

Technische bijlage

EXTERNE VEILIGHEID

(berekeningen uitgevoerd en tekstbijdragen geleverd door het
Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium)

1	INLEIDING	83
2	OPZET VAN HET ONDERZOEK	85
	2.1 Extern risico	85
	2.2 Doelstelling	85
	2.3 Definities	85
3	DE REKENMETHODE	87
	3.1 De kans op een ongeval	87
	3.1.1 De bepaling van de ongevallen ratio	87
	3.2 De spreiding van de kans op een ongeval rond de luchthaven	91
	3.2.1 Het gehanteerde ongevallen locatiemodel	92
	3.3 De gevolgen van een ongeval	92
	3.3.1 Het gehanteerde gevolgmiddel	93
4	BESCHRIJVING VAN DE SCENARIO'S	95
	4.1 De referentiesituatie	95
	4.2 Het intensiverings scenario	95
	4.3 Het 2500 m. uitbreidingsscenario	95
5	DE VOOR DE BEREKENINGEN GEBRUIKTE GEGEVENS	97
	5.1 De verkeersgegevens	97
	5.2 De gebruikte routes	97
	5.3 De verkeersverdeling over de routes	100
	5.4 Bebouwingsgegevens	100
	5.5 Populatiegegevens	101
6	BESPREKING VAN DE RESULTATEN	103
	6.1 De referentieberekening	103
	6.2 Het intensiveringsscenario	103
	6.2.1 Het intensiveringsscenario zonder nachtvluchten	103
	6.2.2 Het intensiveringsscenario met nachtvluchten	104
	6.3 De voorgenomen activiteit	104
	6.3.1 De voorgenomen activiteit zonder nachtvluchten	104
	6.3.2 De voorgenomen activiteit met nachtvluchten	104
	6.4 Onzekerheden in de resultaten	106
	6.4.1 Onzekerheden in individueel risicocontouren	106
	6.4.2 Onzekerheden in de groepsrisicoberekeningen	108
7	CONCLUSIES	111
	 ADDENDA	
	1 : INVOERGEGEVENS MODELLERINGEN	113
	2 : LIJST MET AFKORTINGEN	119
	3 : ROUTES IN DETAIL	121
	4 : REFERENTIES EXTERNE VEILIGHEID	123

1 INLEIDING

Groningen Airport Eelde N.V. heeft reeds meerdere jaren het voornemen een baanverlenging te realiseren. De Minister van Verkeer en Waterstaat heeft aangegeven de baanverlenging nodig te achten voor het toekomstperspectief van de luchthaven.

In april 1993 verscheen de "Startnotitie baanverlenging Groningen Airport Eelde", waarin het m.e.r.-plichtige voornemen wordt aangekondigd en de te nemen stappen op weg naar baanverlenging worden beschreven.

Na het opstellen van de startnotitie en het vaststellen van de richtlijnen is een milieu effect rapport (MER) opgesteld. De richtlijnen voor het MER bepalen dat het risico rond de luchthaven aan een kwantitatieve beschouwing dient te worden onderworpen. Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) heeft deze beschouwing voor haar rekening genomen.

In deze technische bijlage worden de resultaten besproken van de externe veiligheidsberekeningen voor Groningen Airport Eelde in het kader van de milieu-effectrapportage voor de voorgenomen baanverlenging op de luchthaven. De externe veiligheid rond het luchtvaartterrein wordt geanalyseerd voor vijf scenario's voor het gebruik van de luchthaven.

De berekeningen zijn gemaakt met een model dat speciaal is ontwikkeld voor luchthavens met veel bewegingen in de categorie lichte luchtvaart. De in dit rapport beschreven resultaten zijn de eersten die met dit model zijn gegenereerd. De onderliggende methodiek is dezelfde als werd gebruikt voor de modellering van de situatie voor externe veiligheid rond de luchthaven Schiphol [Ref. 3].

De hoofdingeling van deze tekst is volgt hierna. Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van de opzet van het onderzoek. In hoofdstuk 3 wordt de rekenmethode, zoals gebruikt voor de analyse, besproken. In hoofdstuk 4 worden de door de luchthaven opgestelde scenario's beschreven. Hoofdstuk 5 beschrijft de voor de berekeningen gebruikte gegevens. In hoofdstuk 6 en 7 worden de gebruikte invoergegevens en de resultaten van de berekeningen besproken. Hoofdstuk 8 bevat conclusies en daarna volgen een aantal bijlagen.

2 OPZET VAN HET ONDERZOEK

2.1 Extern risico

De kans op een ongeval met een vliegtuig is in het algemeen zeer klein, maar niet gelijk aan nul. Luchthavens zijn plaatsen waar het vliegverkeer convergeert. De aanwezigheid van een luchthaven brengt dan ook een zekere verhoging van risico ten gevolge van een vliegtuigongeluk met zich mee ten opzichte van gebieden verder weg van de luchthaven. Bovendien is de kans op een vliegtuigongeval het grootst in de start- en landingsfase van een vlucht, waardoor een versterking van het bovengenoemde effect optreedt.

Veiligheid impliceert het vrijblijven van risico. In die zin is externe veiligheid dus het complement van extern risico.

Voor de milieu-effectrapportage is het van belang, om inzicht te verkrijgen in de externe risiconiveau's rond luchthavens. Voor de luchthaven Eelde ontstond de noodzaak extern risico-berekeningen te maken toen een verlenging van baan 05/23 werd gepland van 1800 meter naar 2500 meter.

Gezien het aantal en het type bewegingen op Eelde werd gekozen voor een studiegebied van dertig bij dertig kilometer rond de luchthaven. Daar het individueel risico aan de randen van dit gebied in alle gevallen is afgenomen tot waarden kleiner dan 10^{-7} , kan worden gesteld dat deze afmetingen voldoende zijn voor het verkrijgen van een indruk van de verhoging van de risiconiveau's rond de luchthaven.

2.2 Doelstelling

De in dit rapport beschreven analyse van de externe veiligheid rond de luchthaven Eelde werd gemaakt t.b.v. een milieu effect rapportage (MER) in verband met de voorgenomen verlenging van baan 05/23. Een dergelijke analyse is bij het maken van een MER van belang om drie redenen [Ref. 2].

In de eerste plaats is kennis over de variatie van extern risico ten gevolge van verschillende te kiezen opties in de ontwikkeling van een luchthaven een belangrijk keuze argument bij het kiezen uit die opties.

Verder kan het doen van een extern risico analyse in belangrijke mate bijdragen aan inzicht in hoe relevante parameters risico beïnvloeden.

Ten slotte kan kennis over extern risiconiveau's van belang zijn, wanneer maxima aan toelaatbaar risico worden gesteld.

Doel van de technische bijlage extern risico is om inzicht te geven in de totstandkoming van resultaten die worden gebruikt bij de analyse van milieu-effecten in het MER en de argumenten voor motivatie van beslissingen met betrekking tot de baanverlenging.

2.3 Definities

Naast veel afgeleide maten, zijn er twee hoofdmaten voor het beschrijven van extern risico. Deze hoofdmaten worden door het hele rapport gebruikt, en worden hieronder gedefinieerd.

Individueel risico is gedefinieerd als de kans per jaar, dat een persoon die permanent op een bepaalde locatie verblijft, overlijdt aan de gevolgen van een vliegtuigongeval. Gezien deze definitie, is het individueel risico op een bepaalde plaats onafhankelijk van het feit of op deze plaats ook daadwerkelijk iemand verblijft.

Groepsrisico is gedefinieerd als de kans per jaar dat een groep van meer dan een bepaald aantal personen tegelijkertijd overlijdt aan de gevolgen van een vliegtuigongeval. Anders dan bij individueel risico, is bij groepsrisico de spreiding van de bevolking rond de luchthaven van cruciaal belang.

3 DE REKENMETHODE

Voor de berekeningen van het extern risico rond de luchthaven Eelde werd de methode gebruikt, die eerder werden gebruikt voor de berekening van het extern risico rond de luchthaven Schiphol [Ref. 3].

De hierboven genoemde methode is geïmplementeerd in drie modellen. Deze modellen zullen hieronder worden omschreven. De voor het betreffende model benodigde parameters zijn in sommige gevallen gelijk aan de parameters van het model zoals dat werd gebruikt voor de berekeningen rond de luchthaven Schiphol. In andere gevallen zijn echter voor de in dit rapport besproken berekeningen nieuwe modelparameters bepaald. Om deze reden, en t.b.v. de volledigheid, zal bij elk model, in een aparte subsectie, (indien van toepassing) kort worden vermeld wat de modelparameters zijn, en hoe deze parameters werden bepaald.

3.1 De kans op een ongeval

Voor het berekenen van de externe veiligheid rond een luchthaven, dient allereerst de kans op een ongeval rond de luchthaven te worden vastgesteld. Deze kans is afhankelijk van de kans op een ongeval per beweging (de ongevallen ratio) en het aantal bewegingen.

De kans op een ongeval per beweging is verwerkt in het zogenaamde ongevallen ratiomodel. Anders dan in de situatie van Schiphol, kon voor de luchthaven Eelde niet worden gerekend met één ongevallen ratio (OR) per scenario, omdat op Eelde, anders dan op Schiphol, de bewegingen zijn verdeeld over een grote verscheidenheid van vliegtuigtypen. Het vermoeden bestond, dat dit zou leiden tot sterk uiteenlopende ongevallen ratio's voor de verschillende typen. Bij een analyse bleek het inderdaad noodzakelijk het verkeer op te delen in de volgende drie categorieën:

- een categorie met een maximaal startgewicht (MTOW) van kleiner dan 6.000kg (categorie I, licht verkeer),
- een categorie met een MTOW tussen de 6.000kg en de 40.000kg (categorie II, middelzwaar verkeer),
- een categorie met een MTOW groter dan 40.000kg (categorie III, zwaar verkeer).

3.1.1 De bepaling van de ongevallen ratio

Zwaar verkeer

Voor zwaar verkeer werd de ongevallen ratio gebruikt, zoals afgeleid voor de externe veiligheidsberekeningen rond de luchthaven Schiphol. Een volledige beschrijving van de bepaling van deze ongevallen ratio is gegeven in de literatuur [Ref. 2]. Voor de berekeningen over 1992 werd gebruik gemaakt van de ongevallen ratio berekend voor 1990. Voor 2005 werd gebruik gemaakt van de ongevallen ratio zoals berekend voor 2003. Daar deze ongevallen ratio langzaam daalt in de tijd [Ref. 2], wordt de ongevallen ratio in geen van beide gevallen onderschat.

Middelzwaar verkeer

Bij operaties van middelzwaar verkeer op regionale vliegvelden gaat het meestal om vluchten over kortere afstand, waardoor veelal met propellervliegtuigen wordt gevlogen.

Reeds bij de bepaling van de ongevallen ratio voor het verkeer op de luchthaven Schiphol werd vastgesteld dat propellervliegtuigen een significant andere ongevallen ratio hebben dan straalvliegtuigen. Om deze reden werd voor Schiphol voor de berekening van de ongevallen ratio geput uit een periode die wordt gekenmerkt door een overheersend aantal bewegingen van straalvliegtuigen. Los hiervan worden operaties op regionale velden vaak gekenmerkt door een minder geavanceerde uitrusting van vliegtuig en luchthaven.

Vanwege het bovenstaande wordt het ontoelaatbaar geacht om voor deze categorie dezelfde ongevallen ratio's toe te passen als voor zwaar verkeer. Bij het bepalen van een andere [betere waarde van de] ongevallen ratio voor deze categorie bleek echter dat de categorieën zwaar- en middelzwaar verkeer in de beschikbare data slecht te scheiden zijn. Weliswaar kan een individuele luchthaven voor een bepaald jaar wel een onderverdeling van het verkeer tussen deze categorieën geven en is ook gemakkelijk het totaal aantal ongevallen in deze categorie te achterhalen, maar is deze onderverdeling voor het totaal aantal bijbehorende bewegingen niet te maken. Daar de ongevallen ratio eenvoudigweg wordt berekend door het aantal ongevallen te delen door het bijbehorend aantal bewegingen vormt dit een onoverkomelijk probleem.

Een alternatief voor bovengeschetste manier voor het bepalen van de ongevallen ratio is het werken met samengevatte informatie. Deze mogelijkheid doet zich voor, omdat in de wereld vele instanties bestaan die ongevallendata voor uiteenlopende doelen en van uiteenlopende typen verkeer verzamelen en bewerken. Een voor de hand liggend nadeel van deze methode is, dat de gekozen informatie niet altijd de gewenste categorie exact zal dekken. Daar het echter vaak ondoenlijk is om voldoende geverifieerde en exact dekkende bewegingsinformatie te achterhalen bij geregistreerde ongevallen, is deze methode één van de weinige alternatieven om toch te komen tot een valide ongevallen ratio voor een bepaalde categorie verkeer. Deze methode is dan ook voor de bepaling van de ongevallen ratio van middelzwaar verkeer gebruikt.

Na een uitgebreide beschouwing van de operationele omstandigheden van verschillende verkeerstypen waarvoor bij uiteenlopende instanties ongevallen ratio's te verkrijgen zijn, werd besloten om de ongevallen ratio voor "scheduled part 135" verkeer in de Verenigde Staten¹ te hanteren als uitgangspunt voor de berekening van de ongevallen ratio voor middelzwaar verkeer op Nederlandse regionale velden. Hiertoe werd de gemiddelde ongevallen ratio van "scheduled part 135" verkeer in de Verenigde Staten bepaald over de jaren 1982 tot en met 1992 op basis van gegevens van de National Transportation Safety Board [Ref. 6]. Deze gemiddelde ongevallen ratio werd vervolgens gecorrigeerd voor "en route" ongevallen en voor ongevallen op of naast de baan. Deze correcties zijn uitgevoerd middels reductiefactoren.

De correctie voor "en route" ongevallen is nodig omdat deze ongevallen niet het gevolg zijn van de aanwezigheid van een luchthaven; het risico ten gevolge van een "en route" ongeval kan derhalve niet worden beschouwd als een milieu-effect van een luchthaven.

¹ Dit type verkeer betreft zogenaamde 'commuter services' in de VS. Vanwege de aard van de operaties, wordt veel gevlogen met betrekkelijk kleine (dertig stoelen en minder) propellervliegtuigen. Weliswaar zijn de grotere vliegtuigen uit de gedefinieerde categorie middelzwaar verkeer groter dan de grootste vliegtuigen uit deze database, maar de gemiddelde grootte (afgemeten naar het gemiddeld gewicht) van middelzwaar verkeer op Eelde (< 20 ton voor de diverse scenario's) past vrij goed op de gekozen database.

De correctie voor ongevallen op of naast de baan is noodzakelijk, omdat bij een beschouwing van de externe veiligheid van luchthavens ongevallen op het luchtvaartterrein per definitie buiten beschouwing blijven.

