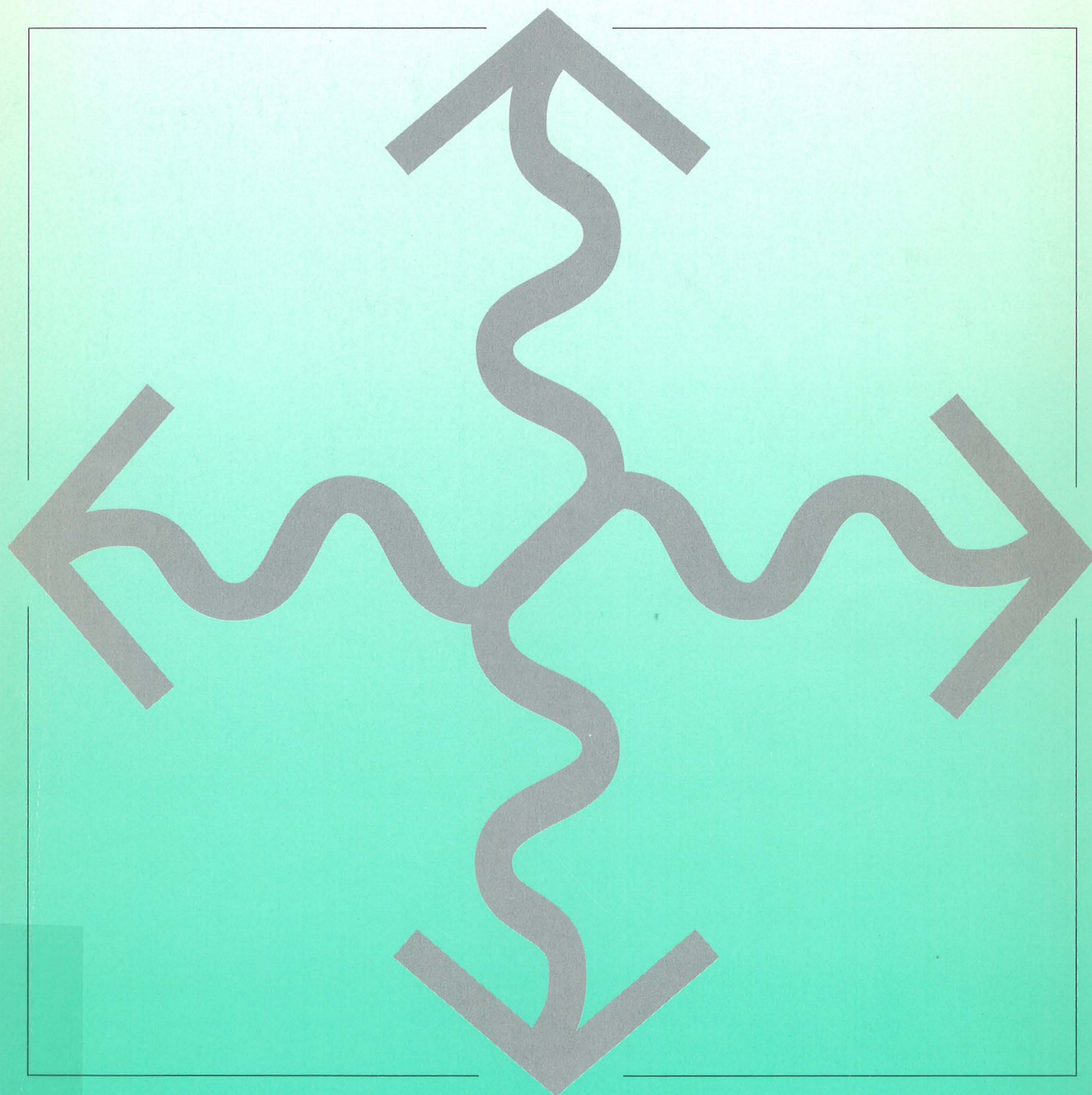


Cumulatie van geluid lucht-, weg-, en railverkeer en industrie

Integraal Milieu-effectrapport Schiphol en omgeving



Cumulatie van geluidshinder rond Schiphol

Thematische bijlage bij het

Integraal Milieu-effectrapport Schiphol en omgeving

Inhoud

<i>Samenvatting</i>	<i>5</i>
<i>1 Inleiding</i>	<i>7</i>
1.1 De dubbele doelstelling	
1.2 De IMER-besluiten	
1.3 IMER/UMER	
1.4 Projectbureau Mainport & Milieu Schiphol	
1.5 Thematische bijlage in relatie tot ander MER-documenten	
<i>2 Doel van het onderzoek</i>	<i>9</i>
<i>3 Geluidshinder bij cumulatie en cumulatie methode</i>	<i>11</i>
3.1 Geluidshinder bij cumulatie	
3.2 Cumulatie methode	
<i>4 Beoordelingskader</i>	<i>15</i>
4.1 Wettelijk kader	
4.2 Toetsingskader	
4.3 Referentiekader	
<i>5 Werkwijze</i>	<i>17</i>
<i>6 Onderzochte varianten ten behoeve van de cumulatie</i>	<i>19</i>
<i>7 Berekeningsresultaten overige geluidsbronnen</i>	<i>21</i>
7.1 Inleiding	
7.2 Wegverkeer, railverkeer en industrie	
7.3 Vliegverkeer	
<i>8 Resultaten cumulatie</i>	<i>39</i>
8.1 Inleiding	
8.2 Cumulatiegebieden	
8.3 Gecumuleerde geluidsniveau	
8.4 Toename hinder door cumulatie	
8.5 Effecten van het stedelijk wegverkeer en cumulatie	
<i>9 Leemten in kennis</i>	<i>59</i>
<i>Literatuurlijst</i>	<i>61</i>
<i>Bijlage 1: Akoestische begrippen</i>	<i>63</i>

Samenvatting

Het onderzoek 'Cumulatie van geluidshinder rond Schiphol' heeft betrekking op de volgende geluidsbronnen:

- Wegverkeer
- Railverkeer
- Industrie
- Luchtvaart

Het onderzoeksgebied staat weergegeven in figuur 1. Er is alleen sprake van cumulatie als er twee of meer geluidsbronnen in het gebied aanwezig zijn. In figuur 26 staat dit cumulatie gebied voor 1990 met het banenstelsel S4S1 aangegeven. Hieruit blijkt, dat in een klein deel van het beschouwde gebied geen cumulatie optreedt.

In tabel I wordt een overzicht gegeven van de onderzochte scenario's:

Tabel I

Een overzicht van de scenario's die gecumuleerd worden

Scenario	Wegverkeer	Railverkeer	Industrie	Vliegverkeer
• Huidige situatie	1990	1990	1990	S4S1 (1990)
• Situatie 2003	2003 ¹	2003	2015 ²	S4S2
• Situatie 2015	2015 ³	2015 ⁴	2015 ²	S4S1 (2015) S5P S5G S5GG/MMA/VK S5GG/MMA/OK

¹ De autonome groei en Schiphol Mainport zijn hetzelfde.

² Er is voor de industrie geen verschil tussen 2003 en 2015.

³ Er wordt een onderscheid gemaakt tussen autonome groei en Schiphol Mainport.

Voor S4S1 (2015) is de autonome groei voor het wegverkeer toegepast. Voor de overige varianten in 2015 is het Schiphol Mainport verkeersscenario gebruikt.

⁴ Hier wordt gerekend met een HST met 4 miljoen reizigers.

De resultaten van de berekeningen staan in tabel II weergegeven. In tabel III wordt een vergelijking gemaakt tussen de hinder door cumulatie en luchtvaartlawaai.

Tabel IIa

Vergelijking hinderscores cumulatie in personen

Scenario	1990 S4S1	2003 S4S2	2015 S4S1	2015 S5P	2015 S5G	2015 MMA-vk	2015 MMA-ok
Matig gehinderd	329888	306645	299037	297679	296000	295415	295649
Gehinderd	249300	219405	222219	217854	214596	213707	214178
Ernstig gehinderd	137950	97591	116941	105920	99871	98110	99218
<i>Totaal</i>	<i>717138</i>	<i>623641</i>	<i>638197</i>	<i>621453</i>	<i>610467</i>	<i>607232</i>	<i>609045</i>

Tabel IIb
Vergelijking aantallen bestaande woningen en personen

Cumulatie scenario	1990	2003	2015	2015	2015	2015	2015
	S4S1	S4S2	S4S1	S5P	S5G	MMA-vk	MMA-ok
bestaande woningen	553.666	559.640	559.230	559.380	559.868	559.518	559.518
totaal aantal gehinderden	622.884	542.048	553.877	542.500	533.690	527.598	529.688

Tabel III
Overzicht van het gesommeerde aantal gehinderden voor luchtvaart- en gecumuleerd geluid voor de verschillende scenario's

scenario	Totale hinder			Bestaande woningen		
	luchtvaart	cumulatie	toename aantal ge- hinderden	luchtvaart	cumulatie	toename aantal ge- hinderden
1990 S4S1	701.647	717.138	15.491	607.521	622.884	15.363
2003 S4S2	588.219	623.641	35.422	510.714	542.048	31.334
2015 S4S1	616.458	638.197	21.739	532.018	553.877	21.859
2015 S5P	588.262	621.453	33.191	512.282	542.500	30.218
2015 S5G	584.875	610.467	25.592	511.110	533.690	22.580
2015 MMA-vk	576.975	607.232	30.257	499.589	527.598	28.009
2015 MMA-ok	576.991	609.045	32.054	499.604	529.688	30.084

In de eerste kolom van tabel III staat het totale aantal gehinderden ten gevolge van luchtvaartlawaai. In de tweede kolom staan dezelfde gegevens voor de gecumuleerde geluidsniveaus. Tevens is de toename aangegeven van het aantal gehinderden ten opzichte van de situatie, dat alleen luchtvaartlawaai wordt beschouwd. Dezelfde informatie staat in de vierde, vijfde en zesde kolom voor alleen de bestaande woningen.

NB: De beschouwde populaties voor luchtvaartlawaai en de cumulatie zijn binnen één scenario dezelfde.

De volgende conclusies kunnen hieruit worden getrokken:

Het aantal woningen met een hogere geluidsbelasting dan 50 dB(A) etmaalwaarde blijft hetzelfde. Alleen de geluidsbelasting van deze woningen neemt toe. Dit blijkt uit de toename van het aantal gehinderden indien het luchtvaartlawaai wordt vergeleken met het gecumuleerde geluidsniveau.

De grootste toename van hinder vindt plaats bij de banenstelsels S4S2 (2003) en S5P en de beide MMA's voor 2015.

De kleinste toename van hinder treedt op in 1990, maar hier is absoluut gezien het aantal gehinderden het grootst.

Wordt alleen het aantal gehinderden ten gevolge van cumulatie beoordeeld, dan blijken de scenario's S4S2 (2003) en S5P (2015) ongeveer gelijkwaardig, evenals S5G en de beide MMA's.

In de toekomst neemt de hinder af. De grootste mate van hinder treedt dan op bij het scenario S4S1 (2015), de geringste mate van hinder treedt op bij het scenario S5G en de beide MMA's. Er is geen significant verschil tussen S5G en de beide MMA's, behalve bij de bestaande woningen. Daar scoren beide MMA's gunstiger. Tussen beide MMA's is geen significant verschil.

Het beoordelen van de verschillende luchtvaartscenario's op basis van deze resultaten zou niet juist zijn. Hiervoor wordt verwezen naar de rapporten van het NLR.

1 Inleiding

In dit inleidende hoofdstuk wordt aangegeven vanuit welke achtergrond de doelstelling voor Schiphol en omgeving is ontstaan, op welke besluiten het IMER is gericht, hoe de relatie is tussen IMER en UMER en welke plaats deze bijlage inneemt tussen de andere IMER documenten.

1.1. De dubbele doelstelling

De Nederlandse economie is voor een belangrijk deel gebaseerd op in- en export, distributie en internationale dienstverlening. De luchthaven Schiphol speelt hierbij samen met het havengebied van Rotterdam een centrale rol. Het beleid van de overheid, verankerd in de Vierde Nota voor de Ruimtelijke Ordening (VINEX) is erop gericht deze positie te behouden en verder uit te bouwen en twee mainports van internationale allure te ontwikkelen.

De aanwezigheid van Schiphol in een dichtbevolkte Randstad veroorzaakt aanzienlijke milieuproblemen. Met name de mate waarin omwonenden blootstaan aan geluidshinder staat op gespannen voet met de beleidsdoelstellingen van de rijksoverheid, zoals o.a. verwoord in het NMP(+). Daarnaast treden er effecten op het gebied van externe veiligheid, stank, luchtverontreiniging, kwaliteit van bodem en water en ruimtelijke kwaliteit (waaronder natuur en landschap).

Voor de verdere ontwikkeling van het gebied van Schiphol en omgeving is dan ook in de VINEX gekozen voor een geïntegreerde gebiedsgerichte benadering van milieu en ruimtelijke ordening. Als eerste stap is vervolgens een Plan van Aanpak Schiphol en Omgeving (PASO) opgesteld, dat resulteerde in een beleidsconvenant, dat in april 1991 werd ondertekend door 3 ministeries (V&W, VROM en EZ), de provincie Noord-Holland, 2 gemeenten (Haarlemmermeer en Amsterdam), NVLS en KLM. Daarin worden een aantal oplossingsrichtingen beschreven voor het centrale thema, nl. de dubbele doelstelling: *'de versterking van de positie van Schiphol tot mainport en de verbetering van de kwaliteit van het leefmilieu rond Schiphol'*.

1.2 De IMER-besluiten

Het realiseren van de dubbele doelstelling past niet in de bestaande beleidskaders. Dientengevolge zijn er drie wettelijke procedures gestart, en wel voor:

- een Project-PKB voor Schiphol en Omgeving;
- een partiële herziening van het Streekplan ANZKG voor Haarlemmermeer/Schiphol;
- een wijziging van de aanwijzing Schiphol ex Luchtvaartwet.

De PKB wordt gemaakt voor twee planperioden, nl. de periode 1995 - 2003 en de periode 2003-2015. In de eerste planperiode worden slechts beperkte aanpassingen in het banenstelsel en het baangebruik aangebracht. In deze periode wordt de uitbreiding van het banenstelsel nagestreefd. Deze uitbreiding moet in de tweede planperiode operationeel zijn.

Voor ieder van de twee planperioden wordt een apart Luchtvaartwetbesluit genomen:

- voor de periode 1995 - 2003 een besluit inzake een geluidzone voor het 4-banenstelsel c.a.;

- voor de periode 2003 - 2015 een besluit inzake de uitbreiding van het banenstelsel en de daarbij behorende geluidzone c.a..

1.3 IMER/UMER

Voor de PKB, het streekplan en het Luchtvaartwetbesluit voor de periode 1995 - 2003 samen wordt één milieu-effectrapport (MER) gemaakt, *het integrale MER (IMER)*.

Deze bevat:

- informatie op strategisch niveau gericht op PKB en streekplan;
- informatie op uitvoeringsniveau gericht op het Luchtvaartwetbesluit (het UMER-4 deel).

Welke informatie het strategische deel van het IMER dient te bevatten is op hoofdlijnen begrensd door de in februari 1992 verschenen Richtlijnen. Voor het UMER-4 deel vormen de op 7 juli 1992 verschenen Aanvullende richtlijnen het kader.

Voor het Luchtvaartwetbesluit voor de periode 2003 - 2015 wordt in een later stadium een apart uitvoeringsMER (UMER-5) gemaakt.

Een ondersteunend document voor PKB en Streekplan van geheel andere aard is de *Inventarisatie Economische Effecten (IEE)*. Daarin worden onder meer economische scenario's beschreven en onderbouwd. Deze dienen mede als invoergegevens voor de alternatieven van het IMER.

1.4 Projectbureau Mainport & Milieu Schiphol

Om ervoor te zorgen, dat alle voor te bereiden besluiten en rapporten inhoudelijk en procedureel goed op elkaar zijn afgestemd is een projectorganisatie in het leven geroepen, het Projectbureau Mainport & Milieu Schiphol (PMMS). Deze bestaat uit vertegenwoordigers van de betrokken partijen.

1.5 Thematische bijlage in relatie tot andere MER-documenten

De aanzienlijke hoeveelheid informatie van alle onderzoeken, die in het kader van dit IMER hebben plaatsgevonden is gestructureerd naar een aantal documenten. Er zijn verschillende documenten voor verschillende doelgroepen. De belangrijkste documenten zijn het hoofdrapport en het begrippendocument. Deze zijn gericht op beleidsambtenaren, insprekers, pers, adviseurs en geïnteresseerden. In het hoofdrapport staat alleen de informatie, die voor het nemen van besluiten in PKB, streekplan en Luchtvaartwetbesluit noodzakelijk is.

Het begrippendocument bevat de uitleg en verantwoording van begrippen en methoden ter ontlasting van het hoofdrapport en de thematische bijlagen. Hoofdrapport en bijlagen kunnen niet goed gelezen worden zonder kennis van het begrippendocument.

De thematische bijlagen, waar het onderhavige rapport er één van is, behandelen dezelfde informatie als in het hoofdrapport, maar dan diepgaander en per thema. De thematische bijlagen hebben in grote lijnen dezelfde opbouw in hoofdstukken als het hoofdrapport, zodat men vanuit het hoofdrapport gemakkelijk uitvoeriger informatie over een thema in één van de bijlagen kan opzoeken.

De onderwerpen van de thematische bijlagen zijn:

- Geluid luchtverkeer.
- Geluidshinder weg- en railverkeer en industrie.
- Cumulatie van geluidsbelastingen.
- Externe veiligheid.
- Luchtkwaliteit en geurhinder.
- Bodem en water.
- Ruimtelijke kwaliteit.
- Gezondheidsaspecten.

2 Doel van het onderzoek

Als vervolg op het Plan van Aanpak Schiphol en Omgeving (PASO) is besloten tot het opstellen van een Integrale Milieu Effect Rapportage (IMER).

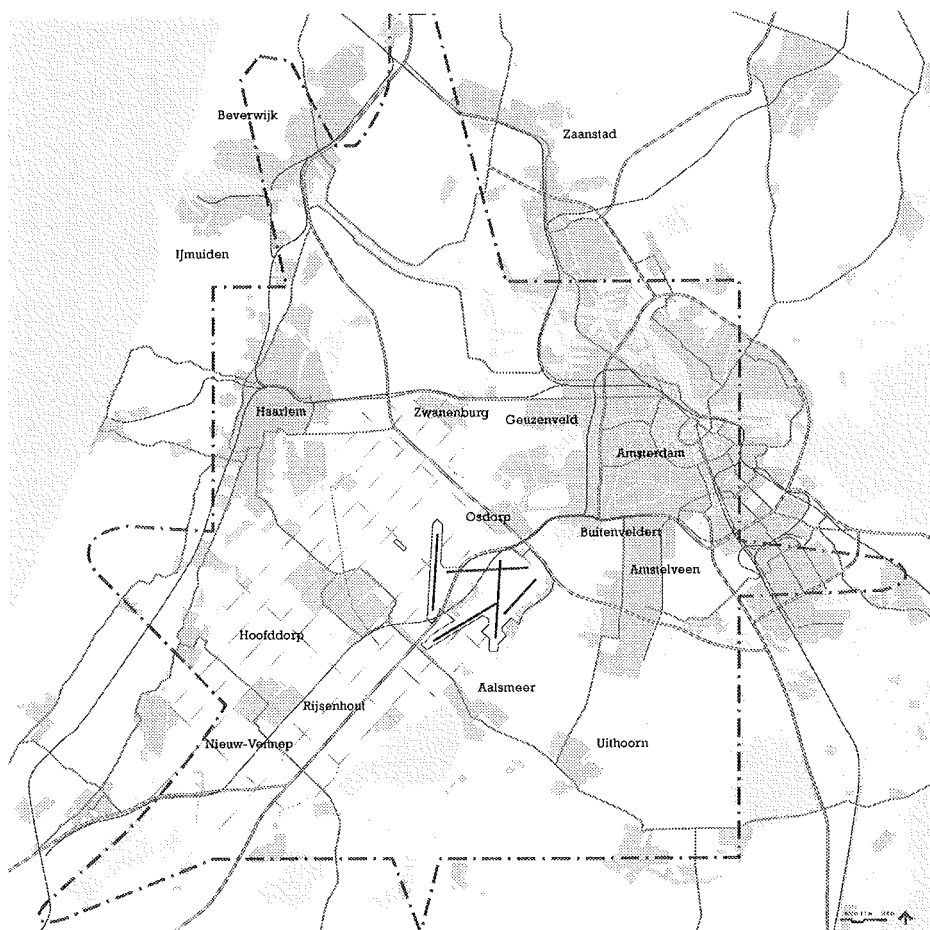
In het kader hiervan is een onderzoek verricht naar de geluidemissie van de overige geluidsbronnen rond Schiphol en de hiermee samenhangende hinder per individuele bron [1]. Het betreft de volgende geluidsbronnen:

- Wegverkeer: rijkswegen, provinciale wegen en stedelijke wegen
- Railverkeer
- Industrie

Het onderzoeksgebied voor deze bronnen bestaat uit een rechthoekig gebied van 24 x 27 km rond Schiphol, vergroot met de 20 KE-contour¹ voor de huidige situatie. Dit gebied staat aangegeven in figuur 1.

In het onderzochte gebied komen de hiervoor aangegeven geluidsbronnen voor tezamen met het luchtvaartlawaai.

Een deel van de woningen wordt echter in de huidige situatie en in de toekomst blootgesteld aan het geluid van meerdere geluidsbronnen. Hierdoor zal de totale gevelbelasting ten opzichte van de situatie met één bron toenemen, waardoor de ervaren hinder eventueel kan toenemen. Er is sprake van cumulatie van geluid.



Figuur 1
Het onderzoeksgebied

In de afgelopen jaren is dit onderwerp uitgebreid bestudeerd zoals vermeld staat in [2], [3], [4], [5] en [6].

Hieruit is uiteindelijk een ontwerp rekenmethode op basis van artikel 157 van de Wet geluidshinder voortgevloeid over de wijze waarop de cumulatie moet worden berekend [7].

In dit rapport wordt de gecumuleerde geluidsbelasting in het gebied berekend, zoals is aangegeven in figuur 1.

Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de in [7] beschreven methode.

3 Geluidshinder bij cumulatie en cumulatie methode

3.1 Geluidshinder bij cumulatie

In november 1971 is reeds een rapport uitgebracht door de Commissie Geluidshinder en Lawaaibestrijding van de Gezondheidsraad (Kamerstuk 1971-1972 nr. 11673). Hierin staat o.a. de invloed van geluid op de mens. In [8] en [9] wordt nader ingegaan op de effecten van geluid voornamelijk toegespitst op verkeerslawaai.

In een uit 1975 stammend onderzoek [8] wordt ingegaan op de hinder ten gevolge van verkeerslawaai. In het kader van het in werking treden van de Wet geluidshinder in 1980 is er in de afgelopen jaren uitgebreid onderzoek verricht naar de hinder van verschillende soorten geluidsbronnen. In [9] wordt bijvoorbeeld de slaapverstoring ten gevolge van lawaai behandeld.

Recentelijk is door TNO-Gezondheidstechniek [6] een rapport uitgebracht met de resultaten van een uitgebreid literatuuronderzoek naar de hinder ten gevolge van verschillende geluidssoorten. In het rapport van TNO-Gezondheidstechniek wordt de in [7] voorgeschreven methodiek voor cumulatie onderbouwd.

