

# Bio-energiecentrale Meerhoven

## *Kwantitatieve risicoberekening*





# Bio-energiecentrale Meerhoven

## *Kwantitatieve risicoberekening*

<b>In opdracht van</b>	gemeente Eindhoven
<b>Opgesteld door</b>	SRE Milieudienst Keizer Karel V Singel 8 Postbus 435 5600 AK Eindhoven 040 2594605
<b>Auteur</b>	ir. C. van den Beld
<b>Projectnummer</b>	490580
<b>Datum</b>	2 november 2010
<b>Status</b>	Definitief



## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2. Beschrijving van de locatie</b>	<b>10</b>
<b>3. Beschrijving van de inrichting</b>	<b>11</b>
3.1. Procesbeveiliging ammoniakinstallatie	12
<b>4. Risicoberekening</b>	<b>13</b>
4.1. Scenarioselectie	13
4.2. Uitwerking scenario's	14
<b>5. Modelleringsgegevens</b>	<b>15</b>
5.1. Bevolkingsgegevens	15
5.1.1. Omliggende percelen op Park Forum Oost.	15
5.1.2. Woonwijken	15
<b>6. Resultaten</b>	<b>16</b>
6.1. Plaatsgebonden risico	16
6.1.1. Risk ranking points	17
6.2. Groepsrisico	17
6.2.1. Effectafstanden	18
<b>7. Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>19</b>
7.1. Conclusies	19
7.2. Aanbevelingen	19

## Bijlagen

**Bijlage 1** Effectafstanden

**Bijlage 2** Risk ranking points



## Samenvatting

Op Park Forum Oost wordt een bio-energiecentrale gebouwd. In verband met een gewijzigde aanvraag voor een milieuvergunning, vanwege het voorgenomen gebruik van ammoniak, is een risicoberekening gedaan.

In de beleidsvisie externe veiligheid van de gemeente Eindhoven is bepaald, dat nieuwe bedrijven op Park Forum West en Oost geen risico voor de omgeving mogen opleveren hoger dan de wettelijke grenswaarde. Deze grenswaarde, die geldt voor het plaatsgebonden risico, bedraagt  $10^{-6}$  per jaar.

De berekening is uitgevoerd op basis van de Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 3.2 d.d. 1 juli 2009. Het gebruikte rekenprogramma is SafetiNL, versie 6.54.

De relevante incidentscenario's hebben betrekking op de opslagtanks en het leidingwerk voor ammoniak. Voor incidenten aan de ammoniakleiding is de systeembeveiliging meegenomen. Door het automatisch sluiten van de toevoerleiding bij detectie van ammoniak in het gebouw, is de uitstromingsduur gelimiteerd tot twee minuten.

Het terrein is in de huidige situatie onbebouwd. Voor het berekenen van het (toekomstige) groepsrisico zijn de aanwezige personen in de dag- en de nachtsituatie afgeleid van het gebruik van de omgeving zoals dat in het bestemmingsplan Meerhoven (deelplan Parkforum Oost en Zuid) is aangeduid.

Uit de rekenresultaten blijkt, dat de  $10^{-6}$  contour van het plaatsgebonden risico niet buiten de inrichting valt.

De letale effecten van een eventueel incident reiken bij het ongunstigste weertype tot 124 meter. Het maximaal aantal dodelijke slachtoffers bedraagt vier. Er is volgens de definitie geen sprake van een groepsrisico.

Het is voor de uiteindelijke inrichting van het terrein belangrijk om te realiseren dat bij de risicoberekening een aanname is gedaan ten aanzien van de locatie van de ammoniakinstallatie. De grenswaarde voor het plaatsgebonden risico bevindt zich vlak bij de perceelsgrens. Als de ammoniakinstallatie dichtbij de perceelsgrens wordt gepositioneerd kan de PR  $10^{-6}$  contour alsnog buiten het perceel vallen. Voor het groepsrisico zal dat geen verschil uitmaken.





## 1. Inleiding

Op bedrijventerrein Park Forum in Meerhoven, wordt een bio-energiecentrale gebouwd. Op 22 oktober 2008 is een milieuvergunning verleend aan de gemeente Eindhoven.

De energiecentrale bestaat uit een houtgestookte warmte-krachtkoppeling installatie, inclusief een warmteleveringstation. De vrijkomende warmte wordt gebruikt voor het verwarmen van het stadsverwarmingnetwerk van de wijk Meerhoven. Daarnaast wordt elektriciteit opgewekt die aan het elektriciteitsnet wordt geleverd.

Bij het ontwerpen van de installatie is het onderdeel DeNox installatie (ter verwijdering van stikstofoxides uit de rookgassen) veranderd ten opzichte van de oorspronkelijke aanvraag. De oorspronkelijke hulpstof ureum is vervangen door ammoniak. In de inrichting zal ammoniak in bovengrondse tanks worden opgeslagen. Hiervoor is een wijziging van de milieuvergunning nodig.

In de beleidsvisie externe veiligheid van de gemeente Eindhoven is bepaald, dat nieuwe bedrijven op bedrijventerrein Park Forum Oost en West geen plaatsgebonden risico hoger dan  $10^{-6}$  per jaar buiten de terreingrens mogen veroorzaken. In dit rapport zijn de risico's voor externe veiligheid berekend en getoetst aan het wettelijk kader.

