



DEPARTEMENT NATUURKUNDE  
**LABORATORIUM VOOR AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA**  
CELESTIJNENLAAN 200 D  
B-3001 HEVERLEE



KATHOLIEKE  
UNIVERSITEIT  
LEUVEN

## **Geluidscontouren rond de luchthaven Brussel-Nationaal JAAR 2000**

Door : Dr. J. Caerels  
Ir. V. Meerbergen  
Lic. K. Hofmans  
O.l.v.: Prof. Dr. J. Thoen



P.V. 4333N  
31-08-2001

TEL. (016)32 78 44  
FAX (016)32 78 48  
E-mail: [jan.caerels@fys.kuleuven.ac.be](mailto:jan.caerels@fys.kuleuven.ac.be)

## INHOUDSOPGAVE

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Inleiding.....                                                                    | 1  |
| 2. Definities bij de evaluatie van geluidscontouren .....                            | 3  |
| 2.1 Verklaring van enkele courant gebruikte begrippen .....                          | 3  |
| 2.1.1 Objectieve en subjectieve waarneming .....                                     | 3  |
| 2.1.2 Geluidscontouren .....                                                         | 3  |
| 2.1.3 Geluidszones .....                                                             | 3  |
| 2.1.4 Het A-gewogen equivalente geluidsdrukkniveau, $L_{Aeq,T}$ .....                | 4  |
| 2.1.5 Het Dag-Nacht geluidsdrukkniveau ( $L_{DN}$ ) .....                            | 5  |
| 2.2 Verband hinder-geluidsbelasting.....                                             | 5  |
| 2.3 Evolutie van het vliegverkeer van en naar Brussel-Nationaal .....                | 6  |
| 2.3.1 Evolutie van het aantal vluchten .....                                         | 6  |
| 2.3.2 Evolutie van de vloot .....                                                    | 7  |
| 3. Werkwijze voor de berekening van de geluidscontouren rond Brussel-Nationaal ..... | 9  |
| 3.1 Verzamelen van invoergegevens .....                                              | 9  |
| 3.1.1 Vluchtinformatie .....                                                         | 10 |
| 3.1.2 Radardata .....                                                                | 10 |
| 3.2 Uitvoering van contourberekeningen.....                                          | 11 |
| 3.2.1 Contourberekeningen met INM 5.2a .....                                         | 11 |
| 3.2.2 Overeenkomst metingen (NMS) – berekeningen (INM) .....                         | 11 |
| 3.3 Nabewerking in een GIS.....                                                      | 12 |
| 4. Resultaten .....                                                                  | 14 |
| 4.1 Overeenkomst metingen (NMS) - Berekeningen (INM) .....                           | 14 |
| 4.2 Evolutie van het event $L_{Aeq,24h}$ -niveau .....                               | 16 |
| 4.3 Bespreking van de geluidscontouren.....                                          | 17 |
| 4.3.1 $L_{Aeq,dag}$ - contouren.....                                                 | 18 |
| 4.3.2 $L_{Aeq,nacht}$ - contouren .....                                              | 19 |
| 4.3.3 $L_{DN}$ - contouren .....                                                     | 19 |
| 4.4 Aantal potentieel sterk gehinderden.....                                         | 19 |
| Bijlage 1 Verdeling van het baangebruik in 2000 .....                                | 21 |
| Bijlage 2 Ligging van de meetposten .....                                            | 25 |
| Bijlage 3 Technische nota's.....                                                     | 26 |
| Bijlage 4 Resultaten contourberekeningen 2000 .....                                  | 30 |
| Bijlage 5 Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2000.....                           | 35 |
| Bijlage 6 Geluidscontouren op topografische kaart, 2000 .....                        | 37 |
| Bijlage 7 Geluidscontouren op bevolkingskaart, 2000.....                             | 41 |
| Bijlage 8 Geluidscontourenkaarten, Evolutie 1999-2000 .....                          | 45 |



## Lijst met figuren

|           |                                                                                                                   |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1  | Voorstelling van het A-gewogen equivalente geluidsdrukniveau ( $L_{Aeq,T}$ ) .....                                | 4  |
| Figuur 2  | Percentage potentieel sterk gehinderden als functie van $L_{DN}$ voor vliegtuiglawaai (Bron : Miedema 1992) ..... | 6  |
| Figuur 3  | Evolutie van het vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1995-2000 (Bron : BIAC) .....                                  | 6  |
| Figuur 4  | Evolutie van het vliegverkeer gedurende de nacht te Brussel-Nationaal 1995-2000 (Bron : BIAC) .....               | 7  |
| Figuur 5  | Evolutie van het $L_{Aeq,24h}$ - niveau ter hoogte van de meetposten van het vaste meetnet.....                   | 17 |
| Figuur 6  | Configuratie en naamgeving van de start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal .<br>.....                         | 21 |
| Figuur 7  | Procentuele verdeling van het totaal aantal vertrekken in 2000 .....                                              | 22 |
| Figuur 8  | Procentuele verdeling van het totaal aantal landingen in 2000.....                                                | 22 |
| Figuur 9  | Procentuele verdeling van het aantal vertrekken overdag in 2000 .....                                             | 23 |
| Figuur 10 | Procentuele verdeling van het aantal landingen overdag in 2000.....                                               | 23 |
| Figuur 11 | Procentuele verdeling van het aantal vertrekken 's nachts in 2000 .....                                           | 24 |
| Figuur 12 | Procentuele verdeling van het aantal landingen 's nachts in 2000.....                                             | 24 |

## Lijst met tabellen

|           |                                                                                                                                                   |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1:  | Evolutie van de meest lawaaierige vliegtuigtypes te Zaventem .....                                                                                | 8  |
| Tabel 2:  | Overeenkomst metingen-berekeningen .....                                                                                                          | 15 |
| Tabel 3:  | Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de $L_{DN}$ -contour van 55 dB(A) per gemeente (berekend volgens Miedema, 1992) ..... | 20 |
| Tabel 4:  | Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente voor 2000 .....                                                                       | 30 |
| Tabel 5:  | Oppervlakten per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2000 .....                                                                     | 30 |
| Tabel 6:  | Oppervlakten per $L_{DN}$ -contourzone en per gemeente voor 2000 .....                                                                            | 31 |
| Tabel 7:  | Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2000 .....                                                                        | 32 |
| Tabel 8:  | Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2000 .....                                                                      | 32 |
| Tabel 9:  | Bevolkingsaantal per $L_{DN}$ -contourzone en per gemeente 2000 .....                                                                             | 33 |
| Tabel 10: | Aantal potentieel sterk gehinderden per $L_{DN}$ -contourzone en per gemeente voor 2000 .....                                                     | 34 |
| Tabel 11: | Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2000) .....                                                                  | 35 |
| Tabel 12: | Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2000) .....                                                             | 35 |
| Tabel 13: | Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2000) .....                                                                | 36 |
| Tabel 14: | Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2000) .....                                                           | 36 |
| Tabel 15: | Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{DN}$ -contouren (1996-2000) .....                                                                       | 36 |
| Tabel 16: | Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{DN}$ (1996-2000) .....                                                                             | 36 |

## Lijst met contourenkaarten

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| L <sub>Aeq,dag</sub> – geluidscontouren voor 2000, achtergrond topografische kaart.....          | 38 |
| L <sub>Aeq,nacht</sub> – geluidscontouren voor 2000, achtergrond topografische kaart.....        | 39 |
| L <sub>DN</sub> – geluidscontouren voor 2000, achtergrond topografische kaart.....               | 40 |
|                                                                                                  |    |
| L <sub>Aeq,dag</sub> – geluidscontouren voor 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997 .....        | 42 |
| L <sub>Aeq,nacht</sub> – geluidscontouren voor 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997.....       | 43 |
| L <sub>DN</sub> – geluidscontouren voor 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997.....              | 44 |
|                                                                                                  |    |
| L <sub>Aeq,dag</sub> – geluidscontouren voor 1999 en 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997 .... | 46 |
| L <sub>Aeq,nacht</sub> – geluidscontouren voor 1999 en 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997... | 47 |
| L <sub>DN</sub> – geluidscontouren voor 1999 en 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997.....      | 48 |

### Volgende kaarten op schaal 1/25.000 zijn los bijgevoegd bij dit verslag

|                                                                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--|
| L <sub>Aeq,dag</sub> – geluidscontouren voor 2000                             |  |
| L <sub>Aeq,nacht</sub> – geluidscontouren voor 2000                           |  |
| L <sub>DN</sub> – geluidscontouren voor 2000, achtergrond topografische kaart |  |

## 1. Inleiding

Sinds 1996 berekent het Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica (verder ATF) in opdracht van BIAC, of van de toenmalige Regie der Luchtwezen, jaarlijks geluidscontouren voor het lawaai dat wordt geproduceerd door het vliegverkeer van en naar de luchthaven Brussel-Nationaal. Sinds 1999 werd deze berekening van geluidscontouren verplicht voor klasse 1 vliegvelden<sup>1</sup> door de VLAREM-wetgeving<sup>2</sup>.

Met betrekking tot de luchthaven Brussel-Nationaal legt de VLAREM-wetgeving volgende verplichtingen op :

- ➔ 3 soorten geluidscontouren moeten worden berekend :
  - $L_{DN}$ -geluidscontouren ter bepaling van het aantal potentieel sterk gehinderden
  - $L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren voor een weergave van de geluidsbelasting overdag
  - $L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren voor een weergave van de geluidsbelasting 's nachts;
- ➔ Tenzij anders vermeld in de milieuvergunning (wat niet het geval is voor Brussel-Nationaal) moeten ten minste de volgende geluidscontouren berekend worden :
  - $L_{DN}$ -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
  - $L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
  - $L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A);
- ➔ De berekening van de geluidscontouren dient uitgevoerd te worden met het 'Integrated Noise Model' (INM) van de Amerikaanse 'Federal Aviation Administration' (FAA), versie 5.1 of met een recentere versie;
- ➔ Het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de verschillende  $L_{DN}$ -contourzones moet worden bepaald op basis van de in VLAREM opgenomen dosis-respons relatie;
- ➔ De geluidszones moeten worden aangegeven op een plan op schaal 1/25.000;

---

<sup>1</sup> Klasse 1 vliegvelden : vliegvelden die beantwoorden aan de definitie van het Verdrag van Chicago van 1944 tot oprichting van de Internationale burgerluchtvaartorganisatie en met een start- en landingsbaan van tenminste 1.900 meter

<sup>2</sup> Belgisch staatsblad, *Besluit van de Vlaamse regering tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning en van het besluit van de Vlaamse regering van 27 maart 1985 houdende reglementering en vergunning voor het gebruik van grondwater en de afbakening van waterwingebieden en beschermingszones, Hoofdstuk 5.57 Vliegvelden, 1999*

De resultaten, opgenomen in dit rapport werden, op vraag van BIAC, berekend met het INM-model 5.2a, zoals ook de voorbije jaren. Het argument hierbij is dat hoewel een recentere versie van INM reeds beschikbaar is, de vergelijkbaarheid van de contouren met de berekening van de voorbije jaren primeert. Om dezelfde reden werd eveneens gevraagd het aantal inwoners binnen de diverse contouren en het aantal potentieel sterk gehinderden te berekenen op basis van de bevolkingsgegevens van 1997 afkomstig van het Nationaal Instituut voor de Statistiek.

Gezien het bestaan van een nieuwere versie van INM en de uitgebreidere berekeningswijzen die reeds voor het jaar 1999 werden ingevoerd, werd geopteerd een aanvullende rapportering<sup>3</sup> te verzorgen met de berekening volgens de meest moderne methoden. Dit omvat niet alleen de nieuwere versie van INM maar eveneens het gebruik van meer en aangepaste vliegtuigtypes, recentere bevolkingsgegevens enz.

---

<sup>3</sup> Geluidscontouren voor de Luchthaven Brussel-Nationaal voor het jaar 2000 met up to date berekeningswijze en bevolkingsgegevens, Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica, K.U.Leuven, P.V. 4337



## 2. Definities bij de evaluatie van geluidscontouren

### 2.1 Verklaring van enkele courant gebruikte begrippen

#### 2.1.1 *Objectieve en subjectieve waarneming*

*Geluidshinder* is een subjectief begrip. De mate waarin een persoon hinder ondervindt van een bepaald geluid is sterk afhankelijk van de persoon zelf, zijn gemoedsgesteltnis, gezondheidstoestand, bezigheden enz. Hinder kan dus niet exact worden gemeten of berekend.

De objectieve tegenhanger van geluidshinder is de *geluidsbelasting*. De geluidsbelasting is een maat voor de hoeveelheid akoestische energie die een bepaald persoon in een zekere periode te verwerken krijgt. Deze belasting kan uitgedrukt worden in een aantal akoestische grootheden die rechtstreeks kunnen worden gemeten of eventueel afgeschat aan de hand van simulaties. Deze grootheden zijn dus éénduidig te kwantificeren of weer te geven met een getal.

Een verband tussen beide grootheden (hinder/belasting) kan evenwel worden afgeleid uit grootschalige enquêtes waarbij aan de ondervraagden gevraagd wordt de hinder die zij ervaren bij een bepaalde (gekende) geluidsbelasting, een bepaalde waarde toe te kennen. Dit soort onderzoeken leidt naar dosis-responsrelaties zoals de curve die later in dit verslag zal worden gebruikt om het aantal potentieel sterk gehinderden te bepalen.

#### 2.1.2 *Geluidscontouren*

Ten gevolge van het vliegverkeer wordt in elk punt rond de luchthaven een bepaalde geluidsbelasting waargenomen of berekend. Omwille van o.a. het verschil in afstand tot de geluidsbron kan deze waarde sterk variëren van punt tot punt. Geluidscontouren zijn isolijnen of lijnen van gelijke geluidsbelasting. Deze lijnen verbinden die punten met elkaar waar een gelijke geluidsbelasting wordt waargenomen of berekend.

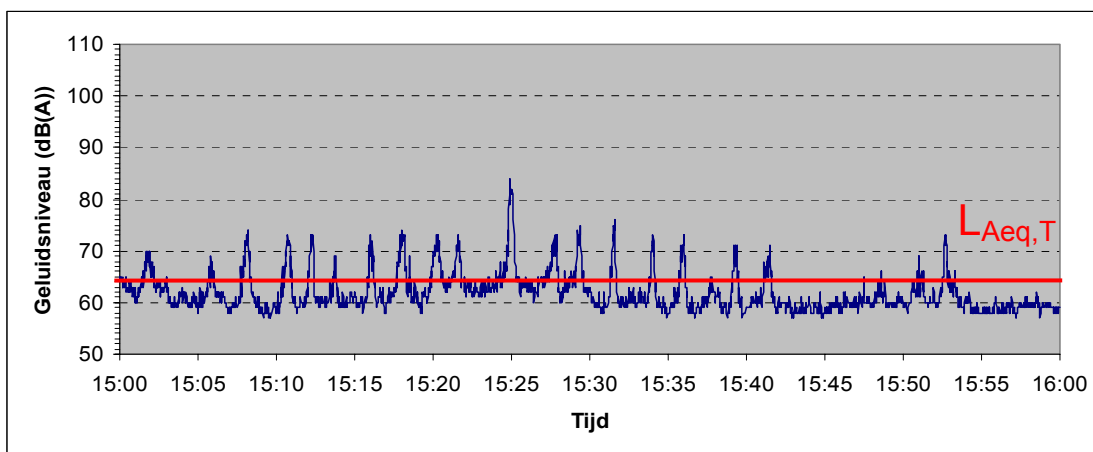
Dichterbij de geluidsbron liggen de geluidscontouren met de hoogste waarden. Verder van de geluidsbron is de waarde van de geluidscontouren lager.

#### 2.1.3 *Geluidszones*

Een geluidszone is de zone die wordt begrensd door twee opeenvolgende geluidscontouren. De geluidszone 60-65 dB(A) is bijvoorbeeld de zone die wordt begrensd door de geluidscontouren van 60 en 65 dB(A).

#### 2.1.4 Het A-gewogen equivalente geluidsdruk niveau, $L_{Aeq,T}$

Het geluid veroorzaakt door overvliegende vliegtuigen is geen constant geluid maar heeft de eigenschap sterk op te komen tot een maximaal niveau en daarna weer sterk af te nemen. Om de geluidsbelasting op een bepaalde plaats en ten gevolge van fluctuerende geluiden weer te geven over een periode maakt men energetisch gemiddelde van de geluidsdruk die tijdens deze periode waargenomen wordt (zie Figuur 1 )



Figuur 1 Voorstelling van het A-gewogen equivalente geluidsdruk niveau ( $L_{Aeq,T}$ )

Het A-gewogen equivalente geluidsdruk niveau  $L_{Aeq,T}$ , over een periode  $T$ , is het geluidsdruk niveau van het *constante* geluid dat in dezelfde periode dezelfde akoestische energie bevat. De eenheid voor een A-gewogen equivalente geluidsdruk niveau is de dB(A).

De indicatie A-gewogen (index A) duidt op het gebruik van een A-filter bij het bepalen van geluidsdruk niveaus. Dit filter weerspiegelt de toon gevoeligheid van het menselijke oor en maakt geluiden bij frequenties waar het oor gevoelig is systematisch belangrijker dan geluiden bij frequenties waar ons oor helemaal niet gevoelig is.

Internationaal is de A-weging aanvaard als dé maat voor het bepalen van de geluidsbelasting rondom luchthavens.

In het kader van de VLAREM-wetgeving moeten 2 soorten  $L_{Aeq,T}$ -contouren worden berekend namelijk :

- ➔  $L_{Aeq,dag}$  : equivalente geluidsdruk niveau voor de dagperiode, gedefinieerd als de periode tussen 06:00h en 23:00h
- ➔  $L_{Aeq,nacht}$  : equivalente geluidsdruk niveau voor de nachtperiode, gedefinieerd als de periode tussen 23:00h en 06:00h

### **2.1.5 Het Dag-Nacht geluidsdrukniveau ( $L_{DN}$ )**

Om een totaal beeld te bekomen van het geproduceerde geluid van de luchthaven wordt algemeen geopteerd om niet te werken met een equivalent geluidsdrukniveau over 24 uur. Lawaai gedurende de nachtperiode wordt immers als meer hinderlijk ervaren als hetzelfde lawaai in de dagperiode en de  $L_{Aeq,24h}$  houdt met dit onderscheid geen rekening.

Dikwijls wordt een aangepaste versie van de  $L_{Aeq,24h}$  gebruikt nl. het dag-nacht geluidsdrukniveau  $L_{DN}$  (Level Day Night). Het dag-nacht geluidsdrukniveau is een equivalent geluidsdrukniveau waarbij in de berekening systematisch een wegingsfactor 10 wordt gegeven aan geluid gedurende de nacht. Dit betekent dat één nachtvlucht even zwaar weegt in de uiteindelijke waarde als 10 maal dezelfde vlucht gedurende de dagperiode.