De correctiefactoren voor zowel "en route" ongevallen als voor ongevallen op of naast de baan werden verkregen uit een NLR database met ongevallen over de periode 1976 tot en met 1989; hieruit werden voor dit doel vliegtuigongevallen uit de relevante categorie geselecteerd op luchthavens met minder dan 150.000 bewegingen per jaar. Uit deze zelfde database en met dezelfde selectiecriteria werd de verhouding tussen het aantal start- en landingsongevallen bepaald. Dit levert de getallen gegeven in tabel 1. Door de lengte van de beschouwde periode en het aanzienlijke aantal bewegingen in deze periode, zijn de berekende factoren als representatief te beschouwen voor deze categorie verkeer. Ten behoeve van de in dit rapport beschreven risico analyse werd geen trend van de ongevallen ratio in de tijd geschat.

Licht verkeer

Voor licht verkeer geldt, nog sterker dan voor middelzwaar verkeer, dat het hier gaat om propellervliegtuigen, die bovendien meest met slechts één (zuiger)motor zijn uitgerust.

Belangrijk aspect hierbij is het feit dat door de beperkt haalbare betrouwbaarheid van de combinatie zuigermotor/propeller, het aantal motorstoringen hoger zal zijn dan in de zwaardere categorieën, waar veelal met minimaal twee (turbine)motoren wordt gevlogen. Bovendien wordt met deze vliegtuigen bijna louter onder Visual Flight Rules (VFR) gevlogen, terwijl zwaarder verkeer meer onder Instrument Flight Rules opereert. Een belangrijk aspect van het opereren onder VFR-condities is dat bij dit type operaties de kans op een zgn. "Controlled Flight Into Terrain" (CFIT) ongeval vele malen kleiner is dan bij operaties onder IFR. De reden hiervoor is dat de vlieger zich, doordat hij navigeert op het terrein in plaats van op instrumenten, veel beter bewust is van zijn positie ten opzichte van dit terrein.

Om bovengenoemde redenen moest ook voor deze categorie een nieuwe ongevallen ratio worden bepaald. Omdat ook voor deze categorie geen wereldwijde ongevallen-data met de bijbehorende bewegingen kon worden verkregen, en omdat de ongevallen ratio per land aanmerkelijk verschilt, is voor het berekenen van de ongevallen ratio licht verkeer gekozen voor het gebruiken van ongevallendata van het Bureau Vooronderzoek (BVO) [Ref. 7]. De bewegingsdata bij deze ongevallen kon worden betrokken uit informatie van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) [Ref. 8].

Uit de door BVO geleverde ongevallen over de periode 1983 tot en met 1992 werd de periode 1989 tot en met 1991 geïdentificeerd als zijnde representatief voor de ongevallen ratio van licht verkeer in Nederland.

In laatstgenoemde periode traden dertien ongevallen op, waarvan acht als relevant kunnen worden aangemerkt als het gaat om het bepalen van de ongevallen ratio ten behoeve van externe veiligheidsanalyses rond luchthavens. De overige vijf ongevallen werden uitgeselecteerd omdat daarbij sprake was van een ongeval op het luchtvaartterrein, of omdat bij het ongeval de vlieger volledige controle over het toestel behield, waardoor geen risico voor derden op de grond ontstond².

² Een oorzaak van een dergelijk ongeval is vaak het afslaan van de motor in kruisvlucht (vaak t.g.v. het wegvallen van de brandstofvoeder) bij éénmotorige vliegtuigen. Geldende procedures m.b.t. de minimum hoogte boven bebouwd gebied zorgen in zo'n geval voor een te verwaarlozen risico voor personen op de grond.

Dit laatste is het gevolg van wat in de literatuur wordt aangeduid met "pilot avoidance"; dit is het bewust (kunnen) ontwijken van obstakels door de vlieger in het geval van een voorzorg- of noodlanding. Het kunnen ontwijken van bebouwing is in dit verband een belangrijke factor. Met name het feit dat de afmetingen van vliegtuigen uit deze categorie, alsook de grootte van het daarbij behorende gevolgebied, van dezelfde orde grootte zijn als de "gaten" in de bebouwingsstructuur in dorpen en steden ligt hieraan ten grondslag. De geringe bebouwing in de omgeving van Groningen Airport Eelde kan in dit specifieke geval nog als extra argument voor het toepassen van een reductie voor "pilot avoidance" worden aangevoerd.

In plaats van het toepassen van reductiefactoren, zoals bij middelzwaar verkeer, werd de ongevallen ratio bij licht verkeer dus verkregen door het direct selecteren van relevante ongevallen in de dataset. De reden hiervoor is dat de hoeveelheid data deze handelswijze in dit geval toestaat. Bovendien zou de geldigheid van de berekende reductiefactoren, door de keuze voor een dergelijke beperkte periode, slechts geldig zijn voor de beschouwde periode; het afleiden van een factor is in een dergelijke situatie niet zinnig, en wellicht zelfs misleidend.

De 8 relevante ongevallen in de beschouwde periode en de 2.311.440 bewegingen (volgens het CBS) over dezelfde periode, leveren een ongevallen ratio voor licht verkeer zoals genoemd in tabel 1. Op basis van de beschikbare gegevens kan geen significant verschil tussen start- en landingsongevallen ratio worden aangetoond. Voor beide vluchtfasen is derhalve met dezelfde ongevallen ratio gerekend. Voor de in dit rapport behandelde risico analyse werd geen trend van de ongevallen ratio in de tijd geschat.

Tabel 1. Gehanteerde ongevallen ratio's per categorie.		
	Ongevallen ratio (per beweging)	
	start	landing
Categorie I (licht verkeer) 1992 en 2005	$3.460 \cdot 10^{-6}$	$3.460 \cdot 10^{-6}$
Categorie II (middelzwaar verkeer) 1992 en 2005	$2.417 \cdot 10^{-6}$	$2.637 \cdot 10^{-6}$
Categorie III (zwaar verkeer) 1992	$0.449 \cdot 10^{-6}$	$0.701 \cdot 10^{-6}$
Categorie III 2005	$0.449 \cdot 10^{-6}$	$0.651 \cdot 10^{-6}$

3.2 De spreiding van de kans op een ongeval rond de luchthaven

Nabij de koppen van de baan is het ongevalsrisico het hoogst. Op deze plaatsen is sprake van een hoge kansdichtheid. De kansdichtheid neemt af naarmate een punt op de route verder van de baankop verwijderd is, maar ook naarmate een punt verder van de nominale route af ligt.

Rondom iedere route is een kansdichtheidsfunctie te bepalen. Deze is niet hetzelfde voor (middel-)zwaar en licht verkeer en wordt daarom ook anders gemodelleerd.

Met de kans op een ongeval, de spreiding van ongevalslocaties per route, en de verdeling van het verkeer over de routes (aantal bewegingen per route), kan voor ieder punt de kans op een ongeval worden bepaald.

3.2.1 Het gehanteerde ongevallen locatiemodel

Zwaar en middelzwaar verkeer

Het ongevallen locatiemodel dat bij de Schiphol-berekeningen is gebruikt, is ook in dit MER toegepast. Het model is gebaseerd op ongevalslocaties, die worden gerelateerd aan de route die het betreffende vliegtuig zou hebben moeten vliegen. Voor verkeer dat vliegt onder instrument condities (IFR), of in ieder geval de beschikking heeft over nauwkeurige navigatiehulpmiddelen, geldt dat de te vliegen routes over het algemeen goed worden aangehouden (Categorie II en III).

Licht verkeer

Bewegingen in de categorie lichte luchtvaart spelen zich voornamelijk af onder zichtcondities (VFR), waarvoor aparte routes gelden. Afgezien van het feit dat deze routes vaak veel minder nauwkeurig zullen worden gevolgd dan bij verkeer uit de andere categorieën het geval is, wordt uit ongevallen data voor licht verkeer vrijwel nooit duidelijk welke route het vliegtuig eigenlijk wilde volgen, voordat de storing optrad die tot het ongeval leidde. Hierdoor is het voor deze categorie bijzonder moeilijk de ongevalslocatie te relateren aan te volgen routes en is het niet mogelijk een spreidingsmodel te hanteren dat vergelijkbaar is met dat voor zwaar verkeer.

Om deze reden is voor de bepaling van risico ten gevolge van bewegingen in de categorie lichte luchtvaart een nieuw ongevallen locatiemodel ontwikkeld. Voor de bepaling van dit model is een methode bedacht die lijkt op de methode die werd gebruikt door het reeds voor zwaar verkeer ontwikkelde model [Ref. 2], maar die rekening houdt met de grotere onzekerheid in de relatieve positie van de gevonden ongevalslocatie ten opzichte van de route. Deze voor lichte luchtvaart ontwikkelde methode is beschreven in [Ref. 4].

Karakteristiek voor dit spreidingsmodel voor lichte luchtvaart is, dat er een minder sterke concentratie van ongevallen locaties rond de route ontstaat dan bij het model dat werd afgeleid voor zwaar verkeer.

3.3 De gevolgen van een ongeval

Rond de plaats van een vliegtuigongeval bestaat een gebied met zekere afmetingen waarin de gevolgen van het ongeval nog merkbaar zijn. In de praktijk betekent dit, dat er ook een kans op overlijden bestaat wanneer men zich ten tijde van het ongeval niet exact op de plaats van het ongeval, maar wel in de directe omgeving daarvan, bevindt (het ongevalsgebied). De afmetingen van dit gebied zijn met name afhankelijk van het terreintype, en van het vliegtuigtype en -gewicht (en hoeveelheid brandstof aan boord). Relaties die de afmetingen van het ongevalsgebied geven afhankelijk van het vliegtuiggewicht werden geschat op basis van historische ongevallen data.

Voor de bepaling van het individueel risico op een specifieke locatie wordt slechts gekeken naar ongevallen, waarbij het ongevalsgebied deze locatie omvat. De som van de kansen op ongevallen waarbij het gevolgebied deze locatie omvat, geven, gecombineerd met de lethaliteit van het betreffende ongeval, het individueel risico op die locatie.

3.3.1 Het gehanteerde gevolgmodel

Zwaar- en middelzwaar verkeer

Voor de analyse van de externe veiligheid rond de luchthaven Schiphol [Ref. 2] werd een gevolgmodel afgeleid voor verkeer met een MTOW van meer dan 5700 kg. Om deze reden is voor zwaar- en middelzwaar verkeer het gevolgmodel gebruikt zoals beschreven voor de situatie Schiphol. Ook de lethaliteit voor deze categorieën werd onveranderd overgenomen uit de desbetreffende rapportage [Ref. 2].

Licht verkeer

Voor de bepaling van een gevolgmodel voor licht verkeer zijn data verzameld uit drie bronnen. De methode werd afgeleid uit data verzameld bij de RLD en de (Britse) CAA. Uiteindelijk is deze methode toegepast op een database betrokken van de NTSB met ongevallen in de VS over de periode 1983 tot en met 1992. Voor deze aanpak werd gekozen omdat data van de RLD en CAA snel, maar slechts in de vorm van (het inkijken van) ongevalsrapporten, kon worden verkregen, terwijl de NTSB data, wat trager, in digitale vorm kon worden verkregen. Buiten het feit dat met name de RLD rapporten betrouwbaar zijn, biedt digitale beschikbaarheid van een grote hoeveelheid data uiteraard een beter uitgangspunt voor modelontwikkeling dan de beschikbaarheid van soortgelijke data in (papier) rapportvorm.

Zoals gezegd, werden de RLD/CAA data gebruikt om de methode voor het afleiden van het gevolgmodel te achterhalen. Opvallend verschil van ongevallendata voor licht verkeer met dergelijke data voor zwaarder verkeer is het feit dat wrakken van licht vliegtuigen na een ongeval een veel grotere mate van samenhang vertonen dan wrakken van zwaarder verkeer. Hieruit volgen twee belangrijke conclusies ten aanzien van de te volgen methode:

- het risico beperkt zich tot het spoor dat het vliegtuig op de grond heeft getrokken;
- de breedte van het ongevalsgebied komt vrijwel overeen met de spanwijdte van het betreffende vliegtuig.

Vooruitlopend op een definitieve bepaling van een gevolgmodel voor lichte luchtvaart in het kader van de analyse van het risico rond de nederlandse regionale velden werd, met behulp van bovenstaande bevindingen, een voorlopig gevolgmodel afgeleid voor het berekenen van de risico's rond Groningen Airport Eelde. Hiertoe werden in de genoemde NTSB database 3360 ongevallen geselecteerd waarvan voldoende gegevens beschikbaar waren om de lengte van het grondspoor te bepalen. Ongevallen in bergen en canyons zijn bij de bepaling van het gevolgmodel niet meegenomen. De gekozen methode komt neer op het voor drie terreintypen (bebouwd, bebost/water en open) bepalen van de oppervlakte van het ongevalsgebied per ton MTOW³ behorend bij een ongeval op dat terreintype.

³ Voor deze opzet werd gekozen omdat voor het gevolgmodel voor zwaarder verkeer een soortgelijke methode werd gevolgd.

De grootte van het ongevalsgebied bij een ongeval wordt bepaald door de spoorlengte, vermeerderd met de halve lengte van het betreffende vliegtuig, te vermenigvuldigen met de spanwijdte van dat vliegtuig⁴. De parameters van het resulterende gevolgmiddel zijn gegeven in tabel 2.

Voor de in dit rapport besproken risico analyse is, zoals gezegd, een voorlopig gevolgmiddel voor lichte luchtvaart afgeleid. Om deze reden zijn geen statistische tests gedaan om aan te tonen dat de verschillen in grootte van het ongevalsgebied voor verschillende terreintypen ook daadwerkelijk (statistisch) significant zijn. Bovendien is de indeling van ongevallen naar terreintype in de data bijzonder grof gemaakt.

Bij de bepaling van het gevolgmiddel voor Groningen Airport Eelde kon niet over voldoende gegevens worden beschikt om een lethaliteit voor licht verkeer te bepalen. Om deze reden is gerekend met de lethaliteit zoals berekend voor (middel-)zwaar verkeer, zoals hiervoor beschreven.

De gebruikte parameters in het voor Eelde gehanteerde gevolgmiddel zijn gegeven in tabel 2.

Tabel 2. Parameters van het gehanteerde gevolgmiddel.		
	Oppervlakte ongevalsgebied	
	(middel)zwaar verkeer	licht verkeer
Bebouwd	200m ² /ton	20m ² + 10m ² /ton
Bebost/water	150m ² /ton	40m ² /ton
Open	250m ² /ton	100m ² /ton

⁴ Omdat het MTOW wel, maar de spanwijdte niet was opgenomen in de NTSB database, is de spanwijdte voor elk vliegtuig geschat op basis van het MTOW.

4 BESCHRIJVING VAN DE SCENARIO'S

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de aan de berekeningen ten grondslag liggende scenario's (alternatieven). Kennis over deze scenario's is van wezenlijk belang bij het begrijpen van de resultaten van de externe veiligheidsberekeningen, zoals besproken in hoofdstuk 6.

