

# 6 Resultaten onderzoek beschermende werking van het huidige en nieuwe geluidstelsel Schiphol







NLR-CR-2001-373

## **Resultaten onderzoek beschermende werking van het huidige en nieuwe geluidstelsel Schiphol**

F.J.M. Wubben en S.P. Galis

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van DGL/ONL, contractnummer DGRLD  
2.00.73.804.1.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke  
wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DGL/ONL.

Hoofdafdeling:	Luchtverkeer
Datum:	Augustus 2001
Rubricering van de titel:	Ongerubriceerd





## Samenvatting

Het kabinet heeft besloten de bestaande milieu- en veiligheidsnormen van de Planologische Kernbeslissing (PKB) te vervangen door een nieuw, gelijkwaardig normenstelsel. Dit stelsel zal in 2003 in werking treden en zal in tegenstelling tot de huidige systematiek (Ke en LA<sub>eq</sub>-nacht) gebaseerd worden op de geluidbelastingmaten L<sub>den</sub> en L<sub>night</sub>.

Het nieuwe geluidstelsel moet gelijkwaardig zijn aan de PKB-randvoorwaarden:

- geluid etmaal: maximaal 10.000 woningen in de 35 Ke-zone en aanzienlijk minder ernstig gehinderden binnen de 20 Ke-contour (indicatief referentiegetal 54.000);
- geluid nacht: maximaal 10.100 woningen in de LA<sub>eq</sub> = 26 dB(A) nachtzone en aanzienlijk minder slaapgestoorden binnen de LA<sub>eq</sub> = 20 dB(A) contour.

Het overgangsscenario dat aan de PKB randvoorwaarden voldoet wordt gebruikt voor het vaststellen van de grenswaarden.

De huidige systematiek is gebaseerd op een geluidzone met een daarbuiten geldende grenswaarde van 35 Ke waarbij voor Schiphol gehandhaafd wordt in ongeveer 250 zonepunten welke gelegen zijn in berekeningsnetwerkpunten net buiten de zone. Deze zonepunten liggen in het algemeen niet in woongebieden. Handhaving in de nieuwe systematiek vindt plaats in handhavingspunten welke in principe gelegen zijn in woongebieden op of nabij de 35 Ke contour. In dit onderzoek is een voorstel voor 30 handhavingspunten onderzocht. Daarnaast is er een grens gesteld aan het totale volume van de geluidimmissie (TVG) en zijn er regels voor baan- en routegebruik waarmee gereguleerd wordt, waar en wanneer er gevlogen kan worden.

In het kader van het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt, stond de volgende vraag centraal:

Kan er buiten de 58 L<sub>den</sub> contour behorende bij het overgangsscenario, een belasting in woongebieden optreden groter dan 58 dB(A) L<sub>den</sub> zonder dat zich dat vertaalt in een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek)? En zo ja, kan dit voorkomen worden door extra handhavingspunten toe te voegen?

Daarnaast is onderzocht hoe stabiel of variabel de geluidbelasting is in woongebieden in het gebied van 53 (equivalent aan 20 Ke) tot 58 dB(A) L<sub>den</sub> (equivalent aan 35 Ke) zonder dat overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek) optreedt.

Beide systemen zijn onderworpen aan deze onderzoeksvragen. Het is de eerste keer dat de bestaande systematiek op deze onderzoeksvragen is onderzocht. Het onderzoek is alleen uitgevoerd voor de handhavingspunten voor  $L_{den}$ , niet voor  $L_{night}$ . Verwacht mag worden dat voor de  $L_{night}$ , de aard van de resultaten hetzelfde is als voor  $L_{den}$ .

Voor de nieuwe systematiek wordt in één simulatie in één woongebied een geluidbelastingswaarde hoger dan 58 dB(A)  $L_{den}$  geconstateerd in woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontour. Het betreft een waarde van 58,2 dB(A)  $L_{den}$ .

Voor de huidige systematiek zijn geen woongebieden gevonden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontouren waar een hogere geluidbelastingswaarde voorkwam dan 58 dB(A)  $L_{den}$ . Op basis van bovenstaande kan gesteld worden dat er in de huidige systematiek weinig mogelijkheden zijn voor een verschuiving van de geluidbelasting in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$  contouren. In de nieuwe systematiek met 30 handhavingspunten zijn daar meer mogelijkheden voor. Het toevoegen van handhavingspunten zal naar verwachting leiden tot minder mogelijkheden voor verschuiving van de geluidbelasting in de genoemde gebieden.

Dit onderzoek naar de beschermende werking van het normenstelsel toont aan dat voor zowel de huidige als de nieuwe systematiek, de geluidbelasting ten opzichte van de referentieberekening kan toenemen in het gebied buiten de zone of handhavingspunten terwijl er geen overschrijding van de geluidnormen plaatsvindt. De referentieberekening is de geluidbelastingsberekening waarmee de grenswaarden in zonepunten of handhavingspunten worden bepaald. In het algemeen betreft dit een verschuiving van de geluidbelasting. Dat wil zeggen dat er zowel lokaties zijn aan te wijzen met een lokale toename in de geluidbelasting maar ook lokaties met een lokale afname van de geluidbelasting. In de opzet van de nieuwe systematiek waarborgt het TVG dat er geen toename in de totale geluidbelasting optreedt. De maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  in woongebieden tussen de 53-58 dB(A)  $L_{den}$  bedraagt 2,6 dB(A) voor de nieuwe systematiek en 0,4 dB(A) voor de huidige systematiek. Deze waarden volgen uit een simulatie waarbij de vliegpadspreiding van het verkeer binnen de wettelijke luchtverkeerswegen zijn verschoven. Deze gesimuleerde verschuiving van de vliegpadspreiding kan als fors worden gekarakteriseerd maar wordt niet als onmogelijk beschouwd. Het verschil in de mogelijke toename in de geluidbelasting is terug te voeren op het verschil in het aantal "controlepunten" voor de huidige systematiek (~250 zonepunten) en de nieuwe systematiek (30 handhavingspunten).

Op basis van historische gegevens van jaarberekeningen voor Schiphol (FANOMOS) wordt voor de huidige systematiek slechts in uitzonderlijke gevallen een toename van de geluidbelasting buiten de 35 Ke referentiecontour geconstateerd, zonder dat er een



overschrijding in een nabij gelegen zonepunt heeft plaatsgevonden. Een overschrijding van een zonepunt leidt in het algemeen ook tot een toename van de geluidbelasting in het gebied gelegen buiten de zonepunten. De simulatieberekeningen laten een maximale toename van de geluidbelasting  $L_{den}$ , ten opzichte van de referentie, zien van 0,4 dB(A) voor de huidige systematiek, terwijl in de periode 1997 tot en met 2000 deze in de praktijk niet wordt geconstateerd. Hieruit valt op te maken dat de variaties die zijn bestudeerd bij de simulatieberekeningen groter zijn dan de werkelijke variaties die zijn opgetreden in de periode 1997 tot en met 2000.

Gezien de ligging en het aantal handhavingspunten kan op basis van een kwalitatieve analyse door NLR experts, gesteld worden dat het nieuwe normenstelsel geluid geen mogelijkheden biedt voor volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen, bijvoorbeeld door bewust de handhavingspunten te vermijden. In dit rapport zijn simulaties uitgevoerd voor 8 relevante parameters die de geluidbelasting beïnvloeden. Op basis van de kwalitatieve analyse lijkt het niet mogelijk om met de relevante parameters zodanig bewust te sturen dat volumegroei kan worden gerealiseerd.

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>8</b>
<b>2. De handhaving in de huidige en de nieuwe systematiek vergeleken</b>	<b>10</b>
<b>3 Aanpak van het onderzoek</b>	<b>12</b>
3.1 Inleiding	12
3.2 Historische ontwikkeling van de geluidbelasting	12
3.3 Rekensimulaties	12
3.4 Kwalitatieve analyse van de (on)mogelijkheid van anticiperend vliegen	18
<b>4 Historische ontwikkelingen</b>	<b>19</b>
<b>5 Resultaten van simulaties</b>	<b>20</b>
5.1 Vergelijking van ongeschaalde simulaties met referentieberekening	20
5.2 Globale volumeschaling	22
5.2.1 Schaalfactoren	22
5.2.2 Resultaten na volumeschaling	25
5.3 Lokale volumeschaling	27
<b>6. Anticiperend vliegen in de buurt van handhavingspunten, kan dat?</b>	<b>32</b>
<b>7 Samenvatting en conclusies</b>	<b>36</b>
<b>8 Referentie</b>	<b>40</b>

### Appendices:

- A: Figuren historische ontwikkeling geluidbelasting
- B: Uitgangspunten simulatieberekeningen beschermende werking normenstelsel geluid
- C: Figuren: vergelijking ongeschaalde simulaties met referentie
- D: Figuren: vergelijking globaal geschaalde simulaties met referentie

(102 pagina's totaal, inclusief appendices)



## Afkortingen

AAS	Amsterdam Airport Schiphol
AIP	Aeronautical Information Publication
ARN	Route genoemd naar vliegbaken ARNEM
BER	Route genoemd naar vliegbaken BERGI
dB(A)	decibel (A-gewogen)
DGL	Directoraat Generaal Luchtvaart
EHAM	ICAO codering voor de luchthaven Schiphol
FANOMOS	Flight track and Aircraft NOise MONitoring System
FMS	Flight Management System
ICAO	Internationale Civil Aviation Authority
Ke	Kosten eenheden
ILS	Instrumental Landing System
LAeq	Equivalente A-gewogen geluidbelasting
L <sub>den</sub>	Dag, avond en nacht A-gewogen equivalente geluidbelasting
LGV	Laterale GeluidVerzwakking
LNAV	Lateral Navigation
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
MER	Milieu Effect Rapportage
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
ONL	Ontwikkeling Nationale Luchthaven
PAM	Route genoemd naar vliegbaken PAMPUS
PKB	Planologische Kern Beslissing
RNAV	Area Navigation
SID	Standard Instrument Departure
TVG	Totale Volume Geluid
UDL	UitvoeringsDienst Luchtvaart
V&W	Verkeer en Waterstaat



## 1. Inleiding

Het kabinet heeft besloten de bestaande milieu- en veiligheidsnormen voor het vijfbanenstelsel op Schiphol, zoals vastgelegd in de PKB Schiphol, te vervangen door een nieuwe gelijkwaardige systematiek. Deze systematiek zal in 2003 in werking treden.

Het nieuwe geluidstelsel moet gelijkwaardig zijn aan de PKB-randvoorwaarden:

- geluid etmaal: maximaal 10.000 woningen in de 35 Ke-zone en aanzienlijk minder ernstig gehinderden binnen de 20 Ke-contour (indicatief referentiegetal 54.000);
- geluid nacht: maximaal 10.100 woningen in de LAeq = 26 dB(A) nachtzone en aanzienlijk minder slaapgestoorden binnen de LAeq = 20 dB(A) contour.

Het overgangsscenario dat aan de PKB randvoorwaarden voldoet wordt gebruikt voor het vaststellen van de grenswaarden.

De huidige systematiek is gebaseerd op een geluidzone met een daarbuiten geldende grenswaarde van 35 Ke waarbij voor Schiphol gehandhaafd wordt in ongeveer 250 zonepunten welke gelegen zijn in berekeningsnetwerk-punten net buiten de zone. Deze zonepunten liggen in het algemeen niet in woongebieden. Handhaving in de nieuwe systematiek vindt plaats in handhavingspunten welke in principe gelegen zijn in woongebieden op of nabij de 35 Ke contour. In dit onderzoek is een voorstel voor 30 handhavingspunten onderzocht. Daarnaast is er een grens gesteld aan het totale volume van de geluidemissie (TVG) en zijn er regels voor baan- en routegebruik waarmee gereguleerd wordt, waar en wanneer er gevlogen kan worden.

In het kader van het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt, stond de volgende vraag centraal:

Kan er buiten de 58 L<sub>den</sub> contour behorende bij het overgangsscenario, een belasting in woongebieden optreden groter dan 58 dB(A) L<sub>den</sub> zonder dat zich dat vertaalt in een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek)? En zo ja, kan dit voorkomen worden door extra handhavingspunten toe te voegen?

Daarnaast is onderzocht hoe stabiel of variabel de geluidbelasting is in woongebieden in het gebied van 58 tot 53 dB(A) L<sub>den</sub> (equivalent aan 20 Ke) zonder dat overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek) optreedt.

De overgang van de huidige naar de nieuwe systematiek vindt plaats middels een Ke-overgangsscenario dat voldoet aan de genoemde randvoorwaarden van de PKB. Voor dit

passende scenario zijn tevens  $L_{den}$ -berekeningen uitgevoerd in handhavingspunten. De bijbehorende geluidbelastingwaarden in handhavingspunten zijn de grenswaarden waar in de toekomst op wordt gehandhaafd. In de praktijk wordt verwacht dat er ten opzichte van het passende verkeersscenario variaties zullen gaan optreden. Het scenario is immers een toekomstverwachting (situatie 2010) en door ontwikkelingen in vlootsamenstelling, vliegprocedures e.d., zal de feitelijke geluidbelasting in de loop der jaren wijzigen. Dit heeft tot gevolg dat er rekening mee gehouden moet worden dat de geluidbelasting zich anders zal gaan ontwikkelen dan geprognostiseerd. Middels simulatieberekeningen zijn variaties aangebracht in het passende scenario om te onderzoeken welke gevolgen dat kan hebben op de geluidbelasting buiten de 58 dB(A)  $L_{den}$  geluidcontour zonder dat er een overschrijding plaatsvindt van de geluidnormen in zowel de huidige als de nieuwe systematiek. In dit rapport wordt het passende scenario in het vervolg aangeduid als het referentiescenario.

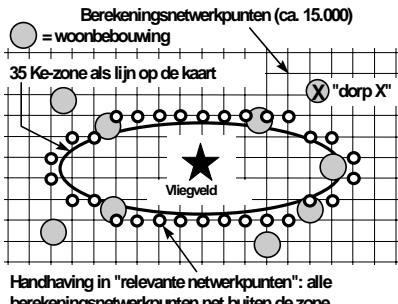
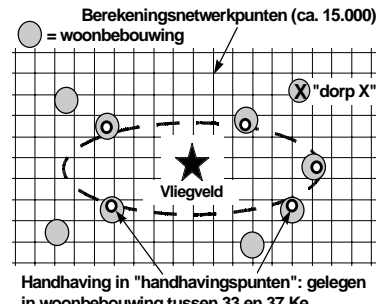
Het onderzoek beschreven in dit rapport is alleen uitgevoerd voor de handhavingspunten voor  $L_{den}$ , niet voor  $L_{night}$ . Verwacht mag worden dat voor de  $L_{night}$ , de aard van de resultaten hetzelfde is als voor  $L_{den}$ .

In dit rapport zal eerst worden ingegaan op de verschillen in handhaving tussen de huidige en de nieuwe systematiek (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 volgt een beschrijving van de onderzoeks aanpak om bovenstaande onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. Hierbij is naar de historische ontwikkeling van de geluidbelasting gekeken en zijn berekeningen uitgevoerd met variaties in de parameters die de geluidbelasting beïnvloeden. Een beschrijving van de historische ontwikkeling van de geluidbelasting wordt gegeven in hoofdstuk 4, in hoofdstuk 5 gevolgd door de resultaten van de berekeningen met parameter variaties. Hoofdstuk 6 geeft een kwalitatieve beoordeling van de (on)mogelijkheden van anticiperend vliegen in de nieuwe normeringssystematiek. Tenslotte volgen in hoofdstuk 7 de conclusies van dit onderzoek.

## 2. De handhaving in de huidige en de nieuwe systematiek vergeleken

In onderstaande tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van de verschillen in de handhaving volgens de huidige- en de nieuwe systematiek.

Tabel 2.1 Vergelijking huidige en nieuwe systematiek

	Huidige systematiek	Nieuwe systematiek
		
a.	<p>De handhaving vindt plaats in de zogenoemde zonepunten: alle berekeningsnetwerk-punten net buiten de zone en rond de hele zone, op een onderlinge afstand van 500 m en soms in maar meestal buiten woongebieden.</p> <p>Het aantal zonepunten netwerkpunten is 250.</p> <p>De grenswaarde in elk punt is vastgesteld met een zoneberekening.</p> <p>In geen enkel zonepunt mag de voor dát punt vastgestelde grenswaarde worden overschreden.</p>	<p>De handhaving vindt plaats in "handhavingspunten", die (in principe) in woongebieden liggen, tussen de 33 en 37 Ke contour.</p> <p>Het aantal handhavingspunten is 30.</p> <p>De grenswaarde in elk punt is vastgesteld met de zoneberekening ad a.</p> <p>In geen enkel handhavingspunt mag de voor dát punt vastgestelde grenswaarde worden overschreden.</p>
b.	---	Er is een grenswaarde voor het totale volume van de geluidimmissie, TVG, die mag niet worden overschreden
c.	Er zijn regels voor baan- en routegebruik welke deels zijn vastgelegd in een convenant tussen de minister van V&W en LVNL en deels in de aanwijzing voor het 5-banenstelsel	Er zijn regels voor baan- en routegebruik welke een wettelijke status hebben.
<p><i>De bescherming van "dorp X": in dorp X, gelegen buiten de 35 Ke zone, is de geluidbelasting volgens de zoneberekening ad a, 31 Ke, in dorp X ligt geen handhavingspunt en geen zonepunt waarop wordt gehandhaafd.</i></p>		
d.	<p><u>Bescherming van dorp X:</u></p> <p>In dit onderzoek wordt ingegaan op de bescherming die wordt geboden ten gevolge van de zone. Volgens de Luchtvaartwet geldt de eis, dat buiten de zone (dus ook in "dorp X") de geluidbelasting t.g.v. het werkelijke gebruik van Schiphol nergens hoger mag zijn dan 35 Ke, de wettelijke grenswaarde (in "dorp X" wel hoger dan 31 Ke).</p>	<p><u>Bescherming van dorp X:</u></p> <p>In dit onderzoek wordt ingegaan op de bescherming die wordt geboden ten gevolge van handhavingspunten, TVG en regels voor baan- en routegebruik.</p> <p>Er is geen wettelijke grenswaarde, er is immers geen zone als "lijn op de kaart" meer en daardoor evenmin de eis, dat buiten die lijn de geluidbelasting t.g.v. het werkelijke gebruik van Schiphol nergens hoger mag zijn dan 35 Ke (of welke andere waarde dan ook</p>



De voornaamste inhoudelijke verschillen tussen het nieuwe en het huidige systeem zijn:

- de "handhavingspunten" in de nieuwe systematiek liggen (in principe) in woonbebouwing, de zonepunten in de huidige systematiek liggen in berekeningsnetwerkpunten met een onderlinge afstand van 500 m rond de hele zone, soms in maar meestal buiten woonbebouwing;
- er zijn aanzienlijk minder "handhavingspunten" (30) in de nieuwe systematiek dan zonepunten (250) in de huidige systematiek;
- in de nieuwe systematiek geldt naast de grenswaarde in elk handhavingspunt ook een grenswaarde voor het totale volume van de geluidimmissie, in de huidige systematiek niet.

### **3 Aanpak van het onderzoek**

#### **3.1 Inleiding**

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvragen die zijn vermeld in de inleiding van dit rapport zijn een 3-tal deelonderzoeken uitgevoerd. Deze betreffen:

- een onderzoek naar de historische ontwikkeling van de geluidbelasting op Schiphol voor het 4-banen stelsel in de jaren 1997 tot en met 2000;
- $L_{den}$  rekensimulaties waarbij gevarieerd is met die parameters die van invloed zijn op de geluidbelasting;
- een kwalitatieve analyse door NLR specialisten van de (on)mogelijkheid om anticiperend te vliegen nabij handhavingspunten om extra ruimte voor groei te creëren.

Onderstaand wordt per deelonderzoek een nadere uitleg gegeven van de aanpak. De resultaten van de deelonderzoeken staan in hoofdstuk 4, 5 en 6.

#### **3.2 Historische ontwikkeling van de geluidbelasting**

Om een eerste beeld te krijgen van de beschermende werking van de huidige systematiek voor het gebied buiten de 35 Ke geluidzone, zijn resultaten van jaarberekeningen<sup>1</sup> (FANOMOS) vergeleken met de voor dat jaar vigerende zoneberekening. Dit is uitgevoerd voor de jaren 1997 t/m 2000. Deze resultaten kunnen niet gebruikt worden voor een evaluatie van de nieuwe systematiek vanwege het feit dat in de geanalyseerde jaren reeds sturing<sup>2</sup> heeft plaatsgevonden op basis van de vigerende zone (zonepunten). De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 4.

#### **3.3 Rekensimulaties**

De geluidbelasting in een punt wordt bepaald door de volgende 8 parameters:

1. Het aantal vliegtuigbewegingen uitgesplitst naar start- en landing.
2. Verdeling van het aantal starts resp. landingen over het etmaal.
3. Verdeling aantal starts over de afstandsklassen.
4. Vlootsamenstelling, indeling in 9 gewichtscategorieën en 4 geluidsklassen.
5. De toegepaste operationele vliegprocedures, d.w.z. op wijze waarop wordt gestart en geland en in welke mate daarbij "stille" vliegprocedures worden toegepast (Bijv.: ICAO-A

---

<sup>1</sup> Jaarberekeningen zijn de geluidberekeningen die door het FANOMOS systeem worden uitgevoerd ten behoeve van de bewaking van de zich ontwikkelende geluidbelasting rond de luchthaven.

<sup>2</sup> in bijvoorbeeld het baangebruik om overschrijdingen te voorkomen

- of ICAO-B start; conventionele nadering of reduced flap nadering, idle thrust CDA; naderingshoogte 2000 of 3000 ft, enz).
6. De ligging van de grondpaden van de vertrek- en aankomstroutes (vanaf de start en tot en met de landing inclusief het deel van de holding naar touch-down), inclusief de spreiding.
  7. De verdeling van het aantal starts en landingen over de uit- respectievelijk de aanvliegeroutes en richtingen.
  8. De verdeling van het verkeer over de start- en landingsbanen (baangebruikspercentages).

Een verandering in de geluidbelasting is altijd terug te voeren op een variatie in één of meer van de bovenbeschreven parameters. In principe kan een variatie in één van deze parameters leiden tot een niet-uniforme toename van de geluidbelasting. Daarmee wordt bedoeld dat door wijziging van één of meer van de parameters, op de 58 dB(A)  $L_{den}$ -contour een sterkere toename<sup>3</sup> in de geluidbelasting kan optreden dan binnen<sup>4</sup> of/en buiten<sup>5</sup> deze contour. Door dit niet-uniforme gedrag is het denkbaar dat de geluidbelasting in het binnen- of buitengebied stijgt ten opzichte van de referentie zonder dat er een overschrijding wordt geconstateerd in de geluidsnormen.

Hieronder wordt per parameter nagegaan of een wijziging in deze parameter kan leiden tot niet-uniforme effecten in de geluidbelasting:

- ad 1. **Aantal vliegtuigbewegingen.** Geen niet-uniform effect. Een toename van alleen het verkeersvolume leidt altijd tot dezelfde toename in het hele rekenalgoritme. In het nieuwe normenstelsel wordt dit gelimiteerd door de grenswaarde van het TVG.
- ad 2. **Verdeling over etmaal.** Doordat overdag andere routes en procedures worden gevlogen dan 's nachts kan de geluidbelasting lokaal in binnen- en buitengebied gaan wijzigen bij een andere verdeling van het verkeer binnen de etmaalperiodes, dag, avond en nacht die in de  $L_{den}$  geluidbelastingsmaat een rol spelen. Het effect wordt beperkt door de aanwezigheid van een nachtnormering uitgedrukt in de  $L_{night}$  geluidbelastingsmaat.
- ad 3. **Verdeling over afstandsklassen.** Een andere verdeling over de afstandsklassen kan leiden tot niet-uniforme effecten.
- ad 4. **Vlootsamenstelling.** Introductie van nieuwe vliegtuigen kan leiden tot niet-uniforme effecten. Het is denkbaar dat nieuwere vliegtuigen vooral dichtbij de luchthaven een geluidreductie laten zien indien toekomstige geluidwinsten zich met name zouden voordoen in de hogere frequenties van het geluidsspectrum. Door atmosferische demping wordt verder weg van de luchthaven vooral het geluid bij de lagere frequenties gehoord. Eventuele winsten in het geluid bij de hogere frequenties hebben verder weg van de

---

<sup>3</sup> Indien over toename in de geluidbelasting wordt gesproken is dit ten opzichte van de referentie

<sup>4</sup> In het vervolg wordt dit het binnengebied genoemd. Het gebied correspondeert met hogere  $L_{den}$ -waarden

<sup>5</sup> Dit wordt in het vervolg het buitengebied genoemd. Het gebied correspondeert met lagere  $L_{den}$ -waarden.

luchthaven dus nauwelijks effect. De winst treedt met name op kortere afstanden tot de luchthaven op.

- ad 5. **Vliegprocedures.** De introductie van nieuwe vliegprocedures kan leiden tot niet-uniforme effecten. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan startprocedures waarbij eerder of later van maximaal vermogen wordt overgeschakeld naar klimvermogen waardoor de geluidemissie zich met name rond de luchthaven concentreert of juist verder weg van de luchthaven. Dit is met name het verschil tussen de ICAO-A en ICAO-B startprocedures.
- ad 6. **Vliegpadspreiding.** Een wijziging in de vliegpadspreiding binnen de wettelijk vastgestelde luchtverkeerswegen (luchthavenverkeersbesluit) en de SID<sup>6</sup>-beschrijving resulteert per definitie plaatselijk in een lagere - en elders in een hogere geluidbelasting. Afwijking van de luchtverkeerswegen wordt tot een hoogte van 3000 ft voor maximaal 3% van het straalverkeer toegestaan. Aanpassing van een luchtverkeersweg of/en SID-beschrijving zal altijd moeten worden goedgekeurd door het bevoegd gezag. Binnen de luchtverkeerswegen is het echter denkbaar dat de vliegpadspreiding wijzigt door bijvoorbeeld verbeterde Flight Management Systemen (FMS) in vliegtuigen. Het is denkbaar dat een lokale wijziging van de spreiding leidt tot lagere individuele geluidniveaus ter plaatse van een handhavingspunt waardoor er meer verkeer geaccommodeerd zou kunnen worden binnen de grenswaarde. Globaal gezien zal een goed werkend TVG dit “ontzien” van handhavingspunten met het doel meer verkeer te accommoderen, voorkomen.
- ad 7. **Verdeling bewegingen over routes/richtingen.** Een andere verdeling van het verkeer over de routes/richtingen kan leiden tot niet-uniforme effecten. De vlootsamenstelling over een route kan hierdoor immers veranderen (zie item ad. 4) en daardoor de routespreiding (zie item ad. 6). Tevens kan de verhouding van start- en naderingen ter plaatse van zonepunten of een handhavingspunt in het buitengebied gaan wijzigen (zie item ad. 5). Segregatie van landend verkeer valt ook onder dit item.
- ad 8. **Baangebruik.** Middels het baangebruik kan indirect de verdeling van het verkeer over de routes beïnvloed worden (zie item ad. 7). Dit speelt met name in combinatie met segregatie een rol.

Deze analyse heeft geleid tot 12  $L_{den}$  simulatieberekeningen waarbij steeds één van de besproken parameters vaak fors (veel groter dan wat in de praktijk mag worden verwacht) is gevarieerd en de andere parameters onveranderd zijn gebleven ten opzichte van de referentieberekening. Alleen de 12e simulatieberekening is een samenstel van meerdere

---

<sup>6</sup> SID=standard instrument departure welke is vastgelegd in het Aeronautical Information Publication (AIP) waaraan gerefereerd wordt vanuit hoofdstuk 5 van de luchtvaartwet



parameters. In appendix B wordt een overzicht gegeven van uitgevoerde simulatieberekeningen.

De resultaten van de simulatieberekeningen zijn vergeleken met de resultaten van de referentieberekening. Daaruit blijkt dat voor de huidige systematiek overschrijdingen in zonepunten werden geconstateerd en voor de nieuwe systematiek overschrijdingen in handhavingspunten of/en het TVG. Om overschrijdingen te voorkomen zullen in de praktijk maatregelen worden genomen welke het verkeersvolume ter plaatse van de overschrijding verminderen en op andere plaatsen waar nog wel “geluidruimte” over is vermeerderen. Er zal altijd naar gestreefd worden om de ruimte die het TVG biedt zoveel mogelijk te benutten. Binnen het tijdsbestek het onderhavige onderzoek was het niet mogelijk om de verkeersbeschrijving zodanig aan te passen dat er nergens een overschrijding meer plaatsvond in enige geluidsnorm. Het aanpassen van een verkeersbeschrijving (scenario) is namelijk een zeer arbeidsintensief proces.

Daarom is er in het kader van dit onderzoek voor gekozen om dit te simuleren door het totale verkeersvolume zodanig te schalen dat er net geen overschrijding meer plaatsvindt in enige geluidsnorm, een zogenaamde volumeschaling. Bij globale volumeschaling wordt de geluidbelasting op het gehele berekeningsnetwerk met eenzelfde  $\Delta L_{den}$  gecorrigeerd. De toe- of afname in verkeersvolume wordt berekend met de volgende formule:

$$1 + \frac{\Delta N}{N} = 10^{\frac{-\Delta L_{den}}{10}} \quad (3.1)$$

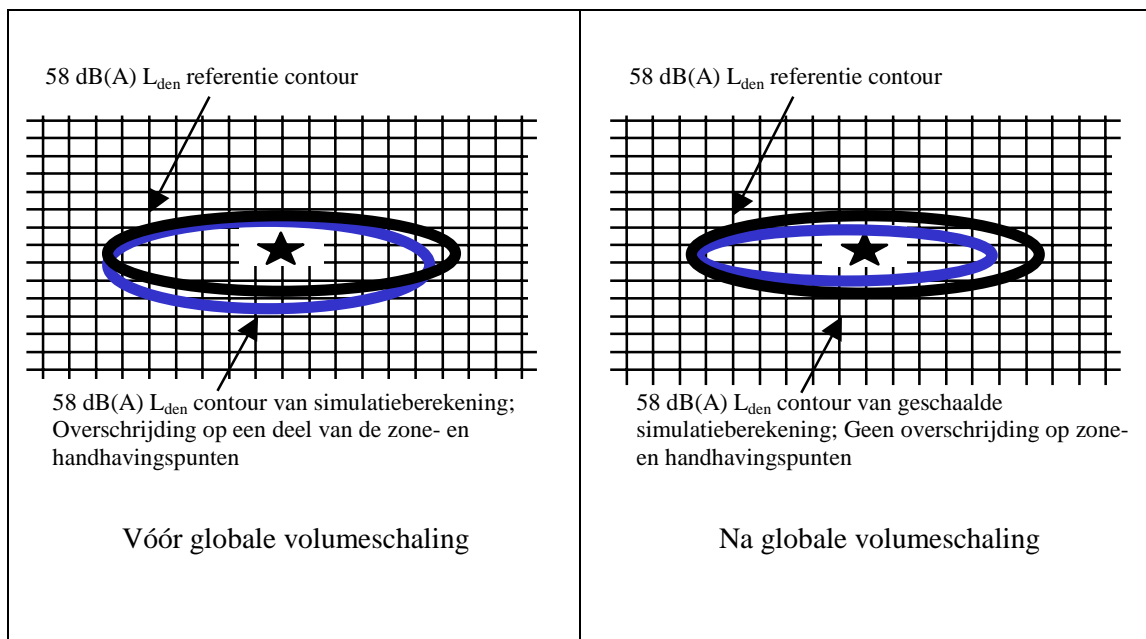
waarbij

$\Delta L_{den}$  in dB(A), het maximaal geconstateerde verschil in geluidbelasting tussen de simulatieberekening en de referentieberekening in zonepunten voor de huidige systematiek enerzijds, en in handhavingspunten en/of TVG voor de nieuwe systematiek anderzijds.

$\Delta N$  de toename in het aantal vliegbewegingen

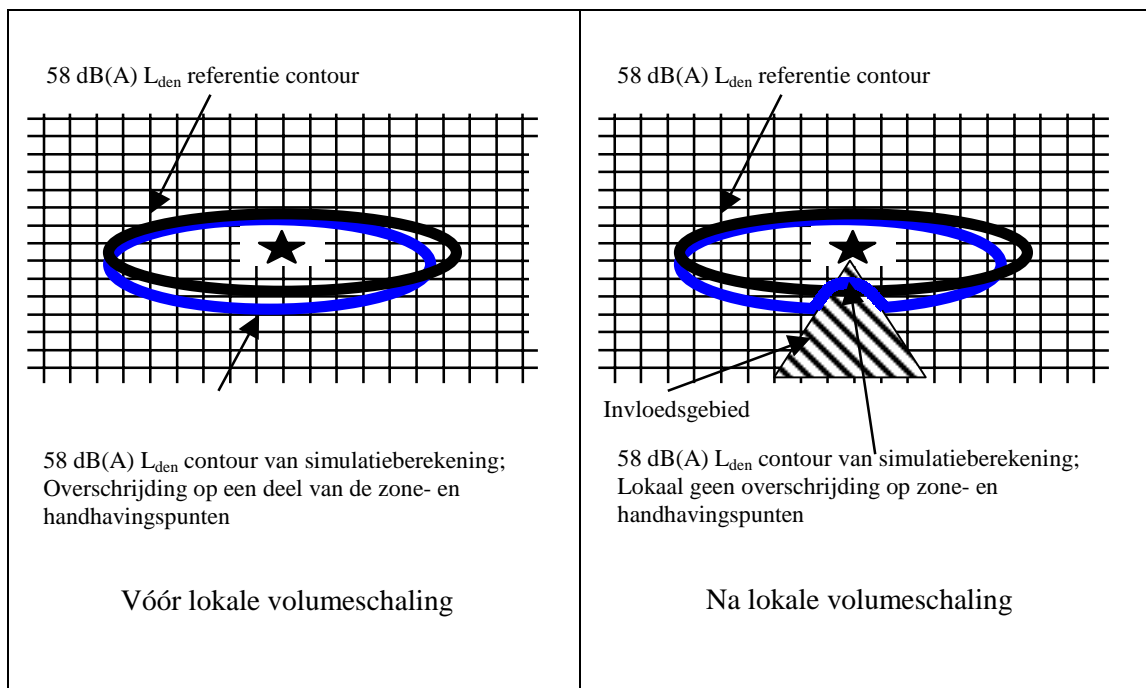
$N$  het totaal aantal vliegbewegingen

De consequentie van globale volumeneerschaling is dat er lokaal te ver wordt teruggeschaald omdat alleen de maximaal geconstateerde overschrijding in enige norm maatgevend is in deze procedure. Onderstaande figuren (fig. 1) illustreren dit:



Figuur 1: Schematische weergave van lokale volumeschaling

Naast globale volume neerschaling zijn voor een aantal simulaties en een beperkt aantal zone- en handhavingspunten zogenaamde lokale analyses uitgevoerd. Hierbij is voor een lokaal gebied rond de beschouwde zone- en handhavingspunten, lokale volumeschaling toegepast om toch zo goed mogelijk aan te sluiten bij de effecten die in de praktijk zullen optreden ten gevolge van gerichte lokale stuurmaatregelen. Bij lokale neerschaling wordt de maatgevende lokale overschrijding gebruikt als basis voor de volumeschaling. Bij lokale volumeschaling is het TVG buiten beschouwing gelaten. In onderstaande figuur (fig. 2) wordt lokale volumeschaling grafisch toegelicht.



Figuur 2: Schematische weergave van lokale volumeschaling

Na volumeschaling is gekeken welke toename in de geluidbelasting optreedt in woongebieden (zie fig. B.3) gelegen tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$  contour<sup>7</sup> tussen de geschaalde simulatie- en referentieberekening. Voor globale schaling is gekeken in dit gehele gebied. Voor lokale schaling alleen voor woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$  contour in de nabijheid van de beschouwde zone- en handhavingspunten (het invloedsgebied).

Als uitgangsscenario voor de simulaties is gekozen voor het door de luchtvaartsector aan ONL geleverde  $L_{den}$  passende<sup>8</sup> scenario voor het peiljaar 2010<sup>9</sup>. Dit scenario heeft NLR berekeningsnummer (ONL MER Schiphol 2003) 01-06-20 08:00:00 en bevat 525.000 bewegingen inclusief general aviation. Bij deze berekening zijn de posities van de  $L_{den}$ -handhavingspunten geleverd door DGL/ONL (zie figuur B.2 in appendix B). In appendix B wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde berekeningen en de daarbij gehanteerde uitgangspunten. De woongebieden zijn gedefinieerd in figuur B.3 van de appendix en zijn tevens geleverd door DGL/ONL.

De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 5.

<sup>7</sup> Initieel zijn berekeningen uitgevoerd in Kosten eenheden. Door toedoen van de drempelwaarde in de Kosten methodiek en de daaruit resulterende niet-lineairiteiten in de resultaten, waren echter dusdanige volumeneerschalingen benodigd dat besloten is om deze analyses uit te voeren in de  $L_{den}$  dosismaat.

<sup>8</sup> Passend binnen PKB grenzen.

<sup>9</sup> Verwacht wordt dat voor een ander scenario en peiljaar dezelfde conclusies gelden.

### **3.4 Kwalitatieve analyse van de (on)mogelijkheid van anticiperend vliegen**

Met eerdergenoemde simulaties worden alle parameters die de geluidbelasting bepalen onderzocht. De vraag is of het daarnaast mogelijk is om "anticiperend" te vliegen in de buurt van de handhavingspunten om de geluidbelasting alleen daar ter plekke te beperken, en daarmee extra ruimte voor groei te creëren.

Middels een discussie welke gevoerd is tussen NLR specialisten op het gebied van air traffic control, luchthaven capaciteitsvraagstukken en NLR vliegers zijn de volgende vragen behandeld:

- Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen van startroutes structureel anders te vliegen dan het AIP<sup>10</sup> aangeeft met als doel handhavingspunten te vermijden?
- Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen de spreiding rond startroutes te verminderen om handhavingspunten te vermijden?
- Is het waarschijnlijk/mogelijk om bij naderingsroutes middels radar vectoring te anticiperen ter plaatse van handhavingspunten?
- Is het denkbaar dat er in de nabijheid van handhavingspunten geanticipeerd wordt in de vliegprocedure?