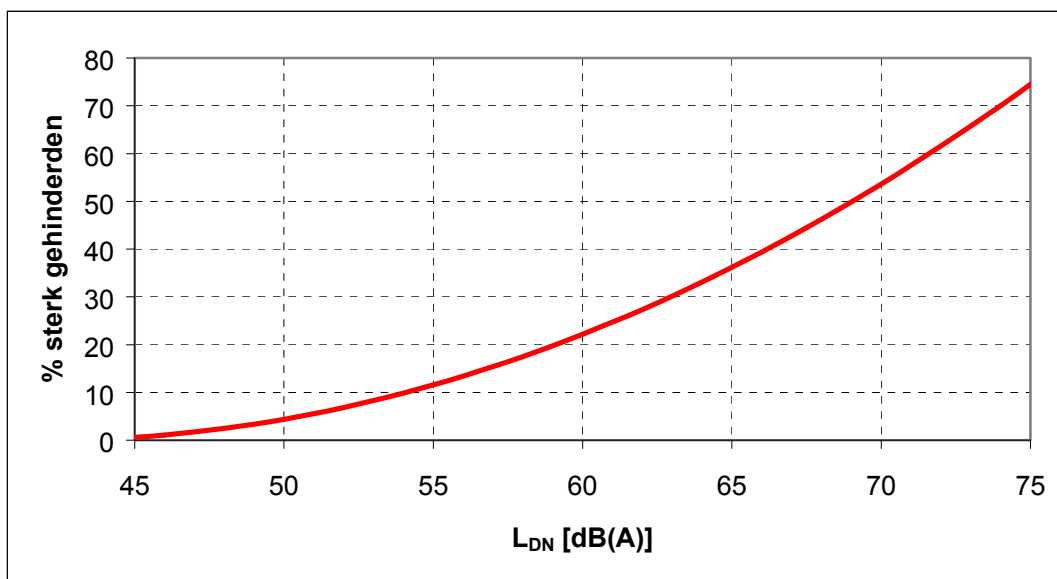
### **2.2 Verband hinder-geluidsbelasting**

Zoals reeds vermeld in 2.1.1 is de reactie van de bevolking op een bepaalde geluidsbelasting niet voor ieder individu gelijk en zelfs voor één individu afhankelijk van het moment, de bezigheden of het humeur.

Op basis van een synthese van de resultaten van verschillende geluidshinderonderzoeken rond diverse Europese luchthavens heeft Miedema (1992) een algemeen verband afgeleid tussen geluidsbelasting en sterke hinder<sup>4</sup>. Miedema stelde een hindercurve op die het verband geeft tussen het percentage van de bevolking dat potentieel ernstig gehinderd is bij een gegevens  $L_{DN}$ -geluidsdrukniveau (Figuur 2). Op basis van deze verbanden wordt het aantal potentieel sterk gehinderden berekend rondom een luchthaven. Ook de VLAREM-wetgeving legt deze formule op als te gebruiken ter berekening van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de  $L_{DN}$ -contour van 55 dB(A).

---

<sup>4</sup> Miedema H.M.E., Response functions for environmental noise in residential areas, TNO Gezondheidsonderzoek, 1992

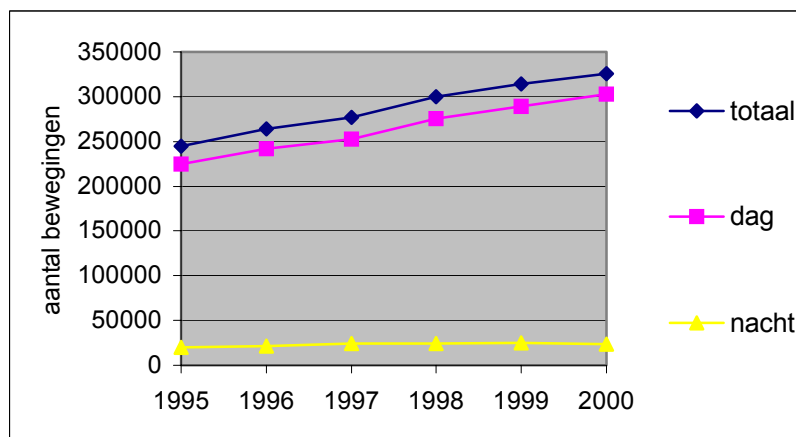


**Figuur 2** Percentage potentieel sterk gehinderden als functie van  $L_{DN}$  voor vliegtuiglawaai (Bron : Miedema 1992)

## 2.3 Evolutie van het vliegverkeer van en naar Brussel-Nationaal

### 2.3.1 Evolutie van het aantal vluchten

Eén van de meest bepalende factoren van de geluidscontouren rond een luchthaven is het aantal vluchten dat gedurende het jaar heeft plaatsgevonden. In het totaal heeft het vliegverkeer van en naar Brussel-Nationaal de stijgende lijn van de voorbije jaren verder gezet. In onderstaande figuur (Figuur 3) wordt grafisch het verloop van het aantal vluchten weergegeven.

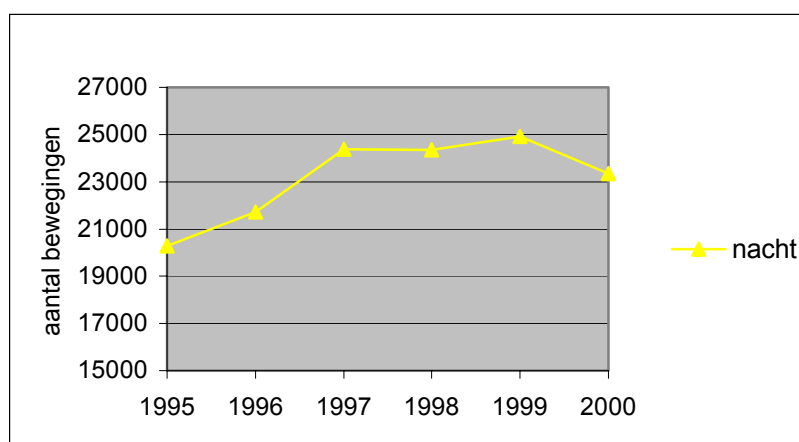


**Figuur 3** Evolutie van het vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1995-2000 (Bron : BIAC)

In 2000 bedroeg het totaal aantal vliegbewegingen 325979 vluchten, wat overeenkomt met een stijging van 4.0% ten opzichte van het aantal vliegbewegingen in 1999. Het

aantal dagbewegingen is toegenomen tot 302625 vluchten, een stijging van 4.8% t.o.v. 1999.

Een belangrijke trendbreuk met de voorbije jaren is evenwel het aantal nachtvluchten dat gedurende 2000 heeft plaatsgevonden. In tegenstelling met de voorbije jaren is het aantal nachtvluchten gedaald tot 23354 vluchten. Het is te verwachten dat deze niet onbelangrijke daling met 6.7% t.o.v. 1999 zal weerspiegeld worden in de  $L_{Aeq,nacht}$ -contouren maar zeker ook in de  $L_{DN}$ -contouren waar vluchten gedurende de nachtperiode een belangrijkere bijdrage krijgen toegewezen. Een schematisch verloop van het aantal nachtvluchten van de voorbije jaren wordt gegeven op onderstaande figuur (Figuur 4). Voor het eerst sinds 5 jaar treedt er een daling op van het aantal nachtvluchten.



**Figuur 4** Evolutie van het vliegverkeer gedurende de nacht te Brussel-Nationaal 1995-2000 (Bron : BIAC)

### 2.3.2 Evolutie van de vloot

In 2000 werden een aantal maatregelen opgelegd ter beperking van de geluidsoverlast veroorzaakt door het vliegverkeer van Brussel-Nationaal. Vooral van de invoering van het geluidsquotasysteem<sup>5</sup> voor de nachtperiode, dat werd opgelegd door de beslissing van de Federale Overheid, februari 2000, wordt verwacht dat het de luchtvaartmaatschappijen zal dwingen hun vloot te vernieuwen naar minder luidruchtige toestellen.

De maatregelen die bij deze beslissing werden besproken moeten volledig doorgevoerd zijn tegen 2003 maar een evolutie van de vloot zal in ieder geval reeds vroeger merkbaar zijn. In hoeverre de aankondiging van deze maatregelen de luchtvaartmaatschappijen reeds hebben aanzet hun lawaaijige toestellen te

<sup>5</sup> Beslissing van de Raad van Bestuur van BIAC van 15 juni 2000 betreffende de invoering van een geluidsquotasysteem voor nachttraffiek op Brussel-Nationaal. Goedgekeurd bij MB 14259, 26 okt. 2000 en gepubliceerd in het BS. 17 nov. 2000

vervangen of ten minste niet meer 's nachts in te zetten zal moeten blijken uit de vergelijking van de vloot in 1999 en 2000.

In de volgende tabel wordt de evolutie tussen 1999 en 2000 weergegeven van het aantal vertrekken van een bepaald vliegtuigtype. In de tabel worden de meest frequente vliegtuigtypes weergegeven die o.b.v. quotacount het meest bijdragen in de geluidsbelasting rond de luchthaven.

*Tabel 1: Evolutie van de meest lawaaierige vliegtuigtypes te Zaventem*

|      | Dagperiode |      | Nachtperiode |      | (QCdep) |
|------|------------|------|--------------|------|---------|
|      | 1999       | 2000 | 1999         | 2000 |         |
| B742 | 625        | 583  | 165          | 134  | 57.0    |
| B743 | 511        | 49   | 8            | 1    | 50.1    |
| DC86 | 29         | 14   | 6            | 2    | 38.7    |
| BA11 | 61         | 20   |              | 1    | 28.0    |
| B744 | 464        | 566  | 44           | 35   | 23.0    |
| DC10 | 680        | 687  | 353          | 316  | 20.7    |
| T154 | 198        | 207  | 4            | 2    | 20.3    |
| B732 | 10420      | 3012 | 272          | 50   | 17.4    |
| B722 | 1373       | 1241 | 3917         | 3153 | 16.3    |
| A332 | 40         | 1853 |              | 4    | 11.7    |
| C130 | 1103       | 1167 | 215          | 87   | 11.6    |
| A306 | 214        | 141  | 1            | 11   | 11.4    |
| DC9  | 427        | 66   | 3            |      | 11.2    |
| MD11 | 1744       | 1747 | 329          | 275  | 11.2    |
| A343 | 4          | 733  |              | 92   | 11.2    |
| B721 | 153        | 130  | 764          | 515  | 10.8    |
| A30B | 1104       | 867  | 1038         | 1902 | 10.7    |
| A330 | 1680       | 10   | 12           |      | 10.2    |
| A340 | 1489       | 252  | 39           | 43   | 9.2     |
| DC87 | 91         | 72   | 257          | 66   | 8.4     |
| B763 | 2584       | 2764 | 24           | 31   | 7.8     |
| B762 | 213        | 57   | 30           | 3    | 7.7     |
| A310 | 373        | 418  | 10           | 18   | 7.2     |
| MD82 | 5076       | 3517 | 19           | 11   | 6.0     |

Opvallend bij deze vergelijking is dat nagenoeg alle luidruchtige vliegtuigen in aantal zijn gedaald, ook gedurende de nacht. Een aantal te verwachten trends weerspiegelen zich nu reeds in de vlucht aantallen per vliegtuigtype. In 2000 heeft SABENA een dramatische verandering doorgevoerd aan zijn vloot. Een belangrijke stap, op gebied van lawaaiproductie is het uit de vloot nemen van de Boeing 737-200, te merken in de tabel. Ook de te verwachten evolutie bij DHL begint zich reeds in te zetten met een duidelijke vermindering van het aantal Boeing 727 (vooral 's nachts) en de toename van de A300 (A306 en A30B).

Gezien de daling van het aantal vluchten 's nachts en een duidelijke verschuiving van de vloot naar minder lawaaierige toestellen valt zeker geen toename te verwachten in de grootte van de geluidscontouren 2000.

### 3. Werkwijze voor de berekening van de geluidscontouren rond Brussel-Nationaal

Bij het bepalen van geluidscontouren dient te worden gezocht naar punten rond de luchthaven waar een gelijke geluidsbelasting wordt waargenomen. Het is echter ondenkbaar op elk punt de geluidsbelasting te meten. Daarom is internationaal aanvaard de geluidscontouren te bepalen door middel van simulaties met een computermodel.

Voor het berekenen van geluidscontouren rond luchthavens wordt in België, net zoals in vele andere landen, gebruik gemaakt van het Integrated Noise Model (verder INM) van de Federal Aviation Administration (FAA) van de Verenigde Staten van Amerika. Dit model en de gevolgde werkwijze zijn conform aan de methodologie voorgeschreven in de VLAREM-wetgeving (hoofdstuk 5.57 Vliegvelden).

De procedure voor het berekenen van geluidscontouren kan worden opgedeeld in 3 fasen :

- ➔ Het verzamelen van informatie betreffende de betrokken vliegbewegingen, de gevlogen routes en de kenmerken van de luchthaven als input voor INM;
- ➔ De eigenlijke berekening in het INM;
- ➔ De naverwerking in een Geografisch Informatie Systeem (GIS)

#### 3.1 Verzamelen van invoergegevens

Het INM berekent geluidscontouren rond luchthavens op basis van een 'gemiddelde dag (nacht, 24h,...)'- input file. De betekenis van een gemiddelde dag is NIET dat een dag wordt gekozen waarop alle omstandigheden een gemiddelde waarde aannamen. Om een gemiddelde dag te bepalen worden alle vluchten (met gelijke specificaties) in de dagperiode van het gehele jaar geteld en uiteindelijk worden de resulterende sommen gedeeld door het aantal dagen in het jaar.

Al deze vluchten volgen bepaalde luchtwegen, tracks, die in hoofdzaak worden bepaald door de gevlogen SID (Standard Instrumental Departure Procedure) of STAR (Standard Instrumental Arrival Procedure). De bestaande SIDs en STARs worden aangegeven in het AIP, Aeronautical Information Publication, en zij bepalen de procedure die door de piloot moet gevolgd worden bij vliegbewegingen van en naar Brussel-Nationaal.

### **3.1.1 Vluchtinformatie**

Om een vlucht in rekening te kunnen brengen voor het bepalen van de input voor INM zijn een aantal gegevens noodzakelijk :

- ➔ Het vliegtuigtype
- ➔ Tijdstip
- ➔ Aard van de beweging
- ➔ Bestemming of oorsprong van de vlucht
- ➔ Gebruikte landings- of startbaan
- ➔ Gevolgde SID of STAR

Voor de contourberekeningen voor Brussel Nationaal voor het jaar 2000 werd de vluchtinformatie aangeleverd door BIAC. Om een zo groot mogelijke graad van volledigheid te verkrijgen werden de gegevens uit de databank van BIAC, CDB (Central Data Base) aangevuld met gegevens uit de flightplans en runway data die werden ontvangen van BELGOCONTROL. Vluchten met onvolledige informatie (en ook helikopters) moeten achterwege gelaten worden in het bepalen van de inputfile maar worden uiteindelijk in rekening gebracht door extrapolatie van het aantal volledige vluchten naar het totale aantal vluchten gedurende het jaar. Deze extrapolatie blijkt in de praktijk slechts een kleine fractie te betekenen (grootteorde 1 à 2%).

Voor elk vliegtuigtype in de databank moet een INM-equivalent worden gezocht op basis van type, motoren, immatriculatie, .... In de meeste gevallen zijn de vliegtuigtypes aanwezig in INM. Zoniet, wordt het vliegtuig gesimuleerd door een gelijkwaardig vliegtuig op basis van ICAO-goedgekeurde vervangingen. Voor een kleine minderheid die dan nog niet kan worden geïdentificeerd in INM, wordt een equivalent gezocht op basis van de geluidsdata.

Op basis van de bestemming wordt aan de hand van een voorgeschreven conversietabel van de Federal Aviation Administration, het gewicht van het vliegtuig mee in rekening gebracht in het verticale opstijgprofiel van het vliegtuig.

### **3.1.2 Radardata**

In de Aeronautical Information Publication (AIP) worden per baan een aantal SIDs opgegeven. Deze beschrijvingen voor vertrek zijn geen ruimtelijke bepalingen maar zijn vastgelegd als procedures die moeten worden gevolgd na opstijgen van Brussel Nationaal. Bijvoorbeeld, deze procedures leggen de piloten op om na het bereiken van een bepaalde hoogte een bepaald manoeuvre uit te voeren. Omdat het bereiken van een bepaalde hoogte voor een vliegtuig sterk afhankelijk is van het vliegtuigtype (grootte, aantal motoren, ...), het gewicht (vooral bepaald door de hoeveelheid brandstof nodig om een bepaalde afstand te vliegen) en de weersomstandigheden, is er



een grote ruimtelijke spreiding op de werkelijke routes ten gevolge van een bepaalde SID.

De werkelijke ligging van de gemiddelde horizontale projectie per SID wordt bepaald op basis van radargegevens<sup>6</sup> gedurende het jaar. Het definiëren van een aantal subroutes naast deze gemiddelde route houdt rekening met de reële spreiding op deze SID.

Net zoals bij de contourberekening van vorig jaar (1999) werd, t.o.v. vroegere jaren, een verfijning toegepast in het bepalen van deze tracks. Onderzoek van de radargegevens in 1999 heeft immers aangetoond dat de werkelijk gevlogen tracks goed kunnen beschreven worden wanneer de vliegtuigen ingedeeld worden in 6 subgroepen. Voor de berekening van de geluidscontouren 2000 werd dezelfde indeling gebruikt als in 1999. Voor elke groep werden radargegevens genomen van een aantal dagen verspreid over het jaar, op een manier dat elke weekday evenveel wordt meegenomen. Van deze radargegevens wordt via een INM-tool de ligging bepaald van de gemiddelde route en de spreiding er rond. Meer informatie in verband met de gevolgde methode kan worden gevonden in Bijlage 3 .

### **3.2 Uitvoering van contourberekeningen**

#### **3.2.1 Contourberekeningen met INM 5.2a**

Hoewel het gebruikte rekenmodel steeds wordt verbeterd en uitgebreid in nieuwe versies van INM, werden de geluidscontouren 2000, op vraag van BIAC, nog steeds berekend met versie 5.2a van het model. Gezien deze versie in het verleden werd gebruikt om de geluidscontouren te berekenen, bevordert dit de mogelijkheid tot vergelijken en een bekijken van evoluties in de lawaaiproductie van de aanwezigheid van de luchthaven. Hierbij dient genoteerd dat vergelijkbaar hierbij primeert boven exactheid.

In analogie met de contourberekeningen voor het jaar 1999, zal voor 2000 een meer up to date manier van berekenen worden toegepast en gerapporteerd in een apart verslag van het Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica<sup>3</sup>.

#### **3.2.2 Overeenkomst metingen (NMS) – berekeningen (INM)**

Een berekening met het INM van de  $L_{Aeq,24h}$  - waarden ter hoogte van de meetposten laat toe om na te gaan of de resultaten van de contourberekeningen overeenstemmen met de gemeten geluidsniveaus door het NMS (Noise monitoring system) van BIAC. In Bijlage 2 is de ligging van de 16 Noise Monitoring Terminals (NMT's) weergegeven die deel uitmaken van het NMS.

---

<sup>6</sup> Radargegevens rond Brussel Nationaal zijn beschikbaar tot 4000 voet en binnen een voor de contourberekeningen voldoende groot kader.

De berekende  $L_{Aeq,24h}$ -waarden worden vergeleken met de  $L_{Aeq,24h}$ -waarden ten gevolge van gecorreleerde events door het NMS. Een event wordt gedefinieerd als een geluidsgebeurtenis die gedurende minstens 10 seconden een drempelwaarde van 65 dB(A) of 70 dB(A), al naargelang het typische achtergrondlawaai, bereikt. Een gecorreleerd event is een event dat door het NMS wordt toegewezen aan een overvliegend vliegtuig op basis van de correlatie van de geluidsgegevens met vluchtdata en radargegevens.