Het doel van de voorliggende kwantitatieve risicoanalyse (quantitative risk analysis, QRA) is het kwantificeren van de gevaren van het vrijkomen van ammoniak bij incidenten gerelateerd aan het gebruik en de opslag van ammoniak.

Voor het in kaart brengen van de externe risico's van de opslagtanks en leidingwerk is gebruik gemaakt van het softwarepakket SafetiNL, versie 6.54. Dit softwareprogramma is door de overheid aangewezen als geschikt hulpmiddel voor het berekenen van externe risico's. De QRA is uitgevoerd aan de hand van de Handleiding Risicoberekeningen Bevi, versie 3.2. d.d. 1 juli 2009.

In deze QRA worden het groepsrisico (GR) en de ligging van de zogenaamde  $10^{-6}$ - plaatsgebonden risico contour (PR) bepaald. Het groepsrisico geeft de frequentie aan van het overlijden van een groep personen van een gegeven omvang per jaar. Het plaatsgebonden risico is de kans 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 het voorval. De resultaten van de QRA zijn vergeleken met de geldende normen.

De opbouw van het rapport is als volgt:

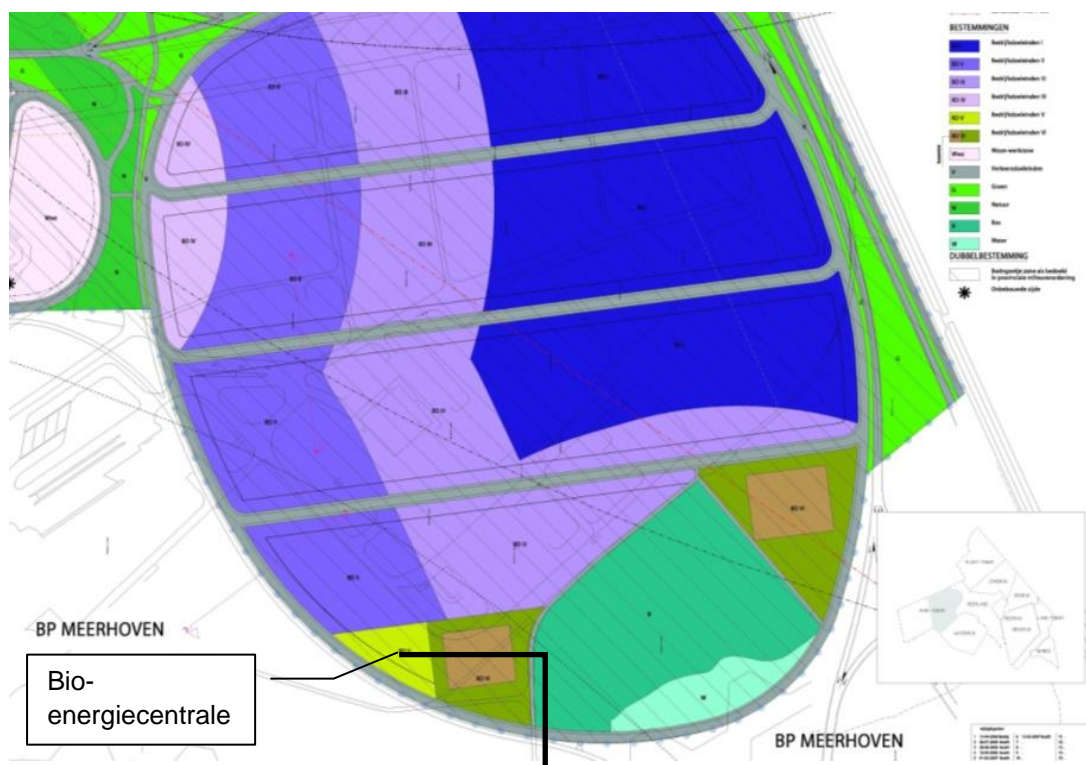
In de volgende twee hoofdstukken is de nieuwe situatie beschreven, waarbij de activiteiten worden uitgelicht die relevant zijn voor de risico's voor externe veiligheid.

In hoofdstuk vier is beschreven hoe de berekening is uitgevoerd. De modelparameters staan in hoofdstuk vijf. De resultaten en de toetsing aan het wettelijk kader zijn opgenomen in hoofdstuk zes, gevolgd door conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk zeven.

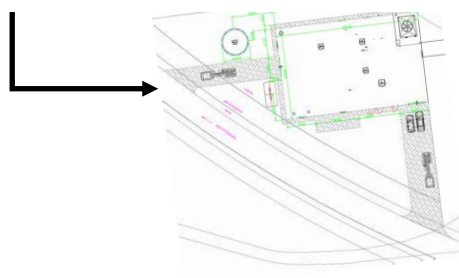
## 2. Beschrijving van de locatie

De bio-energiecentrale wordt gebouwd op Park Forum Oost. Het perceel is opgenomen in bestemmingsplan Meerhoven, deelplan Park Forum Oost en Zuid (vastgesteld 22 november 2007), met bestemming bedrijfsdoeleinden V. Het Oostcluster, met circa 20 ha. uitgeefbaar terrein, is geschikt voor gemengde bedrijvigheid met een hoogwaardige uitstraling en in een groene "setting". Aan de noordzijde wordt het gebied begrensd door gronden van de Staat (Defensie) c.q. luchthaventerrein "Welschap". De woonwijk Waterrijk vormt de zuidelijk grens van het plangebied. Aan de oostzijde van Park Forum Oost en Zuid wordt de grens gevormd door respectievelijk cluster 6 van het bedrijventerrein Flight Forum en het park Meerland. Het gebied ten westen van het plangebied zal worden ingericht voor het Westcluster van Park Forum alsmede een nog te ontwikkelen woongebied in de gemeente Veldhoven (uitwerkingsplan Strijpsebaan).

