

RIVM rapport 620002001/2005

**Groepsrisico en gebiedsgerichte benadering**

Oriënterend onderzoek gebaseerd op lokale  
groepsrisico's van industrie, transport en  
luchtvaart

AAC van Vliet, ES Kooi, JG Post

Contactpersoon: AAC van Vliet  
Centrum voor Externe Veiligheid  
Email: [andre.van.vliet@rivm.nl](mailto:andre.van.vliet@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Transport en Luchtvaart, in het kader van project 620002, 'Gebiedsgerichte benadering groepsrisico regio Schiphol'.

## **Abstract**

In November 2003 the Dutch Ministry of Transport promised the relevant parliamentary standing committee to conduct an exploratory study on the area-specific approach to societal risk (the probability of an accident with a large number of victims) in relation to Amsterdam Schiphol Airport in view of the intended adaptation of the Dutch Aviation Law. This study, targeted at assessing alternatives for the current societal risk policy for the surroundings of Schiphol, led to an initial exploratory investigation on how local societal risk policy could be modelled. At present, the societal risk caused by aviation activities around Schiphol is calculated for an area of 56 by 56 kilometres, making balanced assessments of local environmental planning and safety in the municipalities around the airport impossible. Therefore societal risk was examined from municipal perspective to answer the questions on how different local risks relate to each other and how one can visualize the change in societal risk when new spatial plans are realized? The approach tested in this report is concluded to offer good opportunities, or at least pretexts, for an area-specific approach to societal risk. However, further studies or a follow-up investigation should reveal if a practical and valuable instrument can indeed be developed.

Key words: external safety; area-specific; societal risk; Schiphol

## **Rapport in het kort**

De Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat heeft in november 2003 aan de vaste kamercommissie voor Verkeer en Waterstaat een verkenning toegezegd naar een 'gebiedsgerichte benadering' van het groepsrisico (de kans op een ongeval met een groot aantal slachtoffers) in relatie tot Schiphol. De aanleiding hiervoor is de voorgenomen aanpassing van de Luchtvaartwet. Dit rapport onderzoekt de mogelijkheid van een alternatief voor het huidige groepsrisicobeleid voor de omgeving van Schiphol. In de huidige praktijk wordt het groepsrisico namelijk berekend voor een gebied van 56 bij 56 kilometer. Afwegingen over ruimtelijke ordening en veiligheid op lokaal (gemeentelijk) niveau zijn op die schaal niet mogelijk. Onderzocht is een benadering vanuit gemeentelijk perspectief: hoe verhouden verschillende lokale risico's zich tot elkaar en hoe verandert het groepsrisico als nieuwe ruimtelijke plannen worden gerealiseerd? De conclusie is dat de in dit rapport voorgestelde benadering goede aangrijpingspunten biedt voor een gebiedsgerichte benadering van het groepsrisico. Een verdere uitwerking moet uitwijzen hoe dit tot een praktisch en bruikbaar instrument uitgebouwd kan worden.

Trefwoorden: externe veiligheid; gebiedsgericht; groepsrisico; Schiphol

# Inhoud

<b>Summary</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2. Bepalen van populatie en risicovolle activiteiten</b>	<b>11</b>
2.1 <i>Populatie</i>	11
2.2 <i>Risicovolle activiteiten</i>	11
2.3 <i>Kwantitatieve Risico-analyse</i>	12
<b>3. Casussen</b>	<b>15</b>
<b>4. Resultaten</b>	<b>19</b>
4.1 <i>Plaatsgebonden risico's</i>	19
4.2 <i>FN-curven</i>	22
4.3 <i>Potential Loss of Life (PLL)</i>	26
<b>5. Beleidsrelevantie van de drie risicomaten</b>	<b>33</b>
5.1 <i>Voor- en nadelen van het plaatsgebonden risico</i>	33
5.2 <i>Voor- en nadelen van de groepsrisicocurve</i>	33
5.3 <i>Voor- en nadelen van het PLL</i>	36
<b>6. Praktische aandachtspunten voor een instrument</b>	<b>37</b>
<b>7. Conclusies</b>	<b>39</b>
<b>Begrippenlijst</b>	<b>41</b>
<b>Literatuur</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage A Risicobegrippen</b>	<b>45</b>
<b>Bijlage B Figuren en tabellen</b>	<b>51</b>



## Summary

Safety and risks around Amsterdam Schiphol Airport are important themes in Dutch political discussions. The so-called 'external safety' concerns possible airplane accidents in which victims are inhabitants or employees of businesses in the surroundings of Amsterdam Schiphol Airport. One of the external safety measures is 'societal risk', which indicates the risk of accidents involving a group of victims on the ground. Ever since the late nineties, societal risk has been a frequent subject of discussion in the Dutch House of Representatives. The Dutch Ministry of Transport Public Works and Water Management promised the relevant parliamentary standing committee in November 2003 to conduct an exploratory study on the area-specific approach to societal risk in relation to Amsterdam Schiphol Airport. This was to be seen in the light of the intended adaptation of the Dutch Aviation Law to allow a causal model in development to be decoupled from the standstill policy for societal risk. The study was to assess the possibilities of an alternative to the current societal risk policy for the surroundings of Schiphol.

This study explores how local societal risk policy can be modelled using a municipal perspective to answer the questions on how different risk sources within a municipality are related to each other, and how local societal risk changes as new spatial plans are realized. In present practice the societal risk caused by aviation activities around Schiphol is calculated for an area of 56 by 56 kilometers. This practice does not allow balanced assessments of local environmental planning and safety in the municipalities around the airport. An instrument that links the societal risk and geographical (spatial) insights could change that. However, this cannot be realized in a simple fashion at the moment. Our report presents the technical possibilities, while possibilities with respect to content and limitations of such an instrument are explored. Since the administrative aspects of an area-specific societal risk instrument fall outside the scope of this exploratory study, the Ministry of Transport, Public Works and Water Management have planned an exploratory study on these aspects to run parallel to this investigation of an area-specific societal risk instrument.

The risk situation in the municipality of Uitgeest was taken as an example here. However, this example does not describe the precise, current situation in Uitgeest. In present practice, good inter-comparisons of the societal risk of the different risk activities, such as chemical installations, transport of hazardous materials by road, water and rail and LPG filling stations, are not possible. In this study, the different risks were calculated in such a (uniform) way as to allow comparison. Both the total risk within a municipality and the risk level in specific locations can be considered. This will provide meaningful insights for local assessment of risks and spatial developments (development plans). Two fictitious spatial plans were also compared. The influence of location on the risk increase can then be quantified using this instrument. Although this orienting study has yielded useful insights for an area-specific approach to societal risk, further studies or a follow-up investigation would reveal the feasibility of developing a practical and valuable instrument. The approach tested in this

report is concluded to offer good opportunities, or at least pretexts, for an area-specific approach to societal risk.

Here, use has been made of individual risk, societal risk and Potential Loss of Life (PLL). Each of these quantities has been shown to have specific (dis)advantages. Separate research may indicate more sharply how much importance is attached to the different (dis)advantages in an administrative decision process. If an area-specific risk instrument is to be realized, a number of technical and organizational points will still have to be solved. Municipalities need much more information on risk activities than currently available. Depending on the specific specifications, the different risk calculation packages must be adapted to either a limited or a large extent. This will be followed by the recalculation of relevant risk activities with updated software before making local comparison of societal risks.

## Samenvatting

De veiligheid en het risico rond Schiphol is een belangrijk thema. De zogeheten ‘externe veiligheid’ heeft betrekking op mogelijke vliegtuigongevallen met slachtoffers onder bewoners of medewerkers van bedrijven in de omgeving van Schiphol. Eén van de maten voor externe veiligheid is het groepsrisico. Dit groepsrisico geeft een indicatie van het risico op ongevallen met een groep slachtoffers van een bepaalde omvang in de (woon)omgeving. In de Tweede Kamer is het groepsrisico sinds de tweede helft van de jaren '90 veelvuldig onderwerp van discussie geweest. Door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat is in november 2003 aan de vaste kamercommissie voor Verkeer en Waterstaat een verkenning toegezegd naar een ‘gebiedsgerichte benadering’ van het groepsrisico in relatie tot Schiphol. Dit naar aanleiding van de voorgenomen aanpassing van de Luchtvaartwet waarbij de ontwikkeling van een causaal model en de standstill voor het groepsrisico worden ontkoppeld. Het doel van de aangekondigde verkenning is het beoordelen van de mogelijkheden van een alternatief voor het vigerende groepsrisicobeleid voor de omgeving van Schiphol.

Dit rapport omvat een eerste verkenning hoe lokaal groepsrisicobeleid kan worden vormgegeven. Hierbij is een gemeentelijk perspectief aangehouden: hoe verhouden verschillende risicobronnen binnen een gemeente zich tot elkaar, en hoe verandert het lokale groepsrisico als nieuwe ruimtelijke plannen worden gerealiseerd? Aanleiding voor dit oriënterende onderzoek is het feit dat het groepsrisico van de luchtvaart rond Schiphol in de huidige praktijk, waarbij het groepsrisico berekend wordt voor een gebied van 56 bij 56 kilometer, geen genuanceerde afwegingen over ruimtelijke ordening en veiligheid in de gemeenten rondom de luchthaven mogelijk maakt. Een instrument dat het groepsrisico koppelt aan geografische (ruimtelijke) inzichten zou daar verandering in kunnen brengen. Dit is momenteel echter niet eenvoudig te realiseren. In dit rapport worden de technische en inhoudelijke mogelijkheden en beperkingen van een dergelijk instrument verkend. De bestuurlijke aspecten van een gebiedsgericht groepsrisicoinstrument vallen buiten de reikwijdte van deze verkenning. Parallel aan dit onderzoek is door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat een andere verkenning gepland naar de bestuurlijke aspecten van een gebiedsgericht groepsrisico-instrument.

Ter verkenning is als casus de risicosituatie in de gemeente Uitgeest beschouwd. Het gaat daarbij niet om de precieze, actuele situatie in Uitgeest, maar om een voorbeelduitwerking. In de huidige praktijk is een goede vergelijking van het groepsrisico van de verschillende risicoactiviteiten, zoals chemische industrieën, het vervoer van gevaarlijke stoffen over weg, water en spoor, LPG-tankstations, etcetera, niet mogelijk. In dit onderzoek zijn de verschillende risico's zodanig (uniform) berekend dat vergelijking wel mogelijk is. Hierbij kan zowel het totale risico binnen een gemeente beschouwd worden als het risiconiveau op specifieke locaties. Voor een lokale afweging van risico's en ruimtelijke ontwikkeling (bouwplan) zal dit zinvolle inzichten opleveren. In de verkenning is verder ook een

vergelijking van twee fictieve ruimtelijke plannen uitgevoerd. Uit deze exercitie blijkt dat de invloed van de locatie op de toename van het risico met dit – voorlopige – instrument gekwantificeerd en inzichtelijk gemaakt kan worden. Dit oriënterende onderzoek heeft waardevolle inzichten voor een gebiedsgerichte benadering van het groepsrisico opgeleverd, maar een verdere uitwerking of vervolgstudie moet uitwijzen of dit inderdaad tot een praktisch en bruikbaar instrument uitgebouwd kan worden. De conclusie is dat de in dit rapport voorgestelde benadering goede kansen, of tenminste aangrijpingspunten biedt voor een gebiedsgerichte benadering van het groepsrisico.

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van plaatsgebonden risico, groepsrisico en Potential Loss of Life (PLL). Het blijkt dat elk van deze grootheden specifieke voor- en nadelen heeft. Een separaat onderzoek naar het bestuurlijke beslissingsproces kan scherper aangeven hoeveel waarde er aan de verschillende voor- en nadelen wordt gehecht. Mocht het tot een gebiedsgericht groepsrisico-instrument komen, dan moet een aantal technische en organisatorische aandachtspunten nog worden opgelost. Zo hebben gemeenten veel meer informatie over risicoactiviteiten nodig dan momenteel voorhanden is. Afhankelijk van de specifieke invulling moeten bovendien verschillende rekenpakketten in beperkte of hoge mate worden aangepast. Vervolgens moeten alle relevante risicoactiviteiten met de vernieuwde software worden doorgerekend voordat de lokale vergelijking van groepsrisico's kan plaatsvinden.



# 1. Inleiding

Door de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat is in november 2003 aan de vaste kamercommissie voor Verkeer en Waterstaat een verkenning toegezegd naar een ‘gebiedsgerichte benadering’ van het groepsrisico in relatie tot Schiphol. Dit naar aanleiding van de voorgenomen aanpassing van de Luchtvaartwet waarbij de ontwikkeling van een causaal model en de standstill voor het groepsrisico worden ontkoppeld. Het doel van de aangekondigde verkenning is het beoordelen van de mogelijkheden van een alternatief voor het vigerende groepsrisicobeleid voor de omgeving van Schiphol.

Dit rapport omvat een eerste verkenning hoe lokaal groepsrisicobeleid kan worden vormgegeven. Hierbij is een gemeentelijk perspectief aangehouden: hoe verhouden verschillende risicobronnen binnen een gemeente zich tot elkaar, en hoe verandert het lokale groepsrisico als nieuwe ruimtelijke plannen worden gerealiseerd? Momenteel zijn er nog veel technische en organisatorische belemmeringen voor dergelijke analyses. Het onderzoek beperkt zich tot een technische beschouwing. Welke grootheden zijn er bijvoorbeeld beschikbaar om het groepsrisico lokaal in beeld te brengen? Wat voor relevante informatie leveren deze grootheden op, welke basisinformatie is er nodig voor berekeningen en in welke mate is er een aanpassing van rekenpakketten nodig? Om te komen tot een geslaagde gebiedsgerichte benadering van groepsrisico moet ook gekeken worden naar de praktijk van de besluitvorming. Aan welke informatie hechten bestuurders veel waarde? Worden de uitkomsten van de risico-analyses juist geïnterpreteerd? Dergelijke bestuurlijke vragen vallen echter buiten de reikwijdte van dit rapport, maar zijn onderwerp van een separaat onderzoek<sup>1</sup>. Omdat deze twee onderzoeken niet synchroon lopen is een eerder geplande verbinding tussen de onderzoeksresultaten nog niet gemaakt.

Externe veiligheid wordt in de huidige praktijk uitgedrukt in termen van het ‘plaatsgebonden risico’ en het ‘groepsrisico’. Beide grootheden worden in dit rapport uitvoerig besproken. Op verzoek van het ministerie van Verkeer en Waterstaat is ook naar een andere methode gezocht. Hier is gekozen voor de verwachtingswaarde voor het aantal doden per jaar, het Potential Loss of Life (PLL). Het PLL heeft ten opzichte van de groepsrisicocurve als voordelen dat het eenvoudiger te berekenen is en beter inzicht geeft op welke locaties een hoog risico wordt ondervonden. De uitkomst van dit onderzoek is dat de beoogde voordelen ten dele worden waargemaakt, maar dat de FN-curven ook informatie opleveren die erg relevant is voor gemeenten. Het separate onderzoek naar de manier waarop bestuurders met informatie over risico’s omgaan en over welke informatie zij willen beschikken, is daarom onmisbaar voor een verdere invulling van het eventuele gebiedsgerichte groepsrisicobeleid.

Als casus voor deze verkenning is de gemeente Uitgeest gekozen. De keuze voor deze gemeente is tot stand gekomen in overleg met de opdrachtgever. Voor de verkenning is van

---

<sup>1</sup> B&A Beleidsrendement voert, in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, parallel aan deze verkenning een studie uit naar bestuurlijke aspecten van een gebiedsgerichte benadering van het groepsrisico.

belang dat er een scala aan verschillende risicovolle activiteiten aanwezig is. Uitgeest voldoet aan deze voorwaarde. Uitgeest is gelegen in Noord-Holland en ligt onder een van de vliegroutes vanaf de nieuwe Polderbaan van Schiphol. Naast de casus Uitgeest worden nog twee casussen beschouwd. Deze casussen hebben als basis dezelfde populatie en risicovolle activiteiten als de casus Uitgeest. Aan deze basisgegevens zijn fictieve plannen voor de ontwikkeling van een nieuwbouwwijk en industrie toegevoegd. Door het gebruik van verschillende casussen kunnen effecten van ruimtelijke ontwikkelingen en toename van risico's in beeld worden gebracht. Gezien de oriënterende aard van het onderzoek is er gebruik gemaakt van een aantal vereenvoudigende aannamen. De gepresenteerde risico's wijken daardoor af van de feitelijke risicosituatie in Uitgeest. Ook is niet nagegaan of de gemodelleerde werkelijkheid overeenkomt met de situatie ter plaatse. Deze aannamen doen echter geen afbreuk aan de conclusies van dit oriënterende onderzoek.

Vanuit het gemeentelijke perspectief is luchtvaart één van de risicobronnen, naast bijvoorbeeld inrichtingen met gevaarlijke stoffen en het vervoer van gevaarlijke stoffen over weg, water en spoor. Hoewel het risico van de luchtvaart rondom Schiphol de aanleiding is geweest van dit onderzoek, nemen de luchtvaartrisico's in dit rapport geen bijzondere positie in. De mate waarin het groepsrisico van luchtvaart verspreid is over het studiegebied voor Schiphol wordt besproken in het RIVM-rapport 'Ontwikkeling van het groepsrisico rond Schiphol, 1990-2010' [RIVM 05]. In dat rapport wordt ook de invloed van mogelijke toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen op het totale groepsrisico van de luchtvaart rondom Schiphol geschat.

## 2. Bepalen van populatie en risicovolle activiteiten

Om te komen tot een methodiek waarbij de verhouding tussen de groepsrisico's van de verschillende risicovolle activiteiten binnen de gemeente Uitgeest kunnen worden vergeleken, worden het aantal aanwezigen en de risicovolle activiteiten binnen de gemeente Uitgeest in kaart gebracht. In dit hoofdstuk wordt deze werkwijze toegelicht.

Overigens wordt benadrukt dat de gemeente Uitgeest als *casus* is gekozen. Het gaat dat ook niet om het zo goed mogelijk in beeld brengen van de actuele en werkelijke risicosituatie aldaar, maar om een realistische benadering van deze situatie

### 2.1 Populatie

Het populatiebestand met het aantal aanwezigen dat voor deze studie wordt gebruikt is afkomstig uit [RIVM 05]. Het populatiebestand (met peildatum 2002) is het resultaat van de combinatie van een aantal bestanden, namelijk het bestand Adrescoördinaten Nederland van het Kadaster voor de coördinaten van de panden, GeoMarktprofiel voor informatie over het aantal bewoners en LISA (bedrijvenbestand van de Kamer van Koophandel) voor bedrijfsinformatie. Het populatiebestand is wat betreft inwoners op 4-cijferig postcodeniveau in overeenstemming gebracht met de PRIMOS-prognose van het bureau ABF te Delft. Op gemeenteniveau zijn de aantalen inwoners vervolgens nog getoetst aan Statline (CBS). Het verkregen bestand is het meest accurate actuele bestand aanwezig voor het studiegebied Schiphol, waar de gemeente Uitgeest onderdeel van uitmaakt. De populatie in het casusgebied wordt weergegeven in dichtheden per hectare, waarbij een onderscheid wordt gemaakt naar de dagsituatie en de nachtsituatie. Een uitgebreide beschrijving van de modellering van de populatie is te vinden in bijlage C van het hierboven genoemde rapport.

### 2.2 Risicovolle activiteiten

Om een inzicht te krijgen in de activiteiten met een externe-veiligheidsrisico binnen de gemeente Uitgeest is een aantal bronnen geraadpleegd, namelijk:

- Risicoregister Gevaarlijke Stoffen [RRGS];
- Pilot-Risicokaart 2002 van Noord-Holland [PNH 02];
- Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen [AVIV 03];
- Risicoatlas Spoor [DHV 01];
- inventarisatie LPG-tankstations [KPMG 03];
- studie naar de risico's van luchtvaart rond Schiphol [RIVM 05].

Met de informatie uit de bovenstaande bronnen is de casus Uitgeest, zoals deze in de verkenning wordt gebruikt, vormgegeven. De betrokken informatie uit deze bronnen zal niet leiden tot het meenemen en modelleren van alle risicovolle activiteiten binnen de gemeente Uitgeest. Deze verkenning is er echter niet op gericht om alle activiteiten in beeld te brengen, maar om te bezien hoe de risico's op de meest duidelijke manier kunnen worden weergegeven.

Het is niet eenvoudig om de, voor een risicoanalyse noodzakelijke, gegevens van de verschillende risicovolle activiteiten te verkrijgen. Categorale inrichtingen als LPG-tankstations kunnen, met betrekking tot het plaatsgebonden risico, eenvoudig generiek worden doorgerekend. Voor andere inrichtingen zal al snel een specifieke risicoanalyse moeten worden uitgevoerd. De gegevens uit bijvoorbeeld het RRGs zijn voor een dergelijke risicoanalyse niet voldoende, omdat in het RRGs, maar ook in de provinciale risicokaarten, slechts een beperkte hoeveelheid informatie aanwezig is. De benodigde gegevens zullen in het geval van inrichtingen vanuit de milieuvergunningen of de inrichting moeten komen. Voor transport zullen er tellingen van voertuigbewegingen plaats moeten vinden. De risicoanalyses worden bij bedrijven met meerdere installaties al snel zo complex dat zij door een deskundige moeten worden uitgevoerd.

### 2.3 Kwantitatieve Risicoanalyse

De risico's van de verschillende activiteiten binnen het casusgebied worden bepaald door middel van kwantitatieve risicoanalyses (QRA's) van de afzonderlijke activiteiten. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het Safeti-pakket [DNV 04]. Per activiteit worden de stoffen en scenario's bepaald die zorgen voor de risico's. Hierbij wordt uitgegaan van de standaard scenario's en de daarbij te gebruiken frequenties zoals beschreven in de richtlijnen van het Paarse Boek (CPR-18) [CPR 99].

De uitkomsten van de QRA's zijn per activiteit een plaatsgebonden risico en een groepsrisico. Het plaatsgebonden risico wordt weergegeven op het niveau van kaartvakken in plaats van contouren. Het groepsrisico wordt in een FN-curve afgebeeld.

Vanuit de uitkomsten van de risicoberekeningen kan het statistisch te verwachten aantal slachtoffers per jaar (Potential Loss of Life, PLL) worden berekend. Hiervoor zijn twee verschillende wegen in gebruik, die leiden tot verschillende uitkomsten.

Allereerst kan het PLL worden berekend door per kaartvak het plaatsgebonden risico te vermenigvuldigen met het aantal aanwezigen (populatie). De lokale waarden kunnen worden opgeteld over de verschillende kaartvakken in het interessegebied en deze totale waarde wordt in het vervolg van het rapport het  $PLL_{PR}$  genoemd (omdat het is afgeleid van het *plaatsgebonden* risico). Omdat het plaatsgebonden risico wordt berekend op basis van conservatieve aannames (c.q. voor een 'onbeschermd individu'), is ook het  $PLL_{PR}$  een conservatieve schatting voor het verwachte aantal slachtoffers per jaar.

