jaar na inwerkingtreding bronmaatregelen/bron saneren/objecten amoveren/bestemmingsplan wijzigen (art. 17, 1e en 2e lid); 2. geprojecteerde kwetsbare objecten: binnen 3 jaar na het onherroepelijk worden van de bouwvergunning bronmaatregelen/ bron saneren (art. 17, 3e lid)	aanwezige kwetsbare objecten en – na het onherroepelijk worden van de bouwvergunning – geprojecteerde kwetsbare objecten moeten zo spoedig mogelijk doch uiterlijk 1-1-2010 voldoen aan PR 10–6 per jaar (art. 18, 1e tot en met 3e lid) (in het algemeen te bereiken door bronmaatregelen/ bron saneren)	toegestaan
oprichten inrichting	niet toegestaan (art. 6, 1e lid)	niet toegestaan (art. 6, 1e lid)	toegestaan
verandering inrichting waarvoor vóór de inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend	niet toegestaan (art. 24, 1 ^o lid)	1. PR moet ten minste gelijk blijven (art. 24, 1e lid), en 2. aanwezige kwetsbare objecten en – na het onherroepelijk worden van de bouwvergunning – geprojecteerde kwetsbare objecten moeten zo spoedig mogelijk doch uiterlijk 1-1-2010 voldoen aan PR 10–6 per jaar (art. 18, 1 ^o tot en met 3 ^e lid)	toegestaan
verandering inrichting waarvoor op of na het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend	niet toegestaan (art. 7, 1 ^o lid)	niet toegestaan (art. 7, 1 ^o lid)	toegestaan
RO-besluit op grond waarvan de bouw/vestiging van kwetsbare objecten is toegelaten	niet toegestaan* (art. 8, 1 ^o lid)	niet toegestaan (art. 8, 1 ^o lid)	toegestaan

*Anticipatie is toegestaan, d.w.z. bij de vaststelling van een bestemmingsplan kan onder strikte voorwaarden vooruit worden gelopen op een toekomstige verbetering van de risicosituatie. Die voorwaarden zijn:

- het plan leidt niet tot een hoger PR dan 10⁻⁵ per jaar;
- aan het plan of aan de milieuvergunning van het risicoveroorzakende bedrijf zijn zodanige voorschriften verbonden dat binnen 3 jaar na de vaststelling van het desbetreffende ruimtelijke ordeningsbesluit aan de grenswaarde 10⁻⁶ per jaar wordt voldaan (artikel 8, derde lid).

Beperkt kwetsbare objecten

Type situatie	PR hoger dan 10^{-5} per jaar	PR tussen 10^{-5} en 10^{-6} per jaar	PR lager dan 10^{-6} per jaar
op het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit aanwezige en geprojecteerde beperkt kwetsbare objecten	verbetering door toepassing van ALARA/ maatregelen bij de objecten*	verbetering door toepassing van ALARA/ maatregelen bij de objecten*	toegestaan
oprichten inrichting	in beginsel niet toegestaan (art. 6, 2 ^o lid)	in beginsel niet toegestaan (art. 6, 2 ^o lid)	toegestaan
verandering inrichting waarvoor vóór de inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend	in beginsel niet toegestaan (art. 7, 2 ^o lid)	PR moet in beginsel ten minste gelijk blijven (art. 7, 2 ^o lid)	toegestaan
verandering inrichting waarvoor op of na het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit een Wm-vergunning is verleend	in beginsel niet toegestaan (art. 7, 2 ^o lid)	in beginsel niet toegestaan (art. 7, 2 ^o lid)	toegestaan
RO-besluit op grond waarvan de bouw/vestiging van beperkt kwetsbare objecten is toegelaten	in beginsel niet toegestaan (art. 8, 2 ^o lid)	in beginsel niet toegestaan (art. 8, 2 ^o lid)	toegestaan

- In bepaalde gevallen, zoals bij verouderde bestemmingsplannen, kan het uit kostenoverwegingen in de rede liggen om het bestemmingsplan ter voorkoming van toekomstige saneringssituaties aan te passen. Voor de goede orde: dit besluit kent geen saneringsplicht uit hoofde van het plaatsgebonden risico voor beperkt kwetsbare objecten.

