



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



KATHOLIEKE
UNIVERSITEIT
LEUVEN

Geluidscontouren rond de luchthaven Brussel-Nationaal JAAR 2001

Door : Lic. Ph. Serruys
 Dr. J. Caerels
O.l.v.: Prof. Dr. J. Thoen

P.V. 4439N
05-09-2002

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding.....	1
1.1 Opgelegde berekeningen voor de luchthaven van Brussel-Nationaal	1
1.2 De recentste versie van het model.....	2
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
2.1.6 Het Dag-Avond-Nacht geluidsdrukkniveau (L_{den})	5
2.2 Verband tussen hinder en 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 Andere belangrijke evoluties	7
De vernieuwing van de vloot	8
3. Werkwijze voor de berekening van de geluidscontouren rond de luchthaven Brussel-Nationaal	10
3.1 Verzamelen van invoergegevens.....	10
3.1.1 Vluchtinformatie	11
3.1.2 Radardata.....	11
3.1.3 Meteorologische gegevens	12
3.2 Uitvoering van contourberekeningen	13
3.2.1 Overeenkomst metingen (NMS) – berekeningen (INM)	13
3.2.2 Verfijning van de berekening.....	13
3.3 Nabewerking in een GIS	13
4. Resultaten.....	15
4.1 Overeenkomst metingen (NMS) - Berekeningen (INM)	15
4.2 Evolutie van het event $L_{Aeq,24h}$ -niveau	17
4.3 Bespreking van de geluidscontouren en tabellen	19
4.3.1 $L_{Aeq,dag}$ - contouren	19
4.3.2 $L_{Aeq,nacht}$ - contouren	20
4.3.3 L_{DN} - contouren	21
4.3.4 L_{night} - contouren	21
4.3.5 L_{den} – contouren (avond 19-23h, nacht 23-07h volgens EU).....	21
4.4 Aantal potentieel sterk gehinderden.....	22

Bijlage 1	Verdeling van het baangebruik in 2001	25
Bijlage 2	Ligging van de meetposten.....	28
Bijlage 3	Technische nota	29
Bijlage 4	De gevolgen van het gebruik van een vernieuwde methode voor de berekening van de contouren.	32
Bijlage 5	Resultaten contourberekeningen 2001.....	35
Bijlage 6	Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2001	42
Bijlage 7	Geluidscontouren op topografische kaart, 2001	49
Bijlage 8	Geluidscontouren op bevolkingskaart, 2001	55
Bijlage 9	Geluidscontourenkaarten, Evolutie 2000(studierapport)-2001	61

Lijst met figuren

Figuur 1	Voorstelling van het A-gewogen equivalente geluidsdrukkniveau ($L_{Aeq,T}$).....	4
Figuur 2	Perc. pot. sterk gehinderden als functie van L_{DN} voor vliegtuiglawaai	6
Figuur 3	Evolutie vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1991-2001 (Bron : BIAC).....	6
Figuur 4	Evolutie vliegverkeer gedurende de nacht te Brussel-Nationaal 1995-2001	7
Figuur 5	Evolutie $L_{Aeq,24h}$ - niveau ter hoogte van meetposten van het vaste meetnet ...	18
Figuur 6	Evol. aantal pot. sterk gehinderden binnen L_{DN} - contour / gemeente	23
Figuur 7	Configuratie en naamgeving start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal.....	25
Figuur 8	Proc. verdeling totaal aantal vertrekken en landingen in 2001.....	26
Figuur 9	Proc. verdeling aantal vertrekken en landingen overdag (06h-23h) in 2001 ...	26
Figuur 10	Proc. verdeling aantal vertrekken en landingen 's nachts (23h-06h) in 2001..	26
Figuur 11	Proc. verdeling aantal vertrekken en landingen 's nachts (23h-07h) in 2001..	27
Figuur 12	Proc. verdeling aantal vertrekken en landingen 's avonds (19h-23h) in 2001 .	27
Figuur 13	Vergelijking van simulaties met INM 5.2a en INM 6.0a	34
Figuur 14	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ - contouren (1996-2001)	42
Figuur 15	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ - contouren (1996-2001)	43
Figuur 16	Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2001)	44
Figuur 17	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2001) ...	45
Figuur 18	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2001) .	46
Figuur 19	Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} - contouren (1996-2001).....	47

Lijst met tabellen

Tabel 1:	Evolutie vertrekken meest tot de geluidsbelasting bijdragende vliegtuigtypes	8
Tabel 2:	Overeenkomst berekeningen – metingen.....	16
Tabel 3:	Evolutie verschillen tussen berekeningen en metingen doorheen de jaren.....	16
Tabel 4:	Evolutie aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} -contour/gemeente ..	23
Tabel 5:	Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente voor 2001	35
Tabel 6:	Oppervlakten per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2001.....	35
Tabel 7:	Oppervlakten per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2001.....	36
Tabel 8:	Oppervlakten per L_{night} -contourzone en per gemeente voor 2001	36
Tabel 9:	Oppervlakten per $L_{den,23-07h}$ -contourzone en per gemeente voor 2001	37
Tabel 10:	Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2001	38
Tabel 11:	Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2001	38
Tabel 12:	Bevolkingsaantal per L_{DN} -contourzone en per gemeente 2001	39
Tabel 13:	Bevolkingsaantal per L_{night} -contourzone en per gemeente 2001	39
Tabel 14:	Bevolkingsaantal per $L_{DEN,23-07h}$ -contourzone en per gemeente 2001	40
Tabel 15:	Aantal pot. sterk gehinderden / L_{DN} -contourzone en gemeente voor 2001	41
Tabel 16:	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -Contouren (1996-2001)	42
Tabel 17:	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2001).....	43
Tabel 18:	Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2001).....	44
Tabel 19:	Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{night} -contouren (2000-2001)	44
Tabel 20:	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2001)	44
Tabel 21:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -Contouren (1996-2001)	45
Tabel 22:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren(1996-2001).....	46
Tabel 23:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} (1996-2001).....	47
Tabel 24:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{night} -contouren (2000-2001)	48
Tabel 25:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contour (2000-2001) ..	48