In figuur 1 is de ligging van het perceel aangeduid.



Figuur 1 Aanduiding bouwlocatie van de bio-energiecentrale



### 3. Beschrijving van de inrichting

In de bio-energiecentrale wordt elektriciteit opgewekt uit de verbranding van hout, volgens het principe warmte-krachtkoppeling. Het hout wordt in een vuurhaard gedroogd, vergast en verbrand. De daarbij vrijkomende rookgassen worden afgekoeld in een waterpijpketel, die daardoor stoom genereert. Met deze stoom wordt door middel van een turbine mechanische energie opgewekt die in een generator omgezet wordt in elektrische energie.

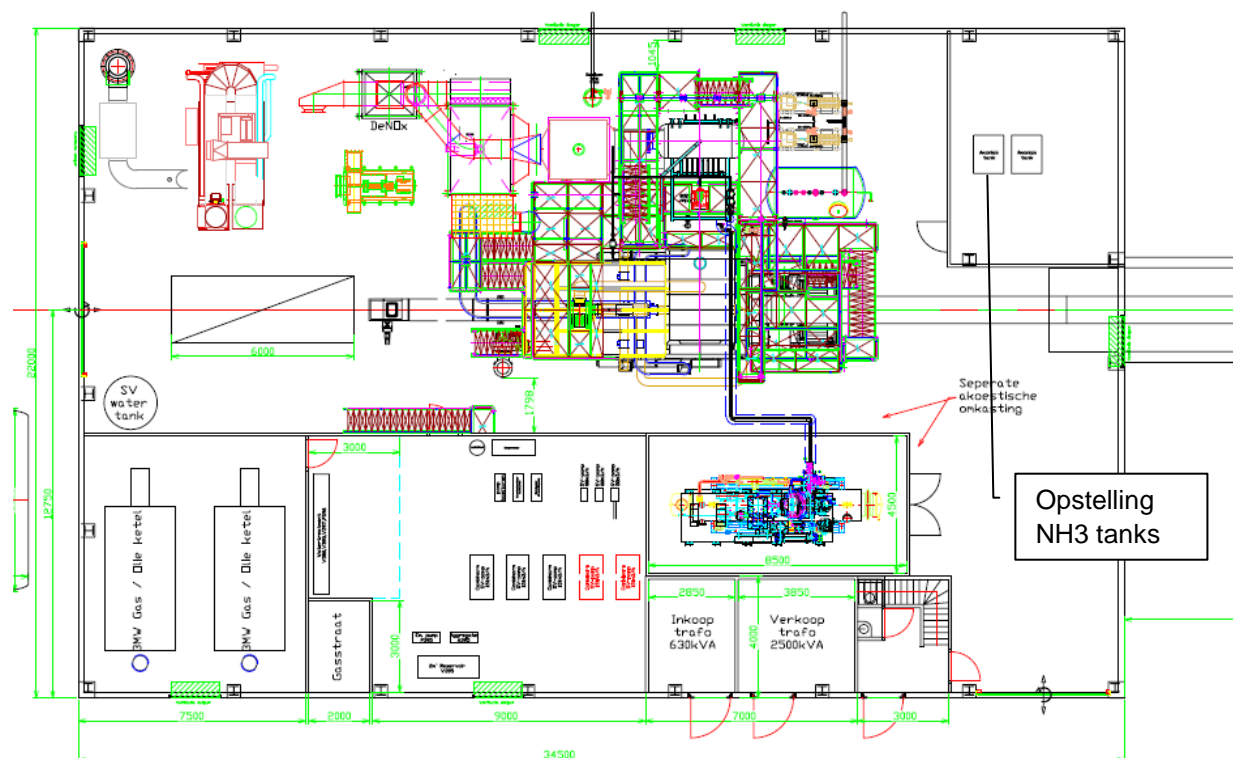
Voor het opvangen van capaciteitstekort worden twee bi-fuel ketels geïnstalleerd, die aardgas of olie als brandstof gebruiken. Daarnaast wordt een warmtebuffer gebruikt met verwarmd water, dat met een overdruk stikstof zuurstofarm wordt gehouden.

Het warme water zal tevens gebruikt worden voor stadsverwarming, daartoe worden zes pompen ingezet.

De processen die plaatsvinden zijn:

- Verbranden van hout in een vuurhaard, afvoer asresten;
- Naverbranding van de rookgassen (door toevoer extra lucht);
- Koeling van rookgassen en verhitting van water (stoom);
- Omzetten van stoom in elektriciteit;
- Filteren van rookgassen;
- Verwijdering van NOx uit de rookgassen (DeNOx installatie) door reductie met behulp van ammoniak;
- Condensatie van de rookgassen;
- Emissie via een schoorsteen.

Een plattegrond van de installatie is weergegeven als figuur 2.