De tweede manier waarop PLL vaak wordt berekend, is via het groepsrisico. Het verwachte aantal slachtoffers per jaar is dan gelijk aan het oppervlak onder de FN-curve (zie bijlage A). Omdat voor de berekening van het groepsrisico rekening gehouden wordt met beschermingsfactoren (zoals het dragen van kleding en het gedeeltelijk binnenshuis aanwezig zijn), sluit deze manier van berekenen beter aan bij het feitelijk te verwachten aantal

slachtoffers per jaar. Deze verwachtingswaarde, die wordt afgeleid uit het groepsrisico, ( $PLL_{GR}$ ) is daarom realistischer dan het  $PLL_{PR}$ .

In deze verkenning is het  $PLL_{GR}$  herberekend naar kaartvakken, volgens de methode weergegeven in Bijlage A.



### 3. Casussen

Als casus voor deze verkenning is de gemeente Uitgeest geselecteerd. De keuze voor deze gemeente is tot stand gekomen na overleg met B&A Beleidsrendement en de opdrachtgever. Voor de verkenning is voornamelijk van belang dat er een range van verschillende risicovolle activiteiten aanwezig is. Uitgeest voldoet aan deze voorwaarde. Uitgeest is gelegen in Noord-Holland en ligt langs een van de vliegroutes vanaf de nieuwe Polderbaan van Schiphol.

*Figuur 1 Overzichtskaart van het studiegebied rond Schiphol*



Naast de casus Uitgeest worden nog twee fictieve casussen beschouwd. Deze casussen hebben de casus Uitgeest als basis voor de populatie en de risicovolle activiteiten. Aan deze basisgegevens zijn fictieve ontwikkelingen op het gebied van ruimtelijke ordening en/of industrie toegevoegd. Door het gebruik van verschillende casussen kunnen effecten van ruimtelijke ontwikkelingen en toenames van risico's in beeld worden gebracht.



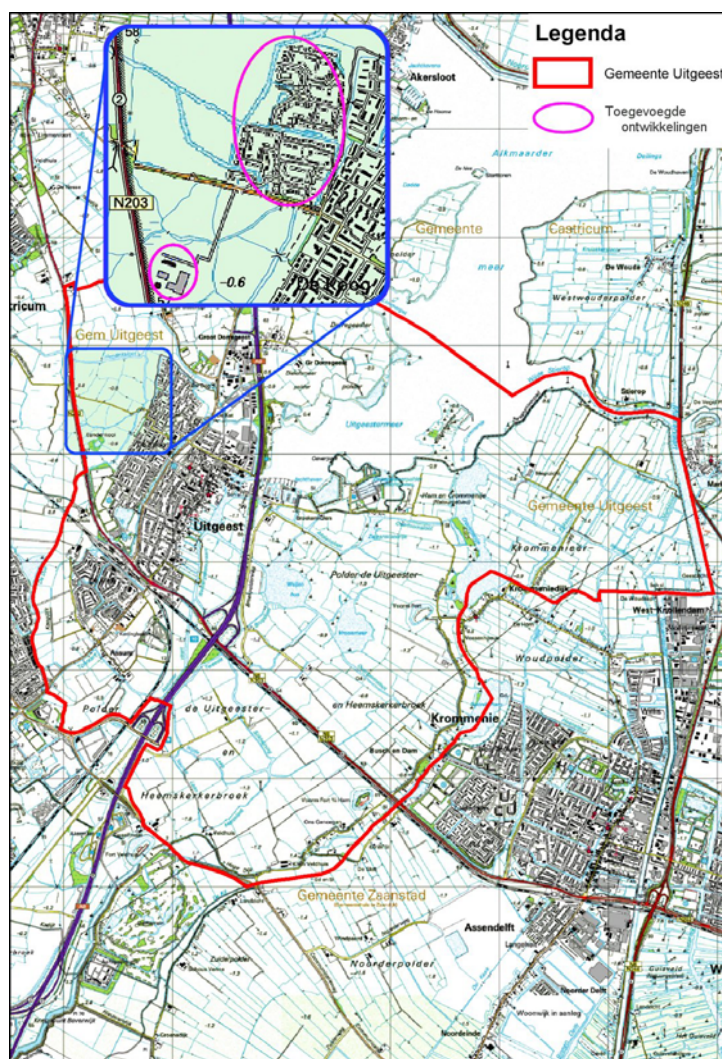


Zoals al eerder gesteld, is deze lijst van activiteiten binnen de gemeente Uitgeest niet uitputtend. De genoemde activiteiten zijn op relatief eenvoudige wijze te vinden in bestaande documenten of applicaties. In Figuur 2 zijn de risicovolle activiteiten op een topografische kaart weergegeven. In Bijlage B wordt in de Figuur 16 en Figuur 17 het aantal aanwezigen in de dag- en de nachtsituatie aangegeven.

### Casus 1: toevoeging nieuwe industrie

Er wordt een fictieve casus samengesteld door aan de casus Uitgeest een woonwijk in combinatie met een chemisch bedrijf toe te voegen. Het betreft een klein veiligheidsrapportageplichtig bedrijf met opslag van propaan en zwaveldioxide. De toevoegingen vinden plaats buiten de 20 Ke-geluidszone van Schiphol, conform de Nota Ruimte [Vrom 04a]. De resultaten van de berekeningen van deze casus worden gebruikt om de invloed van veranderende woonbebouwing en industriële ontwikkelingen te kunnen beschouwen. In Figuur 3 wordt aangegeven waar de woonwijk en het bedrijf worden geplaatst op de kaart van Uitgeest. Het bedrijf is op een dusdanige wijze geplaatst dat er geen woningen binnen de risicocontour van  $10^{-6}$  per jaar aanwezig zijn [Vrom 04b]. In Bijlage B wordt in Figuur 29 en Figuur 30 het aantal aanwezigen in de dag- en de nachtsituatie aangegeven.

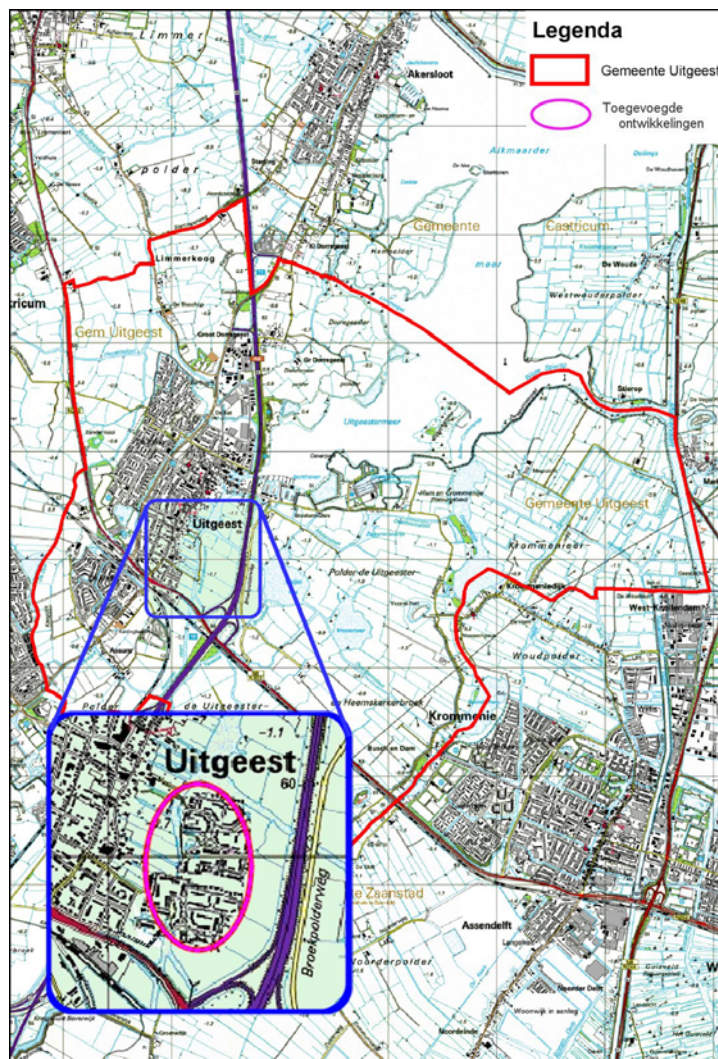
*Figuur 3 Toegevoegde ruimtelijke ontwikkeling en chemische industrie in Casus 1*



## Casus 2: toevoeging nieuwe woningen

In de eerste fictieve casus is woonbebouwing toegevoegd ten noordwesten van de bebouwde kom. In deze tweede fictieve casus wordt dezelfde woonbebouwing ten zuidoosten van de bebouwde kom geplaatst, binnen de 20 Ke-geluidszone, maar buiten het beperkingengebied [Vrom 04a]. Door het vergelijken van de berekeningsresultaten van de casussen kan de invloed van de plaatsing van de populatie worden beschouwd. Figuur 4 geeft weer waar de woonbebouwing wordt toegevoegd. In Bijlage B wordt in Figuur 34 en Figuur 35 aangegeven wat het aantal aanwezigen is in de dag- en de nachtsituatie.

Figuur 4 Toegevoegde ruimtelijke ontwikkeling in Casus 2.



## 4. Resultaten

Met behulp van kwantitatieve risicoanalyses zijn voor de risicovolle activiteiten in de casussen de plaatsgebonden risico's, groepsrisico's en PLL's berekend. Naast de plaatsgebonden risicocontouren en PR-waarden per kaartvak zijn ook de groepsrisicocurven berekend en de PLL's per kaartvak.

### 4.1 Plaatsgebonden risico's

#### Casus Uitgeest

Wanneer naar de plaatsgebonden risico's wordt gekeken, valt op dat luchtvaart en spoor qua oppervlakte domineren (Figuur 5A en Figuur 5B). Het betreffen echter contouren van  $10^{-7}$  en  $10^{-8}$  per jaar. De contouren van het LPG-tankstation beslaan een aanzienlijk kleiner gebied, maar met een contour tot  $10^{-5}$  per jaar (Figuur 5C). De ammoniak-koelinstallatie heeft een kleine contour van  $10^{-7}$  per jaar, welke op de kaart nauwelijks zichtbaar is (Figuur 5D). In Bijlage B worden de verschillende PR-contouren tezamen in een plaatje weergegeven. Op basis van de grootte van de PR-contouren wordt misschien verwacht dat de bijdragen van luchtvaart en spoorvervoer het groepsrisico in de gemeente Uitgeest domineren. Uit de groepsrisicoresultaten blijkt echter dat dit niet het geval is.

#### Casus 1: toevoeging nieuwe industrie

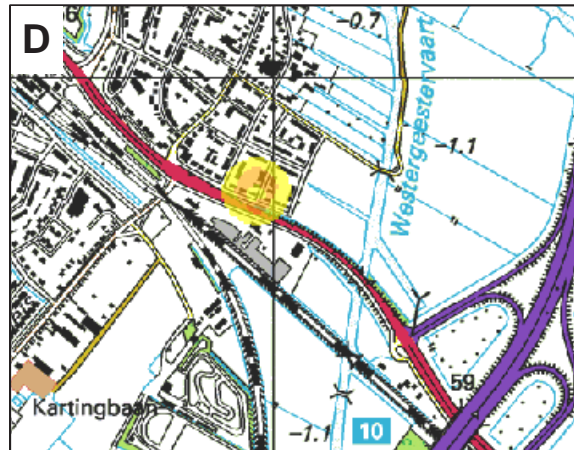
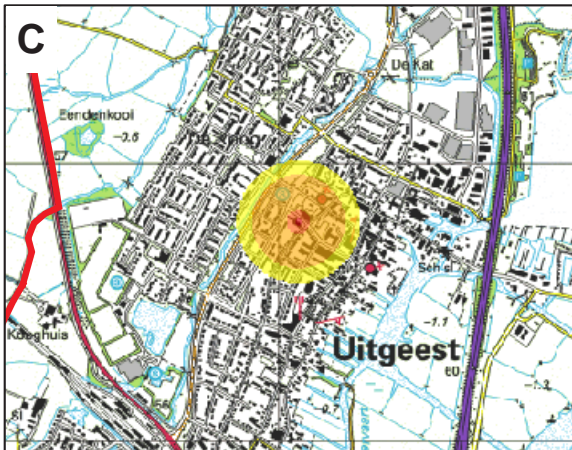
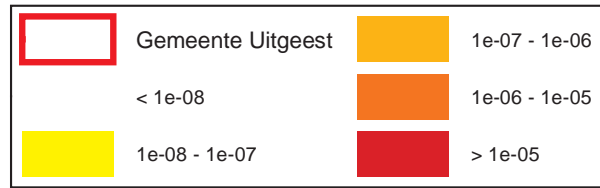
De plaatsgebonden risico's voor casus 1 zijn gelijk aan die voor de casus Uitgeest (Figuur 5) met toevoeging van het PR van de fictieve chemische industrie (Figuur 6). Het totaaloverzicht van de plaatsgebonden risico's voor deze casus wordt in Bijlage B weergegeven.

#### Casus 2: toevoeging nieuwe woningen

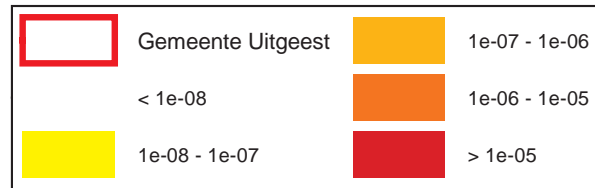
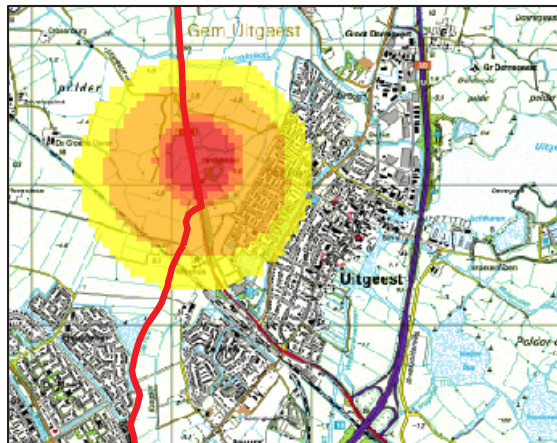
In casus 2 wordt uitgegaan van de risicosituatie zoals beschreven in de casus Uitgeest. De plaatsgebonden risico's van de casus Uitgeest (Figuur 5) zijn dus ook van toepassing op deze casus. Er worden geen risicobronnen toegevoegd, wel woonbebouwing.



Figuur 5 Plaatsgebonden risico's van de risicovolle activiteiten in de gemeente Uitgeest: luchtvaart (A); spoor (B); LPG-tankstation (C) en ammoniakkoelinstallatie (D)



Figuur 6 Plaatsgebonden risico's van casus 1 (fictieve chemische industrie)



## 4.2 FN-curven

Bij het berekenen van de groepsrisico's wordt uitgegaan van de methode van het partiële groepsrisico, zoals beschreven in Bijlage A. Dit betekent dat er alleen wordt gerekend met de populatie binnen de gemeente Uitgeest.

### Casus Uitgeest

In Figuur 7 zijn de verschillende FN-curven weergegeven, samen met een gesommeerde curve, waarmee het totale groepsrisico voor de casus Uitgeest wordt aangegeven. De relatieve bijdragen van de verschillende activiteiten worden hierin ook aangegeven.

Uit de FN-curve blijkt duidelijk dat luchtvaart vooral in het gebied tot  $N > 40$  bijdraagt. De bijdrage van het LPG-tankstation begint te domineren vanaf  $N > 40$ . Het vervoer van gevaarlijke stoffen over spoor draagt relatief weinig bij aan het totale groepsrisico (tot maximaal circa 20%). Het maximale aantal slachtoffers bedraagt ongeveer 300 en is mogelijk in geval van een ongeval bij het LPG-tankstation.

### Casus 1: toevoeging nieuwe industrie

De berekende groepsrisico's zijn weergegeven in Figuur 8. De toename van de risico's voor luchtvaart konden niet eenvoudig worden herberekend en zijn daarom op basis van het plaatsgebonden risico geschat. Voor de luchtvaart-curve is aangenomen dat de toename van het groepsrisico door de nieuwbouw verwaarloosbaar is, omdat de nieuwe woningen ver van de verkeersroutes verwijderd zijn.

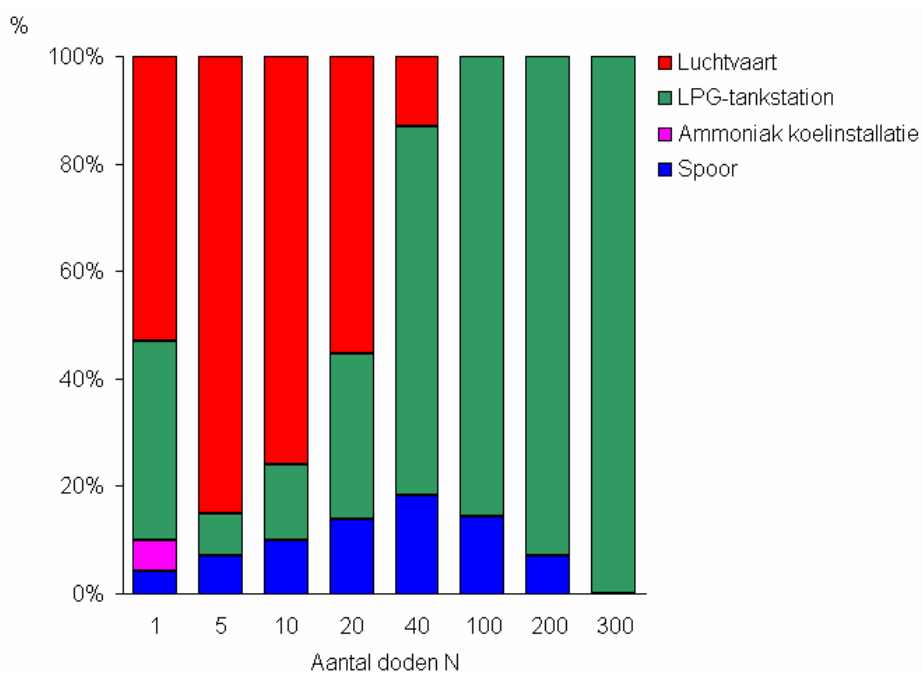
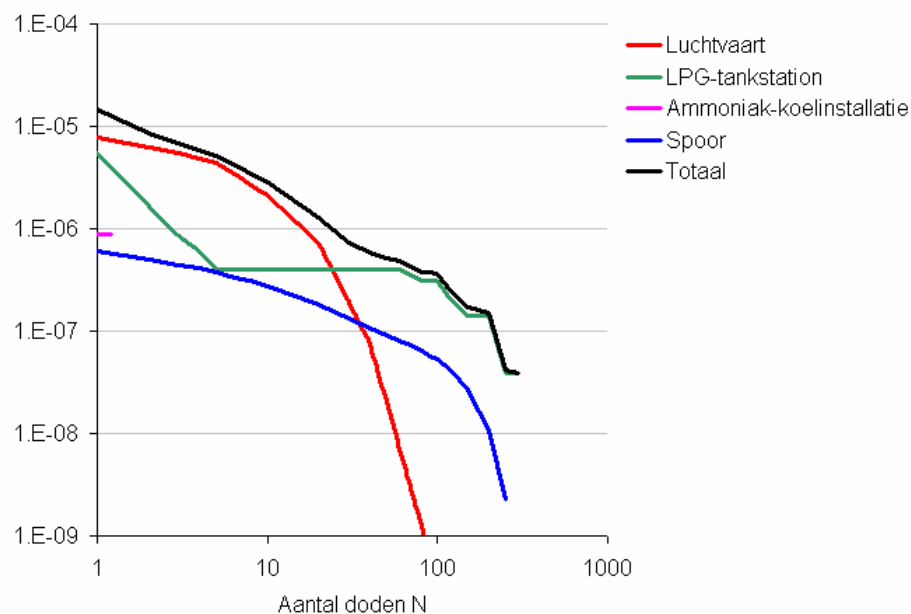
In Figuur 9 is de groepsrisicocurve voor casus 1 vergeleken met de curve voor de casus Uitgeest. Uit de vergelijking van de FN-curven van casus Uitgeest en casus 1 blijkt dat de kans op grotere rampen is toegenomen en dat het maximale aantal slachtoffers toeneemt tot circa 500 (in geval van een maximaal ongeval bij de fictieve chemische industrie).

### Casus 2: toevoeging nieuwe woningen

De toename van de risico's voor luchtvaart konden niet eenvoudig worden berekend. De bebouwing ligt vlak onder een vliegroute waardoor er geen afschatting kan worden gedaan zoals in casus 1. De FN-curven worden voor deze casus dan ook niet weergegeven.