De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 6.

---

<sup>10</sup> Aeronautical Information Publication



#### 4 Historische ontwikkelingen

In figuren A.1 t/m A.4 uit appendix A worden de verschilresultaten in Kosten eenheden (Ke) getoond tussen de jaarberekening en de zoneberekening voor de jaren 1997 t/m 2000. Een zoneoverschrijding wordt aangegeven middels een rode stip ter plaatse van enig zonepunt. De andere stippen in de kaarten geven de netwerkpunten aan waar de geluidbelasting van de jaarberekening hoger is dan de geluidbelasting van de zoneberekening. De kleur van de stip correspondeert met een bepaalde range van Ke-niveaus (bijv. 20-30 Ke correspondeert met blauwe stippen). Daarbij worden alleen de stippen corresponderend met 20 Ke en hoger in dit rapport beschouwd.

Alle figuren laten overschrijdingen zien ter plaatse van zonepunten alhoewel het aantal afneemt met de jaren. In het algemeen (op enkele uitzonderingen na) geldt dat bij een zoneoverschrijding ook in het gebied buiten de zonepunten een toename in de geluidbelasting waarneembaar is. Er wordt echter in geen enkel geval een hogere waarde dan 35 Ke buiten de zonepunten geconstateerd.

Andersom komt ook voor: een toename in de geluidbelasting in het gebied buiten de zonepunten zonder dat er een overschrijding op de nabijgelegen zonepunten voorkomt. Dit is met name zichtbaar in het jaar 1997 buiten de landingslob van de Kaagbaan. In het jaar 2000 is dit effect alleen zichtbaar in één geïsoleerd punt bij de contourlob van de Buitenveldertbaan. Onderlinge vergelijking van de figuren toont een duidelijke daling van het aantal netwerkpunten waar een toename in de geluidbelasting in Ke wordt geconstateerd. Dit is enerzijds het gevolg van een betere sturing en anderzijds betere aansluiting van prognose met handhaving middels verbeterde modellering van de zoneberekening. In het jaar 2000 is een nieuwe zone van kracht geworden voor het S4S2 banenstelsel. De verbeterde modellering van met name het routestelsel (middels een correctie van de geluidbelasting middels deltavelden) is duidelijk zichtbaar in de daling van het aantal blauwe stippen.

Op basis van de resultaten van het jaar 1997-2000 (figuren A.1 t/m A.4 uit appendix A) kan gesteld worden dat het huidige normenstelsel slechts in uitzonderlijke gevallen een toename van de geluidbelasting buiten de 35 Ke te zien heeft gegeven zonder dat er een overschrijding in een nabijgelegen zonepunt geconstateerd is. Een overschrijding van een zonepunt leidt in het algemeen ook tot een toename van de geluidbelasting in het gebied gelegen buiten de zonepunten. In geen enkel geval is buiten de zonepunten een geluidbelasting geconstateerd welke hoger is dan 35 Ke.

## 5 Resultaten van simulaties

### 5.1 Vergelijking van ongeschaalde simulaties met referentieberekening

In dit hoofdstuk worden de resultaten behandeld (appendix C) van de ongeschaalde simulatieberekeningen bij vergelijking met het resultaat van de referentieberekening. Beide berekeningen bevatten dus een gelijk aantal vliegtuigbewegingen (525.000 inclusief general aviation).

In figuur C.1 uit appendix C worden de resultaten getoond van de gebruikte referentieberekening. Middels kleurenbanden zijn in figuren C.2 t/m C.12 de positieve verschillen in geluidbelasting gegeven tussen een simulatieberekening en de referentie (positief: de simulatie geeft een groter resultaat in het netwerkpunt dan de referentieberekening). De a-figuren laten alle positieve verschillen zien buiten de 58 dB(A)  $L_{den}$ -contour van de referentieberekening. De b-figuren geven alleen de positieve resultaten tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$  welke tevens gelegen zijn in woongebieden. Indien in de tekst gesproken wordt over een toename in de geluidbelasting dan wordt hier een toename bedoeld ten opzichte van de corresponderende referentieberekening (een positief verschil in de figuren C.2 t/m C.12). Gebieden waar geen kleur voorkomt zijn gebieden waar de geluidbelasting afneemt ten opzichte van de referentie. Er is dus sprake van een verschuiving van de geluidbelasting ten gevolge van de simulatieberekeningen.

In het algemeen kan worden opgemerkt dat de a-figuren C.2 t/m C.12 uit appendix C, in grote gebieden een toename in de geluidbelasting laten zien ten gevolge van de onderzochte simulaties. Dit zijn voor het grootste deel toenames in gebieden met een geluidbelasting lager dan 53 dB(A)  $L_{den}$  (equivalent aan de 20 Ke contour). Dit blijkt met name als alleen de woongebieden beschouwd worden tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$ -contouren (zie hiertoe de b-figuren van C.2 t/m C.12). In dit rapport wordt de analyses alleen uitgevoerd voor woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$ .

*Hieronder volgt een korte toelichting bij de figuren:*

Figuur C.2 (simulatie 2): De figuur laat de relatieve effecten zien van het doorrekenen van alle verkeer op de kleinste afstandsklasse binnen de vliegtuigcategorie. Dit correspondeert met de laagste operationele vliegtuiggewichten. De figuur laat duidelijk zien dat dit toch kan leiden tot een toename in de geluidbelasting. Dit kan veroorzaakt worden door:

- a. het gebruik van andere prestatieprofielen waardoor bij andere stuwkrachts- en afstandswaarden wordt geïnterpoleerd (geëxtrapoleerd) in de geluidtabel;



- b. andere correcties t.g.v. de laterale geluidsverzwakking (LGV) doordat het vliegtuig zich op een andere hoogte bevindt. De correctie op het geluidniveau neemt af met toenemende hoogte.

Dicht bij de luchthaven wordt een toename in  $L_{den}$  tot 3 dB(A) waargenomen.

Figuur C.3 (simulatie 3): Uit deze figuur blijkt in een groot gebied rond de luchthaven een toename in de geluidbelasting  $L_{den}$  tot 1 dB(A) ten gevolge van het doorrekenen van het verkeer op de grootste afstandsklasse. Uit de tabel in bijlage B blijkt dat deze simulatie minder verstrekkend is dan simulatie 2. Vergelijking van figuur C.2 met figuur C.3 toont gebieden in figuur C.3 waar de geluidbelasting toeneemt, op die locaties waar witte vlekken voorkomen in figuur C.2. (ofwel lagere  $\Delta L_{den}$ -waarden dan in de referentie). De getoonde effecten lijken in figuur C.2 voornamelijk gedomineerd te worden door LGV-effecten terwijl figuur C.3 meer het directe gevolg is van andere prestatiegegevens.

Figuur C.4 (simulatie 4): Deze figuur toont het effect van het gebruik van stillere vliegtuigen. De toename van de geluidbelasting blijkt zich met name op grotere afstand van de luchthaven voor te doen. Dit geldt ook voor het gebied bij Haarlem-Heemstede dat gedomineerd wordt door landend verkeer op baan 18, 19R en 27.

Figuur C.5 (simulatie 5): Deze figuur toont het effect van het gebruik van maximaal ICAO A starts en reduced flaps naderingen. Uit de figuur blijkt een zeer kleine toename doordat deze simulatie slechts een zeer beperkte wijziging is ten opzichte van de referentie.

Figuur C.6 (simulatie 6): Deze figuur toont het effect van het gebruik van minimaal ICAO A starts en reduced flaps naderingen. Uit de figuur blijkt een toename in de geluidbelasting langs zowel start als naderingsroutes.

Figuur C.7 (simulatie 7): Halvering van spreiding heeft per definitie geen effect op het TVG omdat het alleen leidt tot een andere verdeling van de geluidbelasting over de omgeving. Een toename in de geluidbelasting valt te verwachten rond de nominale routes. In de figuur is dit ook duidelijk waarneembaar. Op grotere afstanden van de nominale routes neemt de geluidbelasting juist af.

Figuur C.8 (simulatie 8): Verdere spreidingsreductie geeft een verdere toename van de geluidbelasting in smallere banden rond de nominale route. Met name op plaatsen waar normaliter grote spreiding optreedt (zoals bij het indraaien op het ILS van naderingen) is de toename in geluidbelasting door het niet toepassen van spreiding groot (tot 7 dB(A)).



Figuur C.9 (simulatie 9): Significante positieve verschillen ( $> 1$  dB(A)) zijn zichtbaar op die plaatsen waar de vliegpadspreidingsgebieden zijn verplaatst binnen de wettelijke luchtverkeerswegen (zie figuur B.1 in bijlage B voor de verschoven spreidingsgebieden). Zeer grote effecten zijn zichtbaar voor de spreidingsgebieden van naderingen op baan 27 welke  $2^\circ$  verdraaid zijn naar het zuiden. Ook deze simulatie heeft geen effect op het TVG.

Figuur C.10 (simulatie 10): Verplaatsing van verkeer over routes leidt tot een redelijk uniforme toename van de geluidbelasting. In het geval dat per baan 10% van het verkeer op ARN/PAM (oostelijke richting) naar BER (noord-westelijke richting) wordt verplaatst, dan laat figuur C.10 een toename van de geluidbelasting zien van ten hoogste ca. 1 dB(A) ten westen van de luchthaven.

Figuur C.11 (simulatie 11): Indien het baangebruik, inclusief meteotoeslag, wordt gehanteerd voor een jaar met extreem weer (1998), dan laat figuur C.11 een toename van de geluidbelasting zien van maximaal ca. 3 dB(A). Deze toename treedt op door het gewijzigd baangebruik. Een toename treedt met name op in het centrum van Amsterdam, ten gevolge van een relatieve toename van landingen op baan 22. Ook deze simulatie heeft geen effect op het TVG.

Figuur C.12 (simulatie 12): Deze figuur beschrijft de 'worst case' situatie en laat de toename van de geluidbelasting zien t.g.v. het gelijktijdig optreden van:

- a. simulatie 3: alle verkeer op grootste afstandsklasse;
- b. simulatie 5: alle verkeer vliegt met minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen;
- c. simulatie 8: geen routespreiding;
- d. simulatie 9: gewijzigde routes;
- e. simulatie 10: verplaatsing spreidingsgebieden;
- f. simulatie 11: baangebruik voor jaar met extreem weer.

## **5.2 Globale volumeschaling**

### **5.2.1 Schaalfactoren**

In tabel 5.1 worden de resultaten samengevat van het TVG voor de referentie- en ongeschaalde simulatieberekeningen. Deze norm maakt alleen onderdeel uit van de nieuwe systematiek. De tabel toont de waarden van TVG en het verschil ten opzichte van de referentie. Een negatief verschil duidt op een verlaging van het TVG en een positieve waarde op een toename ten opzichte van de referentieberekening. Bijvoorbeeld onder simulatie 3 moet





dus een volumeneerschaling plaatsvinden wil het TVG de waarde van de referentie niet overschrijden.

Tabel 5.1 Berekende Totale Volume Geluidmissie (TVG) voor de referentie- en simulatiescenarios, en verschil tussen simulatie en referentie.

Simulatie:	Omschrijving:	TVG dB(A)	TVG <sub>simulatie</sub> minus TVG <sub>referentie</sub> (dB(A))
Referentie ONL-MER Schiphol 2003	Referentie ONL-fase 5, 525.000 bew. 2010	63,56	--
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	62,91	-0,65
3	Alle verkeer op grootste afstandsklasse	63,75	0,19
4	Alle verkeer één geluidklasse stiller	61,81	-1,74
5	Alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	63,47	-0,09
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	63,66	0,11
7	Alle verkeer halvering spreiding	63,56	0,00
8	Alle verkeer zonder spreiding	63,56	0,00
9	Verplaatsing spreidingsgebieden	63,56	0,00
10	Verplaatsing verkeer over routes	63,56	0,00
11	Baan gebruik voor jaar met extreem weer	63,56	0,00
12	'Worst case'	63,69	0,13

Tabel 5.2 toont het maximaal geconstateerde verschil in geluidbelasting tussen de ongeschaalde simulatieberekening en de referentieberekening in de zonepunten (zie ligging zonepunten in fig. D.1 van appendix D) en de handhavingspunten (zie fig. B.2 van appendix B). Een positieve waarde correspondeert met een noodzakelijke neerschaling om overschrijdingen in zone- en handhavingspunten te voorkomen.



Tabel 5.2 Verschil in geluidbelasting op zone- en handhavingspunten tussen ongeschaalde simulatieberekening en referentieberekening.

Simulatie:	Omschrijving:	$\Delta L_{den}$ , gelijk aan $L_{den,simulatie}$ minus $L_{den,referentie}$ (dB(A))	
		Huidige systematiek	Nieuwe systematiek
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	2,29	1,76
3	Alle verkeer op grootste afstandsklasse	0,44	0,31
4	Alle verkeer één geluidklasse stiller	-0,09	-0,57
5	Alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	0,00	0,00
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	1,03	0,86
7	Alle verkeer halvering spreiding	0,52	0,61
8	Alle verkeer zonder spreiding	1,37	0,95
9	Verplaatsing spreidingsgebieden	3,71	3,04
10	Verplaatsing verkeer over routes	0,50	0,27
11	Baan gebruik voor jaar met extreem weer	1,10	1,00
12	'Worst case'	6,03	5,01

Onderlinge vergelijking van tabel 5.1 en 5.2 laat zien dat de grootste verschillen ten opzichte van de referentie voor de nieuwe systematiek in alle gevallen gedecteerd wordt door de maximale waarde in enig handhavingspunt. Het TVG is dus in geen enkel geval de beperkende norm.

Vergelijking van het maximale verschil in geluidbelasting in zonepunten (huidige systematiek) met het maximale verschil in handhavingspunten (nieuwe systematiek) laat zien dat de grootste verschillen in het algemeen voor de huidige systematiek worden geconstateerd. Alleen voor simulatie 7 is het maximale verschil in handhavingspunten groter. Deze constatering komt niet onverwacht omdat het aantal zonepunten (ongeveer 250) veel groter is dan het aantal handhavingspunten (30).

De gecombineerde 'worst case' simulatie is een zeer extreme simulatie. Dit blijkt ook uit het hoge maximale verschil tussen simulatie en referentie op zone- cq. handhavingspunten, conform tabel 5.2. De overschrijding is dusdanig hoog dat dit leidt tot een buitensporige neerschaling van het verkeersvolume. Gezien het feit dat een dergelijke hoge overschrijding



wordt geconstateerd, wordt geconcludeerd dat voor deze simulatie geen goede basis bestaat voor een volumeneerschaling. Immers een neerschaling van 6 dB(A) komt overeen met een neerschaling naar slechts 25% van het verkeer. Ook bij simulatie 9, aanpassing enkele routes, worden hoge overschrijdingen geconstateerd. Deze overschrijdingen zijn echter lokaal, en volumeneerschaling kan in deze situatie beschouwd worden als een lokale volumemaatregel.

### 5.2.2 Resultaten na volumeschaling

De figuren D.2 t/m D.12, in appendix D, tonen de verschillen in geluidbelasting tussen de geschaalde resultaten van de simulatieberekening en de resultaten van de referentieberekening. De schaling van het simulatieresultaat is uitgevoerd voor zowel de huidige systematiek als voor de nieuwe systematiek door de resultaten van de simulaties te verkleinen met de  $\Delta L_{den}$ -waarde uit tabel 5.2. Voor dit geschaalde simulatieresultaat wordt dus geen overschrijding meer geconstateerd in zonepunten enerzijds en handhavingspunten en TVG anderzijds. De a-figuren van D.2 t/m D.12 tonen steeds de toename in geluidbelasting uitgaande van de huidige systematiek en de b-figuren uitgaande van de nieuwe systematiek.

Uit de resultaten van de simulaties in bijlage D blijkt dat er zowel in gebieden binnen als buiten de 58 dB(A)  $L_{den}$ -contour een toename in de geluidbelasting kan voorkomen ten opzichte van de referentieberekening terwijl er geen overschrijding op zonepunten enerzijds en handhavingspunten of/en TVG anderzijds wordt geconstateerd. De gebieden zonder verkleuring zijn gebieden waar de geluidbelasting ten gevolge van de simulatie juist afneemt. Er is dus sprake van een verschuiving van de geluidbelasting ten gevolge van de simulaties. Gezien het feit dat voor de huidige systematiek de neerschaling in het algemeen groter is dan voor de nieuwe systematiek, zijn er voor de nieuwe systematiek vaak wat grotere gebieden aan te wijzen met een toename in de geluidbelasting. Gerealiseerd moet worden dat dit veelal het geval is op plaatsen met een geluidbelasting lager dan 53 dB(A)  $L_{den}$ . In het huidige onderzoek is alleen de toename in de geluidbelasting onderzocht in woongebieden, gelegen tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$ -contour.

De figuren D.13a en D.13b geven de  $\Delta L_{den}$  waarden als functie van de referentie-geluidbelasting  $L_{den}$  in woongebieden voor respectievelijk de huidige en de nieuwe systematiek. Langs de x-as staat de  $L_{den}$ -waarde van de referentieberekening uitgezet en langs de y-as, het corresponderende verschil tussen de geschaalde simulatie en de referentie in woongebieden. Iedere kleur behoort tot een simulatie. De figuren D.14a en D.14b zijn detailvergrotingen van D13a en D13b. Hierin worden alleen de *toenames* in de geluidbelasting  $L_{den}$  tussen de globaal geschaalde simulatie en referentieberekening in de woongebieden weergegeven.



In de figuren D.14a en D.14b kunnen twee zaken worden onderscheiden:

1. Een 'kritiek gebied' (aangegeven met het grijze vlak), waarvoor geldt dat de geluidbelasting  $L_{den}$ , van de geschaalde simulatieberekening in een woongebied buiten de 58 dB(A) geluidcontour, meer zou bedragen dan 58 dB(A).
2. Het geeft een overzicht van de gevonden toenames van de geluidbelasting,  $\Delta L_{den}$ , tussen de geschaalde simulatie berekening en de referentieberekening, optredende in de woongebieden die in het referentie scenario een geluidbelasting  $L_{den}$  ondervinden tussen de 53 en 70 dB(A);

ad 1

Uit de figuren D.13a, D.13b, D.14a en D.14b blijkt dat voor de uitgevoerde simulaties die passen binnen zowel de huidige als de nieuwe systematiek, geen enkele  $\Delta L_{den}$  waarde in het 'kritieke gebied' valt. Ofwel: zowel voor de huidige als de nieuwe systematiek is voor de doorgerekende simulaties geen geluidbelasting  $L_{den}$  in woongebieden buiten de equivalent van de 35 Ke geluidzone (te weten de 58 dB(A)  $L_{den}$  geluidzone) geconstateerd, die groter of gelijk is aan 58 dB(A). Daarmee kan worden geconcludeerd dat op basis van globale volumeschaling wordt voldaan aan het minimale beschermingsniveau van 35 Ke buiten de equivalent van de 35 Ke-geluidzone en in woongebieden, zoals in de huidige luchtvaartwet en aanwijzing wordt bedoeld.

ad 2

Binnen de huidige systematiek wordt in het gebied tussen 53 dB(A) (equivalent van 20 Ke) en 58 dB(A) (equivalent van 35 Ke) een maximale toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  in woongebieden geconstateerd van 0,42 dB(A). Deze toename wordt veroorzaakt door simulatie 8, alle verkeer zonder spreiding.

Binnen de nieuwe systematiek wordt in het gebied tussen 53 dB(A) (equivalent van 20 Ke) en 58 dB(A) (equivalent van 35 Ke) een maximale toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  in woongebieden geconstateerd van 0,84 dB(A). Deze toename wordt veroorzaakt door simulatie 8, alle verkeer zonder spreiding.

Op basis van globale volumeschaling kan worden geconcludeerd dat er een verschil van maximaal 0,84 versus 0,42 dB(A) in de toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  in woongebieden buiten de 58 dB(A)  $L_{den}$  geluidcontour, wordt geconstateerd tussen de huidige en nieuwe systematiek. Het betreft hier een verschuiving van de geluidbelasting. Er zijn ook gebieden aan te wijzen waar de geluidbelasting juist afneemt.

### 5.3 Lokale volumeschaling

In de vorige paragraaf zijn de resultaten weergegeven voor iedere geschaalde simulatie middels volumeschaling. In werkelijkheid zullen met name specifieke, lokaal werkende stuurmaatregelen worden gebruikt om lokale overschrijdingen van geluidgrenswaarden te voorkomen. Dergelijke stuurmaatregelen zullen invloed hebben op het baan- en routegebruik en daarmee op het verkeersscenario dat aan de geluidbelastingsberekeningen ten grondslag ligt. Een volledige beschouwing van alle mogelijke stuurmaatregelen op alle mogelijke handhavingpunten is binnen het tijdbestek van het onderliggende onderzoek niet haalbaar.

Op basis van de b-figuren C.2 t/m C.12 uit appendix C zijn voor een aantal simulaties, gebieden geselecteerd die in aanmerking komen voor een verdergaande detailanalyse middels lokale volumeschaling. Deze lokale volumeschaling wordt representatief geacht voor de specifieke stuurmaatregelen die ten behoeve van de lokale (dreigende) overschrijding zullen worden genomen. De keuze voor specifieke gebieden en simulaties is gebaseerd op de combinatie van:

- het ontbreken van een handhavingpunt ter plaatse van het gebied;
- terwijl er wel zonepunten voorkomen;
- en er een significante toename in de geluidbelasting (tussen de ongeschaalde simulatie en referentie) wordt geconstateerd.

Onderstaande tabel geeft per simulatie het gebied aan waar detailanalyses met lokale volumeschaling hebben plaatsgevonden.

Tabel 5.3 Geselecteerde gebieden per simulatie voor lokale volumeschaling

Simulatie	Omschrijving:	Geselecteerde gebied voor lokale volumeschaling
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	Aalsmeer
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps naderingen	Buitenveldert/Amstelveen
7	Alle verkeer halvering spreiding	Uitgeest/Krommenie
8	Alle verkeer zonder spreiding	Uitgeest/Krommenie
9	Aanpassing spreidingsgebieden	de Kwakel/Uithoorn
10	Verplaatsing verkeer over routes	de Kwakel/Uithoorn
11	Baan gebruik voor jaar met extreem weer	Buitenveldert/Amstelveen

In tabel 5.4 staat de noodzakelijke lokale neerschaling in dB(A) weergegeven, zodanig dat er binnen de huidige systematiek lokaal geen overschrijdingen optreden op de beschouwde

zonepunten. Het maatgevende zonepunt wordt tevens genoemd in de tabel (zie voor ligging van dit punt figuur D.1 uit appendix D). Tevens staat de maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting  $\Delta L_{den}$  (het verschil tussen de geluidbelasting  $L_{den}$  in de lokaal geschaalde simulatieberekening en de referentieberekening) in het lokale invloedsgebied<sup>11</sup> weergegeven.

Tabel 5.4 Noodzakelijke lokale neerschaling in beschouwde *zonepunten* zodanig dat binnen de *huidige* systematiek geen overschrijding op beschouwde *zonepunten* wordt geconstateerd en, de bijbehorende maximale geluidbelasting in het invloedsgebied en de maximale toename van de geluidbelasting  $\Delta L_{den}$  in het invloedsgebied.

Simulatie	Omschrijving:	Lokale neerschaling (dB(A))	Bepalende zonepunt	Resultaat na lokale volumeschaling	
				Max. $\Delta L_{den}$ (dB(A))	Max. $L_{den}$ waarde in invloedsgebied (dB(A))
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	2,16	146	<0,00	55,12
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	1,03	235	0,04	56,29
7	Alle verkeer halvering spreiding	0,52	123	0,33	56,57
8	Alle verkeer zonder spreiding	1,37	123	0,42	55,71
9	Verplaatsing spreidingsgebieden	2,98	201	0,44	56,04
10	Verplaatsing verkeer over routes	0,41	201	0,21	57,02
11	Baan gebruik voor jaar met extreem weer	0,95	235	0,07	53,73

Uit tabel 5.4 blijkt een maximale toename van de geluidbelasting van 0,44 dB(A) voor simulatie 9, aanpassing spreidingsgebieden, zonder overschrijding van de geluidbelasting op de beschouwde zonepunten. In het invloedsgebied is in geen enkel geval een geluidbelasting waargenomen van meer dan 58 dB(A)  $L_{den}$ .

<sup>11</sup> woongebieden gelegen tussen de 53 dB(A) en 58 dB(A) referentiecontour en waarvan redelijkerwijs kan worden aangenomen dat deze gebieden beschermd worden door de beschouwde zonepunten



In tabel 5.5 staat de noodzakelijke lokale neerschaling in dB(A) weergegeven, zodanig dat er binnen de nieuwe systematiek lokaal geen overschrijding optreedt op enig handhavingspunt. Het bepalende handhavingspunt wordt tevens genoemd in de tabel (zie voor ligging van deze punten figuur B.2 appendix B). Tevens staat de maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting  $\Delta L_{den}$  (het verschil tussen de geluidbelasting  $L_{den}$  in de lokaal geschaalde simulatieberekening en de referentieberekening) in het lokale invloedsgebied<sup>12</sup> weergegeven.

Tabel 5.5 Noodzakelijke lokale neerschaling in beschouwde handhavingspunten (HH-punten) zodanig dat binnen de *nieuwe* systematiek geen overschrijding op beschouwde *handhavingspunten* wordt geconstateerd en, de bijbehorende maximale geluidbelasting in het invloedsgebied en de maximale toename van de geluidbelasting  $\Delta L_{den}$  in het invloedsgebied.

Simulatie	Omschrijving:	Lokale neerschaling (dB(A))	Bepalende HH-punt	Resultaat na lokale volumeschaling	
				Max. $\Delta L_{den}$ (dB(A))	Max $L_{den}$ waarde in invloedsgebied (dB(A))
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	0,51	26	1,36	56,76
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	0,86	18	0,21	57,06
7	Alle verkeer halvering spreiding	0,61	10	0,24	56,48
8	Alle verkeer zonder spreiding	0,72	10	1,07	56,36
9	Aanpassing spreidingsgebieden	0,81	22	2,62	58,21
10	Verplaatsing verkeer over routes	0,27	22	0,35	57,16
11	Baangebruik voor jaar met extreem weer	1,00	18	0,02	53,68

Uit tabel 5.5 blijkt een maximale toename van de geluidbelasting van 2,62 dB(A) voor simulatie 9, aanpassing spreidingsgebieden, zonder overschrijding van de geluidbelasting op de beschouwde handhavingspunten. In het invloedsgebied is voor één simulatie een

<sup>12</sup> woongebieden gelegen tussen de 53 dB(A) en 58 dB(A) referentiecontour en waarvan redelijkerwijs kan worden aangenomen dat deze gebieden beschermd worden door de beschouwde handhavingspunten



geluidbelasting waargenomen van meer dan 58 dB(A)  $L_{den}$  (na lokale schaling). Deze waarde bedraagt 58,21 dB(A), 2,26 dB(A) boven de waarde uit de referentieberekening en werd geconstateerd in de resultaten van simulatie 9.

Op basis van deze resultaten kan het volgende worden geconcludeerd:

1. In één simulatie is in één woongebied voor de nieuwe systematiek een geluidbelastingwaarde geconstateerd welke boven de 58 dB(A)  $L_{den}$  uitkwam in het invloedsgebied terwijl er lokaal geen overschrijding in handhavingspunten plaatsvond. Deze waarde bedraagt 58,2 dB(A)  $L_{den}$ . Voor de huidige systematiek werd dat in geen enkele simulatie geconstateerd.
2. Uit de resultaten in tabel 5.4 en 5.5 kan worden geconcludeerd dat het in de huidige systematiek mogelijk is dat in invloedsgebieden de geluidbelasting  $L_{den}$  met 0,44 dB(A) toeneemt t.o.v. de geluidbelasting behorende bij het referentiescenario zonder dat er een overschrijding op de beschouwde zonepunten plaatsvindt. Indien wordt gehandhaafd op basis van de nieuwe systematiek, dan toont het onderzoek aan dat er invloedsgebieden bestaan waar de geluidbelasting  $L_{den}$  met 2,62 dB(A) kan toenemen, t.o.v. de geluidbelasting behorende bij het referentiescenario. Gerealiseerd moet worden dat er ook gebieden voorkomen waar de geluidbelasting afneemt ten opzichte van de referentieberekening. Het betreft hier een verschuiving van de geluidbelasting. Het maximaal geconstateerde verschil in de toename van de geluidbelasting tussen de huidige en nieuwe systematiek wordt geconstateerd voor simulatie 9, aanpassing spreidingsgebieden en bedraagt 2,62 versus 0,44 dB(A). Dit verschil is terug te voeren op het feit dat in de huidige systematiek meer controlepunten (zonepunten) worden gehanteerd dan in de nieuwe systematiek (handhavingspunten). Meer controlepunten leidt tot minder verschuivingsmogelijkheden. Indien in een bepaald gebied verschuiving van de geluidbelasting ongewenst is, dan kan dit effect middels het toevoegen van handhavingspunten worden beperkt.
3. De nieuwe systematiek biedt meer mogelijkheden voor verschuiving van de geluidbelasting in de achtergelegen woongebieden ten opzichte van de huidige systematiek. Het verplaatsen van spreidingsgebieden (simulatie 9) blijkt tot het grootste verschil in de toename van de geluidbelasting in het invloedsgebied te leiden tussen de nieuwe en huidige systematiek. In deze simulatie zijn drie spreidingsgebieden verplaatst binnen de luchtverkeerswegen<sup>13</sup> van startroutes en één spreidingsgebied van een

---

<sup>13</sup> In de huidige – en nieuwe systematiek is een verschuiving van de gemiddelde vliegbaan mogelijk door bijvoorbeeld verbeterde Flight Management Systemen (FMS) in vliegtuigen zolang de vliegbanen zich maar binnen het vastgestelde





naderingsroute is 2° verdraaid. Het is mogelijk dat een andere verplaatsing van de beschouwde spreidingsgebieden of een verplaatsing van andere spreidingsgebieden tot een andere maximale toename in de geluidbelasting zullen leiden in het invloedsgebied, dan gerapporteerd in dit rapport. In dit onderzoek is niet gezocht naar de verplaatsing van een spreidingsgebied welke uiteindelijk leidt tot de grootste toename in de geluidbelasting in het invloedsgebied zonder dat er een overschrijding plaatsvindt in de corresponderende zone- en handhavingspunten.



## **6. Anticiperend vliegen in de buurt van handhavingspunten, kan dat?**

In bovenstaande simulaties zijn alle parameters die de geluidbelasting bepalen onderzocht. De vraag is of het daarnaast mogelijk is om "anticiperend" te vliegen in de buurt van de handhavingspunten om de geluidbelasting alleen daar ter plekke te beperken, en daarmee extra ruimte voor groei te creëren.

Hieronder volgt een compilatie van een discussie die gevoerd is tussen NLR specialisten op het gebied van air traffic control, luchthaven capaciteitsvraagstukken en NLR vliegers.

### **Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen van startroutes structureel anders te vliegen dan het AIP aangeeft met als doel handhavingspunten te vermijden?**

Hierbij zijn twee mogelijkheden te onderscheiden: een afwijking geïnitieerd door vliegers of een afwijking geïnitieerd door verkeersleiders.

#### Afwijking door vliegers

Vliegers wijken zonder toestemming van verkeersleiders niet (of zeer zelden) af van de SID (Standard Instrument Departure). Ten eerste garandeert een SID de "obstacle clearance" zoals een vlieger die graag wenst. Ten tweede selecteren de meeste vliegers direct na vertrek de autopilot (LNAV-mode). Vliegtechnisch gezien is dit ook wenselijk. Het is het meest simpel en het verlaagt de hoge werklast vlak na de start. Dit wordt aangemoedigd in het AIP: "connect FMS<sup>14</sup> and autopilot as early as possible" (AIP EHAM AD 2-2-7.3). Hiervan wordt zelden door vliegers afgeweken bijvoorbeeld alleen indien de SID track door het FMS moeilijk te volgen is (direct een linkerbocht op 500 feet of windschering). De vlieger selecteert in dat geval de "heading mode". In de LNAV mode volgt het vliegtuig de track van de SID zoals gecodeerd in het FMS. De waypointcodering van de SIDs in het FMS is voorgeschreven in het AIP. Het is de operator door de UDL (Uitvoeringsdienst Luchtvaart) verboden andere waypoints in het FMS te coderen dan in het AIP vermeld staan (AIP EHAM AD 2-2-7.3 "It is prohibited to code other waypoints"). Over het algemeen zullen vliegers gewoon de officieel gepubliceerde waypoints (AIP) volgen van de SID.

#### Uitvoering door verkeersleiders

Op dit moment geldt op Schiphol de regel dat maximaal 3% van het straalverkeer onder 3000 ft hoogte middels een aanvullende instructie mag afwijken van de vertrekroute. Ook in de

---

<sup>14</sup> Flight Management System



toekomst zal dit worden gehanteerd. De aanvullende instructies zijn primair bedoeld om separatie te garanderen en conflicten te vermijden. Een verkeersleider heeft op dit moment geen aandacht voor ligging van woongebieden (de radarschermen bevatten alleen de locaties van bakens en intersecties) laat staan de locatie van handhavingspunten.

Samenvattend lijkt het zeer onwaarschijnlijk dat de startroutes niet volgens het AIP uitgevoerd worden, behalve de toegestane percentages afwijkende instructies. Het is zeer onwaarschijnlijk dat binnen de grenzen van de afwijkende instructies, structureel handhavingspunten worden vermeden.

**Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen de spreiding rond startroutes te verminderen om handhavingspunten te vermijden?**

Belangrijk in deze is dat voornamelijk de autopilotgains de nauwkeurigheid bepalen waarmee een vliegtuig de SID afvliegt. Het is dus belangrijk dat de SIDs “RNAV<sup>15</sup> georiënteerd” zijn d.w.z. dat de SIDs geoptimaliseerd zijn naar waypointcodering. Op die manier is de spreiding rond startroutes te verminderen. Daarnaast zou het aantal waypoints in de FMS codering verhoogd kunnen worden wat de spreiding vermindert. Indien meer verkeerssegregatie wordt toegepast (props bij props etc) zal de verkeersleiding ook minder vliegtuigen van de SID af hoeven plukken ten behoeve van separatie doeleinden. De FMS codering is zoals eerder opgemerkt niet vrij te kiezen, zodat een lokale reductie van de routespreiding ter plaatse van handhavingspunten alleen mogelijk lijkt indien dit het gevolg is van de optimalisatie van een ontworpen SID.

**Is het waarschijnlijk/mogelijk om bij naderingsroutes middels radar vectoring<sup>16</sup> te anticiperen t.p.v. handhavingspunten?**

Radar vectoren vindt plaats voordat het vliegtuig zich op het instrument landing systeem (ILS) bevindt. De gekozen handhavingspunten die voornamelijk met landingen corresponderen liggen vrijwel allemaal langs het ILS glijpad waarvan in laterale en verticale zin niet moet worden afgeweken. De geluidbelastingwaarden in handhavingspunten worden nauwelijks beïnvloed door de gevolgen van radar vectoren. Alleen de waarden in handhavingspunten gelegen op de uiteinden van lange landingslobben in de geluidcontour kunnen hierdoor beïnvloed worden. Zo al van anticipatie ter plekke van deze punten sprake kan zijn, zal een eventuele groei van het volume daar ter plekke onmogelijk worden gemaakt door andere handhavingspunten gelegen langs het ILS glijpad.

---

<sup>15</sup> Area Navigation

<sup>16</sup> het separeren van vliegtuigen middels instructies van de verkeersleider aan de piloot



**Is het denkbaar dat er in de nabijheid van handhavingspunten geanticipeerd wordt in de vliegprocedure?**

Afhankelijk van de afstand van de baan tot het handhavingspunt, kan het verticale klimprofiel aangepast worden, b.v. steil uitklimmen en klimvermogen reduceren voor het overvliegen van een handhavingspunt (dit zou in principe ook mogelijk zijn in de huidige systematiek met zonepunten). Zo'n aanpassing wordt door de vliegtuigen alleen uitgevoerd indien de procedure door de vliegtuigmaatschappijen vastgelegd wordt in een standard operating procedure (en dus bekend bij de UDL). Daarbij moet wel in het achterhoofd gehouden worden dat een operator zoals KLM een sterke voorkeur heeft voor één klimprofiel voor alle SID's. Dit bemoeilijkt het eventueel invoeren van verschillende klimprofielen voor verschillende SID's.

Normaal gesproken zal een verkeersvlieger dit niet doen. "Even het gas dicht trekken" betekent om effect te hebben, op z'n minst ½ nm voor tot een ½ nm na het handhavingspunt vermogen te reduceren. Tijdens het manoeuvreren in de nadering met het doel gestabiliseerd te raken op de ILS (downwind, base en het intercepten van de localizer) heeft het vliegtuig deze mogelijkheid niet. Het reduceren van het vermogen heeft direct gevolg voor de snelheid of hoogte, en werkt destabiliserend op het vliegpad.

Daarbij dient de vlieger tijdens het "vectoren" dus ook nauwkeurig zijn positie te weten om überhaupt op het juiste moment het vermogen te reduceren. Op dit traject is het dus erg onwaarschijnlijk.

Het is denkbaar dat een vlieger tijdens de nadering, op de ILS, mits volledig gestabiliseerd, een (gecreëerde) geringe overspeed (b.v. 10 kts) ter plaatse van een handhavingspunt (handhavingspunt is op de ILS makkelijk te relateren aan een hoogte) corrigeert dmv het reduceren van de thrustsetting. Echter, gezien de veelvuldige snelheidsinstructies van de verkeersleider aan de piloot ten behoeve van de separatie met ander verkeer, atmosferische omstandigheden (wind, windshear, slecht zicht etc.) zal in praktijk zo'n ontlastende actie niet vaak voorkomen. Een vlieger zal niet met opzet afwijken van een door de verkeersleider opgedragen snelheid omdat de separatie dan in het gedrang komt. Bijkomende voorwaarde is dat er ook slechts één handhavingspunt op de ILS staat. Bij twee of meer handhavingspunten in serie zal de vlieger er geheel vanaf zien.