Een beoordeling van de kwaliteit van de woonomgeving als functie van L_{etm} , ontleend aan [6], voor verschillende lawaaisoorten staat in tabel 1.

Tabel 1
Beoordeling van de kwaliteit van de woonomgeving als functie van L_{etm} voor verschillende lawaaisoorten

Beoordeling	Overig weg-verkeer	Snelweg-verkeer	Vliegverkeer	railverkeer	Industrie
Goed	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Tamelijk goed	40-45	40-44	40-44	40-46	40-44
Redelijk	45-50	44-48	44-48	46-52	44-48
Matig	50-55	48-52	48-51	52-58	48-52
Tamelijk slecht	55-60	52-57	51-55	58-64	52-57
Slecht	60-65	57-61	55-59	64-70	57-61
Zeer slecht	65-70	61-65	59-63	70-77	61-65
Extreem slecht	> 70	> 65	> 63	> 77	> 65

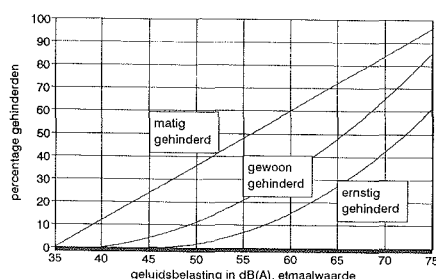
Een vergelijking van de verschillende geluidssoorten op basis van hinderlijkheid laat zien, dat snelwegverkeer en industriellawaai een gelijke hinderlijkheid hebben. Luchtvaartlawaai is het meest hinderlijk en railverkeerslawaai het minst hinderlijk.

Het onderzoek biedt ook de mogelijkheid om een uitspraak te doen over het percentage gehinderden als functie van de etmaalwaarde.

De hiertoe gebruikte formules, ontleend aan [6], staan in tabel 2 vermeld.

Tabel 2
Vergelijkingen voor het berekenen van het percentage gehinderden als functie van het L_{etm}

Geluidsbron	Matig gehinderd	Gehinderd	Ernstig gehinderd
Luchtvaartlawaai	$2.40(L_{etm}-35)$	$.0522(L_{etm}-40)^2 + 0.61(L_{etm}-40)$	$.0678(L_{etm}-45)^2$
Snelweg en industrie	$2.07(L_{etm}-35)$	$.0132(L_{etm}-40)^2 + 0.61(L_{etm}-40)$	$.0612(L_{etm}-45)^2$
Ander wegverkeer	$1.92(L_{etm}-35)$	$.0179(L_{etm}-40)^2 + .88(L_{etm}-40)$	$.0340(L_{etm}-45)^2$
Railverkeer	$1.60(L_{etm}-35)$	$.0179(L_{etm}-40)^2 + .54(L_{etm}-40)$	$.0199(L_{etm}-45)^2$



Figuur 2
Hinderlijkheid van vliegtuiglawaai

Een rekenvoorbeeld verloopt als volgt:

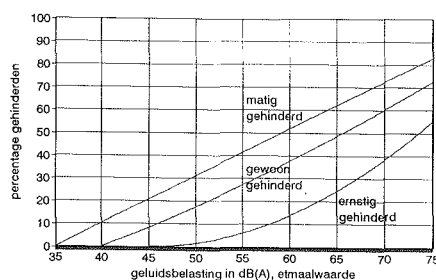
Stel de etmaalwaarde voor luchtvaartlawaai bedraagt 60 dB(A). Bij deze geluidsbelasting worden de percentages gehinderde personen als volgt berekend:

- Matig gehinderd : $\{ 2,4 (60-35) \} = 60\%$
- Gehinderd : $\{ 0,0522 (60-40)^2 + 0,61 (60-40) \} = 33,1\%$
- Ernstig gehinderd: $\{ 0,0678 (60-45)^2 \} = 15,3\%$

Deze percentages zijn niet cumulatief, met andere woorden het percentage matig gehinderden bedraagt in dit voorbeeld $(60-33,1) = 26,9\%$

Het aantal gehinderden is $(33,1-15,3) = 17,8\%$ en het aantal ernstig gehinderden bedraagt 15,3%.

In figuur 2 t/m 5 staan de relaties uit tabel 2 grafisch weergegeven. Per geluidsoort staat het percentage matig gehinderden, gehinderden en ernstig gehinderden aangegeven.



Figuur 3
Hinderlijkheid van snelweglawaai en industrie lawaai

Tevens is in figuur 6 een vergelijking gemaakt voor de verschillende geluidsoorten en de mate waarin deze ernstige hinder veroorzaken.

Hieruit blijkt, zoals al eerder is aangegeven, dat bij een zelfde getalswaarde van de geluidsbelasting luchtvaartlawaai het meest hinderlijk is gevolgd door snelwegverkeer en industrie, vervolgens ander wegverkeer (b.v. stedelijk wegverkeer) en als laatste railverkeer.

In bovenstaand overzicht is impulsvormig geluid niet opgenomen, omdat dit in het studiegebied geen rol speelt.

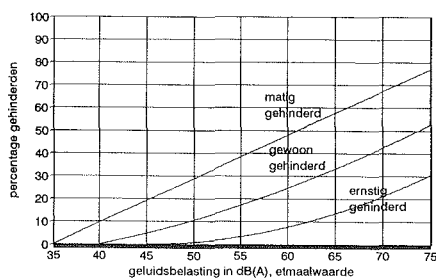
Om de hinder ten gevolge van cumulatie te berekenen worden de geluidsbelastingen naar rato van hun hinderlijkheid opgeteld. Als men te maken heeft met één geluidsoort dan kunnen de geluidsniveaus direct logaritmisch opgeteld worden. Het gesommeerde geluidsniveau heeft dan een hinderlijkheid, die rechtstreeks uit deze optelling voortvloeit.

Voorbeeld 1: Ten gevolge van twee snelwegen wordt een gevel overdag belast met twee keer 51 dB(A). Elk afzonderlijk niveau heeft als kwalificatie 'matig' volgens tabel 1. Het logaritmisch gesommeerde niveau bedraagt 54 dB(A) en heeft volgens tabel 1 als kwalificatie 'redelijk slecht'.

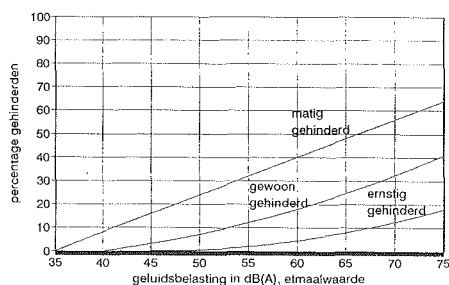
Voorbeeld 2: Ten gevolge van een snelweg wordt een gevel overdag belast met 51 dB(A) en tengevolge van railverkeer ook met 51 dB(A). Volgens tabel 1 geldt voor de snelweg de kwalificatie 'matig' en voor het railverkeer 'redelijk'.

Het logaritmisch optellen van deze niveaus is niet toegestaan, omdat er verschillende dosis-effect relaties gelden.

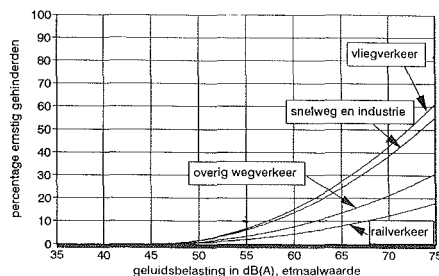
Bij de cumulatie methodiek worden de verschillende lawaaisoorten via coëfficiënten omgerekend naar de geluidsoort 'overig wegverkeer'. Hierdoor worden de geluidsniveaus onderling vergelijkbaar.



Figuur 4
Hinderlijkheid van ander wegverkeer



Figuur 5
Hinderlijkheid van railverkeer



Figuur 6
Vergelijking ernstige hinderscores voor alle
betrokken lawaaisoorten

Tabel 3
Weegfactoren voor de cumulatie methode

In voorbeeld 2 houdt dit het volgende in:

- Snelwegverkeer 51 dB(A) = Overig verkeer 53 dB(A)
- Railverkeer 51 dB(A) = Overig verkeer 49 dB(A)

Het gecumuleerde geluidsniveau van deze bronnen is dan 54,5 dB(A) overig verkeer. Voor de kwalificatie kan nu weer in tabel 1 gekeken worden waarbij voor dit niveau van 54,5 dB(A) de volgende kwalificatie van de woonomgeving geldt: 'matig'.

3.2 Cumulatie methode

De hier toegepaste cumulatie methode, ontleend aan [6] en [7], werkt als volgt:

- 1 Stel per geluidsbron de afzonderlijke geluidsbelastingen vast.
Het is noodzakelijk, dat er voor alle bronnen met dezelfde dosismaat wordt gerekend, het L_{Aeq} per etmaalperiode. Dit geldt dus ook voor het luchtvaartlawaai. Voor dit onderzoek zijn door het NLR de L_{Aeq} -contouren rond Schiphol in dB(A) aangeleverd. Deze contouren zijn berekend voor zowel de dag-, avond- als nachtperiode.
- 2 Sommeer energetisch de bronnen van gelijke hinderlijkheid waarbij rekening wordt gehouden met de bijbehorende weegfactoren zoals vermeld in tabel 3.

Geluidsbron/weegfactoren	PL_i	a_i
1. Buitenstedelijk wegverkeerslawaai ¹⁾	40	1,21
2. Binnenstedelijk wegverkeerslawaai ²⁾	40	1,00
3. Railverkeerslawaai	40	0,82
4. Civiel luchtvaartlawaai	40	1,31
5. Niet impulsvormig industriellawaai	40	1,21
6. Impulslawaai	20	0,84

¹⁾ In tabel 1 en 2 wordt dit snelwegverkeer genoemd overeenkomstig [6].

²⁾ In tabel 1 en 2 wordt dit overig wegverkeer genoemd overeenkomstig [6].

- 3 Vervolgens wordt voor elke etmaalperiode de gecorrigeerde geluidsbelasting bepaald:

$$Y_{\text{dag}} = \sum_i [10^{(L_{Aeq,i}(\text{dag}) - PL_i)/10}]^{a_i}$$

$$Y_{\text{avond}} = \sum_i [10^{(L_{Aeq,i}(\text{avond}) + 5 - PL_i)/10}]^{a_i}$$

$$Y_{\text{nacht}} = \sum_i [10^{(L_{Aeq,i}(\text{nacht}) + 10 - PL_i)/10}]^{a_i}$$

- 4 Bepaal nu de hoogste van deze drie waarden:

$$Y_{\text{max}} = \text{MAX} [Y_{\text{dag}}, Y_{\text{avond}}, Y_{\text{nacht}}]$$

- 5 De kwaliteitsmaat voor de gecumuleerde situatie volgt nu uit:

$$L_{\text{etm}} = 10 \log (Y_{\text{max}}) + 40$$

Dit is de etmaalwaarde van de geluidsbelasting van binnenstedelijk wegverkeerslawaai die even belastend is als de combinatie van de aanwezige geluidsbelastingen.

4 Beoordelingskader

4.1 Wettelijk kader

In de Wet geluidshinder is in artikel 157 een coördinerende functie toegewezen aan de provincie indien woningen in twee of meer zones zijn gelegen. Hierbij moet er op worden toegezien, dat er voldoende aandacht wordt geschonken aan de noodzakelijke onderlinge afstemming en samenhang van de onderscheiden maatregelen.

Bij de wetswijziging van 24 juni 1992 is aan dit artikel 157 lid 3 toegevoegd. Dit lid geeft de minister van VROM de mogelijkheid om nadere regels te stellen over de wijze waarop de verschillende geluidsbelastingen in het geval van cumulatie gecorrigeerd dienen te worden.

Dat is gebeurd in het ontwerp-ministeriële besluit: 'Regeling bepaling gecumuleerde geluidsbelasting'.

De in paragraaf 3.2 beschreven methode is ontleend aan dit ontwerp-besluit.

In de Wet geluidshinder is geen normstelling opgenomen voor gecumuleerde geluidsniveaus.

In het ontwerp-besluit wordt wel aangegeven, dat, hoewel niet getoetst kan worden aan de wettelijke normen voor stedelijk wegverkeer, daaraan wel een indicatie over de mate van hinder kan worden ontleend bij overschrijding van de normen. Dit kan omdat alle geluidsoorten omgerekend worden naar een even hinderlijk geluidsniveau van stedelijk wegverkeer.

4.2 Toetsingskader

Het toetsingskader voor dit onderzoek wordt gevormd door de richtlijnen [14] van de IMER PMMS.

In de richtlijnen [14] is als tweede doelstelling opgenomen 'de verhoging van de leefkwaliteit in het gebied rond Schiphol', naast de eerste doelstelling 'de versterking van de mainportfunctie van Schiphol'.

Dit wordt voor geluid als volgt uitgewerkt:

1. Voor vliegtuiggeluid is sprake van verbetering als het aantal ernstig gehinderde personen alsmede het aantal personen dat slaapverstoring zal ondervinden, lager is dan in 1990.
Ten aanzien van de ernstig gehinderden wordt het gebied binnen de 20 KE-contour beschouwd.
2. Voor de overige geluidsbronnen geldt dat het aantal personen dat hinder ondervindt niet hoger is dan in 1990.
Er gelden dus feitelijk twee criteria:
 - een criterium voor vliegtuiggeluid en
 - een criterium voor omgevingsgeluid.

Bij het toetsen wordt dus de situatie van 1990 als uitgangspunt genomen. Dit geldt ook voor de gecumuleerde geluidsniveaus.

4.3 Referentiekader

Voor het referentiekader kunnen ook de overige beleidsdocumenten van de Rijksoverheid worden beschouwd, waarin beleidsdoelstellingen inzake geluidshinder worden geformuleerd. Deze documenten gelden als taakstellend voor het beleid van lagere overheden, zoals voor het provinciale streekplan.

In het Nationaal Milieubeleidsplan [11] staat als milieudoelstelling voor het jaar 2000 aangegeven dat het aantal geluidgehinderden in dat jaar niet is toegenomen ten opzichte van 1985.

In het NMP-plus [12] wordt als ijkpunt het jaar 1986 gekozen. Voor verkeer wordt als doelstelling genoemd dat in 2000 50% van de saneringssituaties opgelost is en het aantal gehinderden met 10% gedaald is.

In 2010 moet het aantal gehinderden met 50% afgenomen zijn.

Een hogere geluidsbelasting dan 55 dB(A) geldt als 'hinderlijk' in het NMP.

In het rapport 'Zorgen voor morgen' [13] staat op bladzijde 401 aangegeven, dat er geen eenvoudige relatie is tussen geluidsniveau en ondervonden hinder. Het is tevens de vraag of in 2000 en 2010 de beleving van eenzelfde fysisch geluidsniveau nog dezelfde is als heden ten dage.

Hiermee wordt aangegeven, dat de keuze van een bepaalde grenswaarde waarboven het geluid als hinderlijk wordt ervaren niet een vaststaand gegeven is. Voor de definitie van 'Hinder' wordt gebruikt gemaakt van [6]. De definitie is omwille van de vergelijkbaarheid, voor alle jaren dezelfde.

5 Werkwijze

Om de effecten te kunnen beoordelen is de volgende werkwijze gevolgd in het onderzoek:

- Allereerst wordt voor elke geluidsbron (b.v. een weg, spoorweg, industrie-terrein of luchtvaart) het equivalente geluidsniveau in dB(A) (L_{Aeq}) berekend op ontvangpunten rond deze bron. Dit wordt afzonderlijk gedaan voor de dag-, avond- en nachtperiode. Hierbij wordt gebruik gemaakt van punten, die op vaste onderlinge afstanden liggen (rasters).
- De rasterpunten liggen op onderlinge afstanden van 100 x 100 meter. Het eerste punt van de berekeningen ligt linksonder en heeft in het Rijksdriehoekstelsel de volgende coördinaten:
 $x = 97.000$
 $y = 464.000$
Het tweede punt ligt rechtsboven en heeft de volgende Rijksdriehoek-coördinaten:
 $x = 133.000$
 $y = 506.000$
- Op deze rasterpunten wordt voor elke geluidsoort het L_{Aeq} voor de dag-, avond- en nachtperiode berekend. Vervolgens wordt per geluidsoort nagegaan op welke punten de geluidsbelasting minder is dan 40 dB(A) etmaalwaarde. Deze waarden worden niet meegenomen in de berekening. Uit tabel 3 en de bijbehorende formules blijkt, dat niveaus van 40 dB(A) etmaalwaarde en lager niet relevant zijn.
- Voor de overige punten wordt het gecumuleerde geluidsniveau bepaald volgens de methode beschreven in punt 3.2.
- Vervolgens worden er contouren bepaald voor de gecumuleerde geluidsniveaus op basis van de etmaalwaarde in klassen van 5 dB(A).
- Als de contouren zijn vastgelegd is het mogelijk om vast te stellen hoeveel woningen een geluidsbelasting van 65 tot 60 dB(A) , 60 - 55, 55 -50 etc. onder-vinden.
Op basis van de gemiddelde woningbezetting kan dan het aantal gehinderden worden bepaald.
Tevens kan bijvoorbeeld het oppervlak binnen elke contour worden bepaald. Deze werkzaamheden worden door bureau ADECS verricht.
- Voor het vaststellen van de hinder kan dan gebruik gemaakt worden van resultaten uit [6] voor 'overig wegverkeer' (Binnenstedelijk wegverkeer genoemd in andere publikaties).

Voor dit onderzoek wordt het aantal gehinderde personen per geluidsklasse gepresenteerd voor de volgende situaties:

- bestaande woningen;
- in aanbouw zijnde woningen in een gemeente of geprojecteerd in een streekplan;
- waarschijnlijke nieuwbouwplannen (zachte capaciteit).

Ten slotte worden de verschillende scenario's met elkaar vergeleken op basis van het aantal gehinderden. Hierbij worden de matig gehinderden, gehinderden en ernstig gehinderden voor alle geluidsklassen gesommeerd.

6 Onderzochte varianten ten behoeve van de cumulatie

Voor wegverkeers-, railverkeers-, vliegverkeers- en industrielawaai zijn de volgende scenario's onderzocht [1]:

Wegverkeerslawaaï:

- Huidige situatie 1990
- Situatie 2003:
 - De Autonome groei komt overeen met het scenario Schiphol Mainport. Er is voor 2003 een onderscheid gemaakt in het totale verkeer met Schiphol en zonder het aan Schiphol gerelateerde verkeer.
- Situatie 2015:
 - De Autonome groei.
 - Schiphol Mainport. In deze situatie is wederom een onderscheid gemaakt in het totale verkeer met Schiphol en zonder het aan Schiphol gerelateerde verkeer.

Railverkeerslawaaï:

- Huidige situatie 1990
- Situatie 2003
- Situatie 2015:
 - Hierbij is rekening gehouden met de HST en de bypass-west. Er is gerekend met 4 miljoen passagiers voor de HST. Als variant is gerekend met 10 miljoen HST-passagiers.

Zoals in paragraaf 7.2 wordt aangegeven, is er geen significant verschil in het aantal gehinderden in het jaar 2015 voor het scenario met 4 miljoen of 10 miljoen reizigers met de HST. Derhalve is voor de cumulatie alleen gerekend met het scenario voor de HST met 4 miljoen reizigers.

Industrielawaai:

- Huidige situatie 1990
- Situatie 2003
- Situatie 2015

De situaties 2003 en 2015 zijn identiek.

Luchtvaartlawaaï:

De gegevens over de geluidimmissie van het luchtvaartlawaaï in dB(A) zijn aangeleverd door het NLR.

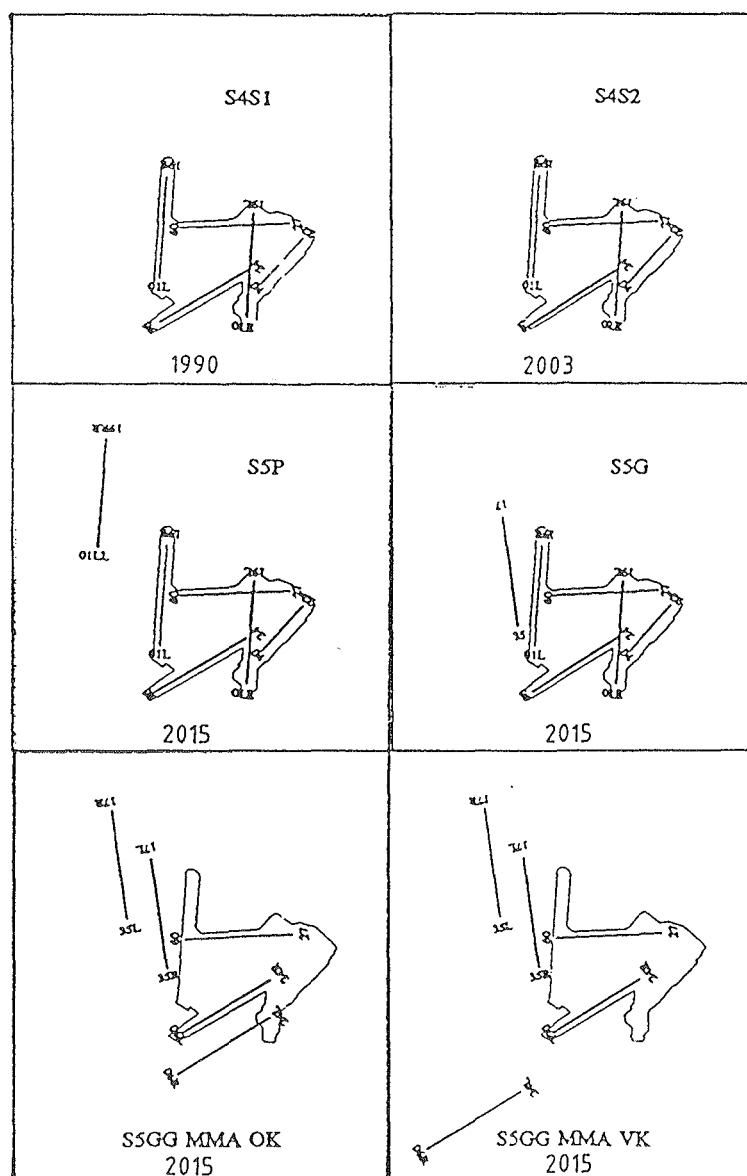
In figuur 7 staat een overzicht van de beschouwde banenstelsels.

Het betreft de volgende banenstelsels:

- S4S1 = Het huidige banenstelsel (1990) met 4 start- en landingsbanen.
- S4S2 = Het huidige banenstelsel (1990) met 4 start- en landingsbanen waarbij de Zwanenburgbaan ook in zuidelijke richting wordt gebruikt en waarbij de Kaagbaan is verlengd.
- S5P = Het huidige banenstelsel waaraan een 5^e baan parallel aan de Zwanenburgbaan is toegevoegd.

- S5G = Het huidige banenstelsel waaraan een 5^e baan gedraaid ten opzichte van de Zwanenburgbaan is toegevoegd.
- MMA-VK = Het meest milieuvriendelijke alternatief, gebaseerd op het S5G stelsel.
- MMA-OK' = Het meest milieuvriendelijke alternatief eveneens gebaseerd op het S5G stelsel.