Om een aantal events uit te sluiten die niet toe te schrijven zijn aan het vliegverkeer worden enkel die gecorreleerde events in rekening gebracht die minder dan 75 seconden duren.

Gedurende de periode 01 mei 2000 – 10 september 2000 zijn er echter problemen opgetreden met het automatische NMS-systeem van BIAC. Door een fout in de synchronisatie tussen twee computersystemen is er een tijdsdiscrepantie ontstaan tussen de radargegevens van een bepaalde vlucht en de waarnemingen van die vlucht met het NMS-systeem. De resultaten van de koppelingsprocedure zijn dus in deze periode niet betrouwbaar.

Om toch een vergelijking te kunnen maken tussen berekeningen en metingen kan geopteerd worden om enkel die periode in rekening te brengen waarvoor het systeem wel correct heeft gewerkt. Een tweede mogelijkheid is het opnieuw koppelen van de gegevens. Deze tweede optie werd verder uitgewerkt door ATF. Indien een vliegtuig binnen een bepaald tijdsvenster rond een event van het NMS zich bevindt in een ruimtelijk venster rond de microfoon, dan kan worden aangenomen dat de event werd veroorzaakt door de overvlucht van het vliegtuig. Deze procedure werd uitgewerkt aan de K.U.Leuven met een zeker voorbehoud omdat voor het bepalen van de grootte van deze vensters een schatting dient gemaakt.

In de vergelijking met de berekeningsresultaten zullen de verschillende mogelijkheden worden aangegeven.

### 3.3 Nabewerking in een GIS

Het inbrengen van de geluidscontouren in een Geografisch Informatiesysteem (GIS) maakt, naast het afdrukken van de geluidscontourenkaarten, ook een ruimtelijke analyse mogelijk. Zo kan in eerste instantie de oppervlakte binnen de verschillende contourzones per gemeente worden berekend.

Daarnaast laat de combinatie van de contouren met een digitale bevolkingskaart ook toe om het aantal inwoners binnen de diverse contourzones te berekenen. De gebruikte bevolkingsgegevens zijn afkomstig van het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS) en geven de demografische toestand weer voor 1997. Ook hier werd op vraag van BIAC gekozen niet de meest recente bevolkingsgegevens te gebruiken omwille van de vergelijkbaarheid met vorige jaren. Omdat echter ook het aantal inwoners binnen de

statistische sectoren (o.a. door migratie) verandert, zullen in de extra rapportering ook de resultaten worden opgenomen van een telling op basis van de meest recente bevolkingsgegevens ( 1 jan. 2001) van het NIS.

De bevolkingsaantallen zijn beschikbaar op het niveau van statistische sectoren. Vanuit de veronderstelling dat de bevolking gelijkmatig is verdeeld over de statistische sector en door enkel het gedeelte van de sector in rekening te brengen dat binnen de contour gelegen is, wordt de realiteit goed benaderd.

## 4. Resultaten

### 4.1 Overeenkomst metingen (NMS) - Berekeningen (INM)

De INM-software laat toe een berekening te maken van het  $L_{Aeq,24h}$ -niveau op een bepaalde locatie rond de luchthaven. Door deze berekening te maken op de locaties van de meetposten van het 'Noise Monitoring System' kan na worden gegaan in hoeverre de berekende waarden in overeenstemming zijn met de geregistreerde waarden van het meetsysteem.

De berekende  $L_{Aeq,24h}$ -waarden worden vergeleken met de  $L_{Aeq,24h}$ -waarden ten gevolge van gecorreleerde events door het NMS. Een event is een geluidsgebeurtenis waarbij het ogenblikkelijke geluidsdruk-niveau gedurende minstens 10 seconden een drempelwaarde overschrijdt. Deze drempelwaarde van 65 dB(A) of 70 dB(A) wordt gekozen al naargelang het typische achtergrondlawaai om registratie van gebeurtenissen die niet afkomstig zijn van vliegtuigen te vermijden. Van een event zijn op het meetnet enkel de akoestische parameters opgeslagen. Om de events die niets met vliegtuigen te maken hebben te verwijderen wordt door het systeem een koppeling gemaakt met de vlucht- en radargegevens en worden de events gecorreleerd met een overvlucht indien mogelijk.

Het systeem van correlatie is niet absoluut perfect en regelmatig worden events ten onrechte toegeschreven aan overvliegend verkeer. Om de bijdrage van deze events in de vergelijking te minimaliseren worden enkel die events in rekening gebracht die minder dan 75 seconden duren.

Gedurende 2000 zijn er echter operationele problemen opgetreden met het automatische correlatiesysteem zodat van 1 mei 2000 tot 10 september 2000 geen of enkel fout gecorreleerde gegevens voorhanden zijn. Om toch de vergelijking te kunnen maken tussen berekening en meting werden twee opties uitgewerkt. Enerzijds werd het  $L_{Aeq,24h}$ -niveau bepaald aan de hand van gegevens uit de automatische correlatie gedurende de periode dat de technische problemen niet zijn opgetreden. Anderzijds werd door het Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica een tijd- en plaatscorrelatie doorgevoerd op de ruwe gegevens zoals deze van het meetnet en van de verkeersleiding beschikbaar zijn. Ondanks de gebreken die inherent zijn aan deze eigen ontworpen correlatie, verwachten we toch dat deze gegevens een indicatie kunnen zijn bij het beoordelen van de berekende geluidscontouren.

In onderstaande tabel wordt de vergelijking doorgevoerd tussen de berekende  $L_{Aeq,24h}$ -waarden ter hoogte van de verschillende meetposten en de  $L_{Aeq,24h}$ -waarden die kunnen worden berekend met de gegevens volgens de twee manieren van correlatie.

Tabel 2: Overeenkomst metingen-berekeningen

|                                      | INM                        | Correlatie NMS*                                           |              | Correlatie K.U.Leuven                                     |              |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------|--------------|
|                                      | Berekende<br>$L_{Aeq,24h}$ | $L_{Aeq,24h}$ t.g.v.<br>gekoppelde<br>events < 75<br>sec. | INM – Meting | $L_{Aeq,24h}$ t.g.v.<br>gekoppelde<br>events < 75<br>sec. | INM – Meting |
| <b>NMT 1</b> , Steenokkerzeel        | 66.7                       | 61.8                                                      | 4.9          | 62.1                                                      | 4.6          |
| <b>NMT 2</b> , Kortenberg            | 70.9                       | 71.2                                                      | -0.3         | 71.9                                                      | -0.9         |
| <b>NMT 3</b> , Diegem                | 73.4                       | 72.7                                                      | 0.7          | 73.5                                                      | -0.1         |
| <b>NMT 4</b> , Nossegem              | 64.0                       | 66.0                                                      | -2.0         | 66.5                                                      | -2.5         |
| <b>NMT 5</b> , Schaarbeek            |                            |                                                           |              |                                                           |              |
| <b>NMT 6</b> , Evere                 | 51.2                       | 54.0                                                      | -2.8         | 54.6                                                      | -3.4         |
| <b>NMT 7</b> , Sterrebeek            | 54.1                       | 54.8                                                      | -0.7         | 54.7                                                      | -0.6         |
| <b>NMT 8</b> , Kampenhout            | 53.8                       | 55.5                                                      | -1.7         | 55.4                                                      | -1.6         |
| <b>NMT 9</b> , Perk                  | 51.9                       | 49.3                                                      | 2.6          | 48.5                                                      | 3.4          |
| <b>NMT 10</b> , Neder-Over-Heembeek  | 56.7                       | 58.8                                                      | -2.1         | 59.1                                                      | -2.4         |
| <b>NMT 11</b> , Sint- Pieters-Woluwe | 49.0                       | 49.1                                                      | -0.1         | 50.0                                                      | -1.0         |
| <b>NMT 12</b> , Duisburg             | 49.8                       | 47.6                                                      | 2.2          | 48.0                                                      | 1.8          |
| <b>NMT 13</b> , Grimbergen           | 50.4                       | 49.1                                                      | 1.4          | 49.3                                                      | 1.1          |
| <b>NMT 14</b> , Wemmel               | 48.7                       | 49.3                                                      | -0.6         | 50.4                                                      | -1.7         |
| <b>NMT 15</b> , Zaventem             | 56.5                       | 57.2                                                      | -0.7         | 56.7                                                      | -0.2         |
| <b>NMT 16</b> , Veltem               | 58.8                       | 59.8                                                      | -1.0         | 60.1                                                      | -1.3         |

\* Gedurende de periode dat NMS-correlatie operationeel was.

Vergelijking met geluidscontourberekeningen van voorbije jaren tonen aan dat ondanks het ontbreken van de automatische NMS-correlatie gedurende een ruime periode van het jaar toch een overeenkomst wordt bekomen die vergelijkbaar is met deze van vroegere berekeningen en die op zich goed tot zeer goed te noemen is. Gezien de onzekerheden die er zijn op het geheel van meetposten/correlatie is de afwijking die hier wordt bekomen van dezelfde grootteorde als de mogelijke fout op de bekomen waarden.

Opvallend is wel elk jaar opnieuw weer dezelfde meetposten minder goed overeenkomen met de simulaties. NMT01, die gelegen is op luchthaven zelf, aan het begin van de baan 25R is reeds meerdere malen als controlepunt in vraag gesteld. Zijn positie, nagenoeg tussen de taxiënde vliegtuigen, maakt dat deze meetpost een groot deel van het grondlawaai mee zal registreren. Dit blijkt o.a. uit het verschil in  $L_{Aeq,24h}$ -waarden van ongeveer 4 dB(A) met en zonder een bovengrens van 75 seconden. Dit betekent dat een groot aantal zeer lange events worden geregistreerd die waarschijnlijk

niet te wijten zijn aan het opstijgen of landen van één vliegtuig maar ook aan taxiënde vliegtuigen nabij de meetpost, hetgeen in INM niet in rekening wordt gebracht.

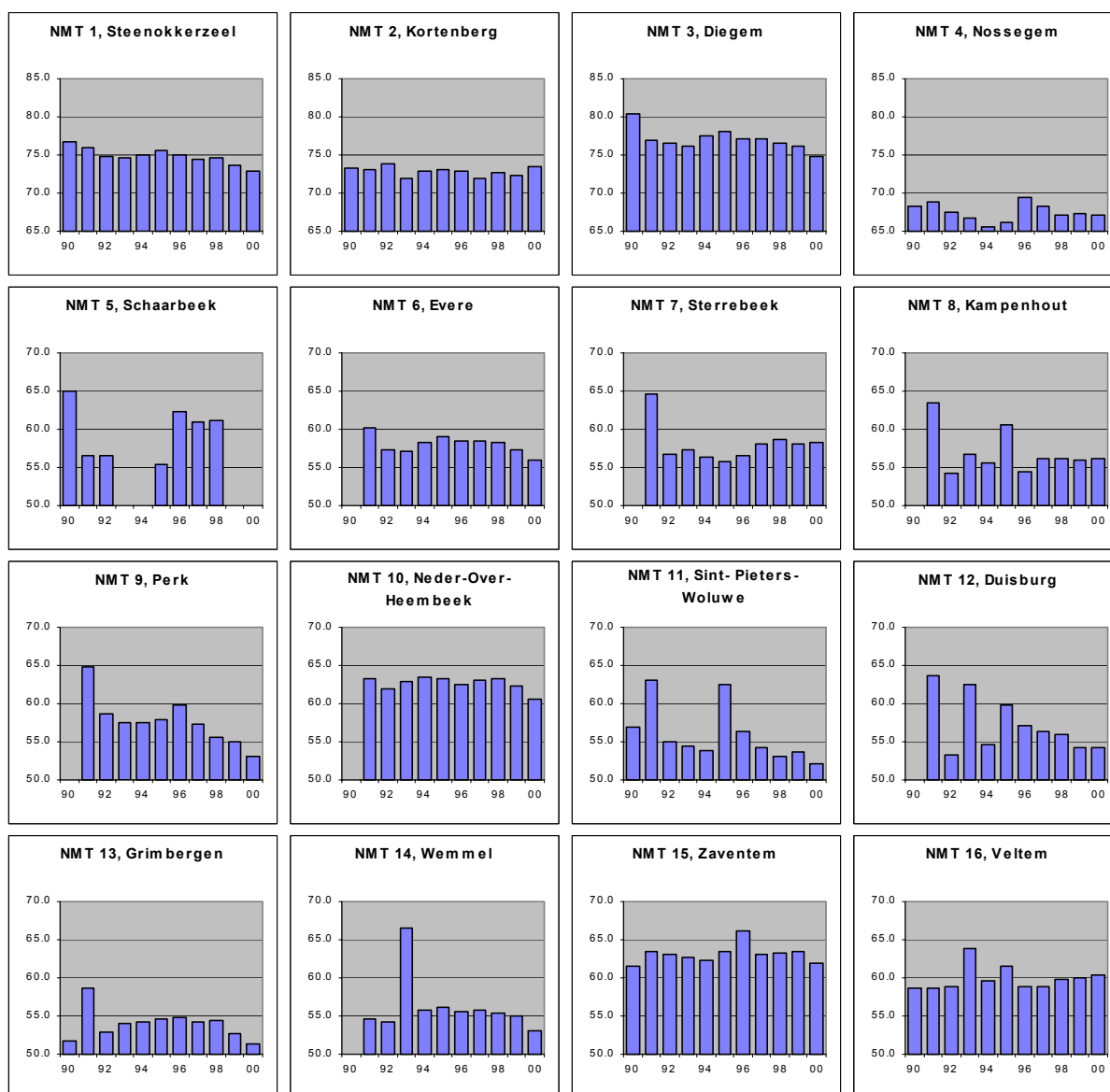
Ook NMT06 te Evere blijkt minder geschikt gelegen te zijn kortbij de stelplaats van lijnbussen van de MIVB. Het is echter voor het eerst dat voor NMT09 te Perk een relatief groot verschil wordt bekomen. De verklaring hiervoor is niet duidelijk.

Voor de meerderheid der meetposten blijkt dat de geluidscontouren voor 2000, net als de jaren voorheen, als waarheidsgetrouwe weergave mogen worden beschouwd van de geluidsbelasting ten gevolge van het vliegverkeer. Op enkele meetposten worden echter lichte afwijkingen genoteerd die verscheidene redenen kunnen hebben, zonder dat dit moet wijzen op een minder betrouwbare berekening van de geluidscontouren. Vooral het ontbreken van de correlatie zoals deze vorige jaren wel voorhanden was, lijkt ons een eerste bron van bezorgdheid en zal verder moeten worden onderzocht.

#### **4.2 Evolutie van het event $L_{Aeq,24h}$ -niveau**

In onderstaande figuur is een evolutie van het  $L_{Aeq,24h}$  - niveau weergegeven op basis van de geluidsmetingen gedurende het hele jaar over de periode 1990-2000. Deze gegevens zijn de werkelijke gemeten  $L_{Aeq,24h}$ -waarden die ter hoogte van de meetposten werden waargenomen, onafhankelijk of de event wordt veroorzaakt door overvliegend luchtverkeer of door andere bronnen van lawaai.

Op de figuur is te zien dat voor de meerderheid van de meetposten het  $L_{Aeq,24h}$  - niveau het laatste jaar wezenlijk is gedaald. Nochtans is het totale vliegverkeer op de luchthaven in het jaar 2000 met 4% gestegen t.o.v. 1999. Zoals al hoger werd aangegeven zijn er gedurende 2000 een aantal veranderingen geweest in de vlootsamenstelling van de verschillende luchtvaartmaatschappijen die het totale geproduceerde lawaai ten gevolge van de overvluchten reduceert.



**Figuur 5** Evolutie van het  $L_{Aeq,24h}$  - niveau ter hoogte van de meetposten van het vaste meetnet

### 4.3 Bespreking van de geluidscontouren

De geluidscontourenkaarten voor de verschillende grootheden ( $L_{Aeq,dag}$ ,  $L_{Aeq,nacht}$ ,  $L_{DN}$ ) zijn opgenomen in Bijlage 6 en Bijlage 7. Op basis van de geluidscontourenkaarten werden tabellen gemaakt met de oppervlakte, het aantal inwoners en het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de respectievelijke contouren per gemeente en per geluidszone.

Een evolutie van oppervlakten en inwoners binnen de diverse contourzones van 1996 tot 2000 is opgenomen in Bijlage 5. In Bijlage 8 zijn ter vergelijking met de geluidscontouren van vorig jaar de  $L_{DN}$ -,  $L_{Aeq,dag}$ -,  $L_{Aeq,nacht}$ -contouren van 1999 en 2000 samen afgedrukt op een bevolkingskaart.

Bij de bevolkingsaantallen dient te worden herhaald dat op vraag van BIAC het aantal inwoners per geluidszone is geteld op basis van bevolkingsgegevens van 1997. Dit verhoogt de vergelijkbaarheid bij de evaluatie van de geluidstoestand rond de luchthaven van Zaventem maar is minder bruikbaar als actuele schatting van het aantal inwoners anno 2000.

Bij het bekijken van de resultaten van de contourberekeningen, speelt het baangebruik een grote rol in de vorm van de contouren. Deze gegevens werden grafisch samengevat in Bijlage 1.

#### **4.3.1 $L_{Aeq,dag}$ - contouren**

Bij het preferentieel baangebruik, zoals het werd gevlogen anno 2000, worden hoofdzakelijk de banen 25R en 25L als landingbanen gebruikt. De baan 25R wordt bovendien veruit het meest gebruikt voor opstijgingen. Slechts in bepaalde atmosferische omstandigheden wordt van dit basisscenario afgeweken en worden de andere banen gebruikt.

De berekende geluidscontouren weerspiegelen dit preferentieel baangebruik met twee uitlopers in de geluidscontouren ten gevolge van de landingen op de banen 25L en 25R. Ondanks de toename van het aantal vliegbewegingen overdag is een duidelijke afname van de geluidscontouren merkbaar, vooral aan de westkant van de luchthaven, waar de contouren vooral worden bepaald door vertrekkend verkeer. Het inkrimpen van de geluidscontouren wordt veroorzaakt door het uit de vloot nemen van een aantal lawaaierige toestellen. Dat deze vooruitgang zich niet weerspiegelt in de uitlopers ten gevolge van de landingen is niet onverwacht. Het blijkt dat bij landende vliegtuigen nauwelijks nog verbeteringen kunnen worden verwacht op vlak van geluidsproductie.

De contouruitloper ten zuiden van de luchthaven, ten gevolge van de landingen op baan 02, is desondanks toch sterk afgenomen. Uit de gegevens over het baangebruik blijkt dat dit te wijten is aan een daling in het gebruik van deze baan van 5.9 % in 1999 naar 3.6 % in 2000.

Opvallend in de dagcontour is de evolutie in de uitstulping ten gevolge van de 'routes Chabert', in het verlengde van de baan 25R, die de algemene evolutie van krimpcontouren niet echt volgt. Nochtans blijkt uit de gegevens over het baangebruik dat deze routes in verhouding niet meer zijn gebruikt. Vermoedelijk is deze uitstulping veroorzaakt door de lichte stijging in het aantal vluchten overdag gecombineerd met het feit dat deze routes hoofdzakelijk worden gevlogen door de zeer grote vliegtuigtypes,



zoals Boeing747, waarvoor niet echt een stiller alternatief, met dezelfde capaciteit, voorhanden is.