*Figuur 7 Groepsrisico gemeente Uitgeest met onderscheid naar risicovolle activiteiten*

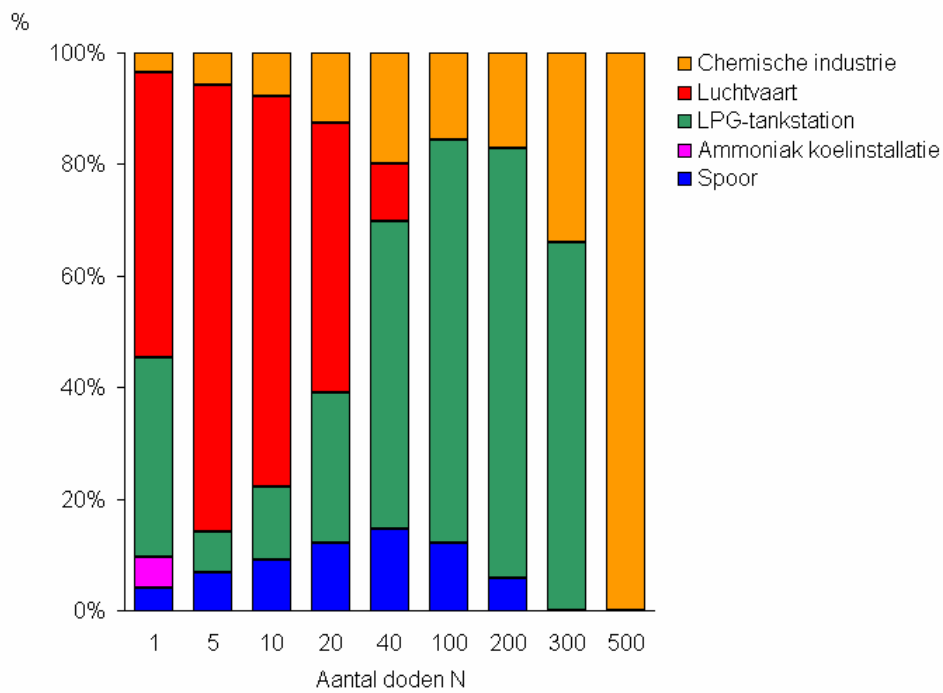
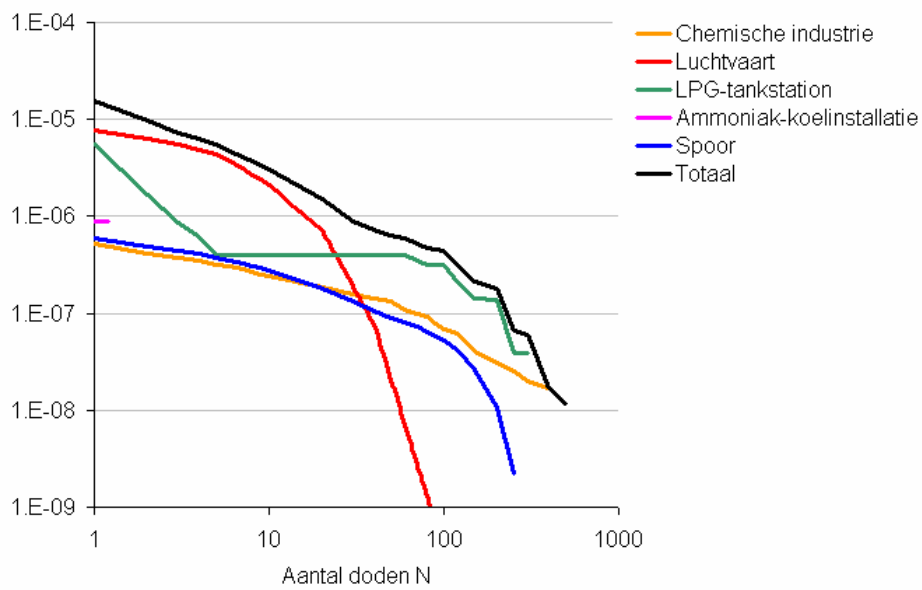
Overschrijdingskans F (fjr)



	N	1	5	10	40	100	200	300
Uitgeest		$1,5 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-6}$	$5,8 \times 10^{-7}$	$3,7 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-7}$	$3,9 \times 10^{-8}$
Spoor		4%	7%	10%	18%	14%	7%	0%
LPG-tankstation		37%	8%	14%	69%	86%	93%	100%
Ammoniak-koelinstallatie		6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Luchtvaart		53%	85%	76%	13%	0%	0%	0%

*Figuur 8 Groepsrisico casus 1 met onderscheid naar risicovolle activiteiten*

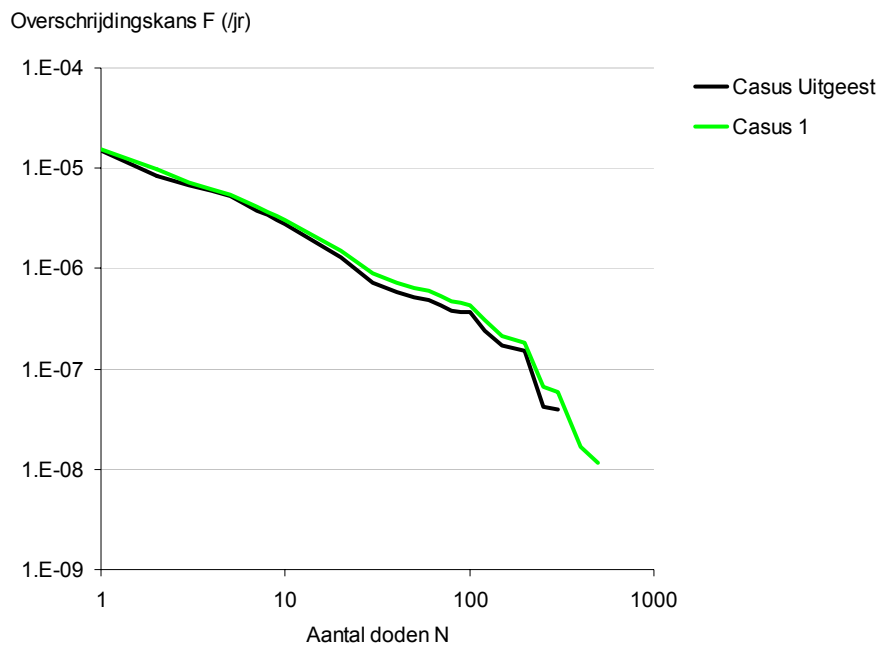
Overschrijdingskans F (fjr)



	N	1	5	10	40	100	200	500
Casus 1		$1,5 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-6}$	$7,3 \times 10^{-7}$	$4,3 \times 10^{-7}$	$1,8 \times 10^{-7}$	$1,2 \times 10^{-8}$
Chemische industrie		3%	6%	8%	20%	16%	17%	100%
Spoor		4%	7%	9%	15%	12%	6%	0%
LPG-tankstation		36%	7%	13%	55%	72%	77%	0%
Ammoniak-koelinstallatie		6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Luchtvaart		51%	80%	70%	10%	0%	0%	0%



*Figuur 9 Groepsrisico casus 1 vergeleken met casus Uitgeest*



N	1	5	10	40	100	200	500
Casus Uitgeest	$1,5 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-6}$	$5,8 \times 10^{-7}$	$3,7 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-7}$	
Casus 1	$1,5 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-6}$	$7,3 \times 10^{-7}$	$4,3 \times 10^{-7}$	$1,8 \times 10^{-7}$	$1,2 \times 10^{-8}$
	104%	106%	109%	125%	118%	121%	-

### 4.3 Potential Loss of Life (PLL)

Het vermenigvuldigen van het plaatsgebonden risico per kaartvak met de daar aanwezige bevolking levert voor ieder kaartvak een  $PLL_{PR}$  op. Door het toepassen van een correctiefactor op  $PLL_{PR}$  zijn, voor de casus Uitgeest, tevens de  $PLL_{GR}$ 's berekend (zoals omschreven in bijlage A).

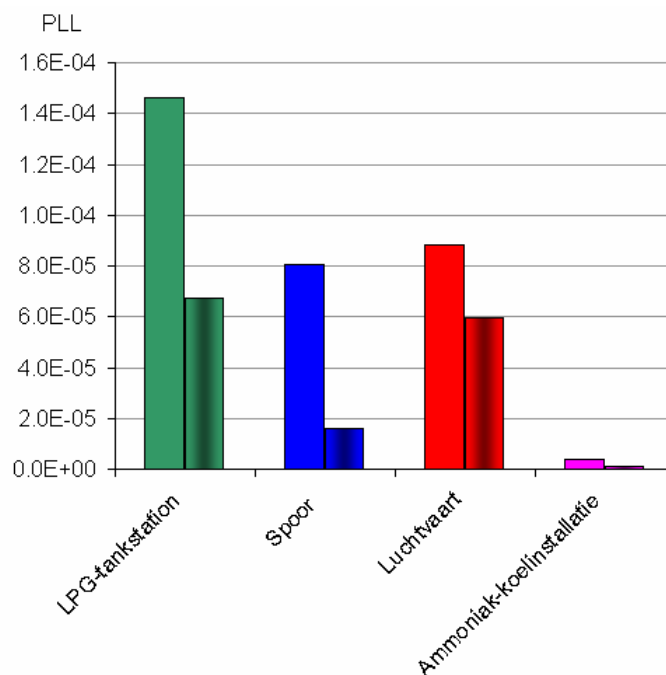
#### Uitgeest

De vergelijkende waarden van  $PLL_{PR}$  en  $PLL_{GR}$  zijn weergegeven in Figuur 10. Bij het vergelijken van  $PLL_{PR}$  en  $PLL_{GR}$  komt naar voren dat het gebruik van  $PLL_{PR}$  leidt tot andere inzichten dan wanneer  $PLL_{GR}$  of de groepsrisicocurve gebruikt worden. Vanuit het  $PLL_{PR}$  geeft het LPG-tankstation de grootste bijdrage (circa 45%) in de verwachtingswaarde. Luchtvaart en spoorvervoer leveren beide een bijdrage van circa 25%. Wanneer er met behulp van het  $PLL_{GR}$  naar het ondervonden risico wordt gekeken, valt op dat zowel het LPG-tankstation als de luchtvaart een grote bijdrage aan de totale verwachtingswaarde hebben (beide meer dan 40%). Spoorvervoer levert de rest van het risico. De bijdrage van de ammoniak-koelinstallatie is in beide gevallen nagenoeg verwaarloosbaar.

Oorzaak van de verschillen is het verschil in de uitgangspunten voor de berekening van  $PLL_{PR}$  en  $PLL_{GR}$ . Het  $PLL_{PR}$  wordt – met uitzondering van luchtvaartrisico's – berekend voor een onbeschermd individu, terwijl  $PLL_{GR}$  wordt berekend met inachtneming van beschermingsfactoren, zoals het schuilen binnenshuis of het dragen van kleding. Hierdoor is  $PLL_{PR}$  een conservatieve verwachtingswaarde, en is  $PLL_{GR}$  een realistischere inschatting van het aantal dodelijke slachtoffers bij (chemische) incidenten. De mate waarin  $PLL_{PR}$  verschilt van  $PLL_{GR}$  is afhankelijk van het scenario. Voor toxische scenario's (zoals bij het vervoer over spoor en de ammoniak koelinstallatie) reduceert het risico door toedoen van beschermende maatregelen met een factor 5 (zie de tabel bij Figuur 10). Voor de LPG-tankstations is de reductie maar een factor 2,2 en voor luchtvaartongevallen een factor 1,5.

Indien het instrument zich zou baseren op het (conservatieve)  $PLL_{PR}$  dan worden de risico's van toxische emissies overschat ten opzichte van de risico's van brandbare emissies en luchtvaartrisico's.  $PLL_{GR}$  is daarom beter geschikt om verschillende risico's te vergelijken.  $PLL_{PR}$  wordt daarom in het resterende deel van het rapport buiten beschouwing gelaten. Het  $PLL_{GR}$  voor de casus Uitgeest wordt in Figuur 11 weergegeven.

*Figuur 10 PLL's op basis van plaatsgebonden risico(links) en groepsrisico (rechts) voor de verschillende risicovolle activiteiten binnen de gemeente Uitgeest*

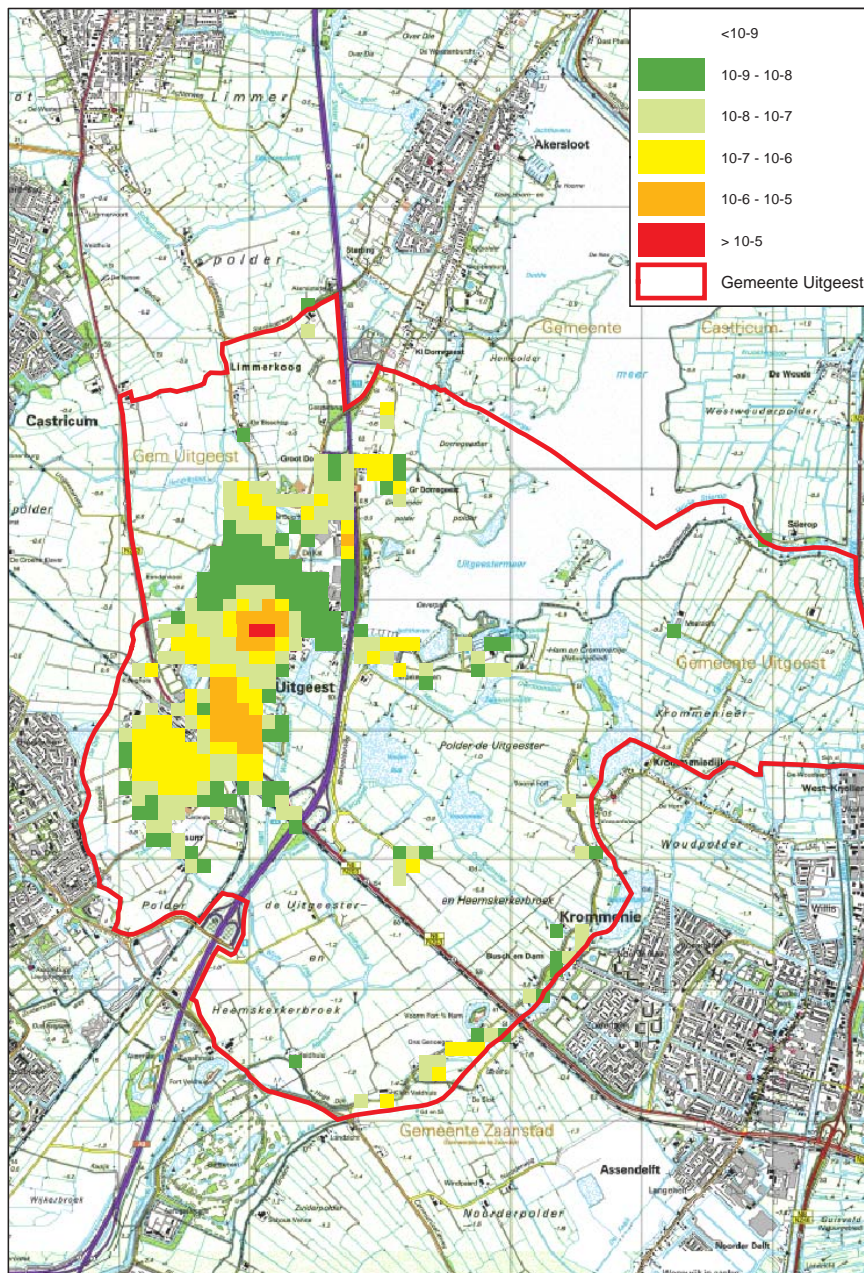


PLL	Totaal	LPG-tankstation	Spoor	Luchtvaart	Ammoniak koelinstallatie
PLL <sub>PR</sub>	$3,2 \times 10^{-4}$ 100,0%	$1,5 \times 10^{-4}$ 45,8%	$8,1 \times 10^{-5}$ 25,3%	$8,8 \times 10^{-5}$ 27,6%	$4,0 \times 10^{-6}$ 1,3%
PLL <sub>GR</sub>	$1,4 \times 10^{-4}$ 100,0%	$6,7 \times 10^{-5}$ 46,7%	$1,6 \times 10^{-5}$ 11,2%	$6,0 \times 10^{-5}$ 41,5%	$8,7 \times 10^{-7}$ 0,6%
PLL <sub>PR</sub> /PLL <sub>GR</sub>	2,2	2,2	5,1	1,5	4,6

### **Relatieve bijdragen**

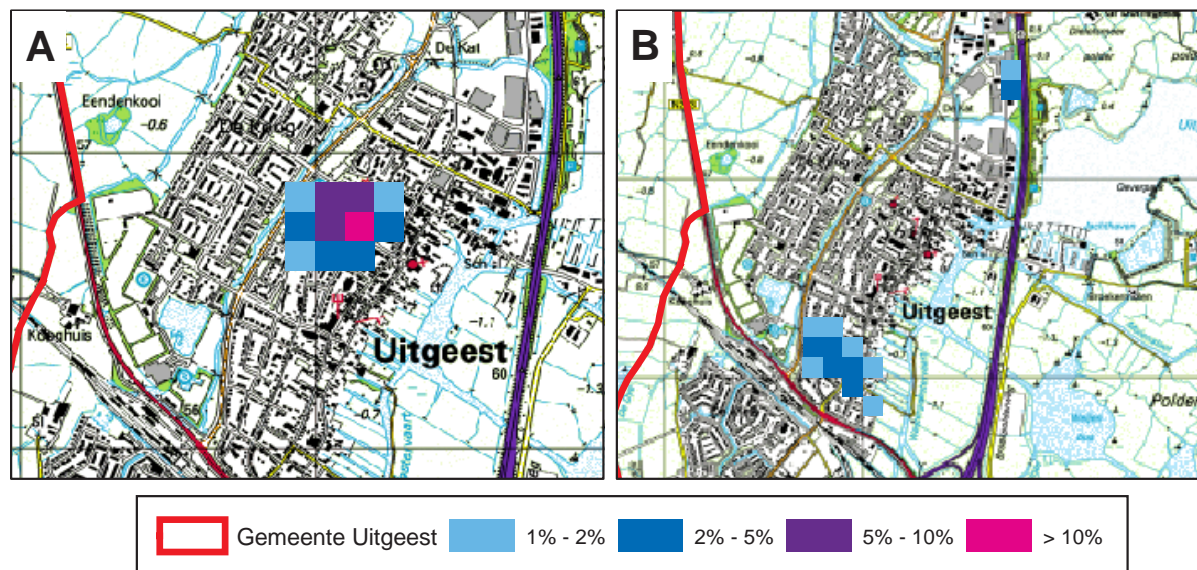
Om meer inzicht te krijgen welke kaartvakken voor het grootste deel bijdragen aan het PLL, kunnen bijvoorbeeld de relatieve bijdragen worden bekeken. Deze wijze van weergave geeft inzicht in de concentratie van het risico. In Figuur 12 wordt het percentage van de bijdrage per kaartvak aan het totale risico weergegeven. Ook de afzonderlijke bijdragen van de verschillende activiteiten worden weergegeven. De bijdragen van het LPG-tankstation en luchtvaart zijn duidelijk terug te vinden op de kaart. De bijdrage van spoor is te gering en diffuus om een rol van betekenis te spelen.

Figuur 11 Potential Loss of Life (PLL<sub>GR</sub>) in de gemeente Uitgeest



PLL <sub>GR</sub> Uitgeest	Totaal	LPG-tankstation	Spoor	Luchtvaart	Ammoniak-koelinstallatie
	$1,4 \times 10^{-4}$	$6,7 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-5}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$8,7 \times 10^{-7}$
	100,0%	46,7%	11,2%	41,5%	0,6%
Kaartvakken met PLL <sub>GR</sub> :					
0	1973	2340	2165	1973	2369
$0 - 10^{-9}$	70	4	54	99	3
$10^{-9} - 10^{-8}$	103	3	50	163	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	118	10	60	78	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	82	7	47	46	2
$10^{-6} - 10^{-5}$	28	10	0	17	0
$> 10^{-5}$	2	2	0	0	0
Totaal kaartvakken	2376	2376	2376	2376	2376

Figuur 12 Relatieve bijdragen van het LPG-tankstation (A) en luchtvaart (B) per kaartvak aan het totale  $PLL_{GR}$  voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest



### Casus 1: toevoeging nieuwe industrie

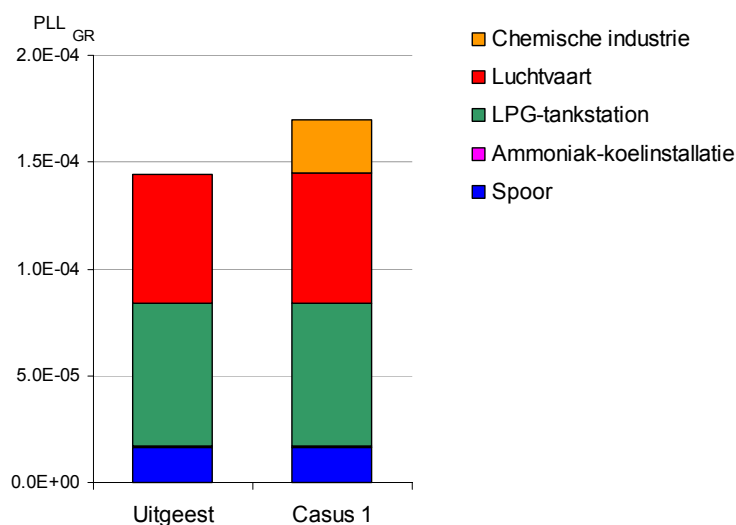
Op basis van het  $PLL_{GR}$  bedraagt de risicotoename ten opzichte van de casus Uitgeest 18%. Deze toename wordt voornamelijk veroorzaakt door de risico's die de bijgeplaatste chemische fabriek met zich mee brengt, de andere risicobijdragen blijven vrijwel constant. Hieruit kan worden afgeleid dat de toegevoegde woonwijk de ondervonden risico's van LPG, spoor, luchtvaart en ammoniak-koelinstallatie niet (significant) verhoogt (zie Figuur 13). Het toevoegen van een ruimtelijke ontwikkeling hoeft dus niet per definitie te leiden tot een toename van het PLL.

### Casus 2: toevoeging nieuwe woningen

De woonwijk zoals deze in casus 1 was toegevoegd, is in deze casus op een andere plaats neergezet (zie hoofdstuk 3). Daar waar de toevoeging van de woonwijk in casus 1 geen significante wijziging gaf in de risico's van spoor en luchtvaart, leidt de toevoeging in casus 2 tot een toename. De plaatsing van de woonwijk binnen de invloedsgebieden van spoor en luchtvaart leidt dan ook tot een toename van de bijdragen van deze risicoveroorzakers (Figuur 14).



*Figuur 13 De toename in het PLL wordt veroorzaakt door de fictieve chemische industrie*

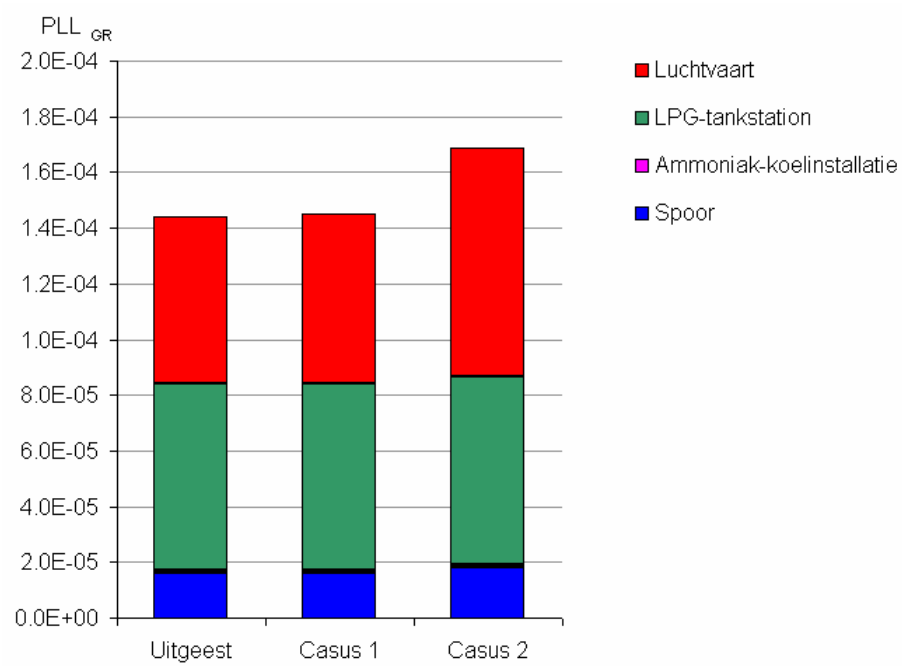


PLL (per jaar)	Totaal	LPG- tankstation	Spoor	Luchtvaart	Ammoniak koelinstallatie	Chemisch bedrijf
Uitgeest PLL <sub>GR</sub>	1,4 × 10 <sup>-4</sup>	6,7 × 10 <sup>-5</sup>	1,6 × 10 <sup>-5</sup>	6,0 × 10 <sup>-5</sup>	8,7 × 10 <sup>-7</sup>	-
	100%	47%	11%	42%	1%	-
Casus 1 PLL <sub>GR</sub>	1,7 × 10 <sup>-4</sup>	6,7 × 10 <sup>-5</sup>	1,6 × 10 <sup>-5</sup>	6,1 × 10 <sup>-5</sup>	8,7 × 10 <sup>-7</sup>	2,5 × 10 <sup>-5</sup>
	100%	40%	9%	36%	1%	15%

In Figuur 14 is duidelijk te zien dat de toevoeging van de woonwijk in casus 1 geen significante invloed heeft gehad op het PLL<sub>GR</sub> van de verschillende activiteiten. Het totale PLL<sub>GR</sub> is enkel toegenomen tengevolge het toevoegen van de chemische industrie. In casus 2 is de woonwijk binnen de 20 Ke geluidszone, maar buiten het beperkingengebied rond Schiphol, geplaatst. Dit resulteert in een toename van circa 20% van het totale PLL<sub>GR</sub> ten opzichte van de casus Uitgeest. De bijdrage van het luchtvaartrisiko in de gemeente Uitgeest aan het totale groepsrisico van Schiphol in het 56 × 56 km gebied is gering (circa 0,3% bij meer dan 20 slachtoffers). De ruimtelijke ontwikkeling zal op het groepsrisico van Schiphol geen significante invloed hebben. Binnen de gemeente Uitgeest is deze verandering wel van belang.