Figuur 7



Tabel 4
Een overzicht van de scenario's die gecumuleerd worden

In tabel 4 staat een overzicht van de scenario's die gecumuleerd zullen worden.

Scenario	Wegverkeer	Railverkeer	Industrie	Vliegverkeer
• Huidige situatie	1990	1990	1990	S4S1 (1990)
• Situatie 2003	2003 ¹	2003	2015 ²	S4S2
• Situatie 2015	2015	2015 ⁴	2015 ²	S4S1 (2015) S5P S5G MMA/VK MMA/OK

¹ De autonome groei en Schiphol Mainport zijn hetzelfde.

² Er is voor de industrie geen verschil tussen 2003 en 2015.

³ Er wordt een onderscheid gemaakt tussen autonome groei en Schiphol Mainport. Voor S4S1 (2015) is de autonome groei voor het wegverkeer toegepast. Voor de overige varianten in 2015 is het Schiphol Mainport verkeersscenario gebruikt.

⁴ Hier wordt gerekend met een HST met 4 miljoen reizigers.

7 Berekeningsresultaten overige geluidsbronnen

7.1 Inleiding

Met behulp van de berekende contouren zijn voor ieder scenario woningtellingen verricht. Vervolgens is het aantal geluidsbelaste personen voor iedere geluids-klasse vastgesteld op basis van de gemiddelde woningbezetting per (deel)gemeente. Bij de vaststelling van het aantal gehinderde personen is geen rekening gehouden met de uitvoering van autonome saneringsprogramma's op het terrein van weg-, vlieg- en railverkeer en de industrie.

De volgende categorieën personen zijn geteld:

- personen in bestaande woningen;
- personen in woningen in aanbouw;
- personen in woningen, opgenomen in het streekplan;
- personen in woningen, opgenomen als 'zachte capaciteit'.

Voor een nadere verklaring van deze begrippen wordt verwezen naar het rapport van Adecs [10].

De verschillende categorieën personen zijn binnen elke contour bij elkaar opgeteld. Op basis van het totale aantal personen binnen een contour is het aantal gehinderden vastgesteld binnen zo'n contour. Deze gehinderden zijn als volgt onderverdeeld:

- matig gehinderd
- gehinderd
- ernstig gehinderd

De contouren zijn in stappen van 5 dB(A) berekend. Hierdoor is het mogelijk om de hiervoor beschreven tellingen van gehinderde personen in klassen in te delen. Het betreft de volgende geluidsklassen:

- 40-45 dB(A)
- 45-50 dB(A)
- 50-55 dB(A)
- 55-60 dB(A)
- 60-65 dB(A)
- 65-70 dB(A)
- > 70 dB(A)

Voor elke klasse wordt het percentage gehinderden berekend volgens de methode beschreven in [6] en uitgewerkt in paragraaf 3.1 en tabel 2 van dit rapport. Steeds is het midden van een klasse aangehouden om het percentage te berekenen.

In dit hoofdstuk worden de berekeningsresultaten uit [1] herhaald voor de geluidsoorten wegverkeerslawaai, railverkeerslawaai en industrielawaai. Het gaat om de samenvattende en vergelijkende tellingen per geluidsoort van het aantal gehinderden, onderverdeeld als matig gehinderden, gehinderden en ernstig gehinderden.

De contouren en individuele tellingen worden niet meer herhaald. Voor deze informatie wordt naar [1] verwezen. Verder is het voor de cumulatie noodzakelijk om de contouren van luchtvaartlawaai als etmaalwaarden te hebben. Deze zijn voor de verschillende varianten door het NLR berekend in het onderzoeksgebied.

7.2 Wegverkeer, railverkeer en industrie

In tabel 5 worden de vergelijkende tellingen van het aantal gehinderden gepresenteerd voor wegverkeer, ontleend aan [1]. In figuur 8a t/m 8c worden de resultaten grafisch weergegeven.

Tabel 5a
Vergelijking hinderscores wegverkeer in personen

scenario/hinderklasse ¹⁾	1990	2003 Mainport en autonoom	2003 Mainport zonder Schiphol	2015 autonoom	2015 Mainport	2015 Mainport zonder Schiphol
• matig gehinderd	91.525	87.224	86.105	86.637	87.517	85.054
• gehinderd	109.808	104.514	102.908	103.868	104.940	101.733
• ernstig gehinderd	27.228	26.528	25.847	26.442	26.791	25.749
• totaal gehinderden	228.561	218.266	214.860	216.947	219.248	212.536

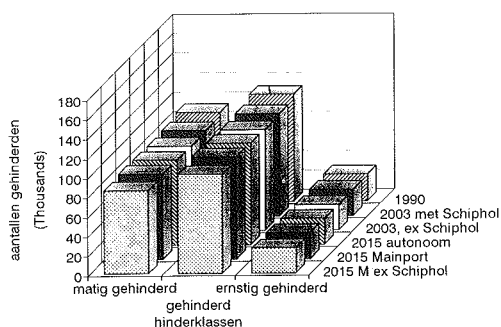
¹⁾ De resultaten zijn niet gesommeerd, maar de 'matig gehinderden' bevatten géén 'gehinderden', enz.

Tabel 5b
Vergelijking aantallen bestaande woningen en gehinderden voor wegverkeer

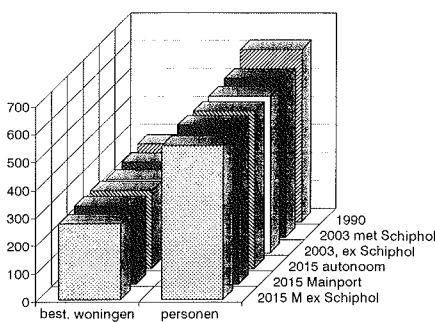
scenario/onderwerp	1990	2003 Mainport en autonoom	2003 Mainport zonder Schiphol	2015 autonoom	2015 Mainport	2015 Mainport zonder Schiphol
aantal bestaande woningen	277.911	267.808	264.719	279.298	282.016	273.824
totaal aantal gehinderden	207.345	190.939	188.001	189.427	191.411	185.378

Nota bene: de klasse 'matig gehinderden' omvat alleen de matig gehinderden, de klasse 'gehinderd' alleen de gehinderden enz. Zie ook paragraaf 8.1.

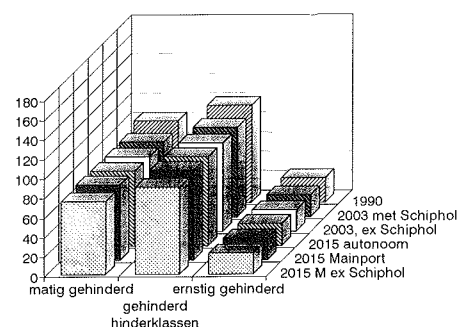
In tabel 6 a en b worden de resultaten voor railverkeer gepresenteerd. In figuur 9 a t/m c worden de resultaten grafisch weergegeven.



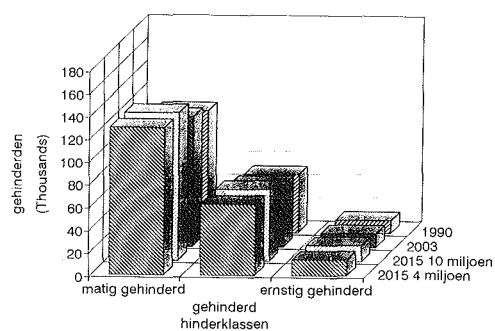
Figuur 8a
Grafische vergelijking scenario's wegverkeer
aantal gehinderden



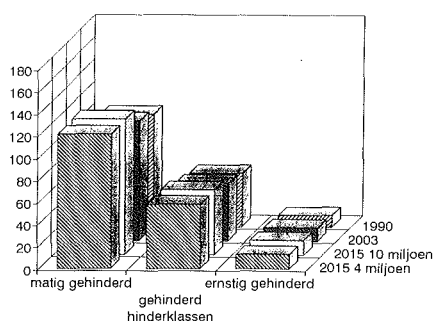
Figuur 8b
Grafische vergelijking scenario's wegverkeer
voor de bestaande woningen en personen



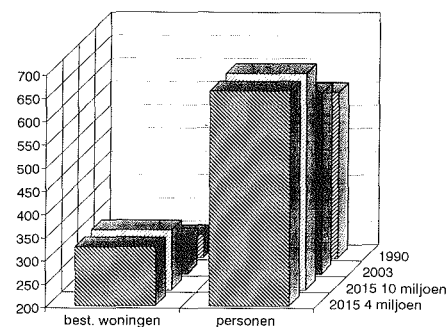
Figuur 8c
Grafische vergelijking scenario's wegverkeer
voor de aantallen geluidsbelaste woningen en
personen



Figuur 9a
Grafische vergelijking scenario's railverkeer
aantal gehinderden



Figuur 9b
Grafische vergelijking scenario's railverkeer
voor de bestaande woningen en personen



Figuur 9c
Grafische vergelijking scenario's railverkeer
voor de aantallen geluidsbelaste woningen en
personen

Tabel 6a
Vergelijking hinderscores railverkeer in
gehinderden

scenario/hinderklasse ¹⁾	1990	2003	2015 4 mln HST	2015 10 mln HST
matig gehinderd	106.235	113.696	129.055	129.876
gehinderd	50.287	54.445	62.148	62.487
ernstig gehinderd	10.778	12.045	13.814	13.861
Totaal	167.300	180.186	205.017	206.224

¹⁾ De resultaten zijn niet gesommeerd, maar de 'matig gehinderden' bevatten géén 'gehinderden', enz.

Tabel 6b
Vergelijking aantallen bestaande woningen
en gehinderden voor railverkeer

scenario/onderwerp	1990	2003	2015 met 4 miljoen HST- passagiers	2015 met 10 miljoen HST- passagiers
aantal bestaande woningen	249.432	277.527	327.239	328.709
totaal aantal gehinderden	159.442	171.192	192.152	193.105

In tabel 7 worden de resultaten voor het industrielaawaai gepresenteerd. In figuur 10 a, b en c worden deze grafisch weergegeven.

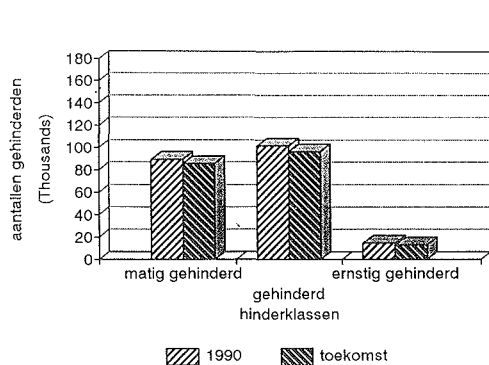
Tabel 7a
Vergelijking hinderscores industrielaawaai in
personen

scenario/hinderklasse ¹⁾	1990	2003/2015
matig gehinderd	89.105	85.392
gehinderd	101.790	96.231
ernstig gehinderd	14.305	12.783
Totaal	205.200	194.406

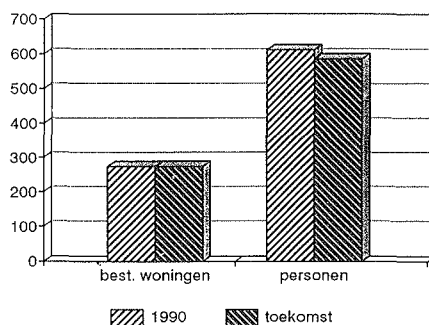
¹⁾ De resultaten zijn niet gesommeerd, maar de 'matig gehinderden' bevatten géén 'gehinderden', enz.

Tabel 7b
Vergelijking aantallen bestaande woningen
en totalen gehinderden voor industrie

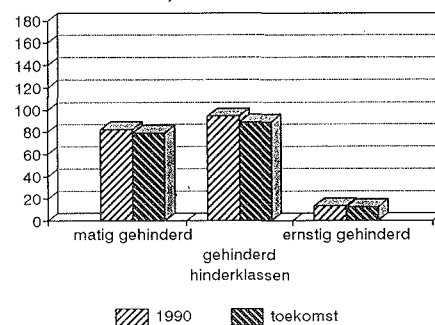
scenario/onderwerp	1990	2003/2015
aantal bestaande woningen	273.508	273.983
totaal aantal gehinderden	190.214	179.847



Figuur 10a
Grafische vergelijking scenario's industrie
aantal gehinderden



Figuur 10b
Grafische vergelijking scenario's industrie
voor de bestaande woningen en gehinderden



Figuur 10c
Grafische vergelijking scenario's industrie
voor de bestaande woningen

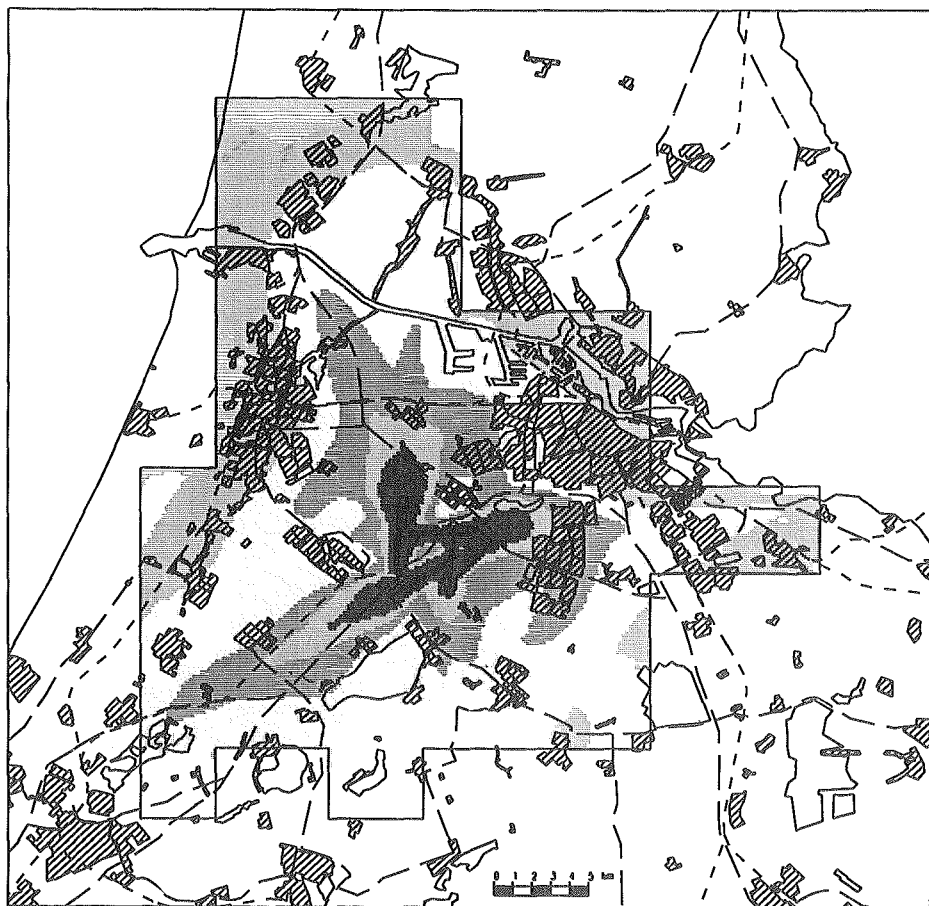
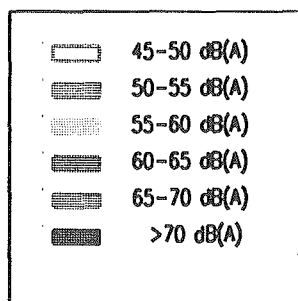
7.3 Vliegverkeer

De berekeningsresultaten voor luchtvaartlawaai in de vorm van een contourenplot worden gepresenteerd in figuur 11 t/m 17. Dit geldt alleen voor het deel van het onderzoeksgebied uit figuur 1 waar cumulatie optreedt. Tevens is voor elke variant het aantal woningen bepaald binnen de verschillende contouren en vervolgens een berekening gemaakt van het aantal gehinderden.

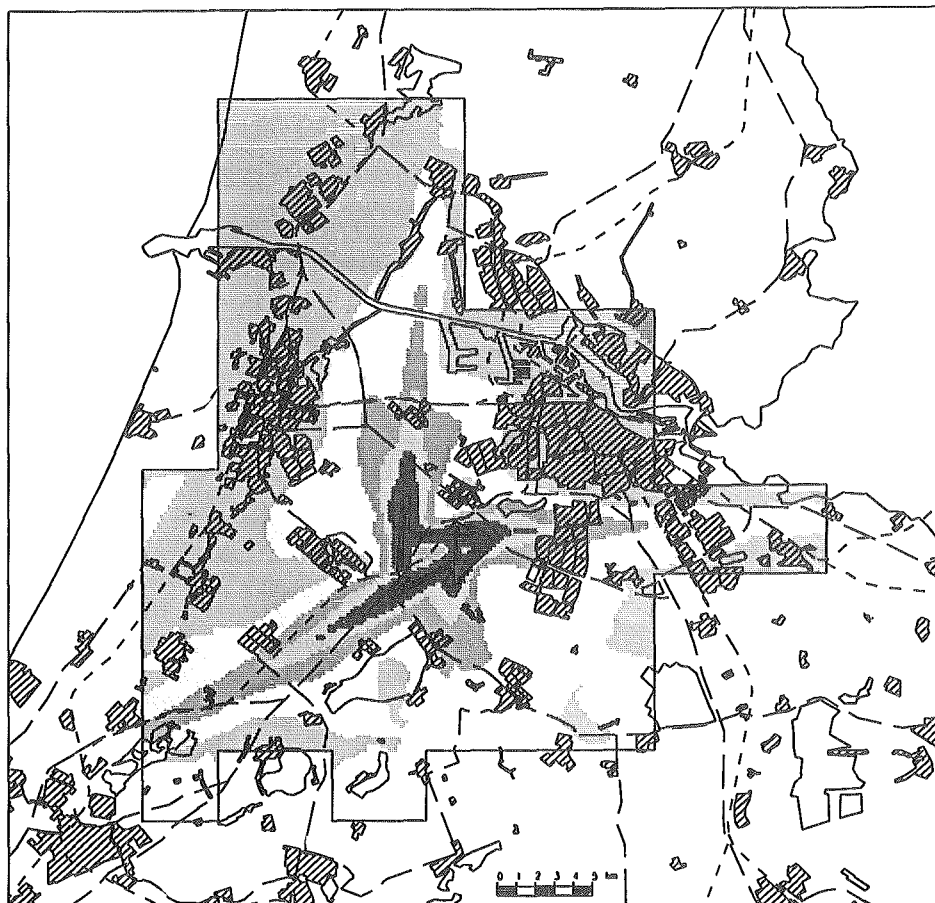
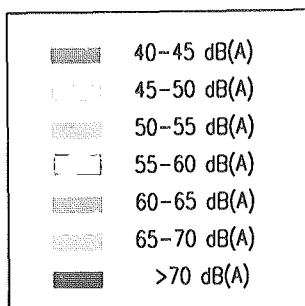
Dit is steeds gedaan voor het gedeelte van het onderzoeksgebied uit figuur 1 waar cumulatie optreedt. De resultaten zijn in tabel 8 t/m 14 opgenomen. De grafische weergave van deze tabellen staat in figuur 18 t/m 24.

Hieronder staat een overzicht van de bij elkaar horende informatie:

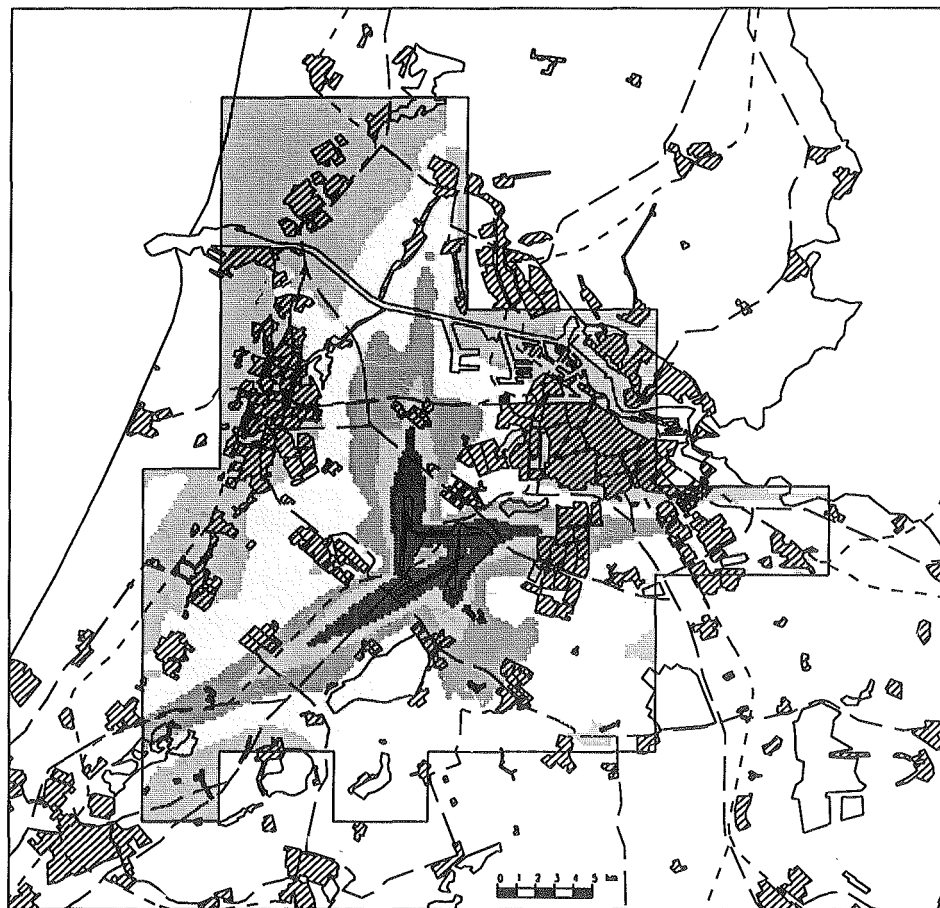
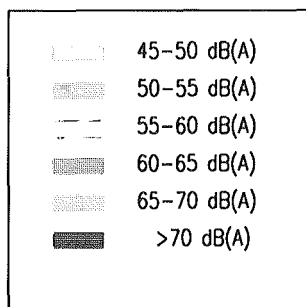
- Figuur 11 S4S1 1990 tabel 8, figuur 18
- Figuur 12 S4S2 2003 tabel 9, figuur 19
- Figuur 13 S4S1 2015 tabel 10, figuur 20
- Figuur 14 S5P 2015 tabel 11, figuur 21
- Figuur 15 S5G 2015 tabel 12, figuur 22
- Figuur 16 MMA-VK 2015 tabel 13, figuur 23
- Figuur 17 MMA-OK 2015 tabel 14, figuur 24