Lijst met contourenkaarten

L _{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart	50
L _{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart	51
L _{DN} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart	52
L _{night} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart	53
L _{den(19-23-07h)} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart	54
L _{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	56
L _{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	57
L _{DN} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	58
L _{night} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	59
L _{den(19-23-07h)} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	60
L _{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	62
L _{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	63
L _{DN} – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	64
L _{night} – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	65
L _{den(19-23-07h)} – geluidscontouren 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001	66

Volgende kaarten op schaal 1/25.000 (A0 – formaat) zijn los bijgevoegd bij dit verslag

L_{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2001

L_{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2001

L_{DN} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart

1. Inleiding

1.1 Opgelegde berekeningen voor de luchthaven van Brussel-Nationaal

Het Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica (verder ATF) berekent sinds 1996 jaarlijks geluidscontouren voor het lawaai geproduceerd door het vliegverkeer van en naar de luchthaven van Brussel-Nationaal. Dit gebeurt in opdracht van BIAC of de toenmalige Regie der Luchtwezen. Voor de luchthaven van Brussel-Nationaal gelden de volgende verplichtingen:

- Sinds 1999 werd deze berekening van geluidscontouren verplicht door de VLAREM-wetgeving¹ voor klasse 1 vliegvelden². In het kader van VLAREM moeten drie soorten geluidscontouren berekend worden:
 - L_{DN} -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor een weergave van de geluidsbelasting over een etmaal enerzijds, en ter bepaling van het aantal potentieel sterk gehinderden anderzijds;
 - $L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor een weergave van de geluidsbelasting overdag;
 - $L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor een weergave van de geluidsbelasting 's nachts, met de nacht gaande van 23 uur tot 06 uur, conform de VLAREM-wetgeving;
- Bovenop de VLAREM - verplichtingen legt de milieuvergunning van BIAC twee extra geluidscontourberekeningen op. Deze twee berekeningen stemmen overeen met de parameters voorzien in de Europese richtlijn³ inzake omgevingslawaai.

¹ 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*

² 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

³ Het Europees Parlement, *Richtlijn van het Europees Parlement en de Raad inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai*, PE-CONS 3611/02, 8/04/2002.

- L_{night} -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor een weergave van de geluidsbelasting 's nachts, met de nacht gaande van 23 uur tot 07 uur, conform de nieuwe Europese richtlijn voor omgevingslawaai.
 - L_{den} -geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor een weergave van de geluidsbelasting over 24 uur, met een wegingsfactor voor de nacht van 23 uur tot 07 uur, conform de Europese richtlijn voor omgevingslawaai, en een wegingsfactor voor de avond van 19 uur tot 23 uur.
- 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 bepaald worden op basis van de in VLAREM opgenomen dosis-respons relatie;
 - De geluidszones moeten worden aangegeven op een kaart op schaal 1/25 000;

1.2 De recentste versie van het model.

De resultaten die zijn opgenomen in dit rapport werden berekend met het INM - model versie 6 (6.0c), de recentste versie van het programma.

De tabellen met bevolkingsaantallen binnen de geluidscontouren en het aantal potentieel sterk gehinderden werden berekend de hand van de recentste bevolkingsgegevens van 1 januari 2001. Aan de hand van deze methodiek wordt het geluid rond de luchthaven op de meest actuele wijze beschreven.

Tegelijkertijd mag de vergelijkbaarheid met de vorige jaren niet in het gedrang komen. Daarom werden in 1999 en 2000 naast het officieel rapport ook telkens studierapporten gemaakt, waarin net zoals voor dit officieel rapport van 2001 de recentste versie van het INM – model werd gehanteerd.

Beide versies van het model worden uitvoerig vergeleken in Bijlage 4 en Bijlage 6 van dit verslag.

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.

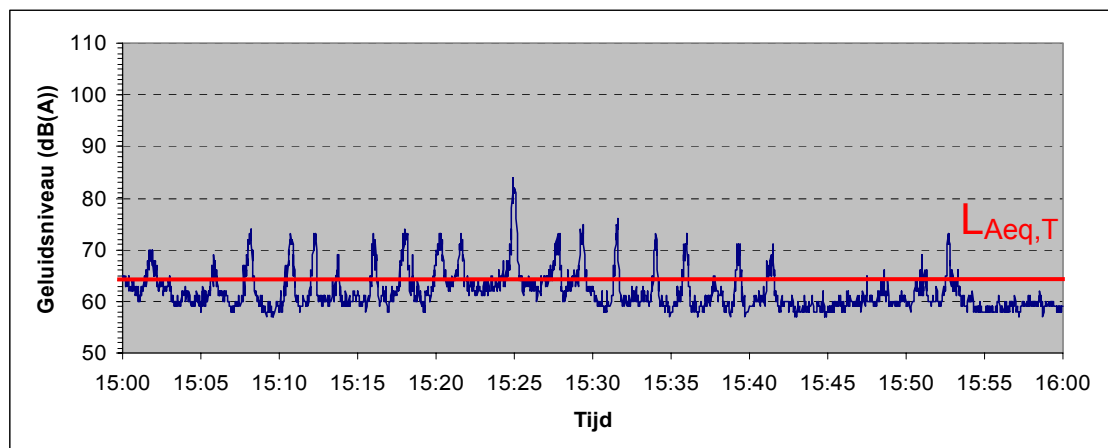
Dichterbij de geluidsbron liggen de geluidscontouren met de hoogste waarden. Verder van de geluidsbron is de waarde van de geluidscontouren lager.