Figuur 2 Inrichting begane grond

De activiteiten met gevaarlijke stoffen zijn:

- Opslag in bovengrondse tanks (twee keer 450 kg) en toevoer van ammoniak aan de DeNox installatie;
- Opslag in een ondergrondse tank (25 m<sup>3</sup>) en toevoer van gasolie aan de bi-fuel ketels;
- Opslag in IBC (maximaal drie stuks à 1.000 liter) van 32% natronloog (t.b.v. rookgascondensator);
- Opslag van 13% natriumhypochloriet, maximaal twee keer 25 liter (t.b.v. de koeltoren);
- Opslag van ammonia (maximaal vier keer 25 liter) voor conditionering van het ketelwater..

### **3.1. Procesbeveiliging ammoniakinstallatie**

In de installatie is een ammoniakdetectie systeem aanwezig. Er bevindt zich een afsluiter op het punt in het gebouw, waar de ammoniakleiding het gebouw binnenkomt. Indien ammoniak wordt gedetecteerd, zal deze afsluiter automatisch sluiten ('fail safe closed').

De invloed van dit inbloksysteem op de modellering van de incidentscenario's is, dat er gedurende maximaal twee minuten ammoniak uitstroomt uit een gebroken leiding of uit een lek in de leiding. Deze tijdsduur wordt voorgeschreven in de Handleiding Risicoberekening Bevi.

## 4. Risicoberekening

Voor het berekenen van de risico's dient eerst een selectie te worden gemaakt van de relevante scenario's. Vervolgens wordt per scenario de kans van voorkomen bepaald. Na het verzamelen van stof- weer- en installatiegegevens kunnen de rekenmodellen met behulp van het programma SafetiNL de effecten en de risico's worden berekend. Voor de berekening van het groepsrisico wordt vervolgens de bevolking binnen het invloedsgebied<sup>1</sup> geïnventariseerd en toegevoegd aan het rekenmodel.

### 4.1. Scenarioselectie

Van de activiteiten met gevaarlijke stoffen is de opslag van ammoniak in bovengrondse tanks relevant. De overige stoffen zullen door de combinatie van gevaarklasse en opgeslagen hoeveelheid niet leiden tot effecten buiten de grens van de inrichting.

Het ammoniak wordt opgeslagen in bovengrondse tanks; twee stuks met 450 kg. De tanks worden niet bevoorrad maar geheel vervangen als ze leeg zijn. Om die reden zijn incidentscenario's in verband met laden en lossen niet relevant.

Vanuit de tanks loopt een toevoerleiding naar de DeNox- installatie.

De scenario's in verband met de opslag van ammoniak, leiden tot een toxische gaswolk, die in de omgeving wordt verspreid als gevolg van<sup>2</sup>:

Tabel 1 Selectie van scenario's

Nr.	Scenario	Tijdsduur	Initiële kans per jaar	Vrijkomende hoeveelheid (bronsterkte)
<b>Tank</b>				
T1	Catastrofaal falen	instantaan	$5 \times 10^{-7}$	450 kg
T2	Continue uitstroming	10 min	$5 \times 10^{-7}$	0,75 kg/s
T3	Gat van 10 mm	5 min 40 s	$1 \times 10^{-5}$	1,32 kg/s
<b>Toevoerleiding</b>				
L1	Breuk van de leiding	2 min	$1 \times 10^{-6}$ per meter leiding	0,024 kg/s
L2	Breuk van de leiding, inbloksysteem faalt	30 min	$1 \times 10^{-9}$ per meter leiding	0,024 kg/s
L3	Lek, 10% van de diameter	2 min	$5 \times 10^{-6}$ per meter leiding	0,001 kg/s
L4	Lek, 10% van de diameter, inbloksysteem faalt	30 min	$5 \times 10^{-9}$ per meter leiding	0,001 kg/s

<sup>1</sup> Het invloedsgebied is het gebied waarin 1% van de aanwezige personen komt te overlijden als gevolg van het worst case scenario van een ongeval met gevaarlijke stoffen.

<sup>2</sup> De scenarioselectie is voorgeschreven in de Handleiding Risicoberekeningen Bevi.

## 4.2. Uitwerking scenario's

De faalfrequenties in tabel 1 zijn de basisfaalkansen uit de Handreiking Risicoberekeningen Bevi. Deze faalkansen worden vermenigvuldigd met een factor voor de feitelijke situatie. Dit leidt tot de volgende faalkansen:

Tabel 2 Resulterende faalfrequenties

Nr.	Scenario	Initiële kans per jaar	Factor	Werkelijke faalkans
T1	Catastrofaal falen	$5 \times 10^{-7}$	2 (tanks)	$1 \times 10^{-6}$
T2	Continue uitstroming	$5 \times 10^{-7}$	2 (tanks)	$1 \times 10^{-6}$
T3	Gat van 10 mm	$1 \times 10^{-5}$	2 (tanks)	$1 \times 10^{-5}$
L1	Breuk van de leiding	$1 \times 10^{-6}$	25 (meter leiding) Minus de kans dat het inbloksysteem faalt	$2,5 \times 10^{-5}$ $2,5 \times 10^{-5}$
L2	Breuk van de leiding, inbloksysteem faalt	$1 \times 10^{-9}$	25 (meter leiding)	$2,5 \times 10^{-8}$
L3	Lek, 10% van de diameter	$5 \times 10^{-6}$	25 (meter leiding) Minus de kans dat het inbloksysteem faalt	$1,25 \times 10^{-4}$ $1,25 \times 10^{-4}$
L4	Lek, 10% van de diameter, inbloksysteem faalt	$5 \times 10^{-9}$	25 (meter leiding)	$1,25 \times 10^{-7}$

T De basisfrequenties  $5 \times 10^{-7}$  en  $1 \times 10^{-7}$  zijn vermenigvuldigd met twee, want er zijn twee tanks aanwezig. Het zal in de praktijk niet voorkomen dat beide tanks tegelijkertijd gevuld zijn met 450 kg. Hiervoor is echter geen correctie in de systeemgrootte aangebracht. Dat wil zeggen, dat gerekend is met de *vergonde* aanwezigheid van 900 kg ammoniak.