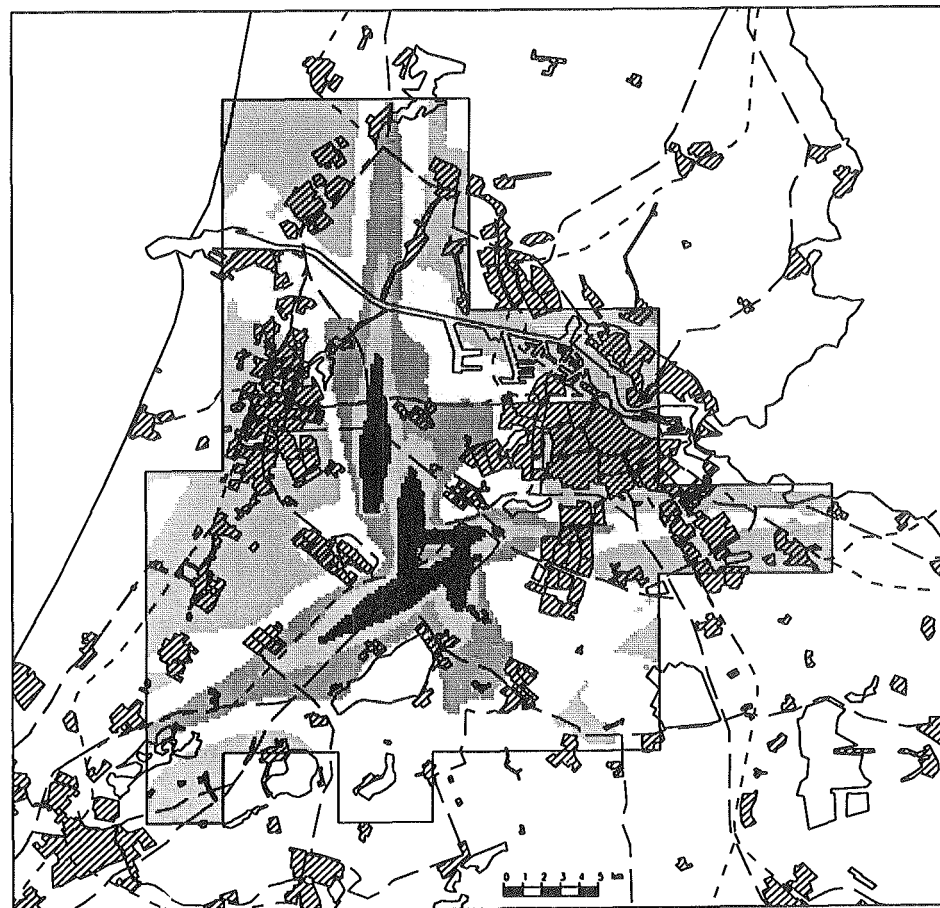
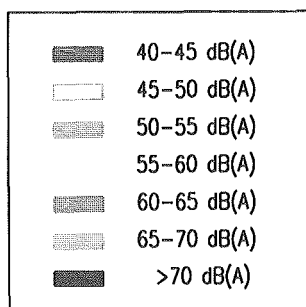
Figuur 11
 Etmaalwaarde-contouren luchtvaart S4S1 1990



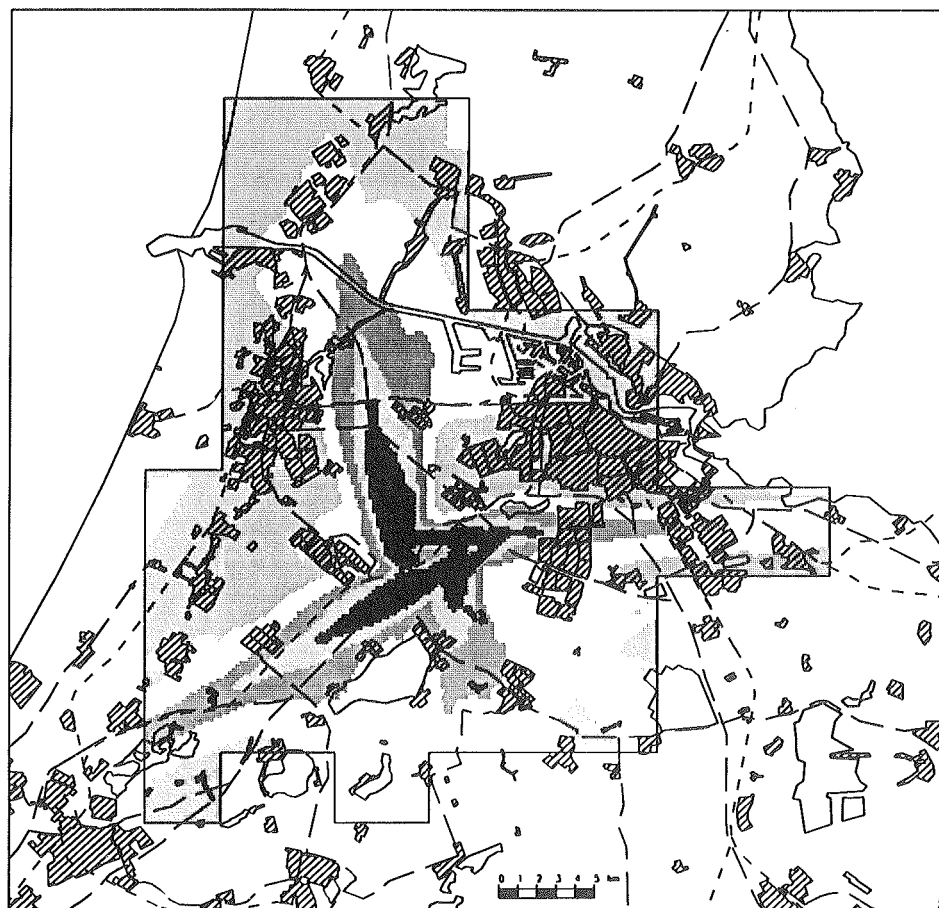
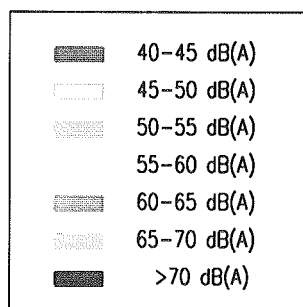
Figuur 12
 Etmaalwaarde -contouren luchtvaart S4S2 2003



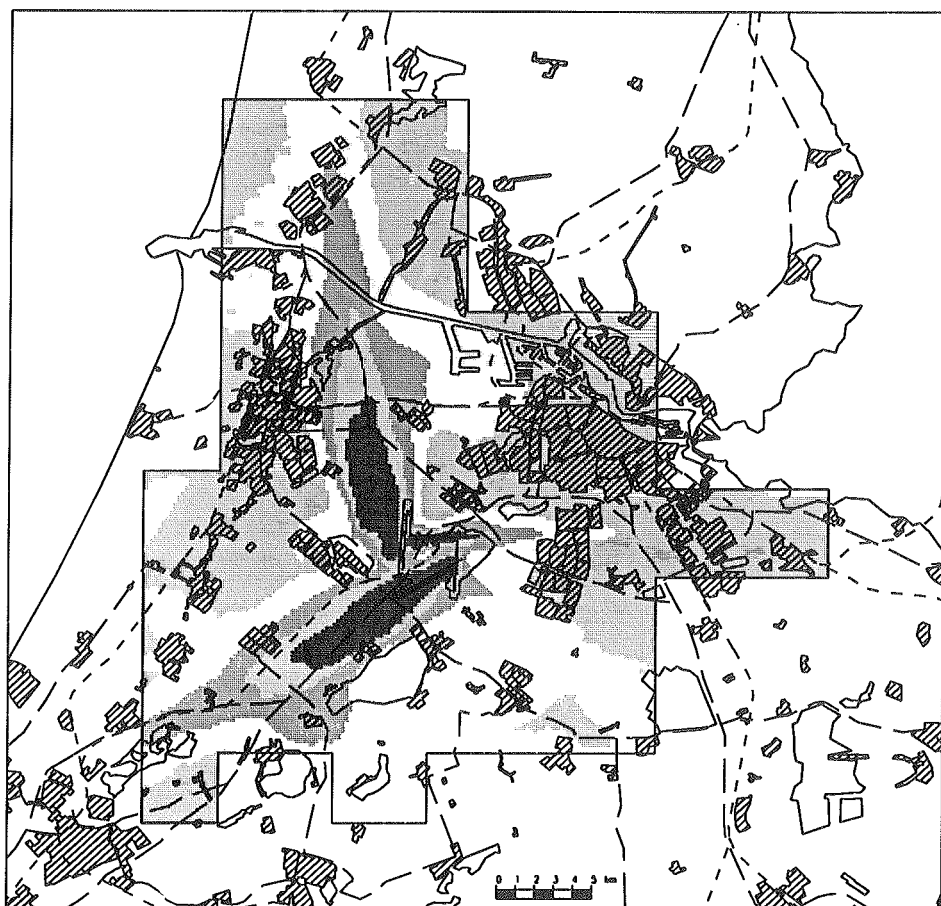
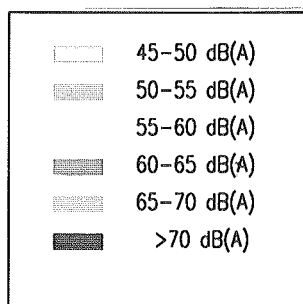
Figuur 13
 Etmaalwaarde-contouren luchtvaart S4S1 2015



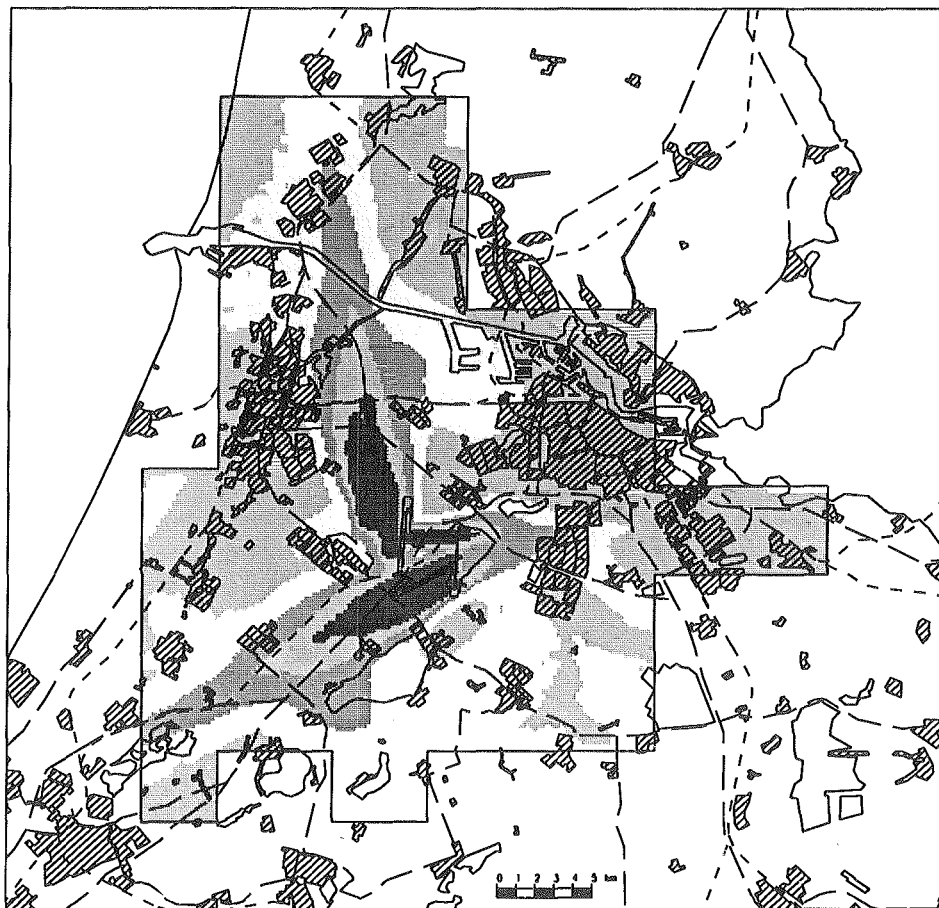
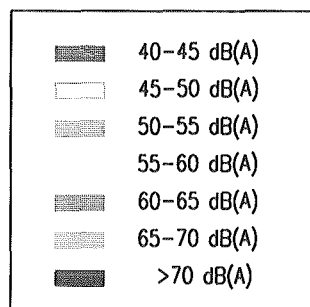
Figuur 14
 Etmaalwaarde-contouren luchtvaart S5P 2015



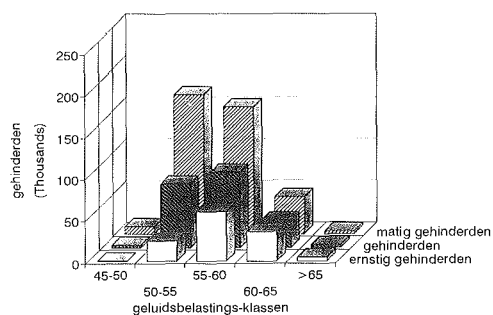
Figuur 15
 Etmaalwaarde-contouren luchtvaart S5G 2015



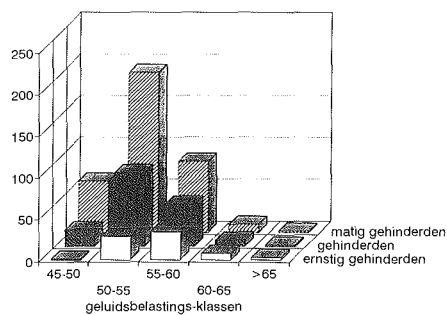
Figuur 16
 Etmaalwaarde-contouren luchtvaart
 S5G-MMA-vk 2015



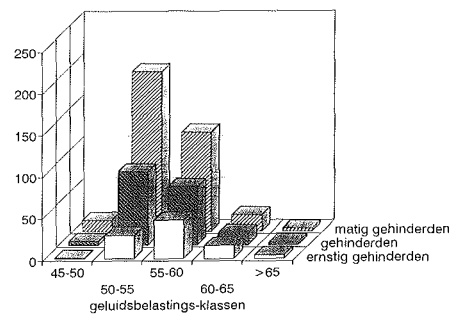
Figuur 17
 Etmaalwaarde-contouren luchtvaart
 SSG-MMA-ok 2015



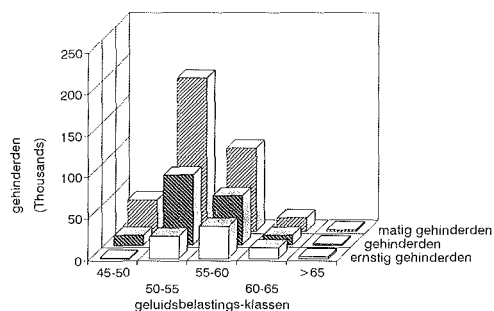
Figuur 18
Grafiek luchtvaartlawaaai S4S1 1990
totaal aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



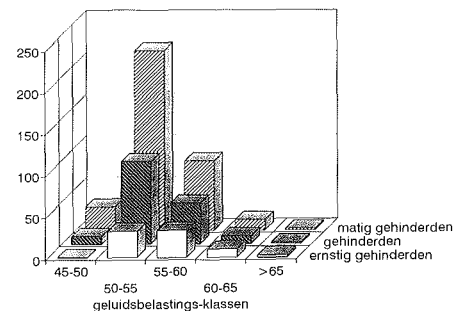
Figuur 19
Grafiek luchtvaartlawaaai S4S2 2003
totaal aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



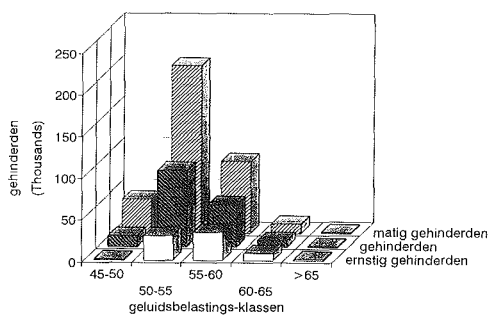
Figuur 20
Grafiek luchtvaartlawaaai S4S1 2015
totaal aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



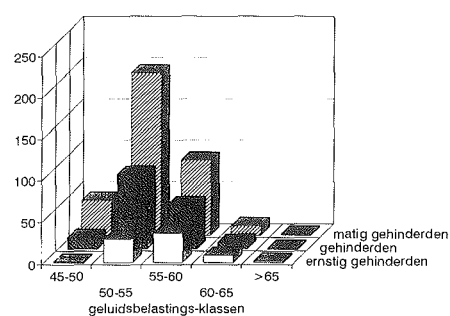
Figuur 21
Grafiek luchtvaartlawaaai S5P 2015
totaal aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



Figuur 22
Grafiek luchtvaartlawaaai S5G 1990
totaal aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



Figuur 23
Grafiek luchtvaartlawaaai S5G-MMA-vk 2015
totaal aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



Figuur 24
Grafiek luchtvaartlawaaai S5G-MMA-ok 2015
totaal aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'

Tabel 8a
Scenario: Luchtvaartlawaaï 1990 S4S1
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		39176	626668	419511	143626	13377	1032
• Woningen in aanbouw			6983	24729	17682		
• Streekplan				15673			
• Zachte capaciteit			480	97323	7500		
<i>Totaal tellingen</i>		<i>39176</i>	<i>634131</i>	<i>557236</i>	<i>168808</i>	<i>13377</i>	<i>1032</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Totaal
• Matig gehinderd		8815	166142	152125	43890	3127	374099
• Gehinderd		2781	76096	89715	32411	3170	204173
• Ernstig gehinderd		157	24097	59067	35112	4942	123375
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>11753</i>	<i>266335</i>	<i>300907</i>	<i>111413</i>	<i>11239</i>	<i>701647</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 8b
Scenario: Luchtvaartlawaaï 1990
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		16688	281759	183902	65340	5595	382
• Aantal personen		39176	626668	419511	143626	13377	1032
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		8815	164187	114527	37343	3127	327999
• Gehinderd		2781	75200	67541	27576	3170	176268
• Ernstig gehinderd		157	23813	44468	29874	4942	103254
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>11753</i>	<i>263200</i>	<i>226536</i>	<i>94793</i>	<i>11239</i>	<i>607521</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 9a

Gehinderden luchtvaartlawaaï 2003 S4S2

Tellingen personen in schillen en gehinderde personen

Tellingen personen in schillen en gehinderde personen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	6509	273069	627667	249680	36808	7340	421
• Woningen in aanbouw		1400	20189	25811	200		
• Streekplan			11845	3215			
• Zachte capaciteit		230	71886	31500	840		
<i>Totaal tellingen</i>	<i>6509</i>	<i>274699</i>	<i>731587</i>	<i>310206</i>	<i>37848</i>	<i>7340</i>	<i>421</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		61807	191676	84686	9840	1684	349693
• Gehinderd		19504	87790	49943	7267	1707	166211
• Ernstig gehinderd		1099	27800	32882	7872	2662	72315
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>82410</i>	<i>307266</i>	<i>167511</i>	<i>24979</i>	<i>6053</i>	<i>588219</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 9b

Scenario: luchtvaartlawaaï 2003 S4S2

Tellingen bestaande woningen en personen in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	2712	131320	289972	115329	16221	3075	162
• Aantal personen	6509	273069	627667	249680	36808	7340	421
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		61441	164449	68163	9570	1684	305307
• Gehinderd		19388	75320	40198	7067	1707	143680
• Ernstig gehinderd		1092	23851	26466	7656	2662	61727
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>81921</i>	<i>263620</i>	<i>134827</i>	<i>24293</i>	<i>6053</i>	<i>510714</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 10a

Scenario: Luchtvaartlawaaï 2015 S4S1

Tellingen personen in schillen en gehinderde personen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		58013	701780	311654	63931	11167	856
• Woningen in aanbouw		60	10982	29264	4750		
• Streekplan			6600	7848			
• Zachte capaciteit			8980	85099	6270		
<i>Totaal tellingen</i>		<i>58073</i>	<i>728342</i>	<i>433865</i>	<i>74951</i>	<i>11167</i>	<i>856</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		13066	190826	118445	19487	2609	344433
• Gehinderd		4123	87401	69852	14391	2645	178412
• Ernstig gehinderd		232	27677	45990	15590	4124	93613
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>17421</i>	<i>305904</i>	<i>234287</i>	<i>49468</i>	<i>9378</i>	<i>616458</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 10b

Scenario: Luchtvaartlawaaï 2015 S4S1

Tellingen bestaande woningen en personen in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		28802	347092	148289	30335	4858	342
• Aantal personen		58013	701780	311654	63931	11167	856
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		13053	183866	85082	16622	2609	301232
• Gehinderd		4119	84214	50176	12275	2645	153429
• Ernstig gehinderd		232	26668	33035	13298	4124	77357
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>17404</i>	<i>294748</i>	<i>168293</i>	<i>42195</i>	<i>9378</i>	<i>532018</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 11a
 Scenario: Luchtvaartlawaaï 2015 S5P
 Tellingen personen in schillen en
 gehinderde personen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	4611	166031	604168	314904	50479	5788	1080
• Woningen in aanbouw			11226	28891	4940		
• Streekplan			7520	6928			
• Zachte capaciteit			78619	15460	6270		
<i>Totaal tellingen</i>	<i>4611</i>	<i>166031</i>	<i>701533</i>	<i>366183</i>	<i>61689</i>	<i>5788</i>	<i>1080</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		37357	183802	99968	16039	1490	338656
• Gehinderd		11788	84184	58955	11844	1511	168282
• Ernstig gehinderd		664	26658	38815	12831	2356	81324
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>49809</i>	<i>294644</i>	<i>197738</i>	<i>40714</i>	<i>5357</i>	<i>588262</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 11b
 Scenario: Luchtvaartlawaaï 2015 S5P
 Tellingen bestaande woningen en personen
 in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	2005	82818	295908	153532	22546	2278	431
• Aantal personen	4611	166031	604168	314904	50479	5788	1080
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		37357	158292	85969	13125	1490	296233
• Gehinderd		11788	72500	50700	9692	1511	146191
• Ernstig gehinderd		664	22958	33380	10500	2356	69858
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>49809</i>	<i>253750</i>	<i>170049</i>	<i>33317</i>	<i>5357</i>	<i>512282</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 12a
 Scenario: luchtvaartlawaaï 2015 S5G
 Tellingen personen in schillen en
 gehinderde personen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		124035	713532	258013	43888	6606	988
• Woningen in aanbouw		480	24492	20084			
• Streekplan				14448			
• Zachte capaciteit			83559	12420	4370		
<i>Totaal tellingen</i>		<i>124515</i>	<i>821583</i>	<i>304965</i>	<i>48258</i>	<i>6606</i>	<i>988</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		28016	215255	83255	12547	1648	340721
• Gehinderd		8841	98590	49099	9266	1671	167467
• Ernstig gehinderd		498	31220	32326	10038	2605	76687
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>37355</i>	<i>345065</i>	<i>164680</i>	<i>31851</i>	<i>5924</i>	<i>584875</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 12b
 Scenario: Luchtvaartlawaaï 2015 S5G
 Tellingen bestaande woningen en personen
 in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		61390	353293	121728	19764	2948	395
• Aantal personen		124035	713532	258013	43888	6606	988
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		27908	186945	70438	11411	1648	298350
• Gehinderd		8806	85624	41540	8426	1671	146067
• Ernstig gehinderd		496	27114	27349	9129	2605	66693
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>37210</i>	<i>299683</i>	<i>139327</i>	<i>28966</i>	<i>5924</i>	<i>511110</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 13a