**Conclusie**

Gezien het bovenstaande lijkt het nauwelijks mogelijk om op structurele basis anticiperend te vliegen in de buurt van handhavingspunten. De ligging van de handhavingspunten ten opzichte van de luchthaven is zo verschillend van punt tot punt dat een algemene maatregel in de buurt van alle handhavingspunten onmogelijk is. Mogelijkheden voor maatregelen specifiek per handhavingspunt lijken zeer beperkt doordat dit alleen mogelijk is door structureel af te wijken van SID-instructies voor starts en het hanteren van routeafhankelijke



vliegprocedures. Dit is een uiterst ongewenste situatie die de veiligheid rond de luchthaven niet ten goede komt.

Eventuele volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen is alleen mogelijk als op die handhavingspunten, welke significant beïnvloed worden door één vlucht, winst geboekt kan worden. Door wisselende weersomstandigheden zal eventuele volumegroei echter niet beperkt kunnen blijven tot één baan waardoor het effect van anticiperend vliegen op alle handhavingspunten noodzakelijk zal zijn. Gezien het grote aantal handhavingspunten (30) welke elk vragen om een eigen maatregel (voor zover dat dus al mogelijk is) kan gesteld worden dat de nieuwe systematiek voor geluid geen mogelijkheden biedt voor volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen. Ten overvloede wordt hier nogmaals gemeld dat de nieuwe systematiek een grens stelt aan de totale geluidimmissie middels het Totale Volume Geluid (TVG).

Gezien het bovenstaande lijkt het niet mogelijk om de simulaties zoals beschreven in hoofdstuk 5 bewust in te zetten om volumegroei te realiseren. In het algemeen zullen de verschuivingen in de geluidbelasting veroorzaakt worden door de volgende factoren:

- niet-beïnvloedbare factoren zoals bijvoorbeeld de meteorologische omstandigheden in enig (gebruiksplan)jaar,
- markttechnische factoren zoals bijvoorbeeld een bepaalde groei in een specifiek marktsegment waardoor er meer vluchten naar het oosten vliegen en minder naar het westen,
- (bron)technische factoren zoals bijvoorbeeld het aanschaffen van nieuwe vliegtuigen waardoor het geluid anders over de omgeving wordt verdeeld,
- operationele factoren zoals bijvoorbeeld het vliegen van nieuwe vliegprocedures of een aanpassing van het preferentieel baangebruik.

## 7 Samenvatting en conclusies

### Samenvatting

In dit rapport is de beschermende werking van het nieuwe normenstelsel geluid vergeleken met de huidige systematiek van normering.

De huidige systematiek is gebaseerd op een geluidzone met een daarbuiten geldende grenswaarde van 35 Ke waarbij voor Schiphol gehandhaafd wordt in ongeveer 250 relevante netwerkpunten (zonepunten) welke gelegen zijn in berekeningsnetwerkpunten net buiten de zone. Deze zonepunten liggen in het algemeen niet in woongebieden. Handhaving in de nieuwe systematiek vindt plaats in handhavingspunten welke in principe gelegen zijn in woongebieden in de buurt van de 35 Ke contour. In dit onderzoek is een voorstel voor 30 handhavingspunten onderzocht. Daarnaast is er een grens gesteld aan het totale volume van de geluidmissie (TVG) en zijn er regels opgesteld voor het baan- en routegebruik waarmee gereguleerd wordt, waar en wanneer er gevlogen kan worden.

In het kader van het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt, stonden de volgende vragen centraal:

Kan er buiten de 58  $L_{den}$  contour, behorende bij het overgangsscenario, een belasting in woongebieden optreden groter dan 58 dB(A)  $L_{den}$  zonder dat zich dat vertaalt in een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek)? En zo ja, kan dit voorkomen worden door extra handhavingspunten toe te voegen?

Daarnaast is onderzocht hoe stabiel of variabel de geluidbelasting is in woongebieden in het gebied van 53 tot 58 dB(A)  $L_{den}$  (equivalent aan 20 Ke) zonder dat er een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek) optreedt.

Beide systemen zijn onderworpen aan deze onderzoeksvragen. Het is de eerste keer dat de bestaande systematiek op deze onderzoeksvragen is onderzocht. Het onderzoek is alleen uitgevoerd voor de handhavingspunten voor  $L_{den}$ , niet voor  $L_{night}$ . Verwacht mag worden dat voor de  $L_{night}$ , de aard van de resultaten hetzelfde is als voor  $L_{den}$ .

Het onderzoek is opgedeeld in 3 deelonderzoeken:

- Onderzoek naar de historische ontwikkeling van de geluidbelasting rond Schiphol voor de periode 1997 t/m 2000 waarbij de gerealiseerde geluidbelasting (jaarberekening uit



FANOMOS) vergeleken is met de geluidbelasting uit de vigerende zone. Dit onderzoek heeft alleen betrekking op de huidige systematiek.

- Onderzoek waarin middels 12 simulatieberekeningen de variatie in de geluidbelasting is onderzocht ten gevolge van variaties in 8 relevante parameters. De toegepaste variaties zijn in het algemeen groter dan wat in de praktijk mag worden verwacht. De simulatieberekeningen leiden tot overschrijdingen in zonepunten, handhavingspunten en TVG ten opzichte van de referentieberekening. Middels globale neerschaling van het verkeersvolume van de simulatieberekening is er voor gezorgd dat er geen overschrijding meer plaatsvond in zonepunten enerzijds, en handhavingspunten en TVG anderzijds. Vervolgens is voor de huidige en nieuwe systematiek gekeken welke verandering in de geluidbelasting optreedt in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$ -contour. Deze  $L_{den}$  contouren zijn qua ligging vergelijkbaar met de 20 respectievelijk 35 Ke-contouren.

Naast deze analyse methode zijn ook enkele detailanalyses uitgevoerd waarbij alleen lokaal het verkeersvolume (lokale volumeneerschaling) is geschaald zodat alleen op geselecteerde zone- en handhavingspunten geen overschrijding van de geluidbelasting optreedt. Vervolgens is de verandering in de geluidbelasting onderzocht in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$  in de nabijheid van de beschouwde punten. Lokale volumeschaling is een tijdrovend proces waardoor dit niet is uitgevoerd voor alle 12 in dit rapport beschreven simulaties en het aantal gebieden waar naar is gekeken beperkt is.

- Kwalitatief onderzoek waarbij middels expert opinions gekeken is naar de mogelijkheid om anticiperend te vliegen in de nabijheid van handhavingspunten (bijvoorbeeld de handhavingspunten bewust vermijden zodat in de handhavingspunten een lage geluidbelasting wordt veroorzaakt maar in het gebied buiten de handhavingspunten een hoge geluidbelasting) met als doel extra ruimte voor groei te creëren.

## **Conclusies**

Hieronder volgen de conclusies uit de uitgevoerde onderzoeken. Daarbij de opmerking dat deze conclusies uiteraard alleen gelden voor de in dit onderzoek uitgevoerde simulaties. Het is mogelijk dat er zich in de praktijk andere omstandigheden voordoen die kunnen leiden tot andere conclusies.

### A. Historisch onderzoek

Op basis van historische gegevens van jaarberekeningen voor Schiphol (FANOMOS) voor de periode 1997 tot en met 2000 wordt voor de huidige systematiek slechts in uitzonderlijke gevallen een toename van de geluidbelasting buiten de 35 Ke referentiecontour geconstateerd, zonder dat er een overschrijding in een nabij gelegen zonepunt heeft plaatsgevonden. Een overschrijding van een zonepunt leidt in het algemeen ook tot een toename van de



geluidbelasting in het gebied gelegen buiten de zonepunten. Hieruit valt op te maken dat de variaties die zijn bestudeerd bij de simulatieberekeningen groter zijn dan de werkelijke variaties die zijn opgetreden in de periode 1997 tot en met 2000.

### B. Simulaties

Voor de nieuwe systematiek wordt in één simulatie een geluidbelastingswaarde hoger dan 58 dB(A)  $L_{den}$  geconstateerd in woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontour. Deze waarde bedraagt 58,2 dB(A)  $L_{den}$ . Dit is geconstateerd middels een detailanalyse (lokale volumeschaling) van de simulatie waarbij de vliegpadspreidingsgebieden van enkele routes zijn verschoven binnen de wettelijke luchtverkeerswegen (simulatie 9). Deze verschuiving van de vliegpadspreiding kan als fors worden gekarakteriseerd maar wordt niet als onmogelijk beschouwd. Door handhavingspunten toe te voegen kan worden voorkomen dat een geluidbelasting  $L_{den}$  boven de 58 dB(A) optreedt in woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$  contour. Voor de huidige systematiek zijn geen woongebieden gevonden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontouren waar een hogere geluidbelastingswaarde voorkwam dan 58 dB(A)  $L_{den}$ .

Voor zowel de nieuwe als de huidige systematiek kan buiten de 58 dB(A)  $L_{den}$  referentiecontour (equivalent aan de 35 Ke contour) de geluidbelasting toenemen terwijl er geen overschrijdingen van de grenswaarden in de handhavingspunten respectievelijk zonepunten plaatsvinden. Bij het eerdergenoemde historisch onderzoek kwam dit slechts in uitzonderlijke gevallen voor. Hieruit valt op te maken dat de variaties die zijn bestudeerd bij de simulatieberekeningen groter zijn dan de werkelijke variaties die zijn opgetreden in de periode 1997 tot en met 2000. De maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  in woongebieden tussen de 53-58 dB(A)  $L_{den}$  bedraagt 2,6 dB(A) voor de nieuwe systematiek en 0,4 dB(A) voor de huidige systematiek. Deze waarden zijn gevonden in een simulatie waarbij de vliegpadspreidingsgebieden van enkele routes zijn verschoven binnen de wettelijke luchtverkeerswegen (simulatie 9). De genoemde waarden komen voort uit de analyse met lokale volumeschaling. Het betreft hierbij steeds een verschuiving van de geluidbelasting. Naast gebieden met een toename in de geluidbelasting komen er ook gebieden voor met een afname in de geluidbelasting. In de opzet van de nieuwe systematiek waarborgt het TVG dat er geen toename in de totale geluidbelasting optreedt.

Het maximaal geconstateerde verschil in de toename van de geluidbelasting tussen de huidige- en nieuwe systematiek in deze simulatie bedraagt 2,6 versus 0,4 dB(A). Dit verschil is terug te voeren op het feit dat het aantal “controlepunten” in de huidige systematiek (zonepunten) hoger is dan in de nieuwe systematiek (handhavingspunten). Meer controlepunten leidt tot minder verschuivingsmogelijkheden en daarmee tot een lagere lokale toe- of afname van de





geluidbelasting. Indien in een bepaald gebied verschuiving van de geluidbelasting en daarmee een lokale toe- of afname van de geluidbelasting ongewenst is, dan kan dit effect middels het toevoegen van handhavingspunten worden beperkt. Op basis van bovenstaande kan gesteld worden dat de huidige systematiek minder mogelijkheden biedt voor een toename van de geluidbelasting in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A)  $L_{den}$  contour dan de nieuwe systematiek met 30 handhavingspunten. Op basis van dit onderzoek kan niet op voorhand worden aangegeven hoeveel en waar handhavingspunten zouden moeten worden toegevoegd. Andere variaties in de parameters (bijvoorbeeld de verschuiving van de vliegpadspreiding van andere routes) die de geluidbelasting bepalen kunnen leiden tot andere verschuivingen in de geluidbelasting.

### C. Anticiperend vliegen

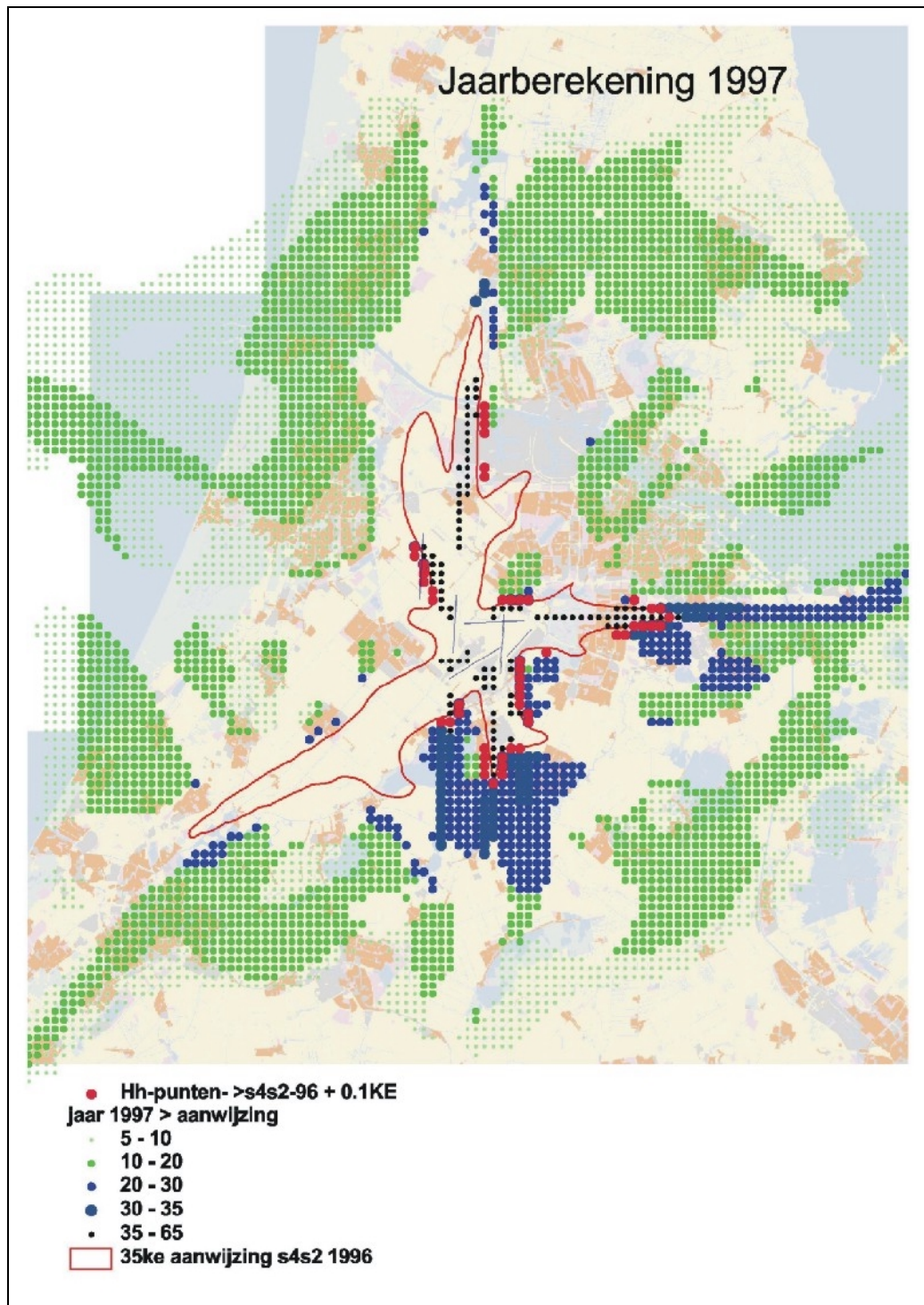
Gezien de ligging en het aantal handhavingspunten kan op basis van een kwalitatieve analyse door NLR experts, gesteld worden dat het nieuwe normenstelsel geluid geen mogelijkheden biedt voor volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen, bijvoorbeeld door bewust de handhavingspunten te vermijden. In dit rapport zijn simulaties uitgevoerd voor 8 relevante parameters die de geluidbelasting beïnvloeden. Op basis van de kwalitatieve analyse lijkt het niet mogelijk om met de relevante parameters zodanig bewust te sturen dat volumegroei kan worden gerealiseerd.



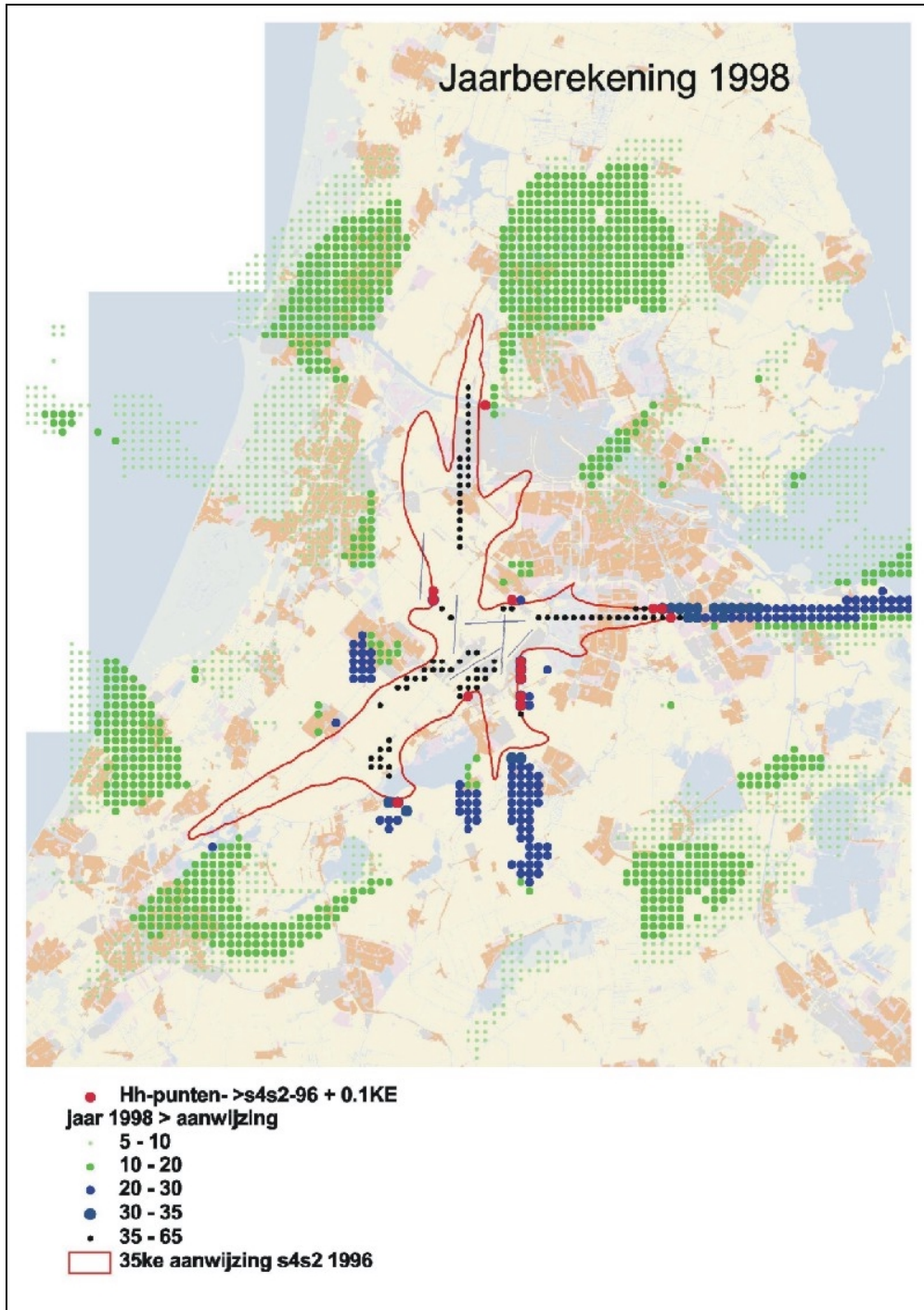
## 8 Referentie

1. Dolderman, A.B.; van Leeuwen-Kuijk; Jong de, R., Invoerboek MER  
geluidbelastingsberekeningen Schiphol S5P, CR-NLR-2001-371, juli 2001

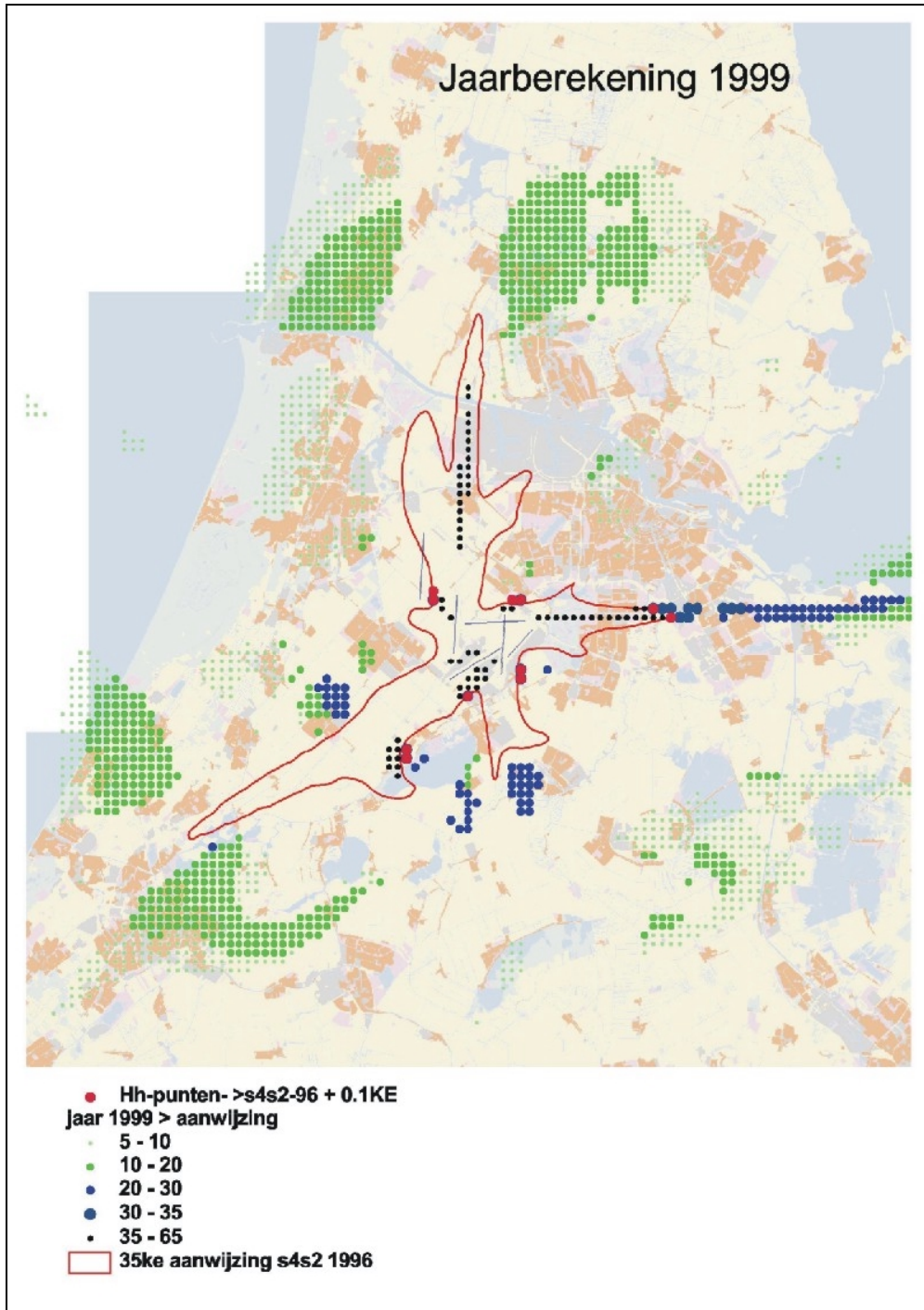
Appendix A Figuren historische ontwikkeling geluidbelasting



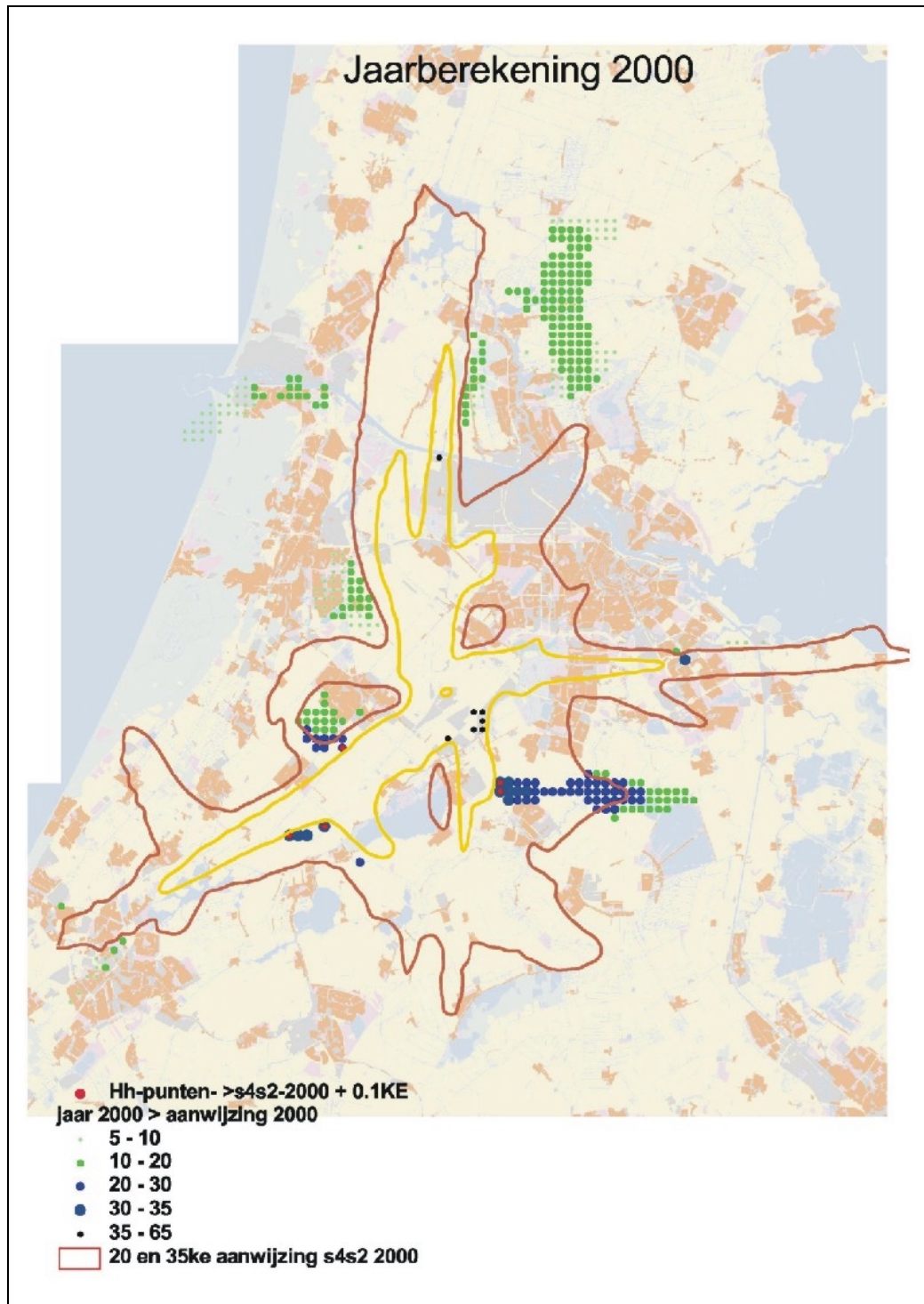
Figuur A.1 Jaarberekening 1997



Figuur A.2 Jaarberekening 1998



Figuur A.3 Jaarberekening 1999



Figuur A.4 Jaarberekening 2000

## Appendix B Uitgangspunten simulatieberekeningen beschermende werking normenstelsel geluid

TVG berekeningen zijn uitgevoerd conform het TVG-kassa concept in de  $L_{den}$  dosismaat [ref.1].

*Tabel B.1 Uitgevoerde berekeningen*

Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
<b>Referentieberekeningen ONL-fase 5:</b>			
14_Lden_grid	$L_{den}$ 2010 passend geluid	Met meteotoeslag (grid).	Contouren, woningtellingen.
14_Lden_HH	$L_{den}$ 2010 passend geluid	Met meteotoeslag (HH. punten).	Zonecheck levert zonepunten en corresponderende geluidbelasting.
14_Lden_TVG	$L_{den}$ 2010 passend geluid	Zonder meteotoeslag (TVG-kassa).	



Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
<b>Simulatieberekeningen</b>			
	<b>Verdeling over afstandsklassen</b>		
2_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>kleinste</b> afstandsklasse	Met meteotoeslag (grid).	100 % afstandsklasse 0 (40 % referentie) 0 % afstandsklasse 1
2_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>kleinste</b> afstandsklasse	Met meteotoeslag (HH).	(23 % referentie) 0 % afstandsklasse 2
2_Lden_TVG	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>kleinste</b> afstandsklasse	Zonder meteotoeslag (TVG).	(21 % referentie) 0 % afstandsklasse 3 (16 % referentie)
3_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>grootste</b> <sup>1</sup> afstandsklasse	Met meteotoeslag (grid).	Gerealiseerd moet worden dat niet voor iedere vliegtuigcategorie
3_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>grootste</b> afstandsklasse	Met meteotoeslag (HH).	4 afstandsklassen beschikbaar zijn vanwege een beperkte vliegrange van met name de kleinere vliegtuigen.
3_Lden_TVG	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>grootste</b> afstandsklasse	Zonder meteotoeslag (TVG).	17 % afstandsklasse 0 (40 % referentie) 0 % afstandsklasse 1 (23 % referentie) 65 % afstandsklasse 2 (21 % referentie) 18 % afstandsklasse 3 (16 % referentie)

<sup>1</sup> De grootste afstandsklasse die voor iedere categorie voorkomt in de appendices bij het berekeningsvoorschrift.





Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
<b>Simulatieberekeningen (vervolg)</b>			
	<b>Vlootsamenstelling</b>		
4_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>1 geluidsklasse stiller</b>	Met meteotoeslag (grid)	
4_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>1 geluidsklasse stiller</b>	Met meteotoeslag (HH).	
4_Lden_TVG	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met alle verkeer op <b>1 geluidsklasse stiller</b>	Zonder meteotoeslag (TVG).	



Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
<b>Simulatieberekeningen (vervolg)</b>			
	<b>Vliegprocedures</b>		
5_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>max.</b> ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (grid)	83% ICAO A starts (83% in referentie) 85% reduced flaps naderingen (54% in referentie)
5_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>max.</b> ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (HH).	
5_Lden_TVG	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>max.</b> ICAO A, reduced flaps	Zonder meteotoeslag (TVG).	
6_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>min.</b> ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (grid)	25% ICAO A starts (83% in referentie) 0% reduced flaps naderingen (54% in referentie)
6_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>min.</b> ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (HH).	
6_Lden_TVG	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>min.</b> ICAO A, reduced flaps	Zonder meteotoeslag (TVG).	



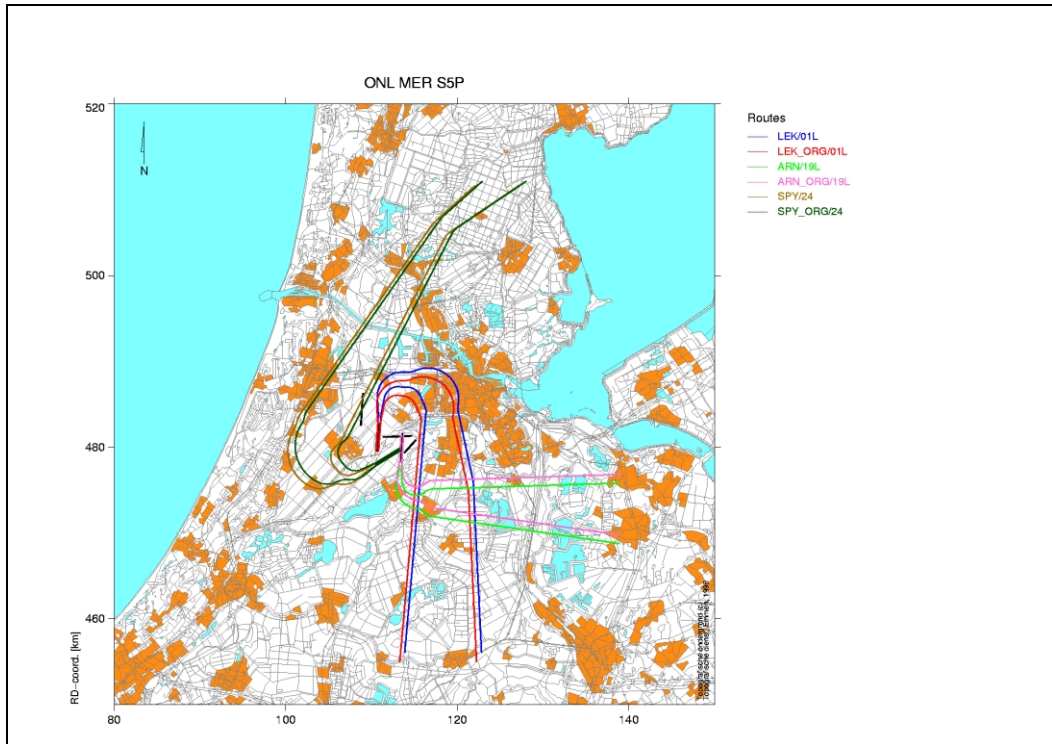
Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
<b>Simulatieberekeningen (vervolg)</b>			
	<b>Vliegpadspreiding</b>		<b>TVG is per definitie gelijk aan TVG van referentie.</b>
7_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>halvering spreiding</b>	Met meteotoeslag (grid)	
7_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>halvering spreiding</b>	Met meteotoeslag (HH).	
8_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid <b>zonder spreiding</b>	Met meteotoeslag (grid)	
8_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid <b>zonder spreiding</b>	Met meteotoeslag (HH).	
9_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen</b>	Met meteotoeslag (grid)	Starts 19L: startpunt is 250 meter verplaatst in de richting van de baan naar het zuiden.
9_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen</b>	Met meteotoeslag (HH).	Naderingen 27: alle vliegpaden zijn 2 graden gerooteerd richting het zuiden rond baankop 09. Spreidingsbanden starts 01L LEK, Start 19L ARN, Start 24 SPY verschoven binnen tolerantiegrenzen waarbij spreidingsbreedte ongewijzigd is gebleven. Zie fig. B.1 voor gewijzigde vliegpadspreiding.



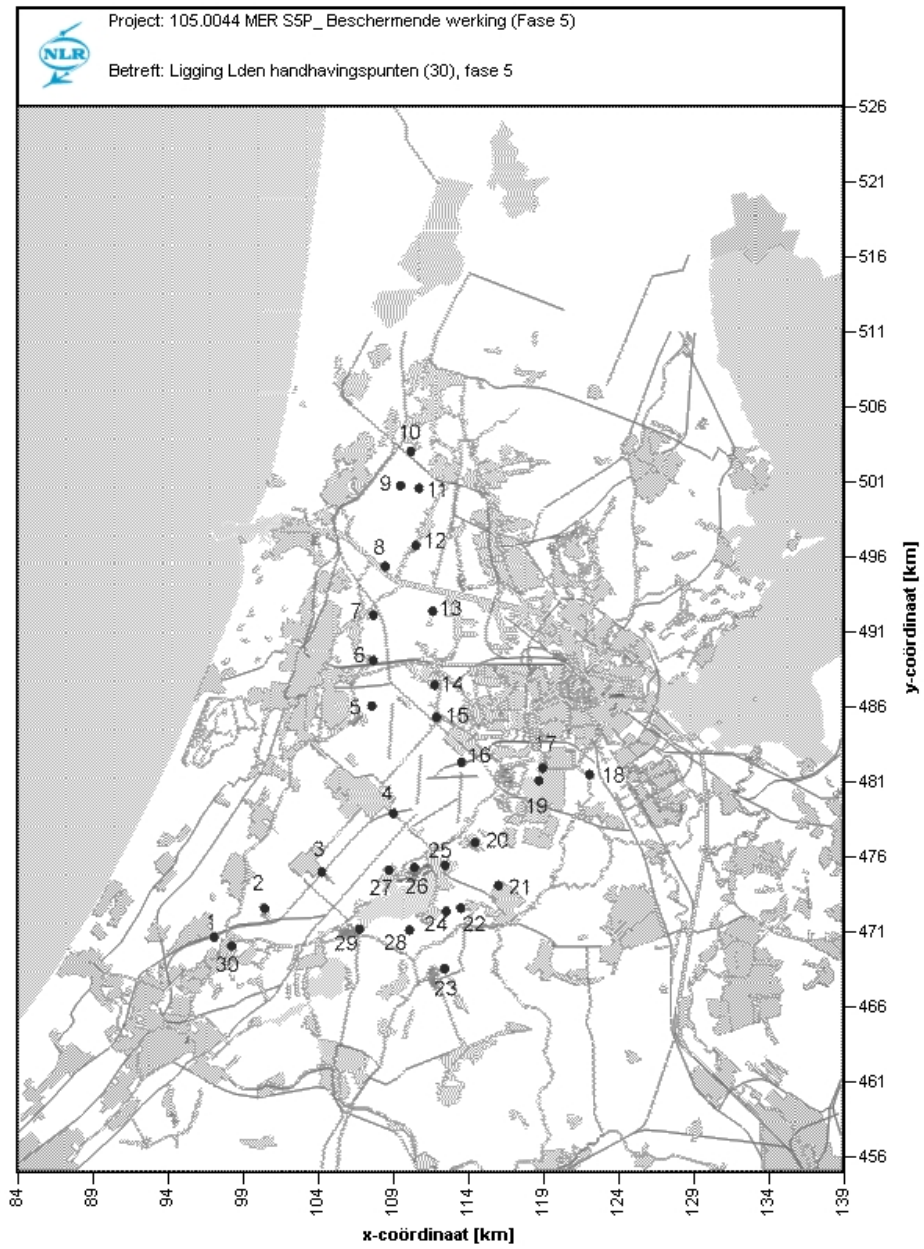
Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
<b>Simulatieberekeningen (vervolg)</b>			
10_Lden_grid	<b>Verplaatsing verkeer over routes</b> L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>verplaatsing van verkeer naar andere routes</b>	Met meteotoeslag (grid)	Per baan 10% van verkeer op ARN/PAM naar BER.
10_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>verplaatsing van verkeer naar andere routes</b>	Met meteotoeslag (HH).	
10_Lden_TVG	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid met <b>verplaatsing van verkeer naar andere routes</b>	Zonder meteotoeslag (TVG).	