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 het energetisch gemiddelde van de geluidsdruk die tijdens de 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 toongevoeligheid van het menselijke oor. Geluiden bij frequenties waar het oor gevoelig is, wegen zwaarder door dan geluiden bij frequenties waar ons oor minder 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 en de milieuvergunning van de luchthaven moeten 3 soorten $L_{Aeq,T}$ -contouren worden berekend, namelijk :

- ➔ $L_{Aeq,dag}$: het equivalente geluidsdruk niveau voor de dagperiode, gedefinieerd als de periode tussen 06:00h en 23:00h
- ➔ $L_{Aeq,nacht}$: het equivalente geluidsdruk niveau voor de nachtperiode, gedefinieerd als de periode tussen 23:00h en 06:00h
- ➔ L_{night} : het equivalente geluidsdruk niveau voor de nachtperiode, gedefinieerd als de periode tussen 23:00h en 07:00h

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

Om tot een totaal beeld te komen van het geproduceerde geluid rond de luchthaven wordt algemeen geopteerd om niet te werken met het equivalent geluidsdrukniveau over 24 uur of $L_{Aeq,24h}$. Lawaai gedurende de nachtperiode wordt immers als hinderlijker ervaren dan hetzelfde lawaai in de dagperiode en een $L_{Aeq,24h}$ bijvoorbeeld houdt met dit onderscheid geen rekening. Volgens de VLAREM loopt de nachtperiode van 23:00 uur tot 06:00 uur.

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

2.1.6 Het Dag-Avond-Nacht geluidsdrukniveau (L_{den})

Dit geluidsdrukniveau heeft hetzelfde doel als het dag-nacht geluidsdrukniveau L_{DN} , alleen wordt hier niet alleen een wegingsfactor gegeven aan de nacht, maar ook aan de avond. De wegingsfactor 10 voor de nacht, of het bijtellen van 10 dB(A) bij elke nachtvlucht, is dezelfde als de factor voor de berekening van de L_{DN} . De avond krijgt hier een wegingsfactor 3,16. Er wordt met andere woorden 5 dB(A) bij elke avondvlucht geteld. Volgens de Europese richtlijn omtrent omgevingslawaai loopt de avond van 19:00 uur tot 23:00 uur en de nacht van 23:00 uur tot 07:00 uur.

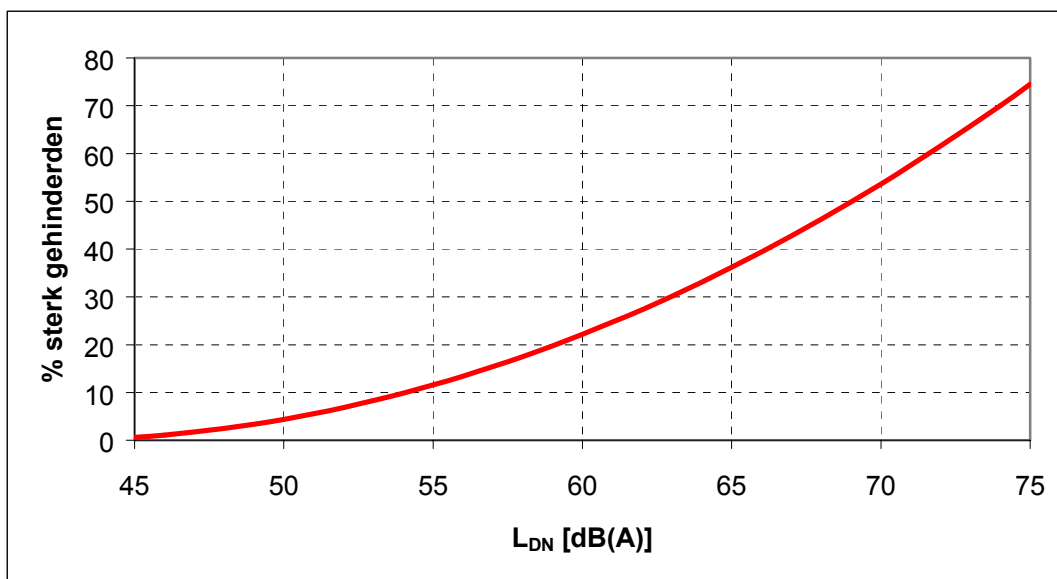
2.2 Verband tussen hinder en geluidsbelasting

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

De VLAREM-wetgeving legt de formule van Miedema op om het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} -contour van 55 dB(A) te berekenen. De formule is afkomstig van de synthese-analyse door Miedema (1992) van verschillende geluidshinderonderzoeken (1992) rond diverse Europese en Amerikaanse luchthavens. Hieruit stelde hij een hindercurve op die het percentage van de bevolking dat potentieel ernstig gehinderd is, weergeeft bij een gegeven L_{DN} -geluidsdrukniveau (Figuur 2) ⁴. De hindercurve, waaruit het aantal potentieel sterk gehinderden rond de luchthaven wordt berekend, heeft de volgende formule :

