

NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY NLR

THE NETHERLANDS

NLR CR 97675 L

**MILIEU-EFFECT RAPPORTAGE
TEN BEHOEVE VAN DE
"NIEUWE INRICHTING ROTTERDAM AIRPORT"**

DEELSTUDIE EXTERNE VEILIGHEID

door

M. van Hesse, C.J.M. de Jong en M.P. Loog



NATIONAAL LUCHT- EN RUIMTEVAARTLABORATORIUM
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY NLR



Anthony Fokkerweg 2, 1059 CM AMSTERDAM, The Netherlands
P.O. Box 90502 , 1006 BM AMSTERDAM, The Netherlands
Telephone : 31-(0)20-5 11 31 13
Fax : 31-(0)20-5 11 32 10

NLR CONTRACT RAPPORT

CR 97675 L

MILIEU-EFFECT RAPPORTAGE

TEN BEHOEVE VAN DE

"NIEUWE INRICHTING ROTTERDAM AIRPORT"

DEELSTUDIE EXTERNE VEILIGHEID

door

M. van Hesse, C.J.M. de Jong en M.P. Loog

ALL RIGHTS RESERVED

Disclosure to third parties of this document or any part thereof, or the use of any information contained therein for purpose other than this document is provided for, is prohibited, except with the prior written permission of NLR

Dit rapport is opgesteld in opdracht van het Ingenieursbureau Milieu van Gemeentewerken Rotterdam
(opdracht nummer 6-088-97)

(H)afdeling : Vliegtuigen

Opgesteld : CJMdJ/ *[handwritten signature]* MPL/ *[handwritten signature]*

Goedgekeurd : MAP/ *[handwritten signature]* 15/1

Afgesloten : 980115

Ordernummer: 251.702

Typ. : CJMdJ

Inhoudsopgave

1 Inleiding	7
2 Te beschrijven aspecten	9
2.1 Kwantificering van risico's	9
2.1.1 Individueel risico	9
2.1.2 Groepsrisico	9
2.1.3 Aantallen woningen binnen individueel risicocontouren	10
2.2 Kwalitatieve beschrijving van risico's	10
2.2.1 Vervoer gevaarlijke stoffen	11
2.2.2 Vogelaanvaringen	13
2.2.3 Wachttijden en uitwijkmogelijkheden	14
2.2.3.1 IFR holdings	14
2.2.3.2 VFR holdings	16
2.2.3.3 Uitwijkend verkeer	17
3 Beschrijving van de beschouwde scenario's	18
3.1 Het scenario A0	18
3.2 Het scenario 02	19
3.3 Het scenario 02 _{gras}	19
3.4 Het scenario C1	19
3.5 Het scenario C2	19
3.6 Het scenario C4	19
3.7 Het scenario F2	19
3.8 Het scenario VA	20
3.9 Het scenario MMA	20
4 Beschrijving van de bij de berekeningen gebruikte invoergegevens	21
4.1 Afmetingen van het studiegebied	21
4.2 De gebruikte routes	21
4.3 Ligging van de baankoppen	22
4.3.1 IFR-verkeer	22
4.3.2 VFR-verkeer	23
4.4 Aantallen bewegingen per route en per deel van de dag	25
4.5 De kans op een ongeval per beweging	25
4.6 De gevolgen van een ongeval	25
4.6.1 Het gehanteerde gevolgmodel voor verkeer met een MTOW boven 6 ton	26
4.6.2 Het gehanteerde gevolgmodel voor verkeer met een MTOW onder 6 ton	28
4.7 Het gebruikte terreinbestand	29

Samenvatting

In dit rapport wordt verslag gedaan van de externe veiligheidsberekeningen zoals die, in opdracht van het Ingenieursbureau Milieu van Gemeentewerken Rotterdam, voor de luchthaven Zestienhoven zijn uitgevoerd in het kader van de milieu-effect rapportage ten behoeve van de "Nieuwe Inrichting Rotterdam Airport" (MER NIRA). Er zijn berekeningen uitgevoerd voor één scenario dat de huidige situatie (1996) beschrijft en voor acht scenario's die een toekomstige situatie op de luchthaven beschrijven. Bij deze laatste groep scenario's is getracht om keuzes met betrekking tot het gebruik van de luchthaven te vertalen naar een toekomstig aantal vliegbewegingen in de verschillende verkeerscategorieën. De benodigde invoergegevens voor alle scenario's werden door de opdrachtgever beschikbaar gesteld. Voor de cijfers over 1996 is hierbij direct geput uit gegevens van Rotterdam Airport Zestienhoven.

Behalve kwantitatieve beschouwingen van de veiligheid rond de luchthaven Zestienhoven, worden in dit rapport ook aspecten van de veiligheid rond deze luchthaven belicht waarvoor het nog onmogelijk is deze expliciet in de kwantitatieve beschouwing te betrekken maar die, door de specifieke situatie op en om de luchthaven Zestienhoven, niet volledig buiten beschouwing kunnen worden gelaten. Om deze reden is een kwalitatieve beschrijving opgenomen over de risico's ten gevolge van transport gevaarlijke stoffen en over wachttijden en uitwijkmogelijkheden voor binnenkomende vliegtuigen. Omdat ten noordwesten van de luchthaven sprake is van een vogelrijk gebied (de Schieveense polder) is tevens een kwalitatieve beschouwing opgenomen van het risico op vogelaanvaringen bij het vliegen van en naar de luchthaven Zestienhoven.

Voor het uitvoeren van de berekeningen is gebruik gemaakt van de methode die reeds sedert de Integrale Milieu Effect Rapportage (IMER) Schiphol voor soortgelijke berekeningen wordt gebruikt. Deze methode is in dit geval gebruikt in combinatie met modellen die speciaal ten behoeve van risicoberekeningen voor Nederlandse regionale luchthavens werden ontwikkeld.

Per scenario zijn achtereenvolgens individueel risico en groepsrisico bepaald. Door de opdrachtgever en door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium zijn aantallen woningen binnen individueel risicocontouren geteld. In dit rapport zijn de resultaten van de berekeningen (berekeningsnummers 97070201 tot en met 97070204, en berekeningsnummers 97070206 tot en met 97070210) tezamen met de invoer die heeft geleid tot deze resultaten verzameld. De invoer voor de berekening komt, om redenen van consistentie, zoveel mogelijk overeen met de invoer voor de geluidbelastingberekening ten behoeve van de MER NIRA.

4.8	Het gebruikte bevolkingsbestand	29
5	Resultaten van het onderzoek	30
5.1	Individueel risico	30
5.2	Groepsrisico	30
5.3	Resultaten van de woningtellingen	49
5.4	Beschouwing van de veiligheid rond de luchthaven per scenario	49
5.4.1	Het scenario A0	49
5.4.2	Het scenario 02 en het scenario 02 _{gras}	50
5.4.3	Het scenario C1 en het scenario C2	50
5.4.4	Het scenario C4	51
5.4.5	Het scenario F2	51
5.4.6	Het scenario VA	52
5.4.7	Het scenario MMA	52
6	Slotopmerkingen	54
7	Referenties	55
17 tabellen		
14 figuren		
Appendix A	Overzicht van de gebruikte routes	56
6 figuren		
Appendix B	Beschrijving van de gebruikte bewegingsgegevens	63
8 tabellen		



Deze pagina is opzettelijk blanco

1 Inleiding

Op dit moment wordt door het Ingenieursbureau Milieu van Gemeentewerken Rotterdam (GWR/IM) in opdracht van de Gemeente Rotterdam en de N.V. Luchthaven Schiphol (NVLS), de initiatiefnemers, een Milieu-Effect Rapport (MER) ten behoeve van de "Nieuwe Inrichting Rotterdam Airport" (NIRA) opgesteld. Het is de bedoeling dat beide initiatiefnemers op basis van de conclusies van het MER komen tot overeenstemming over het toekomstig gebruiksprofiel van de luchthaven Zestienhoven op haar huidige locatie. Uiteindelijk zal, op basis van het gekozen toekomstig gebruiksprofiel, een nieuwe aanwijzing (in de zin van de luchtvaartwet) voor het huidige Rotterdam Airport worden aangevraagd.

In het kader van het opstellen van het MER is behoefte ontstaan naar inzicht in de huidige en de toekomstige risico's voor omwonenden van Zestienhoven die het gevolg zijn van de vliegoperaties op en om de luchthaven. Veel van deze risico's kunnen worden gekwantificeerd met behulp van de methode die werd ontwikkeld voor het berekenen van risico's rond de luchthaven Schiphol (Ref. [11]) en met de modellen die speciaal zijn ontwikkeld voor het berekenen van risico's rond Nederlandse regionale luchthavens (Refs. [5], [8] en [10]). Deze modellen zijn ontwikkeld om een specifiek beeld te verschaffen van de veiligheidssituatie rond Nederlandse regionale luchthavens.