Bij maatregelen bij aanwezige beperkt kwetsbare objecten zou gedacht kunnen worden aan maatregelen die de verspreiding van gevaarlijke stoffen bij een ongeval, bijvoorbeeld door de afsluiting van een centraal ventilatiekanaal, kunnen tegengaan of aan afspraken over communicatie met het risicoveroorzakende bedrijf.

Bijlage 5: Plasverdamping in de machinekamer 9.890 kg NH₃ installatie

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 massa-overdracht door diffusie, de warmte-overdracht vanuit de lucht en warmte-instraling. De standaardberekening in Safeti-NL, 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 m / 240 s = 0,04 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 warmte-overdracht 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 [9].

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

Met

$H_c(t)$	= $\lambda_s \cdot (T_{s,0} - T_b) \cdot (a_s \cdot \pi \cdot t)^{-1/2}$
Q_v	= Verdampingssnelheid van de plas (kg/s)
A	= Oppervlak van de plas (m ²)
H_c	= Warmte-overdracht van de ondergrond (J/m ² s)
$H_c(t)$	= $\lambda_s \cdot (T_{s,0} - T_b) \cdot (a_s \cdot \pi \cdot t)^{-1/2}$
$L_v(T_b)$	= 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	= 170 m ² (uitgaande van 80% 212 m ²)
$L_v(T_b)$	= 1381 kJ/kg
λ_s	= 1,3 J/(m s K); zwaar beton [9]
$T_{s,0}$	= 285 K
T_b	= 239,7 K
a_s	= 5,9 10 ⁻⁷ m ² /s; zwaar beton [9]

Dit leidt tot 444 kg plas verdamping.

Bijlage 6: Plasverdamping in de machinekamer 900 kg NH₃ installatie

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 massa-overdracht door diffusie, de warmte-overdracht vanuit de lucht en warmte-instraling. De standaardberekening in Safeti-NL, 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 m / 240 s = 0,04 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 warmte-overdracht 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 [9].

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

Met

$H_c(t)$	= $\lambda_s \cdot (T_{s,0} - T_b) \cdot (a_s \cdot \pi \cdot t)^{-1/2}$
Q_v	= Verdampingssnelheid van de plas (kg/s)
A	= Oppervlak van de plas (m ²)
H_c	= Warmte-overdracht van de ondergrond (J/m ² s)
$H_c(t)$	= $\lambda_s \cdot (T_{s,0} - T_b) \cdot (a_s \cdot \pi \cdot t)^{-1/2}$
$L_v(T_b)$	= 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	= 48 m ² (uitgaande van 80% 60 m ²)
$L_v(T_b)$	= 1381 kJ/kg
λ_s	= 1,3 J/(m s K); zwaar beton [9]
$T_{s,0}$	= 285 K
T_b	= 239,7 K
a_s	= 5,9 10 ⁻⁷ m ² /s; zwaar beton [9]

Dit leidt tot 125 kg plas verdamping.

Bijlage 7: Route model leidingen



Bijlage 8: Interventiewaarden

De gepresenteerde interventiewaarden worden voor mensen (rampenbestrijding) gebruikt bij het inschatten van de effectgebieden veroorzaakt door een toxische wolk. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de schadelijkheid van de wolk en de afstand die wordt bereikt, wat kan worden gebruikt voor de beoordeling van effecten op natuurgebieden. De volgende waarden zijn gebruikt;

- Voorlichtingsrichtwaarde – VRW:
De concentratie van een stof 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 blootgestelden beginnen te klagen over het waarnemen van de blootstelling.
- Alarmeringsgrenswaarde – AGW:
De concentratie van een stof waarboven irreversibele of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden door directe toxische effecten bij een blootstelling van één uur.
- Levensbedreigende waarde – LBW:
De concentratie van een stof waarboven mogelijk sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden binnen enkele dagen na een blootstelling van één uur.

VRW, AGW en LWB waardes zijn conform De interventiewaarden, zijn berekend op basis van het door VROM uitgegeven interventiewaarden gevaarlijke stoffen 2007.

Tabel 20 Interventiewaarden

Stof	Interventiewaarde in [mg/m ³]			Interventiewaarde in [ppm]		
	VRW	AGW	LBW	VRW	AGW	LBW
Ammoniak	20	100	1.000	28,24	141,2	1.412

Naast de interventiewaarde is de effectafstand bepaald voor de 1% letaliteitconcentratie. Bij deze concentratie is er 1% kans op overlijden van de mensen die zich buiten op leefniveau bevinden en een halfuur aan de concentratie worden blootgesteld.