Scenario: luchtvaartlawaaï 2015 MMA-S5G vk

Tellingen personen in schillen

gehinderde personen							
Tellingen	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
• Bestaande woningen		179750	682702	245845	33854	3724	1183
• Woningen in aanbouw			20967	22842	1247		
• Streekplan			1840	7768	4840		
• Zachte capaciteit			59729	38870	1500	250	
<i>Totaal tellingen</i>		<i>179750</i>	<i>765238</i>	<i>315325</i>	<i>41441</i>	<i>3974</i>	<i>1183</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50	50-55	55-60	60-65	>65	Tot.
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
• Matig gehinderd		40444	200492	86084	10775	1119	338914
• Gehinderd		12762	91829	50767	7957	1135	164450
• Ernstig gehinderd		719	29079	33424	8620	1769	73611
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>53925</i>	<i>321400</i>	<i>170275</i>	<i>27352</i>	<i>4023</i>	<i>576975</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 13b

Scenario: Luchtvaartlawaaï 2015 MMA-S5G-vk

Tellingen bestaande woningen en personen in schillen

Tellingen	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	>70
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
• Bestaande woningen		92429	339215	111968	13959	1474	473
• Aantal personen		179750	682702	245845	33854	3724	1183
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50	50-55	55-60	60-65	>65	Tot.
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
• Matig gehinderd		40444	178868	67116	8802	1065	296295
• Gehinderd		12762	81924	39581	6500	1080	141847
• Ernstig gehinderd		719	25943	26060	7042	1683	61447
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>53925</i>	<i>286735</i>	<i>132757</i>	<i>22344</i>	<i>3828</i>	<i>499589</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 14a

Scenario: luchtvaartlawaaï 2015 MMA-S5G-ok

Tellingen personen in schillen en gehinderde personen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	1322	187376	660584	258947	34797	3107	928
• Woningen in aanbouw			21345	22695	1017		
• Streekplan				9608	4840		
• Zachte capaciteit			60979	37620	1500	250	
<i>Totaal tellingen</i>	<i>1322</i>	<i>187376</i>	<i>742908</i>	<i>328870</i>	<i>42154</i>	<i>3357</i>	<i>928</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		42160	194642	89782	10960	930	338474
• Gehinderd		13304	89149	52948	8094	943	164438
• Ernstig gehinderd		750	28231	34860	8768	1470	74079
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>56214</i>	<i>312022</i>	<i>177590</i>	<i>27822</i>	<i>3343</i>	<i>576991</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 14b

Scenario: Luchtvaartlawaaï 2015 MMA-S5G-ok

Tellingen bestaande woningen en personen in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	575	96346	326608	119674	14717	1227	371
• Aantal personen	1322	187376	660584	258947	34797	3107	928
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		42160	173073	70693	9047	876	295849
• Gehinderd		13304	79270	41690	6681	888	141833
• Ernstig gehinderd		750	25102	27448	7238	1384	61922
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>56214</i>	<i>277445</i>	<i>139831</i>	<i>22966</i>	<i>3148</i>	<i>499604</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

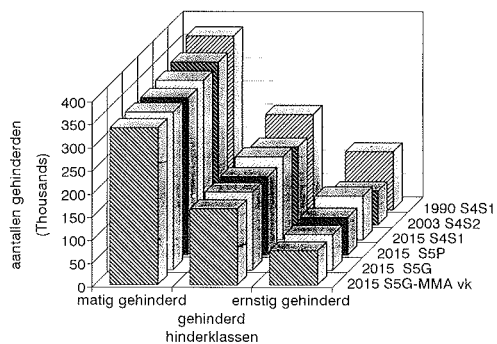
Tabel 15a
Vergelijking hinderscores luchtvaartlawaaï
in personen

Scenario	1990 S4S1	2003 S4S2	2015 S4S1	2015 S5P	2015 S5G	2015 MMA-vk	2015 MMA-ok
Matig gehinderd	374.099	349.693	344.433	338.656	340.721	338.914	338.474
Gehinderd	204.173	166.211	178.412	168.282	167.467	164.450	164.438
Ernstig gehinderd	123.375	72.315	93.613	81.324	76.687	73.611	74.079
<i>Totaal</i>	<i>701.647</i>	<i>588.219</i>	<i>616.458</i>	<i>588.262</i>	<i>584.875</i>	<i>576.975</i>	<i>576.991</i>

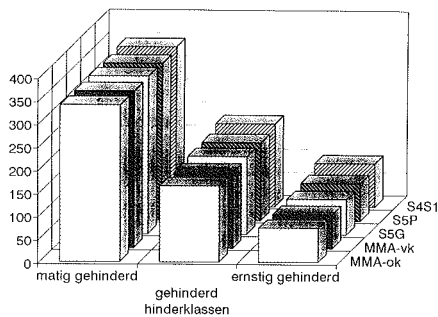
Tabel 15b
Vergelijking aantallen bestaande woningen
en personen
Luchtvaartlawaaï

Scenario	1990 S4S1	2003 S4S2	2015 S4S1	2015 S5P	2015 S5G	2015 MMA-vk	2015 MMA-ok
bestaande woningen	553.666	556.079	559.718	557.513	559.518	559.518	558.943
<i>totaal aant. gehinderd</i>	<i>607.521</i>	<i>510.714</i>	<i>532.018</i>	<i>512.282</i>	<i>511.110</i>	<i>499.589</i>	<i>499.604</i>

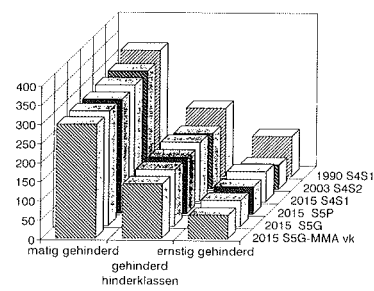
In figuur 25 a t/m f (pagina 38) wordt een vergelijking gemaakt tussen de verschillende varianten uit tabel 8 t/m 14 op basis van het aantal gehinderden. Omdat de hinder ten gevolge van luchtvaartlawaaï slechts voor een beperkt gebied is beschouwd, kunnen hier geen algemene conclusies aan verbonden worden. Hiervoor wordt verwezen naar de rapporten van het NLR.



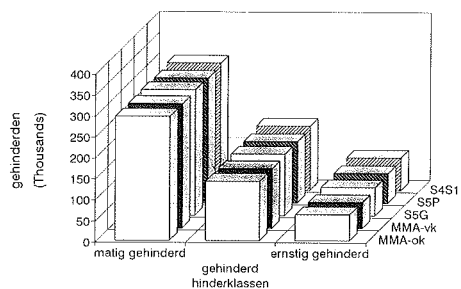
Figuur 25a
Grafische vergelijking luchtvaartlawaai
aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



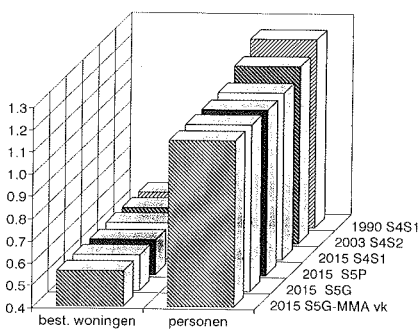
Figuur 25b
Grafische vergelijking luchtvaartlawaai alleen
2015 aantal gehinderden 'binnen het
cumulatiegebied'



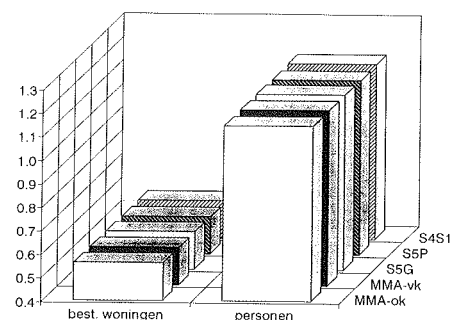
Figuur 25c
Grafische vergelijking luchtvaartlawaai en
aantal gehinderden in bestaande woningen
'binnen het cumulatiegebied'



Figuur 25d
Grafische vergelijking luchtvaartlawaai alleen
2015 aantal gehinderden in bestaande
woningen binnen het cummulatiegebied



Figuur 25e
Grafische vergelijking luchtvaartlawaai voor
de aantallen bestaande woningen en
personen



Figuur 25f
Grafische vergelijking luchtvaartlawaai
alleen 2015 voor de bestaande woningen en
personen

8 Resultaten cumulatie

8.1 Inleiding

Op dezelfde wijze zoals in paragraaf 7.1 is beschreven, is het aantal gehinderden vastgesteld voor de gecumuleerde scenario's. Bij de cumulatie is het stedelijk wegverkeer buiten beschouwing gelaten (zie paragraaf 8.6).

- Op basis van de gecumuleerde contouren zijn woningtellingen verricht. Tevens is, op basis van de gemiddelde woningbezetting per gemeente het aantal geluidsbelaste personen vastgesteld.
- Vervolgens is, met behulp van de aan [6] ontleende methode het aantal gehinderden vastgesteld per contour, verdeeld over:
 - matig gehinderden
 - gehinderden
 - ernstig gehinderden

Deze klassen zijn niet cumulatief. Om het totaal aantal gehinderden te beschouwen, moeten de klassen gesommeerd worden.

- Om de verschillende scenario's onderling te kunnen vergelijken, wordt voor elk scenario het totaal aantal gehinderden vastgesteld, voor alle contouren tezamen, verdeeld over de drie klassen gehinderden. Verder wordt het aantal bestaande woningen gepresenteerd, met het bijbehorende aantal gehinderden. De klassen zijn wederom niet cumulatief. Om het totaal aantal gehinderden vast te stellen, moeten de klassen gesommeerd worden.

Voor elke klasse wordt het percentage gehinderden berekend volgens de methode beschreven in [6] en uitgewerkt in hoofdstuk 3.1, tabel 2, van dit rapport. Steeds is het midden van een klasse aangehouden om het percentage te berekenen.

Voor 'overig wegverkeer' staan deze percentages vermeld in tabel 16.

Deze lawaaisoort wordt gebruikt om het aantal gehinderden na cumulatie vast te stellen.

Tabel 16

Percentage gehinderden als functie van de geluidsbelasting voor overig wegverkeer

Geluidsklasse	Ernstig gehinderden	Gehinderden	Matig gehinderden
< 40 dB(A)	-	-	9,6 %
40 - 45 dB(A)	-	2,3 %	14,4 %
45 - 50 dB(A)	0,2 %	7,6 %	24,0 %
50 - 55 dB(A)	1,9 %	13,8 %	33,6 %
55 - 60 dB(A)	5,3 %	20,9 %	43,2 %
60 - 65 dB(A)	10,4 %	28,9 %	52,8 %
65 - 70 dB(A)	17,2 %	37,7 %	62,4 %
> 70 dB(A)	21,5 %	42,5 %	67,2 %

Deze percentages zijn cumulatief. Dat houdt in, dat de klasse 'matig gehinderden' tevens de 'gehinderden' en 'ernstig gehinderden' bevat. De klasse 'gehinderden' bevat op haar beurt tevens de 'ernstig gehinderden'. In alle hierna gepresenteerde tellingen van gehinderden zijn de verschillende klassen gehinderden uit elkaar getrokken. De klasse 'matig gehinderden' bevat dan ook in alle gepresenteerde tellingen slechts de 'matig gehinderden', en geen 'gehinderden' of 'ernstig gehinderden', enz.

In [1] wordt aangegeven, dat in verband met de betrouwbaarheid voor een aantal lawaaisoorten een aantal klassen zijn samengenomen.

Bij cumulatie wordt dit pas gedaan na het cumuleren. Het betreft dan de klassen 65-70 en > 70 dB(A), die bij elkaar genomen worden. Dit wordt veroorzaakt door de betrouwbaarheid van de rasterberekeningen voor industrie-, wegverkeers- en railverkeerslawaai. In [1] staat in hoofdstuk 7.2 een nadere beschouwing. De klasse 40-45 dB(A) wordt ook niet gepresenteerd. Dit komt omdat de contouren tot buiten het in figuur 1 aangegeven onderzoeksgebied doorlopen. Buiten dit gebied wordt echter niet het aantal gehinderden geteld. Hierdoor wordt het aantal personen onderschat.

8.2 Cumulatiegebieden

Alvorens te cumuleren, is nagegaan in welke gebieden inderdaad cumulatie op kan treden. Voorwaarde hiervoor is het aanwezig zijn van minimaal twee geluidssoorten.

In figuur 26 staat het gebied aangegeven waar in de situatie 1990 voor banenstelsel S4S1 cumulatie optreedt.

In een gedeelte van het gebied is alleen luchtvaartlawaai aanwezig. Dit gebied is in zwart weergegeven. Hier treedt geen cumulatie op, waardoor de hier aanwezige personen niet meegerekend worden in de hinderscore voor het gecumuleerde geluidsniveau. Deze personen kunnen echter wel degelijk gehinderd worden door vliegtuiggeluid. Bij de presentatie van het aantal gehinderden is dit een belangrijk aspect, omdat het aantal gehinderden ten opzichte van alleen luchtvaartlawaai dan afneemt.

Voor alle varianten kan een overzicht gemaakt worden zoals is aangegeven in figuur 26. In het algemeen verandert er weinig in de gebieden waar geen cumulatie optreedt.

8.3 Gecumuleerde geluidsniveaus

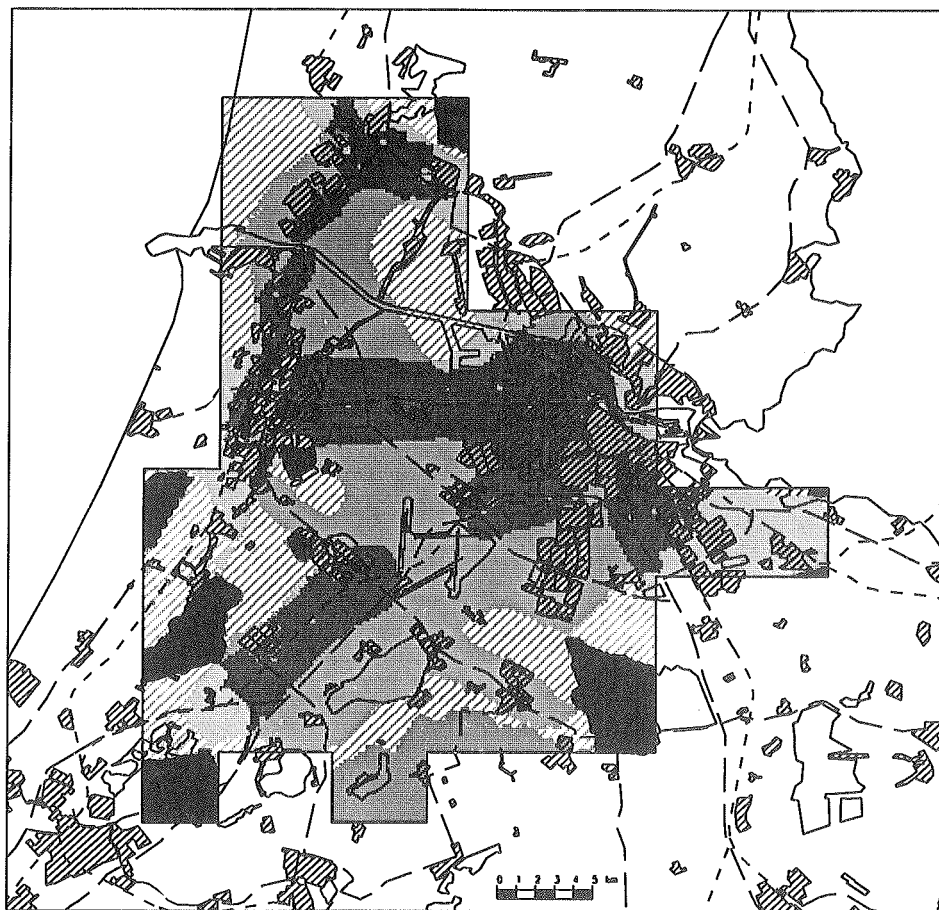
Voor de varianten uit tabel 4 is het gecumuleerde geluidsniveau bepaald.

De berekeningsresultaten in de vorm van een contourenplot worden gepresenteerd in figuur 26 t/m 39. Tevens is voor elke variant het aantal woningen bepaald binnen de verschillende contouren en vervolgens een berekening gemaakt van het aantal gehinderden. De resultaten zijn in tabel 17 t/m 23 opgenomen. De grafische weergave van deze tabellen staat in figuur 40 t/m 46.

Hieronder staat een overzicht van de bij elkaar horende informatie:

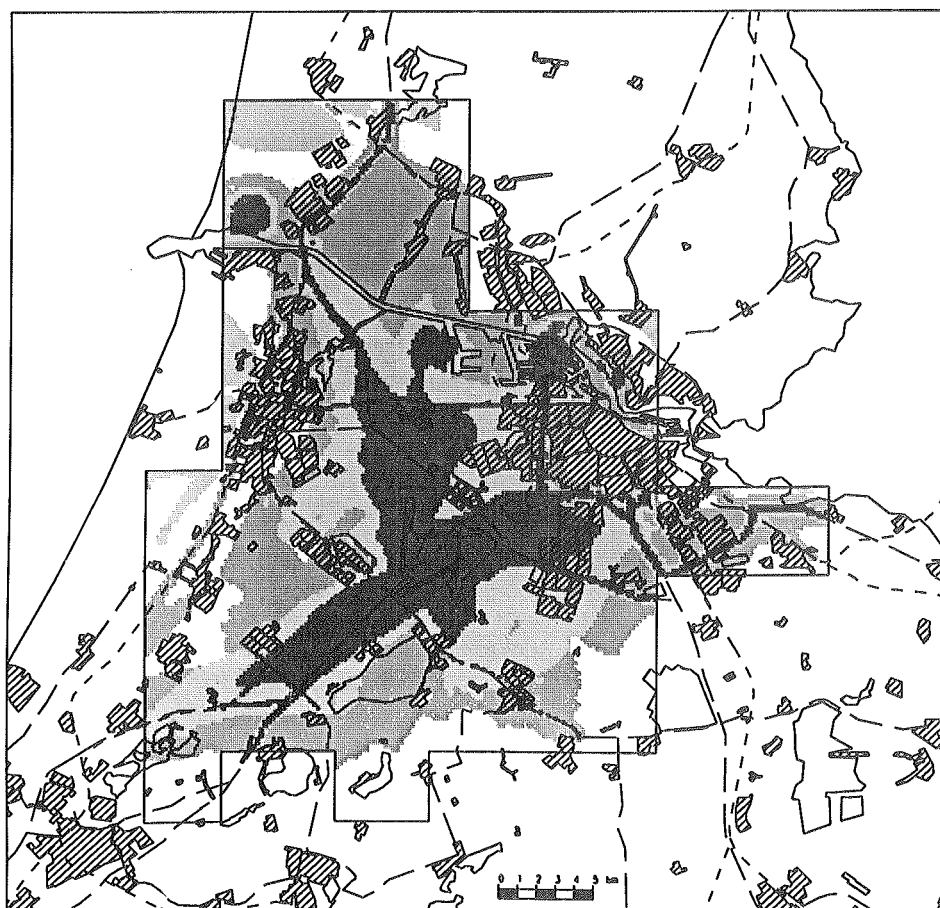
- Figuur 26,27 S4S1 1990 tabel 17, figuur 40
- Figuur 28,29 S4S2 2003 tabel 18, figuur 41
- Figuur 30,31 S4S1 2015 tabel 19, figuur 42
- Figuur 32,33 S5P 2015 tabel 20, figuur 43
- Figuur 34,35 S5G 2015 tabel 21, figuur 44
- Figuur 36,37 MMA-VK 2015 tabel 22, figuur 45
- Figuur 38,39 MMA-OK 2015 tabel 23, figuur 46

- VL,RL,IL,LL
- VL,RL,LL
- VL,IL,LL
- RL,IL,LL
- VL,RL
- VL,LL
- IL,LL
- RL,LL
- geen cumulatie



Figuur 26
Cumulatiegebieden 1990 S4S1

- 50-55 dB(A)
- 55-60 dB(A)
- 60-65 dB(A)
- 65-70 dB(A)
- >70 dB(A)



Figuur 27
Gecumuleerde etmaalwaarde-contouren
1990 S4S1

Tabel 17a
Scenario: Cumulatie 1990 S4S1
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

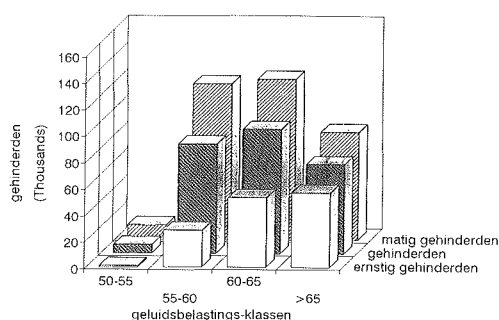
Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen			53943	517873	396069	212480	63024
• Woningen in aanbouw				8038	13024	25602	2730
• Streekplan					12915	2758	
• Zachte capaciteit					83563	19400	2340
<i>Totaal tellingen</i>			<i>53943</i>	<i>525911</i>	<i>505571</i>	<i>260240</i>	<i>68094</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd			10681	117278	120831	81098	329888
• Gehinderd			6419	82042	93531	67308	249300
• Ernstig gehinderd			1025	27873	52579	56473	137950
<i>Totaal gehinderden</i>			<i>18125</i>	<i>227193</i>	<i>266941</i>	<i>204879</i>	<i>717138</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

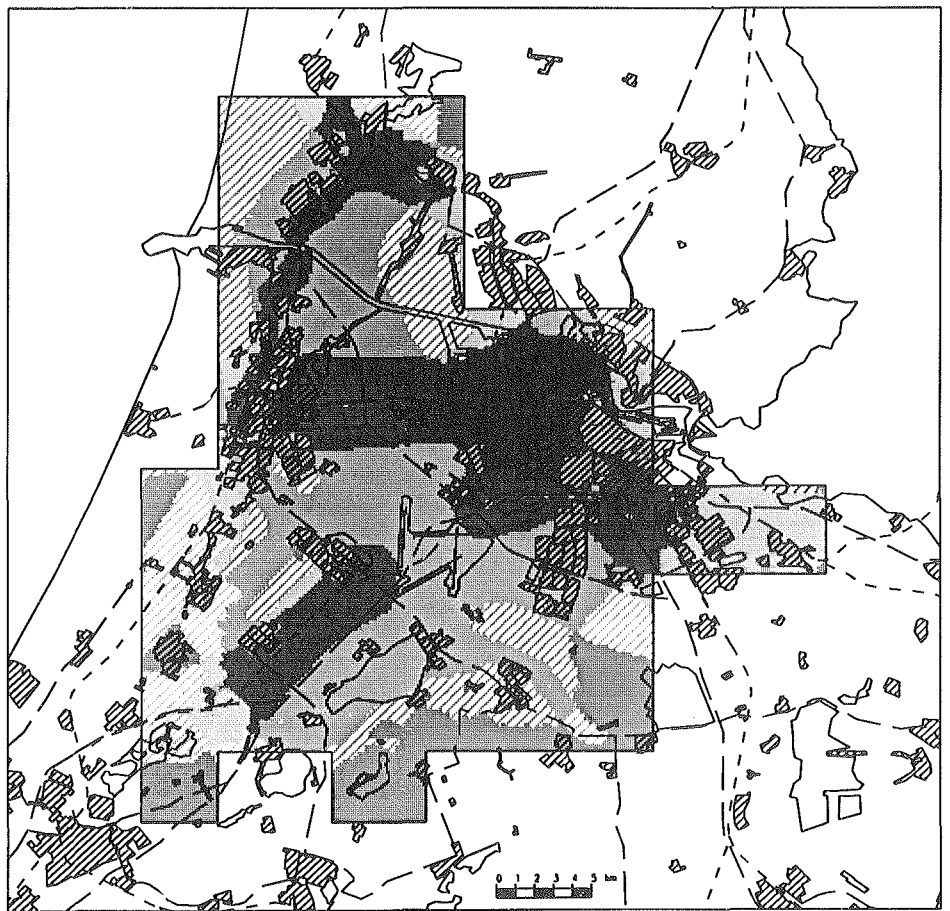
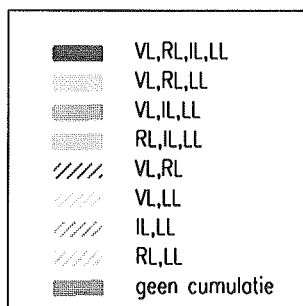
Tabel 17b
Scenario: Cumulatie 1990 S4S1
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen			22661	232987	175172	95148	27698
• Aantal personen			53943	517873	396069	212480	63024
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd			10681	115486	94660	68049	288876
• Gehinderd			6419	80788	73273	56478	216958
• Ernstig gehinderd			1025	27447	41191	47387	117050
<i>Totaal gehinderden</i>			<i>18125</i>	<i>223721</i>	<i>209124</i>	<i>171914</i>	<i>622884</i>