De ontwikkeling van de afgeleide modellen voor het berekenen van risico's rond Nederlandse regionale luchthavens is begeleid door de "Werkgroep Externe Veiligheid Luchthavens" (WERVEL), waarin vertegenwoordigers van de ministeries van Verkeer en Waterstaat (V&W) en Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) zitting hebben. De modellen zijn door WERVEL "goedgekeurd" voor toepassingen als de in dit rapport beschreven risicoberekeningen voor het MER Rotterdam.

Omdat elk model een vereenvoudigde weergave van een werkelijke situatie beschrijft, zijn niet alle aspecten die deze veiligheidssituatie beïnvloeden in de modellen verwerkt. Aan een deel van deze aspecten kan echter, mede ingegeven door de specifieke omgeving van de luchthaven Zestienhoven, niet zondermeer voorbij worden gegaan. Om deze reden is in dit rapport, buiten de kwantitatieve beschrijvingen van de risico's rond de luchthavens in de vorm van individueel- en groepsrisico, ook een kwalitatieve beschrijving van het risico ten gevolge van enkele van deze aspecten opgenomen.

In het kader van het MER NIRA zijn, in opdracht van het Ingenieursbureau Milieu van Gemeentewerken Rotterdam (GWR/IM), negen externe veiligheidsberekeningen uitgevoerd. Eén scenario betreft de situatie van de luchthaven in 1996. De overige scenario's beschrijven een situatie in de toekomst die voortvloeit uit een, qua aantal vliegbewegingen, maximale exploitatie

van één van de potentiële gebruiksprofielen van de luchthaven. Bij deze scenario's is uitgegaan van de tijdshorizon van het MER. Dit wil zeggen dat de "toekomst scenario's" een situatie beschrijven tot het jaar 2015.

In hoofdstuk 2 worden eerst de te berekenen grootheden kort toegelicht. Hoofdstuk 3 bevat een korte beschrijving van elk van de in dit onderzoek onderscheiden scenario's. Deze beschrijvingen zijn ontleend aan Ref. [6]. In hoofdstuk 4 zijn de invoergegevens voor de uitgevoerde berekeningen verzameld. Hoofdstuk 5 bevat de resultaten van het onderzoek voor elk van de scenario's. Hoofdstuk 6 bevat enkele slotopmerkingen. In hoofdstuk 7 zijn de referenties opgenomen.

2 Te beschrijven aspecten

2.1 Kwantificering van risico's

Achtereenvolgens zijn voor dit onderzoek de volgende resultaten geproduceerd:

1. individueel risico;
2. groepsrisico;
3. aantallen woningen binnen individueel risicocontouren.

In de volgende paragrafen zal een korte toelichting worden gegeven op deze grootheden; voor uitgebreidere informatie wordt de lezer verwezen naar Refs. [11] en [12].

2.1.1 Individueel risico

Individueel risico is de kans, per jaar, dat een persoon die zich permanent op dezelfde locatie bevindt komt te overlijden als een direct gevolg van een vliegtuigongeval. Bij het bepalen van individueel risico worden slechts personen op de grond beschouwd. Dit wil zeggen dat de overlijdenskans van inzittenden van het vliegtuig niet wordt meegenomen bij de bepaling van individueel risico.

Individueel risico wordt berekend door het studiegebied (zie paragraaf 4.1) op te delen in vakken van $100 \times 100 \text{ m}^2$. Berekend wordt de kans op overlijden van een persoon die zich permanent in het midden van zo'n vak bevindt. De berekeningsresultaten worden weergegeven als zogenaamde individueel risicocontouren. Individueel risicocontouren ontstaan door punten met een gelijk individueel risico met elkaar te verbinden. In dit rapport worden contouren gepresenteerd voor de individueel risicowaarden $5 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-6}$ en $1 \cdot 10^{-7}$.

2.1.2 Groepsrisico

Groepsrisico is de kans, per jaar, dat een groep van N of meer mensen komt te overlijden als een direct gevolg van een vliegtuigongeval. Bij de in dit rapport beschreven berekeningen is het groepsrisico bepaald voor de volgende waarden van N: 1, 3, 5, 10, 20, 40, 100, 200, 400 en 1.000. Anders dan bij individueel risico speelt de verdeling van de bevolking rond de luchthaven bij het bepalen van groepsrisico wel een rol. In het extreme geval dat in het studiegebied rond de luchthaven geen mensen zouden wonen is er in dat gebied geen sprake van enig groepsrisico.

Groepsrisico wordt berekend door lokale ongevalsansen te koppelen aan lokale ongevalsgevolgen. Evenals bij de individueel risicoberekening wordt het studiegebied hiertoe opgedeeld in vakken van $100 \times 100 \text{ m}^2$. Hierna wordt voor ieder vak de kansverdeling bepaald

van het aantal personen dat komt te overlijden ten gevolge van een ongeval. Tenslotte worden deze kansverdelingen gesommeerd.

Groepsrisico wordt doorgaans gepresenteerd in een F-N diagram. In een dergelijk diagram staat horizontaal het aantal slachtoffers (N). Verticaal wordt de kans op overlijden, per jaar, van een groep van N of meer slachtoffers (F) uitgezet. Door de definitie van groepsrisico daalt de overlijdenskans F altijd met toenemend slachtoffer aantal N. Vanwege het grote waardebereik van zowel F als N wordt een F-N diagram meestal weergegeven op een dubbel-logaritmische schaal.

2.1.3 Aantallen woningen binnen individueel risicocontouren

Als maat voor het risico dat in het gehele gebied rond de luchthaven wordt ondervonden kunnen woningen binnen individueel risicocontouren worden geteld. Behalve dat hierdoor snel kan worden vastgesteld waar hoge individueel risicowaarden gepaard gaan met bepaalde hoeveelheden woningen, bieden woningtellingen ook een handvat om scenario's te vergelijken aan de hand van het risico dat over een groter gebied wordt ondervonden.

Dit rapport bevat de resultaten van de woningtellingen binnen de $5 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-6}$ en $1 \cdot 10^{-7}$ contouren. Deze tellingen zijn door de opdrachtgever uitgevoerd op basis van het Arcadis-bestand ($5 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-5}$ en $1 \cdot 10^{-6}$) en door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium op basis van het kadasterbestand ($1 \cdot 10^{-7}$). De twee genoemde bestanden worden beschreven in paragraaf 4.8.

2.2 Kwalitatieve beschrijving van risico's

Het kwantificeren van risico's geschiedt met behulp van modellen. Deze modellen worden ontwikkeld om inzicht te verschaffen in een aspect van de werkelijkheid. Zelfs het beschrijven van een enkel aspect van de werkelijkheid is echter dermate complex, dat een dergelijke beschrijving nooit volledig kan zijn. Dit betekent dat voor het ontwikkelen van een model altijd vereenvoudigende aannamen nodig zijn, die beperkingen opleggen aan de bruikbaarheid van het model. Deze beperkingen kunnen op twee manieren tot uiting komen:

- het bereik van situaties die met het model beschreven kunnen worden is beperkt;
- de invloed van bepaalde factoren op de uitkomsten van het model wordt niet of niet afdoende beschreven.

Het optreden van beperkingen van de eerste soort is vaak een gevolg van een gebrekkig ontwerp van het model. Omdat bij het ontwikkelen van de modellen voor het berekenen van risico's in de buurt van regionale luchthavens een hoge mate van zorgvuldigheid is betracht, wordt aangenomen

¹ De contouren behorend bij een risicowaarde van $1 \cdot 10^{-8}$ worden niet getoond omdat zij nauwelijks enige betekenis hebben. Ter indicatie: deze contouren beslaan vrijwel het gehele studiegebied.

dat een dergelijke beperking zich niet voordoet. Aan beperkingen van de eerste soort zal dan ook in dit rapport geen aandacht worden besteed.

De oorzaak van beperkingen van de tweede soort kan vaak worden gevonden in het feit dat de beschikbare data en/of de gekozen modelleringsmethoden het niet mogelijk maken om de invloed van bepaalde factoren op het eindresultaat te kwantificeren. Omdat alle modellen een vereenvoudigde beschrijving van de werkelijkheid geven, komen beperkingen van de tweede soort in alle modellen voor. Typische beperkingen in deze categorie met betrekking tot de huidige studie zijn:

- risico's die gepaard gaan met vervoer van gevaarlijke stoffen;
- risico's die het gevolg zijn van vliegtuigen die moeten wachten alvorens op de luchthaven te mogen landen of van vliegtuigen die uitwijken naar een alternatieve luchthaven;
- risico's die het gevolg zijn van potentiële vogelpopulaties rond de luchthaven.