In de onderstaande tabellen zijn de effectafstanden voor ammoniak bij de weerstypes F1.5 en D5 opgenomen.

Tabel 21 Effectafstanden leidingbreuk scenario ammoniakkoelinstallatie 1 (inhoud < 10 ton)

	Afstand t.a.v. toxiciteit [m]							
	Weerstype F1.5				Weerstype D5			
	VRW	AGW	LBW	LC01	VRW	AGW	LBW	LC01
Leidingbreuk scenario	> 10.000	530	71	73	> 10.000	162	63	75

N.H. = No Hazard = Geen gevaar

Bijlage 9: Beschrijving werking 9.890 kg ammoniakkoelinstallatie

7.2.1.1 Beschrijving van de ammoniakkoelinstallaties

De bestaande ammoniakkoelinstallatie is opgebouwd uit verschillende onderdelen, welke in de onderstaande paragrafen worden beschreven. De nieuwe ammoniakkoelinstallatie heeft een gelijkaardige opbouw met een kleinere ammoniakinhoud en wordt niet nader toegelicht.

7.2.1.2 Machinekamer bestaande ammoniakkoelinstallatie

De machinekamer betreft een ruimte met de afmetingen (l x b x h) 21,2 m x 10 m x 7,55 meter (vloeroppervlak 212 m² en volume van ca. 1600 m³). De ammoniakhoudende vaten staan opgesteld op de 1^{ste} verdieping. Als verdiepingvloer is een rooster aangebracht. Er is dus een open verbinding tussen de begane grond en de 1^{ste} verdieping. Op de begane grond bevinden zich de compressoren (zie additioneel toegevoegde layout tekening machinekamer). De vloer van de machinekamer, die op afschot is aangelegd, fungeert tevens als opvangbak.

De machinekamer kan via mechanische ventilatie worden geventileerd. De capaciteit bedraagt, 21.000 m³/uur met een ventilatievoud van 13. Hiermee is het ventilatiesysteem zodanig gedimensioneerd, dat de hoeveelheid toe- en afgevoerde lucht conform PGS 13 is:

$$Q = 50 \cdot M^{2/3}$$

Q = hoeveelheid lucht in m³/h

M = totale vulinhoud in kg ammoniak van het grootste koelsysteem dat in de machinekamer aanwezig is

Voor een ammoniak systeem van 8.940 kg is 21.600 m³/h nodig om hier aan te voldoen. De hoeveelheid afgevoerde lucht behoeft echter niet meer te bedragen, dan die waarbij de machinekamerinhoud 15 maal per uur wordt ververst.

Zoals beschreven bevinden zich in de machinekamer de ammoniakhoudende vaten. Hierbij zijn de volgende vaten te onderscheiden:

- SF-afscidders 1 en 2 (SF = Super Feed)
- TD afscheider 1 (TD = Tussen Druk)
- LD-afscheider 1 (LD = Lage Druk)
- Kleine hoge druk ketel
- Olie afscidders

De machinekamer van de nieuwe installatie betreft een ruimte met de afmetingen (l x b x h) 10 m x 6 m x 4 meter (vloeroppervlak 60 m² en volume van ca. 240 m³).

De machinekamer heeft een mechanische ventilatie van 2880 m³/h.

7.2.1.3 Naast de machinekamer

Op het overdekte gedeelte nabij de machinekamer bevinden zich de condensors.

7.2.1.4 Leidingen en locatie bestaande machinekamer

De ammoniakvloestofleiding naar de gebruikers en de ammoniakretourleiding (zuigleiding) liggen voor het grootste gedeelte op het dak van het gebouw (zie bijlage 3 en zie additioneel toegevoegde layout tekening leidingstraat). Vrijkomende vloeibare ammoniak kan op het bitumen dak vrij spreiden. De diameters en lengten van de leidingen zijn hieronder samengevat.