$$\% \text{ Potentieel sterk gehinderden} = 0,0684 * (L_{DN} - 42)$$

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

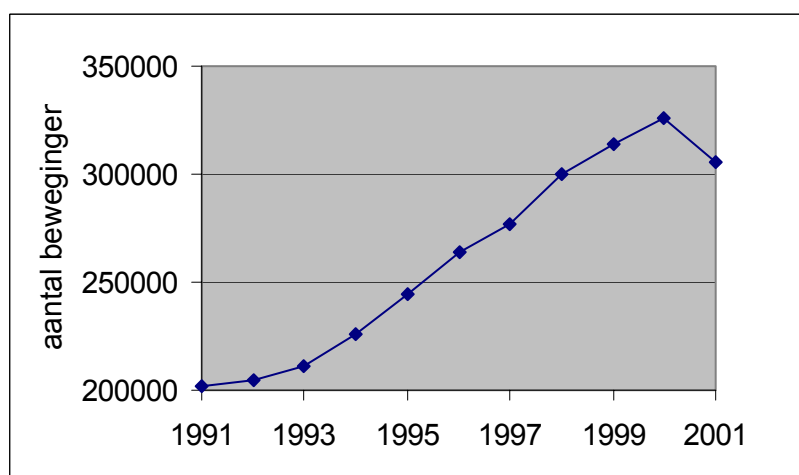


Figuur 2 Percentage potentieel sterk gehinderden als functie van L_{DN} voor vliegtuiglawaai (Bron : Miedema 1992)

2.3 Evolutie van het vliegverkeer van en naar Brussel-Nationaal

2.3.1 Evolutie van het aantal vluchten

Een van de belangrijkste factoren in de berekening van de geluidscontouren rond een luchthaven is het aantal vluchten dat gedurende het jaar heeft plaatsgevonden. Het vliegverkeer van en naar Brussel-Nationaal is in 2001 gedaald, voor het eerst sinds vele jaren. In onderstaande figuur (Figuur 3) wordt het verloop van het aantal vluchten voor de laatste 10 jaar weergegeven.

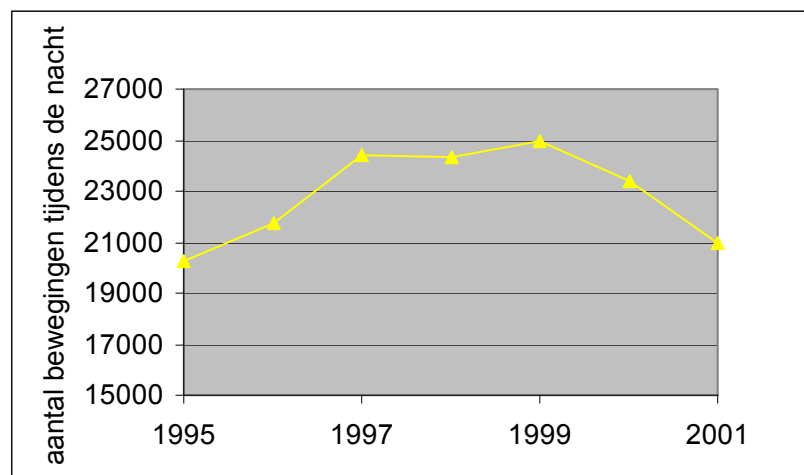


Figuur 3 Evolutie van het vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1991-2001 (Bron : BIAC)

Het totaal aantal vliegbewegingen bedroeg 305 537 vluchten in 2001, een daling van 6,28% ten opzichte van het aantal vliegbewegingen in 2000. Vooral de gebeurtenissen van 11 september 2001 en de faillissementen van Citybird en Sabena in november zijn de oorzaken van de daling in vliegbewegingen op de luchthaven Brussel-Nationaal.

Het aantal dagbewegingen is met 5,96% gedaald terwijl het aantal nachtvluchten een sterke daling van 10,28% heeft ondergaan. De dalende trend van het aantal nachtvluchten die reeds bestond in 2000, zet zich aldus onverminderd voort. Een schematisch verloop van het aantal nachtvluchten van de voorbije jaren wordt gegeven op onderstaande figuur (Figuur 4).

Het is te verwachten dat deze belangrijke daling ten opzichte van 2000 zal weerspiegeld worden in de berekende contouren, en dan vooral in de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren en L_{DN} -contouren waar vluchten gedurende de nachtperiode een belangrijkere bijdrage krijgen toegewezen.



Figuur 4 Evolutie van het vliegverkeer gedurende de nacht te Brussel-Nationaal 1995-2001 (Bron : BIAC)

2.3.2 Andere belangrijke evoluties

De uitbreiding van de 'Grand Tour du Brabant'.

Eerst en vooral is de maatregel van de "uitbreiding van de Grand Tour du Brabant", in april 2001 ingevoerd, van groot belang voor de evolutie van de nachtbewegingen op Brussel-Nationaal. Deze maatregel houdt in dat de zwaardere en luidruchtigste vliegtuigen die 's nachts (tussen 01 uur tot 06 uur) opstijgen en zuidwaarts vliegen, niet langer vanop baan 20 opstijgen maar vanop baan 25R en de "Grand Tour du Brabant" volgen. Deze route maakt een grote bocht in noordelijke richting om de meest dichtbevolkte zones van de Brusselse agglomeratie te ontwijken.

Men mag eveneens verwachten dat de invloed hiervan op de berekende geluidscontouren 2001 groot zal zijn.

De vernieuwing van de vloot

De maatregelen genomen in februari 2000 door de Federale Overheid, die de luchtvaartmaatschappijen dwingen hun vloot te vernieuwen naar minder luidruchtige toestellen, moeten hier eveneens vermeld worden. De invoering van het geluidsquotasysteem⁵ voor de nachtperiode is hier de belangrijkste beslissing geweest. Deze maatregel gebeurt in verschillende stappen en moet volledig doorgevoerd zijn tegen 2003. De invloed ervan was reeds merkbaar in 2000 en dit zet zich voort in 2001.