Met deze factoren is bij het opstellen van de modellen niet expliciet rekening gehouden, terwijl de mogelijke invloed ervan op de risico's rond de luchthaven volgens het bevoegd gezag niet onbesproken mag blijven. Omdat genoemde factoren alleen impliciet in de modellen zijn verwerkt, kan de invloed ervan op het eindresultaat niet expliciet worden gekwantificeerd. Om deze reden is besloten om die invloed aan een kwalitatieve beschouwing te onderwerpen. De volgende paragrafen bevatten een algemene beschouwing met betrekking tot de invloed van bovenstaande factoren op de risico's rond een luchthaven. De uitwerking van deze beschouwing naar een concrete situatie kan echter per scenario verschillen. Om deze reden is bij de beschouwingen van de externe veiligheidssituatie voor de scenario's (Hoofdstuk 5) waar relevant een beschrijving opgenomen van de effecten die genoemde factoren hebben op de risico's rond de luchthaven.

2.2.1 Vervoer gevaarlijke stoffen

In vliegtuigen worden passagiers en goederen vervoerd. Het spreekt voor zich dat alle goederen die door de lucht worden vervoerd gevaar kunnen opleveren voor mensen op de grond wanneer zich een vliegtuigongeval voordoet. Dit omdat deze goederen, door de manier waarop ze worden getransporteerd, een grote hoeveelheid potentiële energie (hoogte) en kinetische energie (snelheid) bezitten. Bij de modellen die zijn afgeleid voor de kwantitatieve beschrijving van risico's rond luchthavens (Refs. [5] en [11]) is mede hierom gemodelleerd op basis van het maximum startgewicht (MTOW) van de vliegtuigen. Hierdoor wordt rekening gehouden met het vrijkomen van energie van de lading van het vliegtuig. Sommige goederen leveren echter extra gevaar op wanneer ze in het milieu terecht komen. Te denken valt bijvoorbeeld aan explosieve en/of brandgevaarlijke goederen en aan stoffen die, mits in voldoende hoge concentratie aanwezig, gevaar opleveren voor de volksgezondheid.

Voor de luchtvaart bestaat specifieke regelgeving met betrekking tot het vervoer van zogenaamde “gevaarlijke stoffen” (Refs. [2] en [3]). Onder gevaarlijke stoffen wordt, in het kader van deze regelgeving, echter iets anders bedoeld dan stoffen die bij vrijkomen gevaar opleveren voor mens en milieu. Het gaat hier namelijk om stoffen die als overeenkomst hebben dat het vervoer ervan gevaar op kan leveren voor een veilige vluchtuitvoering. Genoemde regelgeving is dan ook bedoeld om het vervoer van deze stoffen, die zijn opgedeeld in 9 categorieën, plaats te laten vinden zonder de vliegveiligheid in negatieve zin te beïnvloeden. Dit heeft tot gevolg dat in Ref. [3] vooral eisen worden gesteld met betrekking tot:

- De verpakking van de betreffende stof;
- De etikettering van het pakje met de betreffende stof;
- De kwalificaties van de afhandelaar(s) en vervoerder(s);
- De verantwoordelijkheden van afhandelaar en vervoerder;
- Training van medewerkers die gevaarlijke stoffen vervoeren en behandelen;
- De aanwezigheid van de benodigde documenten.

Door het gehanteerde perspectief van vliegveiligheid biedt de regelgeving voor het vervoer van gevaarlijke stoffen onvoldoende aanknopingspunten om de basis te vormen voor een beschrijving van de risico's voor de omgeving van de luchthaven ten gevolge van het vervoeren van deze stoffen. Dit is zeker ook het geval omdat stoffen die essentieel zijn voor het functioneren van het vliegtuig, maar die objectief gezien gevaar op kunnen leveren voor het milieu, niet als “gevaarlijke stof” worden gekwalificeerd. Te denken valt hierbij bijvoorbeeld aan kerosine. Dit is bovendien ook bij uitsteking de stof die, binnen “normale” noodprocedures, moet worden geloosd alvorens terug te kunnen keren naar de luchthaven. Het is hiermee de enige stof die, weliswaar in zeldzame omstandigheden, bewust in het milieu wordt geloosd.

Over de risico's voor de externe veiligheid die het vervoer van gevaarlijke stoffen met zich meebrengt, is weinig bekend. Slechts een algemeen beeld kan geschetst worden van de gevaren die bepaalde groepen van stoffen opleveren voor de omgeving van een luchthaven. De hier onderscheiden groepen zijn:

- explosieve en brandgevaarlijke stoffen;
- giftige en besmettelijke stoffen; en
- radioactieve stoffen.

Explosieve en brandgevaarlijke stoffen kunnen de gevolgen van het neerstorten van een vliegtuig vergroten vanwege de extra energie die bij het ontploffen of verbranden van deze stoffen vrijkomt. Deze extra energie zal vergeleken moeten worden met de potentiële en kinetische energie van het vliegtuig zelf, tezamen met de energie die vrijkomt bij het verbranden van de nog aanwezige kerosine uit het vliegtuig. Omdat gevaarlijke stoffen in de regel in kleine hoeveelheden worden

vervoerd, zal de extra energie verhoudingsgewijs gering zijn. De gevolgen voor de externe veiligheid zullen bij vervoer van deze groep stoffen niet wezenlijk veranderen. Het grondtransport van en naar de luchthaven, en de opslag op de luchthaven kan wel gevolgen hebben voor de veiligheid van de omgeving van de luchthaven, indien hiermee grote hoeveelheden zijn gemoeid. Het vervoer van explosieve stoffen op Rotterdam Airport vindt in zeer geringe mate plaats. In de toekomst wordt hierin geen verandering verwacht.

Het vrijkomen van giftige of besmettelijke stoffen na een vliegtuigongeval kan een extra risico voor de omgeving van de luchthaven veroorzaken. Vanaf Rotterdam Airport worden, voor zover bekend, geen stoffen van deze categorie vervoerd.

Radioactieve stoffen worden in de regel niet per vliegtuig vervoerd. Alleen wanneer snelheid een belangrijke factor is, zoals bij radioactieve stoffen met een korte halfwaardetijd die bijvoorbeeld in de medische wereld worden toegepast, wordt gebruik gemaakt van vervoer per lucht. Ook in dat geval zullen de hoeveelheden radioactieve stof per vlucht klein zijn. De gevolgen voor de omgeving van een vliegtuigongeval zullen in dit geval gering tot verwaarloosbaar zijn.

2.2.2 Vogelaanvaringen

Vogels vormen een potentieel gevaar voor de vliegveiligheid. Elk jaar vindt vele malen een aanvaring plaats tussen een vliegtuig en één of meerdere vogels. Omdat de meeste vogels zich, in verhouding tot overvliegende vliegtuigen, op relatief lage hoogte ophouden (90% van alle vogelaanvaringen heeft plaats beneden 600 voet; Ref. [4]), is de kans op een vogelaanvaring het grootst in de nabijheid van een luchthaven. Rond elke luchthaven komen vogels voor. De hoeveelheid vogels en de voorkomende soorten variëren echter aanzienlijk per land en per luchthaven. Omdat Nederland een waterrijk land is, komen er relatief veel vogels voor. Ook in de buurt van Rotterdam Airport ligt een vogelrijk gebied, namelijk de Schieveense polder.

Er vinden op Rotterdam Airport naar schatting 5 á 6 vogelaanvaringen plaats per 10.000 vliegtuigbewegingen bij vliegtuigen met een startgewicht van meer dan 6.000 kg. Vooral meeuwen, kievieten en kraaiachtigen zorgen voor overlast, hoewel iedere vogel die zich op of nabij de luchthaven bevindt gevaar op levert. Preventie van vogelaanvaringen gebeurt op Rotterdam Airport op verschillende manieren. Allereerst wordt door het toepassen van langgrascultuur getracht vogels van het luchthaventerrein te weren. De aantrekkelijkheid van de luchthaven wordt zo voor de meeste vogels sterk verlaagd, met als gevolg dat het aantal vogels op het luchthaventerrein drastisch verminderd. Naast deze vorm van terreinbeheer worden vogels verjaagd door middel van geluid (knallen en angstkreten), lichtkogels en, sinds een paar jaar, door middel van roofvogels. Vooral deze laatste manier van verjaging blijkt op Rotterdam Airport zeer effectief.