Uitgaande van de gedachte het risico op een zo laag mogelijk niveau te houden, heeft het plaatsen van de woonwijk op de plaats gekozen in casus 1 de voorkeur boven de plaatsing als in casus 2.

*Figuur 14* Vergelijking van  $PLL_{GR}$ 's voor verschillende casussen exclusief toegevoegde industrie







## 5. Beleidsrelevantie van de drie risicomaten

In het vorige hoofdstuk zijn voor verschillende, deels fictieve, activiteiten in Uitgeest, het plaatsgebonden risico, het groepsrisico en het PLL berekend. Op grond van de uitkomsten wordt in dit hoofdstuk besproken in hoeverre plaatsgebonden risico, groepsrisicocurve en PLL relevant zijn voor lokaal risicobeleid. Onderstaand worden de voor- en nadelen geëvalueerd. In hoeverre deze voor- en nadelen in de praktijk van de gemeentelijke risico-evaluatie zwaar wegen, kan het beste in de aanwezigheid van de gemeentelijke en provinciale bestuurders worden bepaald. Dit bestuurlijke aspect van een eventuele gebiedsgebonden benadering van het groepsrisico valt buiten de reikwijdte van deze oriëntatie.

### 5.1 Voor- en nadelen van het plaatsgebonden risico

Het plaatsgebonden risico is de bekendste risicogrootte. Het PR wordt doorgaans weergegeven in contouren (iso-risicocontouren) die bijvoorbeeld het gebied met een risico groter dan  $10^{-5}$  per jaar markeren.

Voor het lokale risicobeleid heeft het plaatsgebonden twee grote voordelen. Niet onbelangrijk is dat bestuurders over het algemeen goed vertrouwd zijn met PR-contouren. Verder geven PR-contouren aan waar de risico's liggen ongeacht de aanwezigheid van mensen. In het geval van ruimtelijke planning laten de PR-contouren zien dat er aan sommige locaties risico's verbonden zijn. Het groepsrisico en PLL geven alleen risico's weer voor zover er aanwezige bevolking gemodelleerd is.

Tegenover deze voordelen staan ook nadelen. Allereerst kunnen binnen de gebruikelijke PR-contouren de risico's met een factor 10 variëren (bijvoorbeeld  $1 \times 10^{-6}$  per jaar of  $9,9 \times 10^{-6}$  per jaar). Analyses zijn daarmee weinig verfijnd. Ten tweede worden in de berekening van het plaatsgebonden risico geen beschermingsfactoren meegenomen (luchtvaartrisiko's uitgezonderd). Deze keuze is gedaan om individuele burgers goed te beschermen, maar over de kans op een ramp met dodelijke slachtoffers kan hierdoor weinig gezegd worden. Het vertroebelt de vergelijking tussen risico's van activiteiten met toxische gevaarlijke stoffen en activiteiten met brandbare gevaarlijke stoffen, omdat de invloed van de beschermingsfactoren voor deze typen activiteiten verschilt.

### 5.2 Voor- en nadelen van de groepsrisicocurve

Van de drie genoemde maten is de groepsrisicocurve de enige die inzicht geeft in het verwachte aantal slachtoffers bij een ongeval en de bijbehorende kans, en met name het *maximale* aantal slachtoffers. Het plaatsgebonden risico is immers een maat die niet afhangt van de aanwezigheid van mensen en het PLL is een eenheid die sommeert over kans en effect

(er is geen onderscheid tussen 1 ongeval per 10.000 jaar met 1 slachtoffer, en 1 ongeval per 100.000 jaar met 10 slachtoffers).

Het inzicht in het verwachte aantal slachtoffers is om twee redenen relevant. Allereerst geven grotere rampen een meer dan evenredig grotere maatschappelijk ontwrichting dan kleinere rampen, waardoor bestuurders specifiek geïnteresseerd zijn in de kans op een *grote* ramp. Uit de casus Uitgeest blijkt dat het PLL van het LPG-tankstation ongeveer dezelfde waarde heeft als het PLL van de luchtvaart boven Uitgeest. De FN-curven laten zien dat luchtvaart een relatief grote risicobijdrage levert voor ongevallen met 1 tot 40 slachtoffers, terwijl het LPG-tankstation een relatief grote bijdrage levert voor ongevallen met 40 tot 300 slachtoffers. Op grond van de informatie uit de FN-curven kan dus een betere afweging gemaakt worden tussen verschillende risico-activiteiten in een gemeente. Ten tweede is het verwachte aantal slachtoffers (en in het bijzonder het maximale aantal slachtoffers) relevant voor de capaciteit van de rampenbestrijding. Uit casus 1 blijkt dat de (fictieve) bouw van een veiligheidsrapportage-plichtig bedrijf en een nieuwbouwwijk een beperkte risicotename tot gevolg heeft (uitgedrukt in groepsrisicocurve of PLL). Uit de FN-curven blijkt echter dat het maximale aantal slachtoffers bij een eventuele ramp in Uitgeest, in deze fictieve plannen stijgt van 300 naar 500. De vraag is of de hulpverlening is toegerust op een dergelijk slachtofferaantal.

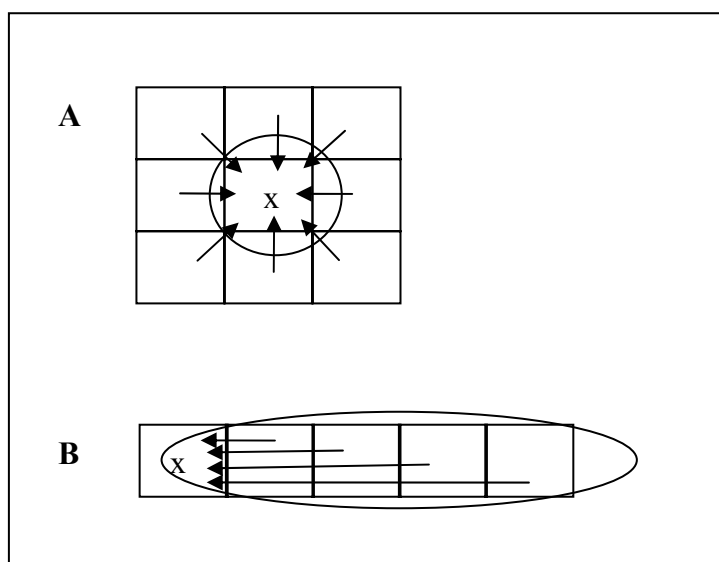
Het gebruik van de FN-curve kent ook de nodige nadelen. Allereerst is de FN-curve een totaal voor het hele bestudeerde gebied. Er kan dus niet worden afgeleid of het risico verspreid is over een groot oppervlak of juist toekomt aan een beperkt aantal kaartvakken. Een tweede nadeel is dat voor de berekening van de groepsrisicocurve deskundigen nodig zijn. De invloed van een ruimtelijk plan kan daarmee niet snel en eenvoudig worden bepaald. Het laatste bezwaar van de FN-curve is de dubbel logaritmische schaalverdeling. Door deze schaalverdeling zijn verschillende punten of bijdragen in de grafiek moeilijk met elkaar te vergelijken. Een aanzienlijke reductie van het groepsrisico (bijvoorbeeld een factor twee in de kans), oogt doorgaans als een beperkte reductie. Maar door in de toekomst tabellen en eventueel staafdiagrammen toe te voegen aan de FN-curve, kunnen de verschillende bijdragen beter inzichtelijk worden gemaakt.

## Weergave van het groepsrisico

Het groepsrisico wordt traditioneel weergegeven in een FN-curve. In het rapport 'Ontwikkeling van het groepsrisico rond Schiphol, 1990-2010' [RIVM 05], wordt voor luchtvaartongevallen een nieuwe methode toegepast om het groepsrisico weer te geven. Deze methode is echter niet geschikt voor de weergave van andere groepsrisico's.

Voor specifieke slachtofferaantallen worden de groepsrisico's voor luchtvaart in [RIVM 05] weergegeven op kaartvakken van 1 hectare. Hiertoe is eerst bepaald hoe groot de kans op een vliegtuigongeval in het kaartvak is. Op basis van de aanwezige populatie is daarna de kans op een ramp met N of meer slachtoffers bepaald voor het kaartvak. Indien het ongevalgevolgebied groter is dan 1 hectare, dan wordt ook de populatie in de aangrenzende cellen meegenomen om het groepsrisico te bepalen (zie Figuur X-A). De plaats van het ongeval en de plaats waar de slachtoffers vallen, vallen voor luchtvaartongevallen samen, en de grafische weergave op een kaart geeft een goed beeld welke locaties een relatief grote bijdrage leveren aan het groepsrisico.

Figuur X Relatie tussen ongevallocatie en betrokken populatie voor luchtvaart en chemische incidenten



Voor risico's van inrichtingen met gevaarlijke stoffen of risico's van het vervoer van gevaarlijke stoffen is de situatie anders (zie Figuur X-B). De ongevallen vinden plaats op de inrichting en op de transportroutes. De effectafstand is vaak groter dan 100 meter zodat ook ver van de ongevallocatie slachtoffers kunnen vallen. Met de weergave zoals in rapport [RIVM 05] wordt alleen aan de potentiële ongevallocaties een groepsrisico toegekend. De kaartvakken op de inrichting en op de transportroutes lichten dan op en ter plaatse van de verderop gelegen woonwijken blijven de kaartvakken blanco. Daarmee ontstaat het beeld dat er ter plaatse van de woonwijken geen risico's zijn, en dat beeld is onterecht. Daarom is de methode uit [RIVM 05] niet geschikt voor de weergave van risico's waarbij het effectgebied veel groter is dan 1 hectare, zoals het geval is bij inrichtingen met gevaarlijke stoffen en het vervoer van gevaarlijke stoffen.

### 5.3 Voor- en nadelen van het PLL

Ten opzichte van plaatsgebonden risico en groepsrisico heeft het PLL een drietal voordelen. Allereerst kan met het PLL inzichtelijk gemaakt worden op welke locaties de kans op een ramp met dodelijke slachtoffers hoog is. Terwijl de FN-curve een totale waarde voor een specifiek gebied betreft, kan het PLL worden uitgesplitst naar relatieve bijdragen van kaartvakken in het gebied. Vervolgens kan eenvoudig van de kaart worden afgelezen welke locaties een hoge risicobijdrage leveren.

De invloed van nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen is eenvoudig te berekenen met PLL. Bij vastliggende plaatsgebonden risico's kan de populatie worden veranderd, waarna met één druk op de knop bepaald kan worden wat de corresponderende toe- of afname van het PLL is. In tegenstelling tot een analyse op basis van PR is deze analyse kwantitatief. Met FN-curven kan alleen door een specialist worden berekend hoe het risico verandert door ruimtelijke ontwikkelingen.

Met behulp van het PLL kunnen de risico's van verschillende activiteiten per kaartvak worden opgeteld. Op deze manier wordt een realistischer beeld verkregen van de risico's waaraan aanwezigen worden blootgesteld. Samenhangend hiermee kunnen op basis van het PLL verschillende risico's ook per kaartvak worden vergeleken.

Een nadeel van PLL is dat het geen inzicht geeft in het verwachte slachtofferaantal bij een ramp en de bijbehorende kans. Een verder bezwaar tegen het weergeven van PLL op de kaart is dat locaties waar nu geen populatie aanwezig is, ongevaarlijk lijken. Vanwege de afwezigheid van mensen is het PLL nul, maar dat betekent niet dat er ter plaatse geen incident kan gebeuren.

## 6. Praktische aandachtspunten voor een instrument

### **Benodigheden voor de berekening van het plaatsgebonden risico**

Om inzicht te krijgen in de plaatsgebonden risico's, zijn voor alle activiteiten de plaatsgebonden risico's van  $10^{-8}$  per jaar en groter nodig. Met name de gegevens van de contouren van  $10^{-7}$  en  $10^{-8}$  per jaar zijn belangrijk. Dit zijn namelijk de plaatsen waar nog wel risico's zijn maar waar op grond van het plaatsgebonden risico geen bouwbeperkingen meer gelden. De gegevens uit het Risicoregister gevaarlijke stoffen (RRGS) zijn momenteel niet voldoende om inzicht te krijgen in de plaatsgebonden risico's rond inrichtingen met gevaarlijke stoffen en transport van gevaarlijke stoffen.

### **Benodigheden voor zowel groepsrisicocurve als PLL**

In dit onderzoek is gebleken dat voor de berekening van FN-curven en/of PLL's, een groot aantal brongegevens nodig is om de berekeningen voldoende nauwkeurig te kunnen uitvoeren. De beschikbaarheid van de benodigde gegevens zal daarom een belangrijke rol spelen in de invulling van het toekomstige lokale risico-beleid, inclusief het eventuele rekeninstrument. De benodigde gegevens bestaan uit populatiedata en gegevens over de risicovolle activiteiten. De populatiedata zal de gemeente te zijner tijd mogelijk zelf kunnen aanleveren. Voor de risico-gegevens is de gemeente grotendeels afhankelijk van derden.

#### *Aanwezigheidsgegevens*

Het populatiebestand zoals in deze studie gebruikt, is afkomstig van een studie naar de ontwikkeling van het groepsrisico rond Schiphol [RIVM 05]. Wanneer men van de meest recente en nauwkeurige populatiegegevens wil gaan, zullen de bewerkingen en samenvoegingen van de verschillende bronbestanden die voor het populatiebestand uit [RIVM 05] eenmalig zijn uitgevoerd, jaarlijks moeten worden herhaald.

#### *Bedrijfsinformatie*

Het verkrijgen van de, voor een risicoanalyse noodzakelijke, gegevens van de verschillende risicovolle activiteiten, zal veel aandacht behoeven.

Categorale inrichtingen als LPG-tankstations kunnen, met betrekking tot het (eventueel gecorrigeerde) plaatsgebonden risico, mogelijk generiek worden door gerekend. De FN-curven zijn sterk afhankelijk van de populatieverdeling en moeten door deskundigen worden berekend.

Voor andere inrichtingen zullen in ieder geval specifieke risicoanalyse's moeten worden uitgevoerd. De gegevens uit de provinciale risicokaarten en het Register risicosituaties gevaarlijke stoffen (RRGS) zijn noch voor de berekening van het PLL noch voor de berekening van FN-curven voldoende. De achterliggende gegevens, zoals stoffen, scenario's, productie- en opslagcondities en andere specifieke gegevens, zullen in het geval van inrichtingen vanuit de milieuvergunningen of de inrichting zelf moeten komen. Voor transport zullen er tellingen van voertuigbewegingen plaats moeten vinden. Bij inrichtingen

met meerdere activiteiten en transportroutes waarover verschillende gevaarlijke stoffen worden getransporteerd, zullen de risico-analyses al snel complex worden.

### **Specifieke benodigheden voor het berekenen van gemeentelijke FN-curven**

Voor inrichtingen met gevaarlijke stoffen wordt het groepsrisico berekend op basis van de bevolking in de omliggende woonwijken en bedrijfsterreinen. Voor een gemeentelijke FN-curve kunnen aanwezigen in omliggende gemeenten eventueel buiten beschouwing gelaten worden. Voor sommige inrichtingen zal dit een nieuwe berekening vereisen, maar in de meeste gevallen blijven de effecten binnen de gemeentegrenzen zodat de reeds bekende FN-curve gebruikt kan worden. De huidige berekeningsmethodiek van de FN-curve voor transport gaat uit van een FN-curve per kilometer transportroute. Wanneer deze FN-curven per kilometer traject worden opgeteld tot een FN-curve per gemeente, dan is de huidige berekeningsmethodiek niet toepasbaar. Dit houdt in dat het softwarepakket dat voor transport wordt toegepast (RBM II) [AVIV 05], moet worden aangepast. Het huidige rekenpakket voor luchtvaart (IMU) [NLR 00] is al redelijk geschikt voor het berekenen van gemeentelijke FN-curven.

### **Specifieke benodigheden voor het berekenen van Potential Loss of Life**

Om het  $PLL_{GR}$  op een kaartvak niveau te kunnen berekenen is er een aanpassing nodig in de huidige rekenpakketten, zodat er met een gecorrigeerd plaatsgebonden risico ( $PR_C$ ) gerekend kan worden. Tevens is een uitvoer van het (gecorrigeerde) plaatsgebonden risico op kaartvakniveau noodzakelijk. Dit speelt zowel voor risico's van inrichtingen als voor risico's van transport. Wat betreft het PLL voor luchtvaart kan de nauwkeurigheid verhoogt worden door het aantal N-punten dat wordt doorgerekend te vergroten. Dit vergt een beperkte aanpassing van het huidige rekenpakket.

## 7. Conclusies

In de huidige praktijk is het moeilijk om een goede vergelijking te maken van het groepsrisico van verschillende risicobronnen binnen een gemeente. Het groepsrisico van bedrijven met gevaarlijke stoffen wordt nog wel per inrichting berekend, maar het groepsrisico voor transport wordt berekend per kilometer traject en het groepsrisico voor Schiphol wordt berekend voor een studiegebied van 56 x 56 km<sup>2</sup>. Hierdoor zijn de verschillende cijfers nauwelijks met elkaar te vergelijken. In dit onderzoek is gezocht naar een betere (lokale) benadering door het totale risico binnen de gemeente te berekenen, en door bijdragen te vergelijken op het niveau van kaartvakken. Een dergelijke consistente vergelijking van risicobronnen levert waardevolle inzichten op voor lokale risicobebatingen.

In dit rapport is ook de risicotoename door toedoen van twee fictieve ruimtelijke plannen doorgerekend. De invloed van de ligging van de nieuwbouwlocaties op de risicotoename komt hierbij duidelijk aan het licht. Bij de huidige ruimtelijke plannen kan de bijbehorende groepsrisicotoename niet eenvoudig worden beoordeeld. Dit wordt ten dele veroorzaakt doordat elk nieuw plan door specialisten moet worden doorgerekend. Belangrijk is nog dat gemeenten rond Schiphol momenteel niet verantwoordelijk zijn voor het groepsrisico van mogelijke luchtvaartongevallen binnen hun gemeente.

Het huidige rapport geeft een inzicht in welke mogelijkheden er zijn voor een vergelijking van verschillende risicobronnen of van alternatieve plannen voor ruimtelijke ordening. Voor de vergelijking zijn drie grootheden gebruikt: het plaatsgebonden risico, de groepsrisicocurve en het 'Potential Loss of Life' (PLL). Het blijkt dat elk van de grootheden specifieke voor- en nadelen heeft:

- Het plaatsgebonden risico geeft duidelijk op de kaart aan welke plaatsen gevaarlijk zijn, maar omdat het niet duidelijk is of ter plaatse vaak mensen aanwezig zijn, zegt het niets over de kans op een ramp. Voor de vergelijking van verschillende risicobronnen is het plaatsgebonden risico niet erg geschikt, en ook de invloed van ruimtelijke orderingsplannen kan met het PR slechts beperkt worden ingeschat.
- Het groepsrisico, weergegeven in een FN-curve, geeft heel duidelijk aan welke slachtofferaantallen verwacht worden en wat de kans op de verschillende mogelijke slachtofferaantallen is. Verschillende risicoactiviteiten kunnen specifiek op potentiële maatschappelijke ontwrichting worden beoordeeld en de capaciteit van de hulpverlening kan worden afgestemd op de te verwachte effecten. Uit het groepsrisico blijkt niet op welke specifieke locaties het risico hoog is, en de FN-curve leent zich ook niet voor een snelle inventarisatie van de risicoverandering door nieuwe ruimtelijke plannen.
- Met PLL kan voor te plannen nieuwbouw snel en eenvoudig worden afgeleid wat de risicotoename is. Het PLL levert bovendien een kaart met hoge en lage risico-bijdragen op, zodat ruimtelijke plannen effectief kunnen worden aangepast. De

risico's van verschillende activiteiten kunnen per kaartvak worden opgeteld en/of vergeleken. Voor de inschatting van potentiële maatschappelijke ontwrichting en benodigde capaciteit van hulpdiensten is het PLL echter ongeschikt.

In hoeverre deze voor- en nadelen in de praktijk van het risicodebat zwaar wegen, vereist nadere afstemming op bestuurlijk niveau. Dit bestuurlijke aspect van een eventuele gebiedsgebonden benadering van het groepsrisico valt buiten de reikwijdte van dit oriënterende onderzoek. Dit oriënterende onderzoek heeft waardevolle inzichten voor een gebiedsgerichte benadering van het groepsrisico opgeleverd, maar een verdere uitwerking of vervolgstudie moet uitwijzen of dit inderdaad tot een praktisch en waardevol instrument uitgebouwd kan worden.

Technisch en organisatorisch is er nog een aantal aandachtspunten voor het laten slagen van een gebiedsgericht groepsrisico beleid. Gemeenten moeten kunnen beschikken over bevolkingsgegevens van voldoende kwaliteit (inclusief aanwezigen in bedrijven, scholen, winkelcentra, etcetera) en over een hele verzameling relevante risicogegevens van inrichtingen, transportmodaliteiten en luchtvaart. De benodigde informatie gaat veel verder dan de PR-contouren en de FN-curven waar de gemeenten nu over beschikken. Voor de eventuele berekening van FN-curven per gemeente moet het rekenpakket voor transportrisico's in beperkte mate worden aangepast.

De eventuele berekening van (voldoende nauwkeurige) PLL-waarden vereist een aanzienlijke aanpassing van de rekenpakketten voor inrichtingen en transport en een beperkte aanpassing van het luchtvaartmodel. Bij de berekening van het PLL moet het plaatsgebonden risico op het niveau van kaartvakken berekend worden. Hiernaast moeten de beschermingfactoren, zo als gebruikt in de berekening van de groepsrisicocurven, worden meegenomen. Vervolgens moeten alle relevante risicoactiviteiten met de vernieuwde software worden doorgerekend, voordat de lokale vergelijking van groepsrisico's kan plaatsvinden.



## Begrippenlijst

### *Effectafstand*

De effectafstand geeft aan tot op welke afstand er letale effecten kunnen voorkomen in het geval van een incident bij de risicovolle activiteit.

### *Effectgebied*

Het effectgebied geeft aan in welk gebied er letale effecten kunnen voorkomen in het geval van een incident bij de risicovolle activiteit.

### *FN-curve*

Weergave van het groepsrisico in een logaritmische grafiek waarin voor een risicovolle activiteit de cumulatieve kans op een incident  $F$  wordt uitgezet tegen het potentieel aantal slachtoffers  $N$ .

### *Kaartvak*

Een netwerk van lijnen over een topografische kaart, waarbij vierkante cellen worden gevormd. Iedere lijn van dit netwerk bevindt zich op een bekende afstand ten oosten of ten noorden van de gekozen oorsprong.

### *Gecorrigeerd Plaatsgebonden Risico (PR<sub>C</sub>)*

Plaatsgebonden risico waarbij de beschermingsfactoren, zoals deze gebruikt worden in de berekening van het groepsrisico, worden meegenomen in de berekening. De term wordt in dit rapport voor het eerst geïntroduceerd.