Tabel 1: Evolutie in de vertrekken van de meest tot de geluidsbelasting bijdragende vliegtuigtypes te Brussel-Nationaal

# vertrekken	Dagperiode			Nachtperiode			Qcdep
Vltype	1999	2000	2001	1999	2000	2001	
B742	625	583	501	165	134	39	57
B743	511	49	16	8	1	1	50,1
DC86	29	14	1	6	2	0	38,7
BA11	61	20	8	0	1	0	28
B744	464	566	655	44	35	16	23
DC10	680	687	486	353	316	294	20,7
T154	198	207	304	4	2	1	20,3
B732	10 420	3 012	540	272	50	5	17,4
B722	1 373	1 241	1 031	3 917	3 153	2 309	16,3
A332	40	1 853	1 647	0	4	2	11,7
C130	1 103	1 167	1 050	215	87	4	11,6
A306	214	141	222	1	11	15	11,4
A343	4	733	654	0	92	34	11,2
DC9	427	66	0	3	0	0	11,2
MD11	1 744	1 747	1 013	329	275	77	11,2
B721	153	130	126	764	515	508	10,8
A30B	1 104	867	1 110	1 038	1 902	2 205	10,7
A330	1 680	10	0	12	0	0	10,2
A340	1 489	252	243	39	43	1	9,2
DC87	91	72	51	257	66	5	8,4
B763	2 584	2 764	2 262	24	31	34	7,8
B762	213	57	581	30	3	80	7,7
A310	373	418	395	10	18	31	7,2
MD82	5 076	3 517	2 966	19	11	6	6

⁵ 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 14 259, 26 okt. 2000 en gepubliceerd in het BS. 17 nov. 2000

Door de evolutie in de vloot van 1999 tot 2001 te bekijken, kan men nagaan in hoeverre dit reeds gebeurd is. Deze evolutie is weergegeven in de bovenstaande tabel waarin de vliegtuigtypes opgenomen zijn die o.b.v. quotacount (Qcdep) en aantallen het meest bijdragen in de geluidsbelasting rond de luchthaven.

Voor de nachtperiode is de evolutie van toestellen met een groot quotacount naar toestellen met een lager quotacount zeer opmerkelijk. De vervanging van Boeing 727-200 (B722) toestellen door Airbus 300 (A30B en A306) toestellen, die bij DHL aan de gang is (samen met de vervanging met de Boeing 757), komt bijvoorbeeld duidelijk naar voor.

Gezien de daling van het aantal vluchten en een duidelijke verschuiving van de vloot naar minder lawaaierige toestellen, wordt een afname verwacht in de grootte van de geluidscontouren 2001.

De afschaffing van de 'route Chabert'

Verder is er nog de afschaffing van de 'route Chabert' (voornamelijk SID CIV4D) als vermeldenswaardige maatregel. Het gaat hier om de SID die in het verlengde van baan 25R loopt, recht over de Brusselse agglomeratie. Ter vervanging van deze route wordt dan over de noordrand van Brussel gevlogen (voornamelijk SID CIV6C).

Wijzigingen in de vliegprocedures

Tenslotte zijn er wijzigingen gebeurd in de vliegprocedures die van belang zijn voor de evolutie van de contouren. Voor de vertrekken van baan 25R naar het zuiden werden de vliegprocedures veranderd vanaf november 2000. Er werd toen opgelegd pas na het bereiken van een hoogte van 2000 voet naar het zuiden af te draaien, in plaats van 1 700 voet in het verleden.

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

Bij het bepalen van geluidscontouren moet worden gezocht naar punten rond de luchthaven waar een gelijke geluidsbelasting wordt waargenomen. De geluidsbelasting op elk punt meten is echter ondenkbaar. Daarom is internationaal aanvaard de geluidscontouren te bepalen aan de hand 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 verwerking van de contouren 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. Op basis van de gegevens van een volledig jaar, wordt een gemiddeld etmaal bepaald.

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 van Brussel-Nationaal voor het jaar 2001 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 totaal aantal vluchten gedurende het jaar. Deze extrapolatie is in de praktijk slechts een kleine fractie (minder dan 1 %).

Voor elk vliegtuigtype in de databank moet een equivalent in INM worden gezocht op basis van type, motoren, immatriculatie, In de meeste gevallen zijn de vliegtuigtypes aanwezig in INM of voorziet INM in een vervangtype en naarmate de versies van het model vorderen, worden steeds meer types opgenomen. Indien toch niet aanwezig, wordt het vliegtuig gesimuleerd door een gelijkwaardig vliegtuig op basis van door ECAC doc. 29 goedgekeurde vervangingen. Voor een kleine fractie die nog niet geïdentificeerd kan worden in INM, wordt een equivalent gezocht op basis van de geluidsdata.

Op basis van de te vliegen afstand 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 o.a. 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 radargegevens⁶ gedurende het jaar. Het definiëren van een aantal subroutes naast deze gemiddelde route houdt rekening met de reële spreiding op deze SID.

Onderzoek van de radargegevens in 1999 heeft aangetoond dat de werkelijk gevlogen tracks goed kunnen beschreven worden wanneer, voor de meest gebruikte SIDs, de vliegtuigen ingedeeld worden in 6 groepen. Voor de minder gebruikte SIDs is 1 SID voldoende, inclusief spreiding. Voor elke groep werden radargegevens genomen van een aantal dagen verspreid over het jaar, op een manier dat elke weekdag 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 .

3.1.3 Meteorologische gegevens

Voor de berekening van de contouren van 2001 werden ook de gemiddelde meteorologische omstandigheden in het INM ingevoerd. Deze basisgegevens werden elk uur door BELGOCONTROL tijdens het afgelopen jaar opgemeten. Het gebruik van deze gegevens maakt de berekening van een exacte gemiddelde kopwind voor elke baanrichting op de luchthaven mogelijk. De ingegeven relatieve luchtvochtigheid werd niet gewijzigd ten opzichte van de berekeningen van de vorige jaren. De waarde blijkt immers een zeer goede benadering te zijn van de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid op Brussel - Nationaal.