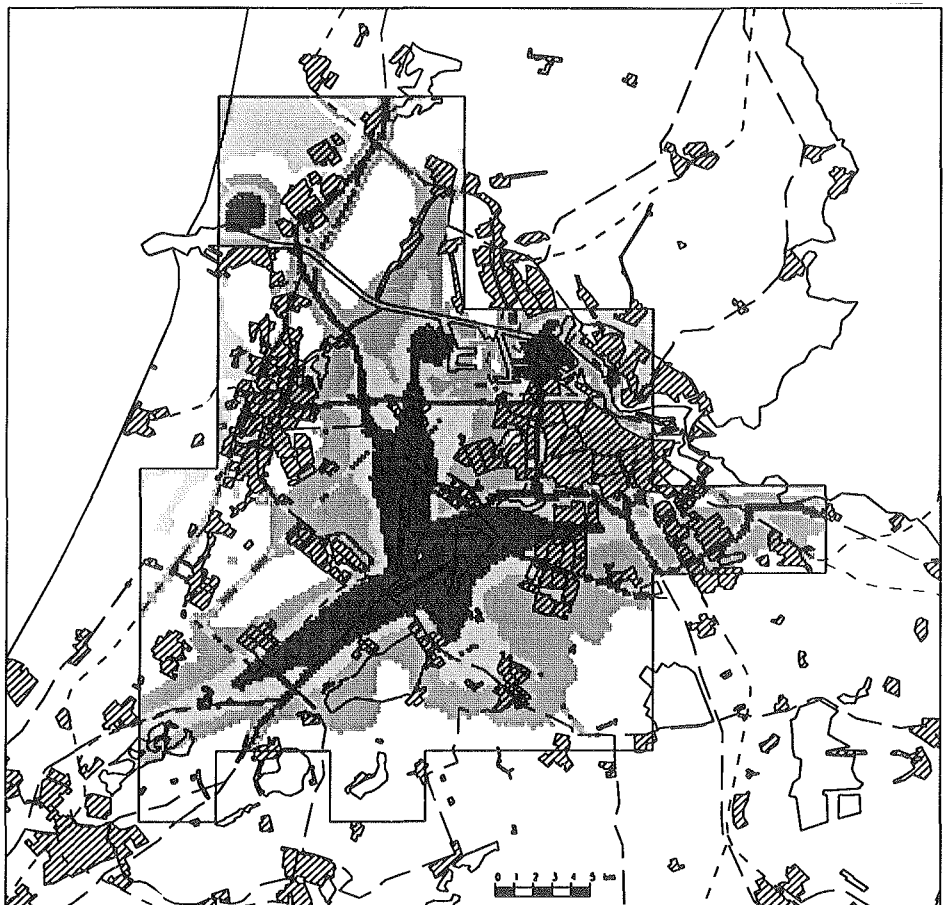
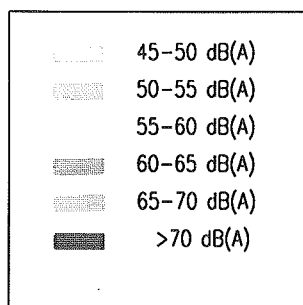
¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.



Figuur 40
Grafiek cumulatie S4S1 1990
totaal aantal gehinderden



Figuur 28
Cumulatiegebieden 2003 S4S2



Figuur 29
Gecumuleerde etmaalwaarde-contouren
2003 S4S2

Tabel 18a
Scenario: Cumulatie 2003 S4S2
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

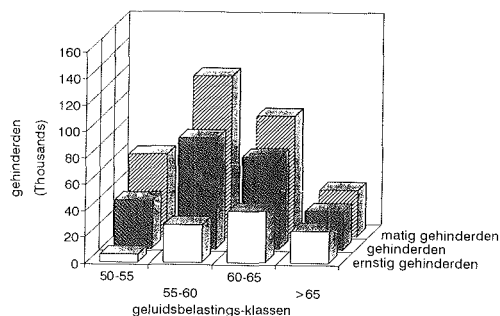
Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		7931	305208	452022	318246	84529	34518
• Woningen in aanbouw			2090	15793	25317	4400	
• Streekplan				5265	5910	2275	1610
• Zachte capaciteit				65050	26606	10730	2070
<i>Totaal tellingen</i>		<i>7931</i>	<i>307298</i>	<i>538130</i>	<i>376079</i>	<i>101934</i>	<i>38198</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		1301	60845	120003	89883	34613	306645
• Gehinderd		587	36568	83948	69575	28727	219405
• Ernstig gehinderd		16	5839	28521	39112	24103	97591
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1904</i>	<i>103252</i>	<i>232472</i>	<i>198570</i>	<i>87443</i>	<i>623641</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

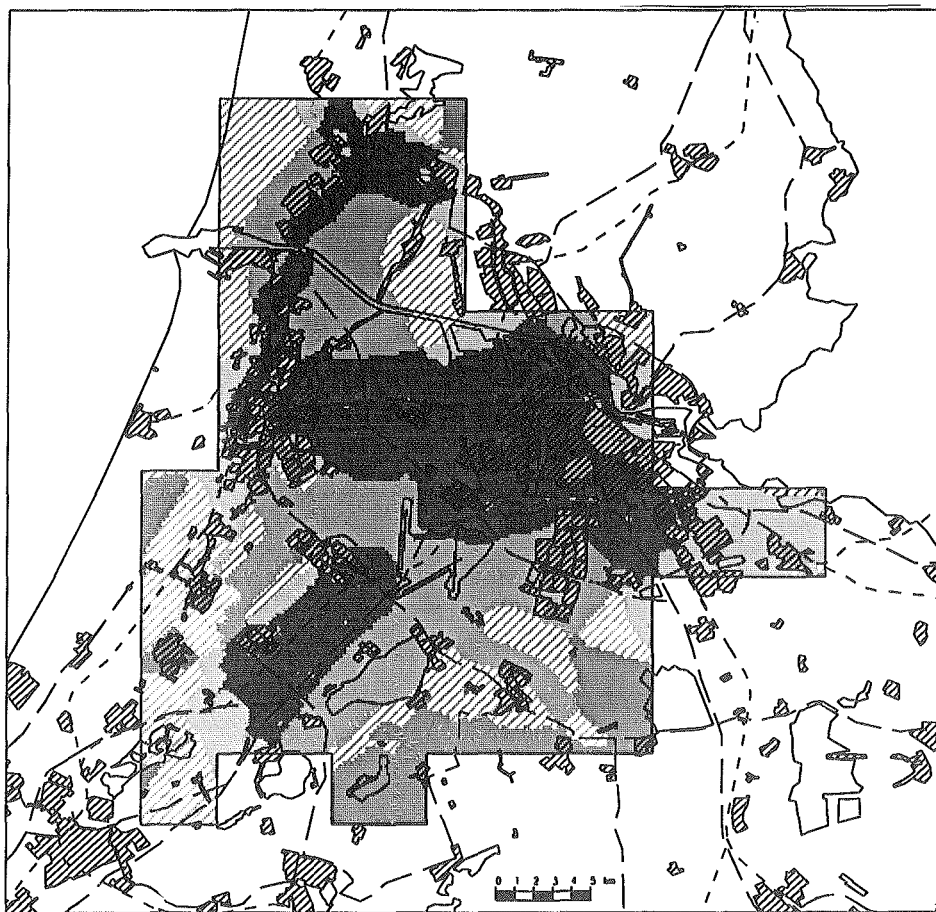
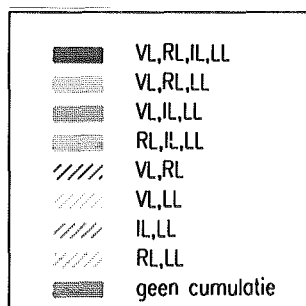
Tabel 18b
Scenario: Cumulatie 2003 S4S2
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		3349	145995	207770	148298	38828	15400
• Aantal personen		7931	305208	452022	318246	84529	34518
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		1301	60431	100801	76061	29405	267999
• Gehinderd		587	36320	70515	58876	24405	190703
• Ernstig gehinderd		16	5799	23957	33098	20476	83346
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1904</i>	<i>102550</i>	<i>195273</i>	<i>168035</i>	<i>74286</i>	<i>542048</i>

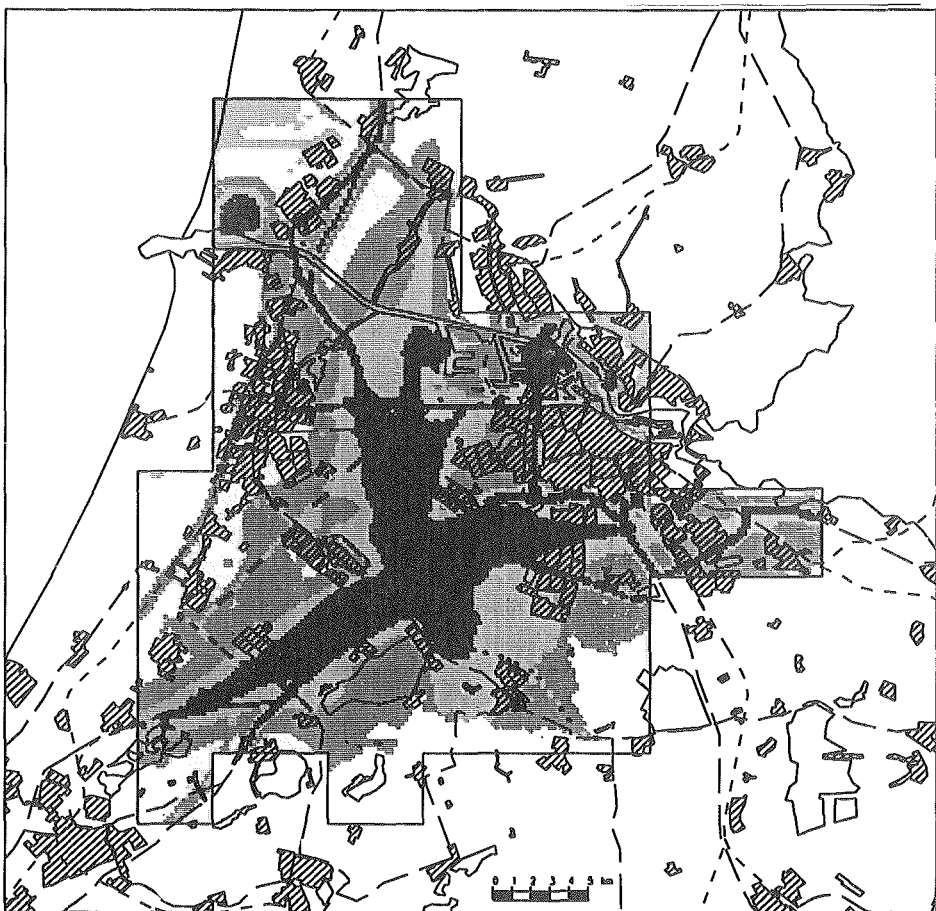
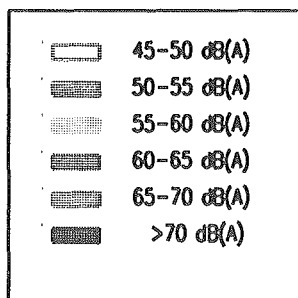
¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.



Figuur 41
Grafiek cumulatie S4S2 2003
totaal aantal gehinderden



Figuur 30
Cumulatiegebieden 2015 S4S1



Figuur 31
Gecumuleerde etmaalwaarde-contouren
2015 S4S1

Tabel 19a
Scenario: Cumulatie 2015 S4S1
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

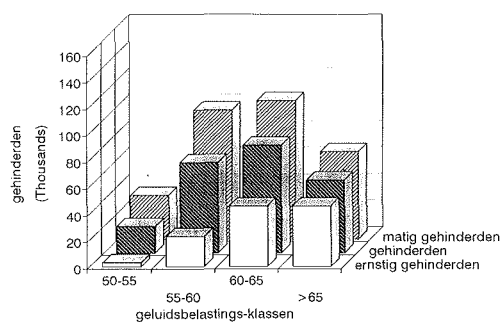
Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	317	6376	166771	412295	332006	184217	44789
• Woningen in aanbouw				9088	18287	16161	1520
• Streekplan					9715	2973	1760
• Zachte capaciteit				11649	75300	10885	2515
<i>Totaal tellingen</i>	<i>317</i>	<i>6376</i>	<i>166771</i>	<i>433032</i>	<i>435308</i>	<i>214236</i>	<i>50584</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd			33021	96566	104039	65411	299037
• Gehinderd			19846	67553	80532	54288	222219
• Ernstig gehinderd			3169	22951	45272	45549	116941
<i>Totaal gehinderden</i>			<i>56036</i>	<i>187070</i>	<i>229843</i>	<i>165248</i>	<i>638197</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

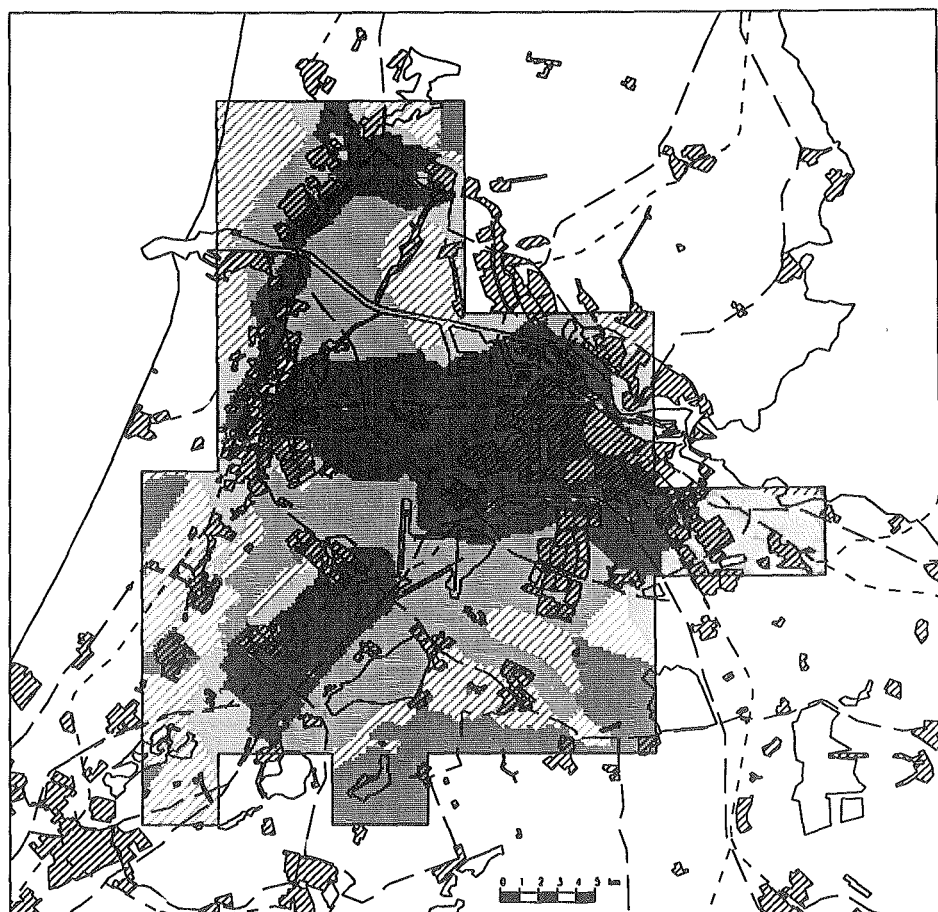
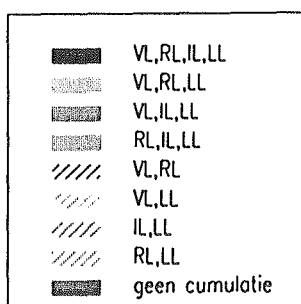
Tabel 19b
Scenario: Cumulatie 2015 S4S1
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	138	2803	83197	202302	159623	90320	20985
• Aantal personen	317	6376	166771	412295	332006	184217	44789
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		1046	33021	91942	79349	56564	261922
• Gehinderd		472	19846	64318	61421	46946	193003
• Ernstig gehinderd		13	3169	21852	34529	39389	98952
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1531</i>	<i>56036</i>	<i>178112</i>	<i>175299</i>	<i>142899</i>	<i>553877</i>

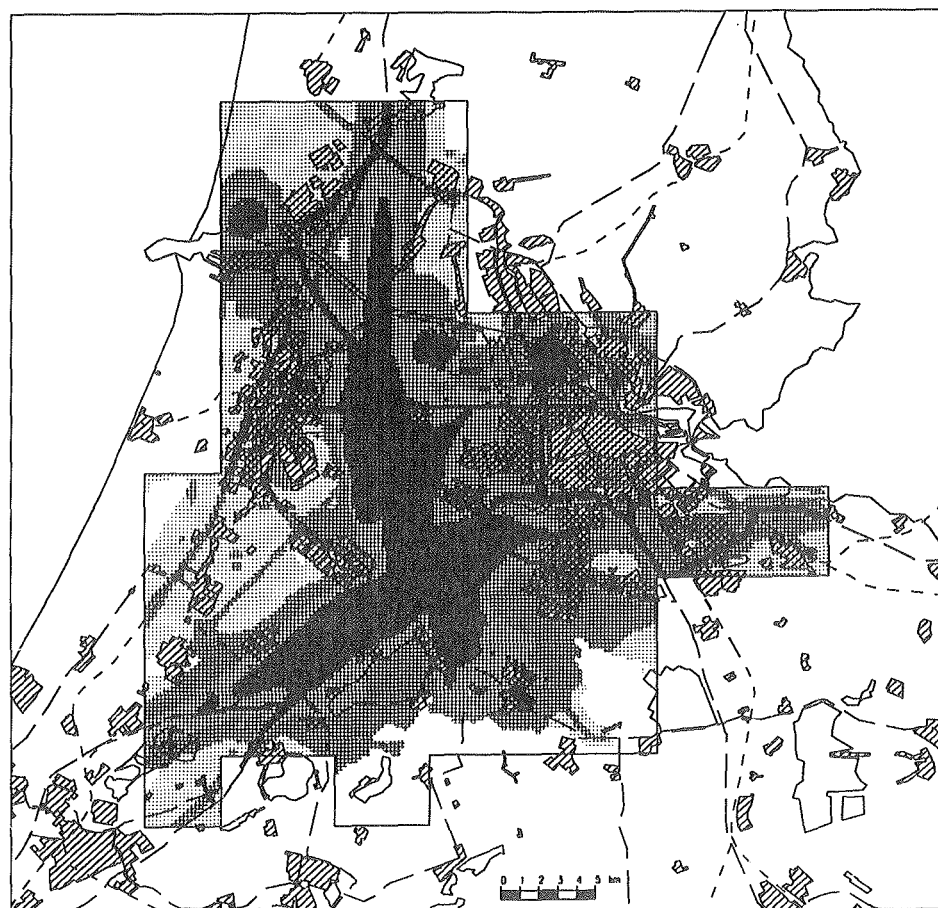
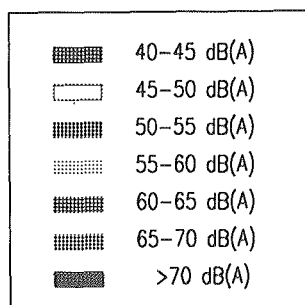
¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.