Vogelaanvaringen hebben de grootste gevolgen wanneer ze leiden tot motoruitval. De kans hierop is bij straalvliegtuigen (grote luchtvaart) groter dan bij propellermotoren (kleine luchtvaart). De lagere snelheden waarmee de kleine luchtvaart vliegt ten opzichte van de grote luchtvaart leiden ook tot minder ernstige botsingen.

Bovengenoemde maatregelen hebben tot gevolg dat de vogelpopulatie op het terrein van de luchthaven beperkt blijft. Beperking van de vogelpopulatie buiten het terrein van de luchthaven is echter met de huidige regelgeving niet mogelijk. Startend en landend verkeer kan hoogstens gewaarschuwd worden voor de aanwezigheid van vogels buiten het luchthavengebied. In de toekomst moet een uitbreiding van de luchtvaartwet beperkingen opleggen aan de mogelijke bestemming van grond in de omgeving van een luchthaven.

2.2.3 Wachttijden en uitwijkmogelijkheden

De verkeerssituatie rond de luchthaven kan op een bepaald moment zodanig zijn dat het onmogelijk is om alle toestellen die willen landen ook onmiddellijk te laten landen. In dergelijke gevallen zal de luchtverkeersleiding de toestellen die niet onmiddellijk kunnen landen in een "holding" (wachtpatroon) zetten. Er zijn rond Rotterdam Airport holding areas voor VFR- en IFR-verkeer; deze zullen in de paragrafen 2.2.3.1 en 2.2.3.2 worden besproken.

2.2.3.1 IFR holdings

IFR "holding areas" zijn gebieden waar vliegtuigen, op aanwijzing van de verkeersleiding, in een vast patroon rondjes vliegen. De vliegtuigen in de holding worden verticaal, met een afstand van 1.000 voet (300 meter), gescheiden. Hierdoor ontstaat een zogenaamde "stack". Deze stack wordt van onder naar boven gevuld. Afhankelijk van de ontwikkeling van de verkeerssituatie krijgt het toestel onderin de stack (2.000 voet) toestemming om de nadering op de luchthaven in te zetten. *De overige vliegtuigen in de stack krijgen vervolgens één voor één, beginnend van onderaf, toestemming om één niveau af te dalen in de stack.* Holding areas vormen, net als luchthavens, plaatsen waar vliegtuigen zich concentreren en brengen in die zin extra risico's met zich mee. Dit extra risico zal dan met name het gevolg zijn van het feit dat de kans op een botsing tussen twee vliegtuigen in een gebied met een hoge dichtheid aan vliegtuigen groter zal zijn dan die kans in een gebied waar deze dichtheid minder groot is. Omdat het verkeer in de holding areas onder controle staat van de verkeersleiding ("controlled airspace"), en er sprake is van zorgvuldige verticale separatie, blijft de kans op een botsing tussen twee vliegtuigen in de holding echter laag.

De holding areas voor IFR-verkeer rond Rotterdam Airport liggen over de VOR-bakens Rotterdam (ROT; baan 06 en baan 24) en Stad (STD; baan 06). In beide gevallen wordt op een hoogte van 2.000 voet (600 meter) of hoger een patroon over het baken gevlogen. De holdings zijn zo gedefinieerd dat "een rondje" in normale condities in ongeveer 4 minuten wordt afgelegd. De precieze tijdsduur en de exacte ligging van de gevlogen patronen ten opzichte van de grond

zijn echter in hoge mate afhankelijk van de windcondities en het type vliegtuig. Het vliegen van de patronen valt ruim binnen de normale condities waarbinnen vliegtuigen kunnen opereren en heeft als zodanig dus geen invloed op de vliegveiligheid.

De onderkant van de holding boven Rotterdam (ROT) ligt in "class C" luchtruim. Verkeer dat vliegt onder IFR wordt in dit gebied door de luchtverkeersleiding gescheiden van al het overige verkeer. Onder normale omstandigheden zullen bij het huidige verkeersaanbod alleen deze lagen van de ROT-holding gebruikt worden. De holding boven Stad (STD) ligt in het geheel in "class E" luchtruim. In dit type luchtruim wordt het IFR-verkeer alleen van het overig IFR-verkeer gescheiden. VFR-verkeer, dat ook is toegestaan in "class E" luchtruim, valt hier niet onder de verantwoordelijkheid van de verkeersleiding. Scheiding tussen IFR- en VFR-verkeer is de verantwoordelijkheid van de vliegers zelf.

De holding over ROT ligt boven Barendrecht, Rotterdam IJsselmonde, Capelle/Krimpen aan de IJssel, Alblasserdam en Hendrik-Ido Ambacht. De holding over STD ligt boven het zuid-westelijk deel van de Hoekse Waard, Tiengemeten en het oostelijk deel van Goeree Overflakkee.

Uit het oogpunt van externe veiligheid ligt de holding boven ROT het minst gunstig, omdat hier een relatief groot aantal mensen onder woont. De holding boven STD ligt daarentegen vanuit het oogpunt van vliegveiligheid minder gunstig, omdat deze volledig in een gebied ligt waar ook VFR-verkeer vliegt. Samengevat komt het er op neer dat de kans op een ongewenste gebeurtenis in de holding boven STD groter is dan boven ROT. De gevolgen van een dergelijke eventuele gebeurtenis zullen echter boven ROT in de meeste gevallen groter zijn dan boven STD. Omdat risico een combinatie is van de kans van optreden van een ongewenste gebeurtenis en de gevolgen van zo'n gebeurtenis kan, op basis van een kwalitatieve beschouwing, niet worden aangegeven of één van de twee holdings gevaarlijker in het gebruik is dan de andere. Uit de bovenstaande beschouwing zijn echter wel maatregelen af te leiden waarmee de risico's die met de holdings gepaard gaan, desgewenst, zouden kunnen worden verlaagd:

- verplaatsen van de holding boven ROT;
- verhoging van "het plafond" van de CTR van Rotterdam Airport;
- een verandering van de classificatie van het luchtruim boven STD.

Bij de eerste suggestie zou het voor de hand liggen deze holding te verplaatsen naar het gebied onder Gouda in de Krimpenerwaard. Dit gebied is op dit moment echter militair laagvlieggebied en ligt buiten de CTR van Rotterdam.

Beide holdings worden onder normale omstandigheden vrijwel alleen gebruikt door licht lesverkeer. Commerciële straalverkeersvliegtuigen maken sowieso geen gebruik van de holdings

boven STD en ROT. Dit verkeer wordt, indien nodig, boven Haamstede in de holding gezet. Met name wanneer naar Rotterdam wordt uitgeweken vanwege het tijdelijk buiten gebruik zijn van grote luchthavens in de omgeving (Amsterdam, Brussel), zou het zo kunnen zijn dat, vanwege uitwijkend verkeer (zie paragraaf 2.2.3.3), wel intensief gebruik van de holdings zou moeten worden gemaakt.

Op dit ogenblik worden onder geen van beide holdings grote nieuwe bevolkingsconcentraties voorzien. Wel zal het tracé van de Betuwelijn onder de grenzen van de holding boven ROT doorlopen. Dit kan, zeker wanneer regelmatig gevaarlijke stoffen over de Betuweroute zouden worden vervoerd, negatief uitwerken op de voor deze holding toch al relatief grote gevolgen in het geval van een ongeval. Eén en ander is uiteraard afhankelijk van de frequentie waarmee de Betuweroute zal worden gebruikt. Het inschatten van de risico's die samenhangen met het gelijktijdig gebruik van de holding boven ROT en het vervoer van gevaarlijke stoffen over de Betuweroute ligt buiten het kader van deze kwalitatieve beschouwing. Indien er echter vanuit kan worden gegaan dat het vervoer over spoor van stoffen die een hoog risico voor de volksgezondheid met zich meebrengen voornamelijk 's nachts (geen of bijna geen vliegbewegingen en dus geen noodzaak tot het gebruik van de holding) en in ieder geval goed gecoördineerd (bij alle belanghebbenden bekend) zal plaatsvinden, dan zijn in voorkomende gevallen gemakkelijk maatregelen te bedenken om de risico's van het verkeer in de holding voor een dergelijk transport weg te nemen.

2.2.3.2 VFR holdings

Voor VFR-verkeer bestaan er drie soorten holdings: holdings net buiten de CTR, holdings op de aanvliegroutes binnen de CTR, en holdings in het trainingscircuit binnen de CTR.