De gemiddelde kopwind voor elke richting waarin een of meerdere banen van de luchthaven liggen, werd als volgt berekend:

- Eerst en vooral werden de gegevens per baan apart genomen. De vertrekken en aankomsten werden samengehouden.
- Via het uur van vertrek of aankomst werd elke beweging verbonden aan de meteorologische gegevens.
- Vervolgens werd de component van de windsnelheid op een bepaald moment in de richting van de betrokken baan berekend.

⁶ Radargegevens rond Brussel Nationaal zijn beschikbaar tot 4 000 voet en binnen een voor de contourberekeningen voldoende groot kader.

- De gemiddelde componenten per windrichting en windsterkte werden in een draaitabel uitgezet, net zoals het voorkomen (in percent) van een bepaalde windsterkte uit een bepaalde windrichting. De gemiddelde componenten werden dan vermenigvuldigd met het bijhorend percentage van voorkomen.
- Tenslotte werden de uitgekomen producten opgeteld. Deze som is de gemiddelde kopwind op de betrokken baan wanneer deze in gebruik is. De resultaten zijn de volgende: 4,35 knopen in de 25-richting; 7,31 knopen in de 07-richting; 6,23 knopen in de 02-richting en 6,70 knopen in de 20-richting.

3.2 Uitvoering van contourberekeningen

3.2.1 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 van BIAC.

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.

3.2.2 Verfijning van de berekening

De berekeningen werden uitgevoerd met het INM - model 6.0c en een refinement 9 en tolerance 0,5.

3.3 Nabewerking in een GIS

Het inbrengen van de geluidscontouren in een Geografisch Informatiesysteem (GIS) maakt, naast het afdrucken 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 op 1 januari 2001.

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 worden nagegaan 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.

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 uit het Noise Monitoring System.

Tabel 2: *Overeenkomst berekeningen – metingen*

	INM Berekende LAeq,24h	NMS LAeq,24h t.g.v. gekoppelde events < 75 s	INM - NMS
NMT 01 Steenokkerzeel	64,4	62,2	2,2
NMT 02 Kortenberg	71,0	70,8	0,2
NMT 03 Diegem	72,5	72,9	-0,4
NMT 04 Nossegem	62,2	64,1	-1,9
NMT 06 Evere	52,6	53,6	-1,0
NMT 07 Sterrebeek	49,3	50,5	-1,2
NMT 08 Kampenhout	54,1	54,5	-0,4
NMT 09 Perk	51,8	49,8	2,0
NMT 10 Neder-Over-Heembeek	56,9	58,2	-1,3
NMT 11 Sint-Pieters-Woluwe	51,2	50,2	1,0
NMT 12 Duisburg	47,6	43,4	4,2
NMT 13 Grimbergen	49,6	47,6	2,0
NMT 14 Wemmel	50,1	49,3	0,8
NMT 15 Zaventem	55,3	54,8	0,5
NMT 16 Veltem	58,9	59,4	-0,5

De vergelijking tussen de berekeningen met INM 6.0c in de meetposten en de metingen geeft betere resultaten dan de vorige jaren. Gezien de onzekerheden die er zijn op het geheel van meetposten/correlatie is de afwijking die hier wordt verkregen van dezelfde grootteorde als de mogelijke fout op de resultaten

Tabel 3: *Evolutie van de verschillen (in absolute waarden) tussen berekeningen en metingen doorheen de jaren*

	1998 INM 5.2a	1999 INM 5.2a	1999 INM 6.0a	2000 INM 5.2a	2000 INM 6.0b	2001 INM 6.0c
NMT01	0,5	5,5	4,0	4,6	3,3	2,2
NMT02	2,9	0,8	0,1	0,9	0,2	0,2
NMT03	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4
NMT04	1,6	2,1	1,8	2,5	1,8	1,9
NMT06	2,9	3,1	2,6	3,4	2,6	1,0
NMT07	2,3	0,2	1,0	0,6	1,0	1,2
NMT08	0,9	1,2	0,3	1,6	0,5	0,4
NMT09	5,5	0,6	0,5	3,4	3,5	2,0
NMT10	2,2	1,5	1,1	2,4	2,0	1,3
NMT11	1,0	1,2	0,7	1,0	0,1	1,0
NMT12	0,3	0,8	1,1	1,8	2,4	4,2
NMT13	1,2	1,3	1,6	1,1	1,7	2,0
NMT14	0,3	0,1	0,5	1,7	1,0	0,8
NMT15	0,8	0,5	0,2	0,2	0,0	0,5
NMT16	0,2	0,8	0,0	1,3	0,4	0,5
gemid.	1,53	1,31	1,03	1,77	1,38	1,31

De meetposten die in het verleden minder goede resultaten gaven bij de vergelijking tussen berekeningen en metingen, geven in 2001 nog slechts 2 dB(A) verschil aan of minder. Meetposten 06 en 09 zijn immers tevredenstellend, in tegenstelling tot andere jaren. Anderzijds geeft meetpost 12 in Duisburg een groot verschil aan tussen de berekening in INM 6.0c en de meting, en dit voor de eerste keer op deze meetpost. De verklaring hiervoor kan eventueel gevonden worden in het feit dat vele geluidsevents niet gecorreleerd zijn (ter bepaling van $L_{Aeq,24h}$ op basis van de metingen met het NMS) omdat het luchtverkeer in Duisburg veelal reeds boven 4 000 voet plaatsvindt en dus niet meer opgenomen is.