Figuur 42
Grafiek cumulatie S4S1 2015
totaal aantal gehinderden



Figuur 32
Cumulatiegebieden 2015 SSP



Figuur 33
Gecumuleerde etmaalwaarde-contouren
2015 SSP

Tabel 20a
Scenario: Cumulatie 2015 S5P
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

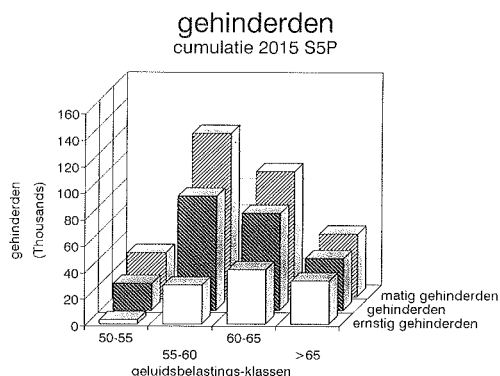
Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	317	6376	166771	464084	348753	125831	34920
• Woningen in aanbouw				10714	22905	9918	1520
• Streekplan					9715	2973	1760
• Zachte capaciteit				75149	12300	10385	2515
<i>Totaal tellingen</i>	<i>317</i>	<i>6376</i>	<i>166771</i>	<i>549947</i>	<i>393673</i>	<i>149107</i>	<i>40715</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		1046	33021	122638	94088	46886	297679
• Gehinderd		472	19846	85792	72830	38914	217854
• Ernstig gehinderd		13	3169	29147	40942	32649	105920
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1531</i>	<i>56036</i>	<i>237577</i>	<i>207860</i>	<i>118449</i>	<i>621453</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

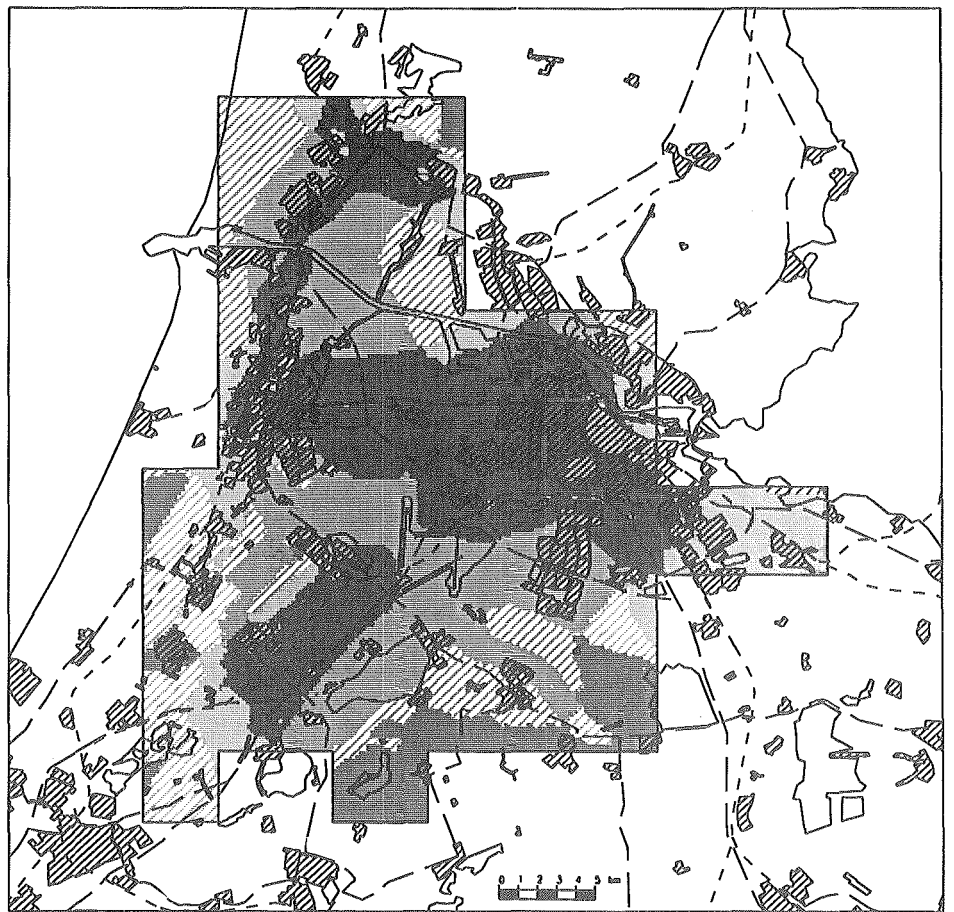
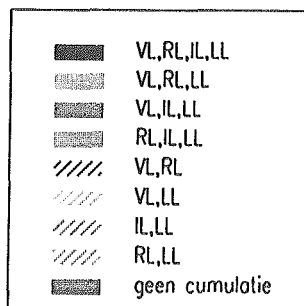
Tabel 20b
Scenario: Cumulatie 2015 S5P
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen	138	2803	83197	225405	171850	60302	15823
• Aantal personen	317	6376	166771	464084	348753	125831	34920
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		1046	33021	103491	83352	39705	260615
• Gehinderd		472	19846	72397	64519	32954	190188
• Ernstig gehinderd		13	3169	24596	36270	27649	91697
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1531</i>	<i>56036</i>	<i>200484</i>	<i>184141</i>	<i>100308</i>	<i>542500</i>

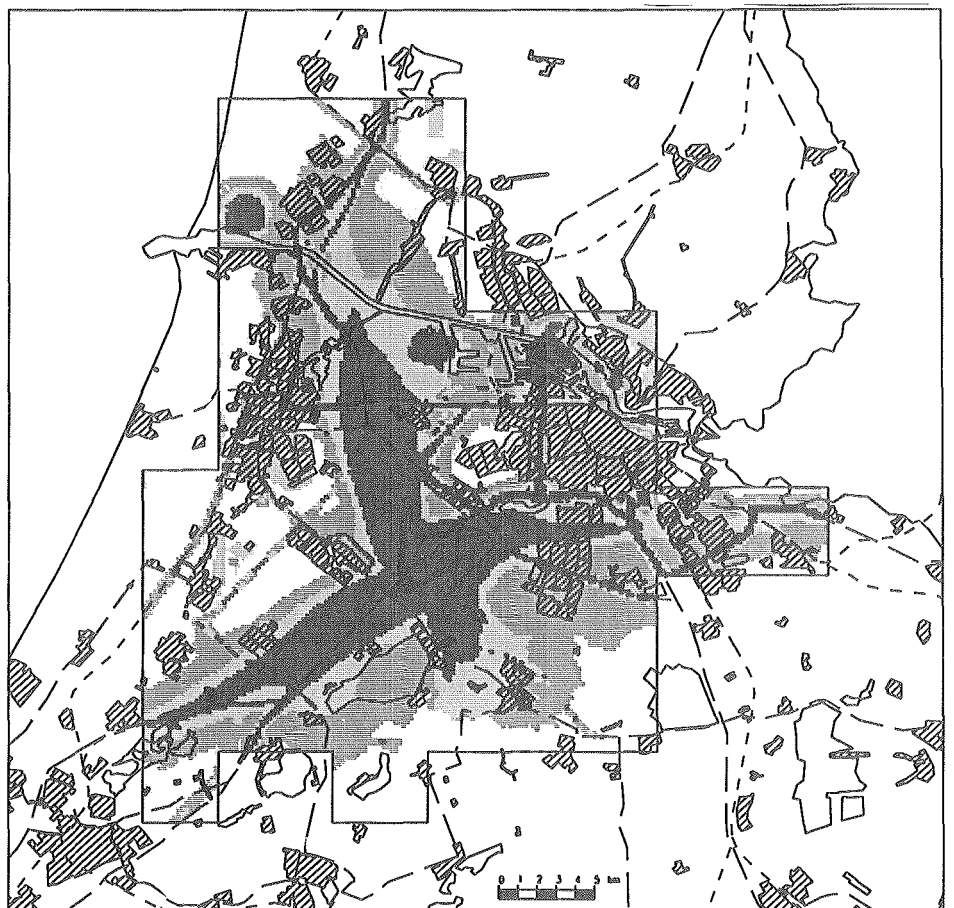
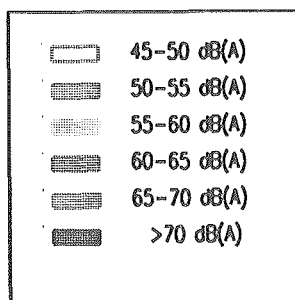
¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.



Figuur 43
Grafiek cumulatie S5P 2015
totaal aantal gehinderden



Figuur 34
Cumulatiegebieden 2015 S5G



Figuur 35
Gecumuleerde etmaalwaarde-contouren
2015 S4G

Tabel 21a
Scenario: Cumulatie 2015 S5G
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

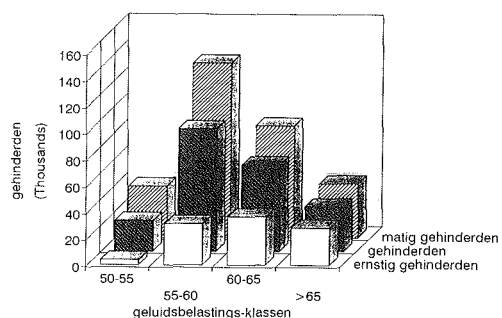
Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		5200	194271	492032	314176	103132	39055
• Woningen in aanbouw			1080	19789	21528	1708	950
• Streekplan					7075	5613	1760
• Zachte capaciteit				79249	9370	9310	2420
<i>Totaal tellingen</i>		<i>5200</i>	<i>195351</i>	<i>591070</i>	<i>352149</i>	<i>119763</i>	<i>44185</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		853	38679	131809	84164	40495	296000
• Gehinderd		385	23247	92207	65148	33609	214596
• Ernstig gehinderd		10	3712	31327	36623	28199	99871
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1248</i>	<i>65638</i>	<i>255343</i>	<i>185935</i>	<i>102303</i>	<i>610467</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

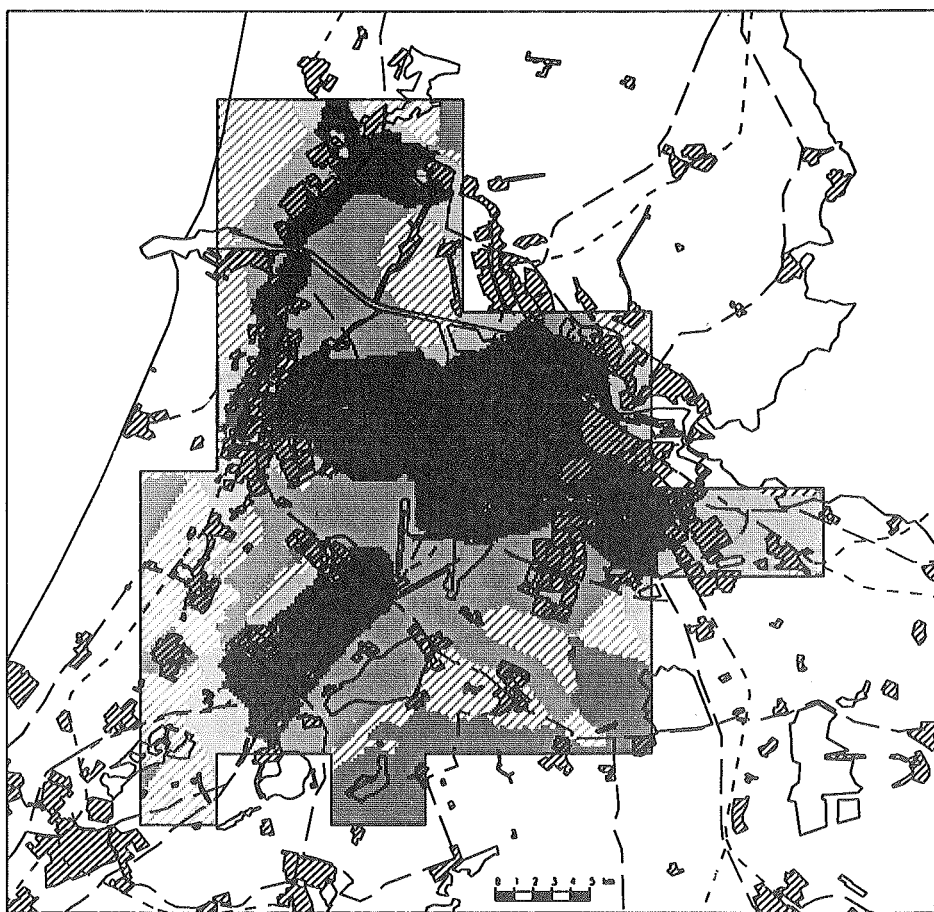
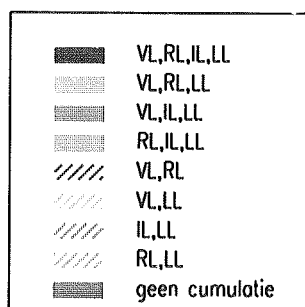
Tabel 21b
Scenario: Cumulatie 2015 S5G
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		2261	97923	240865	151347	49440	18032
• Aantal personen		5200	194271	492032	314176	103132	39055
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		853	38466	109723	75088	35120	259250
• Gehinderd		385	23118	76757	58123	29148	187531
• Ernstig gehinderd		10	3691	26078	32674	24456	86909
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1248</i>	<i>65275</i>	<i>212558</i>	<i>165885</i>	<i>88724</i>	<i>533690</i>

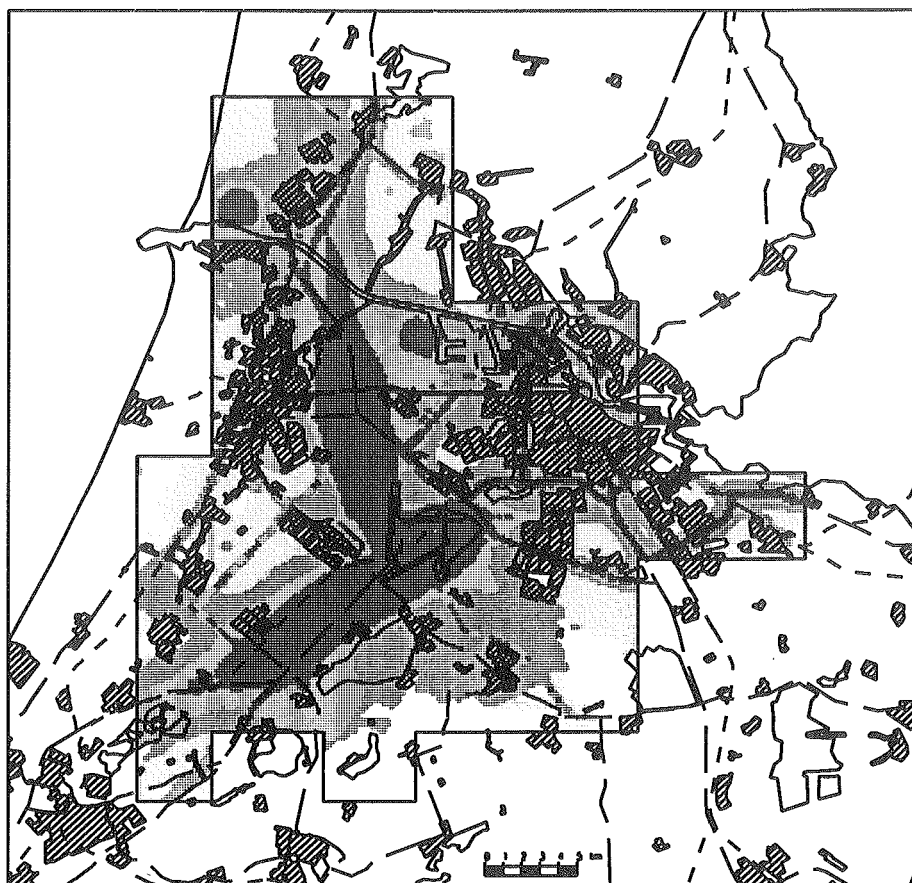
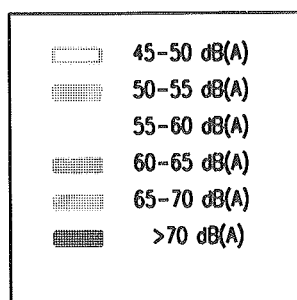
¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.



Figuur 44
Grafiek cumulatie S5G 2015
totaal aantal gehinderden



Tabel 36
Cumulatiegebieden 2015 S5G-MMA-vk



Tabel 37
Gecumuleerde etmaalwaarde-contouren
2015 S5G-MMA-vk

Tabel 22a
Scenario: Cumulatie 2015-S5G en MMA-vk
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

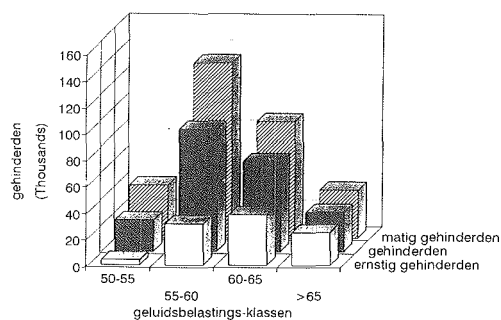
Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		6362	198750	515826	306738	89024	30360
• Woningen in aanbouw			480	15029	22210	6387	950
• Streekplan					6825	4543	3080
• Zachte capaciteit			230	58449	31070	6690	3860
<i>Totaal tellingen</i>		<i>6362</i>	<i>199460</i>	<i>589304</i>	<i>366843</i>	<i>106644</i>	<i>38250</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		1043	39493	131415	87675	35789	295415
• Gehinderd		471	23736	91931	67866	29703	213707
• Ernstig gehinderd		13	3790	31233	38152	24922	98110
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1527</i>	<i>67019</i>	<i>254579</i>	<i>193693</i>	<i>90414</i>	<i>607232</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

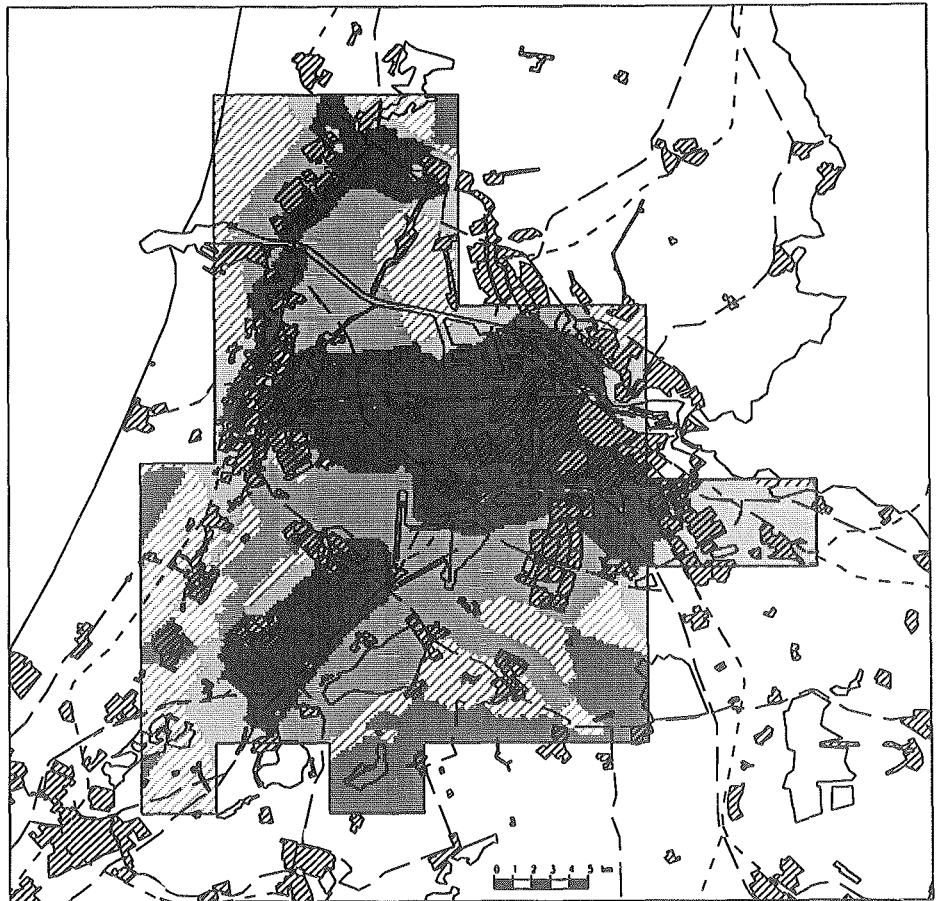
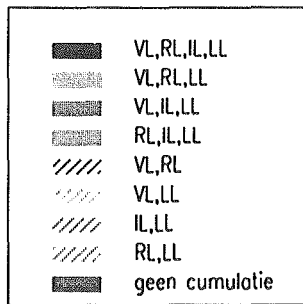
Tabel 22b
Scenario: Cumulatie 2015 S5G-MMA-vk
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		2766	101255	255746	145832	40074	13845
• Aantal personen		6362	198750	515826	306738	89024	30360
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		1043	39353	115029	73310	29488	258223
• Gehinderd		471	23651	80469	56747	24474	185812
• Ernstig gehinderd		13	3776	27339	31901	20534	83563
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1527</i>	<i>66780</i>	<i>222837</i>	<i>161958</i>	<i>74496</i>	<i>527598</i>

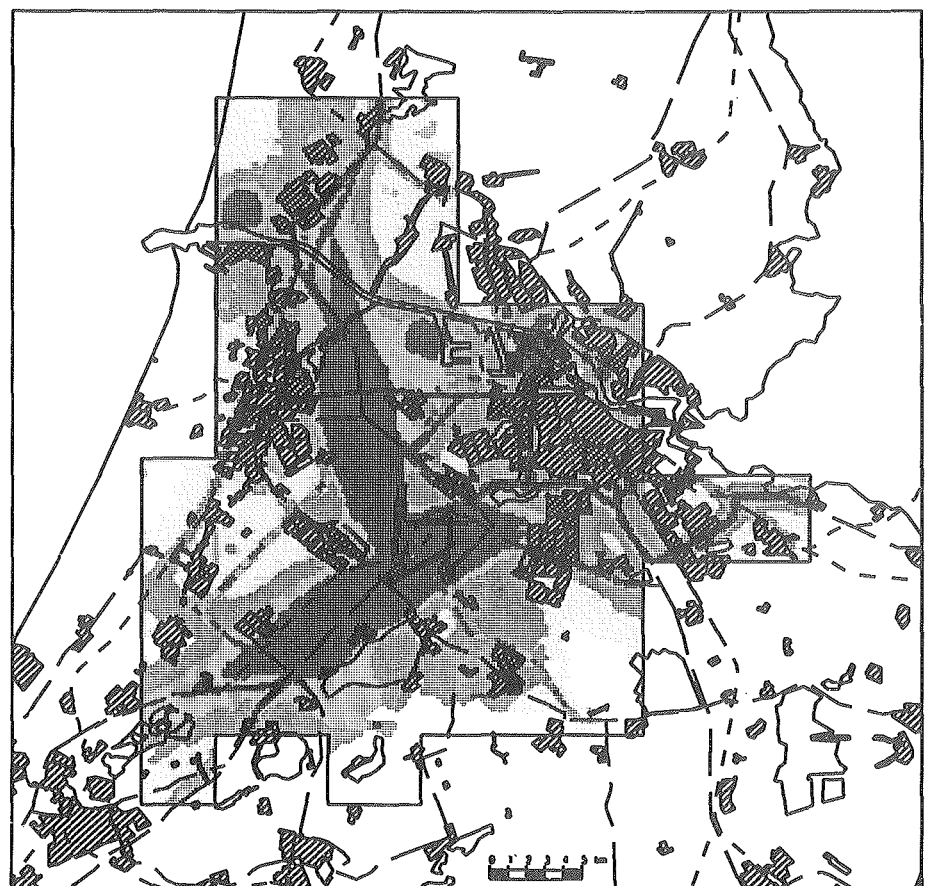
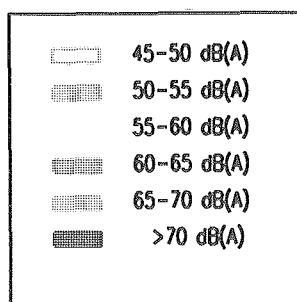
¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.



Figuur 45
Grafiek cumulatie S5G-MMA-vk 2015
totaal aantal gehinderden



Tabel 38
Cumulatiegebieden 2015 S5G-MMA-ok



Tabel 39
Gecumuleerde etmaalwaarde-contouren
2015 S5G-MMA-ok

Tabel 23a
Scenario: Cumulatie 2015-S5G enMMA-ok
Tellingen personen in schillen en
gehinderde personen

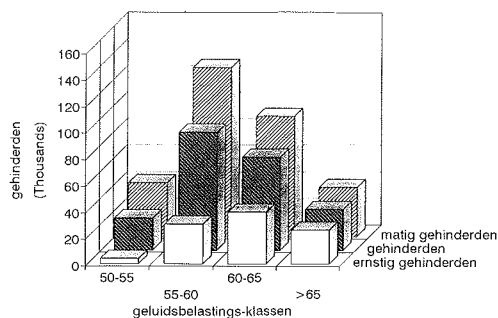
Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		6583	201745	495205	316312	96128	31081
• Woningen in aanbouw			480	13644	25257	4725	950
• Streekplan					6888	4480	3080
• Zachte capaciteit			230	60499	29820	5940	3860
<i>Totaal tellingen</i>		<i>6583</i>	<i>202455</i>	<i>569348</i>	<i>378277</i>	<i>111273</i>	<i>38971</i>
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot.
• Matig gehinderd		1080	40086	126965	90408	37110	295649
• Gehinderd		487	24092	88818	69981	30800	214178
• Ernstig gehinderd		13	3847	30175	39341	25842	99218
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1580</i>	<i>68025</i>	<i>245958</i>	<i>199730</i>	<i>93752</i>	<i>609045</i>

¹⁾ De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.