### *Groepsrisico (GR)*

De cumulatieve kansen per jaar dat een bepaald aantal personen (bijvoorbeeld 10, 100 of 1000) overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.

### *Groepsrisicocurve*

Zie FN-curve

### *Kwantitatieve Risico-analyse (QRA)*

Een risicoberekening veelal voor activiteiten met gevaarlijke stoffen. Ook voor andere activiteiten zoals luchthavens kunnen risicoberekeningen worden uitgevoerd. Het resultaat is één of meer plaatsgebonden risicocontouren en een FN-curve. Voor de risicoberekeningen in dit rapport is gebruik gemaakt van het Safeti-pakket [DNV 04].

### *Ongevalgevolgebied*

Vergelijkbaar met een effectgebied, maar dan voor de berekening van luchtvaartrisico's. Alle aanwezigen in het ongevalgevolgebied hebben een vaste kans om te overlijden ten gevolge van het vliegtuigongeval. Buiten het ongevalgevolgebied vallen er modelmatig geen slachtoffers.

### *Oriëntatiewaarde (OW)*

Voor het groepsrisico is geen grenswaarde vastgesteld. Wel is er een oriëntatiewaarde, dit is een toetsingswaarde voor het groepsrisico, waarvan gemotiveerd mag worden afgeweken. Een ongeval met tien doden mag met een kans van één op de honderdduizend per jaar voorkomen, een ongeval met honderd doden mag met een kans van één op de tien miljoen per jaar voorkomen, etcetera (waarbij ook de tussenliggende aantallen slachtoffers moeten worden getoetst).

### *Plaatsgebonden Risico (PR)*

Risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is [Vrom 04b].

### *Potential Loss of Life (PLL)*

Het verwachte aantal personen per jaar dat in een bepaald gebied komt te overlijden als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen een inrichting of transportroute waarbij een gevaarlijke stof betrokken is, of ten gevolge van een luchtvaartongeval. Hierbij is rekening gehouden met de feitelijke aanwezigheid. Het PLL kan worden berekend op basis van het plaatsgebonden risico of op basis van het groepsrisico. In dit rapport wordt voorgesteld om het te berekenen op basis van het gecorrigeerde plaatsgebonden risico (zie ook Bijlage B).

### *Risicocontour*

Plaatsen met een gelijk risico worden door een risicocontour met elkaar verbonden. De plaatsgebonden risicocontour is onafhankelijk van het al dan niet feitelijk aanwezig zijn van populatie rond de inrichting of transportroute. Het plaatsgebonden risico wordt door middel van een risicocontour op een kaart weergegeven.

### *Risicovolle activiteit*

Een activiteit welke leidt tot een externe veiligheidsrisico. Deze activiteit kan het drijven van een inrichting met gevaarlijke stoffen zijn, maar ook het transport van gevaarlijke stoffen of luchtvaart.

## Literatuur

- AVIV 03 2003. Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen. Enschede: AVIV.
- AVIV 05 2005. Risicoberekeningsmethodiek 2 (RBM II) versie 1.1.1.5. Enschede: AVIV
- CPR 99 1999. Guidelines for quantitative risk assessment (purple book). Den Haag: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. CPR18E.
- DHV 01 2001. Risicoatlas Spoor. Vervoer van gevaarlijke stoffen over de vrije baan. Amersfoort: DHV.
- DNV 04 2004. Safeti 6.42, London, UK: Det Norske Veritas.
- KPMG 03 2003. LPG-tankstations en (beperkt) kwetsbare objecten, Consortium: KPMG Sustainability, OpdenKamp Advies Groep.
- NLR 00 2000. Pikaar AJ, De Jong CJM, Weijts J. An enhanced method for the calculation of third party risk around large airports. Amsterdam: Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR). Rapport no. NLR-CR-2000-147.
- PNH 02 2002. Pilot-Risicokaart Noord-Holland. [www.noord-holland.nl/risicokaart](http://www.noord-holland.nl/risicokaart).
- RIVM 96 1996. Ale BJM, Laheij GMH, Uijt de Haag PAM. Handrekenmethodiek voor het groepsrisico bij Externe Veiligheid. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Rapport no. 610066004.
- RIVM 04 2004. Uijt de Haag PAM, Afstandentabel ammoniak-koelinstallaties. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Versie 3.2 concept.
- RIVM 05 2005. Post JG, Kooi ES, Weijts J, Ontwikkeling van het groepsrisico rond Schiphol, 1990 – 2010. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Rapport no. 620100004.
- RRGS 2004. Register Risico's Gevaarlijke Stoffen. [www.risicoregister.nl](http://www.risicoregister.nl).
- VenW 02 2002. Luchthavenindelingbesluit Schiphol. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- VenW 03 2003. Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen. Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting

Ruimtelijke Ordening en Milieu en Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Vrom 04a 2004. Nota Ruimte – ruimte voor ontwikkeling. Den Haag: vastgesteld in de ministerraad d.d. 25 april 2004.

Vrom 04b 2004. Besluit externe veiligheid inrichtingen. Den Haag: Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.

## Bijlage A Risicobegrippen

### Plaatsgebonden Risico

Het Besluit Externe Veiligheid voor Inrichtingen [Vrom 04b] geeft de volgende definitie voor het plaatsgebonden risico:

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

Anders gezegd is het plaatsgebonden risico de kans dat iemand die, (altijd) aanwezig is in de omgeving van een bedrijf, komt te overlijden ten gevolge van een ongeval bij dat bedrijf.

De grenswaarde voor het plaatsgebonden risico is  $10^{-6}$  per jaar. Op plaatsen met een groter plaatsgebonden risico is nieuwbouw van kwetsbare objecten (zoals woningen) niet toegestaan. Voor een gedetailleerdere beschrijving van de verschillende grenswaarden en de verschillende toepassingen (nieuwe en bestaande situaties en overgangsregelingen) wordt hier verwezen naar het Besluit Externe Veiligheid voor Inrichtingen [Vrom 04b], de Circulaire risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen [VenW 03] en het Luchthaven-indelingbesluit Schiphol [VenW 02].

Het plaatsgebonden risico wordt doorgaans geografisch weergegeven met lijnen van gelijkblijvend plaatsgebonden risico, de (iso)risicocontouren. In deze verkenning wordt het plaatsgebonden risico niet afgebeeld met risicocontouren. Om op een nauwkeurigere manier PLL's (zie bijlage B) te berekenen, wordt het plaatsgebonden risico per kaartvak weergegeven.

### Groepsrisico

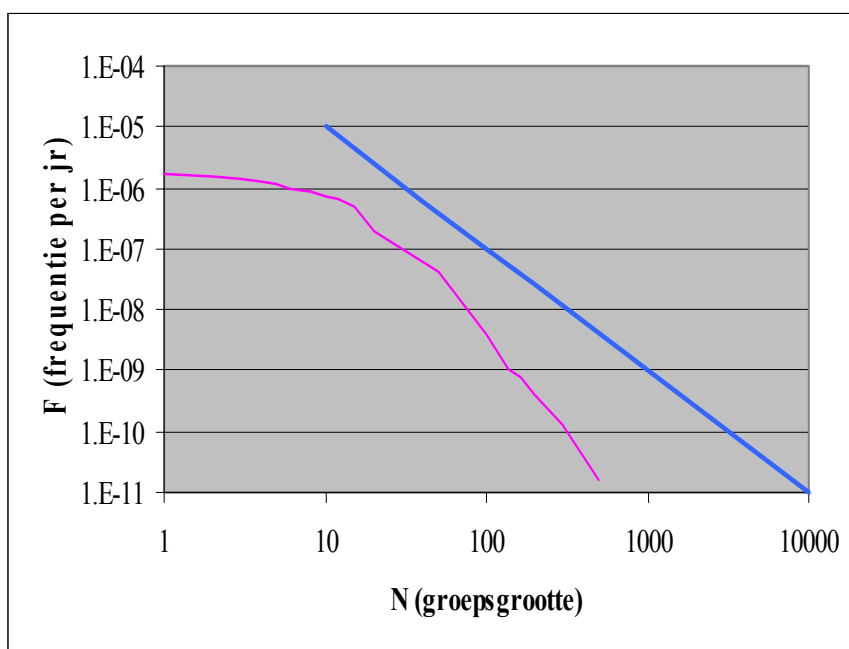
Het Besluit Externe Veiligheid voor Inrichtingen [Vrom 04b] geeft de volgende definitie voor het groepsrisico:

Cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of Bestrijdingsmiddel betrokken is.

Anders gezegd geeft het groepsrisico weer wat de kans is op het overlijden van een groep personen ten gevolge van een ongeval bij een bedrijf.

Voor het groepsrisico is geen grenswaarde vastgesteld. Wel zijn er zogeheten oriëntatiewaarden, die door het bevoegde gezag (de vergunningverlener, zijnde de provincie of de gemeente) dienen te worden gehanteerd bij de overwegingen omtrent het groepsrisico. Voor inrichtingen met milieugevaarlijke stoffen bedraagt de oriëntatiewaarde  $10^{-5}$  per jaar voor ongevallen met 10 of meer dodelijke slachtoffers,  $10^{-7}$  per jaar voor ongevallen met 100 of meer dodelijke slachtoffers en  $10^{-9}$  per jaar voor ongevallen met 1000 of meer dodelijke slachtoffers. De groepsrisico's van transport worden vastgesteld per kilometer traject; de oriëntatiewaarden per kilometer bedragen  $10^{-4}$  per jaar voor ongevallen met 10 of meer dodelijke slachtoffers,  $10^{-6}$  per jaar voor ongevallen met 100 of meer dodelijke slachtoffers en  $10^{-8}$  per jaar voor ongevallen met 1000 of meer dodelijke slachtoffers. Voor de groepsrisico's veroorzaakt door luchtvaart zijn geen normen of streefwaarden vastgesteld. In Figuur 15 is een FN-diagram weergegeven met daarin als voorbeeld een FN-curve en tevens de oriëntatiewaarde voor inrichtingen.

*Figuur 15 FN-diagram voor groepsrisico met oriëntatiewaarde voor inrichtingen*



De huidige methode voor het bepalen van het groepsrisico is brongericht. Het groepsrisico (GR) heeft betrekking op de populatie binnen de effectgebieden van de bedrijven/transportmodaliteiten en voor Schiphol binnen het studiegebied. Bij grotere bedrijven en activiteiten met grote effectgebieden zijn de bevolkingsgegevens die gebruikt worden voor het bepalen van deze FN-curve afkomstig uit een groot gebied. Bij Schiphol heeft dit gebied zelfs een oppervlakte van  $56 \times 56 \text{ km}^2$ , waarbinnen circa 20% van de Nederlandse bevolking woont en/of werkt. Als het groepsrisico wordt weergegeven in een FN-curve, dan is dit een maat voor het gehele gebied, ongeacht de grootte hiervan. In dit rapport wordt dit dilemma verholpen door FN-curven te berekenen per gemeente (zie 'Partieel Groepsrisico').

In tegenstelling tot het plaatsgebonden risico (PR), geeft het groepsrisico geen geografische informatie. Hierdoor is het niet mogelijk om na te gaan in welke mate bepaalde gebieden bijdragen aan het groepsrisico (recent onderzoek [RIVM 05] geeft voor luchtvaartrisico's wel dit inzicht). Vanwege de grote gebieden die betrokken worden bij de totstandkoming van het groepsrisico en het ontbreken van een geografische aanduiding, is de FN-curve voor lokale bestuurders moeilijk te gebruiken en te interpreteren. Het is niet mogelijk om aan te geven wat de bijdrage van de lokale omgeving is op het gehele groepsrisico veroorzaakt door de risicovolle activiteit. Het is ook niet op voorhand duidelijk hoe lokale beslissingen in de ruimtelijke ordening doorwerken in het GR.

### **Partieel Groepsrisico**

Voor inrichtingen en transport heeft het groepsrisico (GR) betrekking op de gehele populatie binnen de effectgebieden van de risicovolle activiteiten. Voor de luchtvaart rondom Schiphol wordt het groepsrisico berekend op basis van de populatie in het studiegebied van  $56 \times 56 \text{ km}^2$ . Om de risico's op een gebiedsgerichte wijze te beschouwen wordt er afgeweken van deze berekeningswijze. In plaats van het bepalen van het totale groepsrisico (waarbij de gehele populatie binnen de effectgebieden betrokken is), wordt er een partieel groepsrisico berekend waarin alleen de populatie binnen een bepaald gebied wordt beschouwd. Het resultaat is een FN-curve waarin specifiek de risico's voor dat bepaalde gebied worden aangegeven. Partiële groepsrisico's van verschillende risicovolle activiteiten kunnen worden opgeteld indien ze berekend zijn voor hetzelfde gebied (bijvoorbeeld een gemeente). Zo kunnen verschillende risicoactiviteiten onderling vergeleken worden en kan ook het totale groepsrisico binnen het gebied worden bepaald.

### **Potential Loss of Life**

Naast het plaatsgebonden risico en het groepsrisico, kan ook de verwachtingswaarde van het aantal doden worden gehanteerd. Deze waarde, Potential Loss of Life (PLL), is direct gerelateerd zowel het plaatsgebonden als het groepsrisico.

$PLL_{PR}$  is de verwachtingswaarde op basis van het plaatsgebonden risico. Het plaatsgebonden risico op een bepaalde plaats wordt gegeven door  $I(x,y)$ . De bevolkingsdichtheid is ook afhankelijk van de plaats:  $m(x,y)$ . Voor  $PLL_{PR}$  geldt dan formeel:

$$PLL_{PR} = \iint I(x,y) \cdot m(x,y) dx dy$$

Meestal wordt het  $PLL_{PR}$  echter berekend met behulp van gridwaarden voor plaatsgebonden risico en bevolking:

$$PLL_{PR} = \sum_{i,j} I(x_i, y_j) \cdot m(x_i, y_j)$$

De verwachtingswaarde PLL kan ook worden gevonden uit het groepsrisico.  $PLL_{GR}$  is gelijk aan het oppervlak onder de FN-curve, vermeerderd met de waarde van F voor  $N = 1$ .

$$PLL_{GR} = F(1) + \int_1^{N_{max}} FdN$$

In deze formule is  $N_{max}$  het maximale aantal slachtoffers.

De uitgangspunten voor de berekening van  $PLL_{PR}$  en  $PLL_{GR}$  zijn vanwege de huidige risicoanalyse methodiek verschillend. Het  $PLL_{PR}$  wordt berekend voor een onbeschermd individu, terwijl  $PLL_{GR}$  wordt berekend met inachtneming van beschermingsfactoren, zoals het schuilen binnenshuis of het dragen van kleding. Hierdoor zal  $PLL_{GR}$  lager zijn dan  $PLL_{PR}$ . Het kan dan ook niet worden verwacht dat  $PLL_{PR}$  en  $PLL_{GR}$ , wanneer deze voor een zelfde activiteit worden berekend, met elkaar overeenstemmen. Voor verdere theoretische aspecten van PLL wordt verwezen naar [RIVM 96].

### **Twee methoden om $PLL_{GR}$ te herberekenen naar waarden per kaartvak**

Omdat het  $PLL_{GR}$  wordt afgeleid uit de FN-curve kan het (in principe) niet worden afgebeeld op een kaart, en is de relatie met de aanwezige populatie complex. Verderop in het rapport zal blijken dat dit aanzienlijke nadelen zijn. Er zijn echter andere berekeningswijzen voor het  $PLL_{GR}$  mogelijk die deze nadelen omzeilen.

1. Het verschil tussen  $PLL_{PR}$  en  $PLL_{GR}$  wordt veroorzaakt doordat het plaatsgebonden risico uitgaat van conservatieve aannames terwijl het groepsrisico realistisch wordt berekend door beschermingsfactoren mee te nemen. Met een kleine aanpassing in de risico-rekenpakketten is het mogelijk de beschermingsfactoren ook mee te nemen in de berekening van het plaatsgebonden risico. Dit aangepaste plaatsgebonden risico noemen we 'gecorrigeerd plaatsgebonden risico',  $PR_C$ . Door per kaartvak het  $PR_C$  te vermenigvuldigen met het aantal aanwezigen, wordt een lokale PLL-waarde berekend. Als deze lokale PLL-waarden worden opgeteld voor de kaartvakken in het interessegebied, dan is de som gelijk aan  $PLL_{GR}$ .
2. Omdat de onder 1 aangegeven berekeningswijze met de huidige rekenpakketten nog niet kan worden toegepast, is er in dit onderzoek een vereenvoudiging toegepast die voor deze verkenning voldoende nauwkeurig is. Het  $PLL_{GR}$  geeft de meest realistische verwachtingswaarde. Op basis van het  $PLL_{PR}$  is te achterhalen welke bijdrage de verschillende kaartvakken leveren aan het totale  $PLL_{PR}$ . Door nu het  $PLL_{PR}$  naar beneden te schalen met een correctiefactor, kunnen lokale PLL-bijdragen worden herberekend die gezamenlijk optellen tot het  $PLL_{GR}$ . Voor de schaalfactor, die gelijk is voor alle kaartvakken, geldt  $c = PLL_{GR} / PLL_{PR}$ . Net als  $PLL_{GR}$  en  $PLL_{PR}$  verschilt de schaalfactor  $c$  wel per risico-activiteit.



In deze verkenning zijn de lokale  $PLL_{GR}$  bijdragen (dus de  $PLL_{GR}$ -waarden per kaartvak) berekend volgens methode 2. Gesommeerd over alle kaartvakken in de gemeente tellen ze op tot  $PLL_{GR}$  (zijnde het oppervlak onder de FN-curve). Het voordeel van deze methode is dat de verwachtingswaarde realistisch berekend is, dat de verdeling van het risico over de verschillende locaties kan worden achterhaald en dat de samenhang met de populatie eenvoudig is. Hiermee kan dus ook het  $PLL_{GR}$  worden afgebeeld op een kaart en kan de invloed van populatieveranderingen op het  $PLL_{GR}$  snel worden berekend.



## **Bijlage B      Figuren en tabellen**

Figuur 16 Aantal aanwezigen overdag per hectare in de gemeente Uitgeest

Figuur 17 Aantal aanwezigen 's nachts per hectare in de gemeente Uitgeest

Figuur 18 Plaatsgebonden risico's van de risicovolle activiteiten in de gemeente Uitgeest

Figuur 19 Groepsrisico gemeente Uitgeest met onderscheid naar risicovolle activiteiten

Figuur 20 Kans op een ramp met meer dan 40 slachtoffers ten gevolge van luchtvaart in de gemeente Uitgeest

Figuur 21 Potential Loss of Life(PLLPR) in de gemeente Uitgeest

Figuur 22 Potential Loss of Life (PLLGR) (PLLPR gecorrigeerd o.b.v. FN-curve) in de gemeente Uitgeest

Figuur 23 Relatieve bijdrage per kaartvak aan het totale PLLGR in de gemeente Uitgeest

Figuur 24 Relatieve bijdrage per kaartvak aan het PLLGR voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest

Figuur 25 Relatieve bijdrage van het LPG-tankstation per kaartvak aan het totale PLLGR voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest

Figuur 26 Relatieve bijdrage van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor per kaartvak aan het totale PLLGR voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest

Figuur 27 Relatieve bijdrage van luchtvaart per kaartvak aan het totale PLLGR voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest

Figuur 28 Relatieve bijdrage van de ammoniak-koelinstallatie per kaartvak aan het totale PLLGR voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest

Figuur 29 Aantal aanwezigen overdag per hectare in Casus 1

Figuur 30 Aantal aanwezigen 's nachts per hectare in Casus1

Figuur 31 Plaatsgebonden risico's van de risicovolle activiteiten in Casus 1

Figuur 32 Groepsrisico casus 1 met onderscheid naar risicovolle activiteiten

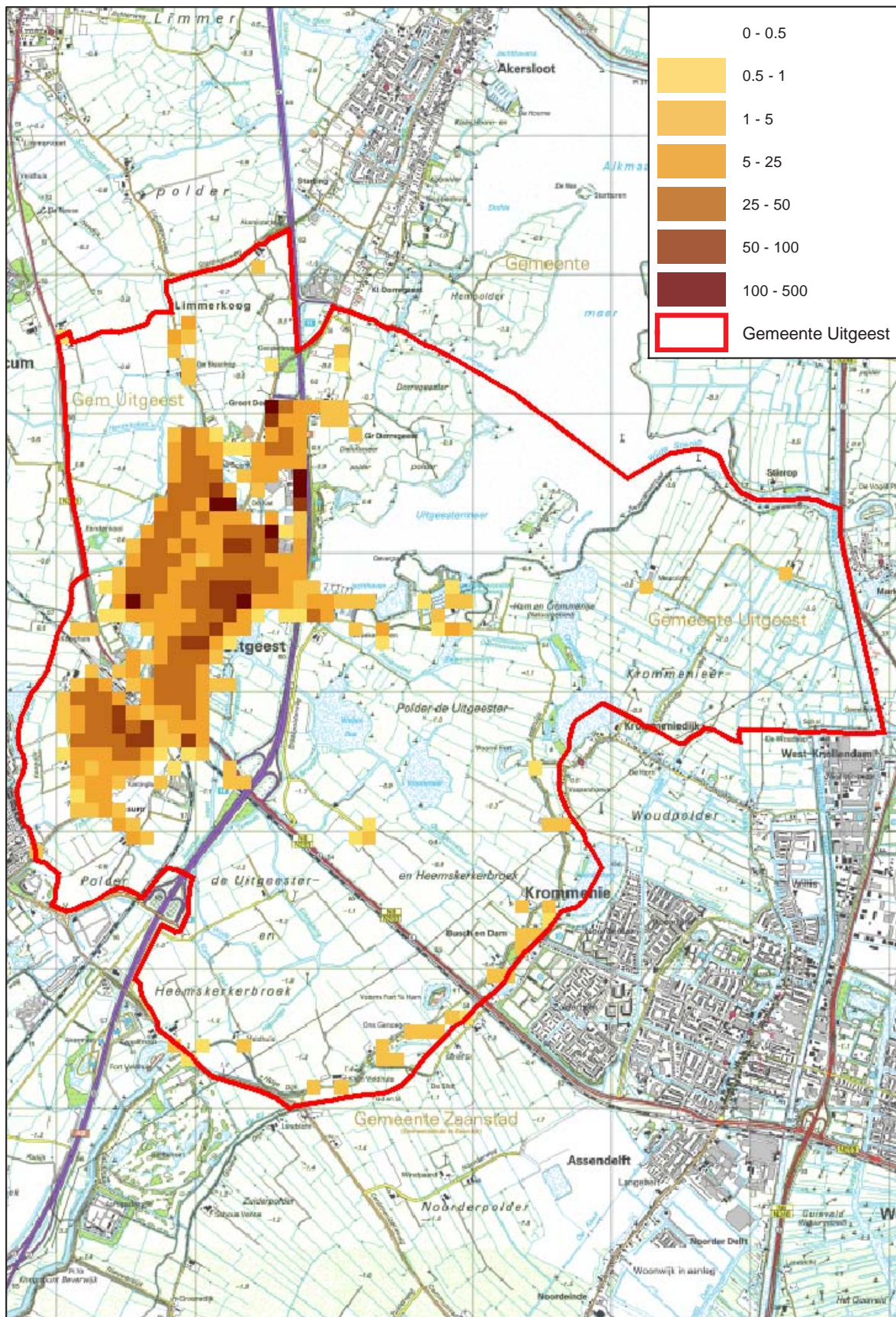
Figuur 33 Potential Loss of Life (PLLPR) in Casus 1