L1 De lengte van de leiding is gemodelleerd op 25 meter.  
Er is in de berekening uitgegaan van een automatisch inbloksysteem ter beveiliging. Dit systeem zorgt ervoor dat er maximaal twee minuten een lekkage optreedt voordat het leidingdeel wordt afgesloten. De kans dat het inbloksysteem niet werkt is  $1 \times 10^{-3}$  (per aanspraak). Hiermee wordt de faalfrequentie verminderd:  $2,5 \times 10^{-5} - 10^{-3} \times 25 \times 1 \times 10^{-6}$  en resulteert in  $2,4975 \times 10^{-5}$ .

L2 Als het inbloksysteem faalt geldt de basisfrequentie vermenigvuldigd met de kans op falen van het inbloksysteem:  $10^{-3} \times 25 \times 1 \times 10^{-6} = 2,5 \times 10^{-8}$ .

L3/L4 Bij het scenario 'lek in de leiding' wordt dezelfde redenering gevolgd als L1 respectievelijk L2.

## 5. Modelleringsgegevens

Tabel 3 Modelparameters

Parameter		Systeemgrootte
<b>Materiaal</b>	Ammoniak, tot vloeistof verdicht gas onder verzadigde condities.	450 kg per tank
<b>Weerstation</b>	Eindhoven Gemiddelde omgevingstemperatuur (24 uur) 9°C	
<b>Omgevingsruwheid</b>	Bezaaid met grote obstakels	300 mm
<b>Tank</b>	Vloeistofhoogte t.o.v. de uitlaat 1 meter Uitstroomhoogte 1 meter boven maaiveld	
<b>Toevoerleiding</b>	Diameter 12 mm Ruwheid 0,045 mm Bij breuk of lek stroomt de gasfase uit.	Lengte 25 meter

Overige aannamen:

- Ammoniak wordt opgeslagen als verzadigde vloeistof.
- Voor de verspreiding van ammoniak is ervan uitgegaan dat de installaties zich 'buiten' bevinden. In de toelichting op de gewenste aanpassingen in de milieuvergunning staat 'De ruimte voor plaatsing van de tank bevindt zich in de buitenlucht binnen de contouren van het gebouw.'

### 5.1. Bevolkingsgegevens

De bevolking is geïnventariseerd op basis van bestemmingsplancapaciteit, aangezien in de huidige situatie nog geen bebouwing is gerealiseerd.

#### 5.1.1. Omliggende percelen op Park Forum Oost.

Op basis van de toegestane categorieën bedrijven en de uitsluiting van zelfstandige kantoren is voor de dagsituatie uitgegaan van 1 persoon per 100 m<sup>2</sup> bedrijfsvloeroppervlak. Voor het gebied binnen het bestemmingsplan Park Forum Oost is uitgegaan van een bebouwingspercentage van 50% en een gemiddelde bouwhoogte van vier bouwlagen. Daarmee komt het aantal aanwezigen in bedrijven op 0,5 x 1 x 4 personen per 100 m<sup>2</sup> grondoppervlak oftewel 200 personen per hectare.

Voor de nachtsituatie is ervan uitgegaan dat de omliggende bedrijven vooral in dagdienst werken. Buiten kantooruren is bewakingspersoneel aanwezig en (in een kleine fractie van de tijd) personeel dat buiten kantooruren werkt. Deze bezetting is geraamd op 2 personen per hectare.

#### 5.1.2. Woonwijken

De dichtstbijzijnde woonwijk is Zanddijk. Er is in de berekening uitgegaan van een dichtheid van 56 personen per hectare in de nachtperiode en 28 in de dagperiode.