4.1 De referentiesituatie

De referentiesituatie (bestaande situatie met autonome ontwikkeling) op Eelde wordt gekenmerkt door een groot aantal bewegingen van licht verkeer. Het betreft hier voornamelijk lesverkeer, dat voor het overgrote deel op het circuit van baan 05/23 vliegt.

De bewegingen van middelzwaar en zwaar verkeer zijn in de huidige situatie beperkt. Ook voor deze twee categorieën geldt, dat de meeste bewegingen op circuit plaatsvinden.

4.2 Het intensiverings scenario (nul-plus alternatief 1800 m. baan)

Het intensiveringsscenario is een scenario, waarin de luchthaven Eelde tracht de bestaande infrastructuur zo rendabel mogelijk te exploiteren. Dit onder de aanname, dat in het jaar 2005 een deel van de KLS opleidingen waarschijnlijk niet meer in Nederland zal worden verzorgd.

Door het wegvallen van een deel van het KLS lesverkeer in dit scenario, neemt het aantal bewegingen van lichte luchtvaart enigszins af ten opzichte van het referentiescenario. De bewegingen in categorie I zijn gelijk voor het scenario met en zonder nachtvluchten.

Met name het aantal bewegingen van categorie II verkeer neemt in dit scenario toe. Bij het eventueel uitvoeren van nachtvluchten neemt het verkeersaanbod in de categorie middelzwaar verkeer met ongeveer 250% toe ten opzichte van de referentiesituatie. Zonder nachtvluchten vermeerderd het aanbod met zo'n 200%.

Voor zwaar verkeer zijn de veranderingen minder ingrijpend dan voor middelzwaar verkeer. Het verkeersaanbod in deze categorie zal in het intensiveringsscenario (zowel met als zonder nachtvluchten) in 2005 zijn toegenomen met ongeveer 55%.

4.3 Het 2500 m. uitbreidingscenario (voorgenomen activiteit)

Dit scenario wordt gekenmerkt door het door de baanverlenging toenemende aanbod van verkeer in de categorieën II en III.

De baanverlenging heeft geen verandering in verkeersaanbod tot gevolg in categorie I ten opzichte van het intensiveringsscenario.

De bewegingen van het middelzware verkeer blijven eveneens vrijwel onveranderd ten opzichte van het intensiveringsscenario.

Het verkeer in categorie III laat in dit scenario een forse groei zien ten opzichte van het intensiveringsscenario. Met nachtvluchten neemt het verkeer in deze categorie met 275% toe ten opzichte van het intensiveringsscenario; zonder nachtvluchten bedraagt deze toename 240%.

5 DE VOOR DE BEREKENINGEN GEBRUIKTE GEGEVENS

In dit hoofdstuk worden de aan de berekening ten grondslag liggende gegevens en aannamen besproken. Daar waar nodig zullen onzekerheden in gegevens en/of aannamen worden besproken.

5.1 De verkeersgegevens

In tabellen 3 en 4 zijn de verkeersgegevens opgenomen zoals betrokken van de haven-dienst van Groningen Airport Eelde. Voor wat betreft de referentieberekening (1992) gaat het hier om werkelijke, door de havendienst geregistreeerde, bewegingsgegevens op de luchthaven. Voor alle toekomstscenario's is een schatting gedaan voor het jaar 2005.

5.2 De gebruikte routes

De routes voor categorie II en categorie III verkeer bij een 1800 meter baan zijn weergegeven in addendum 3. De routes in detail zijn als figuren 1 t/m 3d opgenomen aan het eind van dit onderdeel van de technische bijlagen. Voor het intensiverings scenario, werd aangenomen dat deze routes in 2005 onveranderd zullen zijn ten opzichte van de huidige situatie.

De routes voor categorie II en categorie III verkeer voor de twee scenario's met baanverlenging zijn gegeven in addendum 3, figuur 2.

Voor licht verkeer (categorie I) werden routes geconstrueerd uit de procedures voor het aanvliegen van en het wegvliegen vanaf een luchthaven. In beide gevallen betekent dit, dat een stuk circuit wordt gevlogen. Bij naderingen wordt gevlogen over vaste punten op de grond, waarna op het circuit wordt aangesloten. Bij starts wordt eerst een stukje circuit gevolgd, waarna op een voorgeschreven manier naar een gegeven punt in het gebied wordt gevlogen.

Op Eelde zijn twee VFR departures (startend verkeer) en twee VFR arrivals (landend verkeer). De twee departures zijn de X-ray departure (naar het noorden) en de Uniform departure (naar het zuiden). De arrivals zijn de Yankee arrival (uit het noorden) en de Romeo arrival (uit het zuiden).

Doordat de genoemde routes moeten aansluiten op vier baankoppen, geeft het bovenstaande aanleiding tot zestien routes voor overlandvluchten voor licht verkeer. Hierbij komen dan nog de rechte naderingen op 05 en 23, enkele departures zoals voor groot verkeer (Spijkerboor, Twenthe, Greenfir) op banen 05 en 23, en de circuits (één per baan), waardoor in totaal achtentwintig routes voor licht verkeer worden meegenomen.

De routes voor licht verkeer werden in alle scenario's gelijk verondersteld. De geconstrueerde routes zijn afgebeeld in figuur 3a t/m/ 3d in addendum 3 bij deze bijlage externe veiligheid. De nummers in de figuren komen overeen met de routes volgens de tabellen van addendum 1.

Tabel 3. Scenario's baangebruik jaar 2005 Groningen Airport Eelde					
Klasse MTOW	vlucht-soort	Vliegtuigtype	referentie (1800 m.)	nul-plus (1800 m.)	voornemen (2500 m.)
Vliegbewegingen dagperiode tussen 06.00 's ochtends en 23.00 uur 's avonds (bij scenario's A, B en D)					
tot 6000 kg.	lesverkeer (KLS)	Citation C500/C550	10.000	-	-
		Slingsby & B. Bonanza	37.000	-	-
		Beech Bonanza	()	10.000	10.000
		Beech Baron	-	4.000	4.000
general aviation	Piper Navajo PA 31 Beech BE 20 Piper PA 42 Band. E 110 Cessna div. (1-prop.) Piper div.	Piper Navajo PA 31	4.200	5.000	5.000
		Beech BE 20	200	400	400
		Piper PA 42	2.630	3.000	3.000
		Band. E 110	50	100	100
		Cessna div. (1-prop.)	39.000	50.000	50.000
		Piper div.	5.800	7.000	7.000
lijnverkeer	P. Navajo PA 31	1.800	1.000	1.000	
6000 tot 20.000 kg	lesverkeer	Citation C 601	-	50	50
		Saab 340	250	500	500
	lijnverkeer	Jetstream J 31	-	1.000	1.000
		Shorts 330	-	3.200	3.200
	zaken / charters	HS 25	430	-	-
		Jetstream J 31	-	50	50
		Learjet LR 45	20	40	40
Falcon DA 10		100	150	150	
Falcon DA 20		100	150	150	
ATR 42		2	20	20	
Band. 28 E 120	50	100	100		
20.000 tot 40.000 kg	lesverkeer	Fokker 50	1.950	3.100	3.100
	charter	F 50	-	40	40
	vrachtverkeer	F 50	-	100	200
40.000 tot 70.000 kg	lesverkeer	F100	600	700	800
		Boeing 737-300	-	200	1.000
	charter	B 737-300	116	210	250
		B 757	-	-	100
incid. charter	B737-300	-	4	20	
boven 70.000 kg	lesverkeer	Airbus A 310	-	-	1.000
	vrachtverkeer	B757	-	-	600
	charter	Airbus A 310	-	-	20
6 ton	helikopter	SK 76	384	400	400
7 ton	helikopter	SK 330	100	100	100
10 ton	helikopter	S 61	200	500	500
Extra vliegbewegingen bij alternatieven met nachtvluchten, uitgevoerd in de periode 23.00 - 06.00 uur (alleen bij de betreffende scenario's met nachtvluchten)					
20.000 tot 40.000 kg	vrachtverkeer	F 50	-	2.000	1.600
boven 70.000 kg	vrachtverkeer	B 757	-	-	400
TOTAAL (incl. nachtvluchten)			104.982	93.114	95.890

Tabel 4. Uitgangspunten vliegafstanden bij scenario's Groningen Airport				
Klasse MTOW	vlucht-soort	referentie (1800 m.baan)	nul-plus (1800 m. baan)	voornemen (2500 m. baan)
Vliegbewegingen dagperiode tussen 06.00 's ochtends en 23.00 uur 's avonds				
tot 6000 kg.	lesverkeer (KLS)			
	general aviation			
	lijnverkeer	alle lijnverkeer beneden 750 km.		
6000 tot 20.000 kg	lesverkeer	verkeer 9% overland, herkomst beneden 750 km.		
	lijnverkeer	alle lijnverkeer beneden 650 km.		
	zaken / charters	gemiddelde afstand 750 km.		
20.000 tot 40.000 kg	lesverkeer	verkeer 9% overland -		
	charter	gemiddelde afstand 750 km.		
	vrachtverkeer	gemiddelde afstand 1500 km.		
40.000 tot 70.000 kg	lesverkeer	9% overland		
	charter	alle bestemmingen op meer dan 1500 km.		
	incid. charter	gemiddelde afstand 750 km.		
boven 70.000 kg	lesverkeer	9% overland		
	vrachtverkeer	afstand meer dan 1500 km.		
	charter	gemiddelde afstand 750 km.		
6 ton	helikopter			
7 ton	helikopter			
10 ton	helikopter			
Extra vliegbewegingen bij alternatieven met nachtvluchten, uitgevoerd in de periode 23.00 - 06.00 uur				
20.000 tot 40.000 kg	vrachtverkeer	gemiddelde afstand 1500 km.		
boven 70.000 kg	vrachtverkeer	afstand meer dan 1500 km.		

5.3 De verkeersverdeling over de routes

Uit de verkeersgegevens, zoals verstrekt door de havendienst van de luchthaven, is het aantal bewegingen per route vastgesteld. De gegevens benodigd voor het maken van deze verdeling zijn mede betrokken via de firma ADECS, en zijn vermeld in het onderdeel geluid in deze technische bijlage.

Het aantal bewegingen per route is gegeven in de tabellen van bijlage 1. De tabel is omwille van de overzichtelijkheid in drieën verdeeld waardoor voor elke categorie een aparte tabel ontstaat. Routes waarop voor de betreffende categorie geen verkeer voorkomt, zijn niet getoond in de tabel. Voor licht verkeer zijn slechts drie scenario's van belang, omdat het al dan niet uitvoeren van nachtvluchten voor deze categorie geen verschillen in verkeersaantallen te zien geeft. De getallen voor de scenario's met en zonder nachtvluchten zijn hierdoor gelijk. De identificatie van de routes op kaart weergegeven in bijlage 3 is gerelateerd aan de routenummering volgens de tabellen van bijlage 1 voor licht verkeer en voor middelzwaar en zwaar verkeer.

De gebruikte scenario's (alternatieven) zijn in onderstaande volgorde in de tabel bij externe veiligheid aangeduid:

0	-	Referentiesituatie [in het MER hoofdrapport
0+ (-)	-	Intensiveringsscenario zonder nachtvluchten
0+ (N)	-	Intensiveringsscenario met nachtvluchten
I (-)	-	Uitbreidingsscenario zonder nachtvluchten
I (N)	-	Uitbreidingsscenario met nachtvluchten

5.4 Bebouwingsgegevens

Individueel risico

De voor de berekeningen noodzakelijke bebouwingsgegevens zijn betrokken via de firma ADECS. Dit bureau is belast met het berekenen van de geluidsbelasting rond de luchthaven Eelde. Deze bebouwingsgegevens zijn beschikbaar voor het voor geluid relevante deel van het studiegebied, zoals aangegeven in figuur 2. In de gegevens bij het geluidonderzoek is enkel informatie opgenomen over woningen. Zij geven geen informatie over scholen, industrieën, ziekenhuizen en dergelijke.

De terreingegevens (via ADECS, BARS-code) zijn voor vrijwel het complete studiegebied van 30 * 30 km. voor externe veiligheid beschikbaar. Daar het voor de berekeningen in ieder geval noodzakelijk is om door het hele gebied het terreintype te weten, is voor een strook aan de zuidzijde van het studiegebied waarvoor geen bebouwingsgegevens beschikbaar waren, aangenomen dat het open terrein zou zijn. Dit is gedaan met het oog op het feit dat open terrein de grootste gevolgebieden oplevert, en dat in die zin derhalve een conservatieve aanname is gedaan.

Groepsrisico

Voor groepsrisico is, bij het beschikbaar komen van de Kadasterbestanden, een nieuw terreinbestand, voor het gehele studiegebied, aangemaakt op basis van de mate van bebouwing per gridcel⁵.

⁵ Gridcellen met meer dan 2 objecten werden als "bebouwd" aangemerkt. Merk op dat er, indien dan bij "onbebouwd" wordt aangenomen dat er sprake is van open terrein, nooit sprake is van onderschatting van risico's (zie ook 6.4).