Aan de rand van de CTR zijn holding area's gedefinieerd bij ROMEO (bij Ridderkerk), MIKE (bij Gouda) en WHISKEY (bij De Lier). Vliegtuigen die geen klaring krijgen om de CTR binnen te vliegen kunnen in deze holding area's wachten totdat wel een klaring wordt verkregen. Overigens zijn vliegers niet verplicht om juist in de holding area te wachten. Omdat op de plaatsen van deze holdings verkeer uit verschillende richtingen op één hoogte in een fuik samenkomt, en omdat dat verkeer niet wordt gecontroleerd door de luchtverkeersleiding, kiezen vliegers er vaak voor om verder van de holding te wachten.

Binnen de CTR liggen holdings bij de punten SIERA (bij Schipluiden) en TANGO (aan Rijksweg A13 tussen Delft en Schiedam). Deze holdings worden niet veel gebruikt. Omdat de holdings binnen de CTR liggen, vallen ze onder het toezicht van de luchtverkeersleiding en zijn ze redelijk veilig.

Binnen het VFR-trainingscircuitgebied zijn twee holdings gedefinieerd. Deze worden veel gebruikt. De holdings zijn relatief krap en hebben weinig verticale separatie. Ze liggen aan weerszijden van Rijksweg A13 boven dunbevolkt gebied.

2.2.3.3 Uitwijkend verkeer

Er zijn omstandigheden denkbaar waarin het verkeer dat wil landen op Rotterdam Airport wordt gedwongen om uit te wijken naar een andere luchthaven. De oorzaken hiervoor kunnen zijn:

- de baan is, om welke reden dan ook, niet bruikbaar voor landingen;
- het weer (zicht, wind) laat het niet toe dat een bepaald toestel van de luchthaven gebruik maakt;
- de autoriteiten verbieden, om welke reden dan ook, het gebruik van de luchthaven.

Er zijn geen redenen om aan te nemen dat verkeer dat moet uitwijken naar een alternatieve luchthaven extra risico met zich meebrengt. Wel is het zo dat verkeer dat naar Rotterdam uitwijkt extra vliegbewegingen, en dus enig extra risico, met zich meebrengt. Dit extra risico zal echter vanwege het geringe extra verkeersaanbod, ten opzichte van de op dit moment reeds optredende risico's, van een verwaarloosbaar niveau zijn.

De enige situatie waarin verkeer dat uitwijkt naar Rotterdam Airport een significante verhoging van de risico's met zich meebrengt, is wanneer het verkeer betreft dat de luchthaven aandoet omdat het zich in moeilijkheden bevindt. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan toestellen waarvan de brandstof bijna op is, of waarvan één of meer motoren zijn uitgevallen. Dergelijke situaties zijn niet expliciet onderscheiden in de veiligheidsberekeningen die elders in dit rapport zijn opgenomen. Omdat echter alle verkeer dat, om welke reden dan ook, in de problemen raakt zo snel mogelijk een luchthaven opzoekt, maakt dergelijk verkeer wel degelijk deel uit van de historische verzameling ongevallen die is gehanteerd bij de bepaling van de ongevalskans per beweging rond luchthavens. Als wordt aangenomen dat Rotterdam Airport gemiddeld niet meer toestellen met problemen aantrekt dan andere luchthavens, dan is het risico ten gevolge van dit soort ongevallen impliciet meegenomen in de modellering; het zal derhalve in de resultaten van de risicoberekeningen tot uitdrukking komen.

3 Beschrijving van de beschouwde scenario's

In het kader van dit onderzoek zijn negen scenario's beschouwd. Ten eerste zijn, als referentie, de risico's rond de luchthaven in 1996 berekend. De gegevens voor deze berekening zijn verkregen uit gegevens van de NVLS/RA en komen overeen met het daadwerkelijke gebruik van de luchthaven in 1996. Daarnaast zijn acht berekeningen uitgevoerd om een beeld te krijgen van de risiconiveaus rond de luchthaven rond het jaar 2015 bij verschillende gebruiksprofielen van de luchthaven. Deze gegevens zijn ontleend aan beschrijvingen, door de Gemeente Rotterdam en NVLS/RA, van mogelijke toekomstige gebruiksprofielen van de luchthaven.

Een volledige beschrijving van de invoergegevens voor de in de MER te beschouwen scenario's is opgenomen in Ref. [6]. In de volgende paragrafen worden, voor de scenario's die in dit onderzoek zijn meegenomen, kort de voornaamste kenmerken besproken.

Tabel 1 Overzicht van de voornaamste gegevens van de in het onderzoek beschouwde scenario's.

		Aantal bewegingen				
		Verkeer MTOW > 6 ton		Verkeer MTOW < 6 ton		
		dag	nacht ²	dag		nacht ²
				recreatief	zakelijk	
Code	Berekeningsnummer					
A0	97070201	21.602		71.467		
02	97070202	34.350	650	69.500	21.400	600
02 _{gras}	97070203	Gelijk aan 02-variant				
C1	97070204	20.000	0	0	20.350	0
C2	97070209	19.700	300	0	20.250	100
C4	97070210	19.700	300	69.500	20.250	100
F2	97070206	32.200	300	45.500	21.650	100
VA	97070207	27.200	300	0	21.150	100
MMA	97070208	27.200	300	0	6.150	100

3.1 Het scenario A0

Het scenario A0 fungeert voor dit onderzoek als referentiesituatie en beschrijft de risico's rond de luchthaven in 1996. Het gebruik van de luchthaven wordt op dit moment getypeerd door een relatief bescheiden aanbod van zakelijk verkeer, terwijl het recreatieve verkeer een relatief

² De nachtperiode loopt hier van 11 uur 's avonds tot 6 uur 's ochtends

dominante rol speelt bij het gebruik van de luchthaven. Het totaal aantal bewegingen op de luchthaven in 1996 bedroeg 93.069. Het scenario A0 heeft berekeningsnummer 97070201.

3.2 Het scenario 02

Het scenario 02 representeert de verwachte situatie rond het jaar 2015, gebaseerd op een autonome ontwikkeling vanaf de referentiesituatie A0, met als bovengrens de 35 Ke-contour voor luchthaven Rotterdam uit het Structuurschema Burgerluchtvaartterreinen. Het scenario gaat uit van een sterke toename in het zakelijk gebruik van de luchthaven bij een gelijkblijvend recreatief gebruik. In totaal telt het scenario 126.500 bewegingen. Het scenario 02 heeft berekeningsnummer 97070202.

3.3 Het scenario 02_{gru}

Het scenario 02_{gru} telt evenals het voornoemde scenario 126.500 bewegingen. Echter, in het scenario 02_{gru} worden 20.000 bewegingen uit de categorie lesvluchten toebedeeld aan de parallelle grasbaan. Het scenario 02_{gru} heeft berekeningsnummer 97070203.

3.4 Het scenario C1

In het scenario C1 is Rotterdam aan het einde van de tijdshorizon een louter door zakelijk verkeer bezochte luchthaven geworden. Het aantal bewegingen met vliegtuigen met een MTOW groter dan 6 ton is vrijwel onveranderd ten opzichte van de huidige situatie (scenario A0). Het aandeel van het verkeer met een MTOW kleiner dan 6 ton is, door het verdwijnen van het recreatieve verkeer, belangrijk kleiner dan in de huidige situatie. Het totaal aantal vluchten in het scenario C1 in 2015 wordt geschat op 40.350 per jaar. Het scenario C1 heeft berekeningsnummer 97070204.

3.5 Het scenario C2

Het scenario C2 is identiek aan het scenario C1 (40.350 bewegingen), zij het dat een beperkt deel van de vluchten uit het C1 scenario (400 bewegingen) in het C2 scenario 's nachts uitgevoerd zal worden. Bij vergelijking van de scenario's C1 en C2 kan de invloed van nachtvluchten bekeken worden. Het scenario C2 heeft berekeningsnummer 97070209.

3.6 Het scenario C4

Het scenario C4 bevat, naast alle bewegingen van het C2 scenario, 69.500 bewegingen in de recreatieve kleine luchtvaart. Het totaal aantal bewegingen in scenario C4 is derhalve 109.850. Vergelijking van de scenario's C2 en C4 kan inzicht geven in de invloed van de recreatieve kleine luchtvaart. Het scenario C4 heeft berekeningsnummer 97070210.