#### **4.3.2 $L_{Aeq,nacht}$ - contouren**

Bij het preferentieel baangebruik wordt gedurende de nachtperiode (23:00 tot 06:00) geland op banen 25L en 25R. Dit baangebruik weerspiegelt zich in de  $L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren voor de nachtperiode door de twee uitstulpingen in oostelijke richting. In verhouding is er een stijging in het gebruik van de baan 25L tov 25R in vergelijking met 1999. Dit gecombineerd met de algemene daling van het aantal nachtvluchten maakt dat de uitstulping aan de baan 25L even ver reikt als in 1999 terwijl deze aan de 25R korter geworden is.

Voor vertrekken 's nachts worden standaard de banen 25R en 20 gebruikt voor vertrekken met een bestemming in het noorden, respectievelijk zuiden. Deze spreiding van de vertrekkende nachtvluchten veroorzaakt de typische 2-lobbige vorm van de geluidscontouren in het verlengde van banen 25R en 20. De geluidscontouren tonen een duidelijke afname van de contourzones in het verlengde van de baan 25R en een status quo in zuidelijke richting. Naast de daling van het aantal nachtvluchten ligt een duidelijke verschuiving t.o.v. 1999 van vluchten naar de baan 20 aan de basis van deze evolutie.

#### **4.3.3 $L_{DN}$ - contouren**

De grootte  $L_{DN}$  is een logaritmische som van  $L_{Aeq,dag}$  en  $L_{Aeq,nacht}$  waarbij nachtvluchten een straffactor 10 meekrijgen. Aangezien dit een puur wiskundige bewerking is, komen de aangehaalde observaties van de vorige paragrafen opnieuw terug in de  $L_{DN}$ -geluidscontouren.

Ten gevolge van de verschuiving van landingen van baan 25R naar baan 25L wordt de uitstulping aan de baan 25R kleiner tov 1999. De daling van het aantal nachtvluchten compenseert de relatieve stijging van het gebruik van 25L zodat de contouruitstulping hier nagenoeg gelijk blijft.

De daling van het aantal nachtvluchten veroorzaakt een inkrimping van de contourlobben aan banen 25R en 20. Door een verschuiving van vertrekken van 25R naar 20 situeert de afname van de contouren zich vooral aan de 25R-kant.

#### **4.4 Aantal potentieel sterk gehinderden**

Op basis van de  $L_{DN}$ -contouren en het verband tussen  $L_{DN}$  en sterke hinder zoals het werd vastgesteld door Miedema, 1992, is een schatting gemaakt van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de verschillende berekende contourzones. De

gedetailleerde gegevens in verband hiermee zijn opgenomen in Bijlage 4 . Een minder gedetailleerd overzicht wordt weergegeven in onderstaande tabel, waarin het aantal potentieel sterk gehinderden per gemeente wordt vergeleken met het aantal potentieel sterk gehinderden in de afgelopen jaren. In de tabel werden gegevens opgenomen sinds 1996.

*Tabel 3: Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de  $L_{DN}$ -contour van 55 dB(A) per gemeente (berekend volgens Miedema, 1992)*

| GEMEENTE                | Aantal potentieel sterk gehinderden<br>binnen de contour van 55 dB(A) |              |              |              |              |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                         | 1996                                                                  | 1997         | 1998         | 1999         | 2000         |
| BERTEM                  | 0                                                                     | 0            | 4            | 0            | 0            |
| BRUSSEL                 | 2680                                                                  | 2513         | 2216         | 2385         | 1836         |
| EVERE                   | 2820                                                                  | 3539         | 1952         | 1538         | 883          |
| GRIMBERGEN              | 5090                                                                  | 3885         | 4026         | 3649         | 2205         |
| HAACHT                  | 30                                                                    | 41           | 40           | 51           | 44           |
| HERENT                  | 120                                                                   | 119          | 145          | 157          | 154          |
| HULDENBERG              | 0                                                                     | 0            | 13           | 39           | 24           |
| KAMPENHOUT              | 530                                                                   | 492          | 467          | 537          | 435          |
| KORTENBERG              | 1170                                                                  | 765          | 606          | 674          | 556          |
| KRAAINEM                | 910                                                                   | 1370         | 84           | 406          | 51           |
| LEUVEN                  | 30                                                                    | 11           | 20           | 18           | 17           |
| MACHELEN                | 4740                                                                  | 4769         | 4822         | 4678         | 3833         |
| MEISE                   | 210                                                                   | 963          | 817          | 939          | 148          |
| MERCHTEM                | 0                                                                     | 1            | 0            | 1            | 0            |
| OVERIJSE                | 0                                                                     | 1            | 37           | 51           | 27           |
| SCHAARBEEK              | 0                                                                     | 123          | 0            | 0            | 0            |
| SINT-LAMBRECHTS.-WOLUWE | 390                                                                   | 667          | 44           | 124          | 0            |
| SINT-PIETERS-WOLUWE     | 370                                                                   | 35           | 0            | 0            | 0            |
| STEENOKKERZEEL          | 2980                                                                  | 2587         | 2570         | 2518         | 1908         |
| TERVUREN                | 0                                                                     | 1104         | 1891         | 1716         | 1389         |
| VILVOORDE               | 4200                                                                  | 3225         | 3701         | 3100         | 2165         |
| WEMMEL                  | 160                                                                   | 201          | 159          | 209          | 86           |
| WEZEMBEEK-OPPEM         | 370                                                                   | 1394         | 1120         | 1600         | 1153         |
| ZAVENTEM                | 5630                                                                  | 6318         | 6933         | 6841         | 5287         |
| <b>Totaal</b>           | <b>32420</b>                                                          | <b>34123</b> | <b>31666</b> | <b>31231</b> | <b>22201</b> |

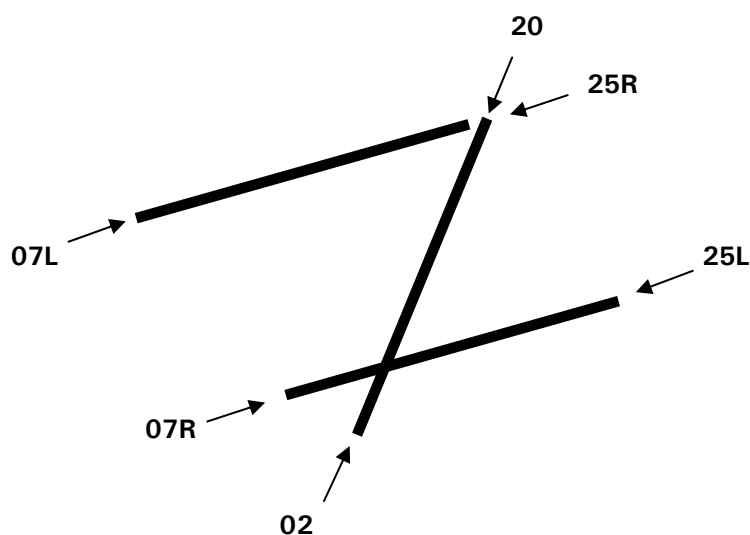
Zoals op basis van de geluidscontourenkaarten kan worden verwacht is er een drastische vermindering van het aantal potentieel sterk gehinderden. Deze afname heeft twee reeds vroeger opgemerkte oorzaken. Enerzijds is er een duidelijke verandering lopende in de vloot die door de luchtvaartmaatschappijen wordt ingezet. Anderzijds is er de daling van het nachtelijk vliegverkeer met 6 % wat, rekening houdend met de straffactor die wordt toegekend aan een nachtvlucht, een duidelijke impact krijgt.

## Bijlage 1 Verdeling van het baangebruik in 2000

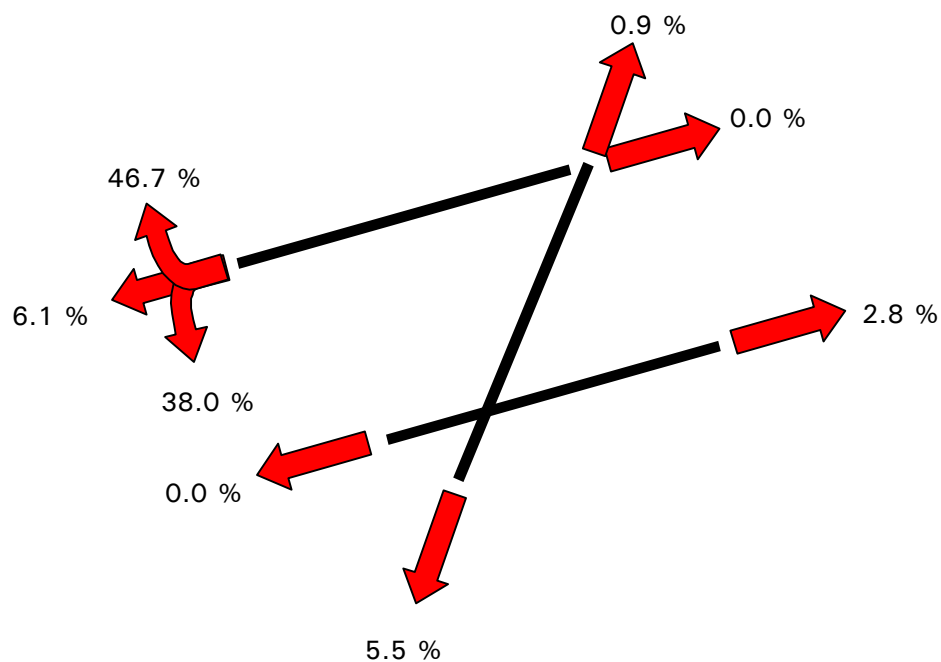
De verdeling van het baangebruik werd afgeleid van de gegevens die werden ingevoerd in INM voor de berekening van de geluidscontouren in 2000 en berusten op de CBD-database van BIAC, indien nodig aangevuld met flightplan- en runway data van BELGOCONTROL.

Gezien het belang van baan 25R en de impact op de contouren werd het baangebruik voor de vertrekken op baan 25R opgesplitst naar de 3 voornaamste richtingen. Met name vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen afdraaien naar het zuiden en vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen doorvliegen naar het westen.

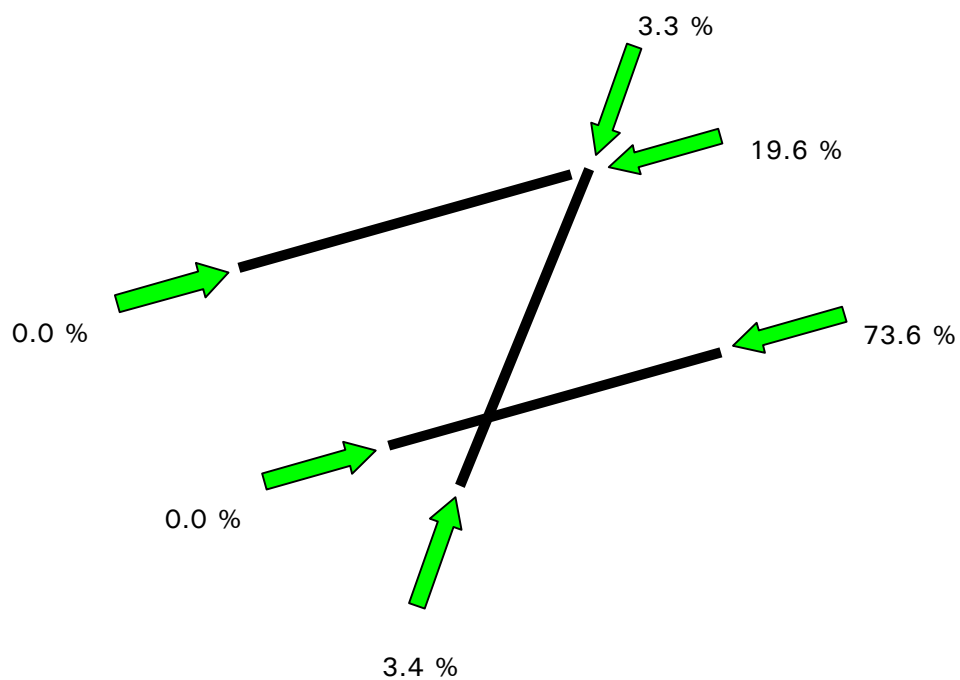
Op onderstaande figuur is de naamgeving van de banen weergegeven.



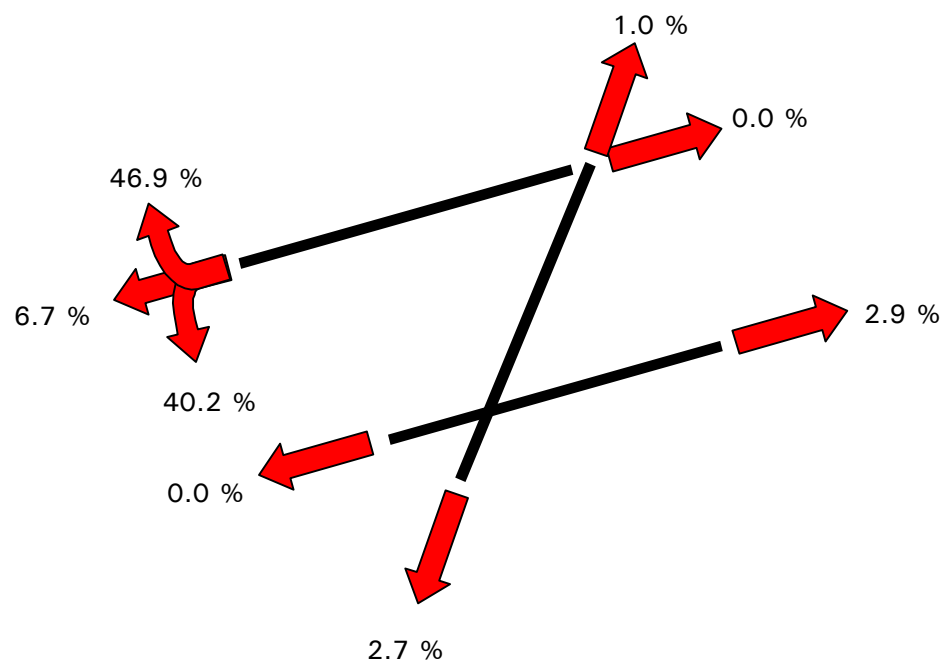
**Figuur 6** Configuratie en naamgeving van de start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal

**Totaal aantal vluchten op jaarbasis (2000)**

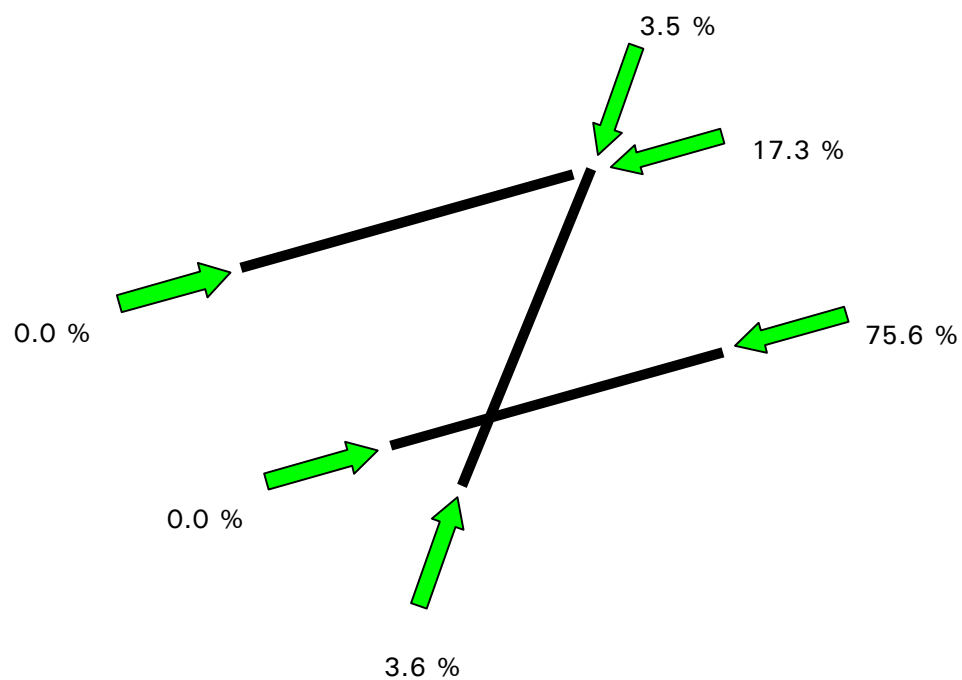
**Figuur 7** Procentuele verdeling van het totaal aantal vertrekken in 2000



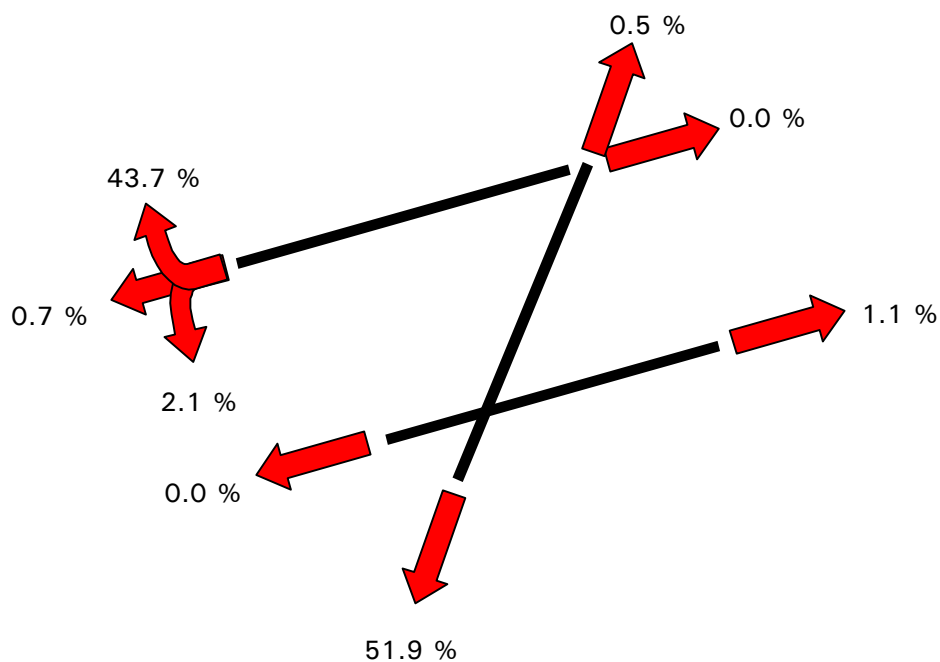
**Figuur 8** Procentuele verdeling van het totaal aantal landingen in 2000