5.5 Populatiegegevens

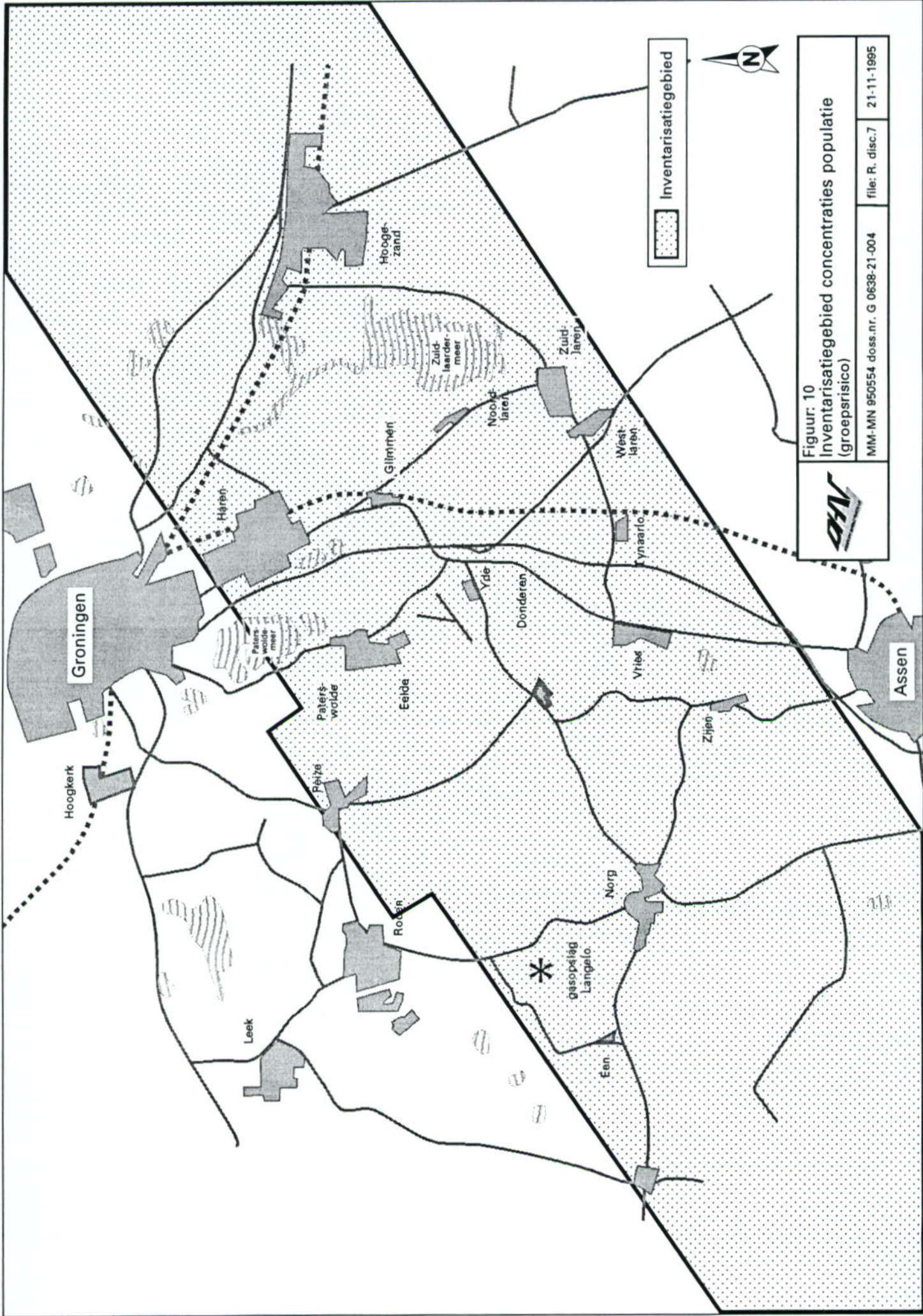
Ten behoeve van de groepsrisicoberekeningen zijn populatiebestanden voor de dag- en voor de nachtsituatie gemaakt. De basis voor beide bestanden is het kadasterbestand voor het gehele studiegebied, waaruit een deelbestand is gemaakt met daarin alle wooneenheden⁶. Op basis van dit bestand werd, met een bij het CBS verkregen gemiddelde bewoning per wooneenheid⁷, een populatiebestand aangemaakt. De gemiddelde bewoning per wooneenheid is gegeven in tabel 5.

Tabel 5. Gemiddelde bewoning per wooneenheid per provincie voor de dag en de nacht.		
periode	Groningen	Drenthe
dag (08.00 - 18.00 uur)	0.972	1.075
nacht (18.00 - 08.00 uur)	2.389	2.564

Het op bovenbeschreven wijze verkregen populatiebestand voor de dag werd aangevuld met, in het in figuur 10 aangegeven gebied waarin populatieconcentraties in scholen, ziekenhuizen, kantoren, verblijfsrecreatie en bejaardentehuizen zijn geïdentificeerd. Het bestand voor de nacht werd slechts aangevuld met de hierboven genoemde bevolkingsconcentraties in ziekenhuizen en bejaardentehuizen. Tenslotte werden aan het dagbestand nog enige objecten toegevoegd waarvan men op basis van kennis van het gebied rond de luchthaven kon vermoeden dat ze wellicht een bijdrage zouden kunnen leveren aan het groepsrisico.

⁶ Dit bestand werd tevens voor de woningtellingen gebruikt.

⁷ Voor de nachtsituatie werd het aantal inwoners van Groningen en Drenthe gedeeld door het aantal huizen in beide provincies. Het zo verkregen getal fungeerde als de gemiddelde bewoning per wooneenheid. Voor de dag werd een soortgelijke berekening gemaakt, maar nu werden de werkenden en schoolgaanden in beide provincies voor de deling van het totaal aantal inwoners afgetrokken.



Figuur 10
 Inventarisatiegebied concentraties populatie
 (groepsrisico)

MM-MN 950554 doss.nr. G 0638-21-004

file: R. disc.7

21-11-1995



6 BESPREKING VAN DE RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van de risicoberekeningen die zijn uitgevoerd voor Groningen Eelde Airport. Eventueel kunnen ter illustratie de resultaten worden beschouwd in het licht van eerdere berekeningen voor de luchthaven Schiphol.

Opgemerkt moet worden dat vergelijken van risico's een zeer beperkte relevantie heeft, wanneer het gaat om luchthavens met een verschillend gebruik en banenstelsel, dat tot uitdrukking komt in zowel het type verkeer als het aantal bewegingen. Door het verschil in banenstelsel is het groepsrisico rond Groningen Airport Eelde feitelijk niet te vergelijken met bijvoorbeeld de uitkomsten van de berekeningen voor het groepsrisico rond Schiphol. De technische voorzieningen voor de accommodatie van het luchtverkeer op GAE (ILS, radar, ATC e.d.) zijn overigens wel vergelijkbaar met de luchthavens die zijn opgenomen in de databank die ook gebruikt is voor het Schiphol-model.

Tevens moet worden opgemerkt dat er geen normen zijn [Ref. 5] die feitelijk van toepassing zijn op luchtvaartterreinen.

6.1 De referentieberekening

Daar de bestaande situatie wordt gekenmerkt door een groot aantal lesvluchten, die voor het merendeel op circuit plaatsvinden, is het individueel risico in deze situatie beperkt tot een vrij klein gebied rond de luchthaven (zie figuur 11).

Aan de baan koppen van baan 05/23 liggen gebiedjes met risiconiveau's groter dan 10^{-5} . Hierna neemt het risico snel af, waarbij in de 10^{-7} contour nog wat routes voor (middel)zwaar en licht verkeer zijn terug te vinden. Omdat baan 01/19 overwegend door licht verkeer wordt gebruikt en het aantal bewegingen verhoudingsgewijs beperkt is, is de invloed van het vliegverkeer op deze baan alleen terug te vinden in de 10^{-6} en de 10^{-7} contouren.

De resultaten van de groepsrisicoberekeningen zijn weergegeven in onderstaande tabel 6.1/1. Voor de presentatie van de getallen in FN-curves wordt verwezen naar de desbetreffende paragraaf in het hoofdrapport.

Tabel 6.1/1 Kans op aantal (N) slachtoffers ineens bij een vliegtuigongeval op Groningen Airport Eelde					
scenario	0	0+ (N)	0+ (-)	I (N)	I (-)
aantal (N) slachtoffers					
N = 5	4,26 * E-06	2,3 * E-05	1,65 * E-05	3,42 * E-05	2,6 * E-05
N = 10	2,21 * E-06	1,33 * E-05	9,43 * E-06	1,95 * E-05	1,53 * E-05
N = 40	7,96 * E-08	2,05 * E-07	1,7 * E-07	1,13 * E-06	8,97 * E-07
N = 100	7,92 * E-09	2,23 * E-08	2,23 * E-08	4,13 * E-08	3,33 * E-08
N = 200	3,44 * E-09	8,09 * E-09	8,09 * E-09	7,16 * E-09	7,04 * E-09
N = 400	1,5 * E-10	2,99 * E-10	2,99 * E-10	3,37 * E-10	3,37 * E-10
N = 1000	0	0	0	2,76 * E-10	2,76 * E-10

6.2 Het intensiveringsscenario

Hieronder worden de resultaten besproken van de risicoberekeningen voor het intensiveringsscenario. De twee besproken scenario's verschillen alleen doordat in het ene niet en in het andere wel 's-nachts wordt gevlogen. Derhalve vertonen de individueel risicocontouren en de groepsrisico's een sterke overeenkomst.

De toename van het aantal vliegbewegingen met zwaar verkeer door het toevoegen van de nachtvluchten is in de IR-contouren zichtbaar in het langer worden van de uitlopers in de 10^{-6} , de 10^{-7} en de 10^{-8} -IR-contouren ten gevolge van rechte naderingen op baan 05/23 en aan uitlopers in dezelfde contour behorend bij de "Twenthe departures", en een lichte verhoging van het groepsrisico.

6.2.1 Het intensiveringsscenario zonder nachtvluchten

De resultaten van de individueel risicoberekeningen voor dit scenario (figuur 12) tonen onmiddellijk dat hier sprake is van een toenemende invloed van middelzwaar verkeer op de risiconiveaus door de grotere 10^{-5} en 10^{-6} contouren en door de langere uitlopers aan de 10^{-7} en de 10^{-8} -contouren. De langere uitlopers in het verlengde van baan 05/23 aan laatstgenoemde contouren zijn het gevolg van het grotere aantal rechte naderingen.

Ook het groepsrisico is in dit scenario iets toegenomen ten opzichte van de berekende niveaus voor de referentiesituatie.

6.2.2 Het intensiveringsscenario met nachtvluchten

De individueel risicocontouren voor dit scenario (figuur 13) lijken sterk op die van het vorige scenario.

Dit scenario geeft weer een geringe toename van het groepsrisico te zien ten opzichte van het overeenkomstig scenario zonder nachtvluchten

6.3 De voorgenomen activiteit

In dit hoofdstuk worden de scenario's behorend bij de voorgenomen activiteit besproken. Net als bij het intensiveringsscenario geldt dat de hieronder besproken scenario's slechts verschillen vanwege het verschillende aantal vliegbewegingen doordat in het ene geval niet en in het andere geval wel 's-nachts wordt gevlogen. Opnieuw resulteert dit in vrijwel identieke plaatjes voor zowel individueel risico als groepsrisico. Net als bij het intensiveringsscenario is de toename in rechte naderingen op baan 05/23 zichtbaar, evenals een iets duidelijker contour ten gevolge van de toename in "Twenthe departures" en een kleine toename in groepsrisico.

6.3.1 De voorgenomen activiteit zonder nachtvluchten

Het individueel risico voor dit scenario wordt meer dan de vorige scenario's beïnvloed door de aanwezigheid van zwaar verkeer (figuur 14). In het oog springend is in dit verband het circuit voor zwaar verkeer, zoals dat naar voren komt in de 10^{-7} contour. Een ander zichtbaar verschil met de intensiveringsscenario's en met de referentiesituatie is de 'opsplitsing' van de 10^{-7} contour als gevolg van de baanverlenging, zodat die nu toegekend kan worden aan baan 05/23 respectievelijk aan baan 01/19.

De lengte van de uitlopers in de contouren is bijna gelijk gebleven aan die van het intensiveringsscenario met nachtvluchten, maar is door de baanverlenging iets naar het zuid-westen verschoven.

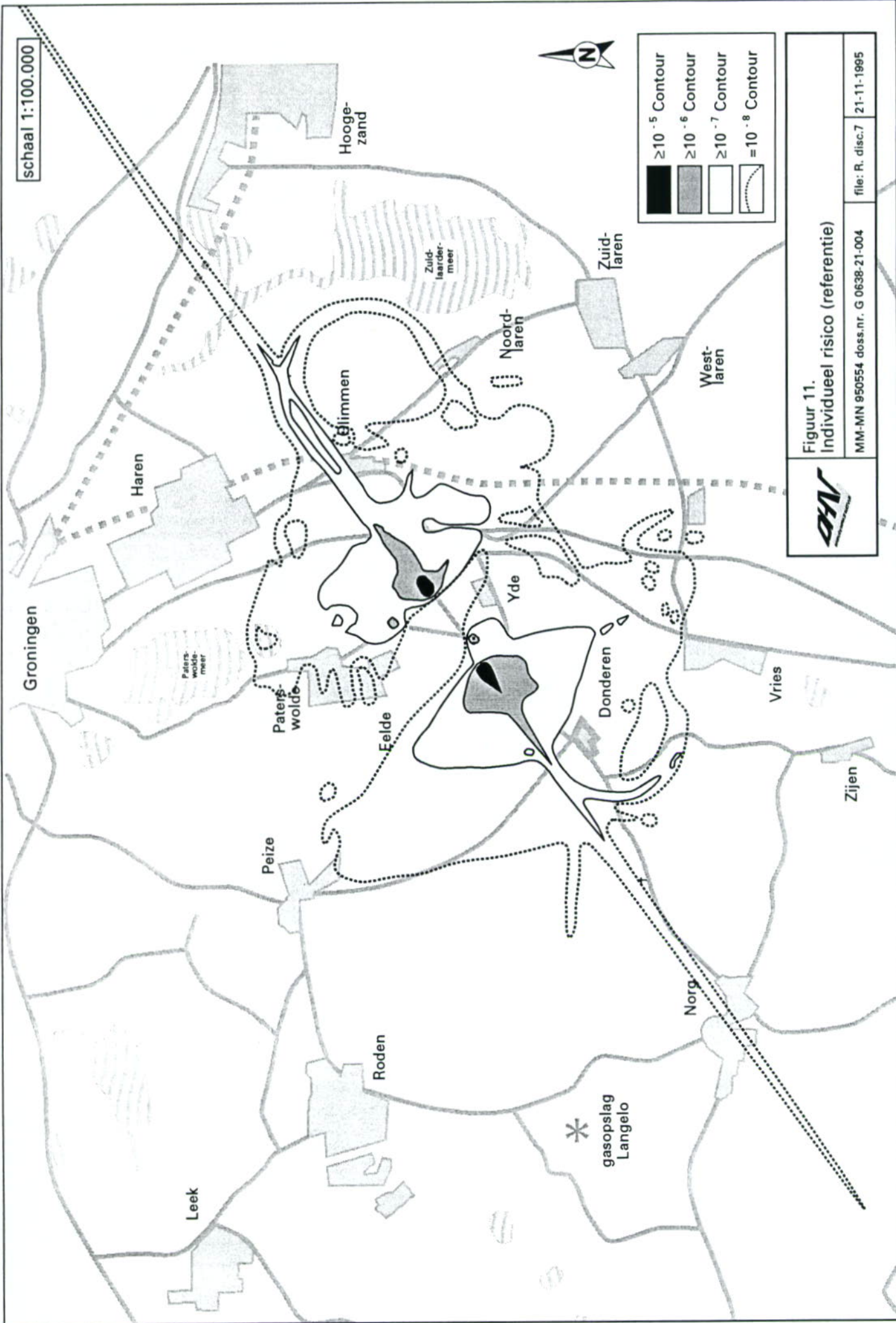
Als gevolg van de aanwezigheid van meer zwaar verkeer, met de daarbij behorende grotere ongevalsgebieden, is het groepsrisico voor dit scenario wezenlijk hoger dan in de vorige scenario's.

6.3.2 De voorgenomen activiteit met nachtvluchten

Wederom wordt het individueel risico voor dit scenario zichtbaar beïnvloed door de aanwezigheid van zwaar verkeer (figuur 15). Er is een marginale verhoging in het risico waarneembaar ten opzichte van het overeenkomstige scenario zonder nachtvluchten.