Figuur 34 Aantal aanwezigen overdag per hectare in Casus 2

Figuur 35 Aantal aanwezigen 's nachts per hectare in Casus 2

Figuur 36 Potential Loss of Life (PLLPR) in Casus 2

Figuur 16 Aantal aanwezigen overdag per hectare in de gemeente Uitgeest

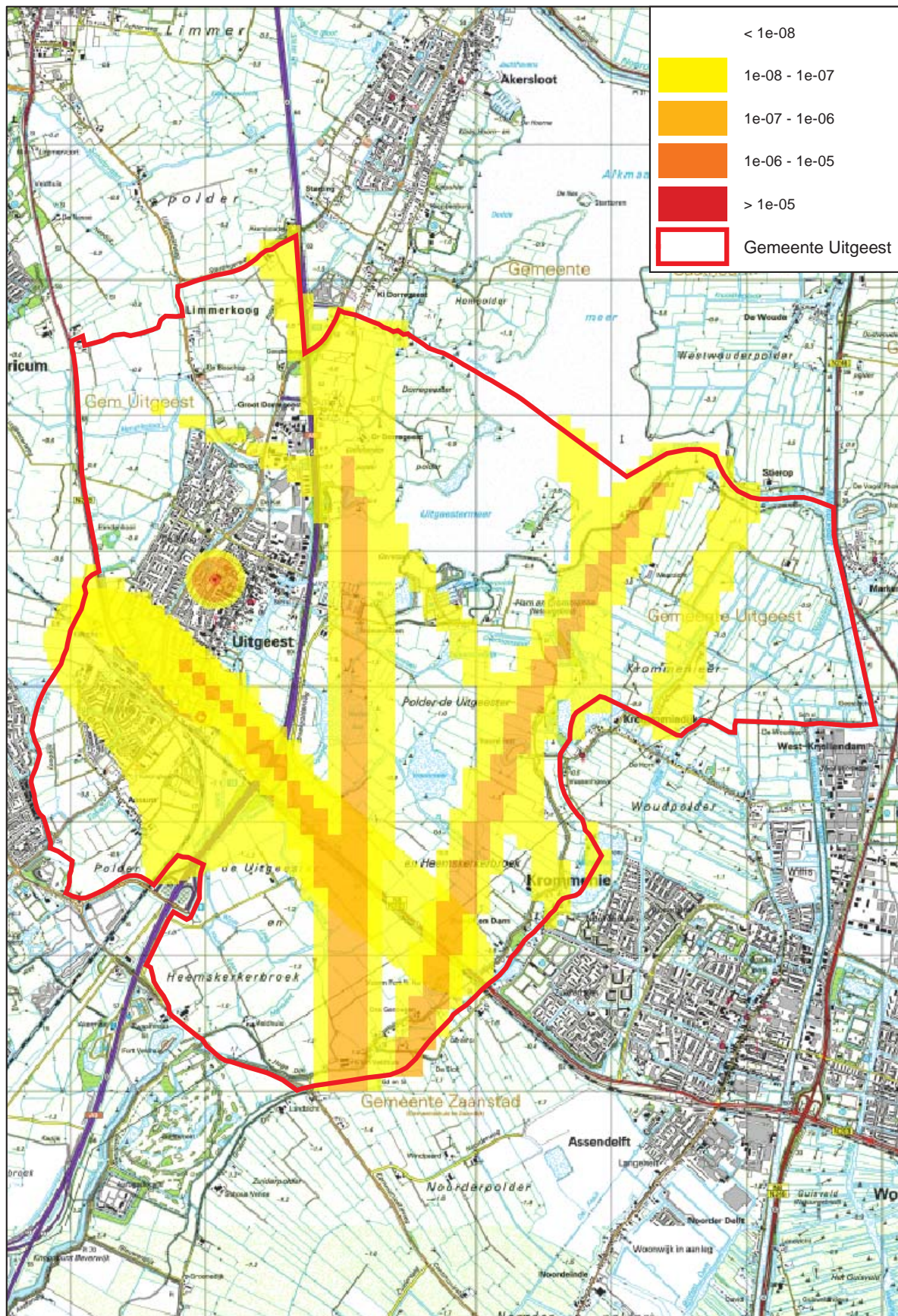






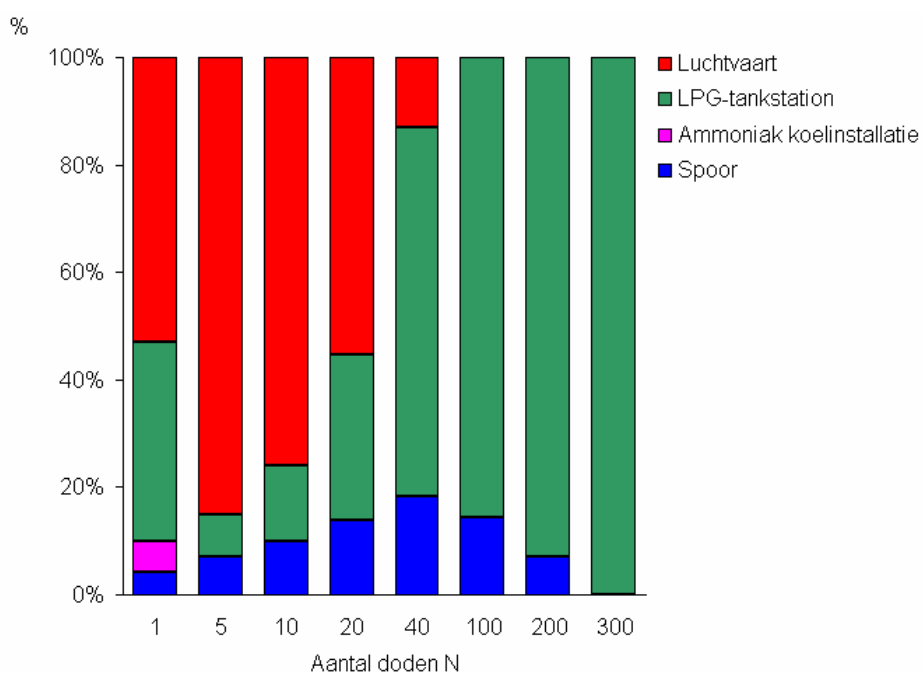
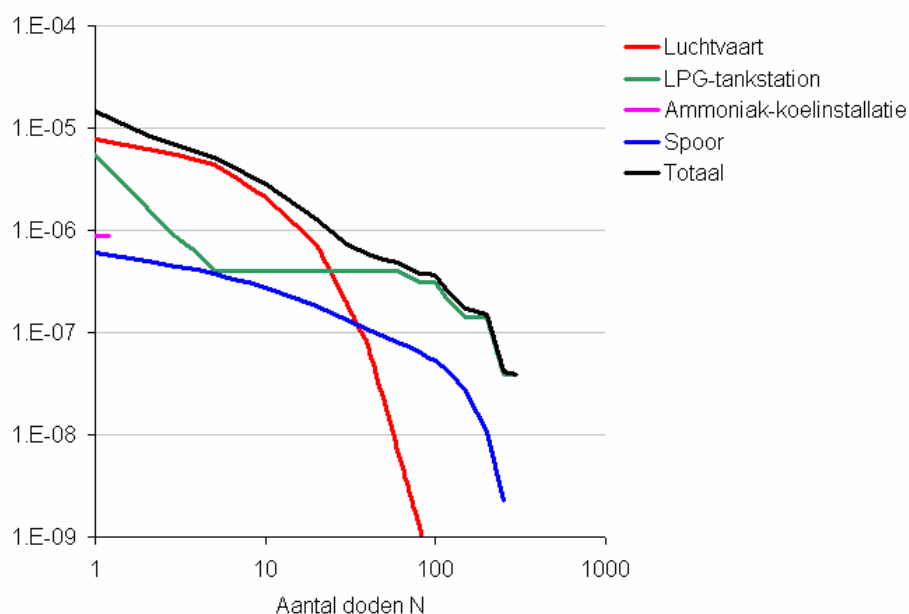


Figuur 18 Plaatsgebonden risico's van de risicovolle activiteiten in de gemeente Uitgeest



Figuur 19 Groepsrisico gemeente Uitgeest met onderscheid naar risicovolle activiteiten

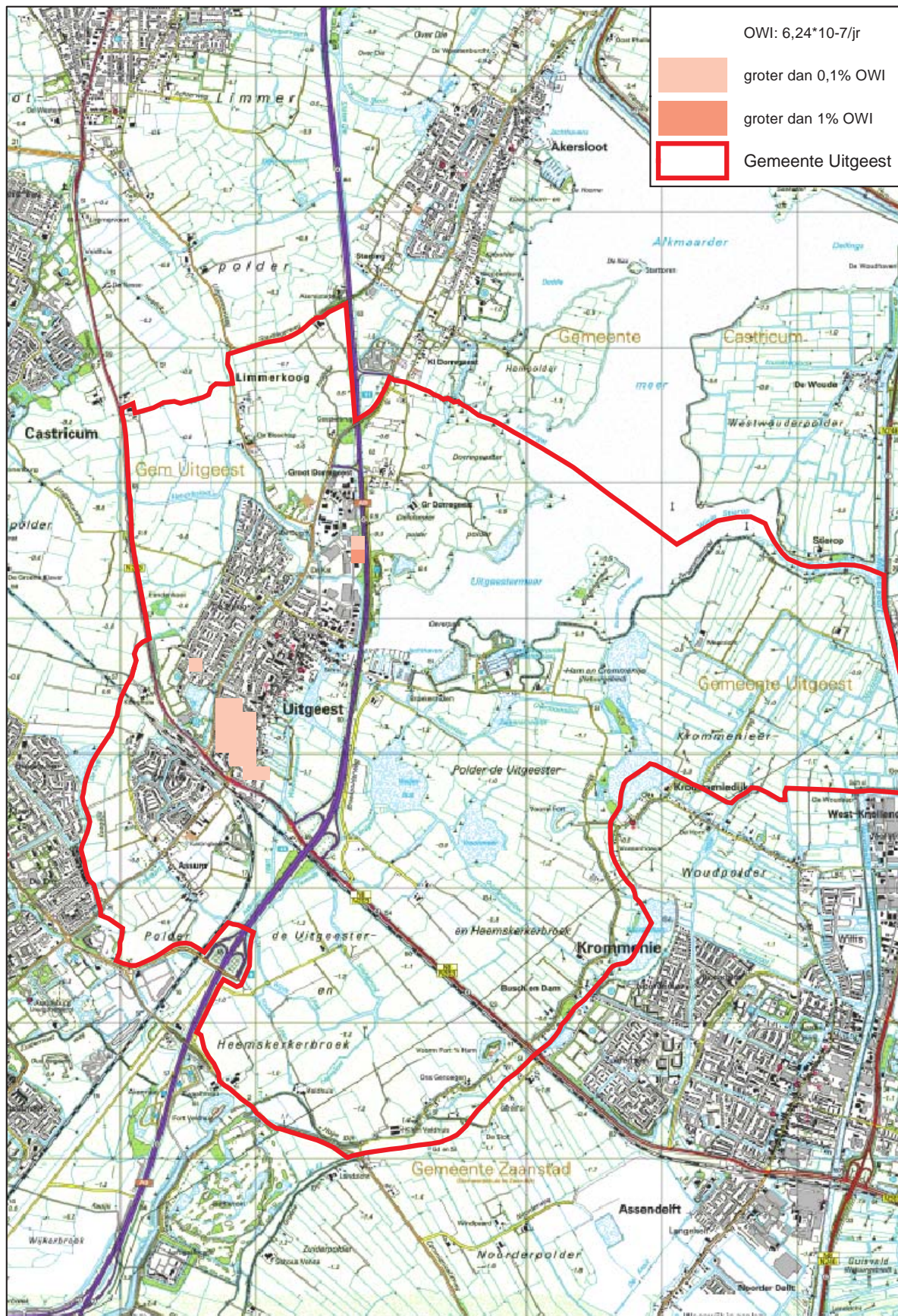
Overschrijdingskans F (j/jr)



	N	1	5	10	40	100	200	300
Uitgeest		$1,5 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-6}$	$2,8 \times 10^{-6}$	$5,8 \times 10^{-7}$	$3,7 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-7}$	$3,9 \times 10^{-8}$
Spoor		4%	7%	10%	18%	14%	7%	0%
LPG-tankstation		37%	8%	14%	69%	86%	93%	100%
Ammoniak-koelinstallatie		6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Luchtvaart		53%	85%	76%	13%	0%	0%	0%

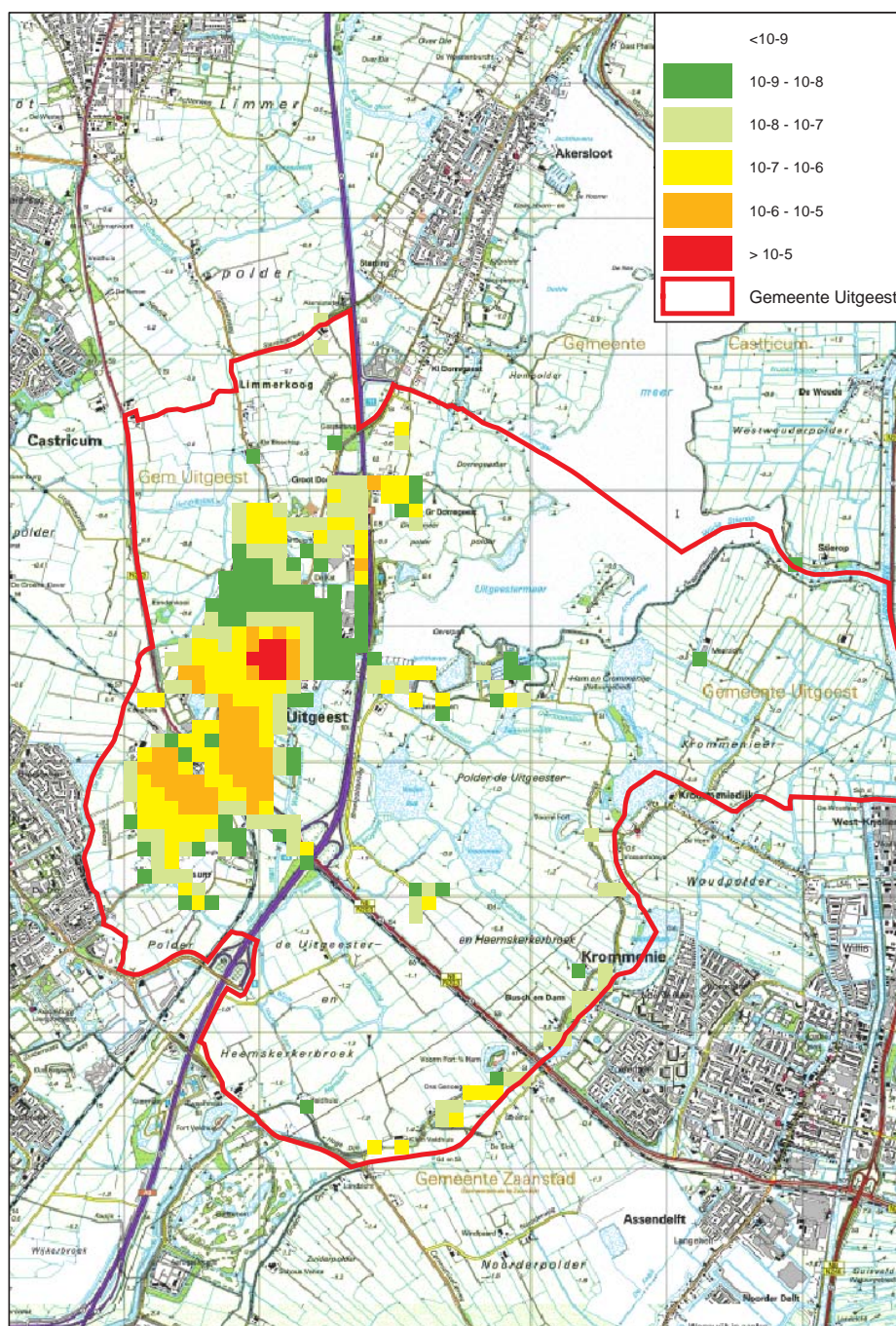


Figuur 20 Kans op een ramp met meer dan 40 slachtoffers ten gevolge van luchtvaart in de gemeente Uitgeest



OWI: Oriëntatiewaarde van het groepsrisico voor inrichtingen (zie begrippenlijst)

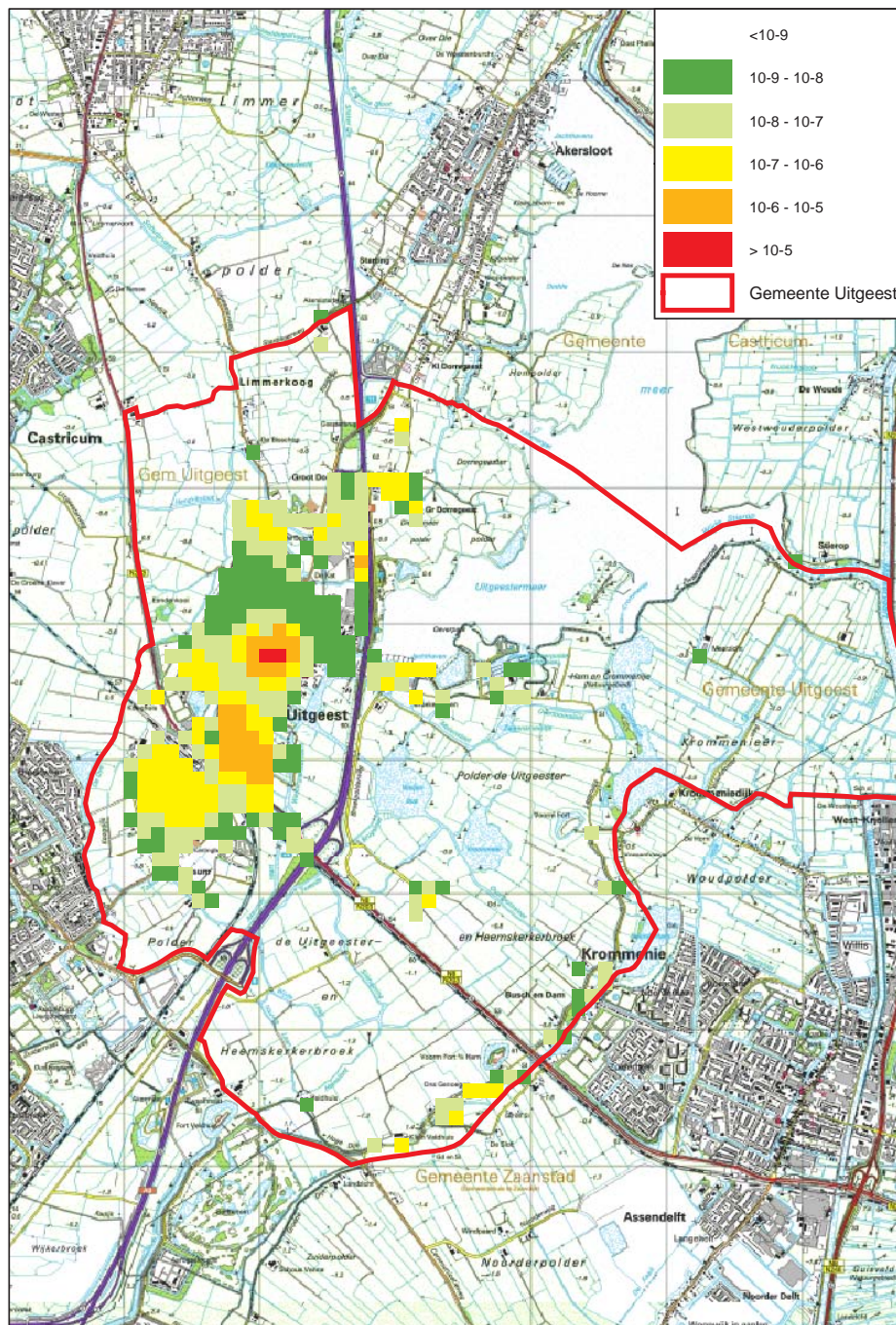


Figuur 21 Potential Loss of Life(PLL<sub>PR</sub>) in de gemeente Uitgeest

PLL <sub>PR</sub> Uitgeest	Totaal	LPG-tankstation	Spoor	Luchtvaart	Ammoniak-koelinstallatie
	$3,19 \times 10^{-4}$	$1,46 \times 10^{-4}$	$8,06 \times 10^{-5}$	$8,82 \times 10^{-5}$	$4,04 \times 10^{-6}$
	100,0%	47,2%	24,6%	27,2%	0,9%
Kaartvakken met PLL <sub>PR</sub> :					
0	1973	2340	2165	1973	2369
$0 - 10^{-9}$	58	2	29	90	1
$10^{-9} - 10^{-8}$	86	5	41	149	2
$10^{-8} - 10^{-7}$	104	7	51	91	1
$10^{-7} - 10^{-6}$	96	8	61	55	1
$10^{-6} - 10^{-5}$	52	7	29	18	2
$> 10^{-5}$	7	7	0	0	0
Totaal kaartvakken	2376	2376	2376	2376	2376