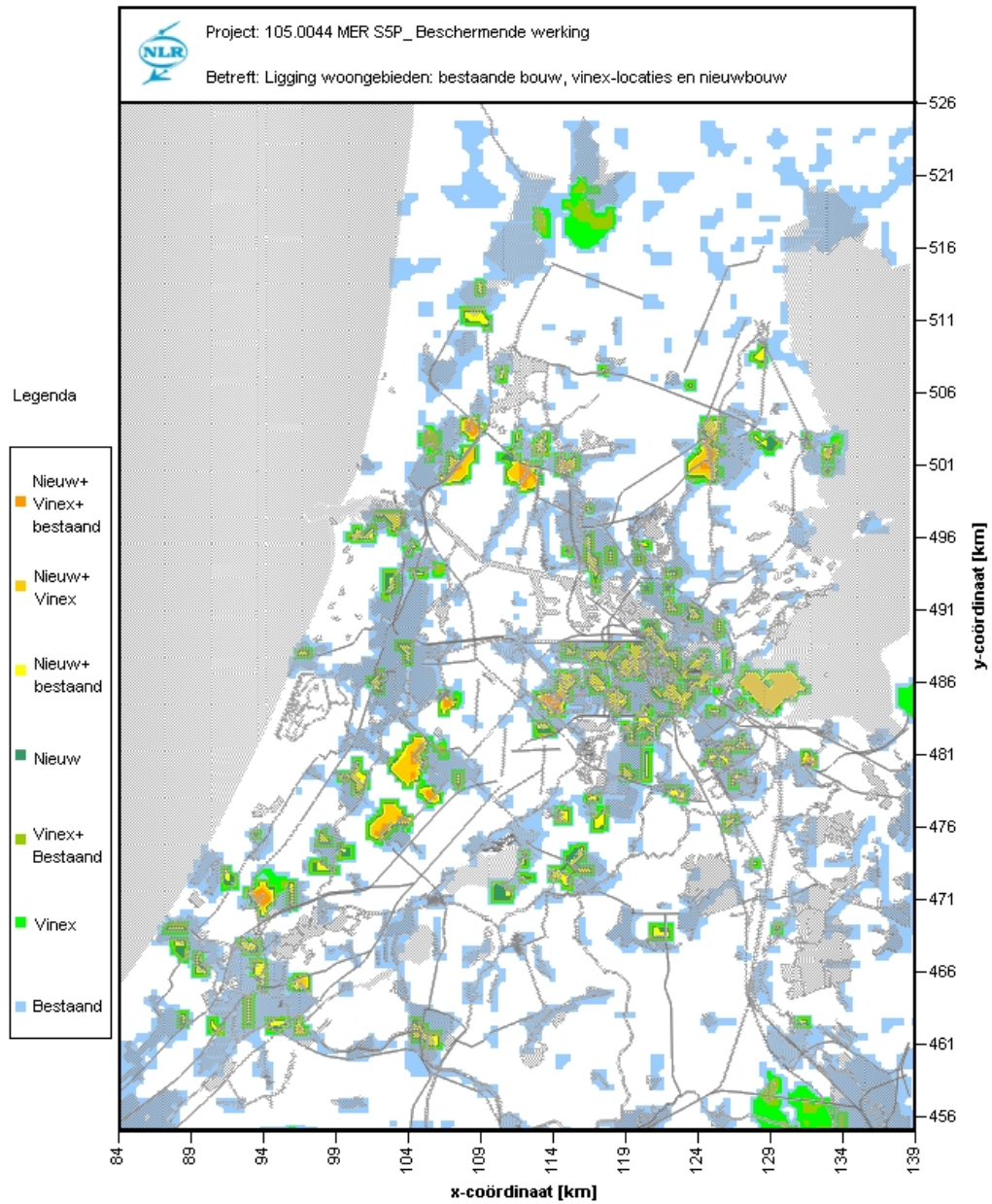
Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
<b>Simulatieberekeningen (vervolg)</b>			
	<b>Baangebruik</b>		Baangebruik voor extreem weerjaar 1998
11_Lden_grid	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid <b>met ander baangebruik</b>	Met meteotoeslag (grid)	
11_Lden_HH	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid <b>met ander baangebruik</b>	Met meteotoeslag (HH).	
11_Lden_TVG	L <sub>den</sub> 2010 passend geluid <b>met ander baangebruik</b>	Zonder meteotoeslag (TVG).	
	<b>Worst case</b>		
12_Lden_grid	Lden 2010 passend geluid <b>worst case</b>	Met meteotoeslag (grid)	Grootste afstandsklasse Minimaal ICAO A starts en reduced flaps
12_Lden_HH	Lden 2010 passend geluid <b>worst case</b>	Met meteotoeslag (HH).	naderingen Geen routespreiding Gewijzigde routes
12_Lden_TVG	Lden 2010 passend geluid <b>worst case</b>	Zonder meteotoeslag (TVG).	Verplaatsing verkeer over routes Baangebruik voor jaar met extreem weer



*Figuur B.1. Ligging gewijzigde startroutes ten opzichte van referentie (\_org)*



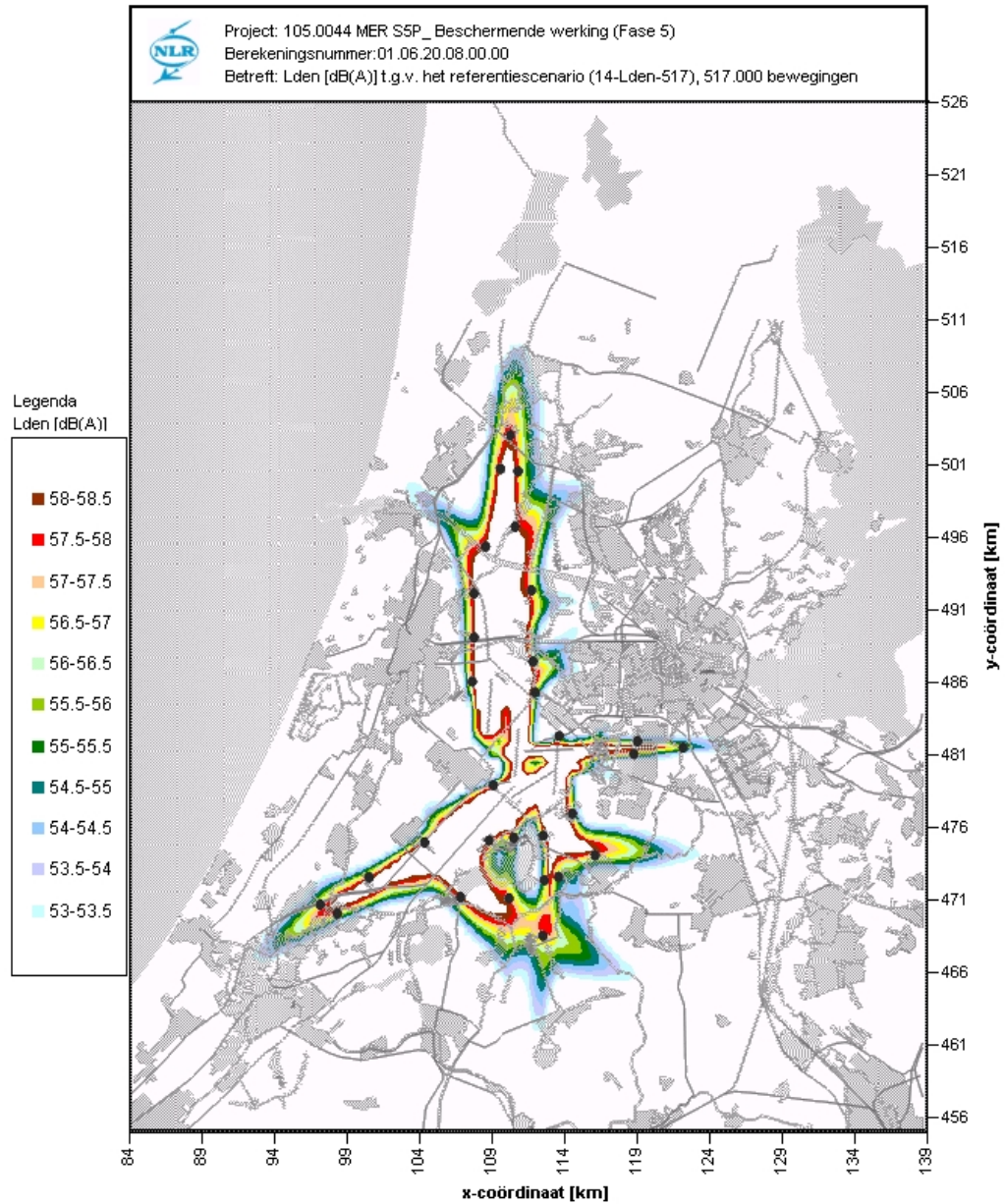
Figuur B.2. Ligging  $L_{den}$  handhavingspunten (30).



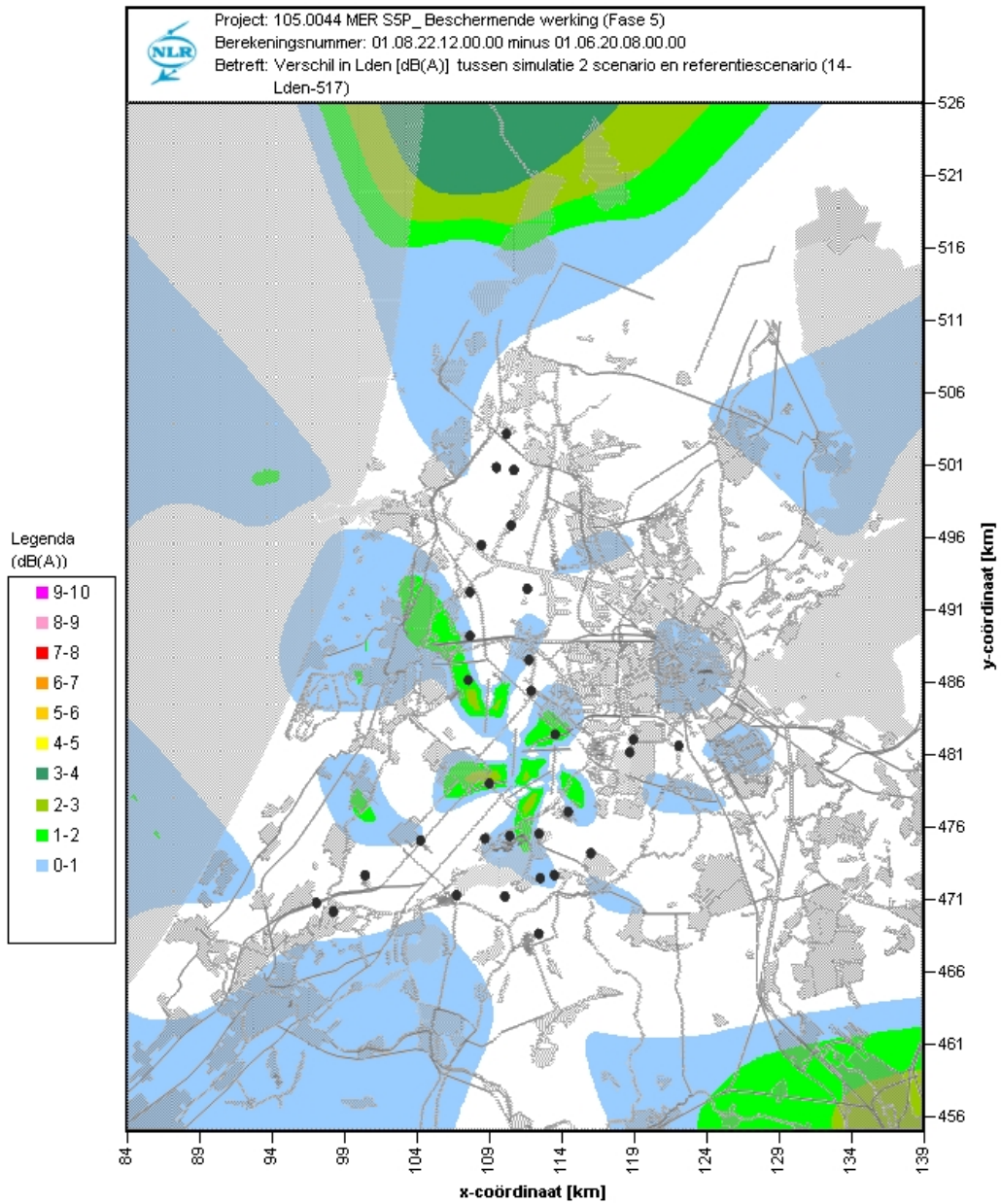
*Figuur B.3 Ligging bestaande en nieuwe locaties van woongebieden rondom de luchthaven Schiphol*



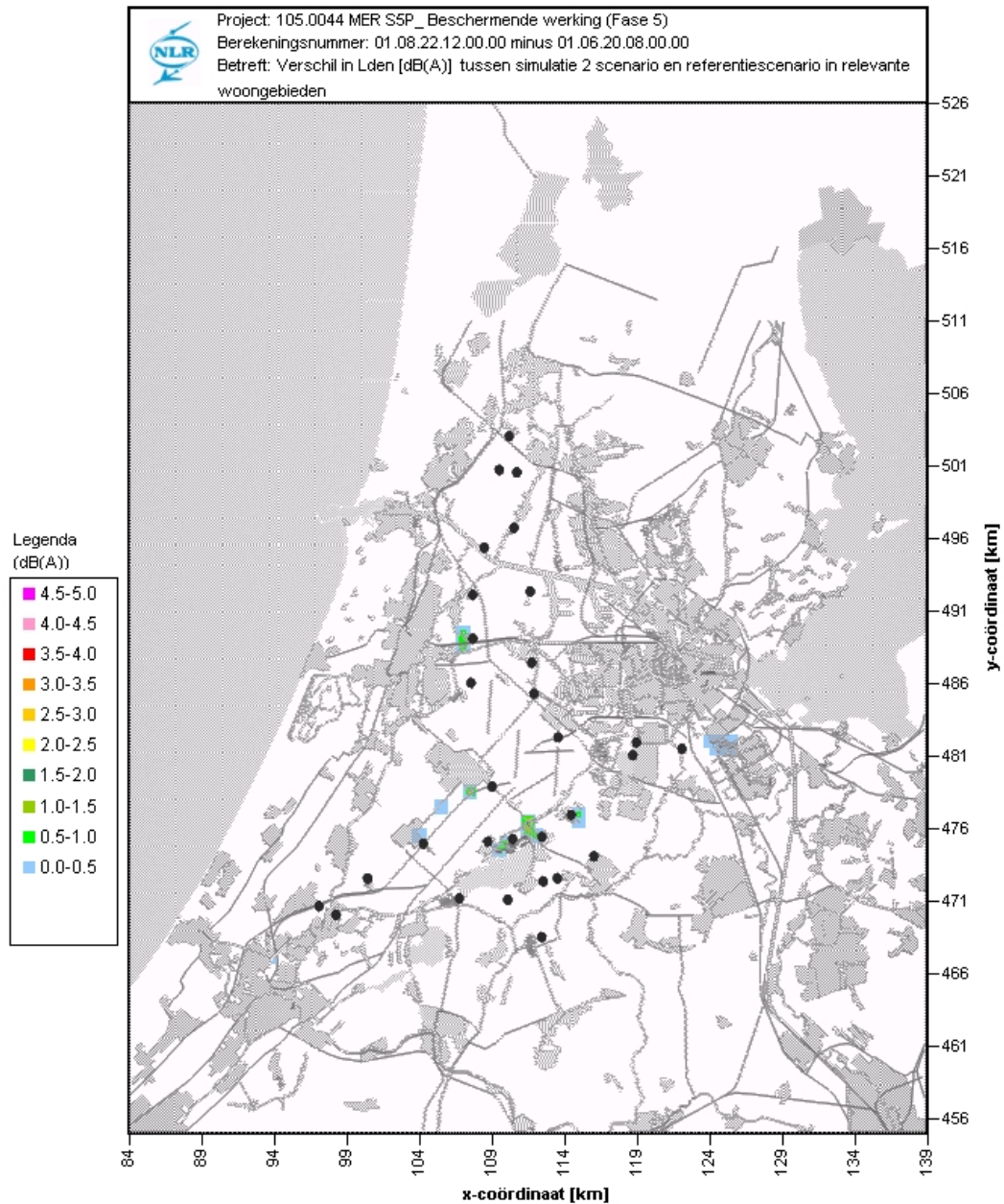
Appendix C Figuren: vergelijking ongeschaalde simulaties met referentie



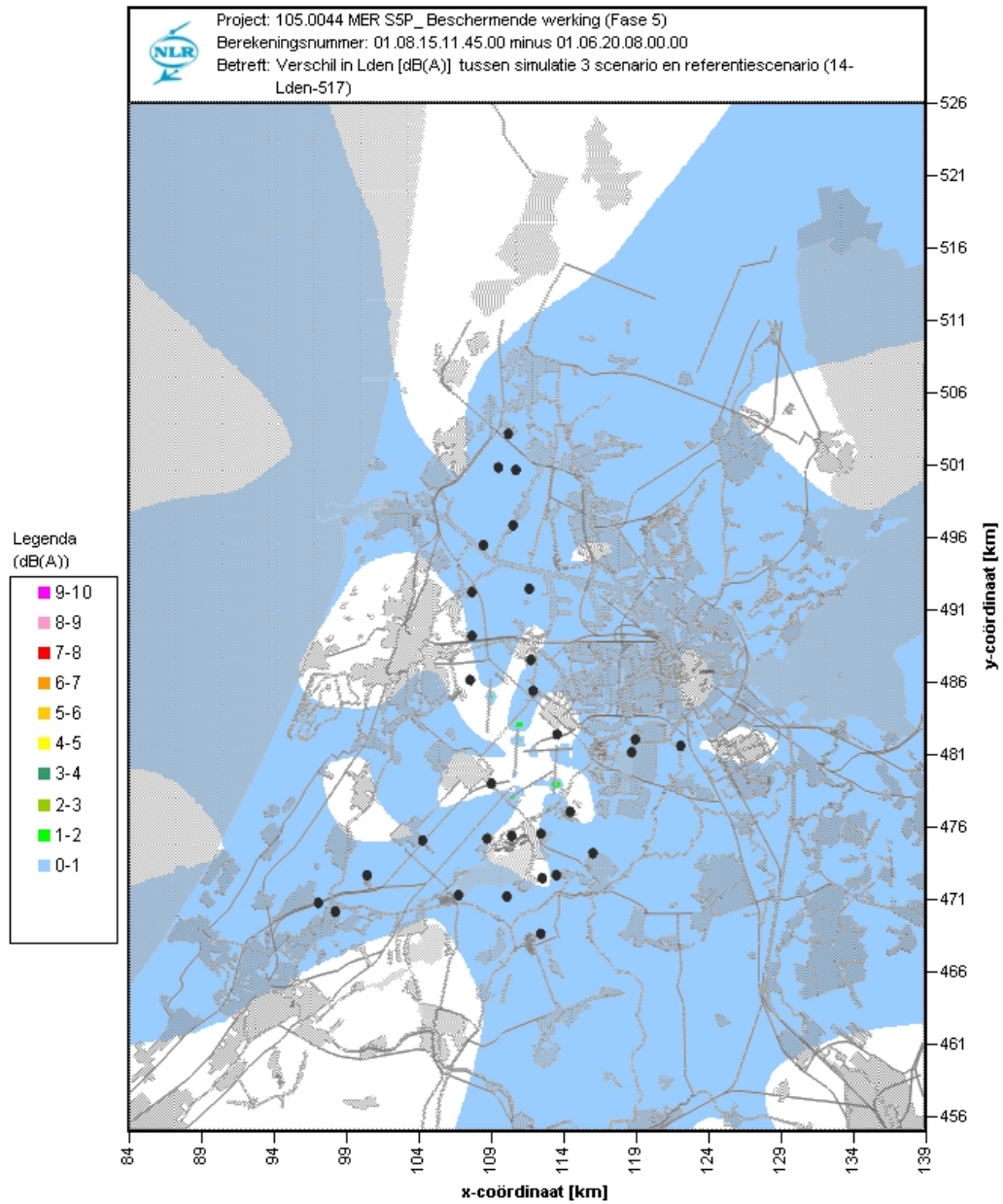
Figuur C.1. Geluidbelasting in  $L_{den}$  [dB(A)] t.g.v. het referentiescenario, 525.000 bewegingen (14- $L_{den}$ -517)



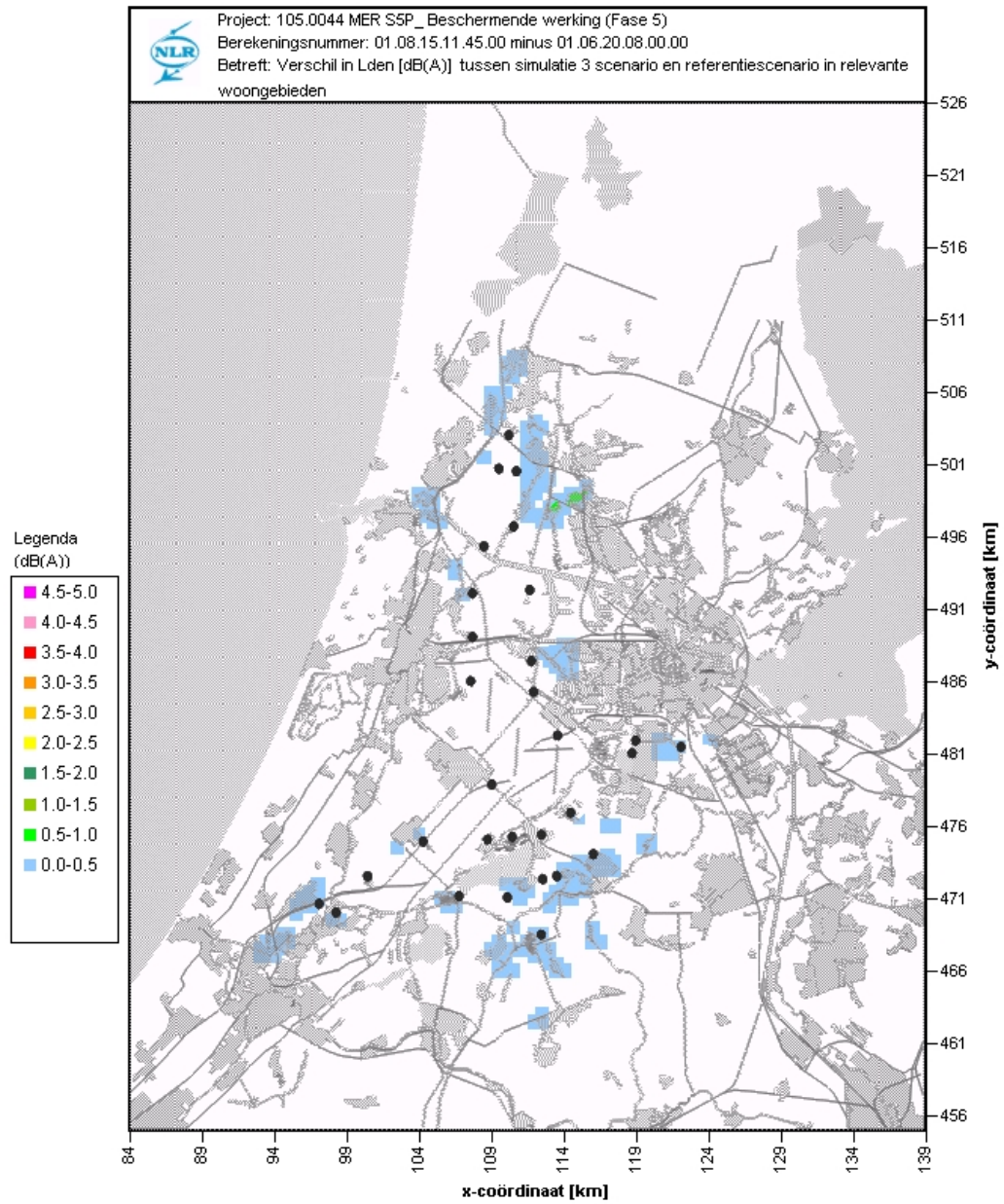
Figuur C.2a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 2 scenario (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario



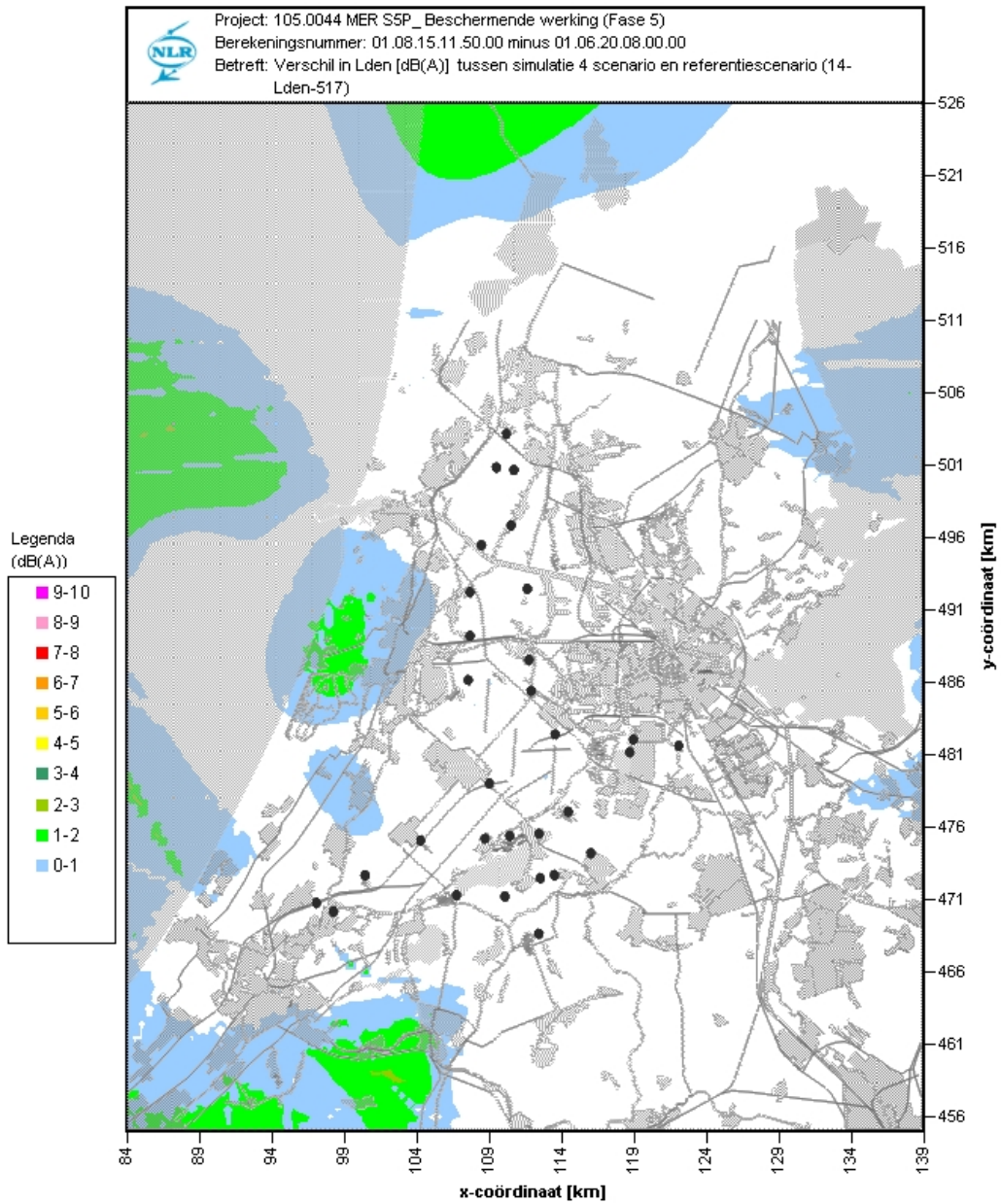
Figuur C.2b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 2 scenario (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)



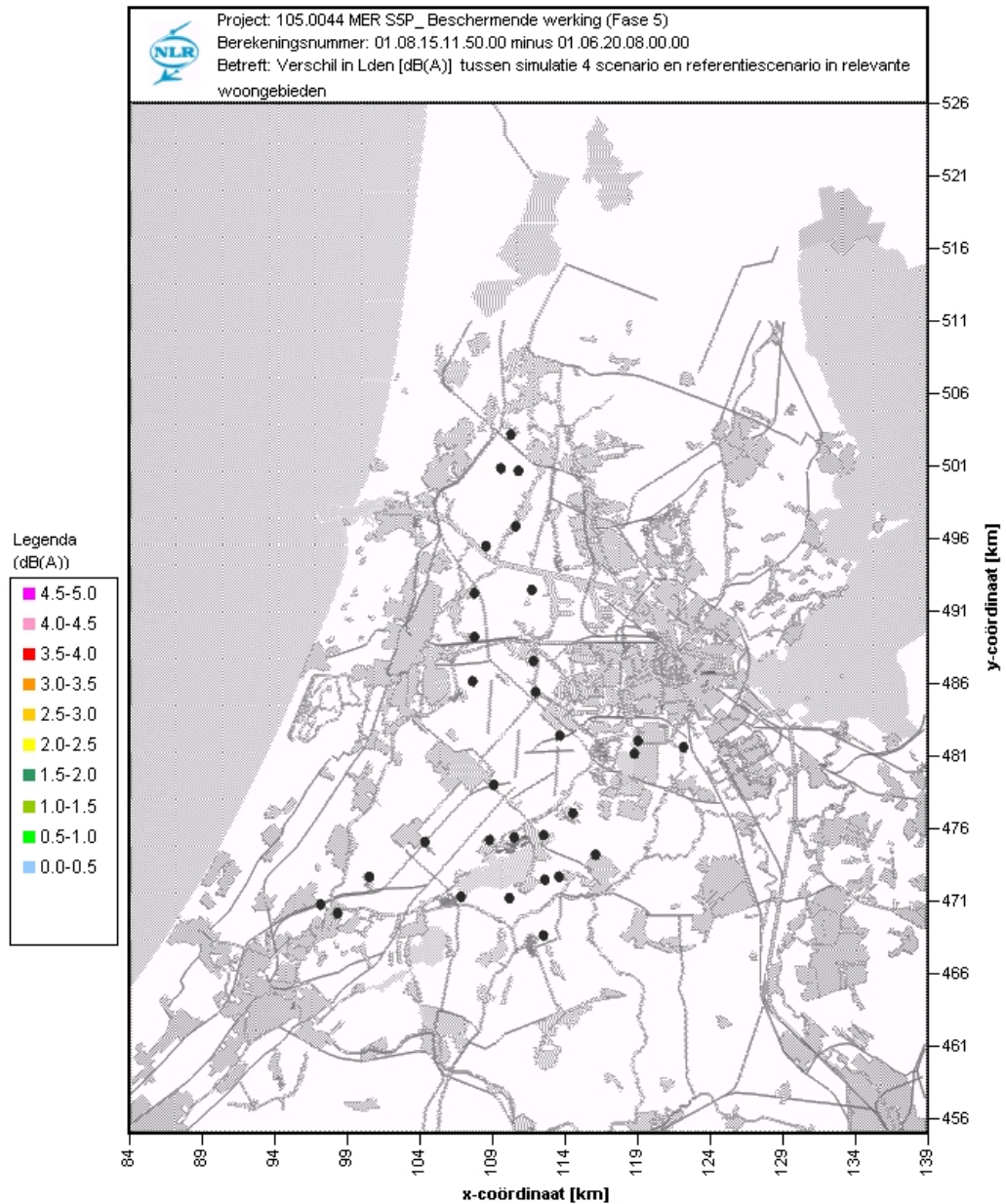
Figuur C.3a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 3 scenario (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario



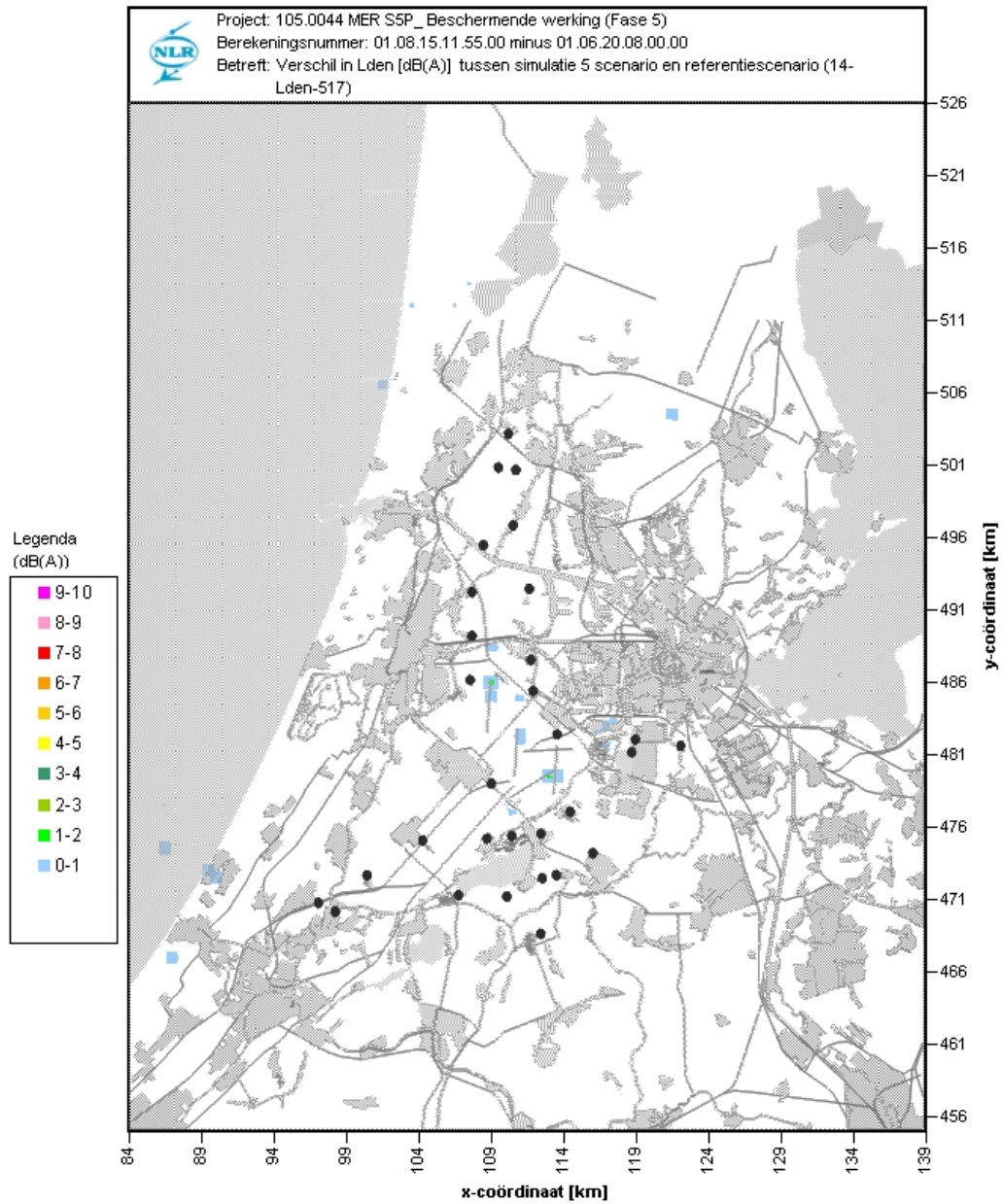
Figuur C.3b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 3 scenario (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)



*Figuur C.4a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 4 scenario (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario*