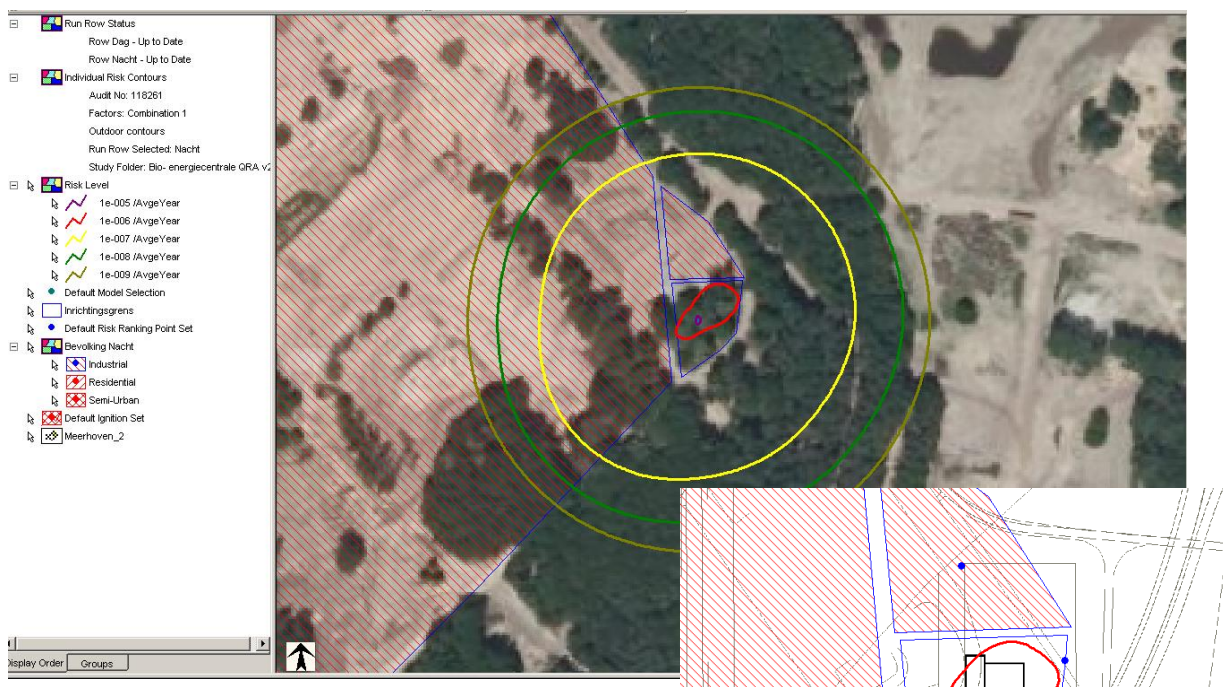
In het park is een kinderboerderij annex educatiecentrum voorzien. De aanwezigheid wordt geschat op gemiddeld 16 bezoekers en 1 toezichthouder overdag. In de nachtperiode is 1 persoon aanwezig.

## 6. Resultaten

### 6.1. Plaatsgebonden risico

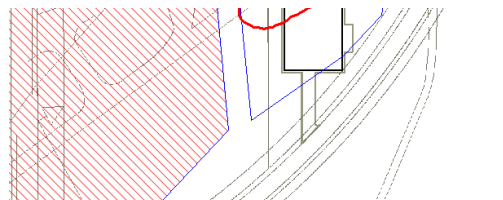
Het plaatsgebonden risico (PR), is de kans per jaar op een dodelijk ongeval ten gevolge van een ongewoon voorval (ongevalscenario) indien een persoon (onbeschermd in de buitenlucht) zich bevindt op een bepaalde plaats waar hij voortdurend (24 uur per dag en gedurende het hele jaar) wordt blootgesteld aan de schadelijke gevolgen van een voorval. De grenswaarde is  $10^{-6}$  per jaar.

Door de kans op overlijden voor alle ongevalscenario's te sommeren, wordt een totaalbeeld verkregen van het individueel overlijdensrisico als functie van de plaats. Door plaatsen met een gelijk risico met elkaar te verbinden worden iso-contouren verkregen. Het PR is onafhankelijk van de bevolkingsverdeling in de omgeving van de inrichting. In figuur 3 zijn de PR-contouren weergegeven, zoals die zijn berekend op basis van de gedefinieerde ongevalscenario's. De PR  $10^{-6}$ -contour is weergegeven met de rode cirkel.



Figuur 3 Plaatsgebonden risicocontouren

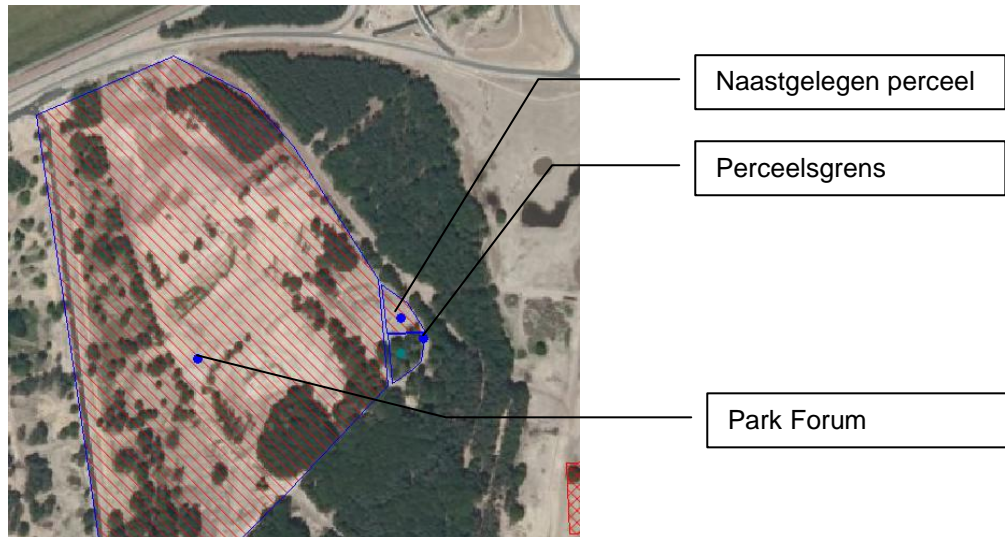
In de bovenstaande figuur is te zien dat de PR  $10^{-6}$ -contour niet buiten de perceelsgrenzen komt.





### 6.1.1. Risk ranking points

Op drie plaatsen is de bijdrage van de incidentscenario's berekend. De ligging van deze 'risk ranking points' is weergegeven in figuur 4.