3.7 Het scenario F2

Het F2 scenario beschrijft een gebruiksalternatief dat past binnen de herberekende 1977-contour. Deze contour wordt door de provincie Zuid-Holland en door de gemeente Rotterdam gehanteerd

als beoogde grens voor de ontwikkeling van Rotterdam Airport. Het scenario F2 telt 99.750 bewegingen per jaar en heeft berekeningsnummer 97070206.

3.8 Het scenario VA

De voorgenomen activiteit, hier ook het voorkeursalternatief (VA) genoemd, beschrijft een toekomstig gebruik van de luchthaven waarbij een afweging wordt gemaakt, zodanig dat binnen gestelde milieurandvoorwaarden aan de bedrijfseconomische belangen wordt voldaan. Het scenario komt uit op een jaarlijks aantal van 48.750 bewegingen. Het voorkeursalternatief heeft berekeningsnummer 97070207.

3.9 Het scenario MMA

Het scenario MMA representeert het 'meest milieuvriendelijk alternatief'. Dit alternatief, dat in doelstelling vergelijkbaar moet zijn aan het voorkeursalternatief, gaat ervan uit dat de kleine luchtvaart tot een minimum wordt beperkt. Bovendien vinden in het scenario MMA geen vracht- en chartervluchten plaats. Het totaal aantal vliegtuigbewegingen van verkeer met een MTOW > 6 ton is echter ten opzichte van het voorkeursalternatief niet gewijzigd. Het scenario MMA bevat in totaal 33.750 bewegingen. Het berekeningsnummer van scenario MMA is 97070208.

4 Beschrijving van de bij de berekeningen gebruikte invoergegevens

Voor het uitvoeren van een individueel risico berekening zijn de volgende invoergegevens nodig:

- (1) de afmetingen van het studiegebied;
- (2) routes (start en landing);
- (3) de kans op een ongeval per beweging;
- (4) het aantal bewegingen per route per deel van de dag;
- (5) de ligging van de baankoppen;
- (6) de gevolgen van een ongeval;
- (7) het soort terrein rond de luchthaven;
- (8) de verdeling van de bevolking rond de luchthaven.

Deze invoergegevens worden in de volgende paragrafen beschreven.

4.1 Afmetingen van het studiegebied

Voor de uitgevoerde berekening is het studiegebied gebruikt zoals beschreven in Ref. [9]. Dit studiegebied wordt gekarakteriseerd door de twee hoekpunten (in rijkdriehoek-coördinaten) zoals gegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Begrenzungen van het gehanteerde studiegebied.

Hoekpunt	X (m)	Y (m)
Linksonder	70.000	427.000
Rechtsboven	110.000	457.000

4.2 De gebruikte routes

Een mogelijke onderverdeling van het verkeer op een luchthaven kan worden gemaakt aan de hand van het soort operatie dat door een vliegtuig wordt uitgevoerd. Met betrekking tot de gevlogen routes is het zinnig om onderscheid te maken tussen twee types operaties:

- Operaties onder Instrument Flight Rules (IFR);
- Operaties onder Visual Flight Rules (VFR).

Bij operaties onder IFR navigeert de vlieger aan de hand van de in de cockpit aanwezige instrumenten en de buiten het vliegtuig aanwezige navigatie-hulpmiddelen (bakens en eventueel satellieten). Bij operaties onder VFR navigeert de vlieger op basis van hetgeen hij visueel op de grond waarneemt.

Deze twee types operaties hebben van elkaar verschillende standaard aankomst- en vertrekroutes. Voor de in dit rapport beschreven berekeningen is uitgegaan van een verdeling van het verkeer over IFR- en VFR-operaties zoals gegeven in Ref. [6]. De verschillende routes zijn weergegeven in appendix A. Van elke vertrekroute is voor IFR-verkeer sprake van twee varianten, waarbij het afdraaipunt dichtbij of verder van de baankop ligt. De namen van deze routes hebben respectievelijk de toevoeging “-B” en “-C” gekregen. De “B-routes” worden gebruikt door het lichtere middelzware verkeer; de “C-routes” worden gebruikt door het zwaardere middelzware verkeer en door het zware verkeer.

4.3 Ligging van de baankoppen

De ligging van de externe veiligheidscontouren wordt, behalve door de routeligging, ook bepaald door de ligging van het banenstelsel. Alhoewel baandrempels formeel gesproken slechts betekenis hebben voor landingen, wordt de ligging van het banenstelsel voor externe veiligheidsberekeningen, voor zowel starts als landingen, gerepresenteerd door de ligging van de baandrempels van de verschillende banen van de luchthaven. Hierbij is het overigens normaal gesproken zo dat bij landingen sprake is van baandrempels die niet samenvallen met het fysieke uiteinde van de baan (*verschoven* baandrempels). Bij het verschuiven van een baandrempel wordt het punt op de luchthaven waarop het vliegtuig voor het eerst de grond raakt verder de luchthaven opgeschoven. Hierdoor wordt op grotere hoogte over het gebied buiten de luchthaven gevlogen, hetgeen noodzakelijk kan zijn in verband met de aanwezigheid van obstakels, of voordelen kan bieden met betrekking tot door omwonenden van de luchthaven ondervonden geluidshinder.

4.3.1 IFR-verkeer

Voor IFR-verkeer geldt dat de baandrempels aan weerszijden van de baan 300 meter naar binnen zijn geschoven ten opzichte van het baaneinde. Zoals hierboven reeds is opgemerkt, is voor starts geen sprake van verschoven baandrempels. De in de berekeningen gehanteerde coördinaten van de baandrempels voor IFR-verkeer zijn weergegeven in Tabel 3 tot en met Tabel 5.

Tabel 3 Coördinaten van de baandrempels zoals gebruikt voor de startroutes.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06 24	89.076	440.839	90.941	442.011

Tabel 4 Coördinaten van de baandrempels zoals gebruikt voor de landingsroutes op baan 06.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06 24	89.331	441.000	90.941	442.011

Tabel 5 Coördinaten van de baandrempels zoals gebruikt voor de landingsroutes op baan 24.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06 24	89.076	440.839	90.687	441.852

4.3.2 VFR-verkeer

Op de luchthaven Zestienhoven is, voor wat betreft de gehanteerde baandrempels voor VFR-verkeer, sprake van een wat complexere situatie dan bij IFR-verkeer. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat, net als bij IFR-verkeer, de baandrempels voor landingen op zowel baan 06 als op baan 24 met 300 meter zijn verschoven. Daarnaast is voor starts op baan 06 naar het noordwesten de baandrempel met 620 meter verschoven ten opzichte van baankop 24, terwijl de baandrempel voor de trainingscircuits (VFR-verkeer met MTOW kleiner dan 6 ton) met 330 meter is verschoven ten opzicht van dezelfde baankop.

Voor de starts (met uitzondering van starts 06 naar het noordwesten) en de landingen worden dezelfde baandrempels gehanteerd als voor het IFR-verkeer (Tabel 3 tot en met Tabel 5).

Voor de trainingscircuits is de situatie wezenlijk anders. Omdat voor trainingscircuits op baan 06, naast de 330 meter verschoven baandrempel bij baankop 24, ook een 300 meter verschoven landingsdrempel van baan 06 moet worden gehanteerd, leidt dit tot een fictieve baan van 1.575 meter lengte. Voor trainingscircuits op baan 24 geldt alleen de verschoven landingsdrempel bij baankop 24. De lengte van de fictieve trainingscircuitbaan 24 is daarmee 1.875 meter. Circuits worden gemodelleerd als twee routes: een "start" en een "landing". Het einde van de startroute moet hierbij samenvallen met het begin van de landingsroute. De coördinaten van de baandrempels die gebruikt zijn bij de start- en landingsroute voor het trainingscircuit op baan 24 zijn gegeven in Tabel 3 (start) en Tabel 5 (landing). De baandrempels voor het trainingscircuit op baan 06 staan vermeld in Tabel 6 (start) en Tabel 4 (landing).

Tabel 6 Coördinaten van de baandrempels zoals gebruikt bij de trainingscircuits voor verkeer met een MTOW kleiner dan 6 ton.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06 24	89.076	440.839	90.661	441.840

Voor de starts op baan 06 naar het noordwesten geldt dat deze eerder afdraaien dan de overige starts op baan 06, die allen over baankop 24 lopen. Het afdraaipunt van starts 06 naar het noordwesten ligt 620 meter verschoven ten opzichte van baankop 24. De baandrempels zijn gegeven in Tabel 7.