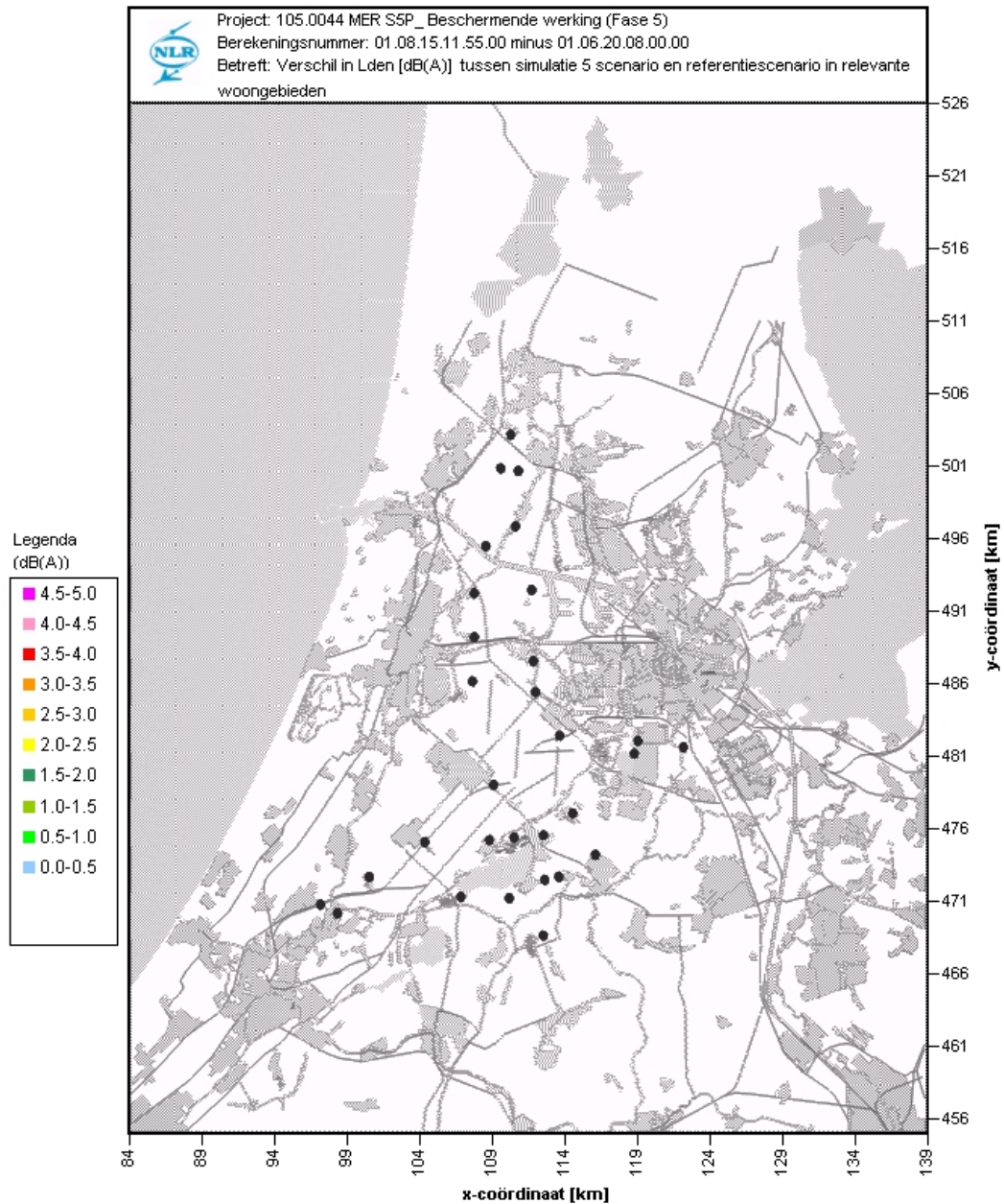


Figuur C.4b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 4 scenario (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)

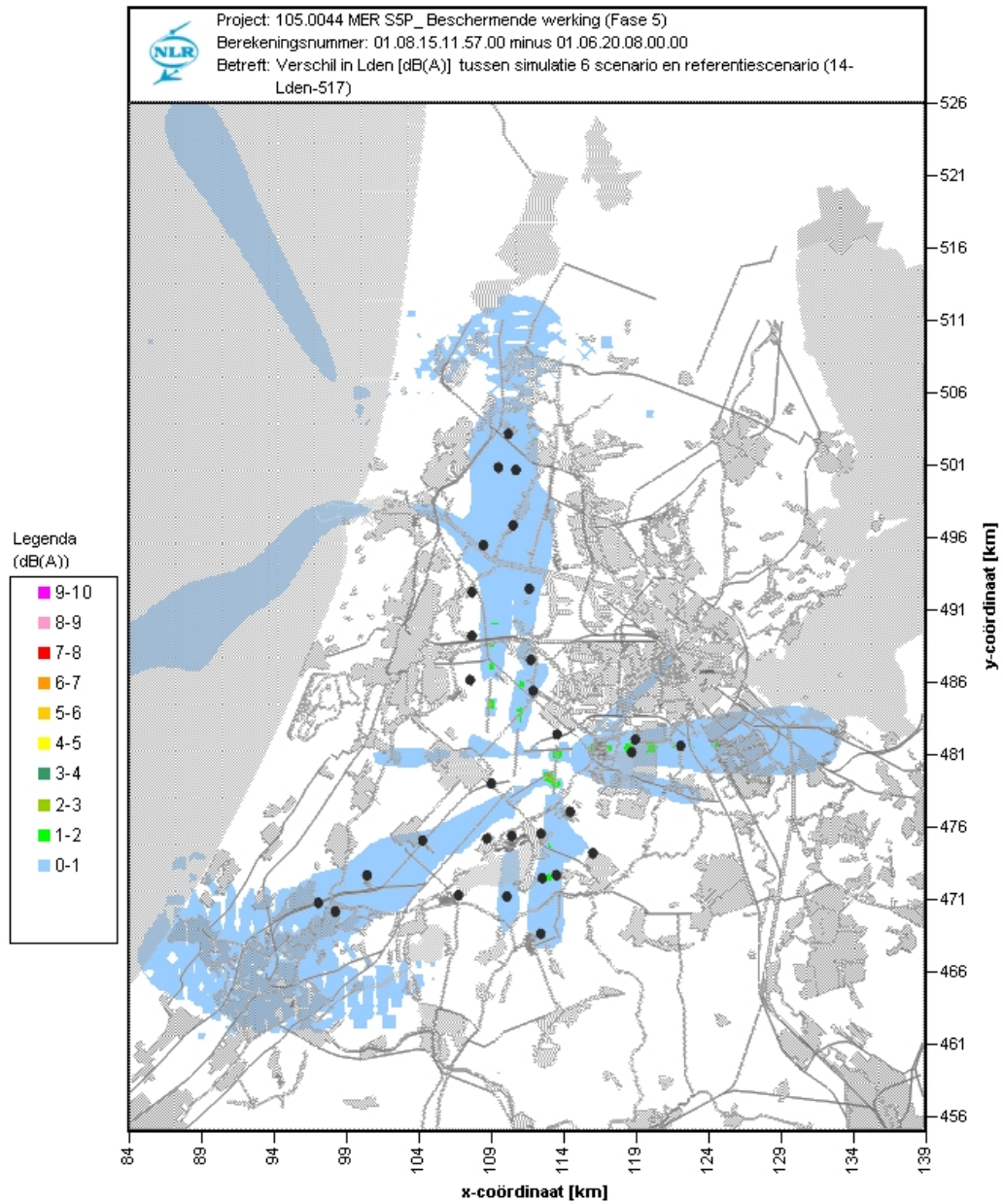


*Figuur C.5a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 5 scenario (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario*

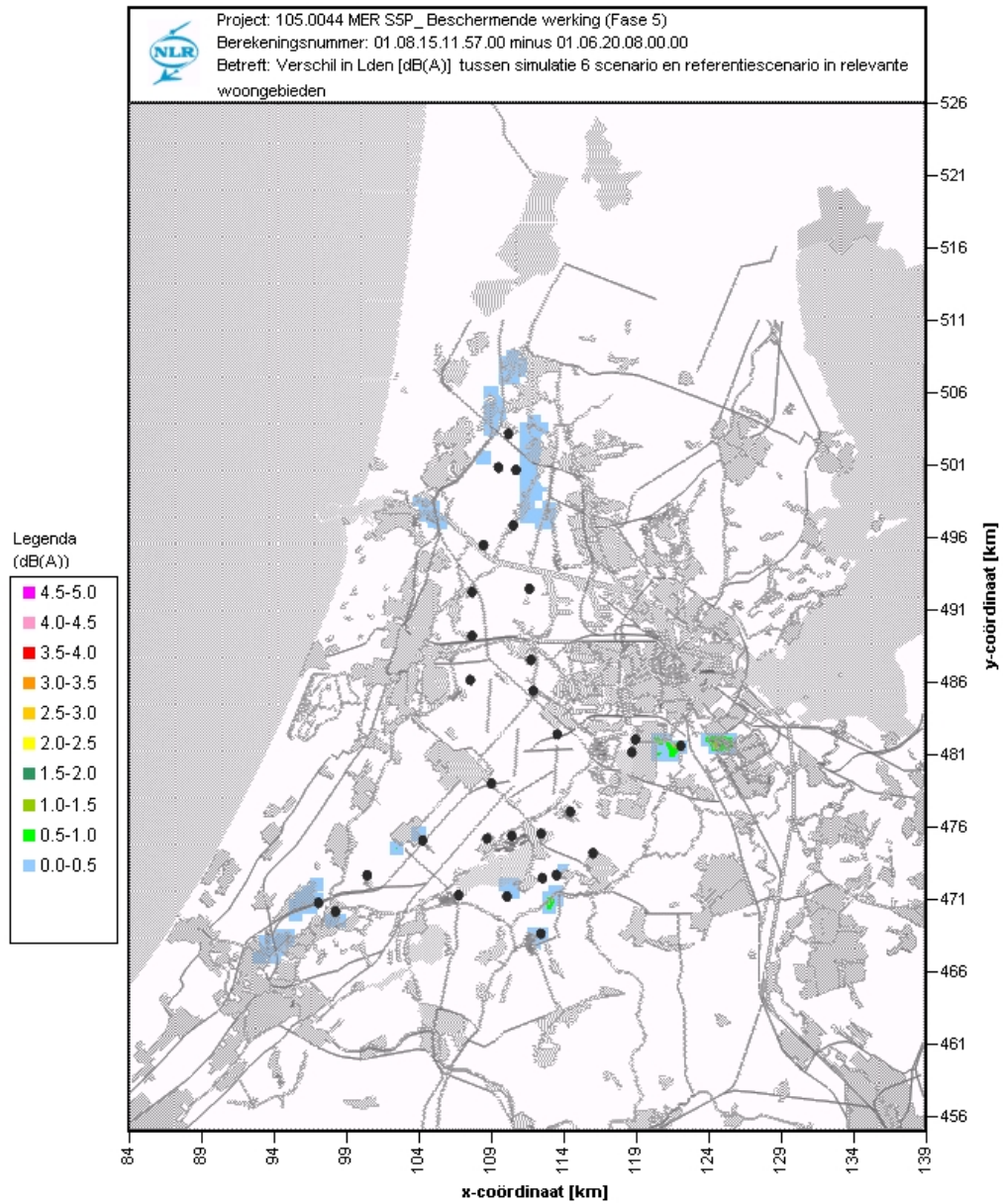




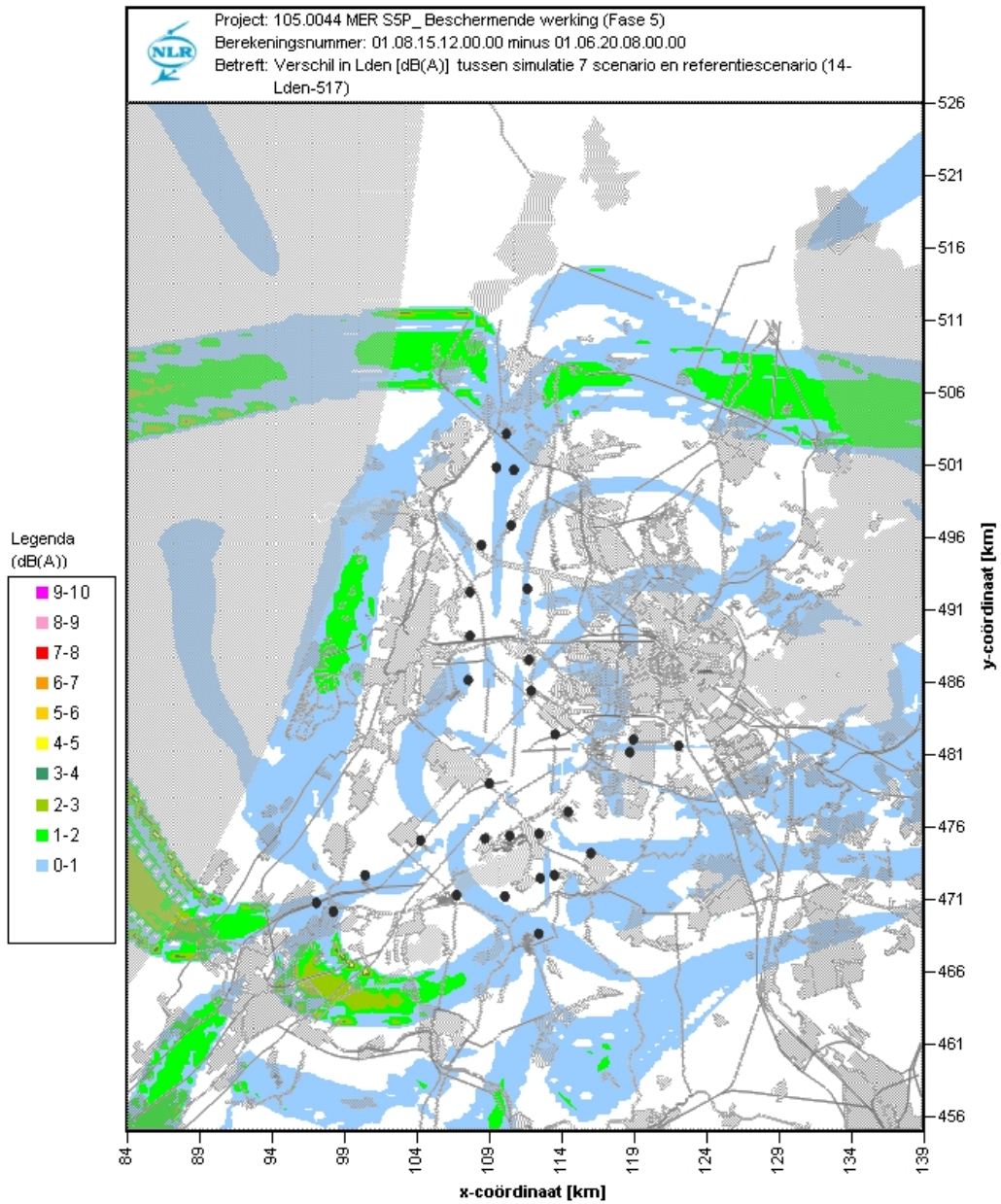
*Figuur C.5b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 5 scenario (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)*



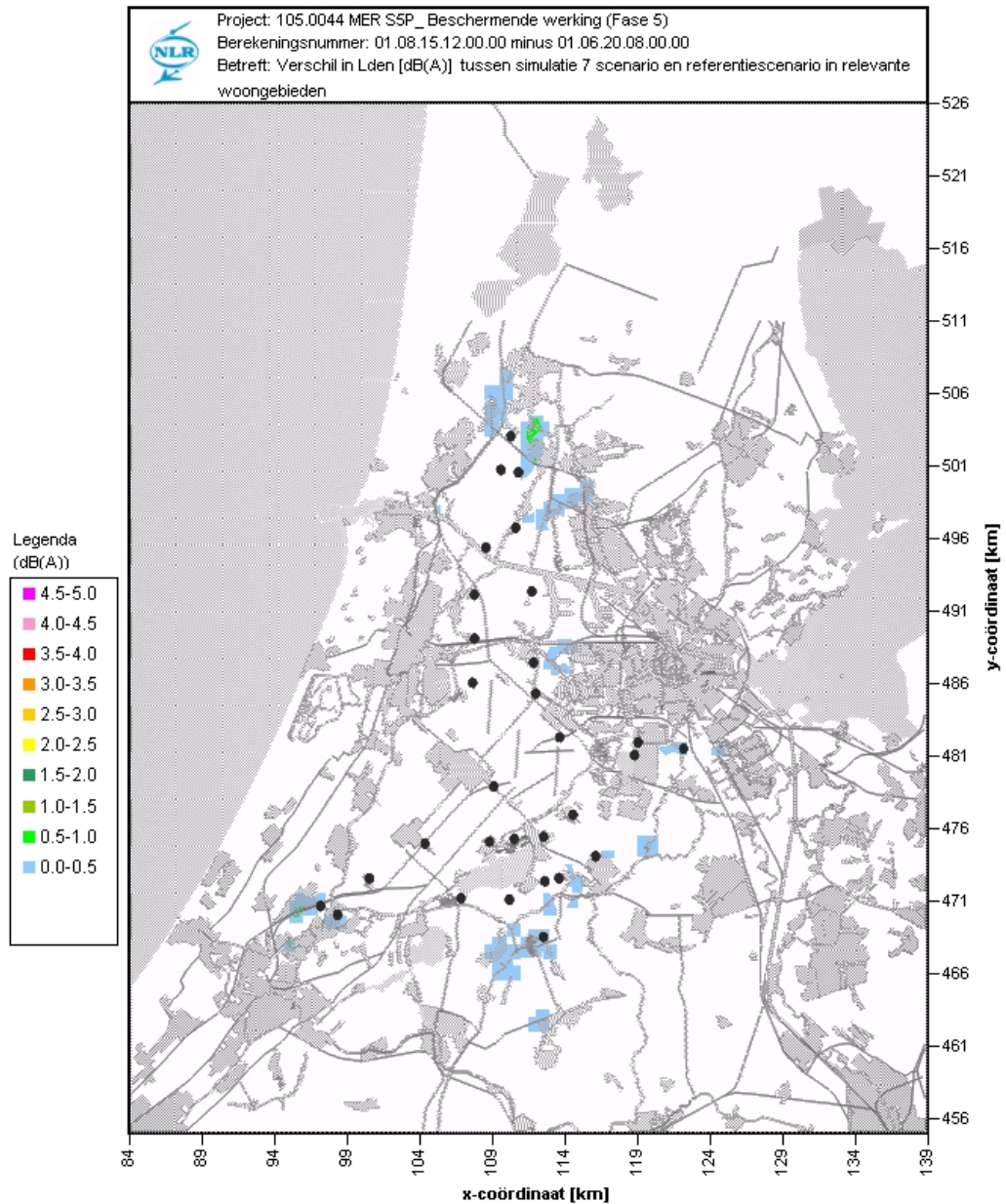
*Figuur C.6a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 6 scenario (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario*



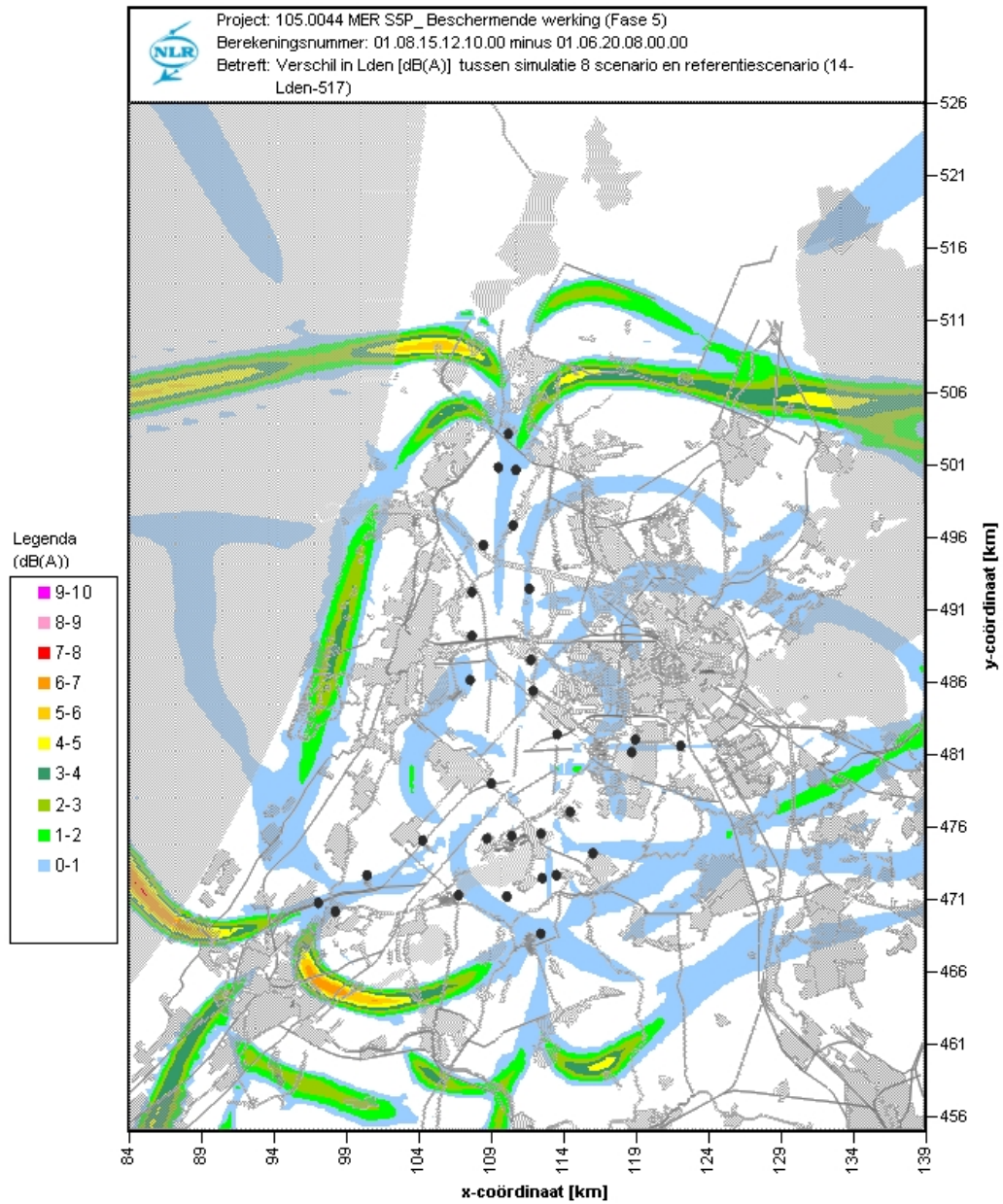
Figuur C.6b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 6 scenario (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)



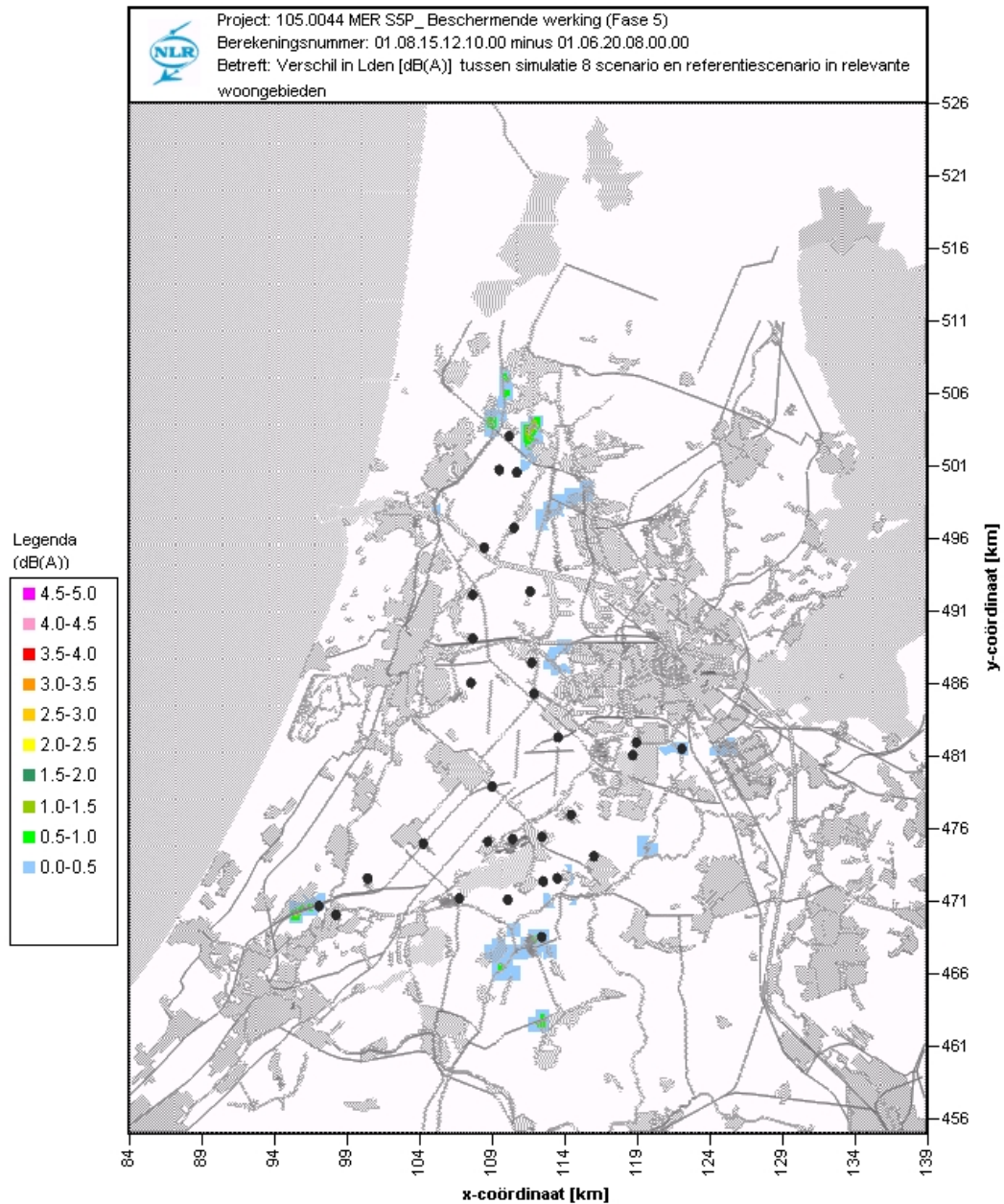
*Figuur C.7a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 7 scenario (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario*



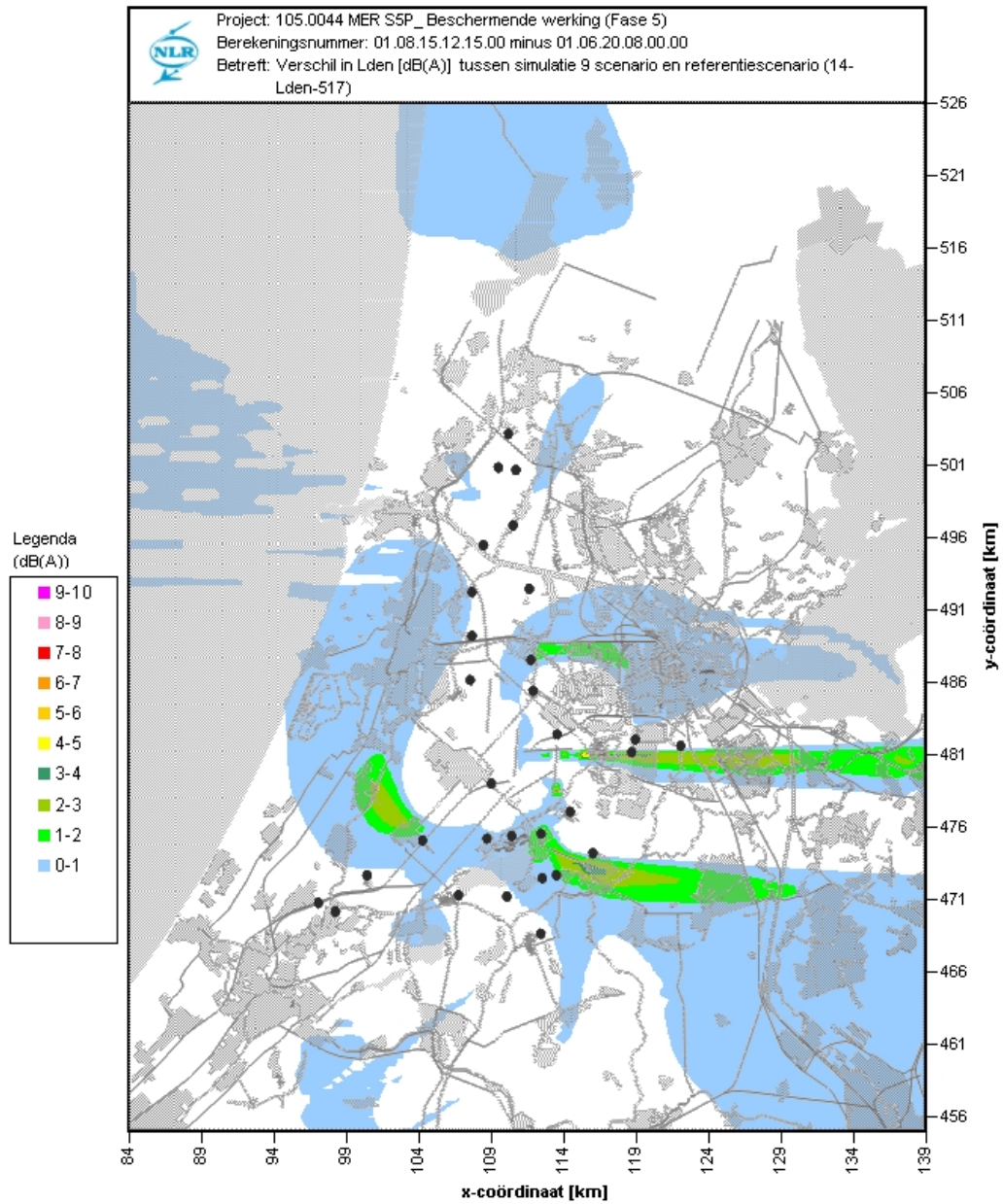
Figuur C.7b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 7 scenario (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)



Figuur C.8a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 8 scenario (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario

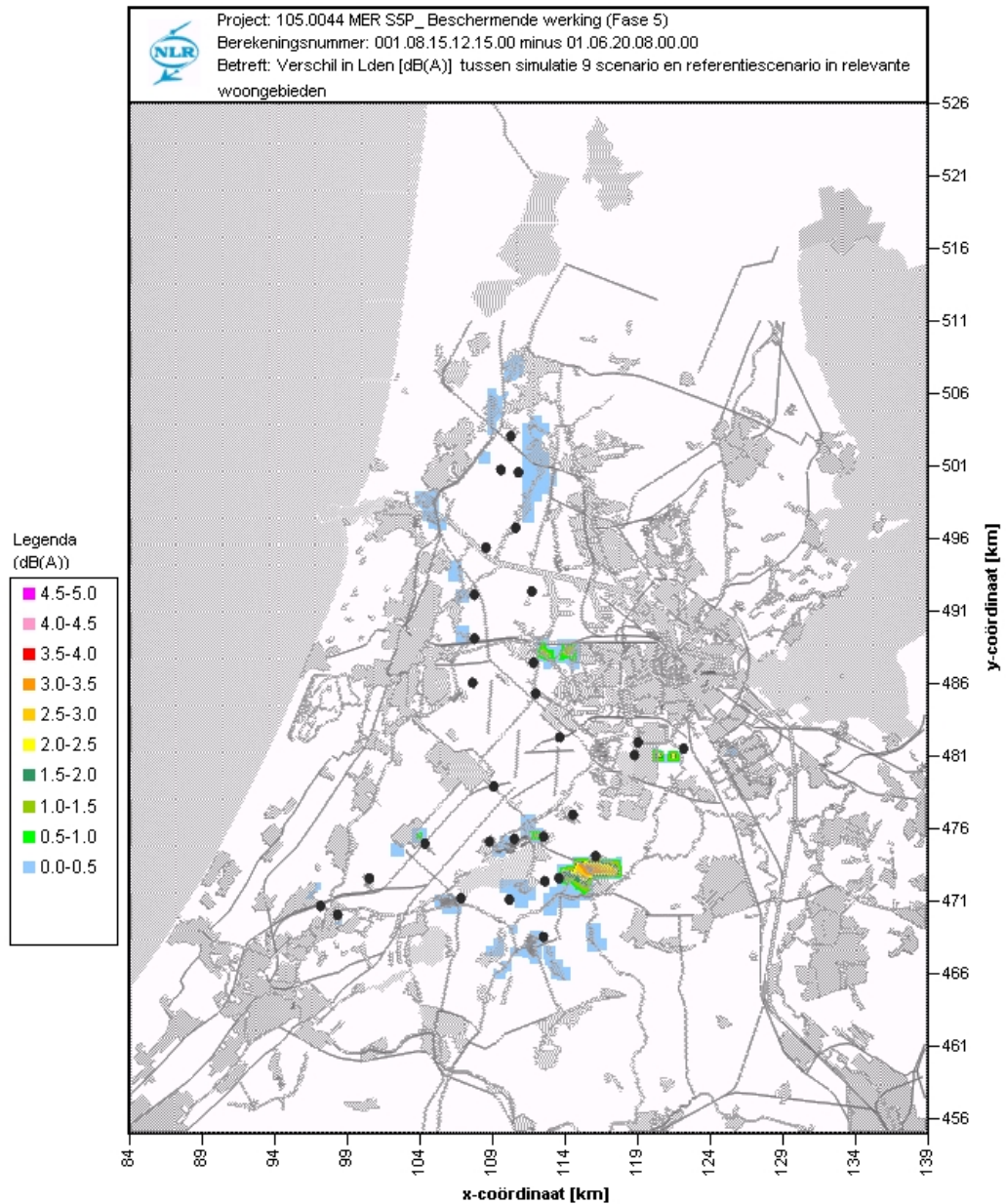


*Figuur C.8b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 8 scenario (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)*

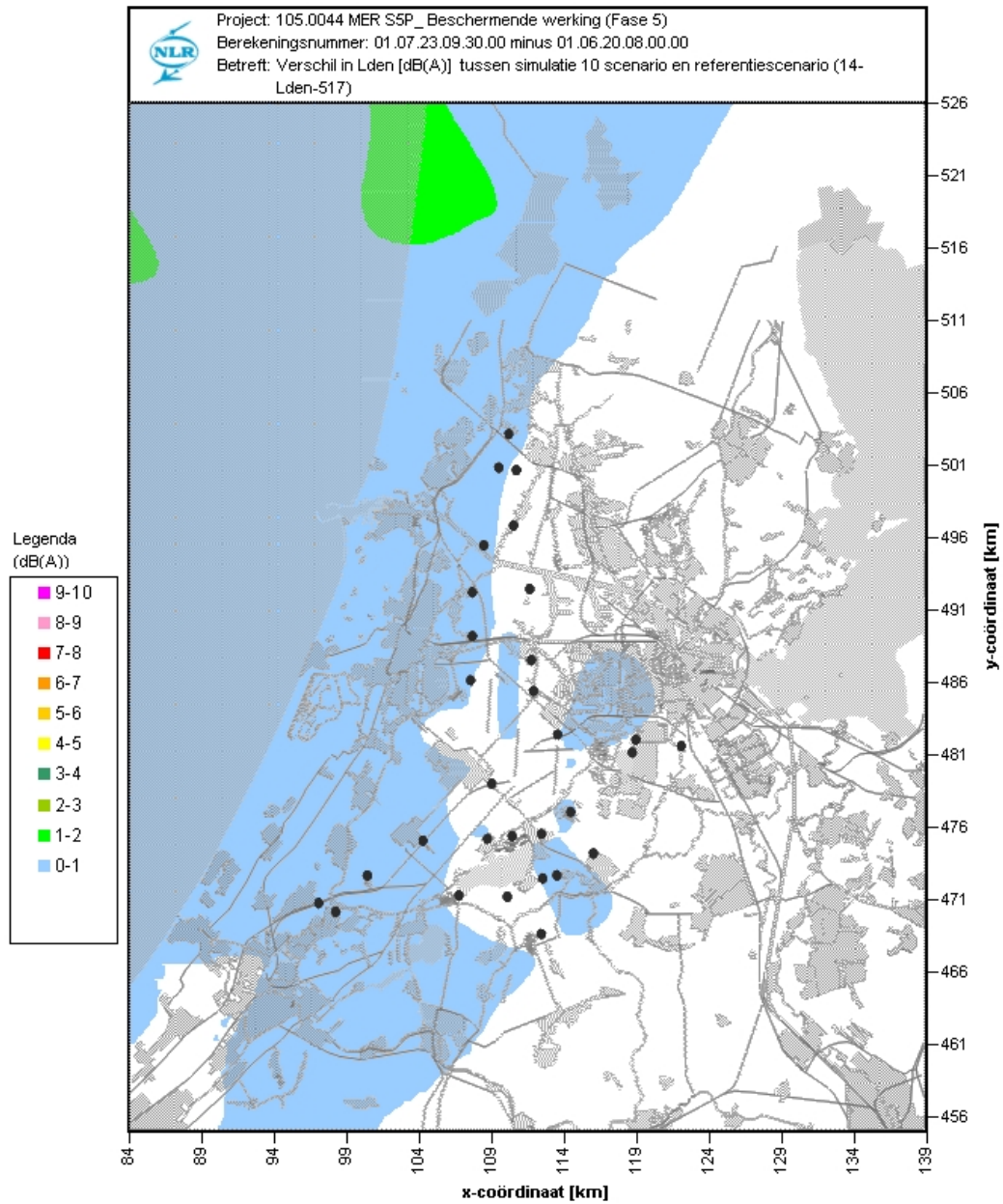


*Figuur C.9a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 9 scenario (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario*