De resultaten op de overgrote meerderheid van de meetposten tonen aan dat de geluidscontouren voor 2001, net als de jaren voorheen, als waarheidsgetrouwe weergave mogen worden beschouwd van de geluidsbelasting ten gevolge van het vliegverkeer. Het is in deze context vermeldenswaard dat de betere resultaten ten opzichte van 2000 enerzijds te wijten zijn aan het beter functioneren van het 'Noise Monitoring System' in 2001. Anderzijds draagt het invoeren van meteorologische gegevens in het INM ook bij tot een betere benadering van de werkelijkheid. Op één enkele meetpost worden echter lichte afwijkingen genoteerd die verscheidene redenen kunnen hebben, zonder dat dit moet wijzen op een minder betrouwbare berekening van de geluidscontouren.

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

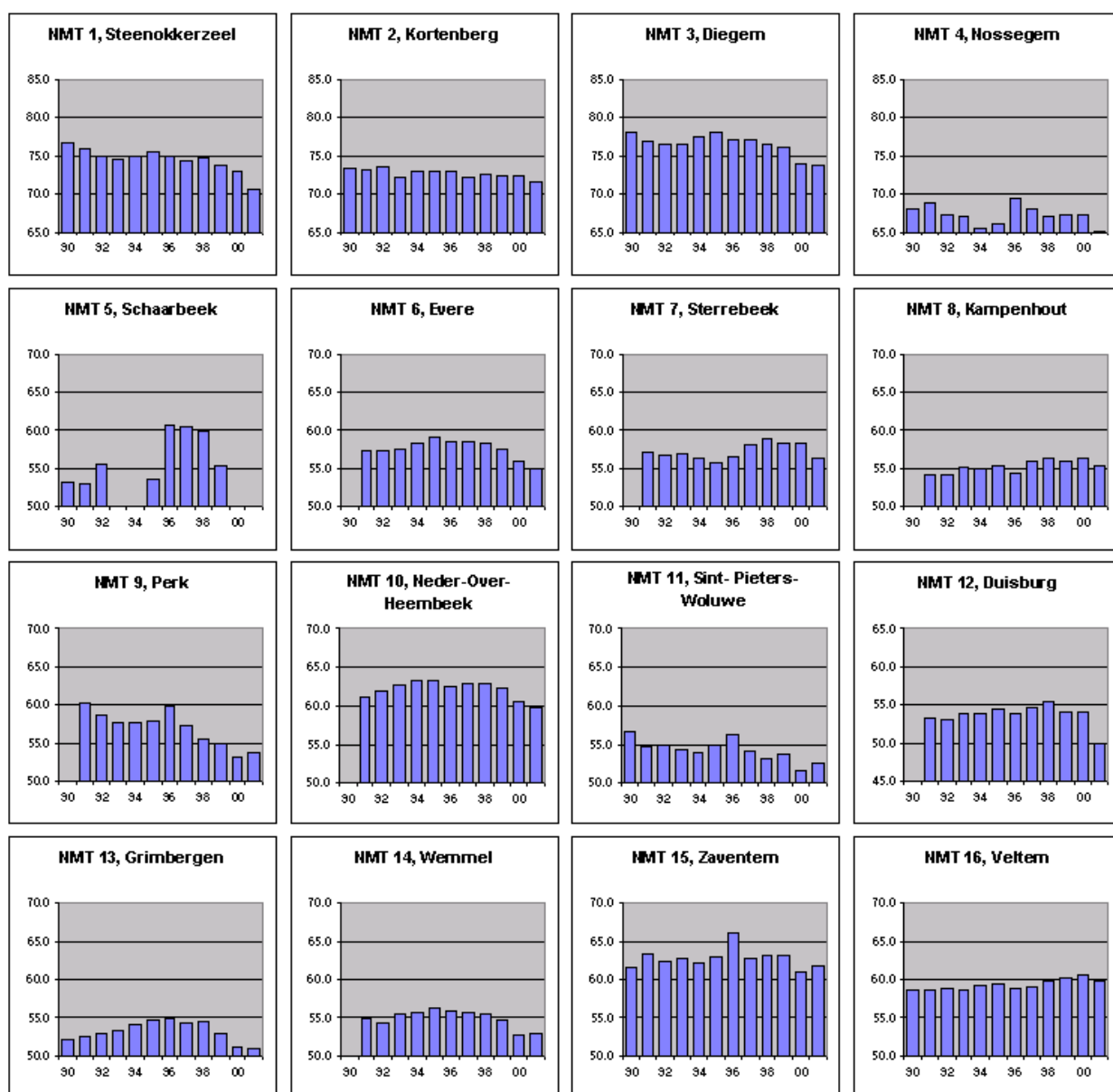
In onderstaande figuur is een evolutie van het $L_{Aeq,24h}$ - niveau weergegeven op basis van de geluidsmetingen gedurende het hele jaar over de periode 1990-2001. Deze gegevens zijn de logaritmische gemiddelden van de werkelijke gemeten $L_{Aeq,24h}$ -waarden die ter hoogte van de meetposten werden geregistreerd. Het logaritmisch gemiddelde van deze waarden wordt verkregen door het rekenkundig gemiddelde te nemen van de overeenkomstige geluidsdrukniveaus. Er werd vastgesteld dat outliers binnen deze gegevenswolken sterk doorwegen in de logaritmische gemiddelden en daarom werden ze ook weggelaten. Outliers worden gedefinieerd als waarden die verder liggen dan 3 standaarddeviaties van het rekenkundig gemiddelde (van de dB(A)-waarden!).