**Totaal aantal dagvluchten op jaarbasis (2000)**

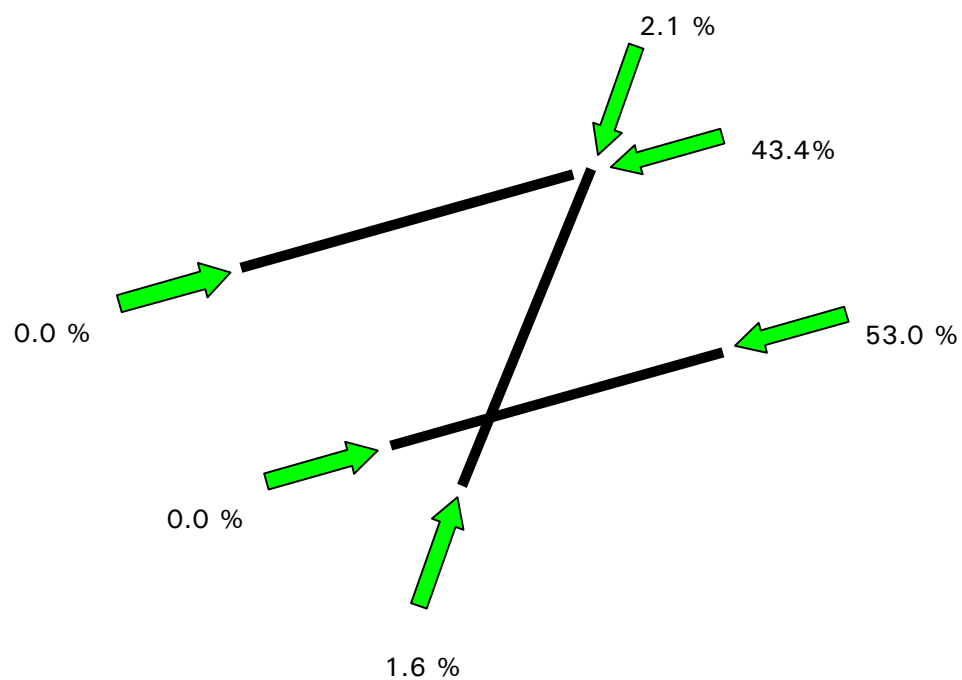
**Figuur 9** Procentuele verdeling van het aantal vertrekken overdag in 2000



**Figuur 10** Procentuele verdeling van het aantal landingen overdag in 2000

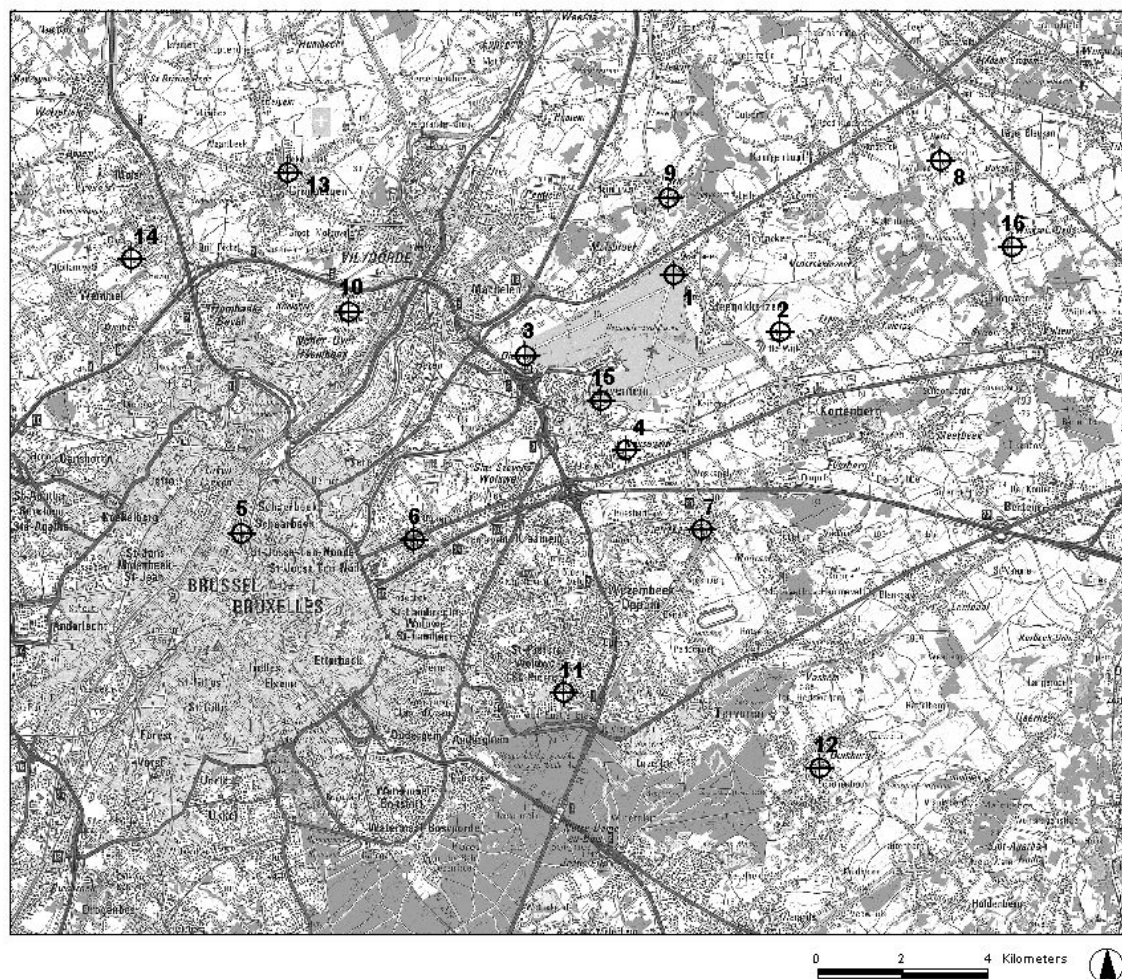
**Totaal aantal nachtvluchten op jaarbasis (2000)**

**Figuur 11** Procentuele verdeling van het aantal vertrekken 's nachts in 2000



**Figuur 12** Procentuele verdeling van het aantal landingen 's nachts in 2000

## Bijlage 2 Ligging van de meetposten



| NMT-nummer | Lokatie        | NMT-nummer | Lokatie             |
|------------|----------------|------------|---------------------|
| 1          | Steenokkerzeel | 9          | Perk                |
| 2          | Kortenbergh    | 10         | Neder-Over-Heembeek |
| 3          | Diegem         | 11         | Sint-Pieters-Woluwe |
| 4          | Nossegem       | 12         | Duisburg            |
| 5          | Schaarbeek     | 13         | Grimbergen          |
| 6          | Evere          | 14         | Wemmel              |
| 7          | Sterrebeek     | 15         | Zaventem            |
| 8          | Kampenhout     | 16         | Veltem              |

## Bijlage 3 Technische nota's

### Nieuwe werkwijze voor het invoeren van SID's in INM

De invoering van de SID's gebeurde, zoals vorig jaar, op een meer gedetailleerdere wijze dan voor de contourberekeningen van de jaren daarvoor. Voor de contourberekeningen van vóór 1999 werden alle vliegtuigen die een welbepaalde SID in INM gesimuleerd op 1 route. Dit stemt echter niet volledig overeen met de werkelijkheid. Bij vertrekprocedures in de AIP worden de afdraaimanoeuvres immers bepaald op basis van het bereiken van een bepaalde hoogte. Al naargelang het vliegtuigtype en de lading van het vliegtuig bereikt een vliegtuig deze hoogte op een andere locatie. Om de werkelijkheid beter te benaderen werd voor de contourberekeningen vanaf 1999 geopteerd meer vliegtuigroutes in te voeren in INM al naargelang het type vliegtuig.

De volgende werkwijze werd daartoe gevolgd:

Op basis van de meetgegevens van het NMS werden de vliegtuigen geselecteerd die het meeste bijdragen tot de geluidsoverlast op de 15 werkzame meetposten. Daarbij werd zowel rekening gehouden met het geluidsniveau als met het aantal overvluchten.

24 vliegtuigtypes werden op basis van de meetgegevens geselecteerd. Omwille van het specifieke karakter van de nachtvluchten werd ook de lawaaierige, gehushkitte B727 van DHL als een afzonderlijke klasse behandeld. Op basis van de radargegevens werd voor deze 25 vliegtuigtypes gezocht naar groepen van vliegtuigtypes waarvan de ruimtelijke ligging van de vluchtroute gelijksoortig is. De groepering van vliegtuigtypes op basis van de ruimtelijke ligging van de radargegevens bleek overeen te stemmen met een indeling op basis van het Maximum Take Off Weight (MTOW) van de vliegtuigtypes. In onderstaande tabel zijn vliegtuigtypes van de bekomen groepen weergegeven als ook het gemiddelde MTOW van dat vliegtuigtype op basis van de IMMA-tabel.

GROEP 1: BA46 (43), DH8C (20)

GROEP 2: A319 (68), A320 (74), A321 (84), B732 (54), B733 (61), B734 (66), B735 (55), C130 (71), MD80 (67), DC9 (51), B752 (107), B721 (76)

GROEP 3: A340 (260), A330 (220), A30B (161), DC86 (156), DC87 (157), B763 (181)

GROEP 4: DC10 (254), MD11 (282), B741 (335), B742 (370), B743 (376), B744 (393), C5 (375)

GROEP 5: B727 van DHL



Vervolgens werden voor deze 5 groepen de meest voorkomende SID's (waarop binnen een groep meer dan 90 % wordt gevlogen) bepaald. Voor elk van deze SID's werd binnen een groep een afzonderlijke vluchtroute vastgelegd. Andere voorkomende SID's werden ingevoerd in INM op basis van de gemiddelde route van de overige radargegevens. Voor elke van de routes die werden vastgelegd in INM werd door middel van subroutes rekening gehouden met de spreiding op de SID's.

Onderstaande tabel geeft per groep van vliegtuigtypes de verschillende opgenomen routes in INM met telkens de samenstellende SID's volgens de AIP. Groep 0 bevat alle corresponderende INM-routes op basis van de ongebruikte radargegevens van de overige groepen.

**GROEP 0**

| SID in INM | runway | SID volgens AIP |       |       |       |       |       |       |  |
|------------|--------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| GO_COA4C   | 25R    | COA4C           | TUL2A | DEN1C |       |       |       |       |  |
| GO_NTM1C   | 25R    | NTM1C           | BUL1C |       |       |       |       |       |  |
| GO_SPI1A   | 25R    | SPI1A           |       |       |       |       |       |       |  |
| GO_DIK2C   | 25R    | DIK2C           | MON1A |       |       |       |       |       |  |
| GO_TOL1C   | 25R    | TOL1C           | HEL1C | ONT3D |       |       |       |       |  |
| GO_NEB3C   | 25R    | NEB3C           | CIV4C |       |       |       |       |       |  |
| GO_NTM1L   | 20     | NTM1L           | BUL1L | DIK2L | MON1L |       |       |       |  |
| GO_SPI1L   | 20     | SPI1L           |       |       |       |       |       |       |  |
| GO_COA1F   | 02     | COA1F           | TOL1F | HEL1F | DEN1F | TUL1F |       |       |  |
| GO_NTM1B   | 25R    | NTM1B           | BUL1D | SPI1B | DIK2D | MON1B |       |       |  |
| GO_NEB1L   | 20     | NEB1L           | CIV3L |       |       |       |       |       |  |
| GO_NEB1D   | 25R    | NEB1D           | CIV3D |       |       |       |       |       |  |
| GO_BUL1H   | 07L    | BUL1H           | SPI1H | NTM1H | NEB1J | CIV1J | DIK2H | MON1H |  |
| GO_COA1H   | 07L    | COA1H           | TOL1H | DEN1H | HEL1H | TUL1H | KOK1H |       |  |
| GO_COA1H   | 07R    | COA1H           | TOL1H | DEN1H | HEL1H | TUL1H | KOK1H |       |  |
| GO_KOK3C   | 25R    | KOK3C           | KOK1D | COA3D | TUL2B |       |       |       |  |
| GO_NEB1H   | 07L    | NEB1H           | CIV2H |       |       |       |       |       |  |
| GO_ONT4H   | 07     | ONT4H           |       |       |       |       |       |       |  |
| GO_ONT4C   | 25R    | ONT4C           |       |       |       |       |       |       |  |
| GO_NTM1S   | 25R    | NTM1S           |       |       |       |       |       |       |  |
| GO_NEB1S   | 25R    | NEB1S           | BUL1S | SPI1S | DIK1S | CIV1S |       |       |  |
| GO_COA2L   | 20     | COA2L           | TOL1L | TUL1L | HEL1L | DEN1L | KOK3L | KOK1E |  |
| GO_NTM1F   | 02     | NTM1F           | SPI1F | BUL1F | MON1F |       |       |       |  |
| GO_NEB1F   | 02     | NEB1F           | CIV2F |       |       |       |       |       |  |
| GO_KOK1F   | 02     | KOK1F           | KOK1G |       |       |       |       |       |  |
| GO_ONT4L   | 20     | ONT4L           |       |       |       |       |       |       |  |
| GO_ONT4F   | 02     | ONT4F           |       |       |       |       |       |       |  |

|          |    |       |       |
|----------|----|-------|-------|
| GO_KOK1H | 07 | KOK1H | KOK1G |
|----------|----|-------|-------|

**GROEP 1**

| SID in INM | runway | SID volgens AIP |       |       |
|------------|--------|-----------------|-------|-------|
| G1_COA4C   | 25R    | COA4C           | TUL2A |       |
| G1_NEB1D   | 25R    | NEB1D           |       |       |
| G1_NEB3C   | 25R    | NEB3C           | CIV4C |       |
| G1_NTM1C   | 25R    | NTM1C           | SPI1A | BUL1C |
| G1_NTM1H   | 07R    | NTM1H           |       |       |
| G1_ONT4C   | 25R    | ONT4C           |       |       |
| G1_TOL1C   | 25R    | TOL1C           | HEL1C |       |

**GROEP 2**

| SID in INM | runway | SID volgens AIP |       |       |
|------------|--------|-----------------|-------|-------|
| G2_NTM1C   | 25R    | NTM1C           | SPI1A | BUL1C |
| G2_COA4C   | 25R    | COA4C           | DEN1C |       |
| G2_NTM1H   | 07R    | NTM1H           | NEB1D |       |
| G2_NEB3C   | 25R    | NEB3C           |       |       |
| G2_TOL1C   | 25R    | TOL1C           |       |       |
| G2_NEB1D   | 25R    | NEB1D           |       |       |

**GROEP 3**

| SID in INM | runway | SID volgens AIP |       |       |
|------------|--------|-----------------|-------|-------|
| G3_NTM1C   | 25R    | NTM1C           | BUL1C | SPI1A |
| G3_COA4C   | 25R    | COA4C           | TUL2A |       |
| G3_NEB1D   | 25R    | NEB1D           | NTM1B |       |
| G3_COA1F   | 02     | COA1F           |       |       |
| G3_NEB1J   | 07R    | NEB1J           |       |       |
| G3_NEB1L   | 20     | NEB1L           |       |       |
| G3_NEB3C   | 25R    | NEB3C           |       |       |
| G3_NTM1L   | 20     | NTM1L           |       |       |
| G3_TOL1C   | 25R    | TOL1C           |       |       |

**GROEP 4**

| SID in INM | runway | SID volgens AIP |       |       |
|------------|--------|-----------------|-------|-------|
| G4_NTM1S   | 25R    | NTM1S           | BUL1S | NEB1S |
| G4_NTM1C   | 25R    | NTM1C           | BUL1C |       |
| G4_COA4C   | 25R    | COA4C           | TUL2A |       |
| G4_NEB3C   | 25R    | NEB3C           |       |       |
| G4_NEB1D   | 25R    | NEB1D           |       |       |
| G4_COA1F   | 02     | COA1F           |       |       |

|          |     |       |       |
|----------|-----|-------|-------|
| G4_NTM1H | 07L | NTM1H | NEB1J |
| G4_NTM1H | 07R | NTM1H | NEB1J |

**GROEP 5**

| SID in INM | runway | SID volgens AIP   |
|------------|--------|-------------------|
| G5_NTM1L   | 20     | NTM1L BUL1L SPI1L |
| G5_NTM1C   | 25R    | NTM1C BUL1C       |
| G5_NTM1S   | 25R    | NTM1S NEB1S       |
| G5_COA4C   | 25R    | COA4C             |
| G5_NEB1L   | 20     | NEB1L             |
| G5_TOL1C   | 25R    | TOL1C             |
| G5_NEB3C   | 25R    | NEB3C             |

Het te verwachten effect op de geluidscontouren is dat de ligging van de contouren, in hoofdzaak bepaald door de luidruchtigste vliegtuigen, meer bepaald zal worden door ligging van de horizontale projectie van de routes van de zwaardere, lawaaierige vliegtuigtypes dan de kleinere, sneller afdraaiende toestellen. Door de nieuwe werkwijze zit ook minder spreiding op de meest gebruikte vliegroutes van de lawaaierigste toestellen.