Ook het groepsrisico is hoger dan dat voor het overeenkomstige scenario zonder nachtvluchten, maar ook hier zijn de verschillen klein.

schaal 1:100.000



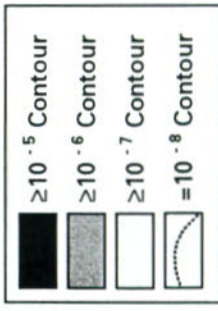
Figuur 11.
Individueel risico (referentie)



MM-MN 950554 doss.nr. G 0638-21-004

file: R. disc.7 21-11-1995

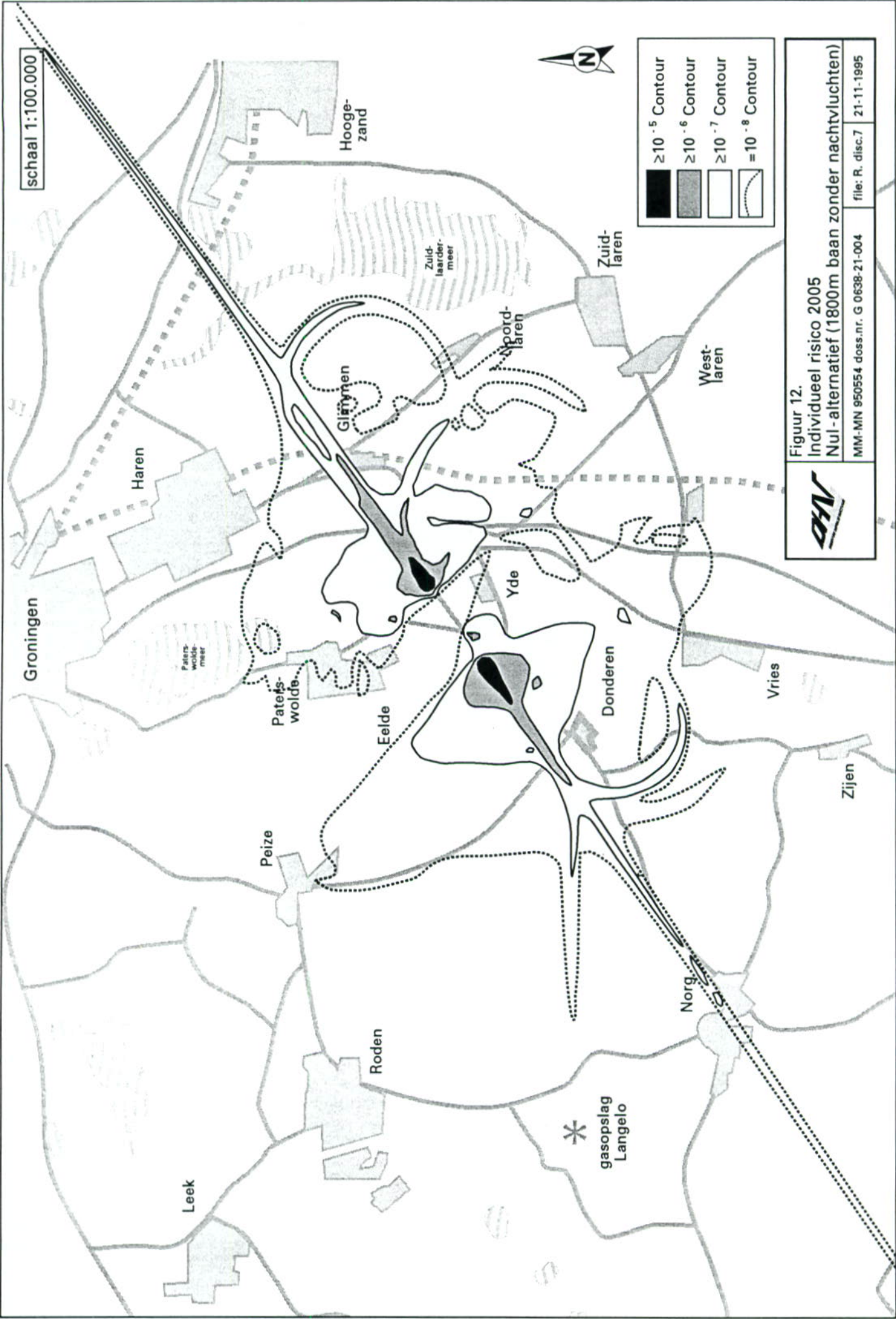
schaal 1:100.000

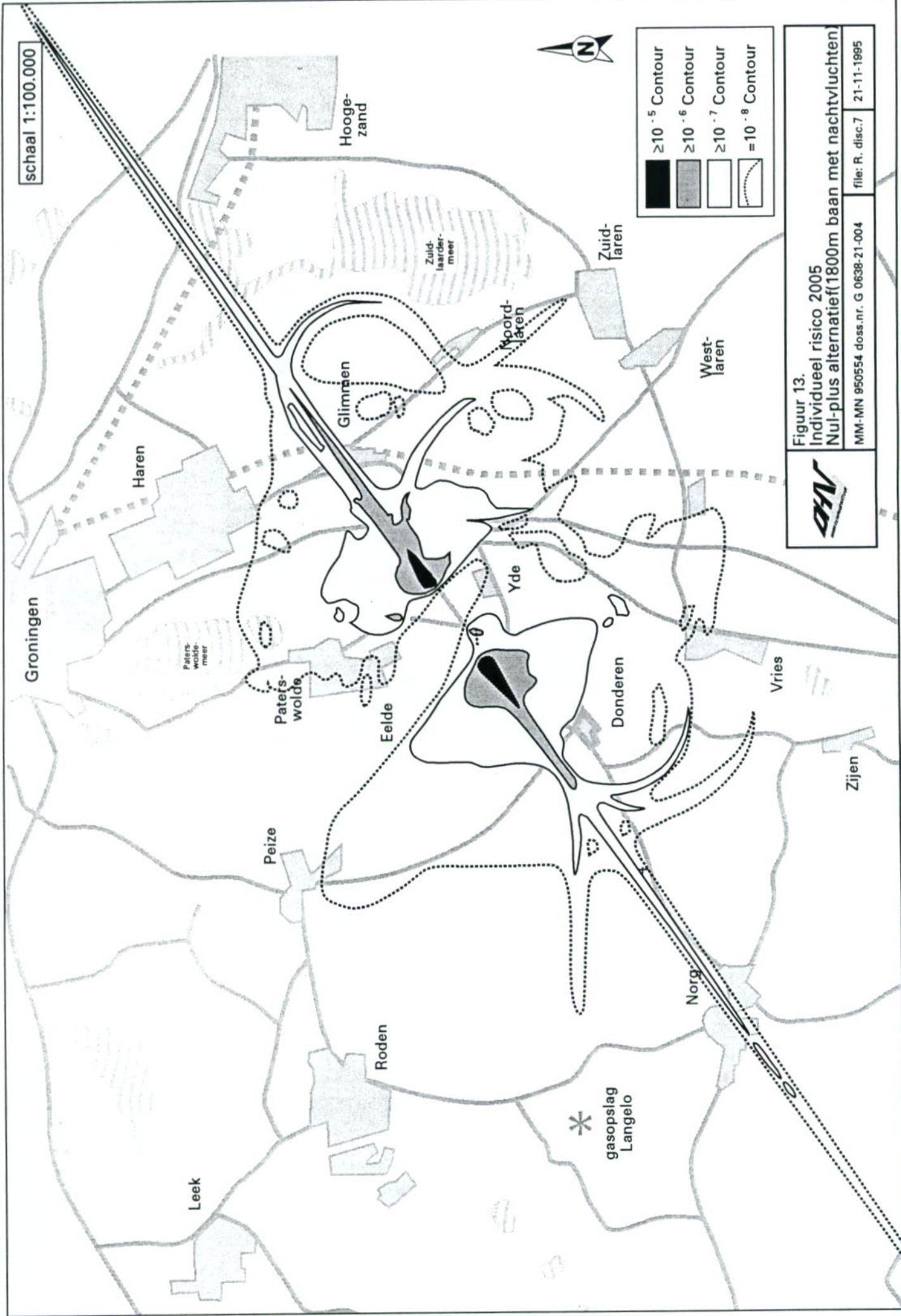


OHV

Figuur 12.
 Individueel risico 2005
 Nul-alternatief (1800m baan zonder nachtluchten)

MM-MN 950554 doss.nr. G 0638-21-004 file: R. disc.7 21-11-1995





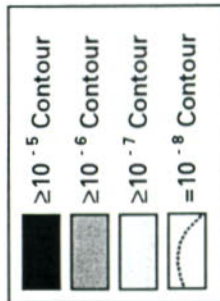
Figuur 13.
 Individueel risico 2005
 Nul-plus alternatief 1800m baan met nachtvlichten



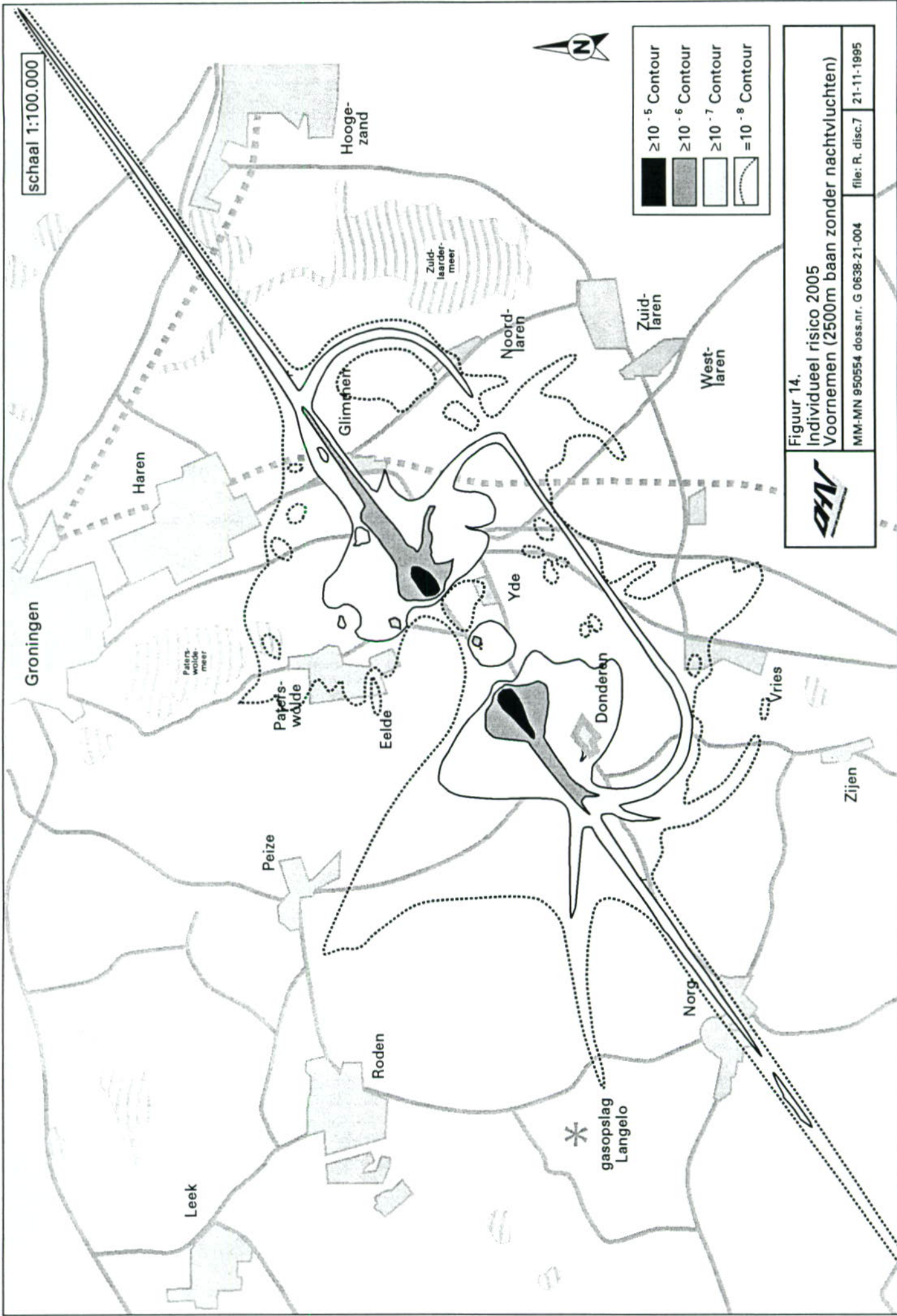
MM-MN 950554 doss.nr. G 0638-21-004

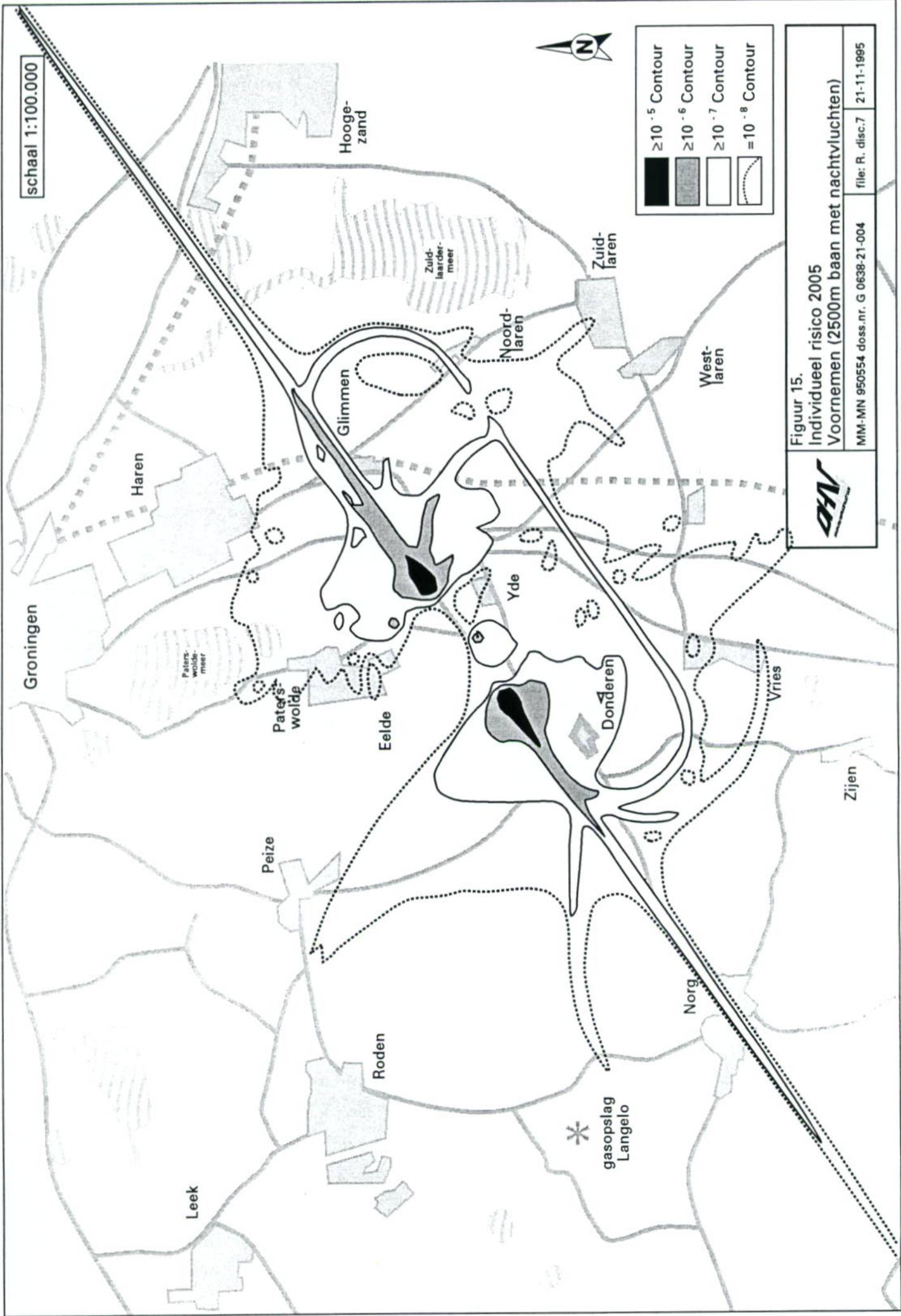
file: R. disc.7 21-11-1995

schaal 1:100.000



	Figuur 14. Individueel risico 2005 Voornemen (2500m baan zonder nachtluchten)	
	MM-MN 950554 doss.nr. G 0638-21-004	file: R. disc.7 21-11-1995