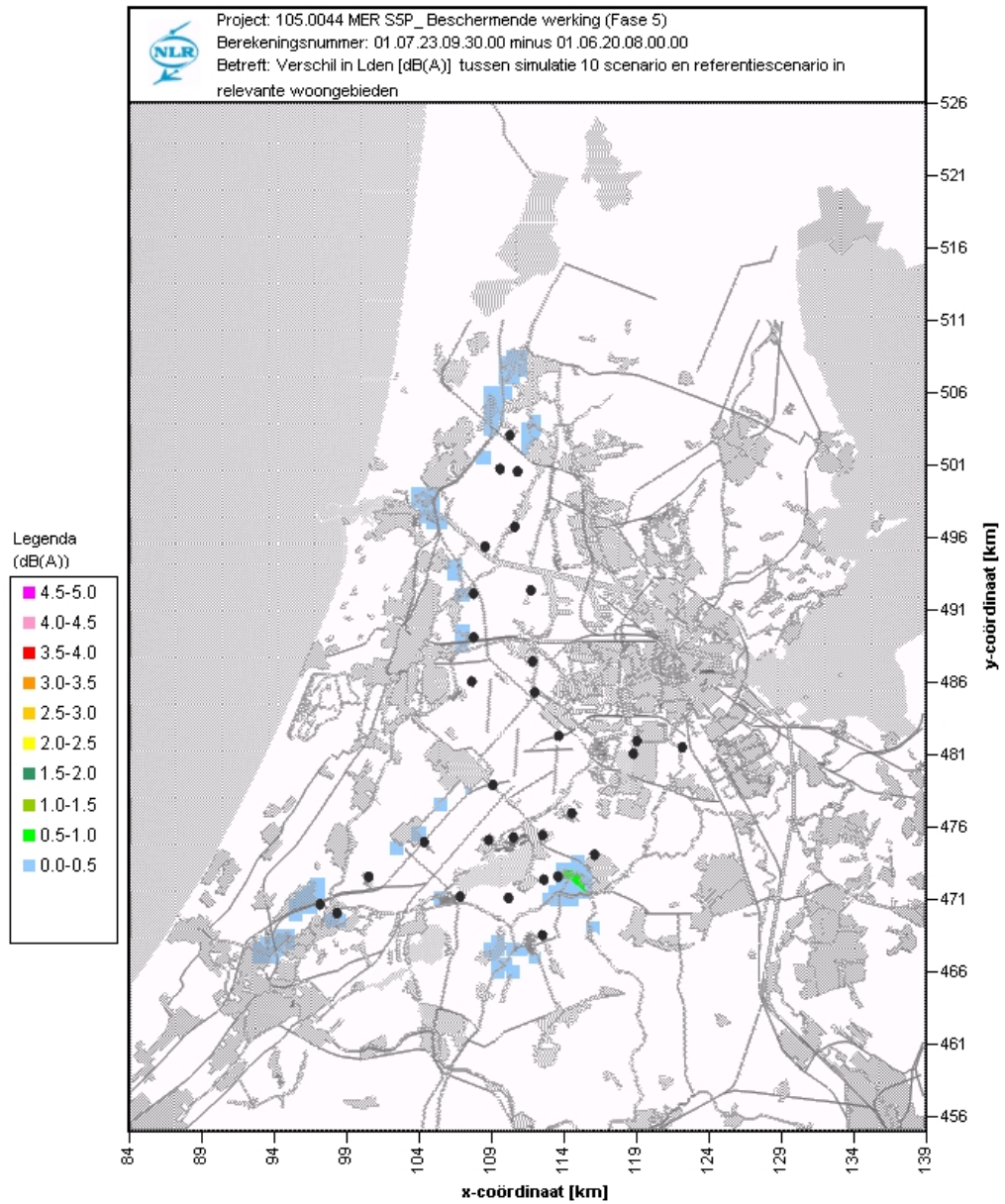




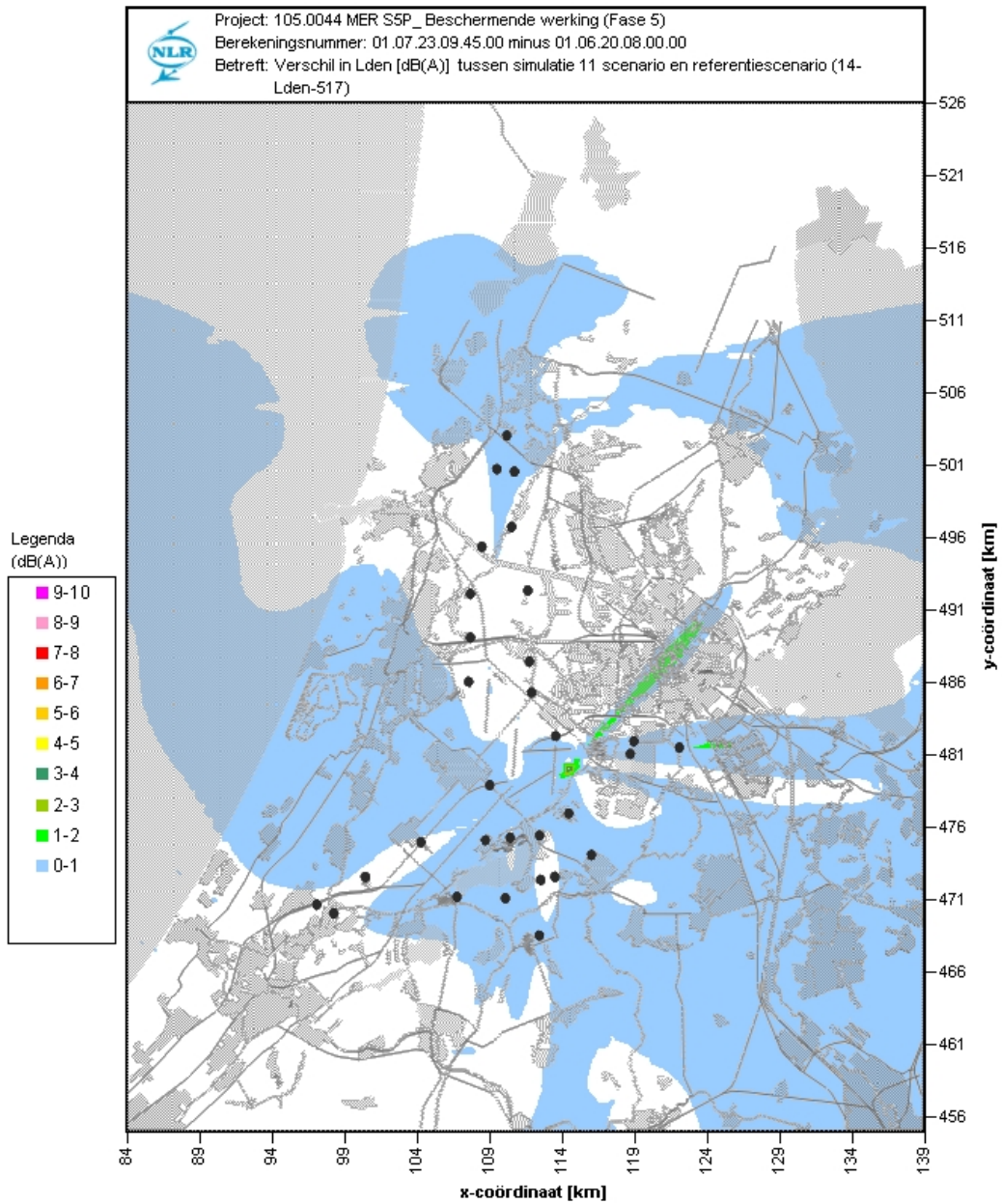
*Figuur C.9b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 9 scenario (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)*



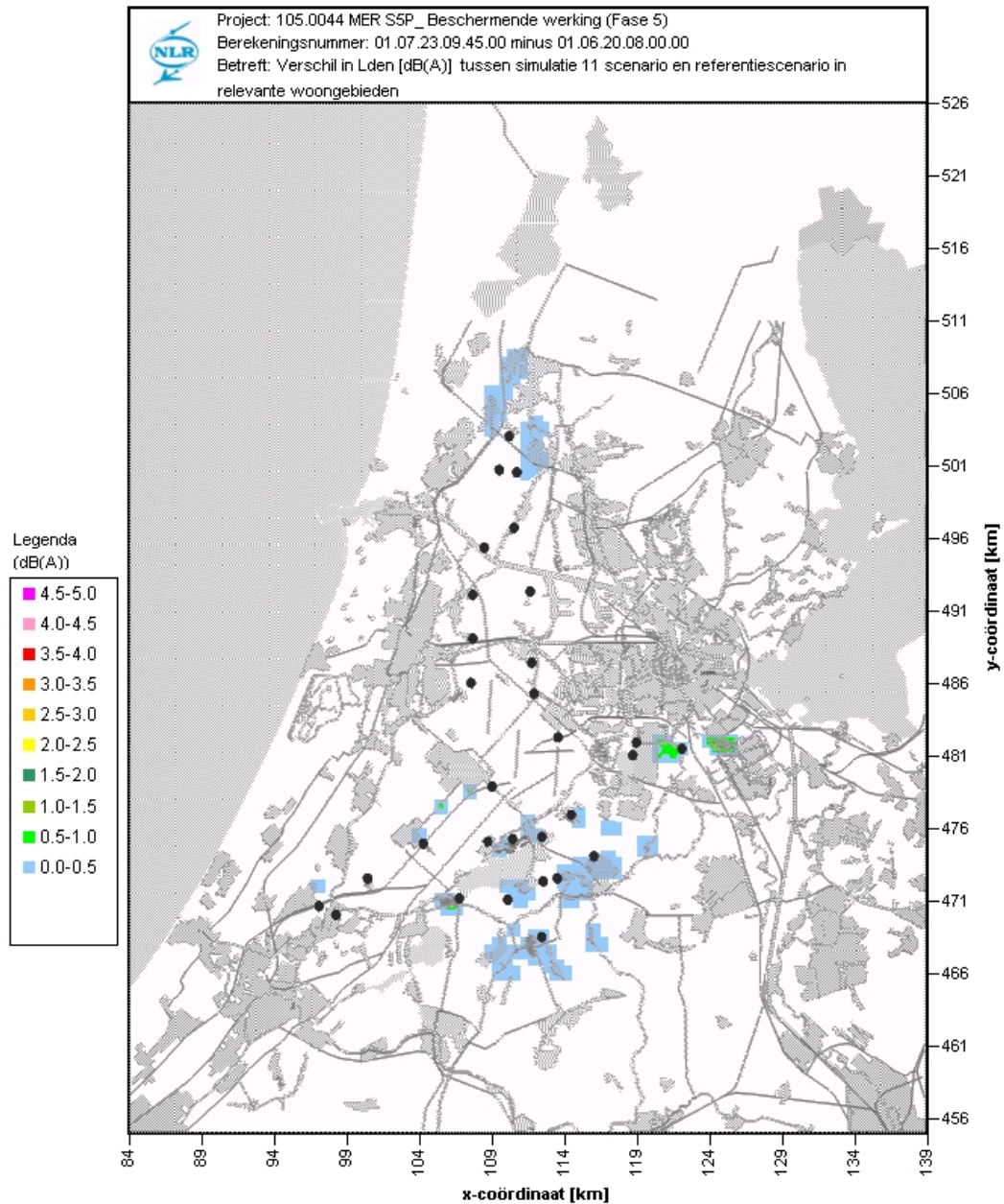
Figuur C.10a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 10 scenario (verplaatsing verkeer over routes) t.o.v. het referentiescenario (fase 5)



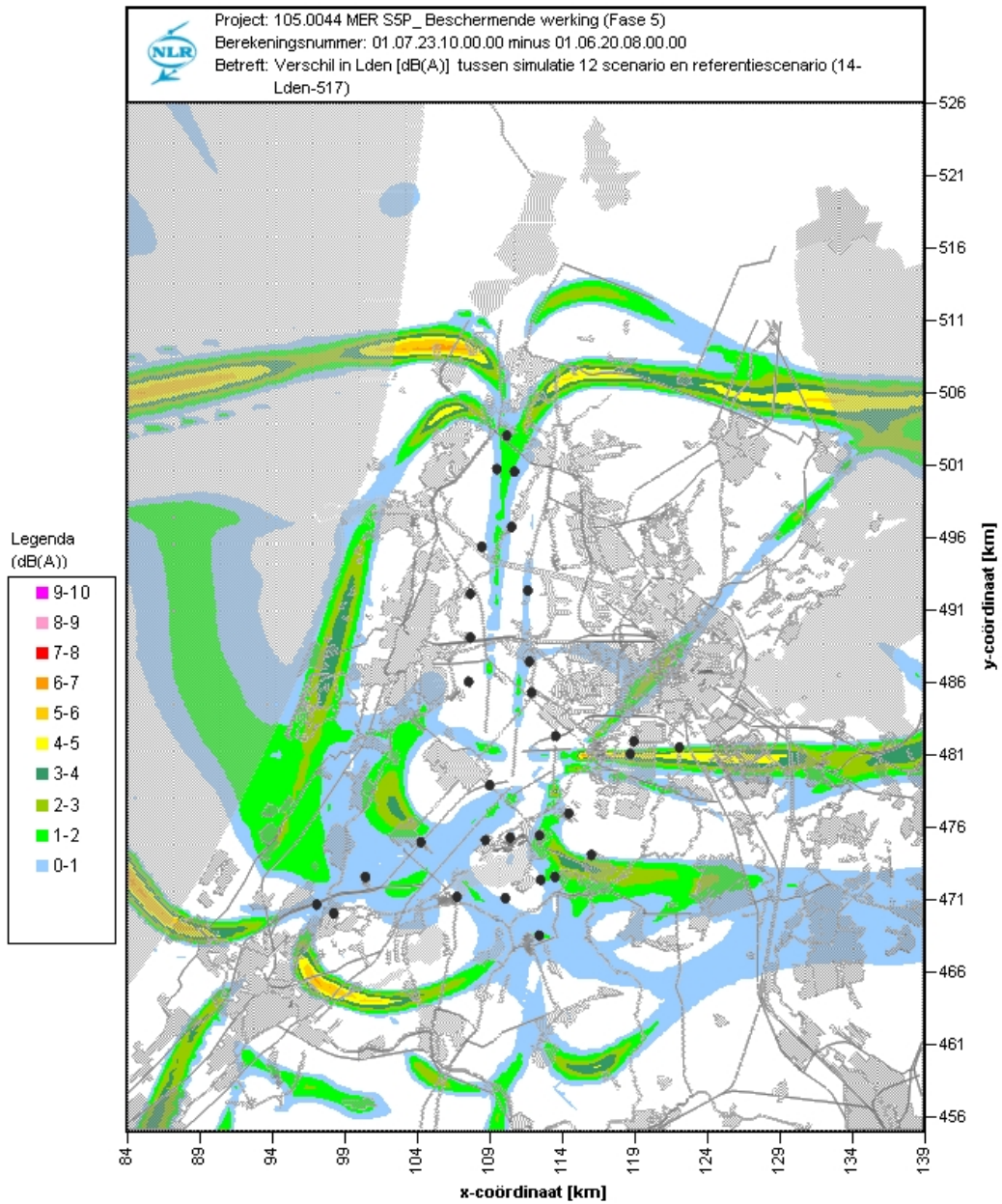
Figuur C.10b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 10 scenario (verplaatsing verkeer over routes) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)



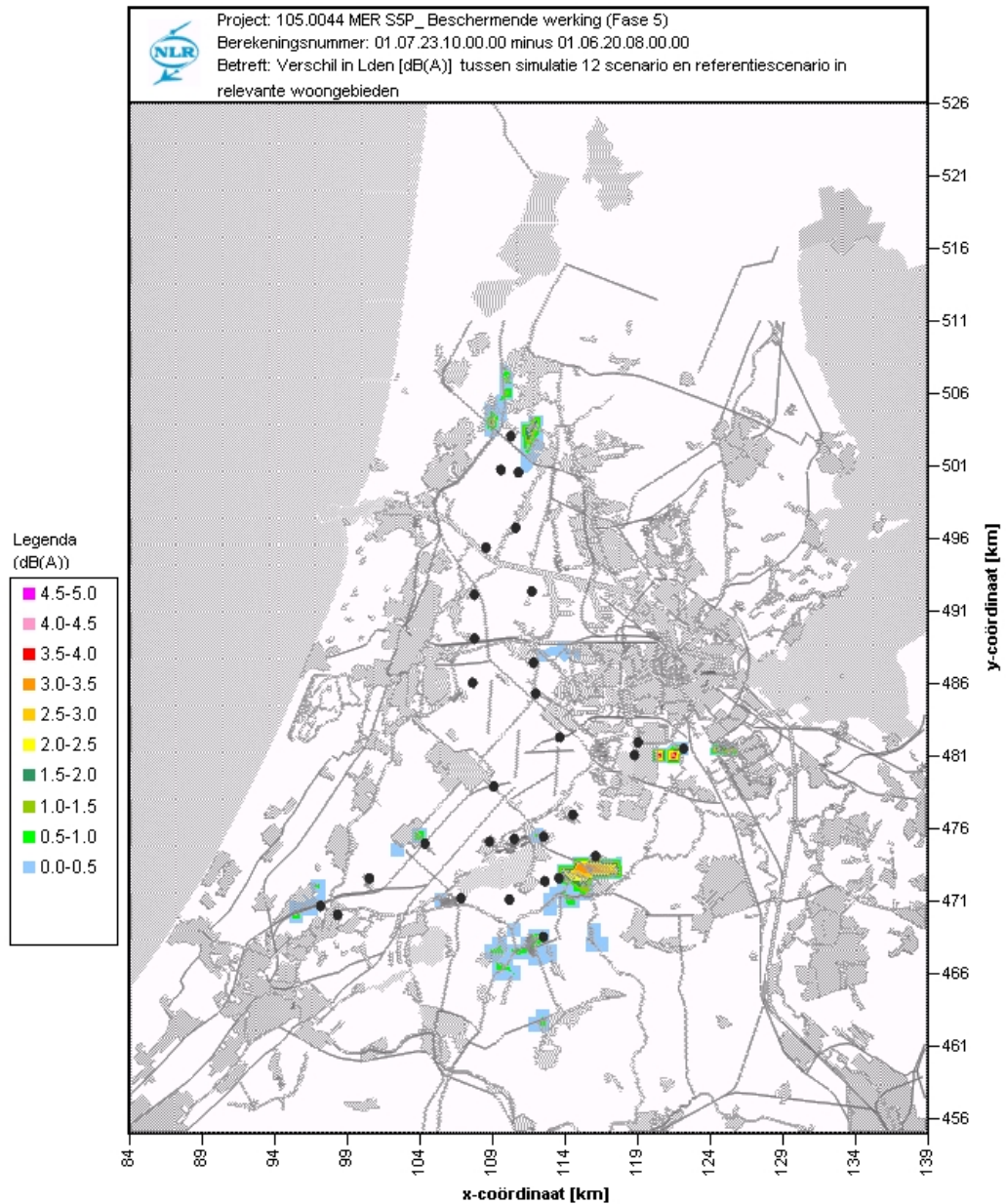
Figuur C.11a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario (fase 5)



*Figuur C.11b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)*



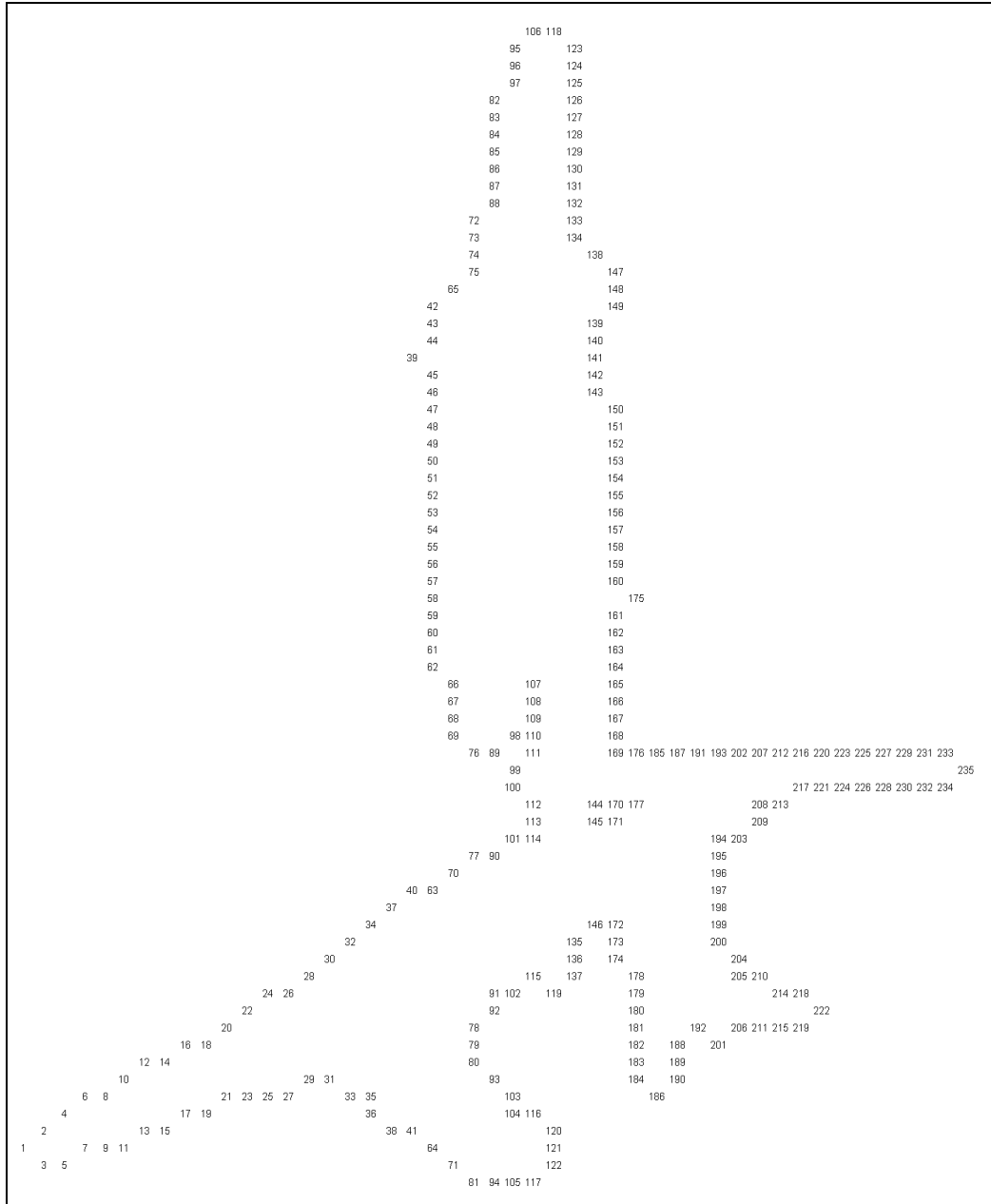
Figuur C.12a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario (fase 5)



*Figuur C.12b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van het simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A)  $L_{den}$  uit de referentie)*

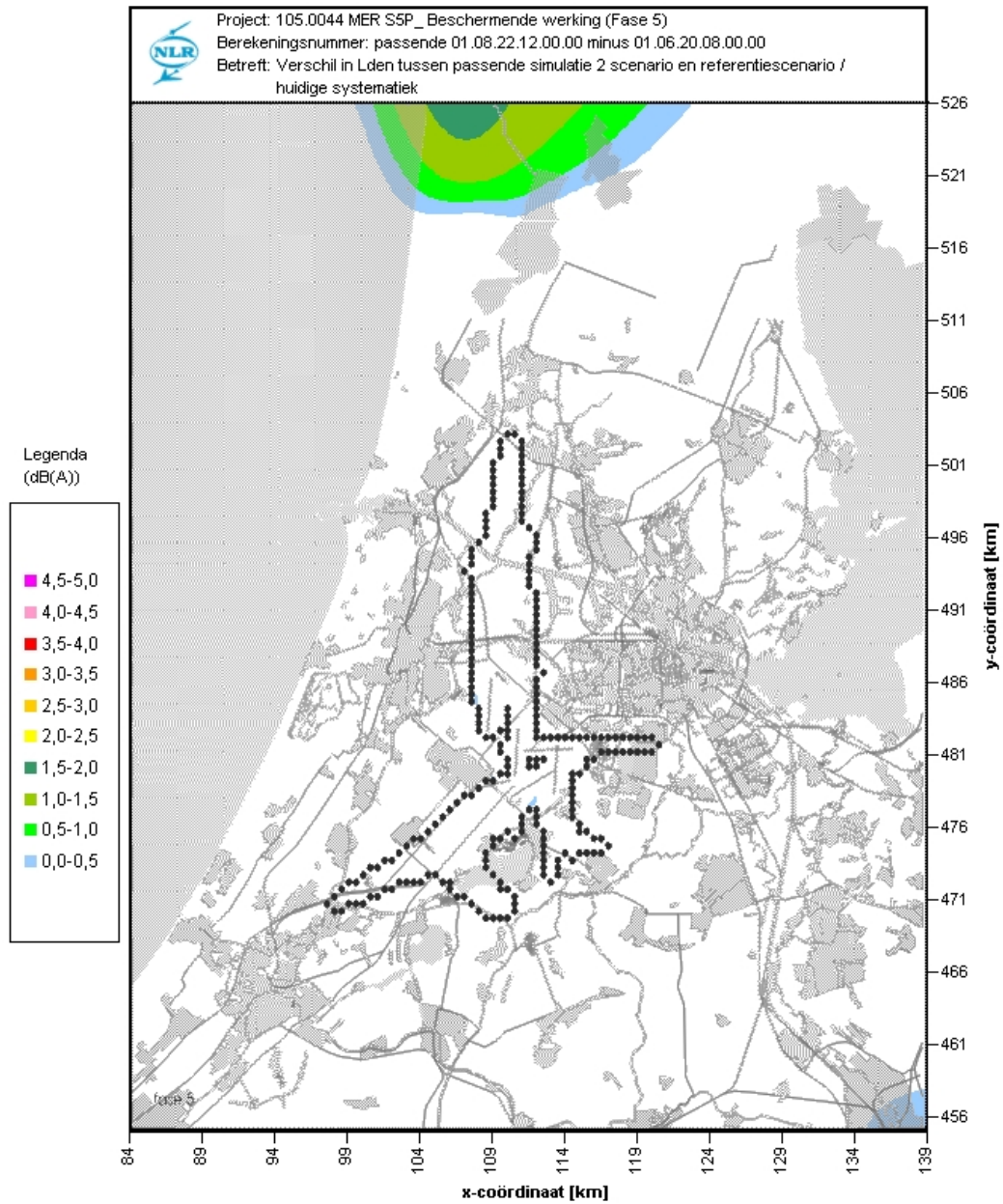


**Appendix D Figuren: vergelijking globaal geschaalde simulaties met referentie**

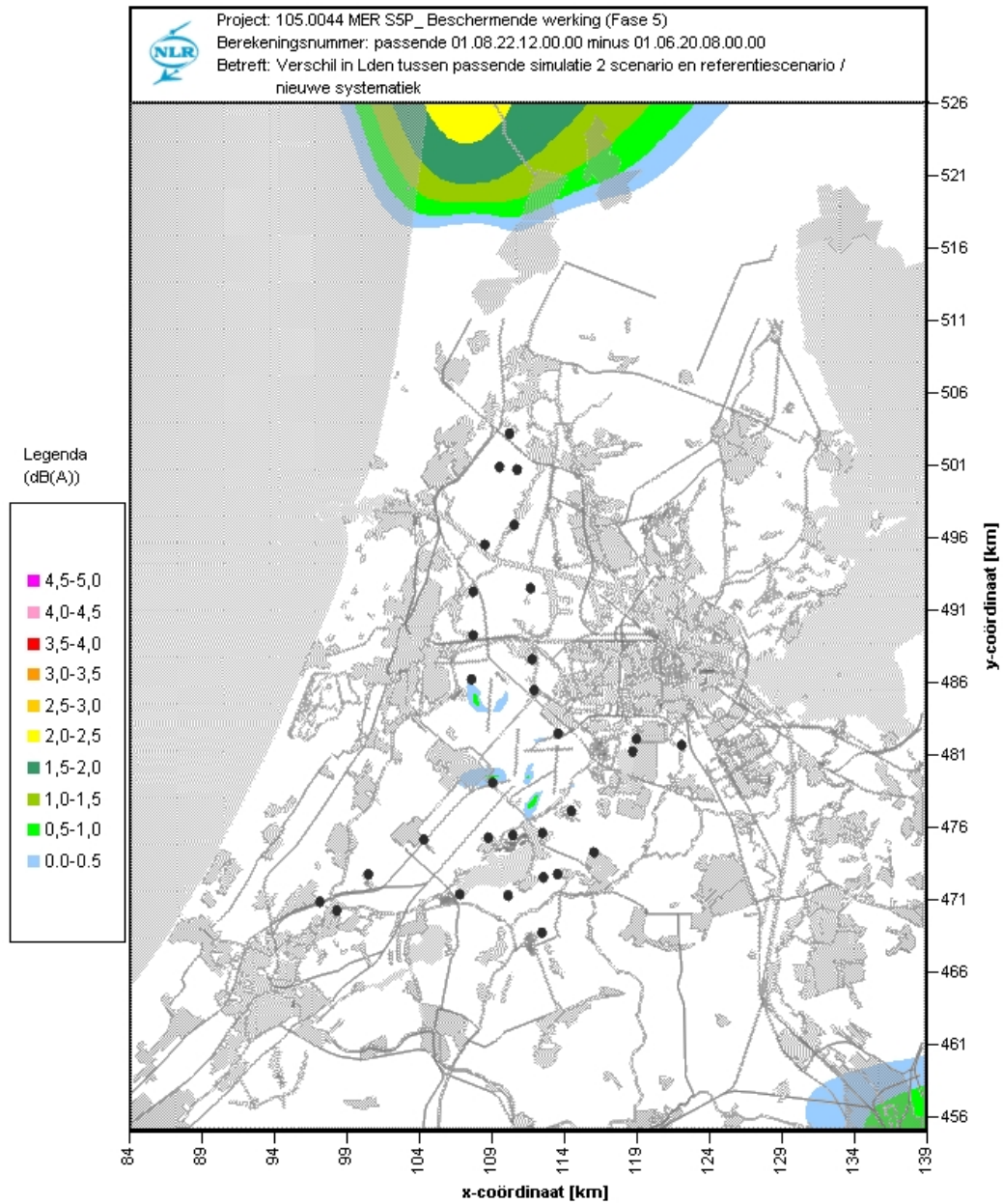


*Figuur D.1. Ligging van de zonepunten, gebaseerd op een geluidbelasting  $L_{den}$  van 58 dB(A), behorende bij het referentiescenario (14- $L_{den}$ -517)*

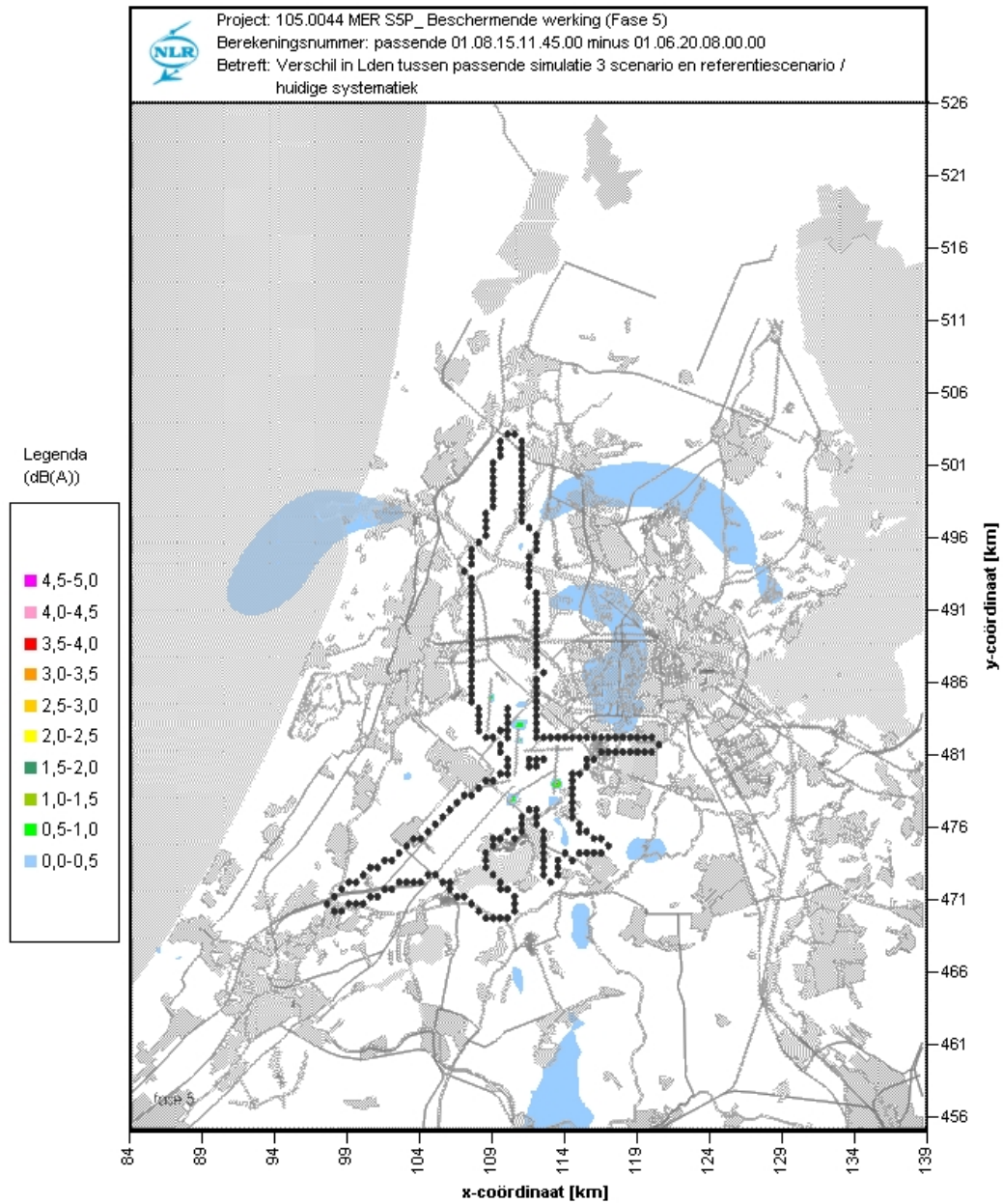




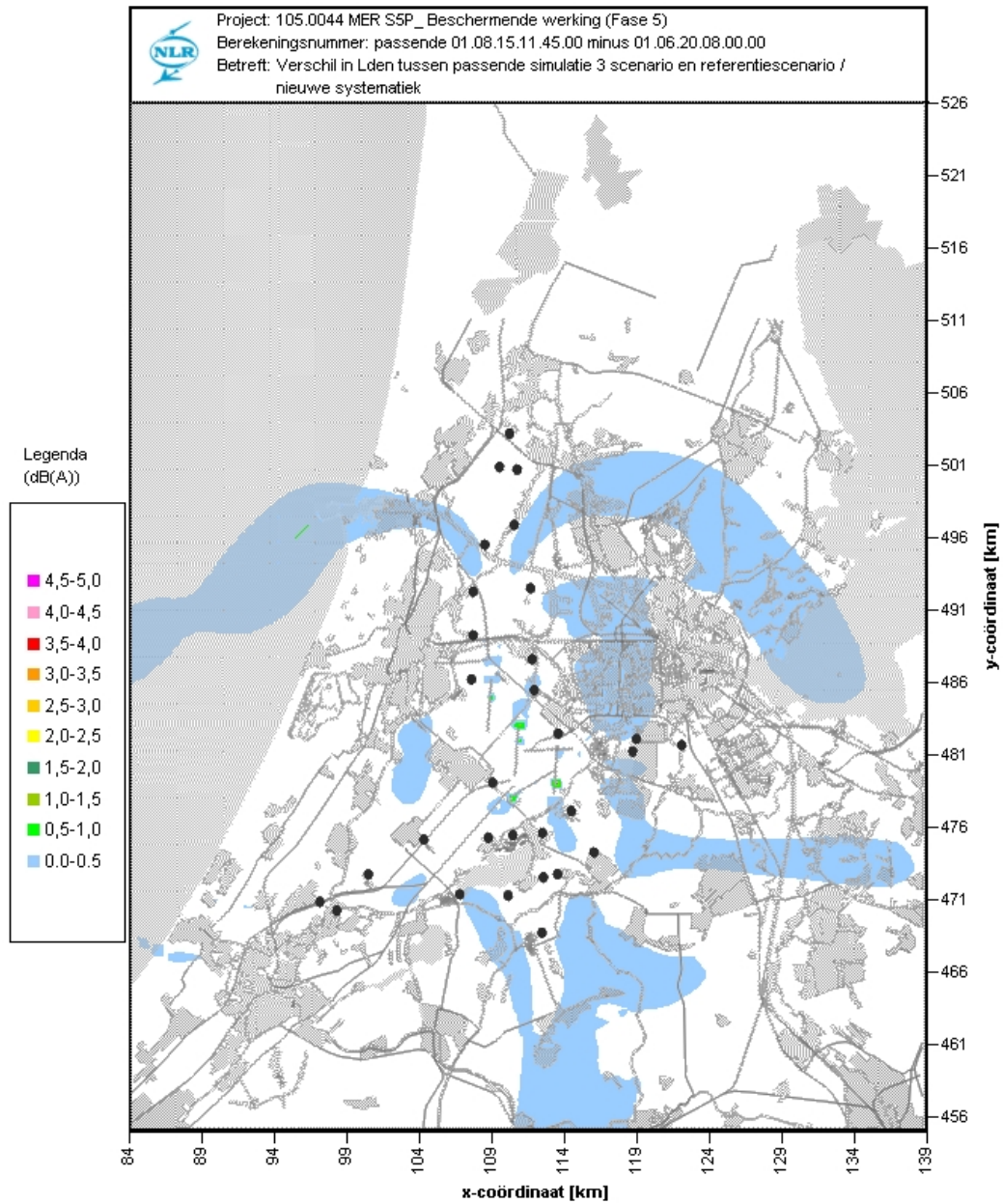
Figuur D.2a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 2 (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