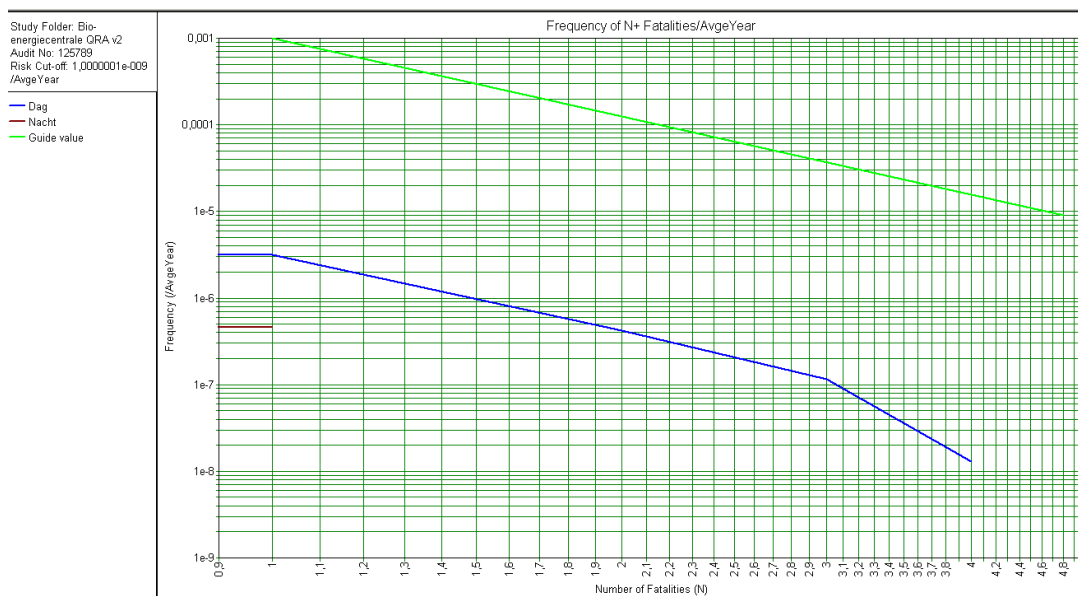
Figuur 4 Ligging risk ranking points

Voor het punt gelegen op grotere afstand van de installatie is het risico zo laag, dat geen scenario van belang is. Voor de andere twee punten is de bijdrage van de scenario's weergegeven in bijlage 2.

Het scenario T3, uitstroming uit een gat van 10 mm in de opslagtank, levert in beide gevallen met ruim 93% de grootste bijdrage aan het risico.

### 6.2. Groepsrisico

Het groepsrisico wordt gepresenteerd in een zogenaamde FN curve, waarin de frequentie staat uitgezet tegen het aantal dodelijke slachtoffers. De oriënterende waarde voor het groepsrisico bestaat uit een curve met de volgende punten: een cumulatieve frequentie van  $10^{-5}$  per jaar voor 10 slachtoffers en een frequentie van  $10^{-7}$  voor 100 getroffen. In figuur 4 is de FN curve voor de dag- en de nachtperiode opgenomen. De groene lijn vertegenwoordigt de oriëntatiewaarde.



Figuur 5 Groepsrisico als FN curve.

Uit de grafiek blijkt, dat er geen sprake is van een groepsrisico. Er is geen kans op overlijden van 10 personen of meer.

### 6.2.1. Effectafstanden

Voor de ongevalsscenario's zijn ook de effectafstanden berekend. Als effectgebied wordt beschouwd het gebied waarbinnen 1% van de aanwezigen komt te overlijden (LC01). De grootste effectafstand ontstaat bij scenario T3, bij weertype D1,5 en bedraagt 124 meter, zie figuur 5.

Daarnaast zijn er niet-dodelijke effecten, waarvoor ook verschillende grens- of richtwaarden zijn (LBW, AGW VRW). Deze afstanden staan, samen met de letale afstanden voor alle weertypen, in bijlage 1.



Figuur 6 Grootste effectafstand, LC01

## **7. Conclusies en aanbevelingen**

### **7.1. Conclusies**

Naar aanleiding van de resultaten van de kwantitatieve risicoanalyse kan worden geconcludeerd dat een ammoniakemissie uit de opslagtanks of leidingen van de Bio-energiecentrale niet leidt tot een ontoelaatbaar risico voor personen die zich bevinden in de omgeving. De plaatsgebonden risicocontour van  $10^{-6}$  ligt niet buiten het terrein van de inrichting. Er wordt geen groepsrisico berekend.

### **7.2. Aanbevelingen**

Het is raadzaam om de bij de inrichting van het terrein rekening te houden met de omvang en vorm van de PR  $10^{-6}$  contour. Omdat er geen gedetailleerd kaartmateriaal van het perceel beschikbaar is en evenmin bekend is wat de exacte geografische positie is van de ammoniakinstallatie, is het middelpunt van de risicocontouren ongeveer op het midden van het terrein geprojecteerd.

Als de installatie nabij de perceelsgrens wordt gebouwd, kan alsnog sprake zijn van een overschrijding van de grenswaarde buiten het perceel.