OIA
 Figuur 15.
 Individueel risico 2005
 Voornemen (2500m baan met nachtluchten)
 file: R. disc.7 21-11-1995
 MM-MN 950554 doss.nr. G 0638-21-004

6.4 Onzekerheden in de resultaten

Daar elk model een vereenvoudiging van de realiteit is, bevatten resultaten die met een dergelijk model worden berekend altijd een zekere mate van onzekerheid. De vereenvoudigingen van de werkelijkheid om te komen tot een hanteerbaar model manifesteren zich vaak in vereenvoudigde aannamen. De aannamen, samen met hun implicaties, voor het model ten behoeve van het berekenen van risico's rond luchthavens zijn uitgebreid beschouwd in het kader van het MER Schiphol. In het onderstaande worden onzekerheden (per verkeerscategorie) besproken die potentieel significante gevolgen zouden kunnen hebben voor de te maken beleidskeuzen rond Groningen Airport Eelde.

6.4.1 Onzekerheden in individueel risicocontouren

In het onderstaande wordt aangetoond dat slechts relatief kleine onzekerheden in de berekende risiconiveau's bestaan. Deze onzekerheden ontstaan met name voor klein verkeer dichtbij en "naast" de baan. Het toekomstige aardgasopslag/-distributiestation te Langelo valt buiten de 10^{-8} IR contour en buiten het gebied waar onzekerheden ten gevolge van het risico van licht verkeer een rol spelen. Hieruit mag worden afgeleid dat de crashkans ter plaatse zodanig laag is dat er vooralsnog geen reden is de route te gaan verleggen. Mochten om andere redenen de voor de opslaginstallatie resulterende risiconiveau's in een toekomstige situatie nieuwe vragen oproepen, dan kunnen de mogelijkheden voor het verleggen van de vliegroute alsnog worden bezien.

Licht verkeer

De beschouwingen voor de onzekerheid in de schattingen van risiconiveau's ten gevolge van licht verkeer geven aanleiding tot enige terughoudendheid ten aanzien van uitspraken omtrent de risiconiveau's in Yde. Yde is gelegen tussen de twee baandrempels op korte afstand van de baan. De IR-contouren geven in alle gevallen een gering risico (ongeveer $IR = 10^{-7}$). Omdat Yde binnen het lescircuit ligt zijnde uitkomsten van de risicoberekeningen voor Yde aan een extra kritische beschouwing onderworpen. De conclusie daarvan is dat de berekende risiconiveau's een voldoende nauwkeurige weergave van de werkelijkheid zijn.

Verwacht wordt dat de schatting van de *ongevallen ratio* geen aanleiding geeft tot onaanvaardbare onzekerheden in de schatting van lokale risiconiveau's.

Bij de toetsing van het IMER Schiphol, kwamen enkele zwakke punten van het *ongevallen locatiemodel* naar voren. Één van deze punten was gelegen in het feit, dat het ongevallen locatiemodel zo is gemaakt dat de ongevals-kans wordt verspreid langs en loodrecht op de route, waarbij alle kans ten gevolge van ongevallen tussen de drempels op het luchthaventerrein wordt geconcentreerd. Daar ongevallen op de luchthavens, per definitie, niet bijdragen aan extern risico, worden deze ongevallen in de risicoberekeningen, en belangrijker: in de daaraan ten grondslag liggende modelvorming, buiten beschouwing gelaten.

Voor luchthavens met overheersend commerciële operaties van (middel-)zwaar verkeer brengt bovengenoemde aanname geen ontoelaatbare onnauwkeurigheden met zich mee. Voor berekeningen rond luchthavens met veel bewegingen in de categorie lichte luchtvaart zou bovengenoemd punt tot extra onzekerheid kunnen leiden. De reden hiervoor is dat bij bewegingen in deze categorie veel wordt geoefend in circuitnaderingsprocedures, waarbij dan bovendien vaak sprake is van het maken van een doorstart ("touch and go").

Ook de aanwezigheid op Eelde van de KLS draagt bij aan het aandeel van dit type bewegingen in het totale aantal. Bij een doorstart wordt een landing met direct aansluitend een start uitgevoerd, waarbij de wielen, afhankelijk van het specifieke geval, wel of niet de grond raken.

De potentiële onzekerheid in de resultaten is nu gelegen in het feit dat in de modellering is aangenomen dat tijdens een doorstart een landing overgaat in een start. Bij de landing ontstaat dan een kans op een ongeval voor de landingsdrempel en achter het einde van de baan (dus achter de andere drempel). Bij de start ontstaat een kans op een ongeval achter de drempel aan de kant van de baan waar naartoe wordt gestart ("achter de andere drempel" uit het landingsvoorbeeld).

Verder is er uiteraard sprake van een kans op een ongevalslocatie in het gebied tussen de drempels; deze wordt, om eerder genoemde redenen, verwaarloosd. Omdat de afgelegde weg van een vliegtuig na een storing afhankelijk is van de hoogte op het moment van de storing en de dan heersende vliegsnelheid, zou, met name bij doorstarts waarbij het vliegtuig de grond niet raakt, onzekerheid kunnen ontstaan in het gebied naast de baan en buiten de luchthaven.

Met name wanneer de doorstart op relatief grote hoogte wordt ingezet kan dit aanleiding geven tot potentiële ongevalslocaties buiten het luchthaventerrein. Verwacht wordt dat vliegers die tijdens een doorstart in de problemen komen zullen proberen om op de baan terecht te komen. Hierdoor mag worden verwacht dat relatief grote laterale afwijkingen van de 'centerline', gecombineerd met een (voor een landing) grote hoogte, in het gebied tussen de twee baandrempels niet vaak zullen voorkomen. Uit bovenstaande beschouwing kan voorzichtig worden geconcludeerd dat, onder normale omstandigheden, een doorstart als een opeenvolging van landing en start kan worden beschouwd.

Uiteraard zijn er omstandigheden te bedenken waarin de bovenstaande redenering haar geldigheid verliest. Het gaat dan echter om incidentele gevallen, die voor praktische berekeningsdoeleinden buiten beschouwing gelaten kunnen worden.

Uitdrukkelijk moet worden vermeld, dat in het kader van het MER Eelde geen nauwgezette analyse is uitgevoerd van ongevallen tijdens doorstarts. Enige statistische uitspraak over het loodrecht op de baan gezien naast het luchthaventerrein terecht komen van vliegtuigen in dergelijke ongevallen kan hier dan ook niet worden gedaan.

Het hierboven gestelde vormt geen aanleiding om aan te nemen dat een significant aantal ongevallen in de categorie lichte luchtvaart zal plaatsvinden naast de baan, maar buiten het luchtvaartterrein. De veronderstellingen die, in betrekking hiermee, werden gemaakt bij de afleiding van het ongevallen locatiemodel voor verkeer zwaarder dan 5700 kg. blijven dus voor deze categorie onveranderd van kracht. Verder wordt verwacht dat de gekozen modellering van ongevalslocaties in relatie tot de ten opzichte van het (middel)zwaar verkeer veelal andersoortige operaties (VFR <--> IFR) een goede weergave geeft van te verwachten ongevalslocaties licht verkeer. Op grond van de analyse hierboven, mag worden verwacht dat op plaatsen die worden ingesloten door het circuit ten gevolge van doorstarts geen onacceptabele onzekerheden in berekende risiconiveaus en/of contourlocaties zullen ontstaan.

Verwacht wordt dat het *gehanteerde gevolgmiddel* geen aanleiding geeft tot onaanvaardbare onzekerheden in de schatting van lokale risiconiveau's.

Middelzwaar verkeer

Risico's ten gevolge van middelzwaar verkeer bepalen in belangrijke mate de totale risiconiveau's ter plaatse van Glimmen. Daar voor deze categorie geen belangrijke onzekerheden in de gebruikte modellen zijn geïdentificeerd, is de onzekerheid in de voor deze categorie berekende risico's naar verwachting gering. Dit betekent dat de berekende risiconiveau's ter plaatse van Glimmen naar verwachting een betrouwbare weergave vormen van de werkelijke risico's ter plaatse.

Verwacht wordt dat de voor middelzwaar verkeer gehanteerde *ongevallen ratio* geen onaanvaardbare onzekerheden in berekende risiconiveau's tot gevolg heeft.

Voor de categorie middelzwaar verkeer werd het *ongevallen locatiemodel* gebruikt zoals afgeleid voor risicoberekeningen rond de luchthaven Schiphol. Daar ongevallen uit deze categorie van de voor de ontwikkeling van dat model gebruikte database zaten [Ref. 2], mag worden verwacht dat ongevalslocaties voor middelzwaar verkeer vrij nauwkeurig worden beschreven door het gehanteerde model.

Voor het *gevolgmodel* voor middelzwaar verkeer, werd evenals voor het locatiemodel voor deze categorie, teruggesproken op het voor de luchthaven Schiphol ontwikkelde model. Wederom werd voor het bepalen van dat model mede gebruik gemaakt van ongevalldata uit deze categorie. Het mag derhalve worden aangenomen dat het model een betrouwbare schatting geeft van de gevolgen van ongevallen met een middelzwaar vliegtuig.

Zwaar verkeer

Voor zwaar verkeer werd gerekend met de drie modellen zoals afgeleid voor de risicoberekeningen rond de luchthaven Schiphol. Gezien de historie en mate van blootstelling van deze modellen aan kritiek, mag worden verondersteld dat de berekende risiconiveau's ten gevolge van zwaar verkeer van alle gehanteerde categorieën het nauwkeurigst zijn.

6.4.2 Onzekerheden in de groepsrisicoberekeningen

De keuze van het studiegebied

Om te komen tot de gewenste kwantitatieve resultaten van een risico-analyse voor een luchthaven, moet a-priori worden afgesproken welk gebied bij de berekeningen zal worden beschouwd. Uiteraard wordt bij deze keuze terdege rekening gehouden met de te verwachten risiconiveaus aan de randen van het gekozen gebied. Op basis van de ervaringen met de berekeningen rond Schiphol, werd voorafgaand aan de berekeningen voor Eelde afgesproken dat zou worden gerekend binnen een gebied van 30 x 30 km². Gezien het feit dat slechts de uitlopers in de 10⁻⁸ contouren ten gevolge van "straight in" naderingen op baan 05/23 niet sluiten, is dit zonder meer een acceptabele keuze geweest.

Bij berekeningen van risico ten gevolge van bijvoorbeeld stationaire installaties wordt het gebied waarin het groepsrisico wordt beschouwd beperkt door de berekeningen af te kappen op de 1% lethaliteitsgrens.

Dit is de afstand tot de bron waar, gegeven een ongeval, nog 1% van de potentieel blootgestelden overlijdt. De praktijk wijst uit dat doorrekenen na deze grens geen significante veranderingen in de F-N curve tot gevolg heeft.

Bij vliegtuigongevallen is de lethaliteit echter vast en is een dergelijke begrenzing derhalve onmogelijk. Voor de huidige berekeningen worden voor het hele studiegebied, ongeacht de lokale ongevalskans, bijdragen aan het groepsrisico berekend. Het is denkbaar om bijdragen aan het groepsrisico in gebieden waar de ongevalskans beneden een bepaalde beleidsmatig gekozen waarde ligt niet in beschouwing te nemen.

Echter, net als voor stationaire installaties, is ook in dit geval niet a-priori bekend welke gebieden beschouwd moeten worden. Het blijft derhalve verstandig om uit te gaan van een rekengebied dat zo groot is dat verdere vergroting van het gebied geen invloed meer heeft op de F-N curve.

In deze technische bijlage zijn de aanpak en de resultaten van de berekeningen voor de externe veiligheid rond de luchthaven Eelde besproken. Deze berekeningen werden uitgevoerd met een methode die sterk lijkt op, maar op sommige punten afwijkt van, de methode die is gebruikt voor het maken van soortgelijke berekeningen rond de luchthaven Schiphol.

Doordat op Eelde sprake is van een geheel ander type verkeersaanbod dan op Schiphol, is het verkeer verdeeld in drie, op basis van maximaal startgewicht gescheiden, categorieën. Voor het lichte verkeer, met een MTOW onder 6000 kg, zijn aanpassingen gedaan aan het ongevallen locatiemodel, aan het ongevallen ratio model, en aan het gevolgmodel. Voor het middelzware verkeer (6000 kg < MTOW < 40000 kg) is alleen het ongevallen ratio model veranderd ten opzichte van het model zoals dat werd gebruikt voor de externe veiligheidsberekeningen rond de luchthaven Schiphol. Voor het zware verkeer zijn de berekeningen gedaan met hetzelfde model als werd gebruikt voor de luchthaven Schiphol.

Het is van belang hierbij op te merken dat de kans op een ongeval bij het lichte verkeer groter is dan bij het middelzware verkeer, dat op haar beurt weer een beduidend grotere kans op een ongeval kent dan zwaar verkeer. Hier staat tegenover dat de oppervlakte van het ongevalsgebied voor licht verkeer vele malen kleiner is dan voor middelzwaar en zwaar verkeer. Het risico wordt zowel bepaald door de kans op een ongeval als door de omvang van de gevolgen van een ongeval.

Voor vijf scenario's c.q. alternatieven zijn het individueel en het groepsrisico bepaald. De resultaten van de modelberekeningen geven aanleiding tot een aantal conclusies. Ten eerste leiden alle alternatieven tot duidelijk hogere waarden voor individueel risico en groepsrisico dan in de referentiesituatie.