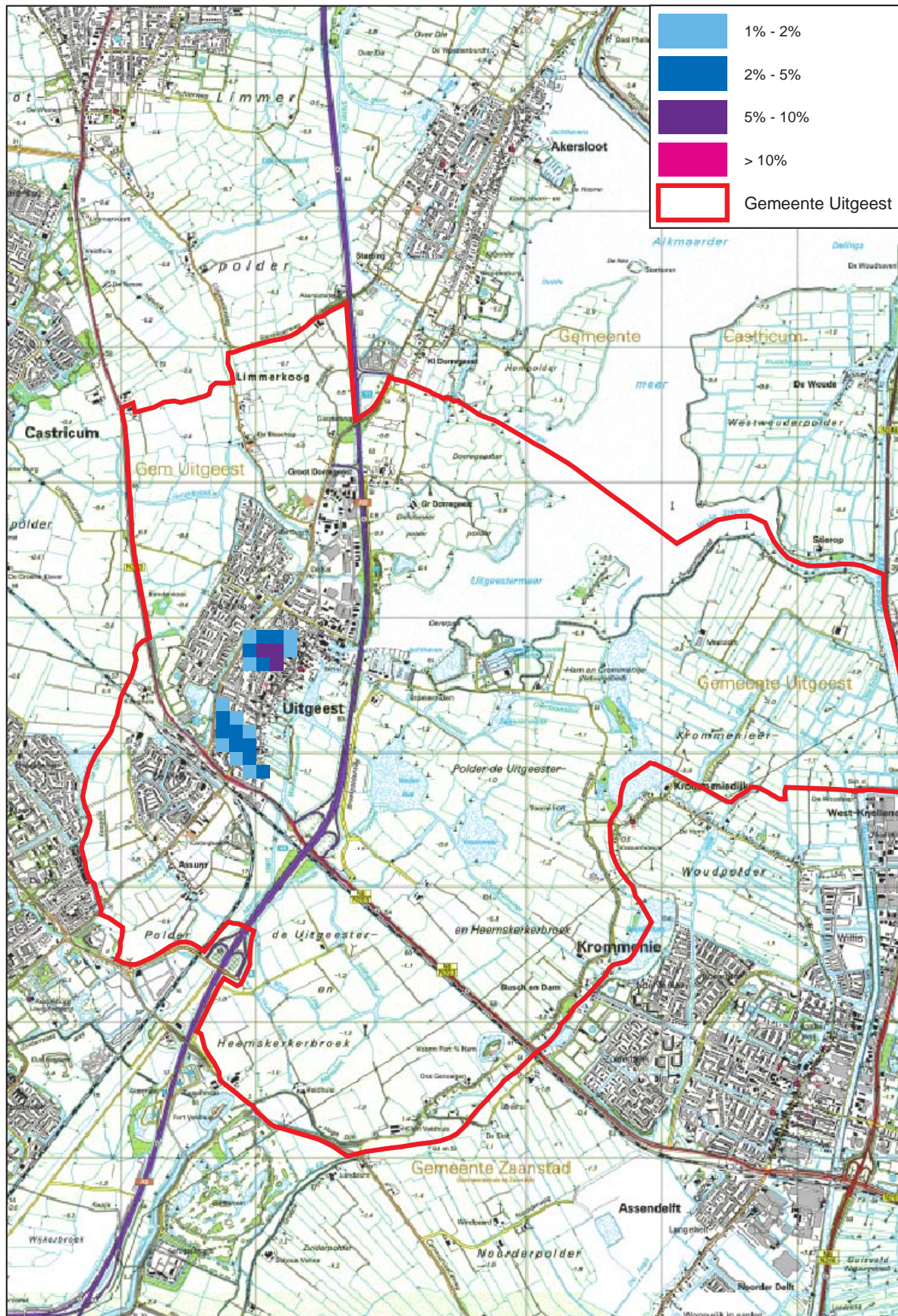
Figuur 22 Potential Loss of Life ( $PLL_{GR}$ ) ( $PLL_{PR}$  gecorrigeerd o.b.v. FN-curve) in de gemeente Uitgeest



$PLL_{GR}$ Uitgeest	Totaal	LPG-tankstation	Spoor	Luchtvaart	Ammoniak-koelinstallatie
	$1,44 \times 10^{-4}$	$6,72 \times 10^{-5}$	$1,61 \times 10^{-5}$	$5,98 \times 10^{-5}$	$8,70 \times 10^{-7}$
	100,0%	46,7%	11,2%	41,5%	0,6%
Kaartvakken met $PLL_{GR}$ :					
0	1973	2340	2165	1973	2369
$0 - 10^{-9}$	70	4	54	99	3
$10^{-9} - 10^{-8}$	103	3	50	163	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	118	10	60	78	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	82	7	47	46	2
$10^{-6} - 10^{-5}$	28	10	0	17	0
$> 10^{-5}$	2	2	0	0	0
Totaal kaartvakken	2376	2376	2376	2376	2376



Figuur 23 Relatieve bijdrage per kaartvak aan het totale  $PLL_{GR}$  in de gemeente Uitgeest

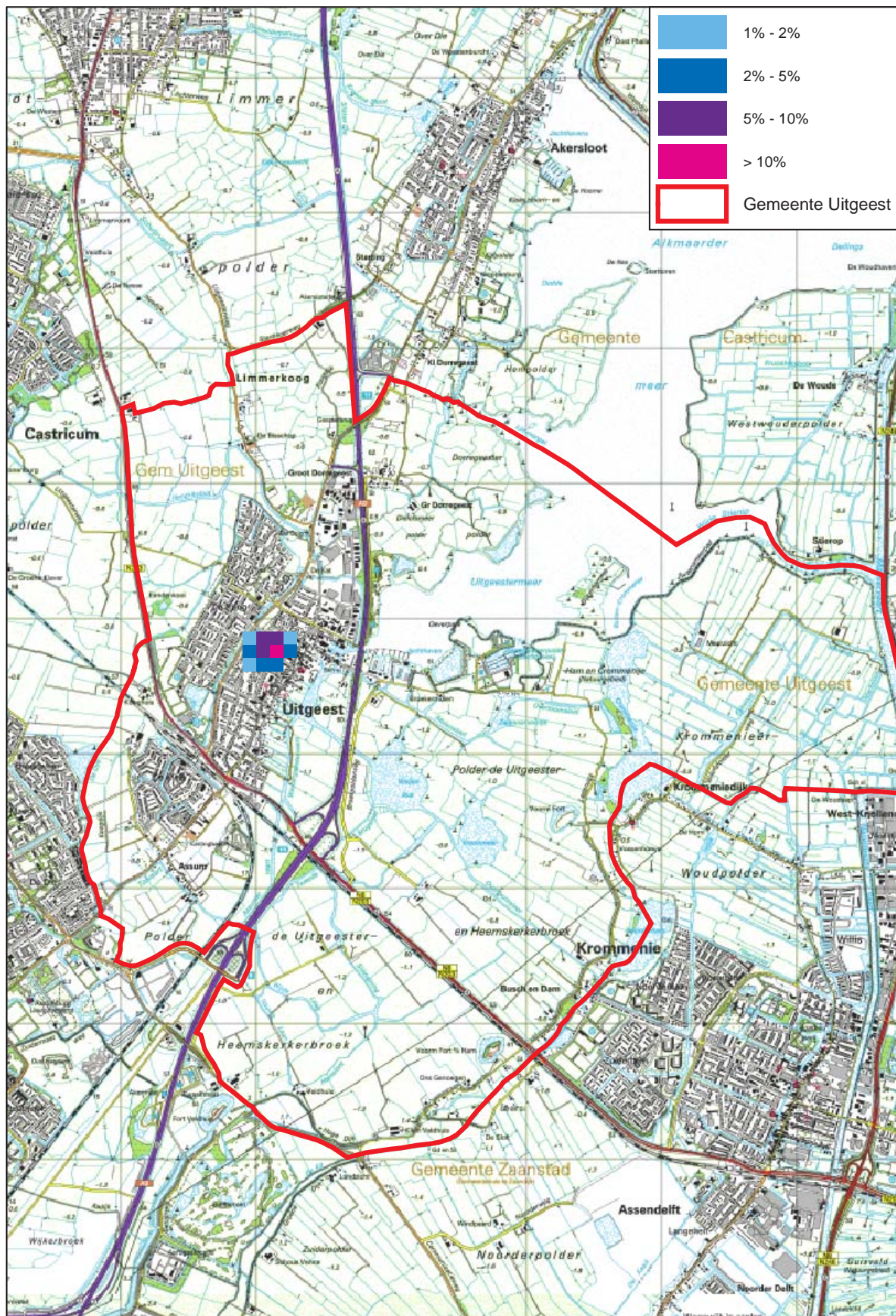






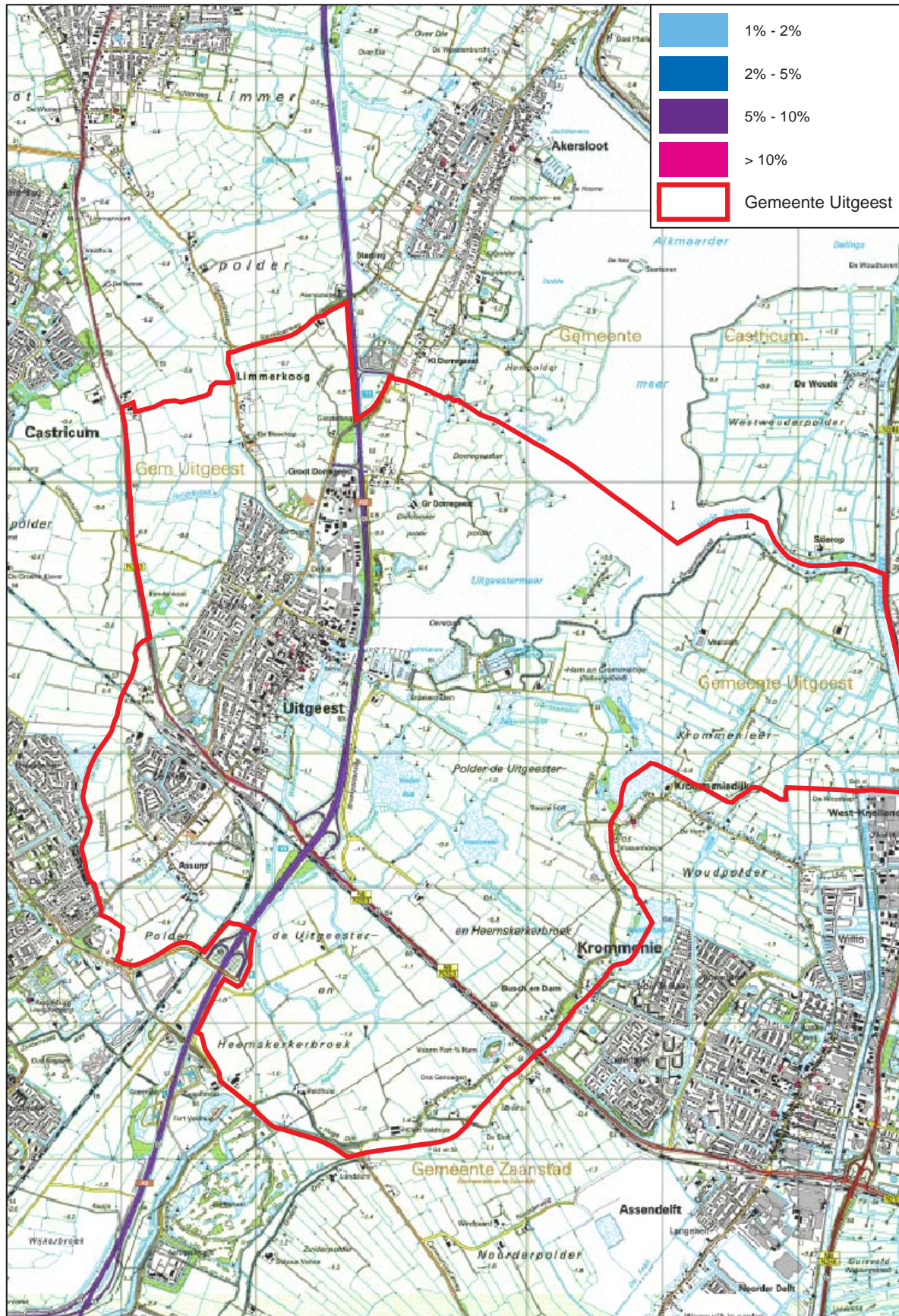


Figuur 25 Relatieve bijdrage van het LPG-tankstation per kaartvak aan het totale PLL<sub>GR</sub> voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest



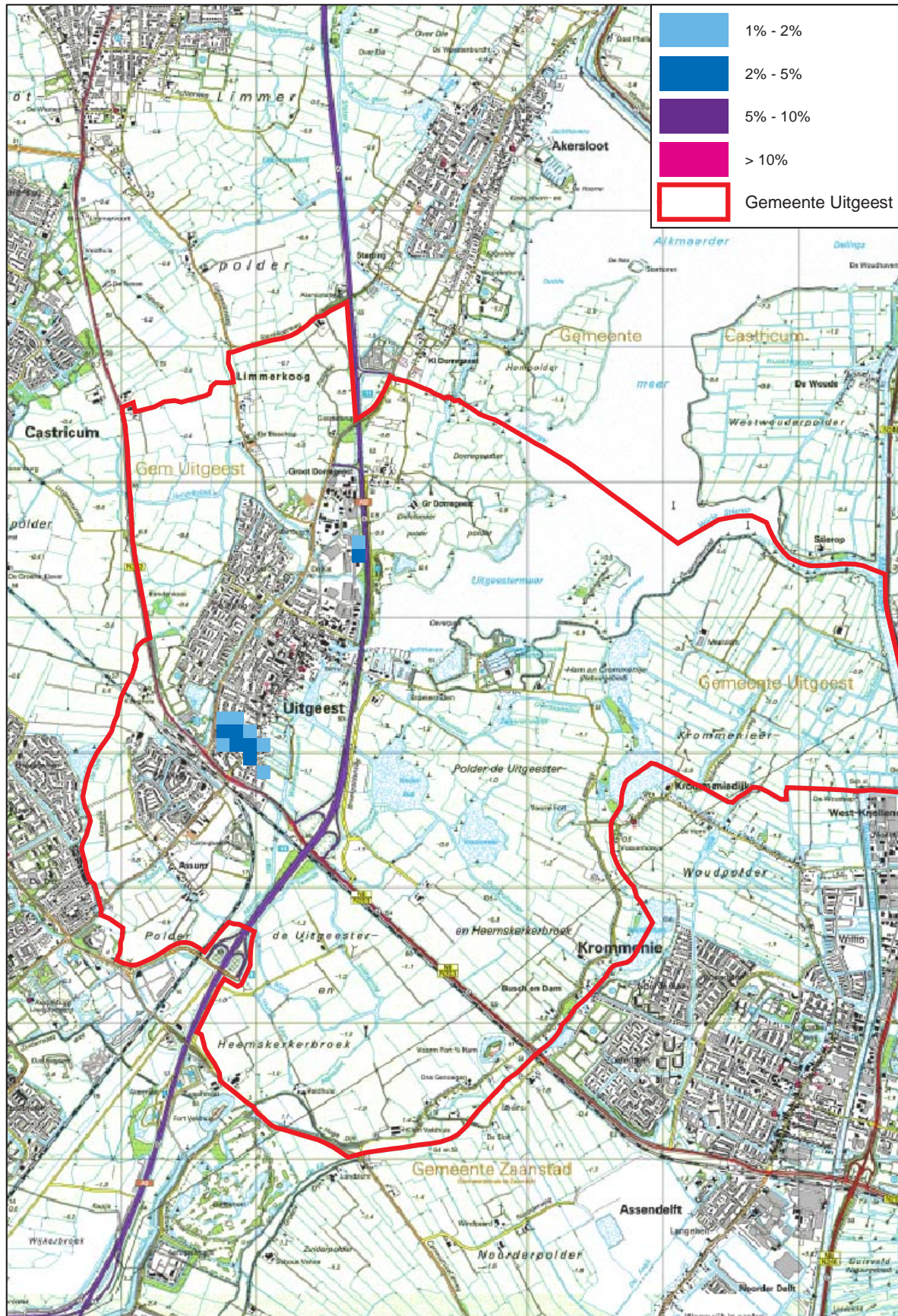


Figuur 26 Relatieve bijdrage van het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor per kaartvak aan het totale PLL<sub>GR</sub> voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest



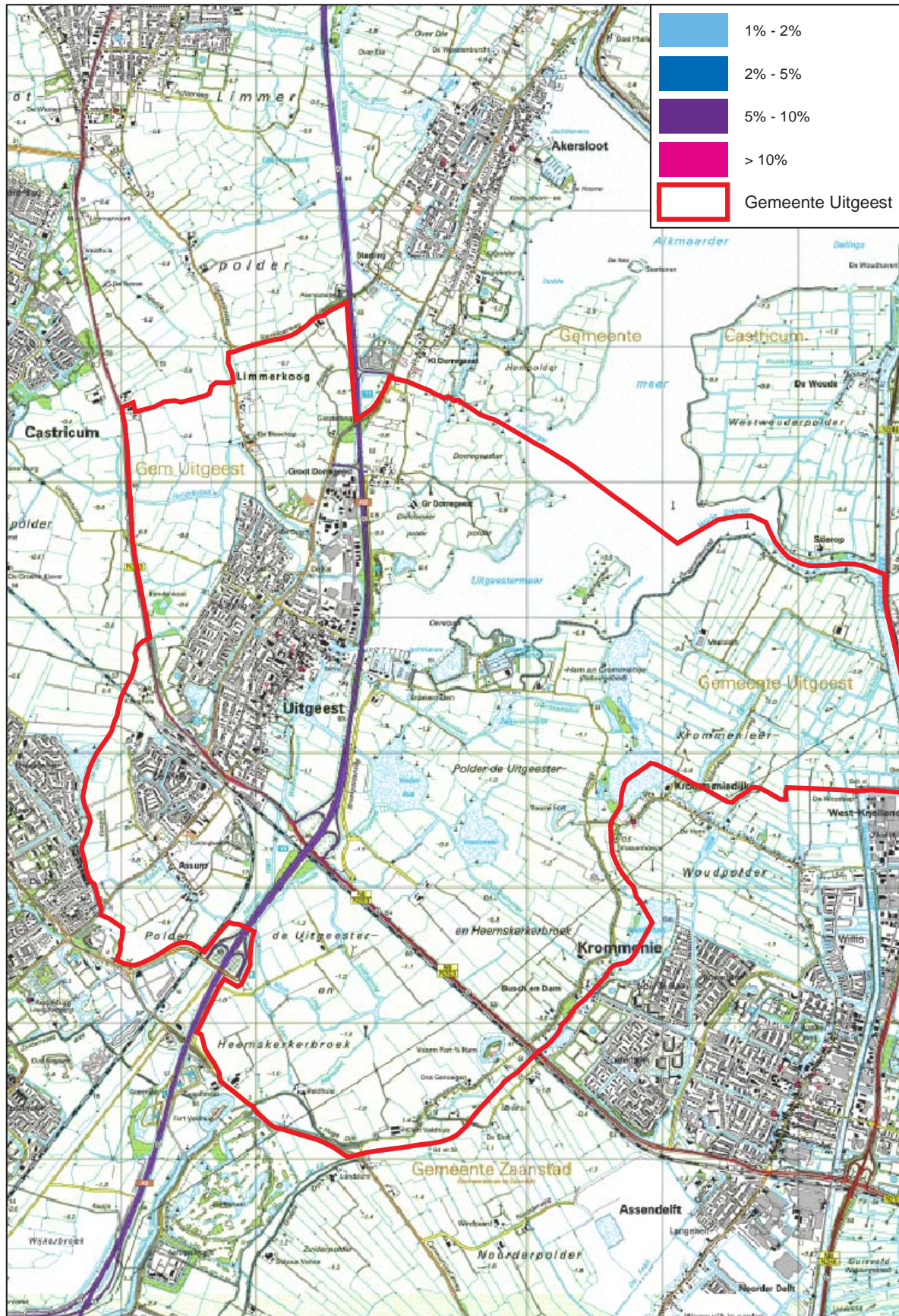


Figuur 27 Relatieve bijdrage van luchtvaart per kaartvak aan het totale PLL<sub>GR</sub> voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest



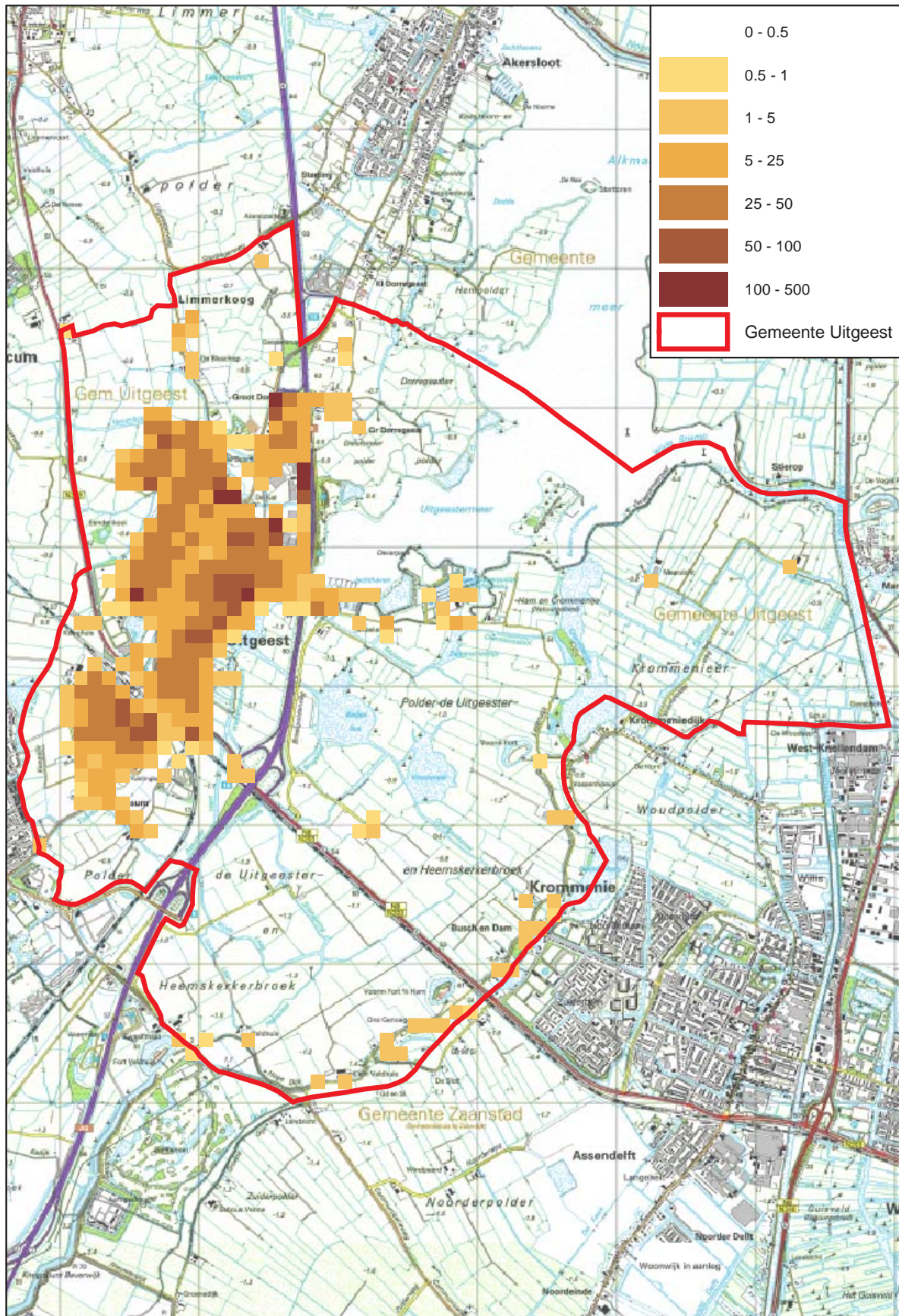


Figuur 28 Relatieve bijdrage van de ammoniak-koelinstallatie per kaartvak aan het totale  $PLL_{GR}$  voor de dagsituatie in de gemeente Uitgeest