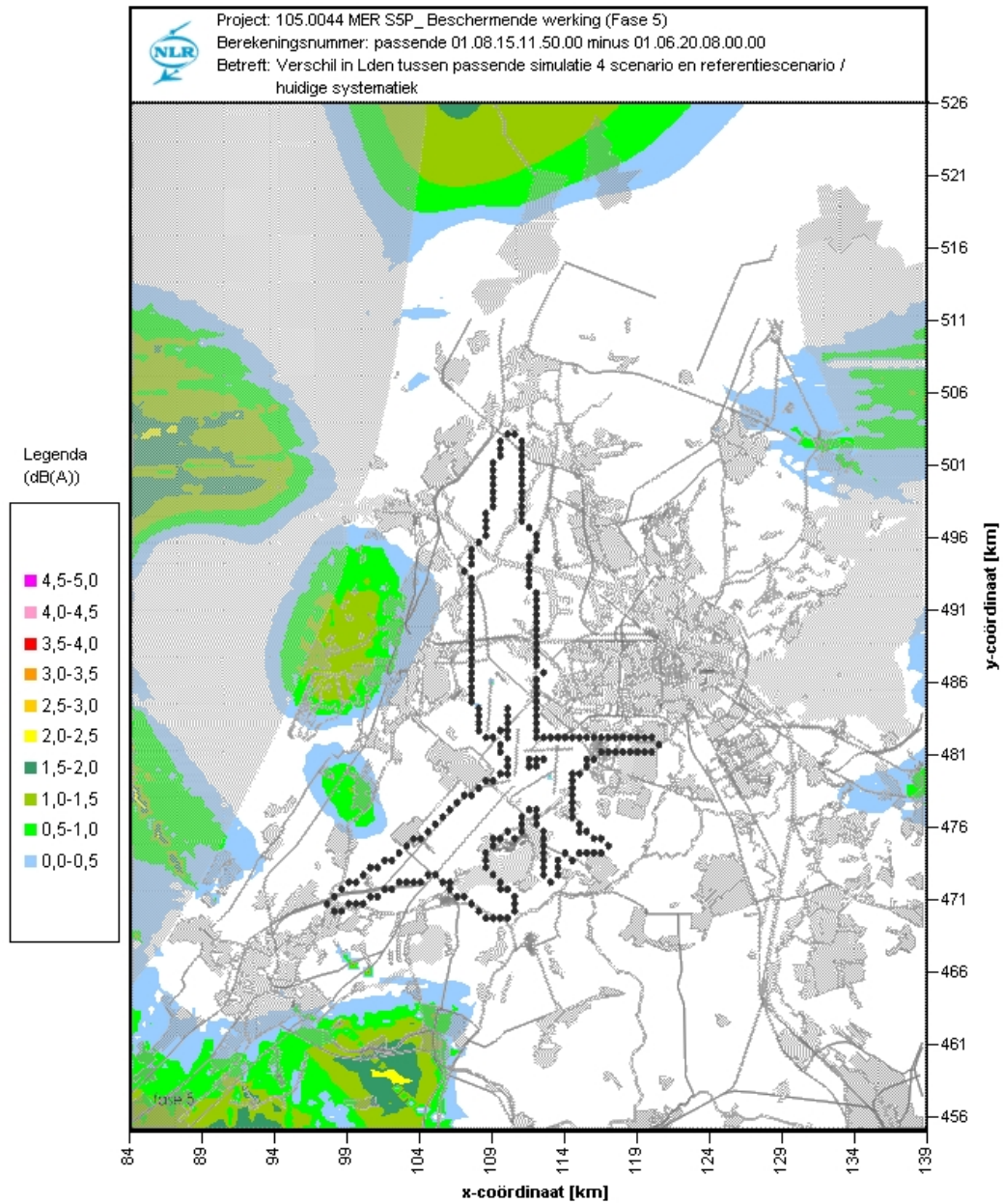
Figuur D.2b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 2 (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



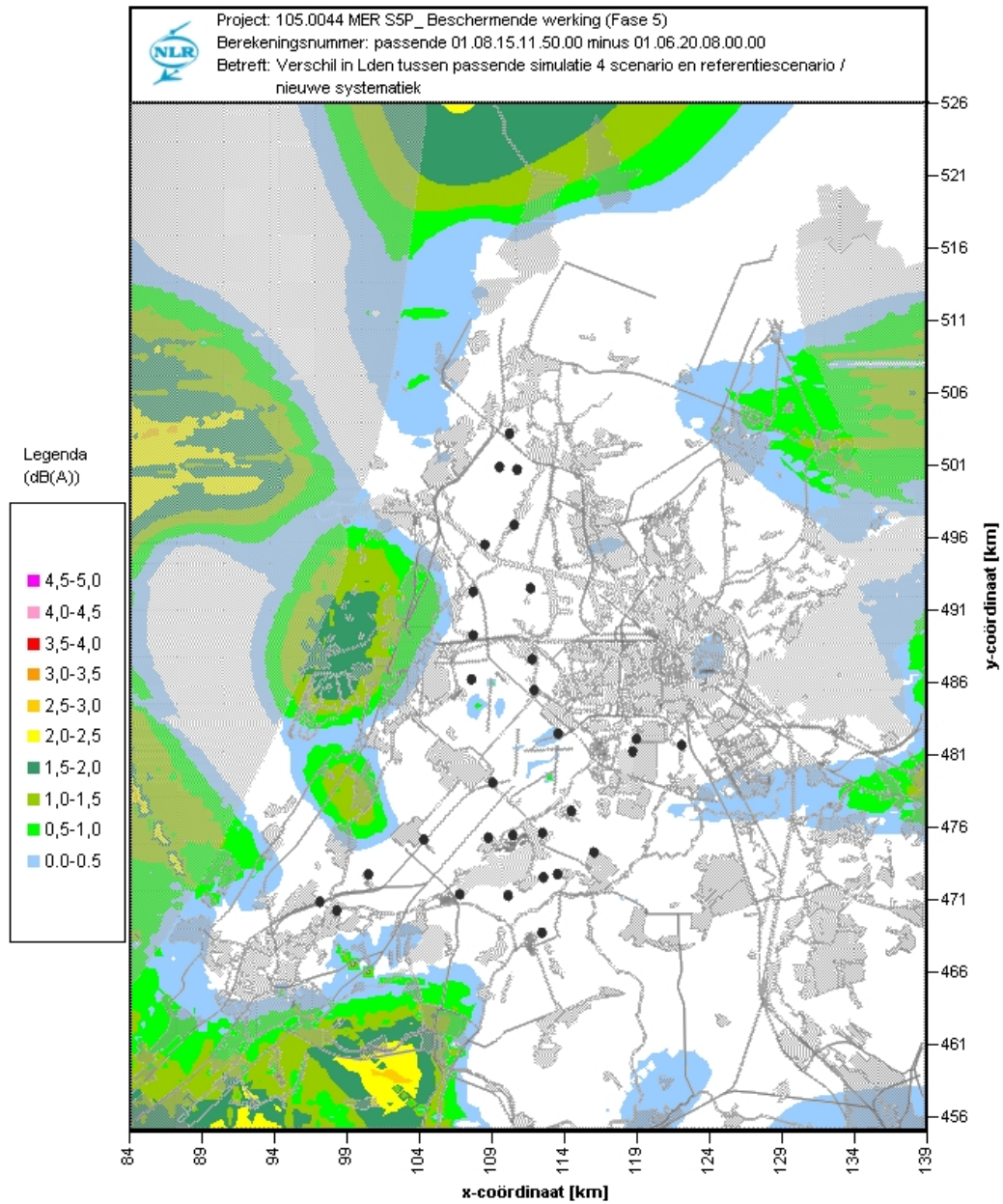
Figuur D.3a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 3 (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



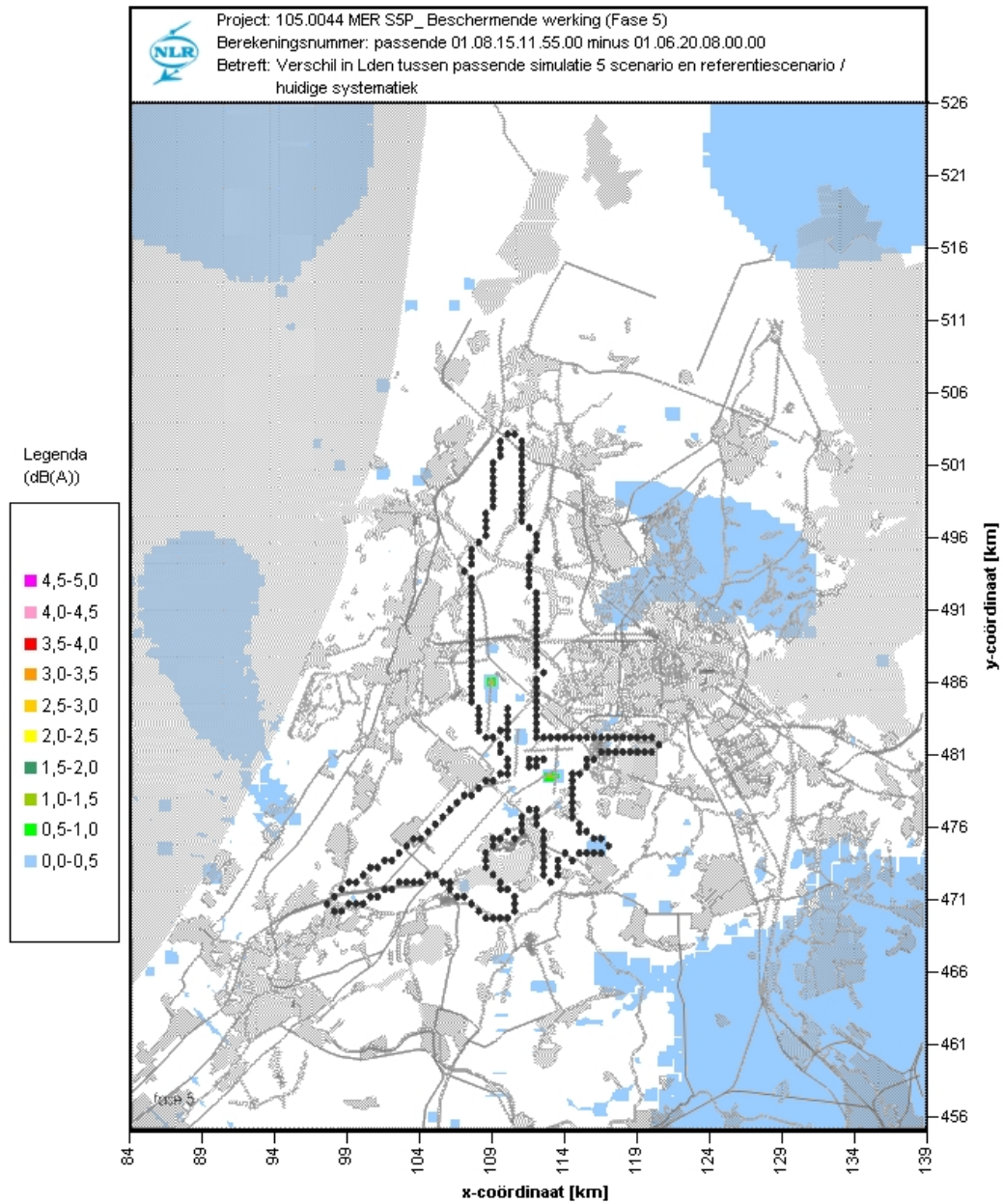
Figuur D.3b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 3 (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



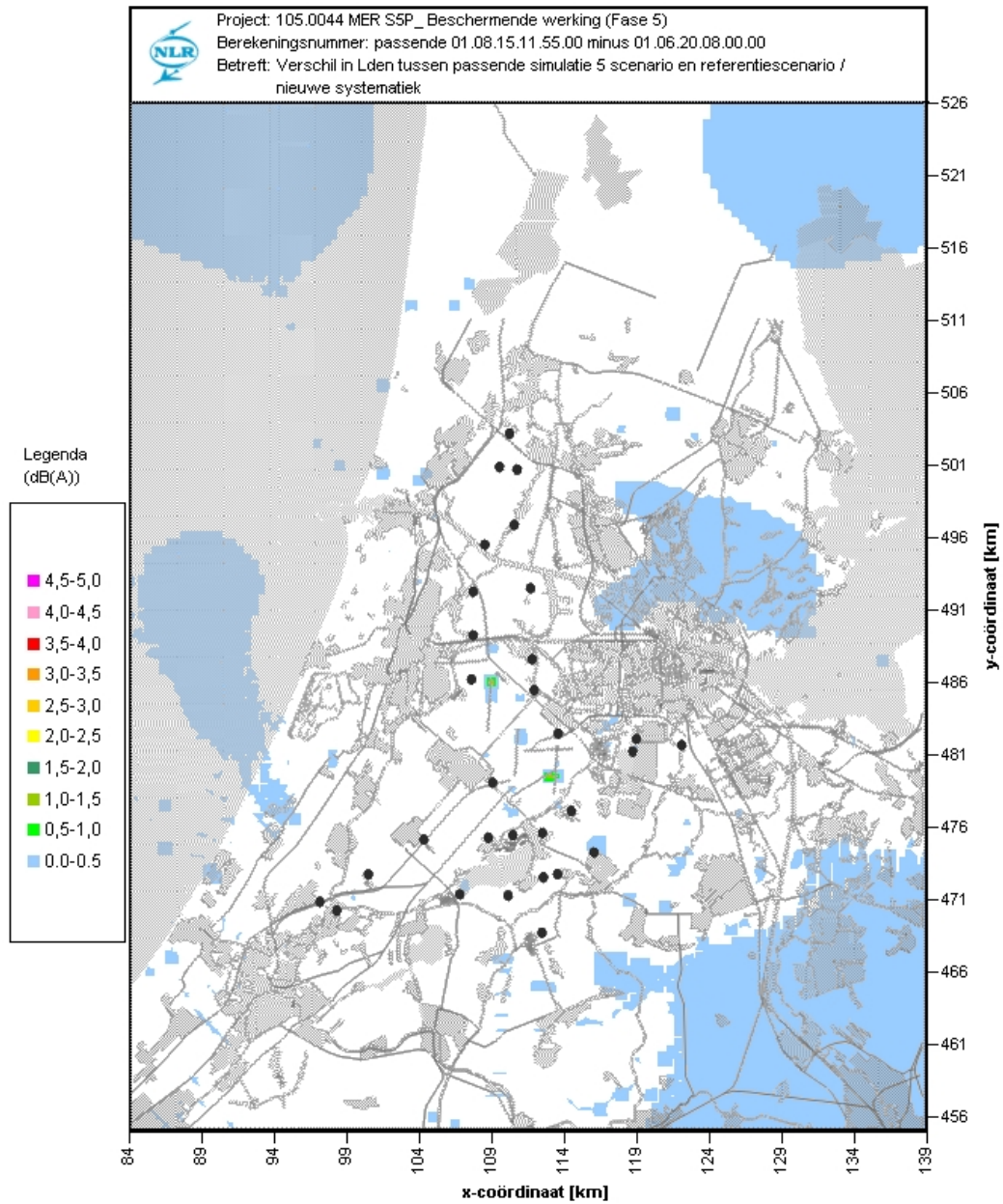
Figuur D.4a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 4 (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



*Figuur D.4b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 4 (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.*

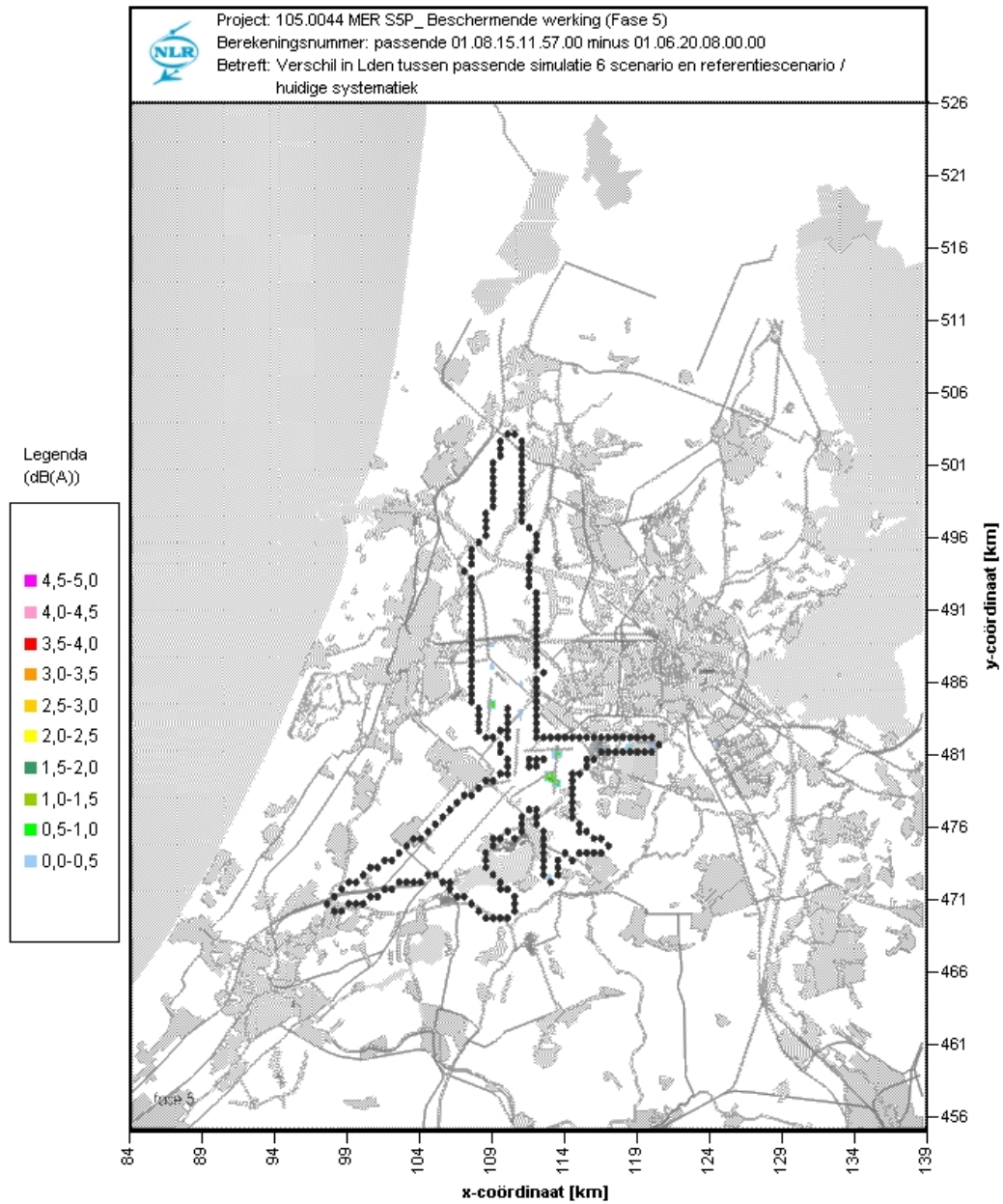


Figuur D.5a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 5 (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.

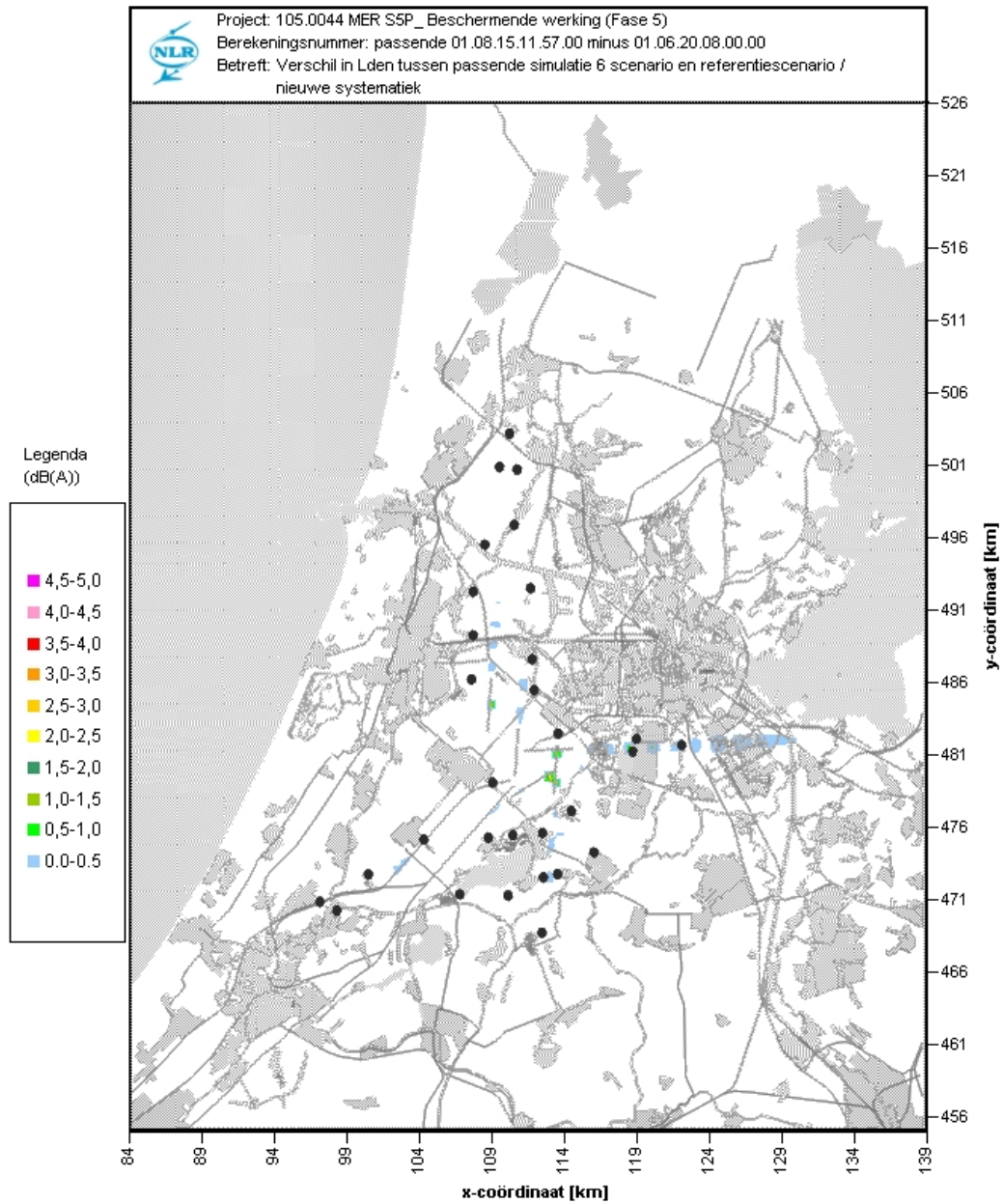


*Figuur D.5b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 5 (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.*

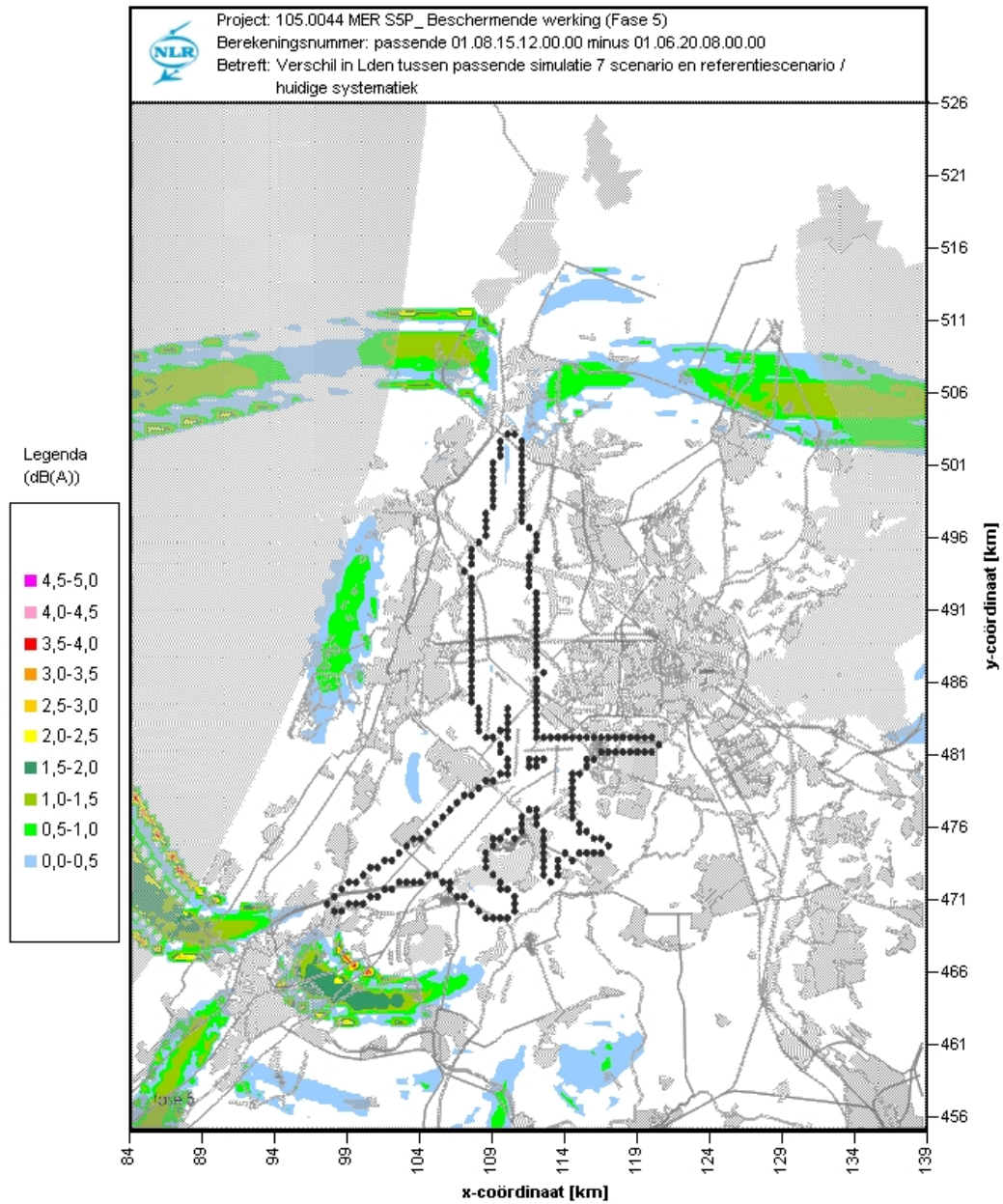




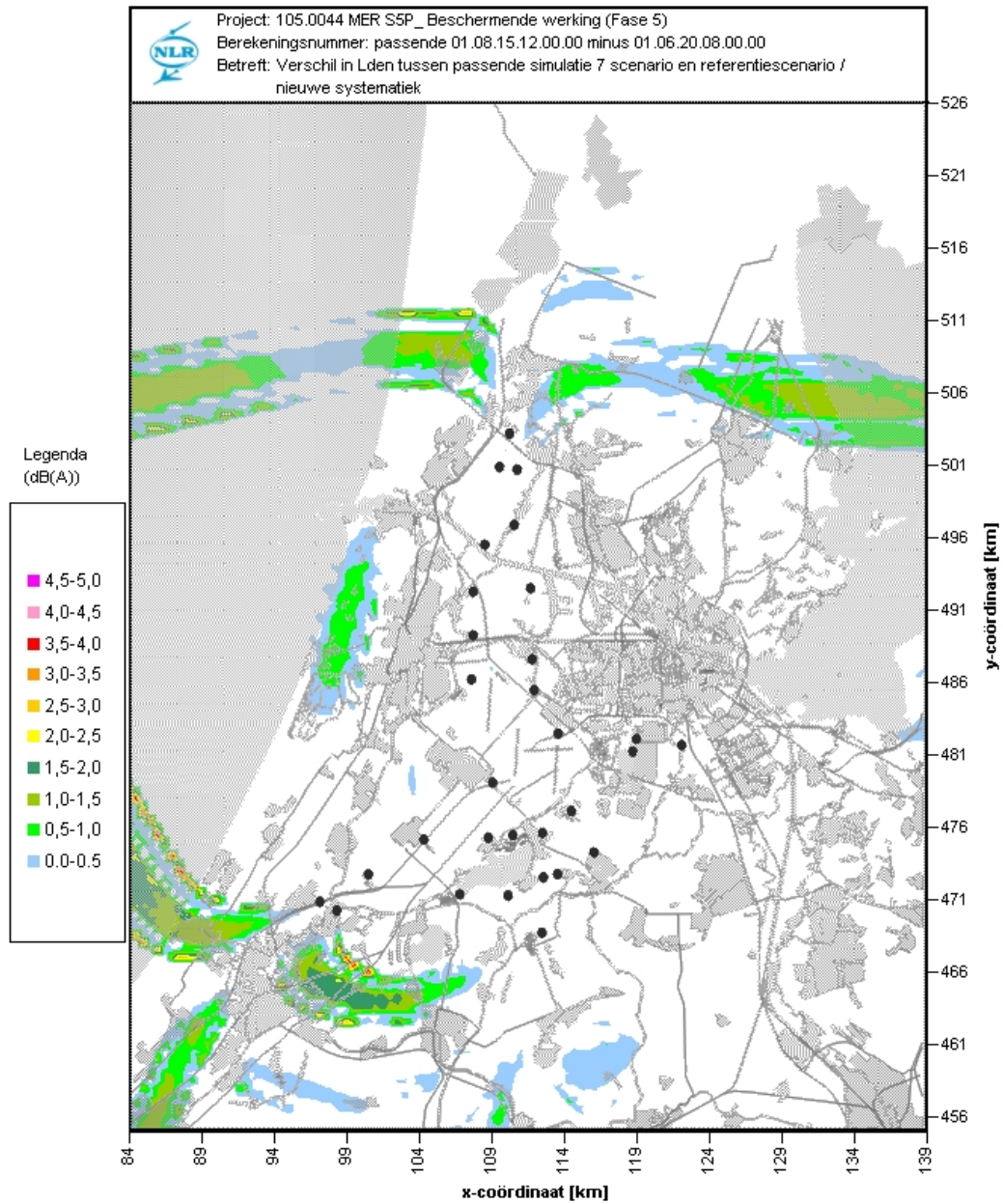
Figuur D.6a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 6 (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



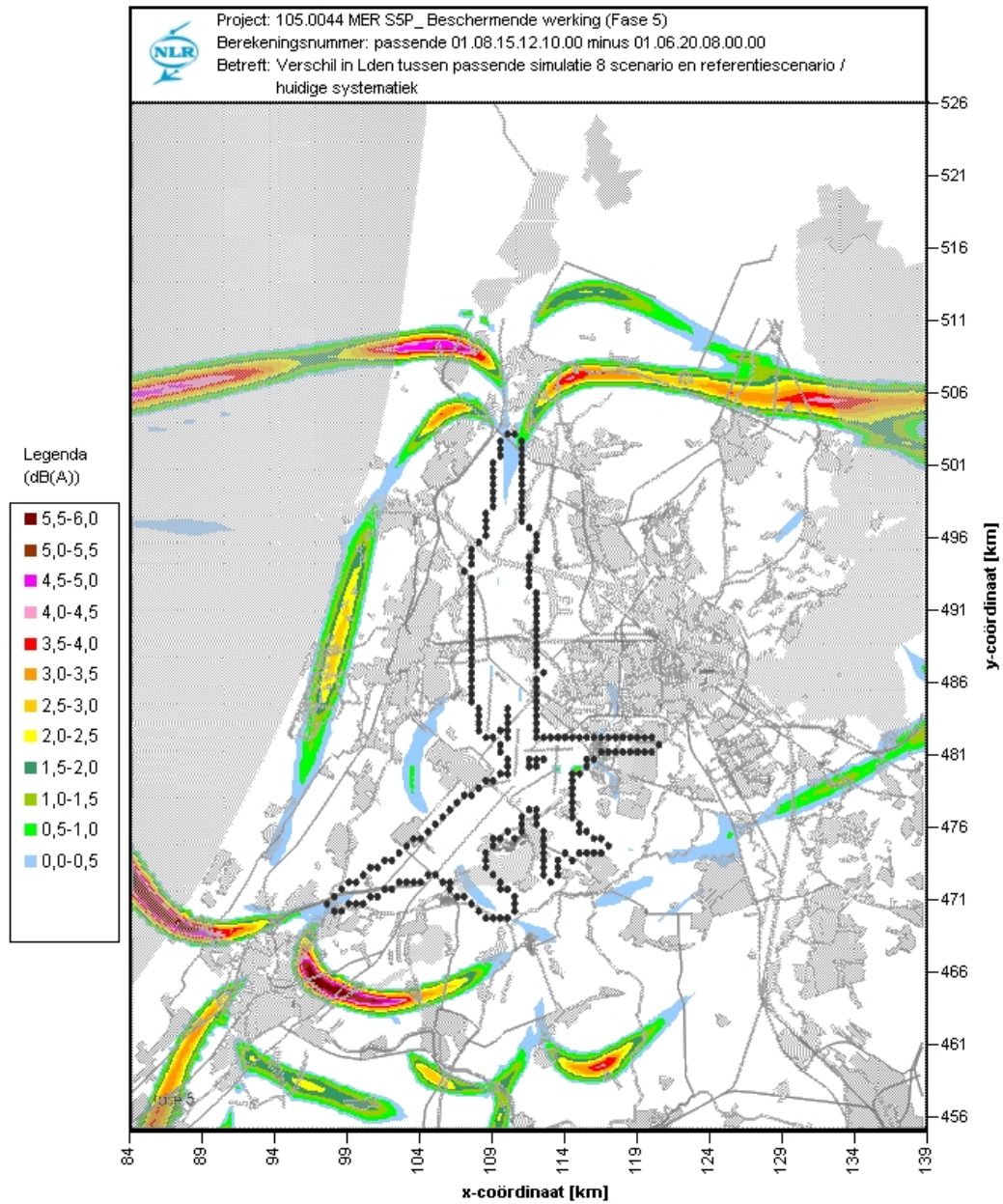
Figuur D.6b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 6 (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



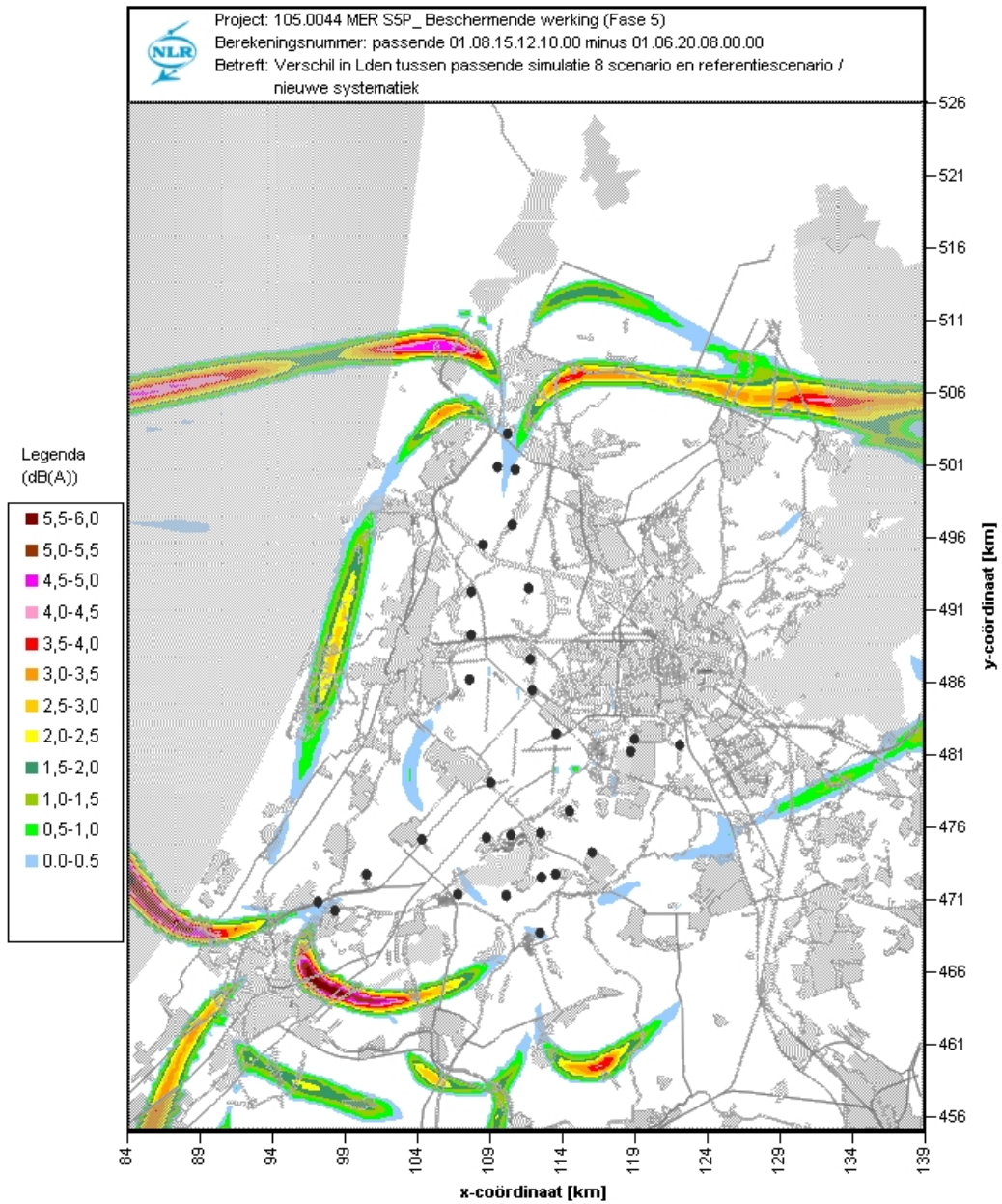
Figuur D.7a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 7 (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