De risico's (IR) zijn het grootst in geval het voornemen tot baanverlenging wordt gerealiseerd, maar relatief niet veel groter dan bij het intensiveringsscenario (nul-plus-alternatief). Het wel of niet uitvoeren van nachtvluchten is nauwelijks onderscheidend voor de externe veiligheid.

De hoogste risico's voor omwonenden zijn te vinden bij de koppen van de banen. Binnen het gebied met individueel risico > 10^{-5} per jaar liggen 3 tot 5 bestaande woningen. In de PKB-3 voor Schiphol en omgeving worden bestaande woningen in het gebied met IR tussen 5×10^{-5} en 10^{-5} geaccepteerd. Bij realisatie van de baanverlenging op GAE zullen deze woningen overigens voor de feitelijke uitbreiding van het luchtvaartterrein moeten wijken.

De kans op een ongeval met een zeer groot aantal slachtoffers ineens (meer dan 100) is bijzonder klein, zo blijkt uit de berekeningen voor het groepsrisico. De kans op een ongeval met een aantal slachtoffers ineens van 10 - 100 is gering. Het groepsrisico zal bij realisering van het voornemen overigens wel toenemen met een factor van 5 a 10 ten opzichte van de referentie.

De inventarisatie en analyse van de bestaande onzekerheden in de modellering geeft geen aanleiding tot ernstige beperkingen bij het gebruik van de berekeningsresultaten. Samenvattend laten de scenario's in de gehanteerde volgorde een toename van de externe risico's zien, waarbij echter de risico's in verhouding tot bijvoorbeeld eerdere berekeningen voor de luchthaven Schiphol op een duidelijk lager niveau liggen.

ADDENDUM 1 : INVOERGEGEVENS MODELLERINGEN

Tabel 6a. De verdeling van het lichte verkeer over de routes voor de vijf scenario's tijdens de dag (periode 08.00 - 18.00 uur).					
baan/route	Scenario				
	0	0+ (-)	0+ (N)	I (-)	I (N)
01/084	72	90	90	90	90
01/088	72	90	90	90	90
01/092	72	90	90	90	90
01/096	72	90	90	90	90
01/077	1233	1019	1019	1019	1019
01/078	1233	1019	1019	1019	1019
05/086	673	837	837	837	837
05/090	673	837	837	837	837
05/094	673	837	837	837	837
05/098	673	837	837	837	837
05/043	364	200	200	200	200
05/015	221	84	84	84	84
05/011	209	74	74	74	74
05/001	794	358	358	358	358
05/075	11453	9458	9458	9458	9458
05/076	11453	9458	9458	9458	9458
19/085	72	90	90	90	90
19/089	72	90	90	90	90
19/093	72	90	90	90	90
19/097	72	90	90	90	90
19/079	1233	1019	1019	1019	1019
19/080	1233	1019	1019	1019	1019
23/087	1253	1559	1559	1559	1559
23/091	1253	1559	1559	1559	1559
23/095	1253	1559	1559	1559	1559
23/099	1253	1559	1559	1559	1559
23/058	677	371	371	371	371
23/054	410	156	156	156	156
23/050	388	138	138	138	138
23/002	1475	665	665	665	665
23/073	21320	17606	17606	17606	17606
23/074	21320	17606	17606	17606	17606
TOTAAL	83296	70554	70554	70554	70554

Tabel 6b.**De verdeling van het middelzware verkeer over de routes voor de vijf scenario's tijdens de dag (periode 08.00 - 18.00 uur).**

baan/route	Scenario				
	0	0+ (-)	0+ (N)	I (-)	I (N)
05/044	63	360	360	360	360
05/016	15	90	90	98	98
05/011	15	60	60	60	60
05/001	93	510	510	518	518
05/067	263	436	436	436	436
05/061	263	436	436	436	436
23/058	116	668	668	668	668
23/054	29	166	166	183	183
23/050	29	111	111	111	111
23/002	174	945	945	962	962
23/072	488	810	810	810	810
23/081	488	810	810	810	810
TOTAAL	2036	5402	5402	5452	5452

Tabel 6c.**De verdeling van het zware verkeer over de routes voor de vijf scenario's tijdens de dag (periode 08.00 - 18.00 uur).**

baan/route	Scenario				
	0	0+ (-)	0+ (N)	I (-)	I (N)
05/048	11	19	19	40	40
05/021	5	9	9	72	72
05/011	2	4	4	11	11
05/001	18	32	32	123	123
05/067	72	107	107	334	334
05/061	72	107	107	334	334
23/058	20	36	36	75	75
23/054	10	16	16	134	134
23/050	4	7	7	20	20
23/002	34	59	59	229	229
23/072	133	200	200	621	621
23/081	133	200	200	621	621
TOTAAL	514	796	796	2614	2614

Tabel 6d. De verdeling van het lichte verkeer over de routes voor de vijf scenario's tijdens de nacht (periode 18.00 - 08.00. uur)					
baan/route	Scenario				
	0	0+ (-)	0+ (N)	I (-)	I (N)
01/054	9	10	10	10	10
01/088	9	10	10	10	10
01/092	9	10	10	10	10
01/096	9	10	10	10	10
01/077	262	150	150	150	150
01/078	262	150	150	150	150
05/086	75	93	93	93	93
05/090	75	93	93	93	93
05/094	75	93	93	93	93
05/098	75	93	93	93	93
05/043	209	136	136	136	136
05/015	91	42	42	42	42
05/011	81	35	35	35	35
05/001	381	212	212	212	212
05/075	2431	1395	1395	1395	1395
05/076	2431	1395	1395	1395	1395
19/085	9	10	10	10	10
19/089	9	10	10	10	10
19/093	9	10	10	10	10
19/097	9	10	10	10	10
19/079	262	150	150	150	150
19/080	262	150	150	150	150
23/087	139	173	173	173	173
23/091	139	173	173	173	173
23/095	139	173	173	173	173
23/099	139	173	173	173	173
23/058	387	253	253	253	253
23/054	169	78	78	78	78
23/050	151	63	63	63	63
23/002	707	395	395	395	395
23/073	4526	2598	2598	2598	2598
23/074	4526	2598	2598	2598	2598
TOTAAL	18066	10944	10944	10944	10944

Tabel 6e. De verdeling van het middelzware verkeer over de routes voor de vijf scenario's tijdens de nacht (periode 18.00 - 08.00 uur) .

baan/route	Scenario				
	0	0+ (-)	0+ (N)	I (-)	I (N)
05/044	47	287	287	287	287
05/016	9	68	418	77	357
05/011	9	42	42	42	42
05/001	65	396	746	406	686
05/067	87	145	145	145	145
05/061	87	145	145	145	145
23/058	88	534	534	534	534
23/054	15	127	777	142	662
23/050	15	78	78	78	78
23/002	118	738	1388	754	1274
23/072	163	269	269	269	269
23/081	163	269	269	269	269
TOTAAL	866	3098	5098	3148	4748

Tabel 6f. De verdeling van het zware verkeer over de routes voor de scenario's tijdens de nacht (periode 18.00 - 08.00 uur) .

baan/route	Scenario				
	0	0+ (-)	0+ (N)	I (-)	I (N)
05/048	7	14	14	28	28
05/021	3	5	5	63	133
05/011	1	1	1	4	4
05/001	11	20	20	94	165
05/067	24	36	36	112	112
05/061	24	36	36	112	112
23/058	14	25	25	51	51
23/054	5	10	10	117	247
23/050	2	2	2	7	7
23/002	21	37	37	175	305
23/072	44	66	66	207	207
23/081	44	66	66	207	207
TOTAAL	200	318	318	1177	1578

*) Het totaal aantal vliegtuigbewegingen kan marginaal afwijken van de aantallen elders genoemd in de scenario's vanwege afronding bij de route-toedeling.

Scenario's:

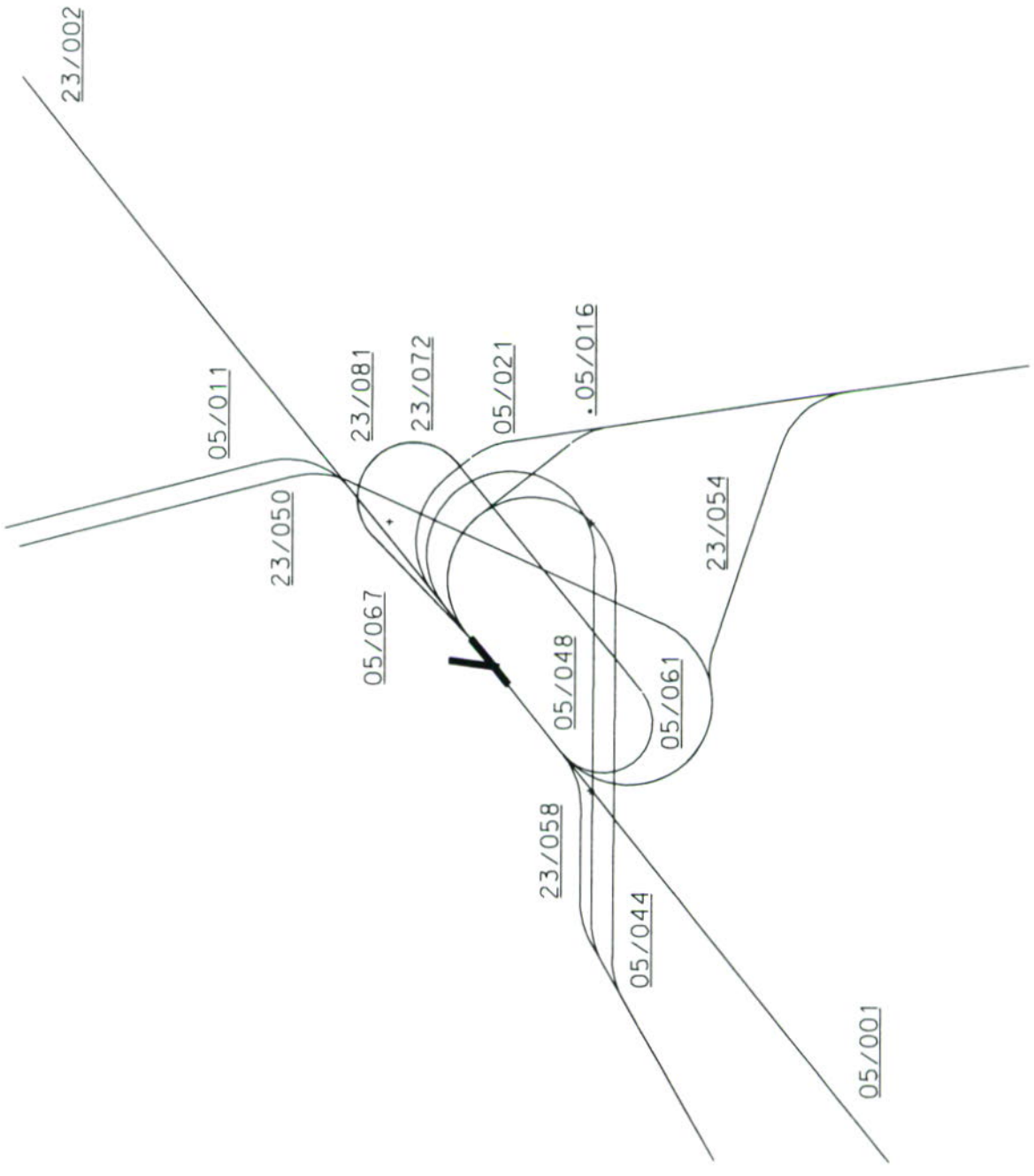
- Referentiescenario [0]
- Intensiveringsscenario zonder nachtvluchten [0+ (-)]
- Intensiveringsscenario met nachtvluchten [0+ (N)]
- Uitbreidingsscenario zonder nachtvluchten [I (-)]
- Uitbreidingsscenario met nachtvluchten [I (N)]

Routes: Een presentatie van de gedetailleerde routes in de tabellen van deze bijlage hierboven is te vinden in de figuren van addendum 3 hierna.

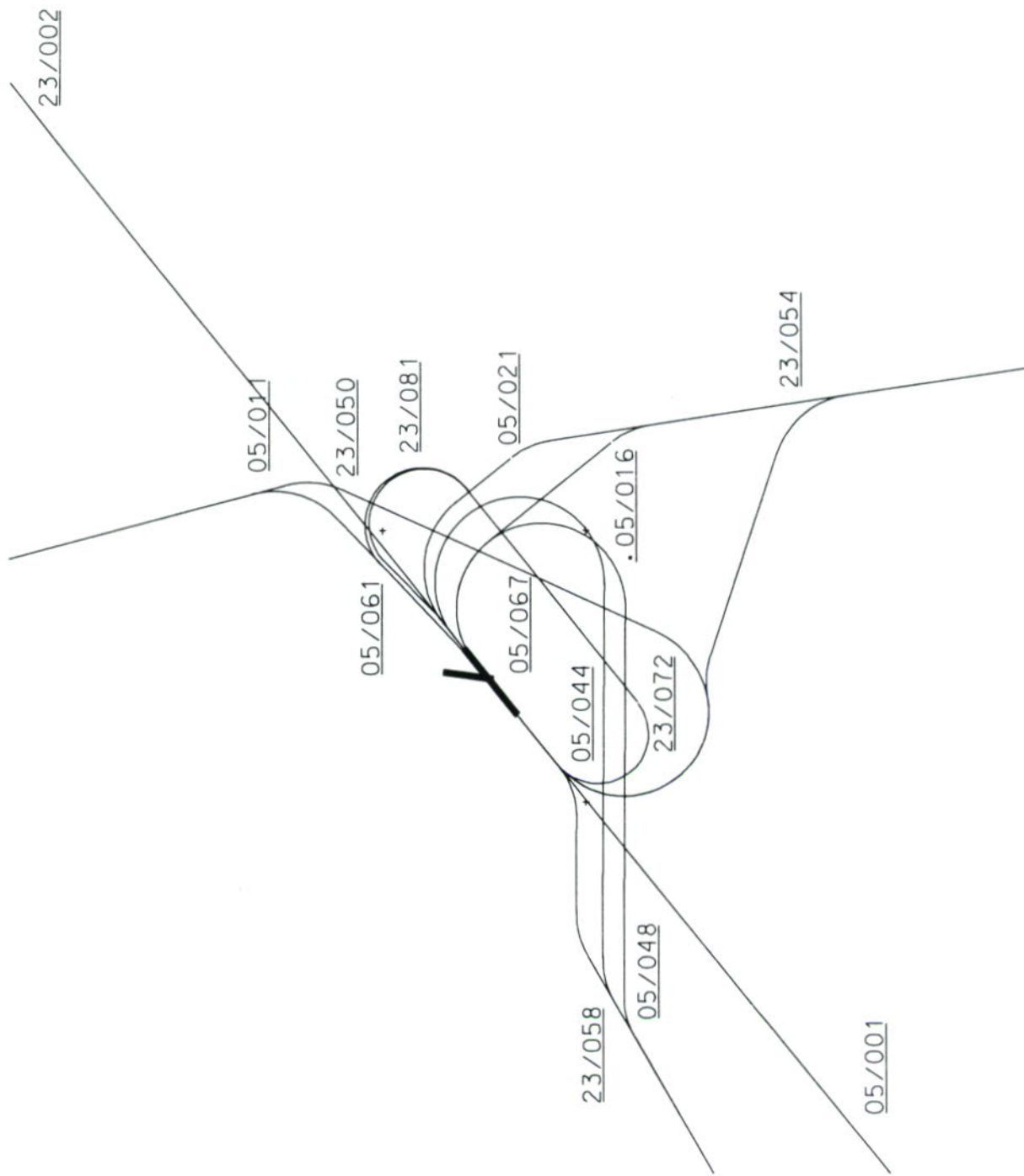
ADDENDUM 2 : LIJST MET AFKORTINGEN

ADECS	Advanced Decision Systems B.V.
BLA	Bundes Luftfahrt Amt
BVO	Bureau Vooronderzoek
CAA	Civil Aviation Authority
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
DGAC	Direction General de Aviation Civil
FAA	Federal Aviation Authority
FSF	Flight Safety Foundation
IFR	Instrument Flight Rules
KLM	Koninklijke Luchtvaart Maatschappij
KLS	KLM Luchtvaart School
MER	Milieu Effect Rapportage
MTOW	Maximum Take Off Weight
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NTSB	National Transportation Safety Board
OR	Ongevallen Ratio
RLD	Rijksluchtvaartdienst
VFR	Visual Flight Rules
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