## Bijlage 1 Effectafstanden

Scenario beschrijving		Scenario gegevens				Brongegevens			Effectafstanden			
Nr	Scenario Name	Scenario Type	Inventory	Event Frequency	Hole Size /Pipe Diameter	Weather	Release Rate	Release Duration	Largest Distance to 1% lethality	Largest Distance to VRW	Largest Distance to AGW	Largest Distance to LBW
			(kg)	(/year)	(mm)		(kg or kg/s)	(s)	(m)	(m)	(m)	(m)
T1	NH3 tank, instantaan vrijkomen	Catastrophic rupture	450	0,000001		B 3	450	0,001	67,79389	680,8144	450,7218	247,6169
						D 1.5	450	0,001	83,77043	1039,3	462,3995	238,9731
						D 5	450	0,001	67,34256	1346,64	530,0189	300,9304
						D 9	450	0,001	54,98266	1518,917	659,2679	391,9013
						E 5	450	0,001	69,12157	2056,557	703,3315	245,2431
						F 1.5	450	0,001	76,44474	2766,768	633,3851	220,3078
T2	NH3 tank, lek 10 minuten	10 minute release	450	0,000001		B 3	0,75	600	73,10571	397,3167	181,8834	85,78246
						D 1.5	0,75	600	103,0116	1097,469	391,6418	136,7674
						D 5	0,75	600	72,71477	659,2751	264,4614	88,36171
						D 9	0,75	600	62,0735	497,873	200,7165	71,77464
						E 5	0,75	600	72,42516	1013,129	375,5874	84,04198
						F 1.5	0,75	600	97,56493	3550,384	1021,033	116,1968
T3	NH3 tank, lek 10 mm	Leak	450	0,00002	10	B 3	1,32471	339,697	89,87682	531,8592	240,8788	119,0655
						D 1.5	1,32471	339,697	<b>124,2729</b>	1494,011	525,7615	182,4007
						D 5	1,32471	339,697	88,19721	892,7015	354,0213	127,0956
						D 9	1,32471	339,697	72,89006	683,9458	283,3796	105,1825

Scenario beschrijving		Scenario gegevens					Brongegevens		Effectafstanden			
Nr	Scenario Name	Scenario Type	Inventory	Event Frequency	Hole Size /Pipe Diameter	Weather	Release Rate	Release Duration	Largest Distance to 1% lethality	Largest Distance to VRW	Largest Distance to AGW	Largest Distance to LBW
			(kg)	(/year)	(mm)		(kg or kg/s)	(s)	(m)	(m)	(m)	(m)
						E 5	1,32471	339,697	74,56611	1375,675	505,8111	107,0054
						F 1.5	1,32471	339,697	113,5867	4973,745	1407,992	168,9633
L1	NH3 leidingbreuk	Catastrophic rupture	3,12	0,000025	0,012	B 3	0,023566	120	24,74999	112,1919	54,81625	15,5876
						D 1.5	0,023566	120	24,75	227,5028	97,76746	15,02428
						D 5	0,023566	120	24,74995	240,5856	102,595	19,28478
						D 9	0,023566	120	24,74964	245,0417	110,3146	24,80943
						E 5	0,023566	120	24,74997	351,4367	150,3487	21,89715
						F 1.5	0,023566	120	24,75	151,1352	65,48781	19,70701
L2	NH3 leidingbreuk inblok faalt	Line leak	450	2,5E-08	0,012	B 3	0,023566	1800	24,75	59,01487	26,2033	11,83355
						D 1.5	0,023566	1800	25	141,8311	59,51858	24,47297
						D 5	0,023566	1800	24,75	86,07714	32,00822	9,167912
						D 9	0,023566	1800	24,75	65,16142	23,48932	6,160985
						E 5	0,023566	1800	24,75	130,6846	44,24549	10,03736
						F 1.5	0,023566	1800	25	91,82538	47,46099	22,90477
L3	NH3 leiding lek 0,1 diameter	Catastrophic rupture	0,12	0,000125	0,012	B 3	0,001055	120	24,74999	34,55047	16,74246	4,695215
						D 1.5	0,001055	120	24,75	68,40542	31,73775	4,365491
						D 5	0,001055	120	24,74996	69,14411	31,74046	5,401615
						D 9	0,001055	120	24,74972	70,31563	32,99647	7,273045
						E 5	0,001055	120	24,74999	96,84692	44,72791	5,536131
						F 1.5	0,001055	120	24,75	103,0934	34,53084	6,707005

Scenario beschrijving		Scenario gegevens					Brongegevens		Effectafstanden			
Nr	Scenario Name	Scenario Type	Inventory	Event Frequency	Hole Size /Pipe Diameter	Weather	Release Rate	Release Duration	Largest Distance to 1% lethality	Largest Distance to VRW	Largest Distance to AGW	Largest Distance to LBW
			(kg)	(/year)	(mm)		(kg or kg/s)	(s)	(m)	(m)	(m)	(m)
L4	NH3 leiding lek inblok faalt	Leak	450	1,25E-07	1,2	B 3	0,001055	1800	24,75	10,01674	6,043626	2,557416
						D 1.5	0,001055	1800	24,75	26,24872	11,05655	3,739925
						D 5	0,001055	1800	24,75	14,25895	5,508865	2,471176
						D 9	0,001055	1800	24,75	11,51111	4,088698	2,029392
						E 5	0,001055	1800	24,75	17,9675	5,153649	2,3444
						F 1.5	0,001055	1800	24,75	56,07161	15,88366	3,60588

## **Bijlage 2 Risk ranking points**