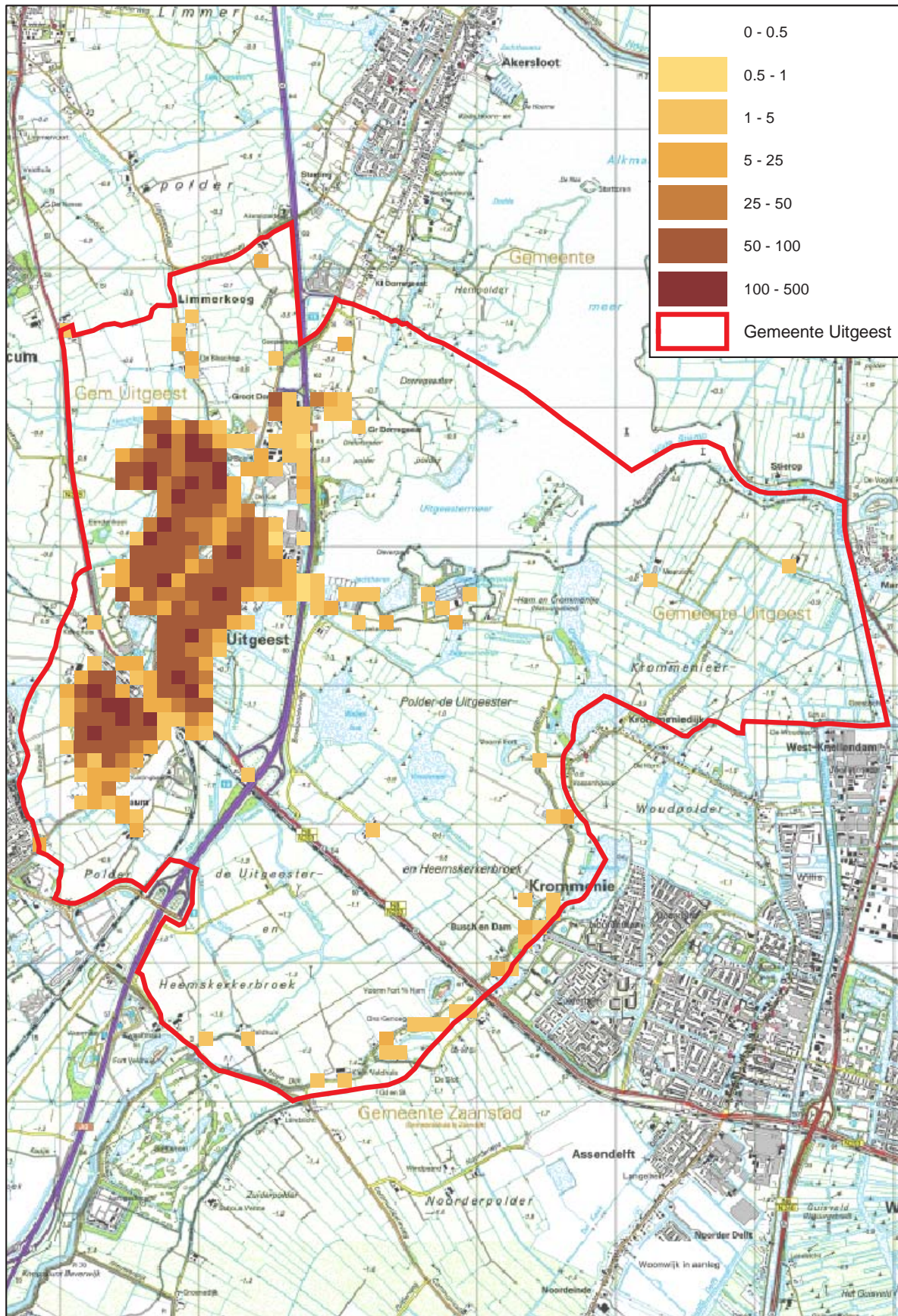


Figuur 29 Aantal aanwezigen overdag per hectare in Casus 1



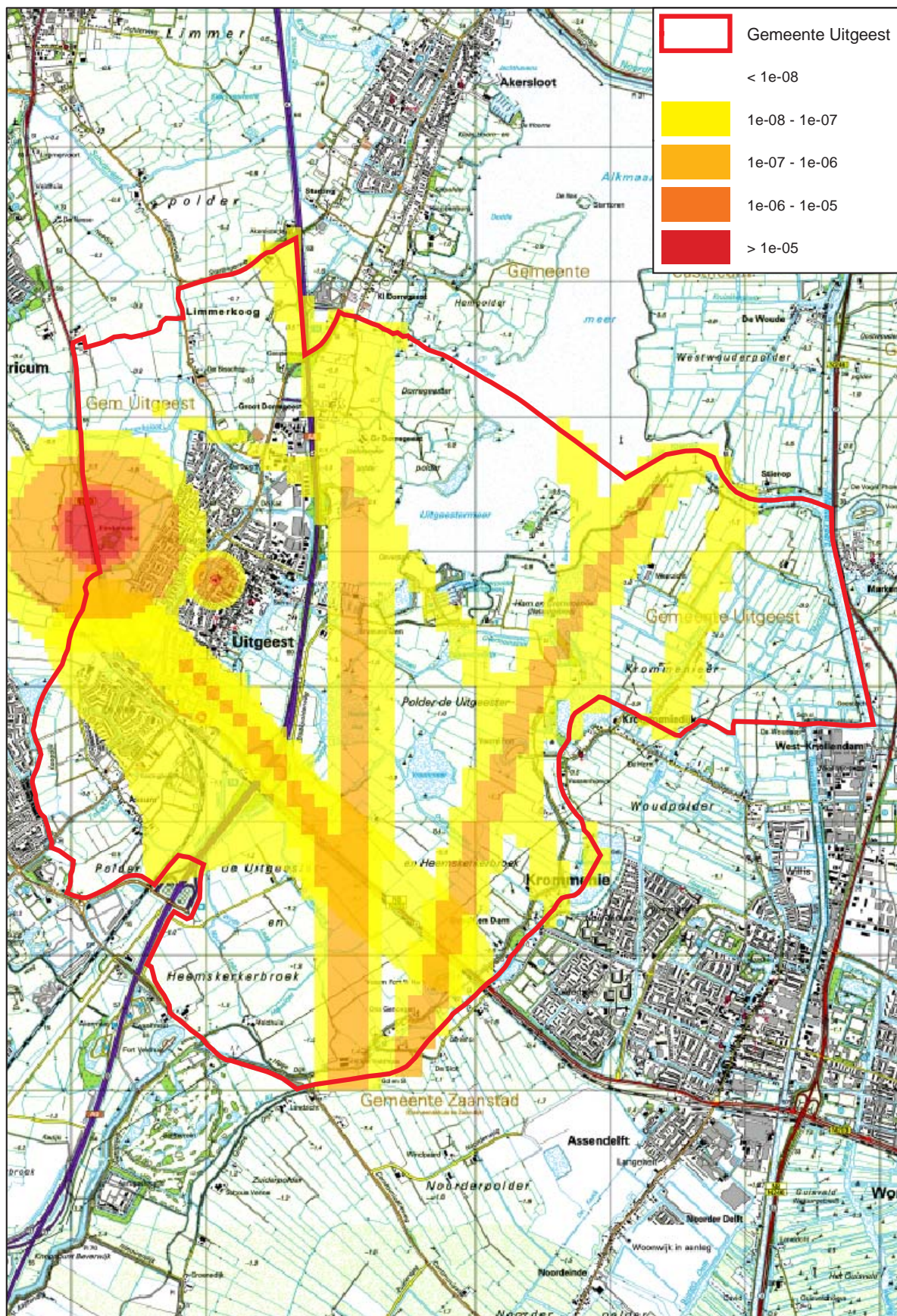


Figuur 30 Aantal aanwezigen 's nachts per hectare in Casus I

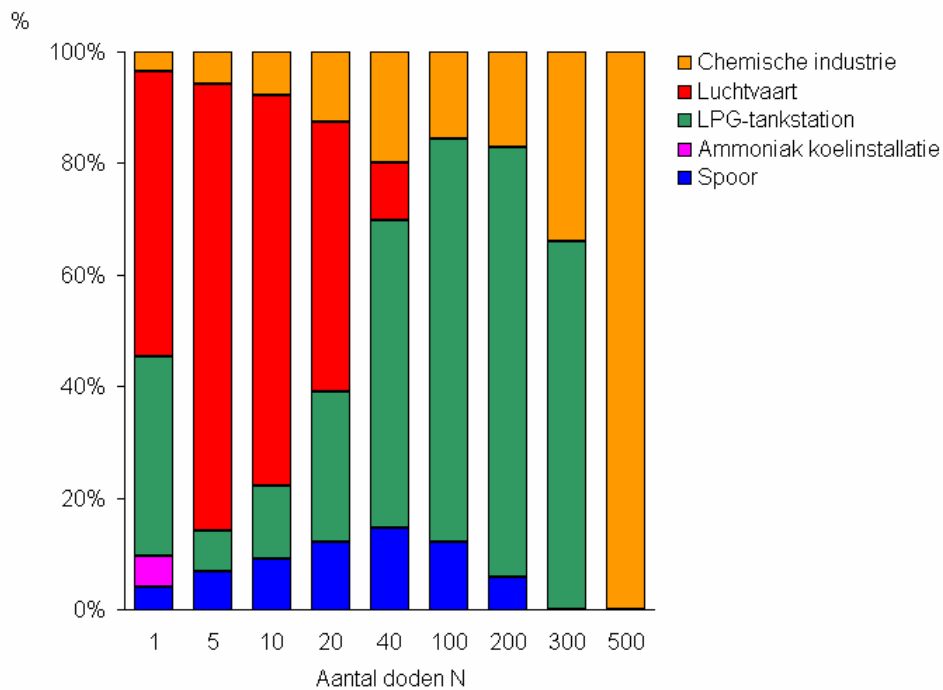
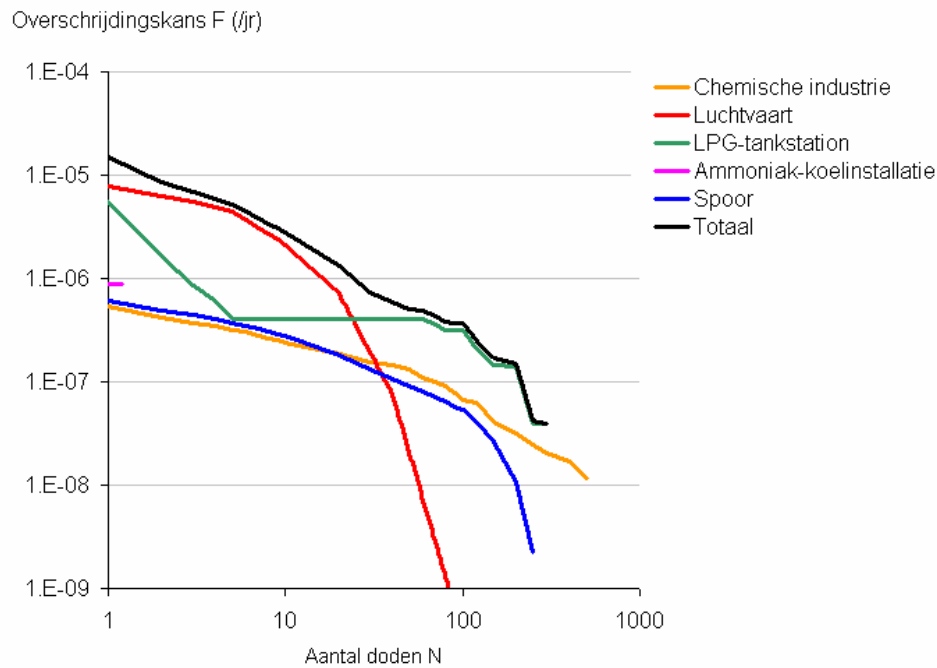




Figuur 31 Plaatsgebonden risico's van de risicovolle activiteiten in Casus 1



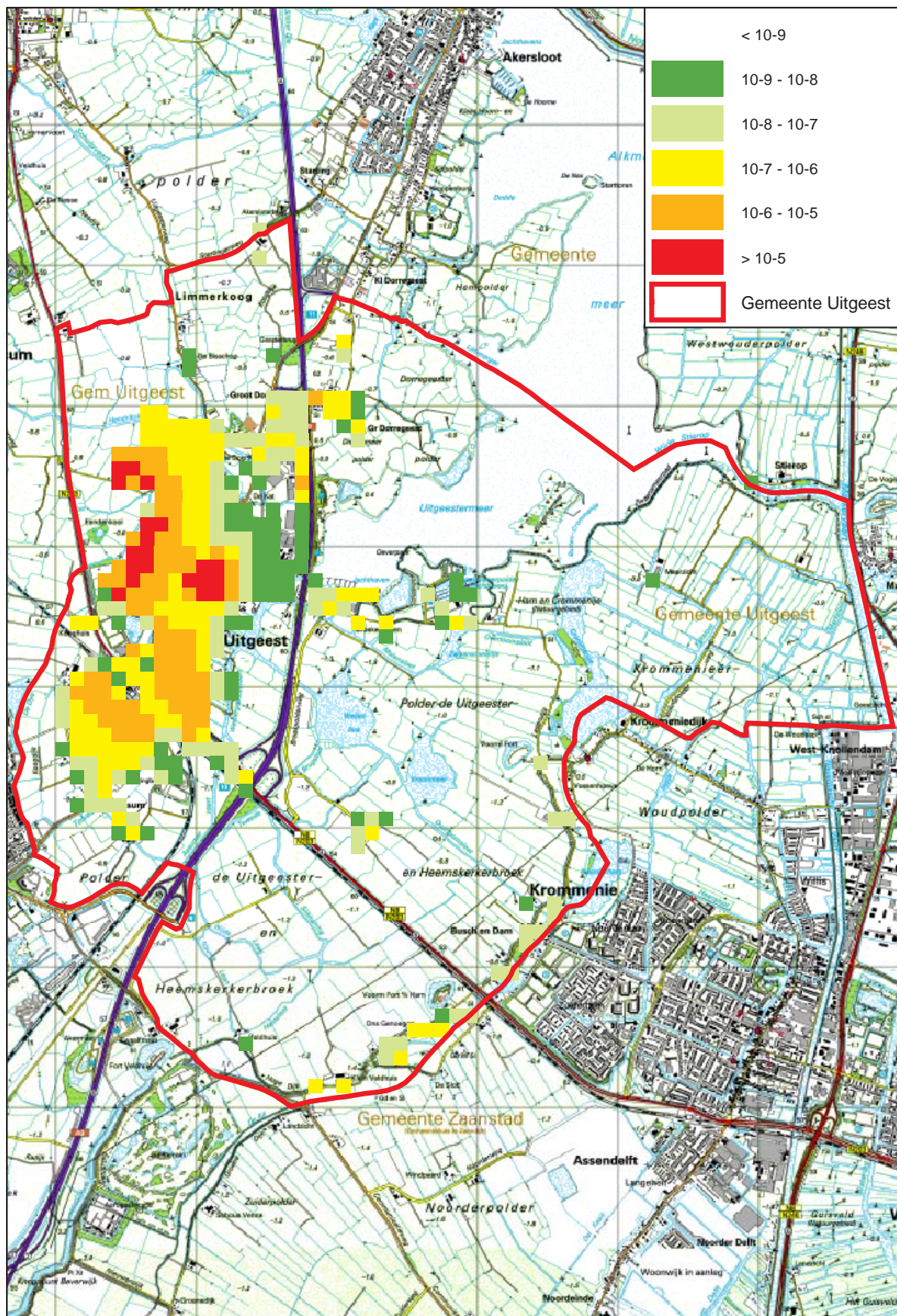
Figuur 32 Groepsrisico casus 1 met onderscheid naar risicovolle activiteiten



	N	1	5	10	40	100	200	500
Casus 1		$1,5 \times 10^{-5}$	$5,5 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-6}$	$7,3 \times 10^{-7}$	$4,3 \times 10^{-7}$	$1,8 \times 10^{-7}$	$1,2 \times 10^{-8}$
Chemische industrie		3%	6%	8%	20%	16%	17%	100%
Spoor		4%	7%	9%	15%	12%	6%	0%
LPG-tankstation		36%	7%	13%	55%	72%	77%	0%
Ammoniak-koelinstallatie		6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Luchtvaart		51%	80%	70%	10%	0%	0%	0%

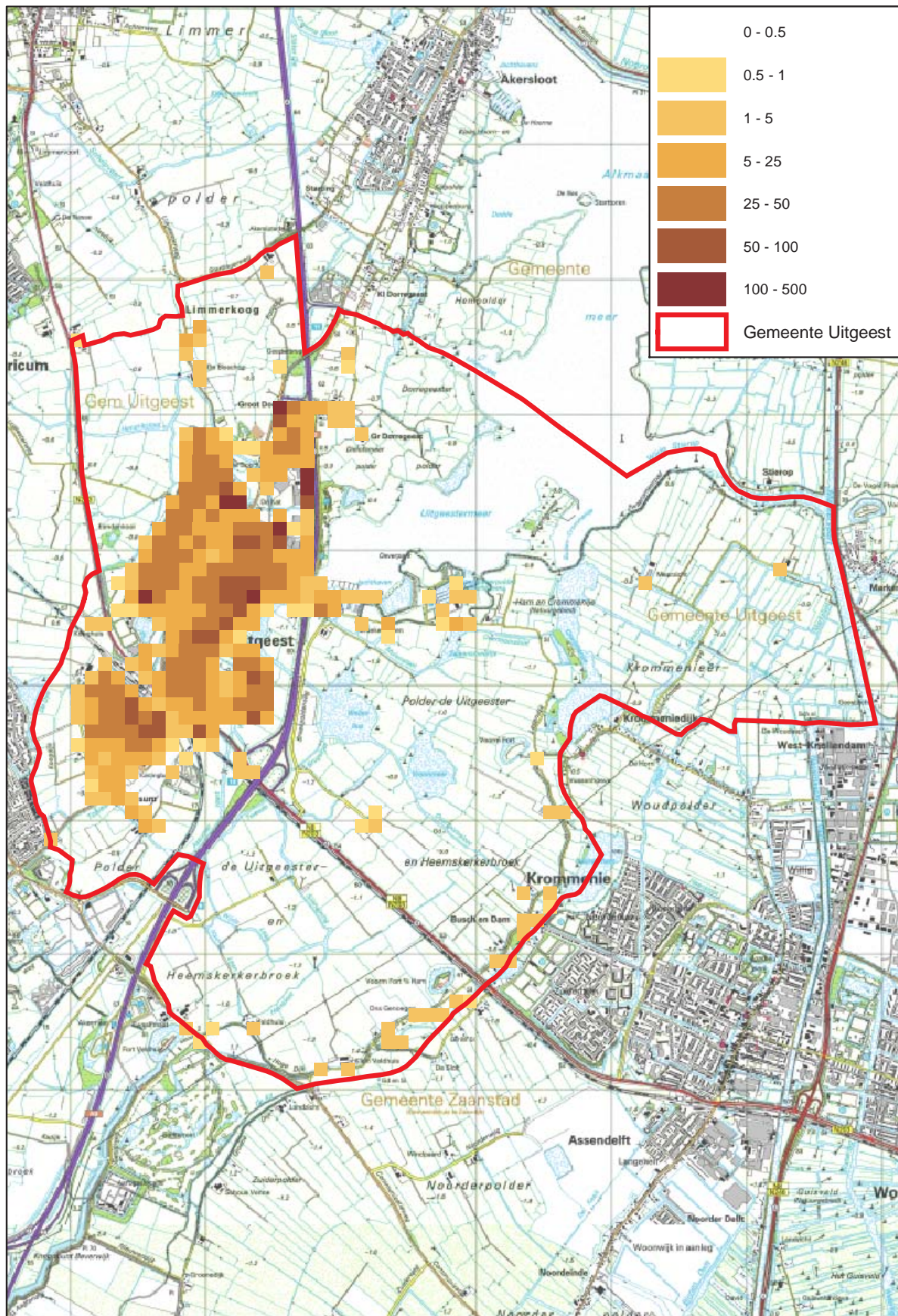


Figuur 33 Potential Loss of Life (PLL<sub>PR</sub>) in Casus 1



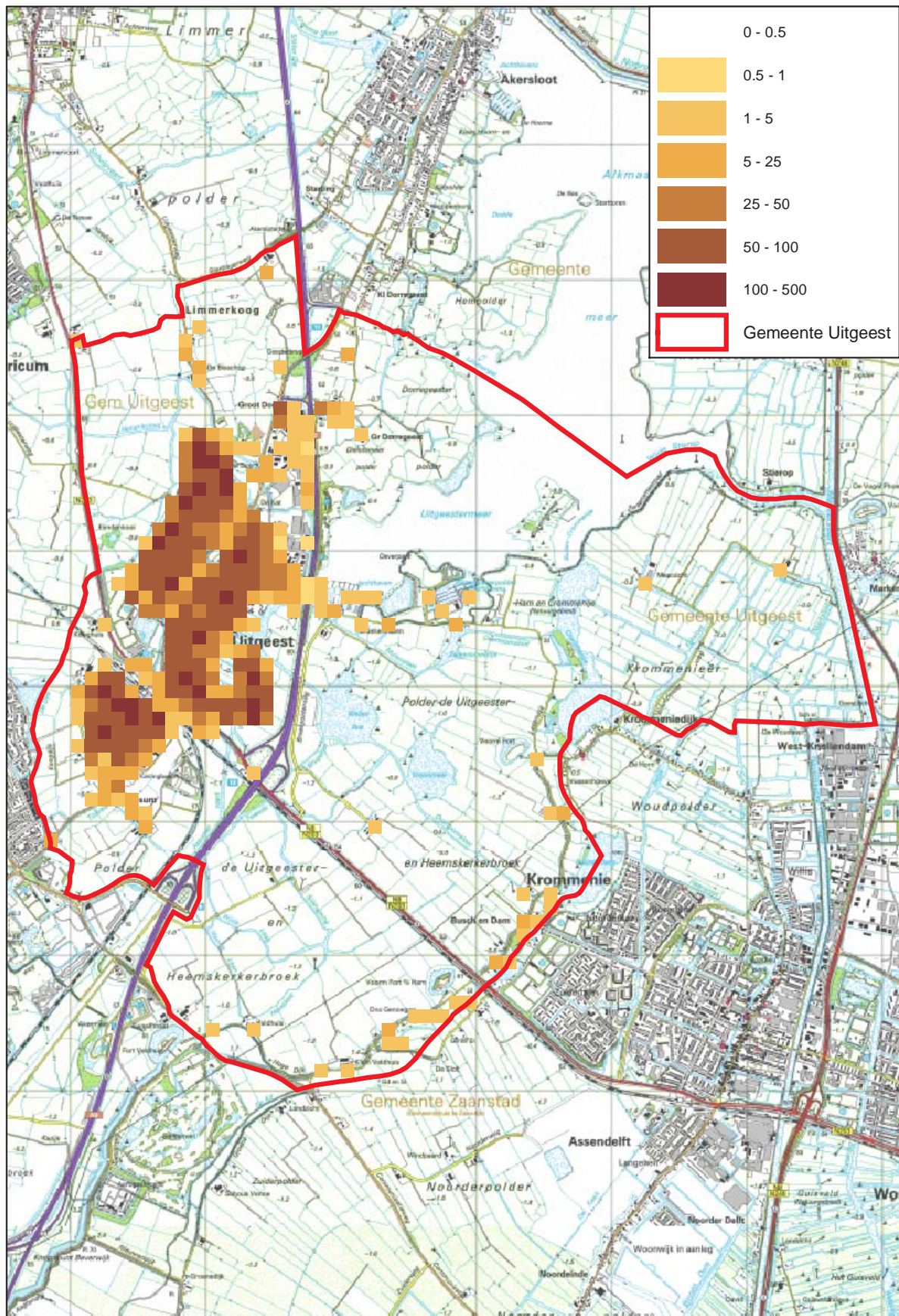


Figuur 34 Aantal aanwezigen overdag per hectare in Casus 2





Figuur 35 Aantal aanwezigen 's nachts per hectare in Casus 2





Figuur 36 Potential Loss of Life (PLL<sub>PR</sub>) in Casus 2