Tabel 7 Coördinaten van de baandrempels zoals gebruikt voor de starts op baan 06 naar het noordwesten voor verkeer met een MTOW kleiner dan 6 ton.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06 24	89.076	440.839	90.414	441.680

De grasbaan waar de 02_{gras}-variant gebruik van maakt heeft voor starts de baandrempels meegekregen zoals getoond in Tabel 8. Tabel 9 en Tabel 10 tonen de baandrempels zoals respectievelijk gebruikt voor landingen op de grasbaan in noordoostelijke en zuidwestelijke richting.

Tabel 8 Coördinaten van de baandrempels voor starts op de grasbaan.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06g 24g	89.839	440.404	90.301	440.695

Tabel 9 Coördinaten van de baandrempels voor landingen in noordoostelijke richting op de grasbaan.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06g 24g	89.923	440.457	90.301	440.695

Tabel 10 Coördinaten van de baandrempels voor landingen in zuidwestelijke richting op de grasbaan.

Runway	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
06g 24g	89.839	440.404	90.216	440.642

4.4 Aantallen bewegingen per route en per deel van de dag

De verdeling van het verkeer over de routes in de verschillende scenario's is gegeven in appendix B.

4.5 De kans op een ongeval per beweging

In Ref. [8] zijn de kansen op een ongeval afgeleid, per start en landing, van vliegtuigen die opereren op regionale luchthavens. Hierbij werden drie categorieën vliegtuigen onderscheiden:

- vliegtuigen met een MTOW boven 40 ton (categorie zwaar verkeer);
- vliegtuigen met een MTOW tussen 6 ton en 40 ton (categorie middelzwaar verkeer);
- vliegtuigen met een MTOW onder 6 ton (categorie licht verkeer).

Vastgesteld werd dat geen van de ongevalskansen, vaak ongevallen ratio's genoemd, voor de verschillende typen vliegtuigen een stijgende of dalende trend vertoonden over een periode van 10 jaren. De ongevallen ratio's voor de verschillende types verkeer zijn derhalve voor zowel het "1996 scenario" (A0) als voor de "toekomst scenario's" (02, 02_{gras}, C1, C2, C4, F2, VA en MMA) gelijk. De voor dit onderzoek gehanteerde ongevallen ratio's zijn gegeven in Tabel 11.

Tabel 11 De voor de berekeningen gehanteerde start- en landingsongevallenratio voor de verschillende categorieën verkeer.

Categorie	Vluchtfase	
	Start	Landing
Zwaar	$0,52 \cdot 10^{-6}$	$1,55 \cdot 10^{-6}$
Middelzwaar	$1,28 \cdot 10^{-6}$	$4,83 \cdot 10^{-6}$
Licht	$6,71 \cdot 10^{-6}$	$2,24 \cdot 10^{-6}$

4.6 De gevolgen van een ongeval

De gevolgen van een ongeval blijven niet beperkt tot de locatie van het ongeval, maar zijn merkbaar in een beperkt gebied rond de ongevalslocatie. Om lokale risico-niveaus te kunnen

bepalen is het van belang om te weten in welk gebied rond de ongevalslocatie de gevolgen van dat ongeval nog merkbaar zijn (Ref. [11]). Hiertoe wordt het zogenaamde “gevolgmodel” gebruikt.

Voor de in dit onderzoek onderscheiden typen verkeer (zwaar, middelzwaar en licht) dienen verschillende gevolgmodellen te worden gebruikt, elk met hun eigen invoergegevens. De voor dit onderzoek gebruikte modellen worden beschreven in de volgende twee paragrafen.

4.6.1 Het gehanteerde gevolgmodel voor verkeer met een MTOW boven 6 ton

De afmetingen van het gebied waar de gevolgen van een ongeval merkbaar zijn (het zogenaamde “gevolgsgebied”), zijn voor zwaar en middelzwaar verkeer afhankelijk van enerzijds het gemiddelde maximale startgewicht (MTOW) van de vloot in de betreffende categorie vliegtuigen in het jaar waarvoor de berekening wordt uitgevoerd, en anderzijds van het terreintype in de omgeving van de ongevalslocatie. Voor de verschillende terreintypes wordt een evenredig verband verondersteld tussen de afmetingen van het gevolgsgebied en het gemiddeld MTOW van een vliegtuig in de betreffende categorie. Er worden drie terreintypes onderscheiden, waarvoor achtereenvolgens de volgende afmetingen voor het gevolgsgebied, uitgedrukt in vierkante meters per ton MTOW, worden gehanteerd (Ref. [12]):

- open terrein (250 m^2 per ton MTOW);
- bebouwd terrein (200 m^2 per ton MTOW);
- bebost terrein/water (150 m^2 per ton MTOW).

Ter bepaling van de gemiddelde MTOW's per categorie is gebruik gemaakt van de in Ref. [6] gegeven onderverdeling van het verkeer in subcategorieën. Deze onderverdeling is oorspronkelijk gemaakt op basis van de geluidproductie van de verschillende vliegtuigen. Per subcategorie is een representatief maximum startgewicht vastgesteld. Het gemiddelde MTOW per categorie kan nu worden geschat door per subcategorie het product te bepalen van alle bewegingen in die subcategorie met het in Tabel 12 gegeven representatieve gewicht. Door het zo verkregen “totale gewicht” per subcategorie te sommeren over de subcategorieën in een categorie, en deze som vervolgens te delen door het totaal aantal bewegingen in de categorie wordt het uiteindelijke gemiddelde MTOW per categorie verkregen.

Tabel 12 Onderscheiden vliegtuigcategorieën voor middelzwaar en zwaar verkeer.

Geluidscategorie	Representatief vliegtuig	Representatief MTOW (ton)
26	Boeing 707 met hushkit	151,88
37	DC8-73	155,00
45	Boeing 727	86,17
69	Boeing 737-300	62,36
70	Cessna Citation	13,65
71	Fokker 50	20,33
72	Jetstream 31	7,07
74	British Aerospace 146, Fokker 100	42,02
79	Fokker F-27	18,88
80	Hercules C130	45,45

Het bovenstaande leidt tot de in de volgende tabel opgenomen gemiddelde maximale startgewichten per categorie voor de verschillende scenario's.

Tabel 13 Gemiddeld MTOW voor bewegingen met middelzware en zware vliegtuigen tijdens de dag- en nachtperiodes voor de verschillende scenario's.

Scenario	Gemiddeld MTOW middelzwaar verkeer	Gemiddeld MTOW zwaar verkeer
97070201 (A0)	15,9	94,1
97070202 (02)	13,8	49,1
97070203 (02 _{gras})	14,1	49,6
97070204 (C1)	14,3	51,1
97070209 (C2)	14,3	51,1
97070210 (C4)	14,3	51,1
97070206 (F2)	13,8	49,1
97070207 (VA)	14,2	48,4
97070208 (MMA)	13,7	42,0

4.6.2 Het gehanteerde gevolgmodel voor verkeer met een MTOW onder 6 ton

Het verkeer onder 6 ton wordt op haar beurt onderverdeeld in twee categorieën:

- Vliegtuigen met een MTOW tot 1500 kilogram;
- Vliegtuigen zwaarder dan 1500 kg.

Het gevolgmodel voor licht verkeer maakt geen gebruik van een gemiddeld MTOW per sub-categorie. De afmetingen van het gevolgsgebied staan bij een ongeval met een vliegtuig uit een bepaalde sub-categorie vast (Ref. [5]). Wel zijn deze afmetingen afhankelijk van het lokale terreintype. De waarden voor de afmetingen van het schadegebied per onderscheiden sub-categorie zijn voor de verschillende sub-categorieën opgenomen in Tabel 14.

Tabel 14 Afmetingen van het schadegebied voor de twee onderscheiden sub-categorieën voor licht verkeer voor de drie onderscheiden terreintypen.

Terreintype	Afmetingen gevolgsgebied (m ²)	
	Vliegtuigen tot 1.500 kg.	Vliegtuigen boven 1.500 kg.
Open	180	240
Bebouwd	160	380
Bos/water	160	600

Om te bepalen of een bepaald vliegtuig meer of minder dan 1.500 kilogram weegt, is wederom gebruik gemaakt van de indeling van het verkeer in geluidscategorieën. In de categorie vliegtuigen met een MTOW onder 6 ton (zogenaamd BKL verkeer) worden voor dit onderzoek vier geluidscategorieën onderscheiden. Deze categorieën zijn, samen met het voor de categorie representatieve vliegtuig en haar representatieve MTOW, voor de volledigheid gegeven in Tabel 15.

Tabel 15 Onderscheiden vliegtuigcategorieën voor licht verkeer.