## Bijlage 4 Resultaten contourberekeningen 2000

Oppervlakten per  $L_{Aeq,dag}$  - ,  $L_{Aeq,nacht}$  - ,  $L_{DN}$  - contourzoneTabel 4: Oppervlakten per  $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente voor 2000

| Oppervlakte (ha)<br>Gemeente | $L_{Aeq,dag}$ - contour zone in dB(A) |             |            |            |            | Totaal      |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
|                              | 55-60                                 | 60-65       | 65-70      | 70-75      | > 75       |             |
| BRUSSEL                      | 533                                   | 285         | 21         | 0          | 0          | 838         |
| EVERE                        | 239                                   | 0           | 0          | 0          | 0          | 239         |
| GRIMBERGEN                   | 95                                    | 0           | 0          | 0          | 0          | 95          |
| HAACHT                       | 95                                    | 0           | 0          | 0          | 0          | 95          |
| HERENT                       | 271                                   | 24          | 0          | 0          | 0          | 296         |
| KAMPENHOUT                   | 194                                   | 26          | 0          | 0          | 0          | 220         |
| KORTENBERG                   | 266                                   | 233         | 78         | 13         | 0          | 589         |
| KRAAINEM                     | 1                                     | 0           | 0          | 0          | 0          | 1           |
| LEUVEN                       | 1                                     | 0           | 0          | 0          | 0          | 1           |
| MACHELEN                     | 253                                   | 342         | 246        | 133        | 39         | 1013        |
| SCHAARBEEK                   | 21                                    | 0           | 0          | 0          | 0          | 21          |
| SINT-LAMBRECHTS-WOLUWE       | 14                                    | 0           | 0          | 0          | 0          | 14          |
| STEENOKKERZEEL               | 470                                   | 328         | 200        | 130        | 173        | 1302        |
| VILVOORDE                    | 384                                   | 8           | 0          | 0          | 0          | 393         |
| ZAVENTEM                     | 683                                   | 197         | 64         | 23         | 23         | 990         |
| <b>Totaal</b>                | <b>3519</b>                           | <b>1445</b> | <b>608</b> | <b>299</b> | <b>236</b> | <b>6107</b> |

Tabel 5: Oppervlakten per  $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2000

| Oppervlakte(ha)<br>Gemeente | $L_{Aeq,nacht}$ - contour zone in dB(A) |            |            |            |            | Totaal      |
|-----------------------------|-----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|                             | 55-60                                   | 60-65      | 65-70      | 70-75      | > 75       |             |
| BRUSSEL                     | 347                                     | 50         | 0          | 0          | 0          | 397         |
| HERENT                      | 0                                       | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           |
| KAMPENHOUT                  | 153                                     | 16         | 0          | 0          | 0          | 169         |
| KORTENBERG                  | 199                                     | 54         | 7          | 0          | 0          | 260         |
| KRAAINEM                    | 1                                       | 0          | 0          | 0          | 0          | 1           |
| MACHELEN                    | 271                                     | 263        | 108        | 30         | 2          | 674         |
| STEENOKKERZEEL              | 295                                     | 204        | 126        | 80         | 129        | 835         |
| TERVUREN                    | 32                                      | 0          | 0          | 0          | 0          | 32          |
| VILVOORDE                   | 47                                      | 0          | 0          | 0          | 0          | 47          |
| WEZEMBEEK-OPPEM             | 94                                      | 0          | 0          | 0          | 0          | 94          |
| ZAVENTEM                    | 771                                     | 388        | 151        | 52         | 29         | 1392        |
| <b>Totaal</b>               | <b>2211</b>                             | <b>976</b> | <b>392</b> | <b>162</b> | <b>160</b> | <b>3901</b> |

*Tabel 6: Oppervlakten per  $L_{DN}$ -contourzone en per gemeente voor 2000*

| Oppervlakte(ha)<br>Gemeente | $L_{DN}$ – contourzone in dB(A) |             |             |            |            | Totaal       |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--------------|
|                             | 55-60                           | 60-65       | 65-70       | 70-75      | > 75       |              |
| BRUSSEL                     | 396                             | 488         | 101         | 0          | 0          | 986          |
| EVERE                       | 163                             | 0           | 0           | 0          | 0          | 163          |
| GRIMBERGEN                  | 890                             | 0           | 0           | 0          | 0          | 890          |
| HAACHT                      | 179                             | 0           | 0           | 0          | 0          | 179          |
| HERENT                      | 317                             | 76          | 0           | 0          | 0          | 392          |
| HULDENBERG                  | 141                             | 0           | 0           | 0          | 0          | 141          |
| KAMPENHOUT                  | 438                             | 183         | 27          | 0          | 0          | 647          |
| KORTENBERG                  | 298                             | 253         | 115         | 26         | 1          | 692          |
| KRAAINEM                    | 71                              | 2           | 0           | 0          | 0          | 73           |
| LEUVEN                      | 63                              | 0           | 0           | 0          | 0          | 63           |
| MACHELEN                    | 229                             | 283         | 300         | 174        | 71         | 1057         |
| MEISE                       | 113                             | 0           | 0           | 0          | 0          | 113          |
| OVERIJSE                    | 88                              | 0           | 0           | 0          | 0          | 88           |
| STEENOKKERZEEL              | 507                             | 372         | 249         | 161        | 253        | 1541         |
| TERVUREN                    | 1267                            | 16          | 0           | 0          | 0          | 1283         |
| VILVOORDE                   | 434                             | 207         | 0           | 0          | 0          | 641          |
| WEMMEL                      | 82                              | 0           | 0           | 0          | 0          | 82           |
| WEZEMBEEK-OPPEM             | 268                             | 95          | 0           | 0          | 0          | 363          |
| ZAVENTEM                    | 806                             | 854         | 408         | 148        | 83         | 2300         |
| <b>Totaal</b>               | <b>6749</b>                     | <b>2828</b> | <b>1201</b> | <b>508</b> | <b>408</b> | <b>11693</b> |

Inwoners per  $L_{Aeq,dag}$  - ,  $L_{Aeq,nacht}$  - ,  $L_{DN}$  – contourzoneTabel 7: Bevolkingsaantal per  $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2000

| Aantal Inwoners<br>Gemeente | $L_{Aeq,dag}$ – contourzone in dB(A) |              |             |            |          | Totaal       |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|------------|----------|--------------|
|                             | 55-60                                | 60-65        | 65-70       | 70-75      | > 75     |              |
| BRUSSEL                     | 790                                  | 2890         | 185         | 0          | 0        | 3866         |
| EVERE                       | 1085                                 | 0            | 0           | 0          | 0        | 10858        |
| GRIMBERGEN                  | 1723                                 | 0            | 0           | 0          | 0        | 1723         |
| HAACHT                      | 196                                  | 0            | 0           | 0          | 0        | 196          |
| HERENT                      | 661                                  | 11           | 0           | 0          | 0        | 672          |
| KAMPENHOUT                  | 629                                  | 118          | 0           | 0          | 0        | 747          |
| KORTENBERG                  | 1459                                 | 568          | 53          | 4          | 0        | 2084         |
| KRAAINEM                    | 30                                   | 0            | 0           | 0          | 0        | 30           |
| LEUVEN                      | 2                                    | 0            | 0           | 0          | 0        | 2            |
| MACHELEN                    | 2520                                 | 4290         | 2796        | 456        | 0        | 10062        |
| SCHAARBEEK                  | 1658                                 | 0            | 0           | 0          | 0        | 1658         |
| SINT-LAMBRECHTS-WOLUWE      | 347                                  | 0            | 0           | 0          | 0        | 347          |
| STEENOKKERZEEL              | 3140                                 | 1977         | 546         | 8          | 4        | 5676         |
| VILVOORDE                   | 5138                                 | 20           | 0           | 0          | 0        | 5158         |
| ZAVENTEM                    | 7691                                 | 1476         | 53          | 0          | 0        | 9221         |
| <b>Totaal</b>               | <b>36842</b>                         | <b>11352</b> | <b>3633</b> | <b>468</b> | <b>5</b> | <b>52300</b> |

Tabel 8: Bevolkingsaantal per  $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2000

| Aantal Inwoners<br>Gemeente | $L_{Aeq,nacht}$ – contourzone in dB(A) |             |            |           |          | Totaal       |
|-----------------------------|----------------------------------------|-------------|------------|-----------|----------|--------------|
|                             | 55-60                                  | 60-65       | 65-70      | 70-75     | > 75     |              |
| BRUSSEL                     | 2106                                   | 329         | 0          | 0         | 0        | 2435         |
| HERENT                      | 0                                      | 0           | 0          | 0         | 0        | 0            |
| KAMPENHOUT                  | 497                                    | 97          | 0          | 0         | 0        | 594          |
| KORTENBERG                  | 411                                    | 18          | 2          | 0         | 0        | 430          |
| KRAAINEM                    | 2                                      | 0           | 0          | 0         | 0        | 2            |
| MACHELEN                    | 3808                                   | 2978        | 252        | 0         | 0        | 7038         |
| STEENOKKERZEEL              | 1609                                   | 635         | 171        | 14        | 2        | 2431         |
| TERVUREN                    | 659                                    | 0           | 0          | 0         | 0        | 659          |
| VILVOORDE                   | 103                                    | 0           | 0          | 0         | 0        | 103          |
| WEZEMBEEK-OPPEM             | 1348                                   | 0           | 0          | 0         | 0        | 1348         |
| ZAVENTEM                    | 6003                                   | 3449        | 236        | 31        | 0        | 9720         |
| <b>Totaal</b>               | <b>16546</b>                           | <b>7506</b> | <b>661</b> | <b>46</b> | <b>2</b> | <b>24761</b> |

**Tabel 9: Bevolkingsaantal per  $L_{DN}$ -contourzone en per gemeente 2000**

| <b>Aantal Inwoners<br/>Gemeente</b> | <b><math>L_{DN}</math> – contourzone in dB(A)</b> |              |              |              |                | <b>Totaal</b> |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
|                                     | <b>55-60</b>                                      | <b>60-65</b> | <b>65-70</b> | <b>70-75</b> | <b>&gt; 75</b> |               |
| BRUSSEL                             | 4522                                              | 2111         | 1250         | 0            | 0              | 7883          |
| EVERE                               | 6478                                              | 0            | 0            | 0            | 0              | 6478          |
| GRIMBERGEN                          | 14567                                             | 0            | 0            | 0            | 0              | 14567         |
| HAACHT                              | 295                                               | 0            | 0            | 0            | 0              | 295           |
| HERENT                              | 879                                               | 36           | 0            | 0            | 0              | 915           |
| HULDENBERG                          | 186                                               | 0            | 0            | 0            | 0              | 186           |
| KAMPENHOUT                          | 1365                                              | 614          | 119          | 0            | 0              | 2099          |
| KORTENBERG                          | 1697                                              | 778          | 146          | 6            | 0              | 2627          |
| KRAAINEM                            | 379                                               | 4            | 0            | 0            | 0              | 383           |
| LEUVEN                              | 135                                               | 0            | 0            | 0            | 0              | 135           |
| MACHELEN                            | 1756                                              | 3557         | 3687         | 1388         | 35             | 10423         |
| MEISE                               | 1126                                              | 0            | 0            | 0            | 0              | 1126          |
| OVERIJSE                            | 207                                               | 0            | 0            | 0            | 0              | 207           |
| STEENOKKERZEEL                      | 3038                                              | 2813         | 1057         | 241          | 21             | 7170          |
| TERVUREN                            | 7840                                              | 278          | 0            | 0            | 0              | 8118          |
| VILVOORDE                           | 10518                                             | 1403         | 0            | 0            | 0              | 11922         |
| WEMMEL                              | 675                                               | 0            | 0            | 0            | 0              | 675           |
| WEZEMBEEK-OPPEM                     | 5104                                              | 1347         | 0            | 0            | 0              | 6451          |
| ZAVENTEM                            | 9562                                              | 7433         | 3370         | 227          | 26             | 20618         |
| <b>Totaal</b>                       | <b>70329</b>                                      | <b>20374</b> | <b>9629</b>  | <b>1862</b>  | <b>82</b>      | <b>102276</b> |

**Aantal potentieel sterk gehinderden per  $L_{DN}$  – contourzone***Tabel 10: Aantal potentieel sterk gehinderden per  $L_{DN}$ -contourzone en per gemeente voor 2000*

| <b>Aant. potent. Sterk gehinderden</b> | <b><math>L_{DN}</math> – contourzone in dB(A)</b> |              |              |              |                | <b>Totaal</b> |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
|                                        | <b>55-60</b>                                      | <b>60-65</b> | <b>65-70</b> | <b>70-75</b> | <b>&gt; 75</b> |               |
| <b>Gemeente</b>                        |                                                   |              |              |              |                |               |
| BRUSSEL                                | 701                                               | 638          | 497          | 0            | 0              | 1836          |
| EVERE                                  | 883                                               | 0            | 0            | 0            | 0              | 883           |
| GRIMBERGEN                             | 2205                                              | 0            | 0            | 0            | 0              | 2205          |
| HAACHT                                 | 44                                                | 0            | 0            | 0            | 0              | 44            |
| HERENT                                 | 145                                               | 9            | 0            | 0            | 0              | 154           |
| HULDENBERG                             | 24                                                | 0            | 0            | 0            | 0              | 24            |
| KAMPENHOUT                             | 217                                               | 169          | 49           | 0            | 0              | 435           |
| KORTENBERG                             | 276                                               | 217          | 59           | 4            | 0              | 556           |
| KRAAINEM                               | 51                                                | 1            | 0            | 0            | 0              | 51            |
| LEUVEN                                 | 17                                                | 0            | 0            | 0            | 0              | 17            |
| MACHELEN                               | 313                                               | 1049         | 1625         | 819          | 27             | 3833          |
| MEISE                                  | 148                                               | 0            | 0            | 0            | 0              | 148           |
| OVERIJSE                               | 27                                                | 0            | 0            | 0            | 0              | 27            |
| STEENOKKERZEEL                         | 508                                               | 782          | 456          | 146          | 16             | 1908          |
| TERVUREN                               | 1324                                              | 65           | 0            | 0            | 0              | 1389          |
| VILVOORDE                              | 1824                                              | 341          | 0            | 0            | 0              | 2165          |
| WEMMEL                                 | 86                                                | 0            | 0            | 0            | 0              | 86            |
| WEZEMBEEK-OPPEM                        | 815                                               | 338          | 0            | 0            | 0              | 1153          |
| ZAVENTEM                               | 1573                                              | 2130         | 1422         | 142          | 20             | 5287          |
| <b>Totaal</b>                          | <b>11181</b>                                      | <b>5738</b>  | <b>4108</b>  | <b>1112</b>  | <b>63</b>      | <b>22201</b>  |



## Bijlage 5 Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2000

**L<sub>Aeq,dag</sub> – contouren****Tabel 11: Evolutie van de oppervlakte binnen de L<sub>Aeq,dag</sub>-contouren (1996-2000)**

| Jaartal | L <sub>Aeq,dag</sub> - contourzone in dB(A) |       |       |       |      | Totaal |
|---------|---------------------------------------------|-------|-------|-------|------|--------|
|         | 55-60                                       | 60-65 | 65-70 | 70-75 | > 75 |        |
| 1996    | 5751                                        | 2161  | 1085  | 513   | 492  | 10105  |
| 1997    | 5166                                        | 1991  | 939   | 434   | 421  | 9032   |
| 1998    | 4566                                        | 2082  | 909   | 417   | 397  | 8371   |
| 1999    | 4645                                        | 1916  | 809   | 396   | 359  | 8126   |
| 2000    | 3519                                        | 1445  | 608   | 299   | 236  | 6107   |

**Tabel 12: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L<sub>Aeq,dag</sub>-contouren (1996-2000)**

| Jaartal | L <sub>Aeq,dag</sub> - contourzone in dB(A) |       |       |       |      | Totaal |
|---------|---------------------------------------------|-------|-------|-------|------|--------|
|         | 55-60                                       | 60-65 | 65-70 | 70-75 | > 75 |        |
| 1996    | 99214                                       | 17932 | 9175  | 1379  | 110  | 129325 |
| 1997    | 98396                                       | 16756 | 7490  | 1341  | 83   | 124066 |
| 1998    | 70240                                       | 15853 | 8606  | 1209  | 73   | 95981  |
| 1999    | 65524                                       | 13416 | 6231  | 1204  | 70   | 86445  |
| 2000    | 36842                                       | 11352 | 3633  | 468   | 5    | 52300  |

**L<sub>Aeq,nacht</sub> - contouren****Tabel 13: Evolutie van de oppervlakte binnen de L<sub>Aeq,nacht</sub>-contouren (1996-2000)**

| Oppervlakte (ha) | L <sub>Aeq,nacht</sub> - contourzone in dB(A) |       |       |       |      |        |
|------------------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|------|--------|
| Jaartal          | 55-60                                         | 60-65 | 65-70 | 70-75 | > 75 | Totaal |
| 1996             | 2113                                          | 838   | 381   | 163   | 160  | 3655   |
| 1997             | 2495                                          | 1026  | 446   | 172   | 165  | 4304   |
| 1998             | 2733                                          | 1087  | 482   | 193   | 165  | 4659   |
| 1999             | 2907                                          | 1182  | 504   | 206   | 193  | 4992   |
| 2000             | 2211                                          | 976   | 392   | 162   | 160  | 3901   |

**Tabel 14: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L<sub>Aeq,nacht</sub>-contouren(1996-2000)**

| Aantal inwoners | L <sub>Aeq,nacht</sub> - contourzone in dB(A) |       |       |       |      |        |
|-----------------|-----------------------------------------------|-------|-------|-------|------|--------|
| Jaartal         | 55-60                                         | 60-65 | 65-70 | 70-75 | > 75 | Totaal |
| 1996            | 17216                                         | 5366  | 1995  | 42    | 0    | 24619  |
| 1997            | 22180                                         | 7916  | 1575  | 20    | 0    | 31691  |
| 1998            | 22818                                         | 9637  | 853   | 31    | 0    | 33339  |
| 1999            | 25131                                         | 10474 | 1652  | 104   | 2    | 37364  |
| 2000            | 16546                                         | 7506  | 661   | 46    | 2    | 24761  |

**L<sub>DN</sub> - contouren****Tabel 15: Evolutie van de oppervlakte binnen de L<sub>DN</sub>-contouren (1996-2000)**

| Oppervlakte (ha) | L <sub>DN</sub> - contourzone in dB(A) |       |       |       |      |        |
|------------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|------|--------|
| Jaartal          | 55-60                                  | 60-65 | 65-70 | 70-75 | > 75 | Totaal |
| 1996             | 7650                                   | 3045  | 1412  | 623   | 551  | 13281  |
| 1997             | 8503                                   | 3258  | 1449  | 616   | 528  | 14353  |
| 1998             | 8121                                   | 3510  | 1492  | 644   | 538  | 14305  |
| 1999             | 8332                                   | 3615  | 1522  | 651   | 545  | 14664  |
| 2000             | 6749                                   | 2828  | 1201  | 508   | 408  | 11693  |

**Tabel 16: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L<sub>DN</sub>(1996-2000)**

| Aantal inwoners | L <sub>DN</sub> - contourzone in dB(A) |       |       |       |      |        |
|-----------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|------|--------|
| Jaartal         | 55-60                                  | 60-65 | 65-70 | 70-75 | > 75 | Totaal |
| 1996            | 100094                                 | 29529 | 11463 | 3518  | 174  | 144778 |
| 1997            | 116046                                 | 30818 | 11697 | 3442  | 177  | 162180 |
| 1998            | 89986                                  | 33475 | 13557 | 3001  | 145  | 140164 |
| 1999            | 90306                                  | 33850 | 13304 | 3372  | 224  | 141055 |
| 2000            | 70329                                  | 20374 | 9629  | 1862  | 82   | 102276 |