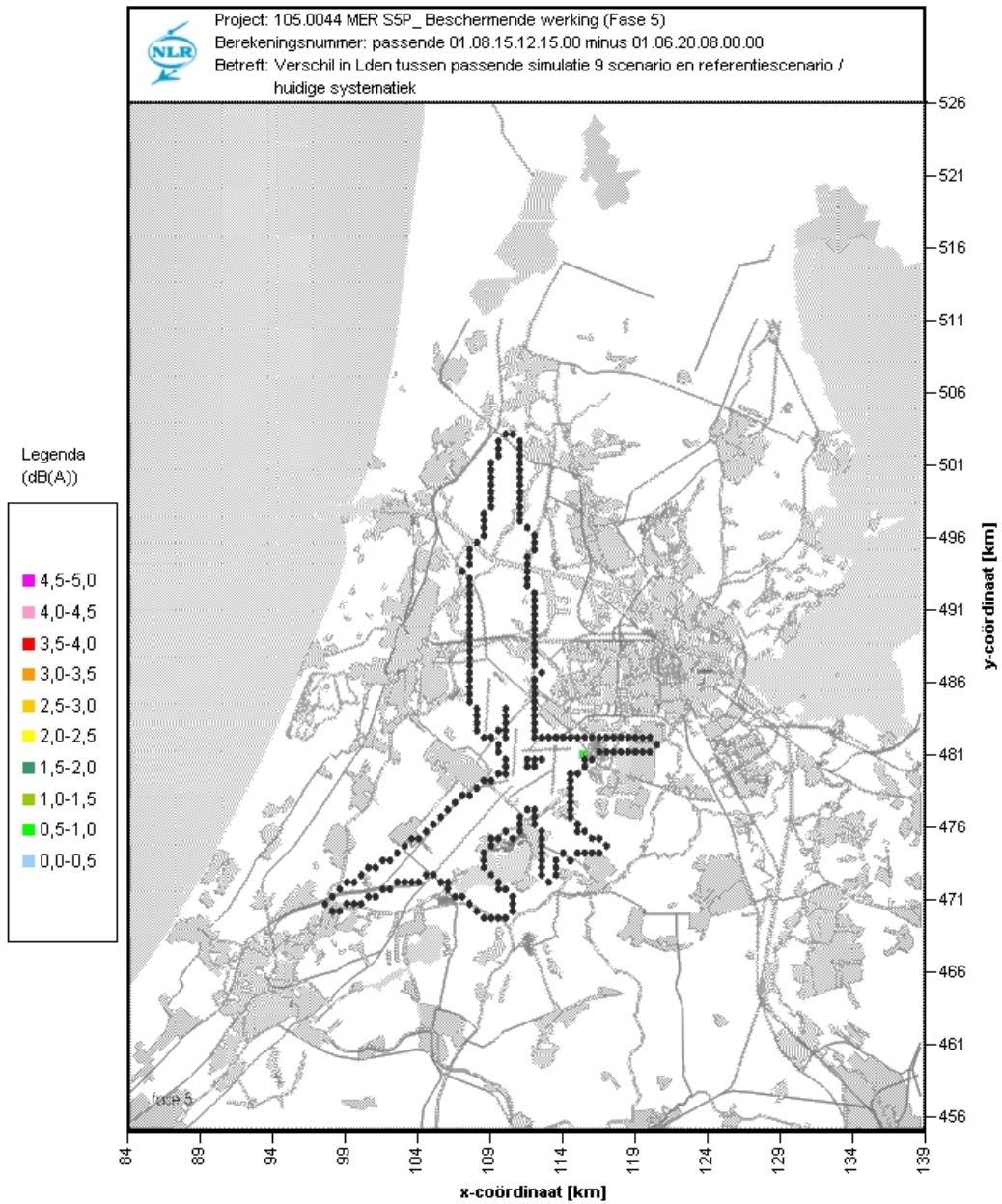
Figuur D.7b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 7 (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



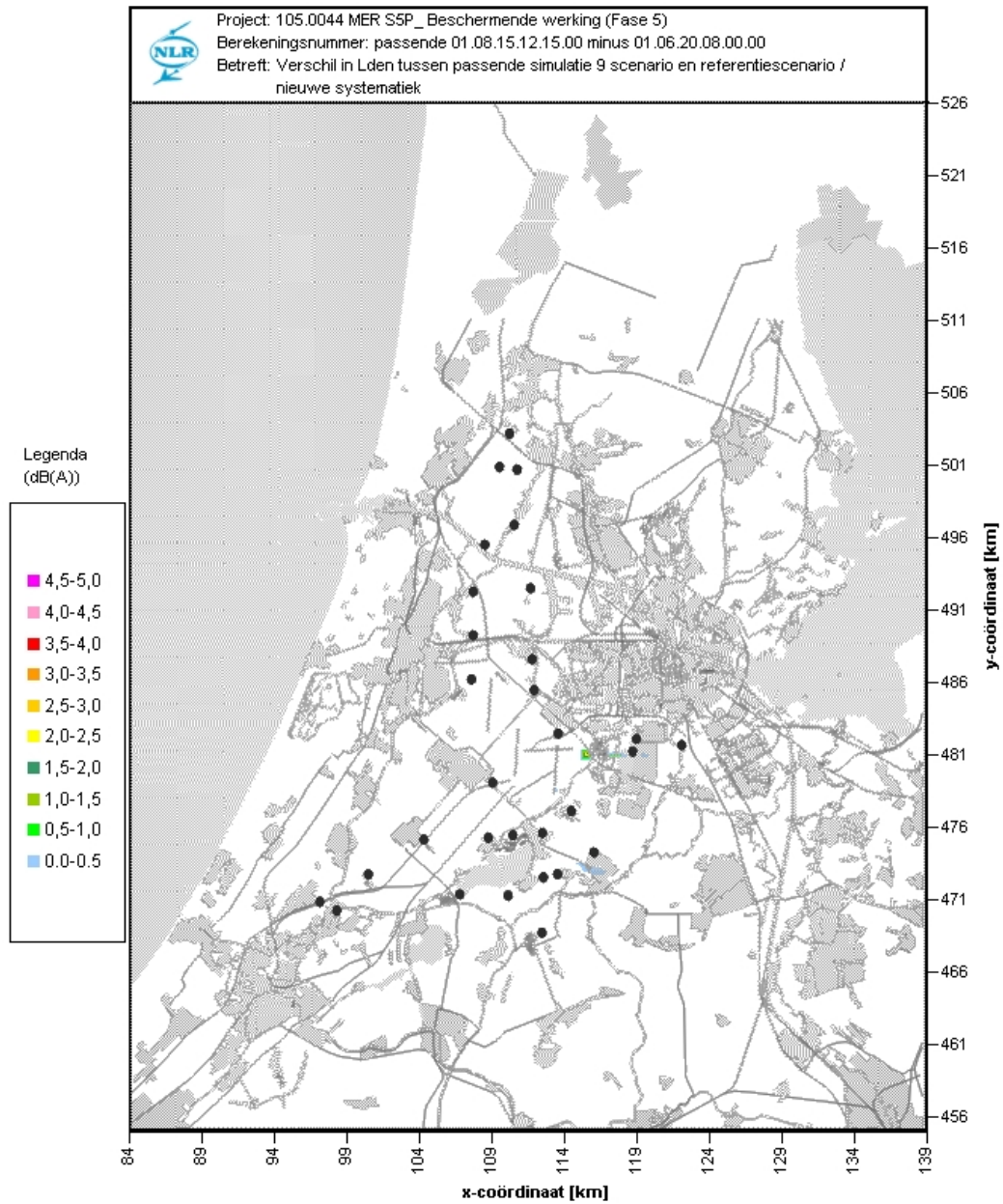
Figuur D.8a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 8 (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



Figuur D.8b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 8 (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.

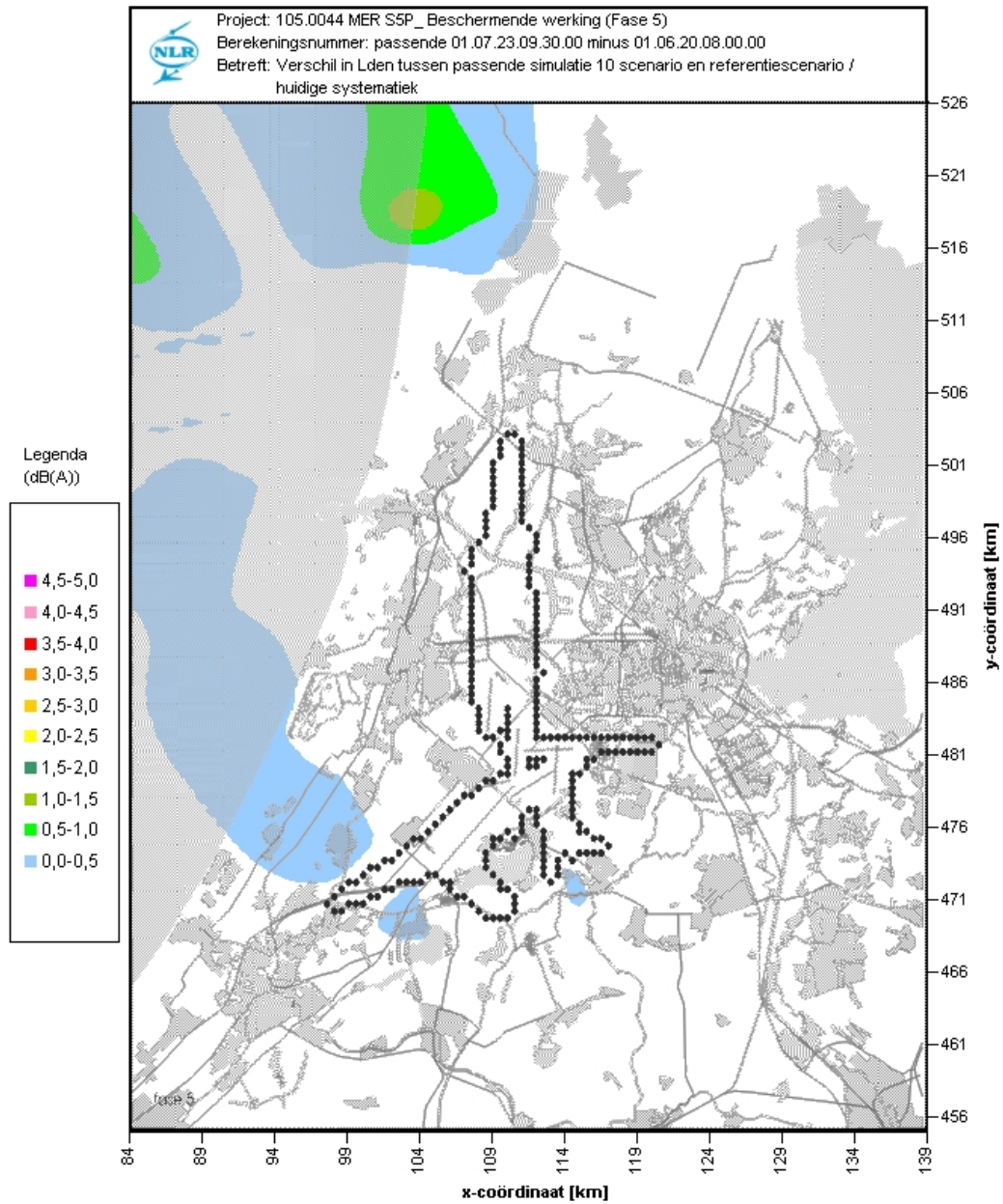


Figuur D.9a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 9 (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.

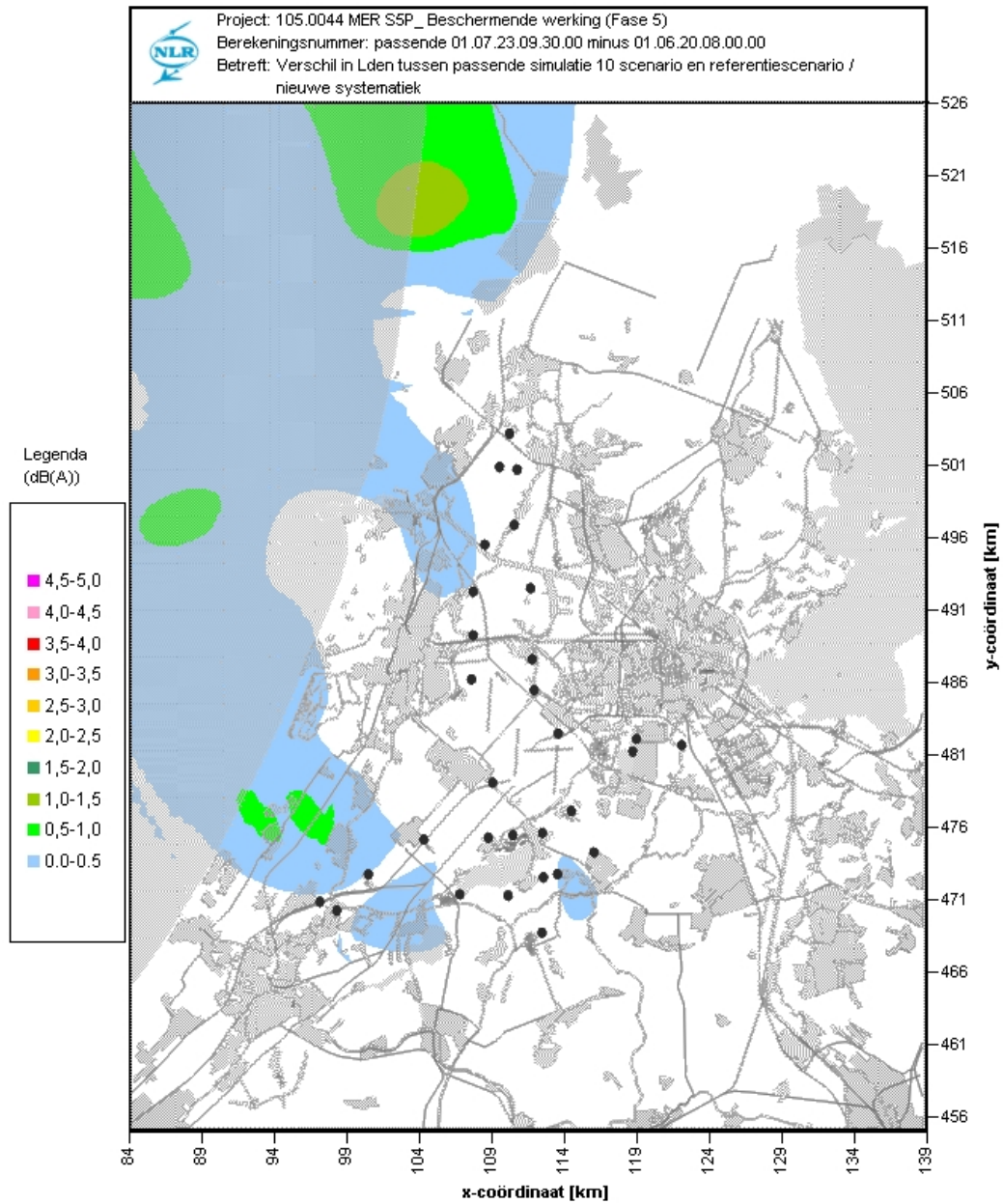


Figuur D.9b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 9 (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.

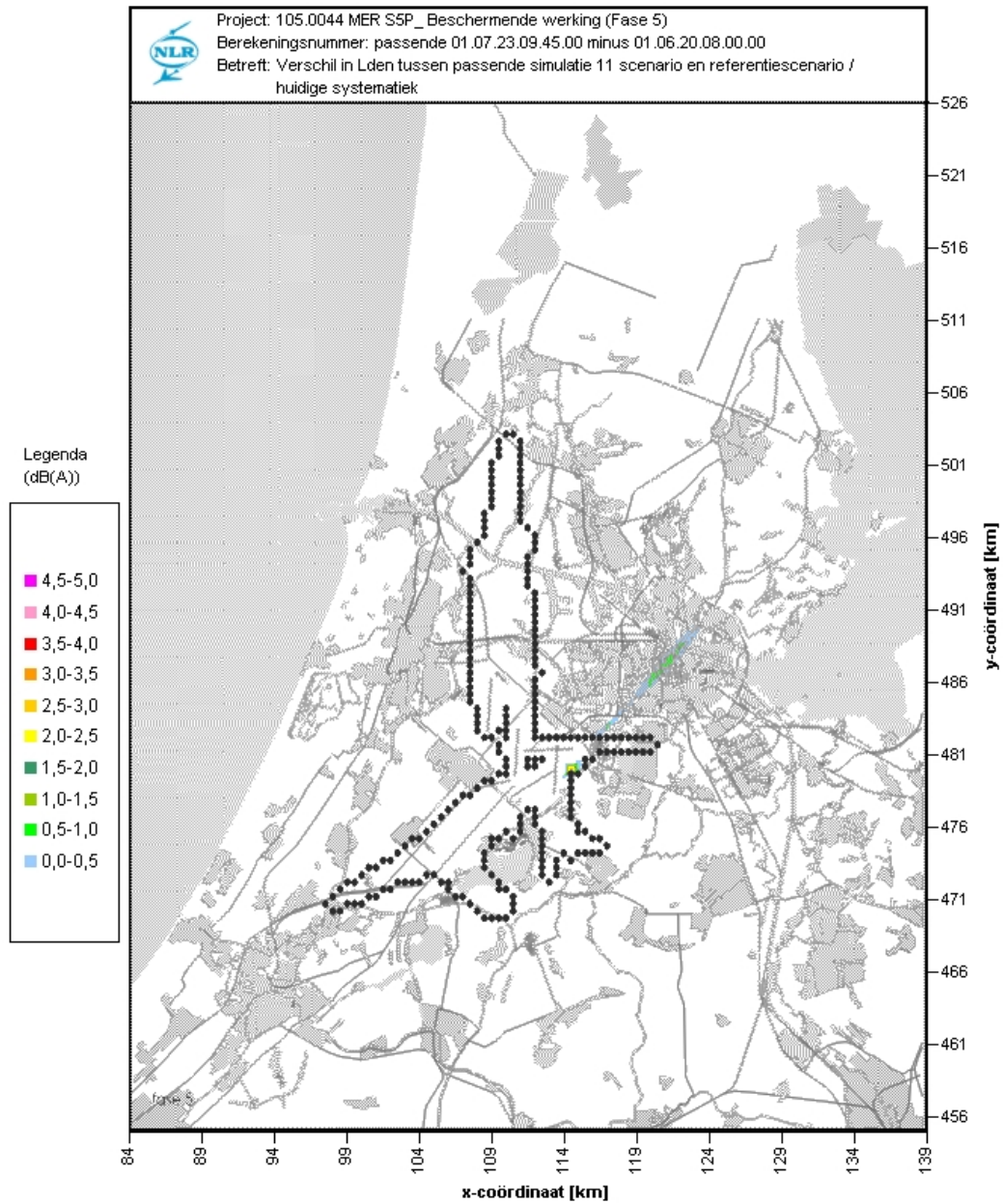




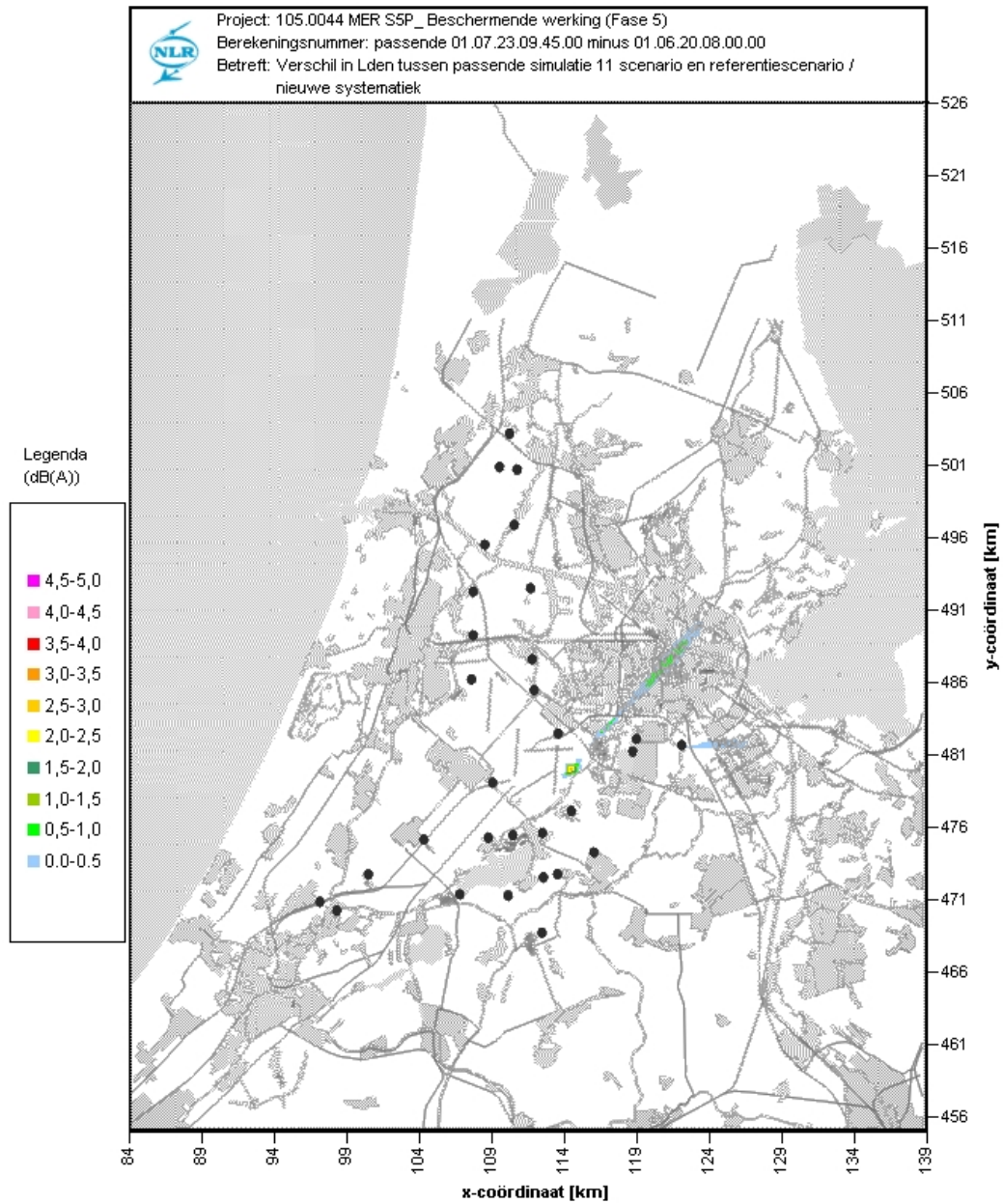
Figuur D.10a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 10 (verplaatsing verkeer over routes) scenario t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



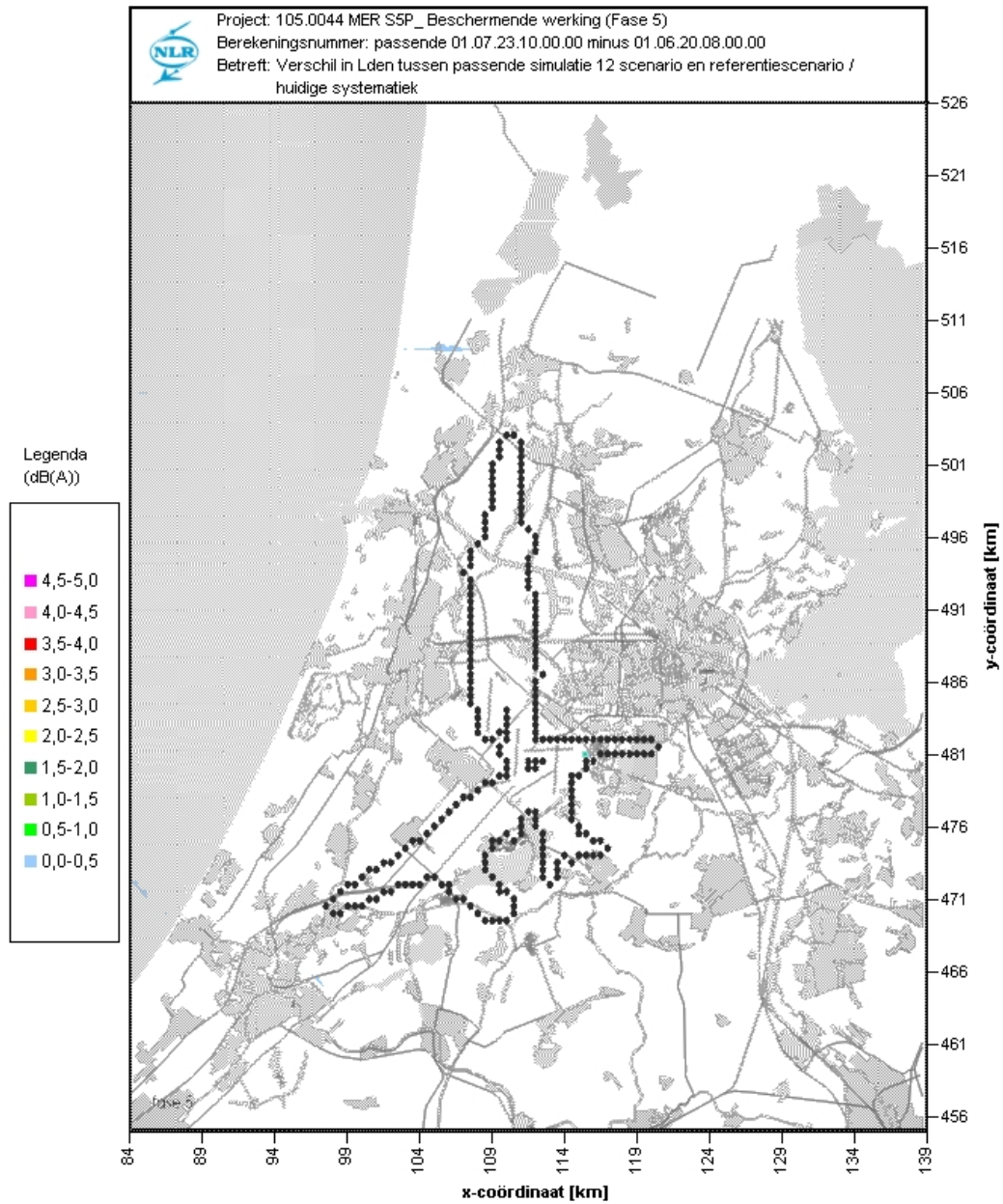
Figuur D.10b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 10 (verplaatsing over routes) t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



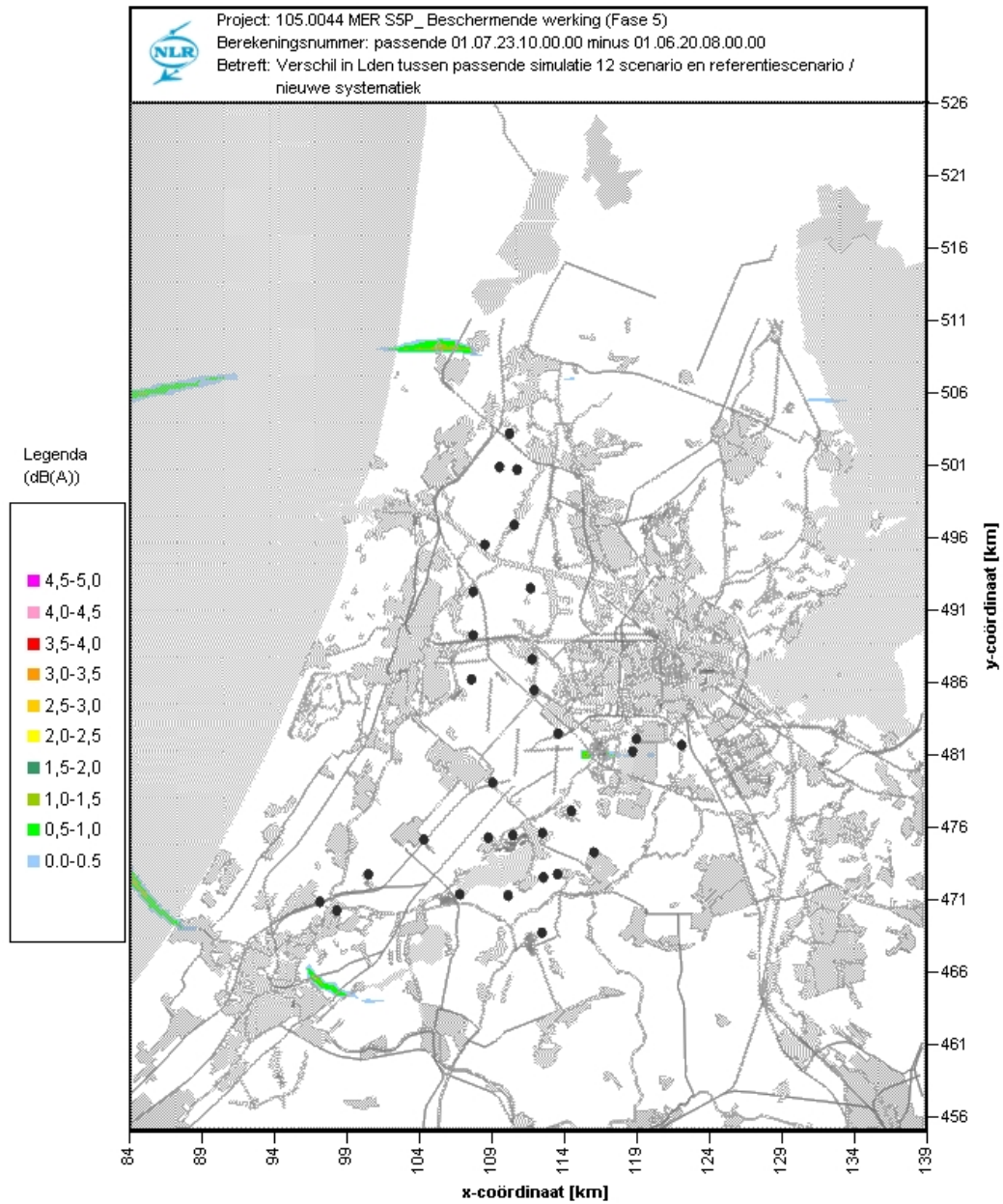
Figuur D.11a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



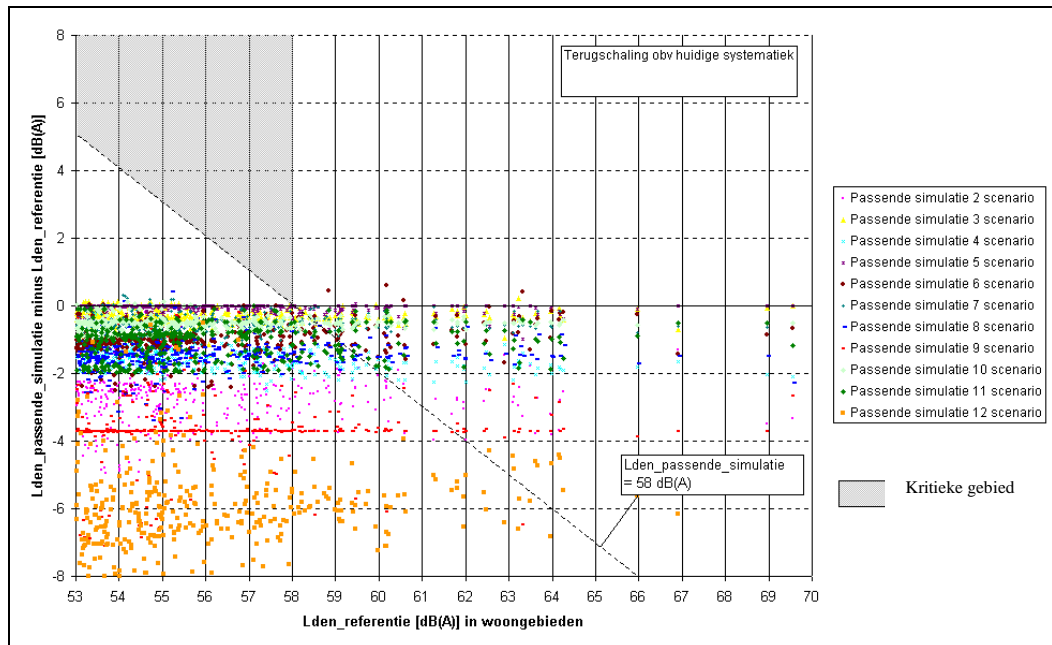
Figuur D.11b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



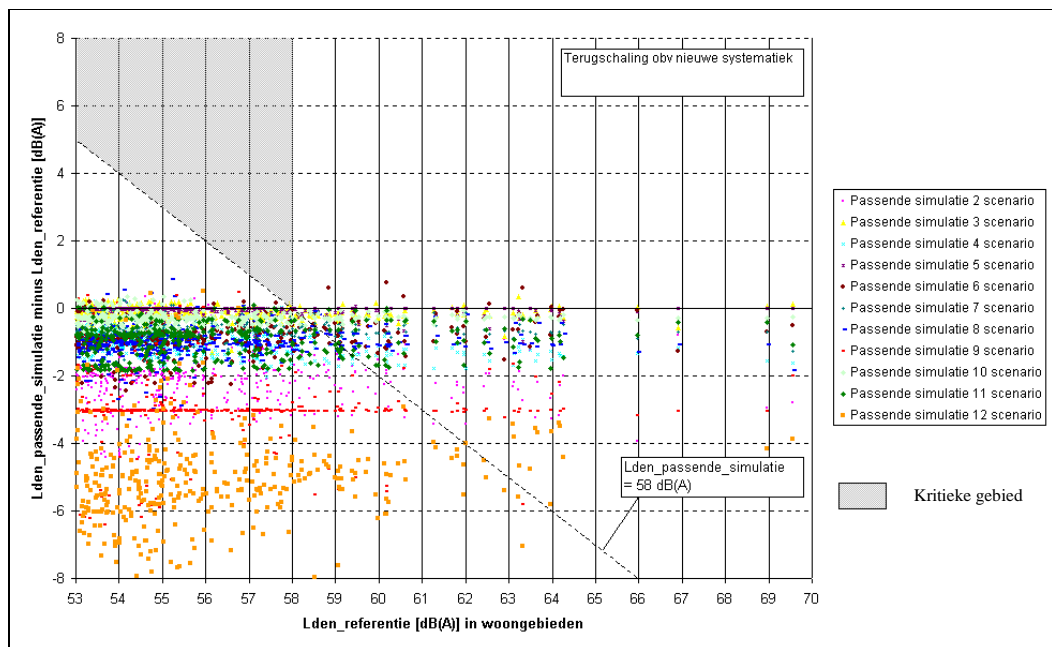
Figuur D.12a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



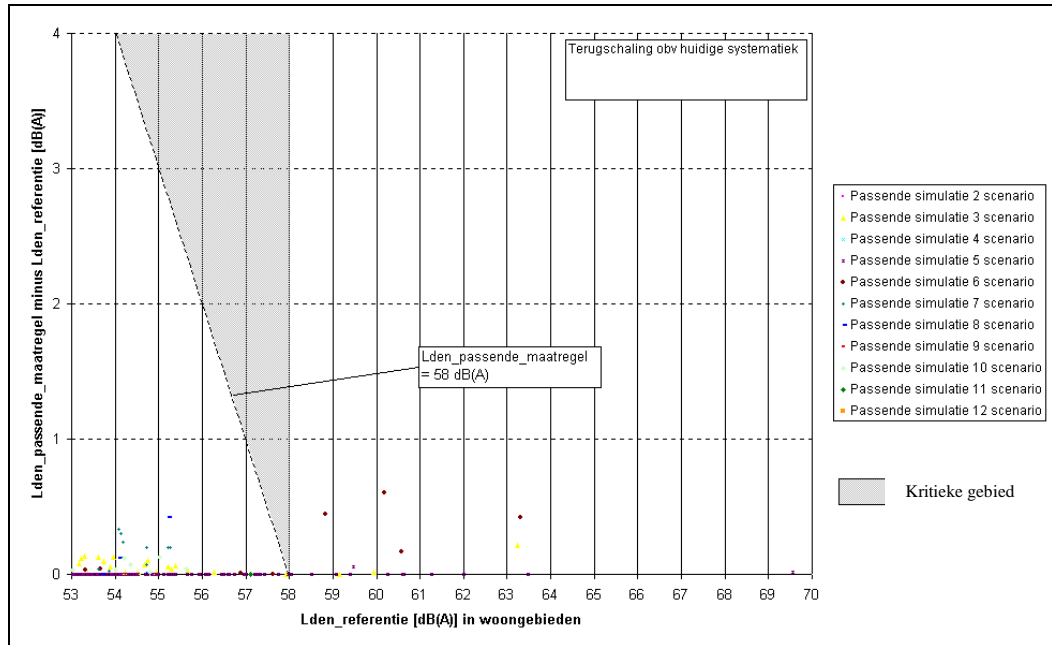
Figuur D.12b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



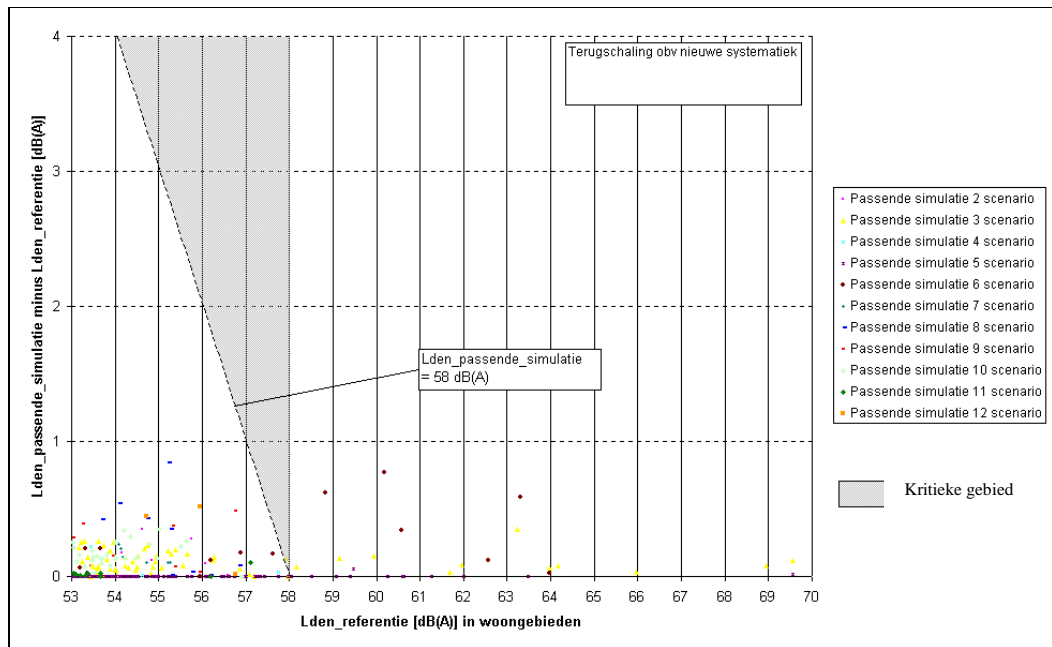
Figuur D.13a. Het verschil in geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] in woongebieden, tussen globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 en het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



Figuur D.13b. Het verschil in geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] in woongebieden, tussen globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 en het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



Figuur D.14a. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] in woongebieden, van globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 in vergelijking met het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



Figuur D.14b. Toename van de geluidbelasting  $L_{den}$  [dB(A)] in woongebieden, van globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 in vergelijking met het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.