Geluidscategorie	Representatief vliegtuig	Representatief MTOW (ton)
4	Cessna 310R	3.63
3	Piper Alpha 31	2.74
2	Cessna 172M	1.00
1	Cessna 150M	1.00

4.7 Het gebruikte terreinbestand

Uit de in 3.1.6 gegeven parameters voor het gevolgmodel blijkt dat een indicatie van het lokale terreintype nodig is om de afmetingen van het gevolggebied te bepalen. Om de lokale terreingesteldheid te kunnen bepalen zijn bestanden van het CBS gebruikt, waarin vlakken (polygonen) zijn opgenomen met een indicatie van het terreingebruik per vlak. Deze vlakken vullen samen het gehele studiegebied. Met behulp van de vlakken is per gridcel van 100 bij 100m² het typische gebruik van het terrein vastgesteld. Door het CBS worden, voor heel Nederland, 33 soorten terreingebruik onderscheiden. Deze 33 terreintypen zijn gereduceerd tot de drie voor de berekeningen gebruikte typen.

4.8 Het gebruikte bevolkingsbestand

Als basis voor het gebruikte bevolkingsbestand heeft een bestand gediend dat is verkregen van het kadaster. Dit bestand stamt uit het derde kwartaal van 1994. Het bestand bevat coördinaten en codes voor alle objecten in het studiegebied. De codes geven het soort object aan. Wanneer de code aangeeft dat het gaat om een object dat wordt bewoond, dan wordt dat object bewoond geacht door een van het CBS verkregen gemiddeld aantal personen per woning (peiljaar 1996). Dit gemiddelde is verschillend voor dag en nacht, waardoor feitelijk twee bevolkingsbestanden ontstaan. Om vergelijking van de scenario's onderling zo correct mogelijk uit te kunnen voeren is het paar bevolkingsbestanden voor ieder van de scenario's gebruikt.

Met de kadasterbestanden kan geen uitspraak worden gedaan over aanwezige werknemers, aantallen bedden in ziekenhuizen en leerlingaantallen op scholen e.d.

Op basis van het kadasterbestand is in 1997 door het bedrijf Arcadis (destijds Heidemij Advies geheten) een meer gedetailleerd bestand opgemaakt van de woningen in de omgeving van Rotterdam Airport. Het door Arcadis onderzochte gebied is afgebakend door de in 1983 berekende 20 Ke geluidscontour uit het Structuurschema Burgerluchtvaartterreinen (SBL). Het Arcadis-bestand is door Ingenieursbureau Milieu van Gemeentewerken Rotterdam gebruikt bij het verrichten van woningtellingen.

5 Resultaten van het onderzoek

5.1 Individueel risico

Individueel risicocontouren voor de scenario's A0, 02, 02_{gras}, C1, C4, F2, VA en MMA zijn opgenomen in Figuur 1 tot en met Figuur 8. Het individueel risicocontour voor scenario C2 is identiek aan dat van scenario C1 en is derhalve weggelaten.

5.2 Groepsrisico

De resultaten van de groepsrisicoberekeningen zijn gegeven in Tabel 16. Een grafische weergave van de resultaten is te vinden in Figuur 9 en Figuur 10.

Tabel 16 Kansen (per jaar) (F) op een ongeval met N of meer slachtoffers als functie van het aantal slachtoffers (N) voor alle berekeningsvarianten.

Scenario	N					
	1	5	20	100	400	
	3	10	40	200	1.000	
97070201 (A0)	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$8,4 \cdot 10^{-8}$	
	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$5,1 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	
97070202 (02)	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-9}$	
	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$8,2 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-17}$	
97070203 (02 _{gras})	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-9}$	
	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$8,2 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^{-17}$	
97070204 (C1)	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	
	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-16}$	
97070209 (C2)	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	$8,6 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	
	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-16}$	
97070210 (C4)	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$8,6 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,3 \cdot 10^{-9}$	
	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-16}$	
97070206 (F2)	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	
	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-17}$	
97070207 (VA)	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-9}$	
	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-8}$	$7,5 \cdot 10^{-18}$	
97070208 (MMA)	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$8,1 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,1 \cdot 10^{-10}$	
	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-8}$	$8,1 \cdot 10^{-25}$	

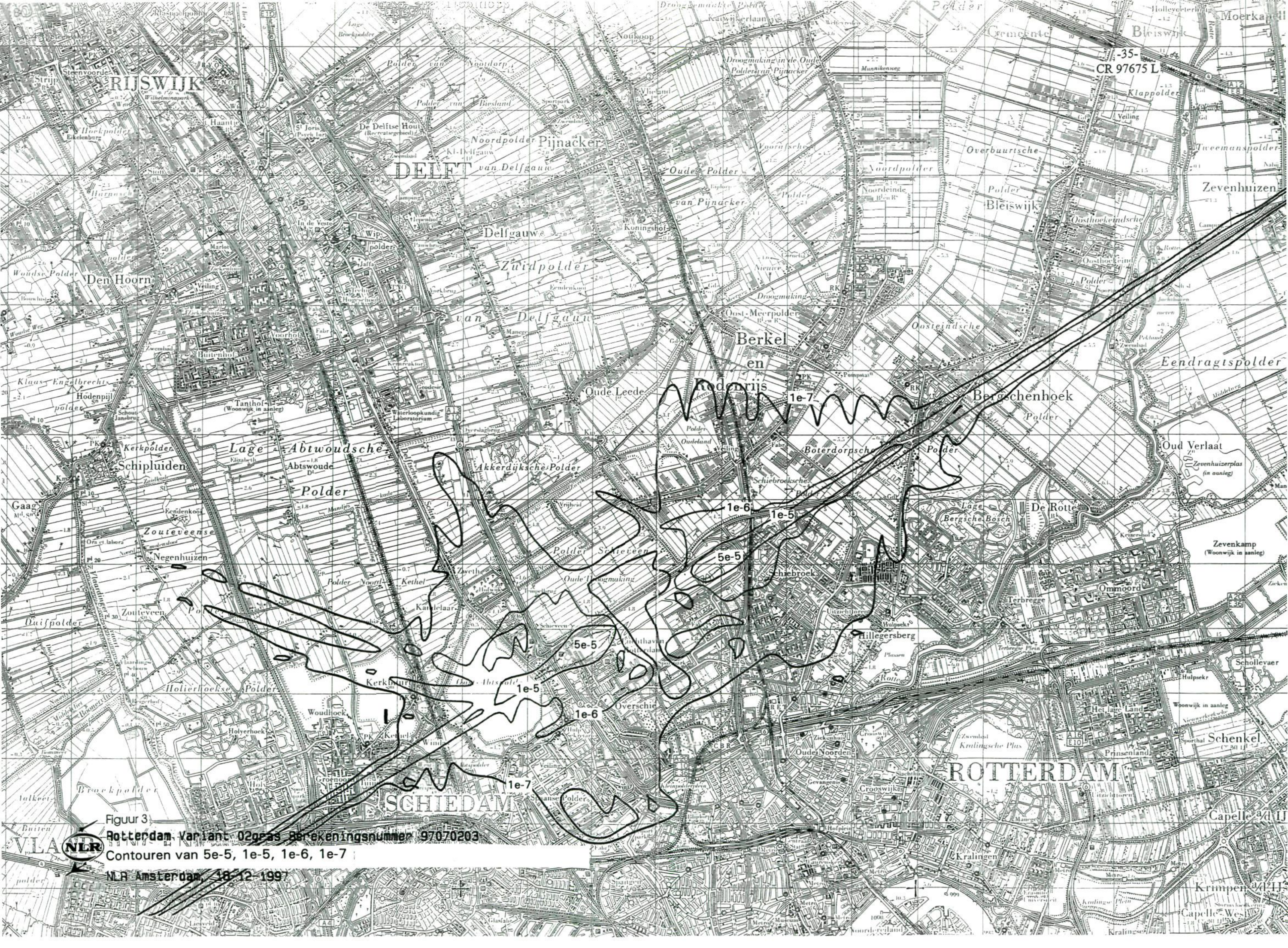


Figuur 1
Rotterdam Variant A0 Berekeningsnummer 97070201
Contouren van 5e-5, 1e-5, 1e-6, 1e-7
NLR Amsterdam, 18-12-1997





Figuur 2
Rotterdam Variant 02 Berekeningsnummer 970/0202
Contouren van 5e-5, 1e-5, 1e-6, 1e-7
NLR Amsterdam, 16-12-1997



Figuur 3

Rotterdam Variant 02gras Berekeningsnummer 97070203

Contouren van 5e-5, 1e-5, 1e-6, 1e-7

NLR Amsterdam, 18-12-1997