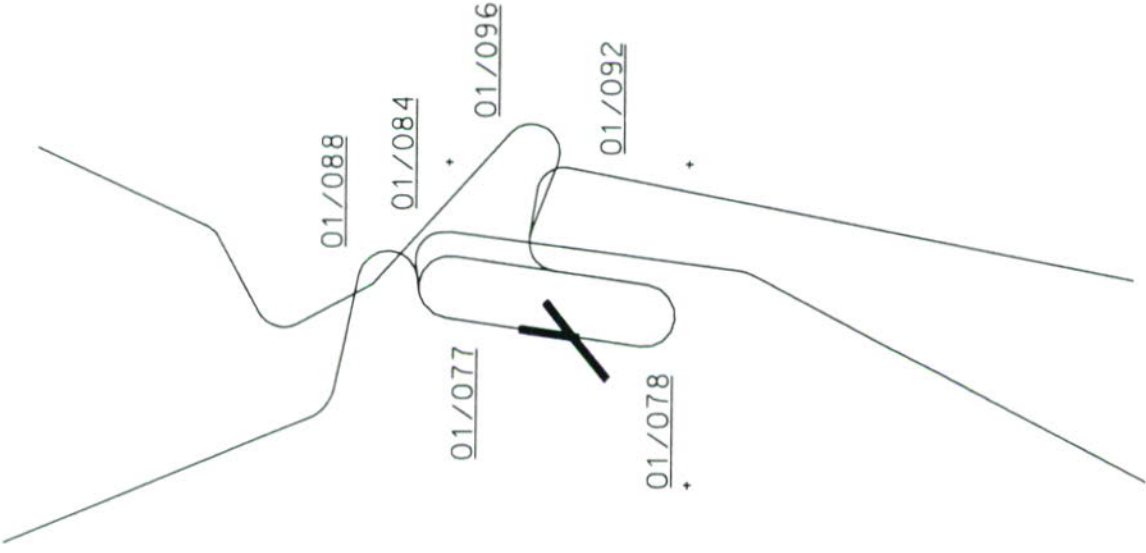
ADDENDUM 3 : ROUTES IN DETAIL (met nummering)



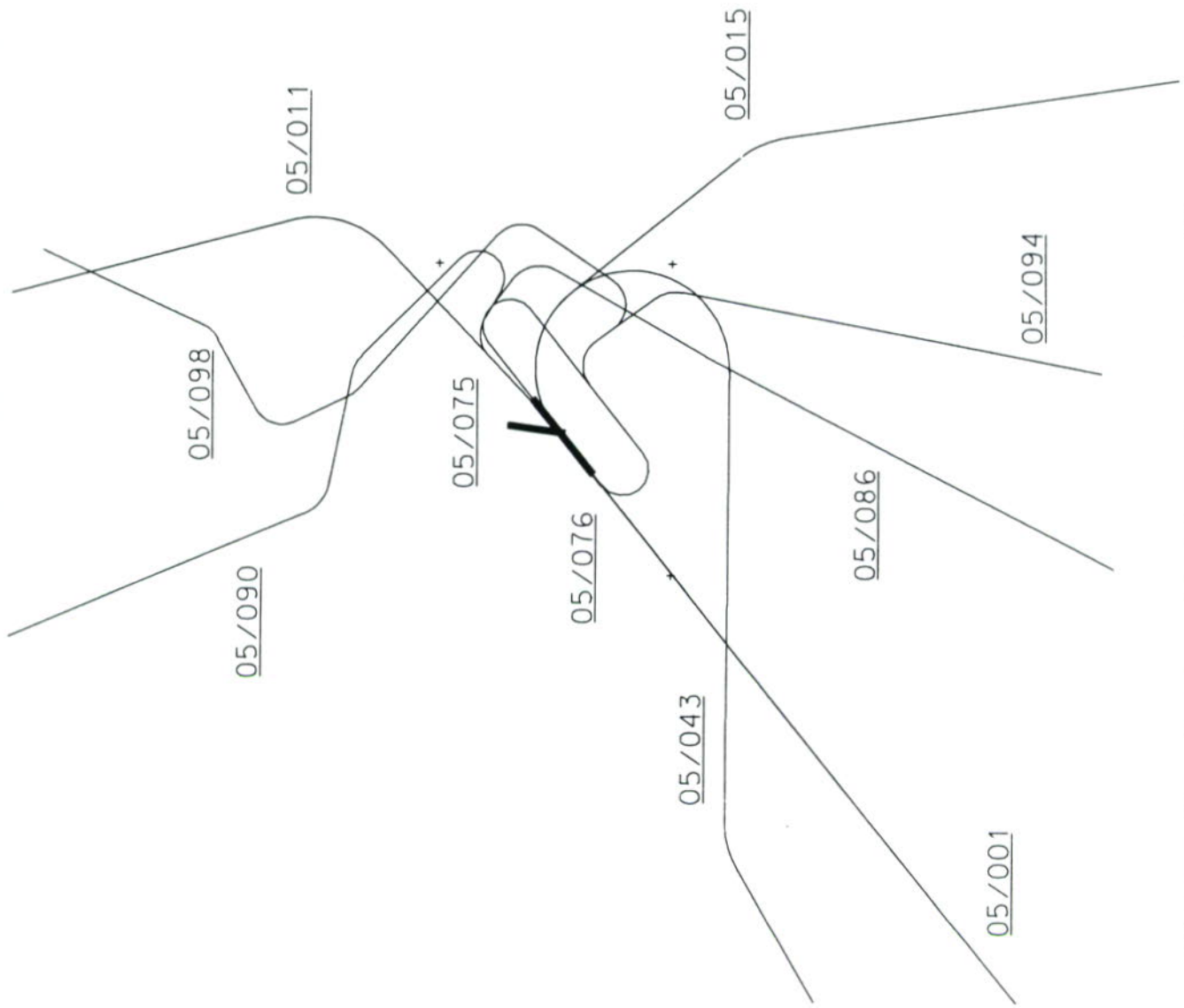
Figuur 1. Routes middelzwaar en zwaar verkeer voor de 1800m baan.



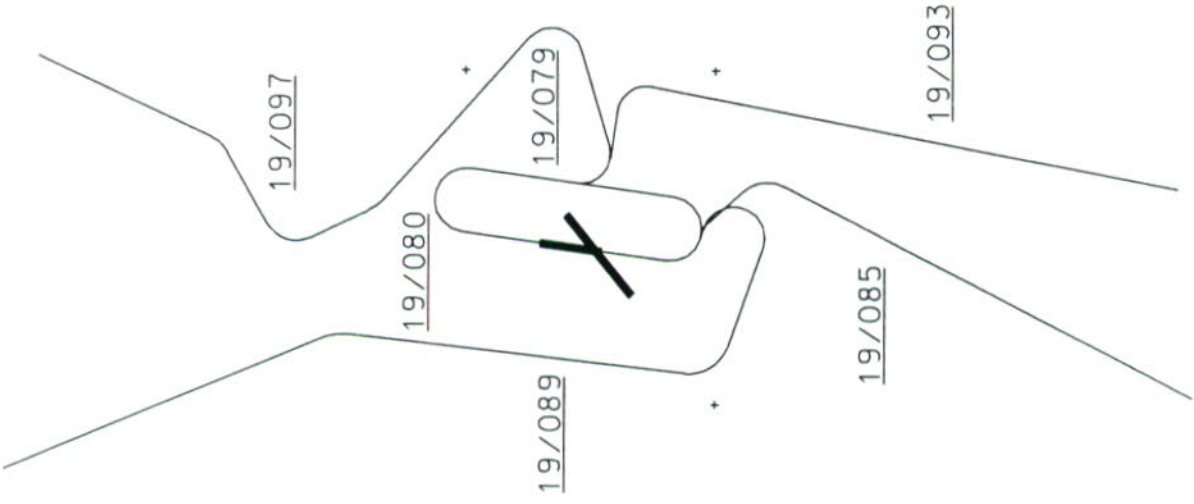
Figuur 2. Routes middelzwaar en zwaar verkeer voor de 2500m baan.



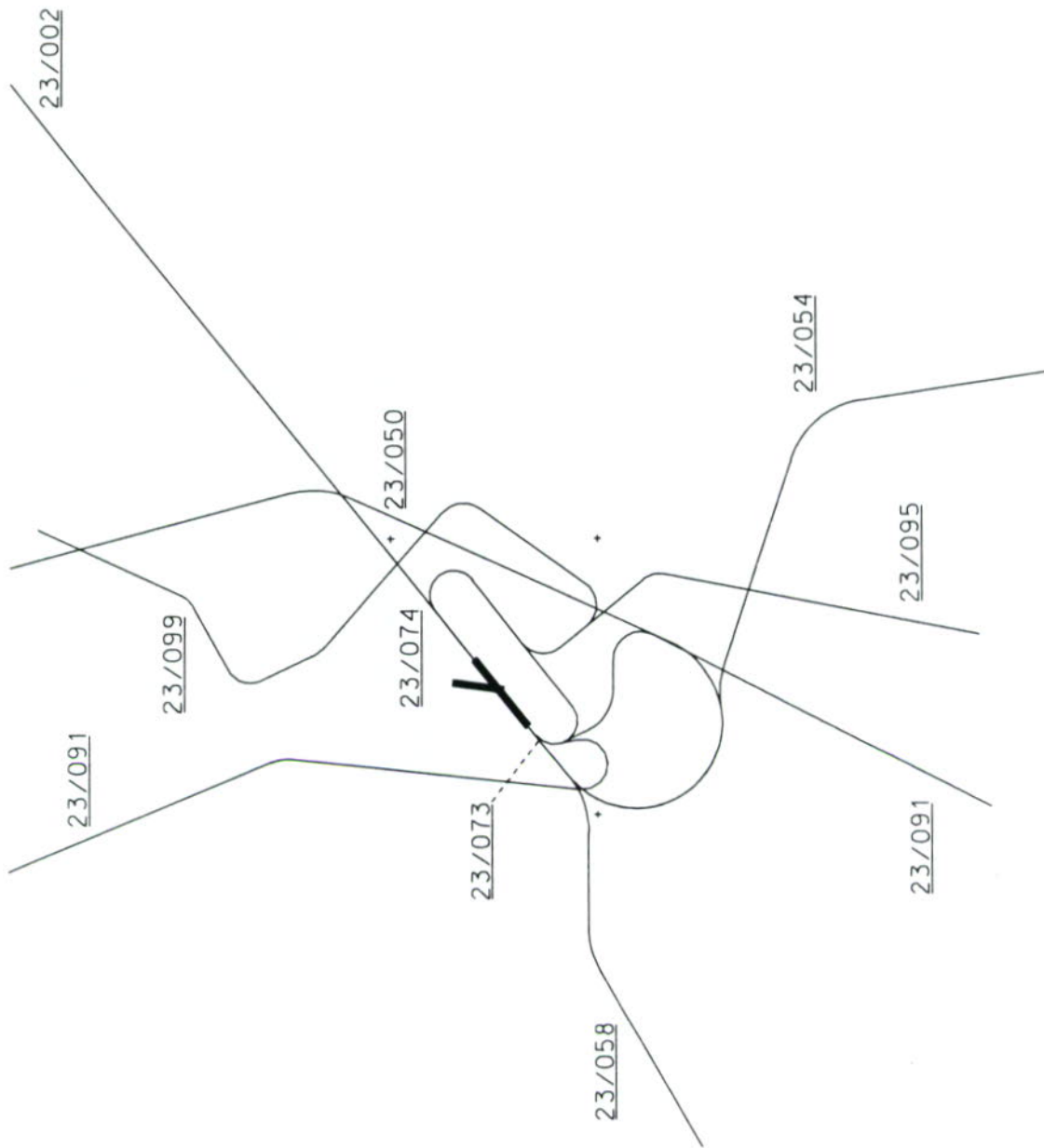
Figuur 3a. Routes licht verkeer baan 01.



Figuur 3b. Routes licht verkeer baan 05.



Figuur 3c. Routes licht verkeer baan 19.



Figuur 3d. Routes licht verkeer baan 23.

ADDENDUM 4 : REFERENTIES EXTERNE VEILIGHEID

1. Hesse, M. van, Analyse van de externe veiligheid rond Groningen Airport Eelde, CR 95060 L, NLR Amsterdam, 1995.
2. Piers, M.A. et al, Analyse van de externe veiligheid rond de luchthaven Schiphol, CR 93485 L, NLR Amsterdam, 1993.
3. Piers, M.A. et al, The development of a method for the analysis of societal and individual risk due to aircraft accidents in the vicinity of airports, CR 93372 L, NLR Amsterdam, 1993.
4. Gouweleeuw, J.M., Accident location models for regional airports, CR 95185 L, NLR Amsterdam, 1995.
5. Omgaan met risico's, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1989.
6. Flight Safety Foundation, Flight Safety Digest, februari 1993, bladzijde 11.
7. Correspondentie met Bureau Vooronderzoek Ongevallen (BVO), 1994.
8. Statistiek van de Luchtvaart, CBS, 1989-1991.



Groningen Airport Eelde NV
Machlaan 14a, 9761 TK Eelde
Telefoon 05907 - 95055
Fax 05907 - 93185