Ammoniak transportleiding van de lage druk afscheider (LD-afscheider) naar de verdamper

De ammoniaktransportleiding van de lagedrukafscheider heeft in het eerste gedeelte een diameter van 100 mm met een lengte van ca. 2,5 meter en bevindt zich in de machinekamer voor de pomp. De leidingen van de vloeistofpomp naar de verdamper lopen buiten over het dak. De diameter van de leiding die naar de verdamper loopt bedraagt circa 100 mm (enkele aftakkingen en daarmee samenhangende diameterverkleining buiten beschouwing latend) met een lengte van 85 m. Hierbij zijn diameterverkleiningen ten aanzien van aftakkingen naar de amerio's, Kristallisatie trommels T1 en T2 en Spiraaltunnel S1, etc. buiten beschouwing gelaten. Wel wordt gezien de lengte de leidingaftakking richting de vrieshuizen beschouwd. De diameter van de leidingaftakking die naar de verdamper in de vrieshuizen loopt, bedraagt 40 mm en heeft een lengte van 55 meter.

Ammoniak transport van de verdamper naar de lage druk afscheider

De zuiggasleiding van de verdamper heeft een diameter van 500 mm en heeft dezelfde lengte als de vloeistofleiding namelijk 85 meter. De zuiggasleiding vanuit de diepvrieshuizen (aftakking die uitkomt op de hoofdzuiggasleiding) heeft een diameter van 200 mm en een lengte van 55 meter.

Ammoniak transport lage druk afscheider naar condensor

Ammoniak wordt vanuit de lagedrukafscheider via een compressor richting condensor getransporteerd om vervolgens in de SF-afscheider 1 terecht te komen. De ammoniakleiding naar de compressor toe heeft een diameter van 300 mm, de leiding van de compressor naar de condensor heeft een diameter van 150 mm en de leidingdiameter van de leiding naar de SF-afscheider 1 bedraagt 65 mm.

Leidingen tussen de overige ammoniakvaten

De leidingen tussen de overige ammoniak vaten liggen steeds in de machinekamer en betreffen:

- SF-afscheider 1 naar TD-afscheider; diameter vloeistofleiding: 65 mm
- TD- afscheider naar SF-afscheider 2; diameter vloeistofleiding: 65 mm
- SF-afscheider 2 naar LD-afscheider; diameter vloeistofleiding: 65 mm

De technische gegevens van de leidingen van de nieuwe installatie zijn terug te vinden in paragraaf 3.4.

7.2.1.5 Verdamper/ Gebruikers bestaande ammoniakkoelinstallatie

De ammoniakinstallatie heeft de volgende koelvermogens:

- 3.000 kW t.b.v. productievriezers 11 plaatvriezers
- 490 kW t.b.v. DVK E
- 300 kW t.b.v. DVK D
- 200 kW t.b.v. Krist. Trommel 1
- 200 kW t.b.v. Krist. Trommel 2
- 800 kW t.b.v. Samifi Spiraaltunnel

- Koeling Aquarius
- Koeling coating ruimte

7.2.1.6 Detectiesysteem

In bijlage 3 is een overzicht de locatie van de ammoniakdetectoren welke hieronder kort worden toegelicht.

Het automatisch ammoniakdetectiesysteem voldoet aan de volgende eisen gesteld in de PGS 13:

- De meetnauwkeurigheid bedraagt maximaal $\pm 5\%$ van de maximale schaalwaarde;
- Het meetbereik bedraagt maximaal van 0 tot 1.000 ppm;
- De alarmvertraging is kleiner dan 60 seconden;
- Het toegepaste detectieprincipe dient geschikt te zijn voor de omstandigheden waaraan de detector wordt blootgesteld (temperaturen, vochtigheid e.d.).

Het detectiesysteem is voorzien van een laag en een hoog niveau. Het lage niveau kan een concentratie van 200 ppm of lager waarnemen en het hoge niveau kan een concentratie van 800 ppm of lager waarnemen. Bij het detecteren van het lage niveau wordt het alarmeringssysteem geactiveerd; het is conform PGS 13 toegestaan bij een laag detectieniveau de alarmering te beperken tot een eventueel aanwezige portiersloge, controlekamer of een andere ruimte waarin zich bedieningspersoneel kan ophouden (voor-alarm), mits bij het hoge detectieniveau het volledige alarmeringssysteem in werking treedt.

Bij het detecteren van het hoge niveau wordt de koelinstallatie afgeschakeld (noodstopsysteem) en treden inblikvoorzieningen (leiding na pomp lage druk afscheider wordt automatisch afgesloten) en noodventilatie in werking.