## Bijlage 6    Geluidscontouren op topografische kaart, 2000

$L_{Aeq,dag}$  – geluidscontouren voor 2000, achtergrond topografische kaart

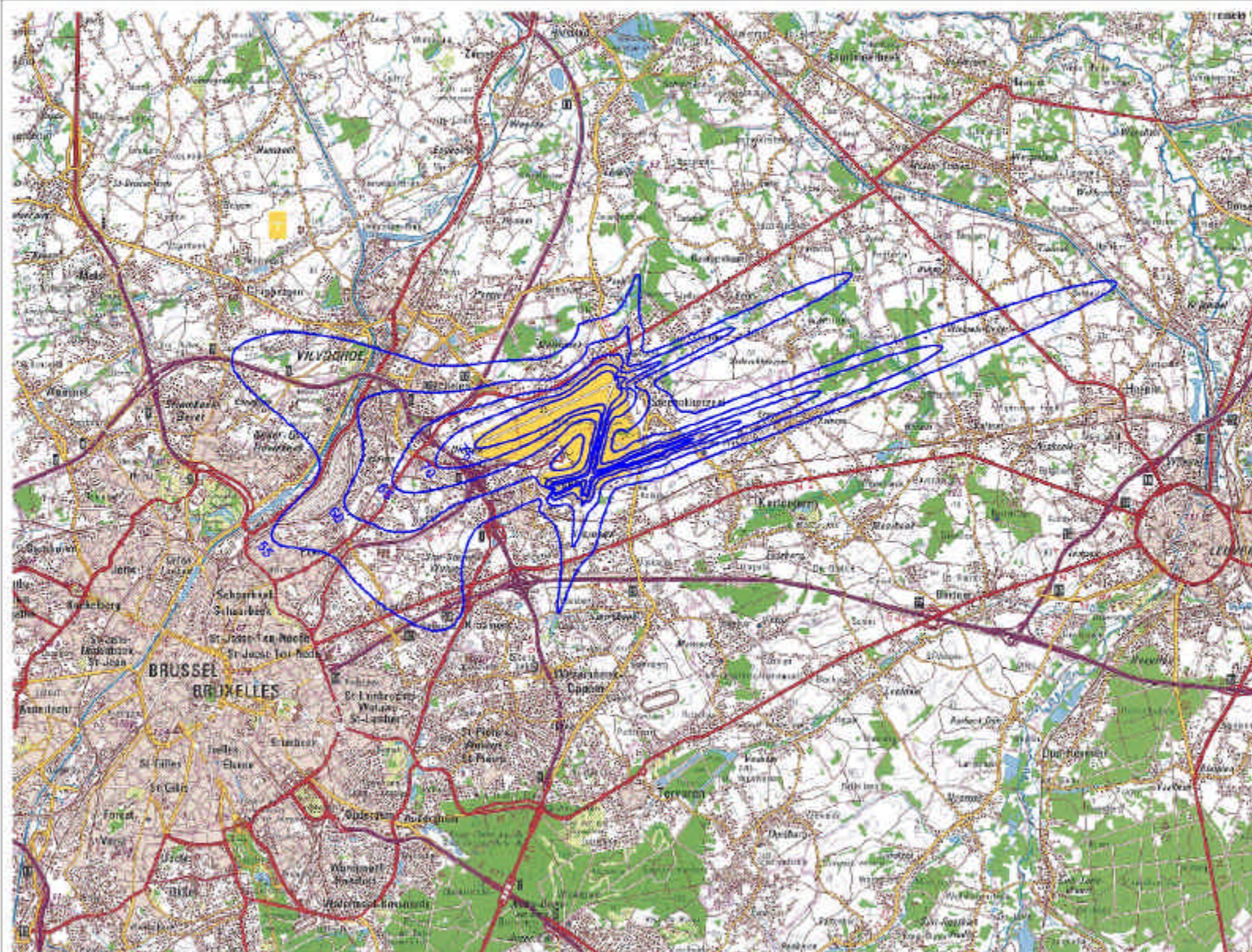
$L_{Aeq,nacht}$  – geluidscontouren voor 2000, achtergrond topografische kaart

$L_{DN}$  – geluidscontouren voor 2000, achtergrond topografische kaart



## L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren voor 2000

L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een topografische kaart



### Legende

 L<sub>Aeq,dag</sub>-geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

 Meetposten



### Bronnen

Topografische kaart :  
Rasterversie Topografische kaart NIGI  
schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

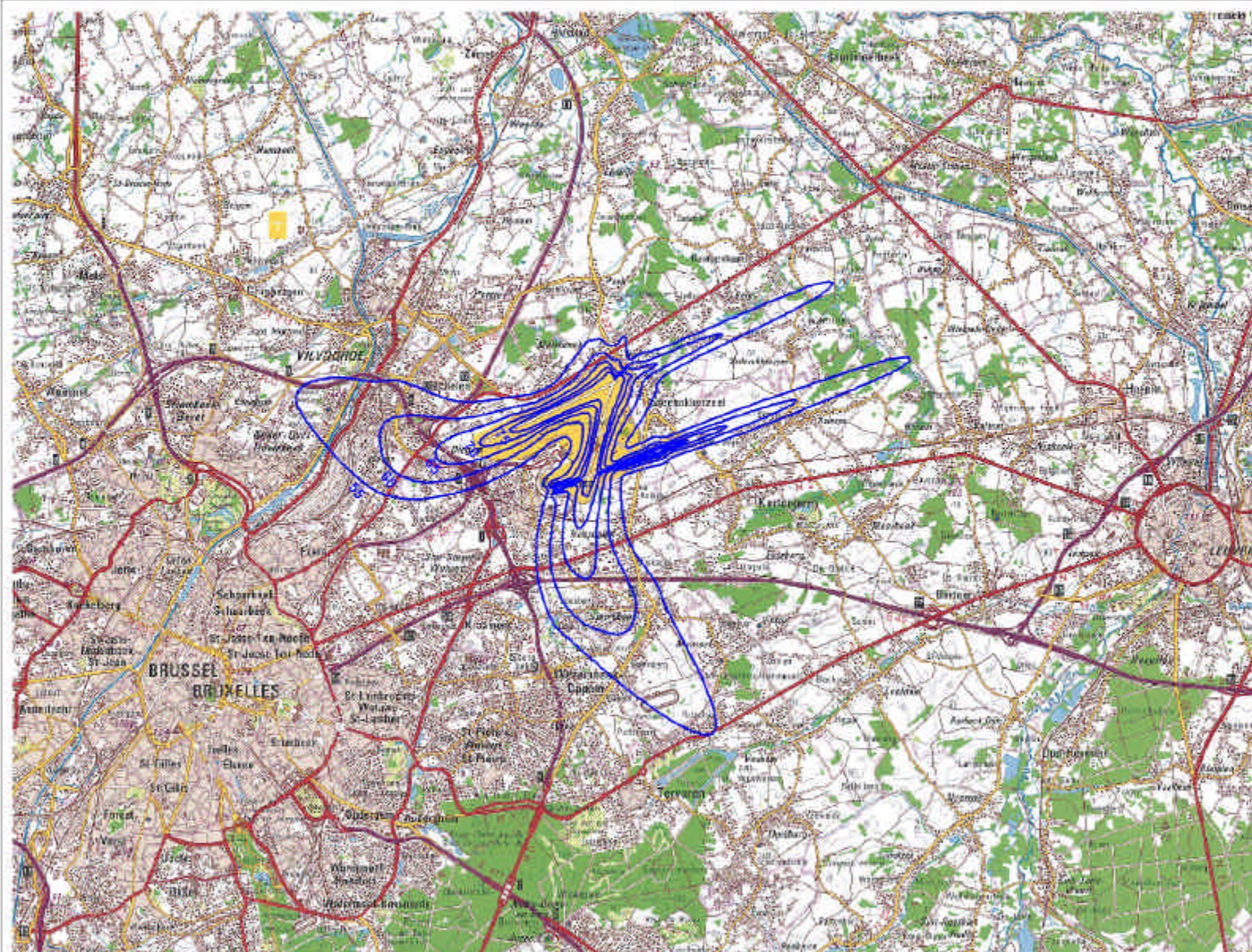
KU Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 2000  
B-3001 Leuven (Heverlee)





## L<sub>Aeq,nacht</sub> - geluidsc contouren voor 2000

L<sub>Aeq,nacht</sub> - geluidsc contouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een topografische kaart



### Legende

 L<sub>Aeq,nacht</sub>-geluidsc contouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

 Meetposten



### Bronnen

Topografische kaart :  
Rasterversie Topografische kaart NIGI  
schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidsc contouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

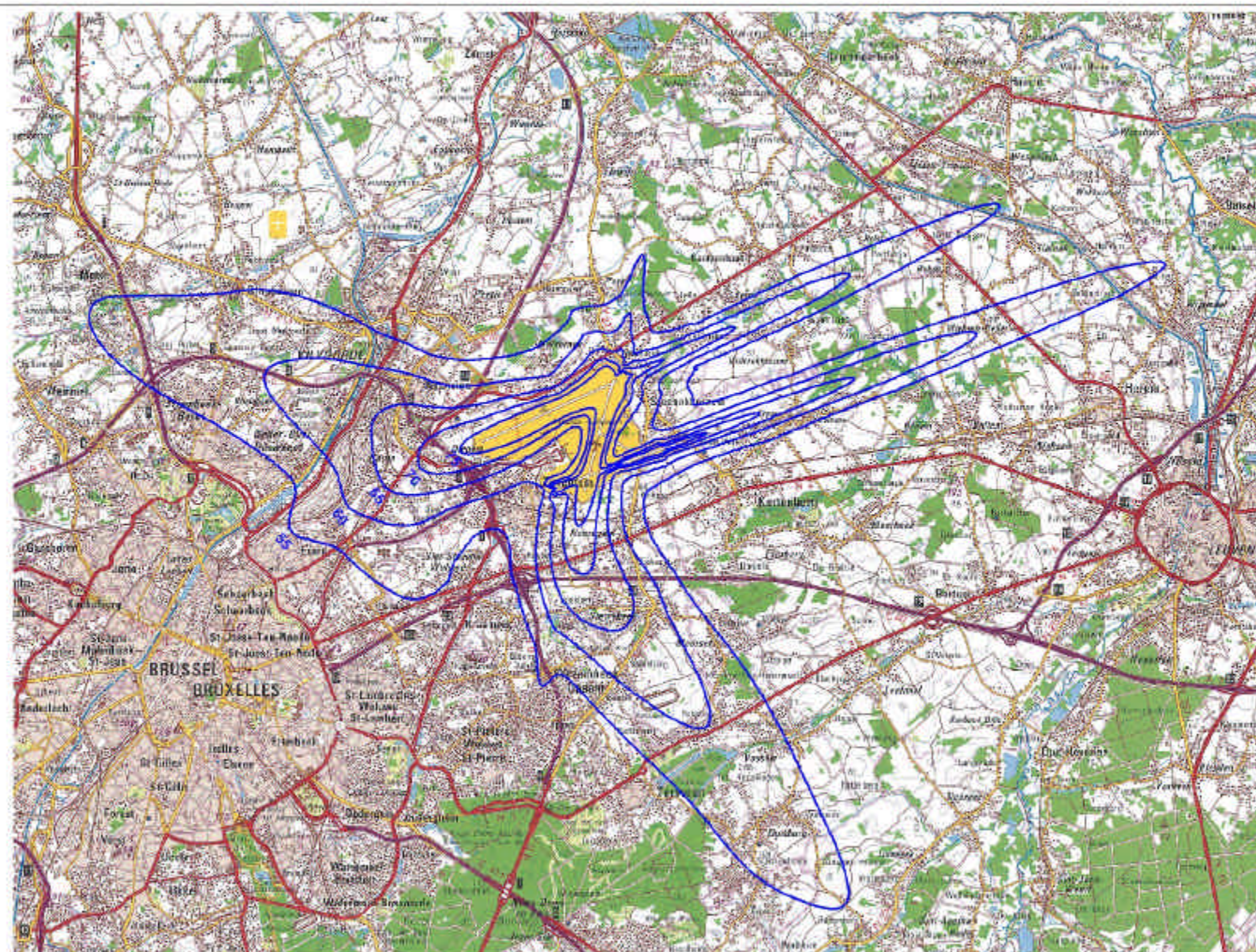
KU Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 2000  
B-3001 Leuven (Heverlee)





## L<sub>DN</sub> - geluidscontouren voor 2000

L<sub>DN</sub> - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een topografische kaart



### Legende

 L<sub>DN</sub> - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

 Meetposten

 0 2 4 kilometer 

### Bronnen

Topografische kaart :  
Rasterversie Topografische kaart NIG  
schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

KU Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 2000  
B-3001 Leuven (Heverlee)





## Bijlage 7    Geluidscontouren op bevolkingskaart, 2000

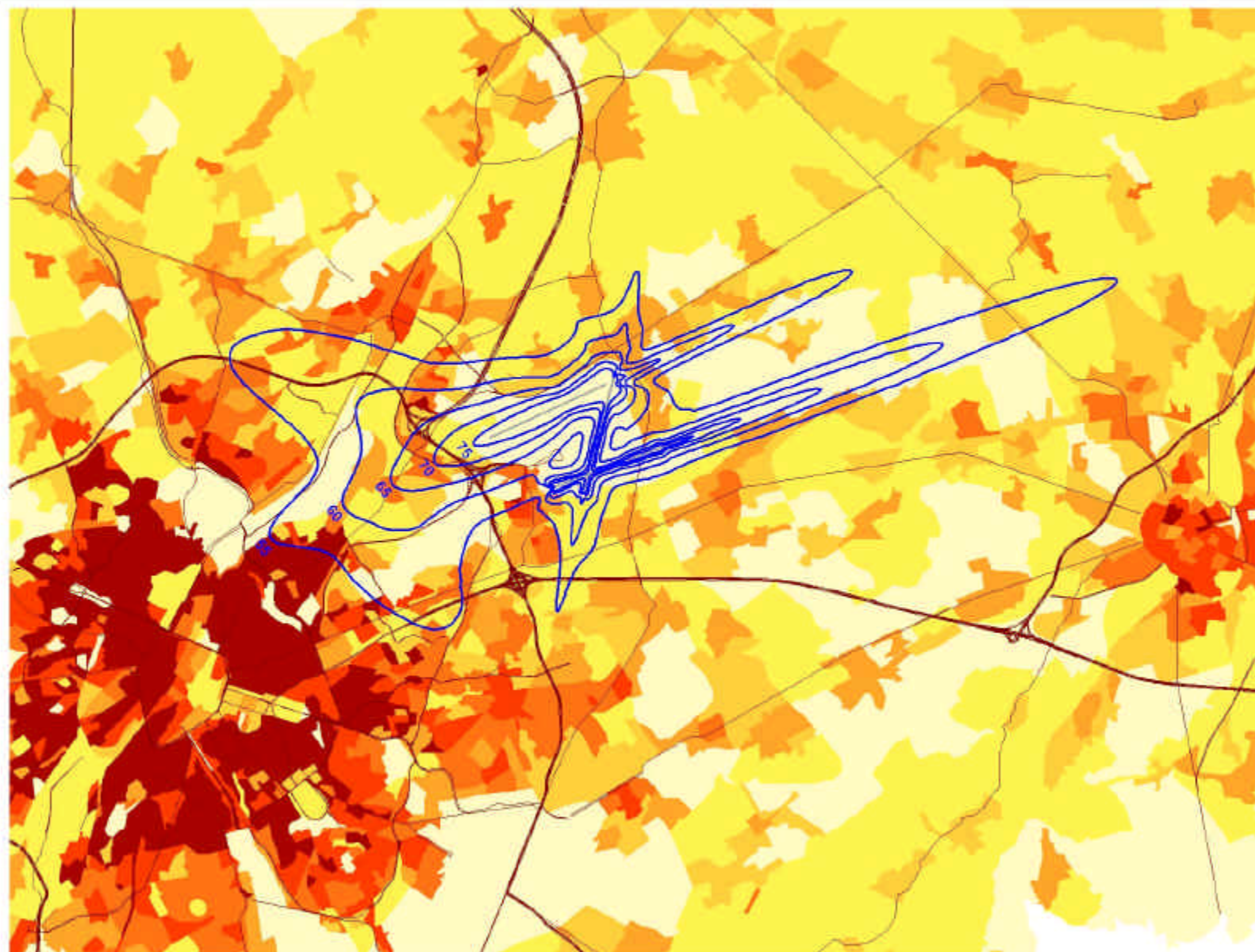
$L_{Aeq,dag}$  – geluidscontouren voor 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997

$L_{Aeq,nacht}$  – geluidscontouren voor 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997

$L_{DN}$  – geluidscontouren voor 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997

**L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren voor 2000**  
**VLAREM : nacht 23.00u - 06.00u**

L<sub>Aeq,dag</sub> - geluidscontouren  
 rond de luchthaven  
 Brussel - Nationaal  
 op een bevolkingskaart



**Legende**

L<sub>Aeq,dag</sub>- geluidscontouren  
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
 voor 2000

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
 [inwoners / hectare]

< 0,5  
 0,5 - 4,5  
 4,5 - 14,5  
 14,5 - 26,5  
 26,5 - 56,5  
 56,5 - 99,5  
 >= 99,5

0 2 4 kilometer

**Bronnen**

Bevolkingsgegevens ;  
 Nationaal Instituut voor de  
 Statistiek (1997)

Statistische sectoren ;  
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren ;  
 Berekeningen door ATF m.b.v.  
 het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon ;  
 Street Map, Teleatlas

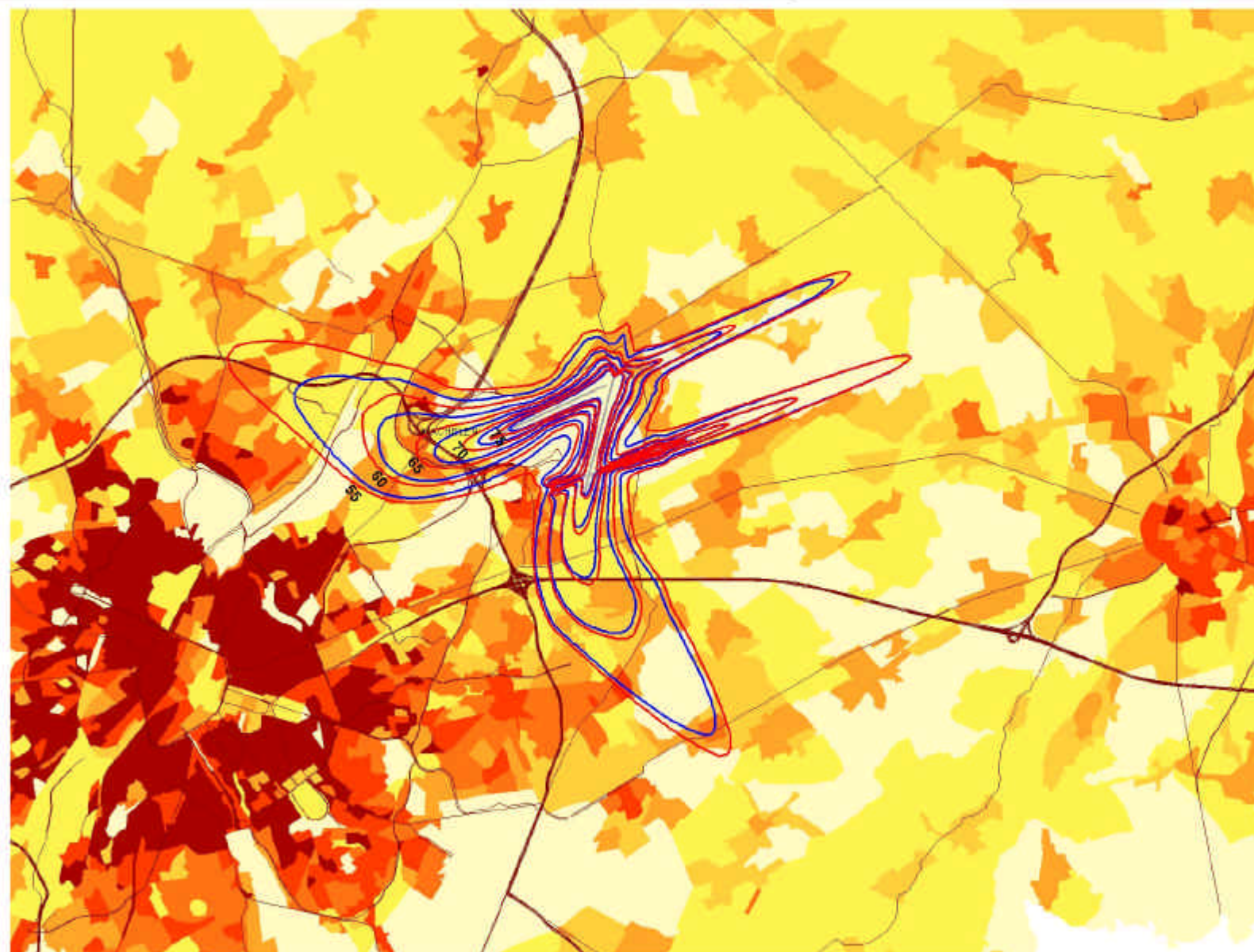
K.U. Leuven  
 LABORATORIUM VOOR  
 AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
 Celestijnenlaan 200D  
 B-3001 Leuven (Heverlee)