Tabel 23b
Scenario: Cumulatie S5G-MMA-ok
Tellingen bestaande woningen en personen
in schillen

Tellingen	40-45 dB(A)	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	65-70 dB(A)	>70 dB(A)
• Bestaande woningen		2862	102871	244016	151525	44111	14133
• Aantal personen		6583	201745	495205	316312	96128	31081
Gehinderden	nvt ¹⁾	45-50 dB(A)	50-55 dB(A)	55-60 dB(A)	60-65 dB(A)	>65 dB(A)	Tot. dB(A)
• Matig gehinderd		1080	39946	110431	75599	31421	258477
• Gehinderd		487	24008	77252	58518	26078	186343
• Ernstig gehinderd		13	3833	26246	32896	21880	84868
<i>Totaal gehinderden</i>		<i>1580</i>	<i>67787</i>	<i>213929</i>	<i>167013</i>	<i>79379</i>	<i>529688</i>

1 De klasse van 40-45 dB(A) is bij de vaststelling van het aantal gehinderden buiten beschouwing gelaten. De klasse >70 is voor de vaststelling van het aantal gehinderden bij de klasse >65 dB(A) gevoegd.



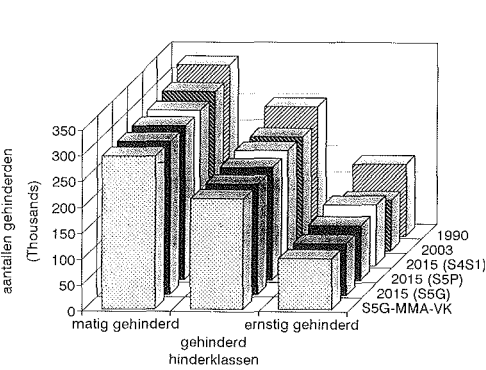
Figuur 46
Grafiek cumulatie S5G-MMA-ok 2015
totaal aantal gehinderden

Tabel 24a
Vergelijking hinderscores cumulatie in personen

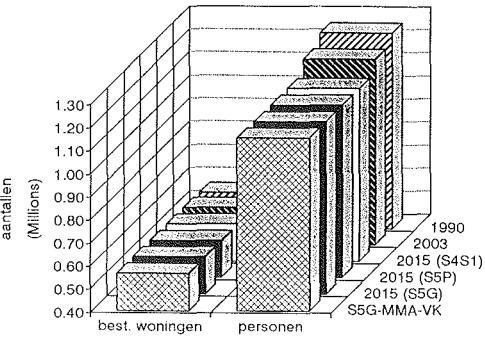
Scenario	1990 S4S1	2003 S4S2	2015 S4S1	2015 S5P	2015 S5G	2015 MMA-vk	2015 MMA-ok
Matig gehinderd	329888	306645	299037	297679	296000	295415	295649
Gehinderd	249300	219405	222219	217854	214596	213707	214178
Ernstig gehinderd	137950	97591	116941	105920	99871	98110	99218
Totaal	717138	623641	638197	621453	610467	607232	609045

Tabel 24b
Vergelijking aantallen bestaande
woningen en personen
Cumulatie

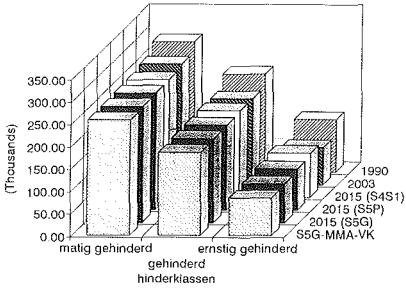
scenario	1990 S4S1	2003 S4S2	2015 S4S1	2015 S5P	2015 S5G	2015 MMA-vk	2015 MMA-ok
bestaande woningen	553.666	559.640	559.230	559.380	559.868	559.518	559.518
tot. aantal gehinderden	622.884	542.048	553.877	542.500	533.690	527.598	529.688



Figuur 47a
Grafische vergelijking cumulatie
totaal aantal gehinderden



Figuur 47b
Grafische vergelijking cumulatie voor
bestaande woningen



Figuur 47c
Grafische vergelijking cumulatie voor
bestaande woningen en personen

8.4 Toename hinder door cumulatie

De gehuidsniveaus voor de gecumuleerde situatie kunnen niet rechtstreeks vergeleken worden met de resultaten voor alleen het luchtvaartlawaaai. In de gecumuleerde situatie zijn alle gehuidsniveaus omgerekend naar stedelijk wegverkeer en liggen in het algemeen 3 tot 5 dB(A) hoger in getalswaarde ten opzichte van luchtvaartlawaaai.

Voor de beantwoording van de vraag, of de hinder toeneemt ten gevolge van de cumulatie ten opzichte van de hinder door het vliegverkeer, is het te beschouwen gebied beperkt tot het deel waarin cumulatie optreedt zoals bijvoorbeeld aangegeven in figuur 26 voor 1990. Dit om een vergelijking te kunnen maken voor eenzelfde populatie. De zwarte gebieden in figuur 26 zijn dus buiten beschouwing gelaten.

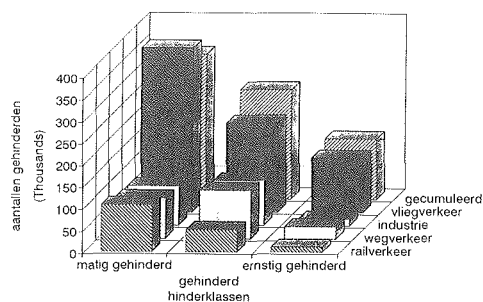
In figuur 48 staat een overzicht voor het jaar 1990 waarin de gehinderden ten gevolge van alle verschillende geluidsoorten staan aangegeven. Het belangrijkste element is de vergelijking tussen het aantal gehinderden ten gevolge van luchtvaartlawaaai en het aantal gehinderden en ernstig gehinderden ten gevolge van cumulatie. De afname van het aantal matig gehinderden kan worden verklaard uit de toename van het aantal gehinderden en ernstig gehinderden. Door de cumulatie van meerdere geluidsoorten neemt de ondervonden hinder toe. Duidelijk blijkt een toename van het aantal gehinderden en ernstig gehinderden ten gevolge van cumulatie.

Bij de verdere varianten wordt in tabel 24 a en b een vergelijking gemaakt tussen de situatie in 1990, 2003, de autonome ontwikkeling en de mainportscenario's in 2015. Daarbij zijn alle soorten gehinderden per geluidsoort gesommeerd, zowel voor alle soorten gehinderden tezamen als alleen in de bestaande woningen.

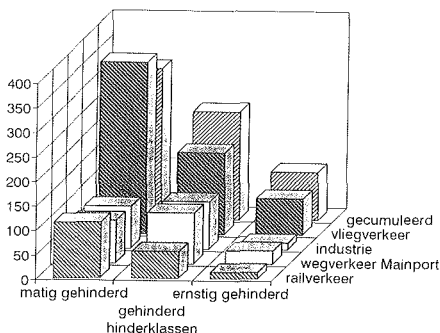
Tabel 25

Overzicht van het gesommeerde aantal gehinderden voor luchtvaart- en gecumuleerd geluid voor de verschillende scenario's, zowel voor alle personen als alleen de bestaande woningen

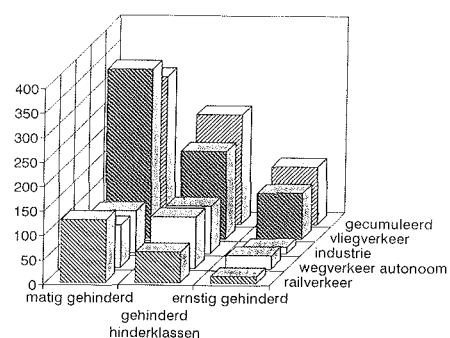
scenario	Totale hinder			Bestaande woningen		
	luchtvaart	cumulatie	toename aantal gehinderden	luchtvaart	cumulatie	toename aantal gehinderden
1990 S4S1	701.647	717.138	15.491	607.521	622.884	15.363
2003 S4S2	588.219	623.641	35.422	510.714	542.048	31.334
2015 S4S1	616.458	638.197	21.739	532.018	553.877	21.859
2015 S5P	588.262	621.453	33.191	512.282	542.500	30.218
2015 S5G	584.875	610.467	25.592	511.110	533.690	22.580
2015 MMA-vk	576.975	607.232	30.257	499.589	527.598	28.009
2015 MMA-ok	576.991	609.045	32.054	499.604	529.688	30.084



Figuur 48
Grafische vergelijking geluidhinder 1990 S4S1



Figuur 49
Grafische vergelijking geluidhinder 2003 S4S2



Figuur 50
Grafische vergelijking geluidhinder 2015 S4S1

De volgende conclusies kunnen hieruit worden getrokken:

Het aantal woningen met een hogere geluidbelasting dan 50 dB(A) etmaalwaarde blijft hetzelfde. Alleen de geluidsbelasting van deze woningen neemt toe. Dit blijkt uit de toename van het aantal gehinderden indien het luchtvaartlawaai wordt vergeleken met het gecumuleerde geluidsniveau.

De grootste toename van hinder vindt plaats bij de banenstelsels S4S2 (2003) en S5P en de beide MMA's voor 2015.

De kleinste toename van hinder treedt op in 1990, maar hier is absoluut gezien het aantal gehinderden het grootst.

Wordt alleen het aantal gehinderden ten gevolge van cumulatie beoordeeld, dan blijken de scenario's S4S2 (2003) en S5P (2015) ongeveer gelijkwaardig, evenals S5G en de beide MMA's.

In de toekomst neemt de hinder af. De grootste mate van hinder treedt dan op bij het scenario S4S1 (2015), de geringste mate van hinder treedt op bij het scenario S5G en de beide MMA's. Er is geen significant verschil tussen S5G en de beide MMA's, behalve bij de bestaande woningen. Daar scoren beide MMA's gunstiger. Tussen beide MMA's is geen significant verschil.

Het beoordelen van de verschillende luchtvaartscenario's op basis van deze resultaten zou niet juist zijn. Hiervoor wordt verwezen naar de rapporten van het NLR.

8.5 Effecten van het stedelijk wegverkeer en cumulatie

De akoestische situatie in het binnenstedelijke gebied wordt aangegeven door de Verkeersmilieukaarten.

Deze kaarten geven alleen de belasting aan op de eerstelijnsbebouwing. Over de geluidsbelasting van de achterliggende bebouwing is geen informatie bekend. In het algemeen zal deze echter 10 à 15 dB onder de geluidsbelasting van de eerstelijnsbebouwing liggen.

Om enig inzicht te verkrijgen in de effecten van de cumulatie zou een 'optelling' van de geluidsniveaus moeten plaatsvinden.

Daar de gecumuleerde geluidsniveaus uitgedrukt worden in stedelijk wegverkeer kan dit ook. Voorwaarde is wel, dat de drie afzonderlijke etmaalperioden worden beschouwd.

Voor het stedelijk wegverkeer is nagenoeg altijd de nacht maatgevend. Voor de gecumuleerde niveaus is dat, ten gevolge van het luchtvaartlawaai, nagenoeg altijd de avondperiode.

Voor het stedelijk verkeer is geen avondperiode bekend, omdat de Wet geluidshinder voor wegverkeer de avond buiten beschouwing laat.

In de VMK's is daarom de avondperiode niet meegenomen.

Door de etmaalperioden voor stedelijk wegverkeer (bepaald door de nacht) en de etmaalperiode voor het gecumuleerde niveau (bepaald door de avond) rechtstreeks te sommeren, ontstaat een waarschijnlijk ietwat overtrokken beeld: de berekende niveaus zijn waarschijnlijk te hoog, waardoor de hinder te groot zou worden voorgesteld. Op deze wijze wordt een 'worst-case' scenario beschouwd.

De afwijking, die hierdoor wordt geïntroduceerd is niet groter dan 1 dB.

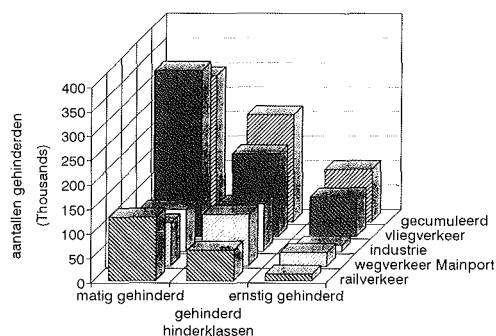
In tabel 26 staat een overzicht van de totale gecumuleerde geluidsbelasting bij de combinatie van het gecumuleerde niveau en stedelijk wegverkeer.

Tabel 26

Totale geluidsniveau bij een combinatie van een gecumuleerd niveau en een stedelijke geluidsniveau

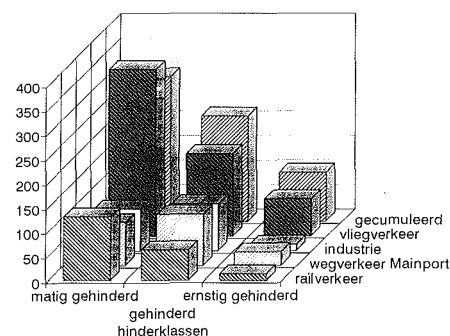
Geluidsbelasting gecumuleerde niveau in dB(A) Etmaalwaarde	Geluidsbelasting stedelijk wegverkeer in dB(A) etmaalwaarde					
	45	50	55	60	65	70
50	51	53	56	60	65	70
55	55	56	58	61	65	70
60	60	60	61	63	66	70
65	65	65	65	66	68	71
70	70	70	70	70	71	73

Met behulp van tabel 26 kan in tabel 1 een waardering voor het totale gecumuleerde niveau worden afgelezen.



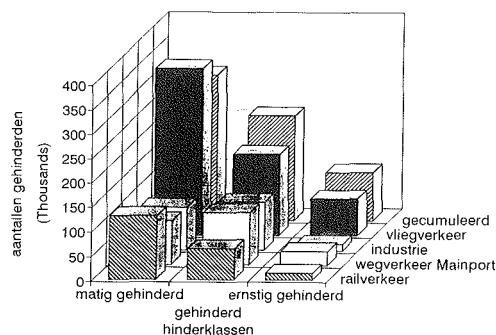
Figuur 51

Grafische vergelijking geluidhinder 2015 S5P



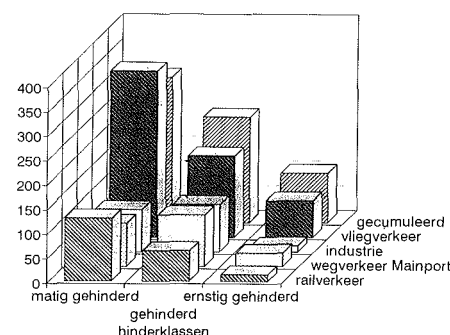
Figuur 52

Grafische vergelijking geluidhinder S5G



Figuur 53

Grafische vergelijking geluidhinder 2015
S5G-MMA-vk



Figuur 54

Grafische vergelijking geluidhinder 2015
S5G-MMA-ok

9 Leemten in kennis

Door de grootte van het onderzoeksgebied valt een gedeelte van de contouren van het vliegtuiggeluid buiten dat gebied. Het gaat om de contouren onder de 50 dB(A), etmaalwaarde. Hierdoor wordt met name de matige hinder onderschat in dit rapport.

Den Haag,

Ir. P. van Rangelrooij

Ir. P.E. Wilschut

Ing. H.J. de Haan

Literatuurlijst

- [1] DCMR raadgevende ingenieurs b.v. Rapport R.92.040.A1 en A2 'Onderzoek naar de geluidemissie van weg- en railverkeerslawaaï en industrie in het kader van de IMER PMMS'.
- [2] Miedema, H.M.E.; Hinder in de woonomgeving door cumulatie van omgevingsgeluid; een literatuurstudie.
I.C.G. rapport GA-HR-08-01, 1985, Ministerie VROM.
- [3] Miedema, H.M.E.; Beoordelingsmethode voor hinder in de woonomgeving door cumulatie van omgevingsgeluid.
I.C.G. rapport GA-HR-08-03, 1987, Ministerie VROM.
- [4] Miedema, H.M.E.; Coëfficiënten voor de vaststelling van de cumulatie van hinder van omgevingsgeluid.
I.C.G. rapport GA-HR-08-04, 1988, Ministerie VROM.
- [5] Vos, J.; Hinder van gelijktijdig impulswegeverkeers- en luchtverkeersgeluid, geluid en omgeving, september 1990 blz. 121-127.
- [6] Miedema, H.M.E.; Response functions for environmental noise in residential areas, Nederlands Instituut voor Preventieve Gezondheidszorg TNO, publicatienummer 92.021.
- [7] Concept Ministeriële Beschikking op basis van artikel 157, derde lid van de Wet geluidhinder (nog niet gepubliceerd).
- [8] I.C.G. rapport VL-DR-17-02 'Beoordelingssysteem voor de geluidshinder door wegverkeer'.
- [9] I.C.G. rapport VL-DR-24-02 'Slaapverstoring door lawaai'.
- [10] 'Geografische data Schiphol en omgeving', Adecs bv, maart 1993.
- [11] Nationaal Milieubeleidsplan, Tweede kamer 21.137, nr. 1-2, 1989.
- [12] Nationaal Milieubeleidsplan-plus, Tweede kamer 21.137, nr. 20-21, 1990.
- [13] Zorgen voor morgen, nationale milieuverkenning 1985-2010, RIVM 1988
- [14] Richtlijnen voor de inhoud van het Milieu-effectenrapport 'Project Mainport en Milieu Schiphol (PMMS)', Haarlem, februari 1992.

Bijlage 1

Toelichting begrippen uit de akoestiek

Contour

Een lijn getrokken door een aantal punten van gelijke geluidsbelasting noemt men een contour. Door contouren te berekenen is het mogelijk het gebied vast te stellen dat een bepaalde geluidsbelasting ondergaat.

Decibel (symbool dB)

De decibel is gedefinieerd als het tienvoud van de logaritme van een verhouding. De decibel geeft geen absolute waarde aan en is dimensieloos. Omdat de in de akoestiek gehanteerde grootheden, zoals bijvoorbeeld de geluidsdruk, uitgedrukt worden als een verhouding ten opzichte van een referentiewaarde kunnen deze grootheden opgegeven worden in decibels. Zoals geldt in formulevorm:

$$x = 10 \log \frac{A_1}{A_2} \text{ (dB)}$$

waarin A_1 een bepaalde grootte is en A_2 de referentiewaarde. Wordt nu A_1 bijvoorbeeld tienmaal zo groot, dan zal x met 10 dB toenemen.

dB(lineair)

Dit is het geluidsdrukniveau van het geluid zonder toepassing van correcties voor de diverse terts- of octaafbanden.

Daar het frequentiegebied op deze stand afhangt van de eigenschappen van het meetapparaat wordt deze stand steeds minder gebruikt.

Men past dan het C-netwerk toe, waarbij een geheel gedefinieerd frequentienetwerk wordt gebruikt.

Effectieve geluidsdruk (symbool P_{eff})

Bij veel geluidsverschijnselen is niet de momentele waarde van de drukvariaties van belang, maar de effectieve waarde. Er bestaat namelijk een direct verband tussen de effectieve geluidsdruk en de energie van het geluid.

De effectieve geluidsdruk is gedefinieerd als de wortel uit het over enige tijd gemiddelde kwadraat van de momentele geluidsdruk.

Het equivalente geluidsniveau (L_{eq})

Het geluidsniveau (L_A) is in het algemeen over een langere tijdsperiode niet constant. Wanneer de variaties niet te groot zijn, kan als maat voor de mogelijk optredende hinder gewerkt worden met een gemiddelde waarde over die periode. Naast het geluidsniveau hanteert men daarom ook het energetisch gemiddelde over een bepaalde periode.

Dit energetisch gemiddelde noemt men het equivalente geluidsniveau (L_{eq}), dat als volgt is gedefinieerd:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_o^2} dt \text{ (in dB(A))}$$

Hierin is T de periode waarover het equivalente geluidsniveau wordt bepaald.

De formule voor de effectieve geluidsdruk luidt:

$$p_{eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt$$

T = tijd waarover gemiddeld wordt

Emissie

Het door een geluidsbron (machine, weg) uitgestraalde geluidsvermogen. Dit begrip dient men goed te onderscheiden van het begrip immissie.

De etmaalwaarde

Hieronder verstaat men de hoogste waarde van de volgende drie equivalente geluidsniveaus:

- het L_{eq} over de dagperiode, dat wil zeggen tussen 07.00 en 19.00 uur;
- het L_{eq} over de avondperiode, dat wil zeggen tussen 19.00 en 23.00 uur, verhoogd met 5 dB(A);
- het L_{eq} over de nachtperiode, dat wil zeggen tussen 23.00 en 07.00 uur, verhoogd met 10 dB(A).

Bij wegverkeer wordt de avondperiode buiten beschouwing gelaten.

Frequentie (symbol: f)

Dit is het aantal trillingen per seconde. De toonhoogte van een geluid wordt hierdoor bepaald. De eenheid waarin de frequentie wordt aangegeven in Hz.

Geluid

Geluid, dat ons oor treft, bestaat uit zich golfvormig door de lucht voortplantende drukwisselingen. De drukgolf wordt overgedragen door trillende luchtdeeltjes. De luchtdeeltjes trillen met een zeer kleine amplitude om een evenwichtsstand. De hierdoor veroorzaakte drukvariaties zijn zeer klein in vergelijking met de barometrische luchtdruk.

Het geluidsdruk niveau in dB(A) (L_A)

De door de geluidstrillingen veroorzaakte luchtdrukvariaties noemt men de geluidsdruk (p). Deze geluidsdruk is alleen interessant wanneer de intensiteit daarvan via het oor kan worden waargenomen. Daarom werkt men met de verhouding tussen de werkelijk optredende geluidsdruk (p) en de geluidsdruk die we nog juist kunnen waarnemen (P_o).

Aangezien het oor drukverhoudingen tussen 1 en meer dan 1.000.000 kan onderscheiden, wordt de voorkeur gegeven aan de logaritme uit de drukverhouding. Ook wordt in de geluidstechniek rekening gehouden met het feit dat het menselijk oor voor lage frequenties minder gevoelig is dan voor hoge frequenties. Men past dan een correctie toe op de werkelijk optredende geluidsdruk (p). Deze correctie is afhankelijk van de frequentie en na correctie resulteert de geluidsdruk P_A . Een overzicht van de gestandariseerde correctiewaarden is opgenomen in tabel 1.

Als maat voor de geluidsterkte hanteert men in aansluiting op het bovenstaande 'het geluidsniveau L_A in decibel A' dat als volgt is gedefinieerd:

$$L_A = 10 \log \frac{p_A^2}{p_o^2} \text{ (in dB(A) (} p_o = 20 \text{ micropascal))}$$

$$(1 \text{ Pa} = 1 \text{ Pascal} = 1 \text{ N/M}^2)$$

Immissie

Dit is het geluidsniveau dat op een bepaalde plaats heerst c.q. waaraan een object wordt blootgesteld.

Dit begrip dient men goed te onderscheiden van het begrip 'emissie'.

Colofon

Samenstellers

DGMR Raadgevende ingenieurs bv
Den Haag

Uitgave:

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Projectbureau Mainport & Milieu Schiphol
Postbus 20901, 2500 EX Den Haag

Vormgeving:

Mijs+Van der Wal, Rotterdam

ISBN: 90346 - 30293