## Evolutie $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 1999 en 2000

$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



### Legende

$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 1999

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]

< 0,5  
0,5 - 4,5  
4,5 - 14,5  
14,5 - 26,5  
26,5 - 66,5  
66,5 - 99,5  
≥ 99,5

0 5 Kilometers

### Bronnen

Bevolkingsgegevens :  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon :  
Street Map, Telesatlas

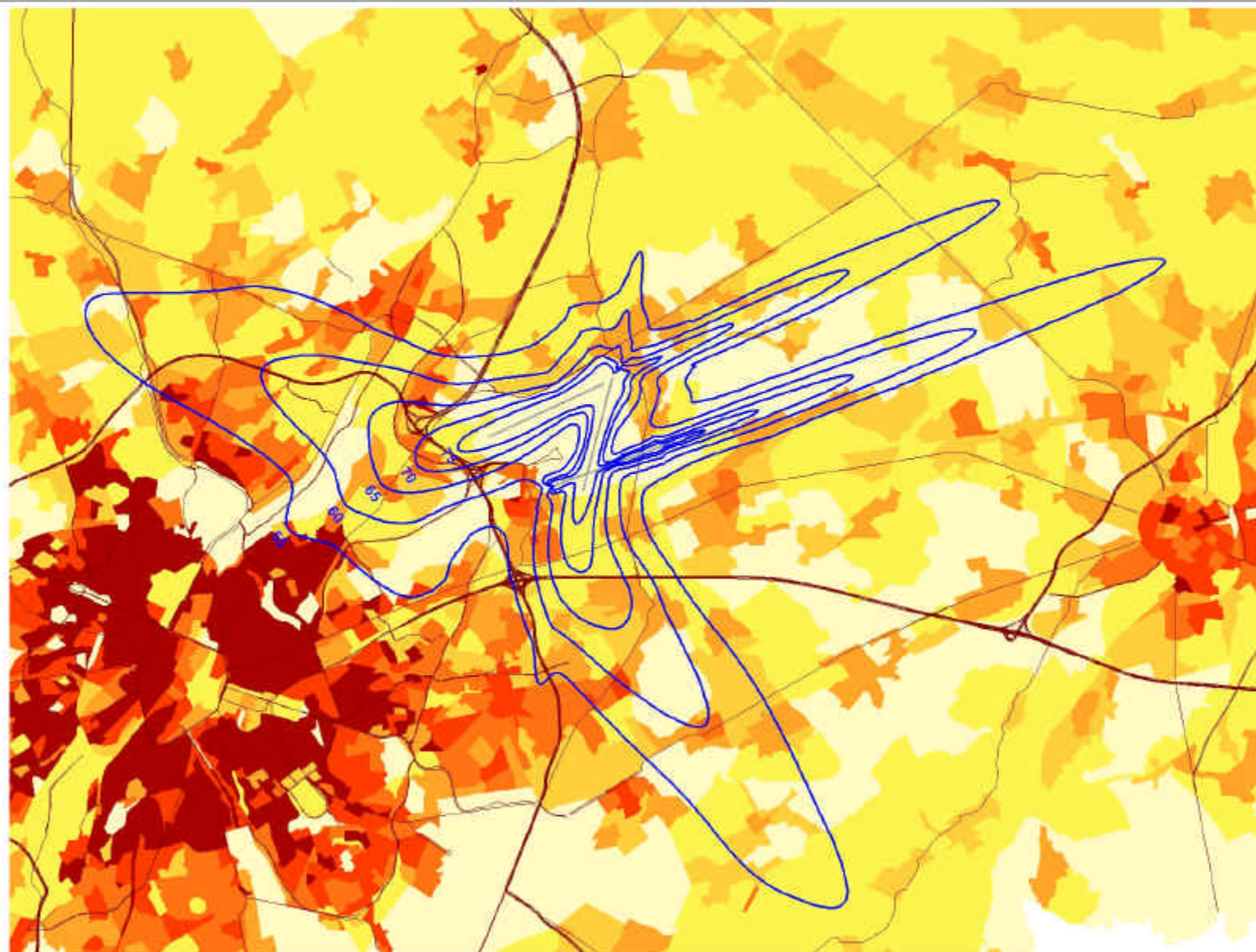
K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)





**L<sub>DN</sub> - geluidsc contouren voor 2000**  
**VLAREM : nacht 23.00u - 06.00u**

L<sub>DN</sub> - geluidsc contouren  
 rond de luchthaven  
 Brussel - Nationaal  
 op een bevolkingskaart



**Legende**

L<sub>DN</sub> - geluidsc contouren  
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
 voor 2000

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
 [inwoners / hectare]

< 0,5  
 0,5 - 4,5  
 4,5 - 14,5  
 14,5 - 26,5  
 26,5 - 56,5  
 56,5 - 99,5  
 >= 99,5

0 2 4 kilometer

**Bronnen**

Bevolkingsgegevens :  
 Nationaal Instituut voor de  
 Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidsc contouren :  
 Berekeningen door ATF m.b.v.  
 het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon :  
 Street Map, Teleatlas

K.U. Leuven  
 LABORATORIUM VOOR  
 AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
 Celestijnenlaan 200D  
 B-3001 Leuven (Heverlee)



## Bijlage 8    Geluidscontourenkaarten, Evolutie 1999-2000

$L_{Aeq,dag}$  – geluidscontouren voor 1999 en 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997

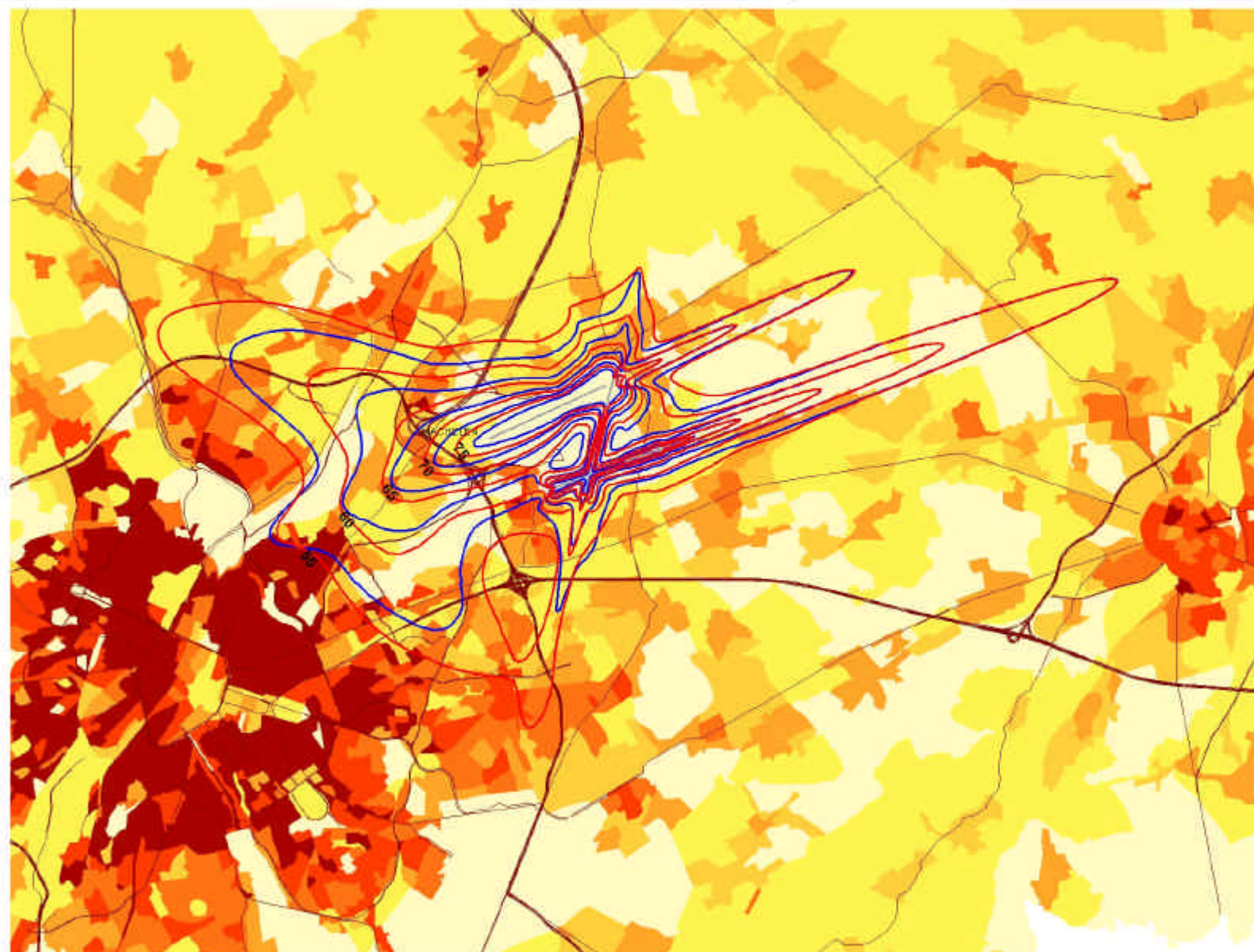
$L_{Aeq,nacht}$  – geluidscontouren voor 1999 en 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997

$L_{DN}$  – geluidscontouren voor 1999 en 2000, achtergrond bevolkingskaart 1997



## Evolutie $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren voor 1999 en 2000

$L_{Aeq,dag}$  - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



### Legende

  $L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 2000

  $L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren  
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)  
voor 1999

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]

 < 0,5  
 0,5 - 4,5  
 4,5 - 14,5  
 14,5 - 26,5  
 26,5 - 66,5  
 66,5 - 99,5  
 >= 99,5

0 2 Kilometers 

### Bronnen

Bevolkingsgegevens :  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon :  
Street Map, Teleatlas

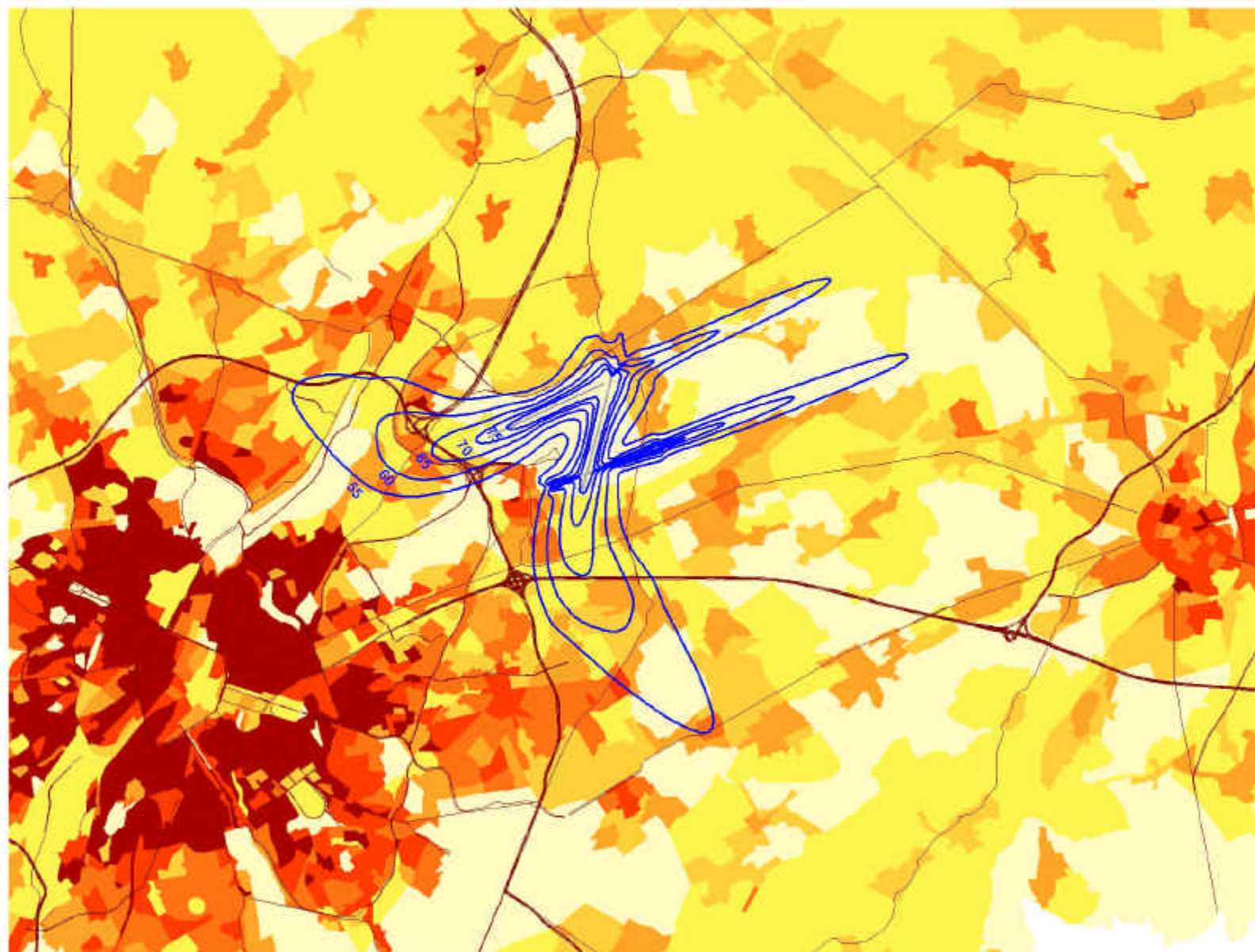
K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)





**$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren voor 2000**  
**VLAREM : Nacht 23.00u - 06.00u**

$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren  
 rond de luchthaven  
 Brussel - Nationaal  
 op een bevolkingskaart



**Legende**

$L_{Aeq,nacht}$  - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
 [inwoners / hectare]

< 0.5  
 0.5 - 4.5  
 4.5 - 14.5  
 14.5 - 26.5  
 26.5 - 56.5  
 56.5 - 99.5  
 >= 99.5

0 2 4 km

**Bronnen**

Bevolkingsgegevens :  
 Nationaal Instituut voor de  
 Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
 Berekeningen door ATF m.b.v.  
 het rekenmodel INM 5.2a

Wegspatrosn :  
 Street Map, Teleatlas

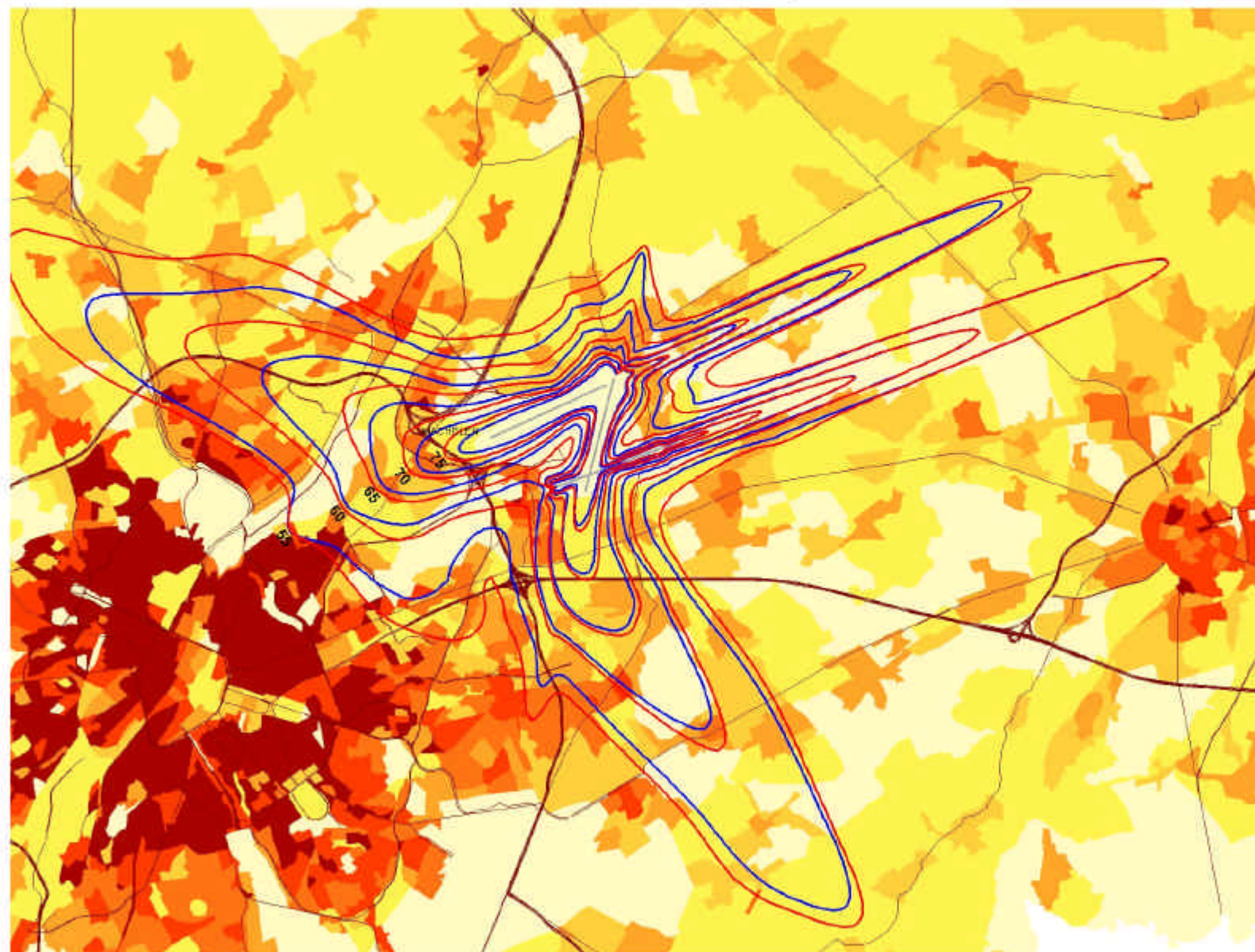
K.U. Leuven  
 LABORATORIUM VOOR  
 AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
 Celestijnenlaan 200D  
 B-3001 Leuven (Heverlee)





## Evolutie $L_{DN}$ - geluidscontouren voor 1999 en 2000

$L_{DN}$  - geluidscontouren  
rond de luchthaven  
Brussel - Nationaal  
op een bevolkingskaart



### Legende

- $L_{DN}$  - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000
- $L_{DN}$  - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 1999
- Grens fusiegemeente
- Meetposten

Bevolkingsdichtheid (1997)  
[inwoners / hectare]

- < 0,5
- 0,5 - 4,5
- 4,5 - 14,5
- 14,5 - 26,5
- 26,5 - 66,5
- 66,5 - 99,5
- >= 99,5

0 2 Kilometers

### Bronnen

Bevolkingsgegevens :  
Nationaal Instituut voor de  
Statistiek (1997)

Statistische sectoren :  
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :  
Berekeningen door ATF m.b.v.  
het rekenmodel INM 5.2a

Wegenpatroon :  
Street Map, Teleatlas

K.U. Leuven  
LABORATORIUM VOOR  
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA  
Celestijnenlaan 200D  
B-3001 Leuven (Heverlee)