Van 1991 tot 2001 werden er gemiddeld 76 dagen over de 16 meetposten per jaar als outliers bestempeld. Het gaat hier om 1 % van de gegevens en het is daarom volledig verantwoord om deze outliers uit de gegevensbanken te verwijderen. Deze uitzonderlijke metingen zijn misschien te wijten aan onderhoudswerken aan de meetposten op die dagen.

De gemeten $L_{Aeq,24h}$ -waarden houden geen rekening met het feit of de event wordt veroorzaakt door overvliegend luchtverkeer of door andere bronnen van lawaai. Men

krijgt hier dus logischerwijze ook hogere waarden dan bij de $L_{Aeq,24h}$ - niveaus van paragraaf 4.1.

Op de figuur is te zien dat voor 11 van de 15 meetposten het $L_{Aeq,24h}$ - niveau het laatste jaar wezenlijk is gedaald. Meetpost 05 in Schaarbeek wordt hier niet in rekening gebracht om de eenvoudige reden dat deze reeds twee jaar geleden buiten dienst gesteld werd. De combinatie van een verminderd aantal vluchten ten opzichte van 2000 en een evolutie naar een minder luidruchtige vloot, verklaren deze aanzienlijke daling in het $L_{Aeq,24h}$ - niveau.



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

4.3 Bespreking van de geluidscontouren en tabellen

De geluidscontourenkaarten voor de verschillende grootheden ($L_{Aeq,dag}$, $L_{Aeq,nacht}$, L_{DN} , L_{DEN} en L_{night}) zijn opgenomen in Bijlage 7 en Bijlage 8. 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 2001 is opgenomen in Bijlage 6. In Bijlage 9 zijn ter vergelijking met de geluidscontouren van het studierapport van vorig jaar (berekend met dezelfde versie als de contouren van dit jaar) de L_{DN} -, $L_{Aeq,dag}$ -, $L_{Aeq,nacht}$ -, L_{DEN} - en L_{night} -contouren van 2000 en 2001 samen afgedrukt op een bevolkingskaart. Voor een vergelijking tussen de verschillende versies van het model en de gevolgen van het gebruik van de recentste methode wordt verwezen naar Bijlage 4 en Bijlage 6 van dit verslag.

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 in 2001, worden hoofdzakelijk de banen 25R en 25L als landingsbanen 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. Wegens een afname van het aantal vliegbewegingen overdag en het uit de vloot nemen van een aantal lawaaierige toestellen, zijn de geluidscontouren duidelijk gekrompen ten opzichte van 2000. Deze evolutie stemt volledig overeen met de verwachtingen. Dat deze vooruitgang zich slechts weinig 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 meest opvallende verandering in de dagcontouren situeert zich ter hoogte van de vertrekken op baan 25R in zuidelijke richting. Dit is te wijten aan een relatieve en

absolute daling van het aantal vertrekken op deze route, alsmede door een evolutie naar een vloot met minder luidruchtige vliegtuigen.

De contouruitloper ten zuiden van de luchthaven, ten gevolge van de landingen op baan 02, is iets toegenomen. Dit is te wijten aan een hoger aantal landingen op baan 02 in 2001: van 3,6 % in 2000 naar 7,3 % in 2001 overdag.

Opvallend in de dagcontour is de evolutie in de uitstulping ten gevolge van de routes die rechtdoor gaan, in het verlengde van baan 25R. Het gaat hier om de 'route Chabert' (SID CIV4D) en de route die pas laat zuidwaarts afdraait (ETE1N). De uitstulping in de contouren bevindt zich in het verlengde van de baan 25R en volgt de algemene evolutie van krimpende contouren niet. Toch blijkt uit de gegevens over het baangebruik dat deze routes in verhouding in 2001 nog zelden werden gebruikt. De 'route Chabert' is trouwens afgeschaft sinds april 2001.

Na gedetailleerd onderzoek is gebleken dat deze uitstulping vrijwel volledig te wijten is aan de Boeing 747, die vaak op deze route vliegt. Hoewel het aantal vliegtuigen op deze route drastisch gedaald is, is dit niet het geval voor het aantal Boeing747's. Dit aantal is namelijk van 860 naar 810 vluchten gegaan op deze route, een daling van slechts 5 %. De verklaring voor het feit dat er geen veranderingen merkbaar zijn in de contouren in het verlengde van baan 25R, is meteen gegeven.

4.3.2 *L_{Aeq,nacht}* - contouren

Bij het preferentieel baangebruik wordt gedurende de nachtperiode (volgens VLAREM, 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. De daling in het aantal landingen ten opzichte van 2000 is in deze twee uitstulpingen ook merkbaar. Ook voor landingen op baan 20, die de contouruitstulpingen in het noorden veroorzaken, is dit het geval.

De invoering van de "Grand Tour du Brabant" voor vertrekken 's nachts vormt veruit de grootste verandering als men de contouren van 2000 met die van 2001 vergelijkt. Het gebruik van baan 20 's nachts is van 51,9% in 2000 naar 32,2% gedaald in 2001. Samen met de daling in aantal vluchten zorgt dit ervoor dat de contouren in zuidelijke richting bijna met de helft gekrompen zijn.

Het relatief gebruik van baan 25R en de "Grand Tour du Brabant" is daarentegen gestegen. Deze stijging is groter dan de daling van het aantal vluchten, zodat de contouren verder reiken dan verleden jaar.

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 voor de $L_{Aeq,nacht}$ en de $L_{Aeq,dag}$ -contouren opnieuw terug in de L_{DN} -geluidscontouren.

Wat betreft de landingen is er een duidelijke inkrimping van de contouren ter hoogte van banen 25R en 25L. De daling is gelijk verdeeld over de twee banen omdat het percentueel baangebruik van 25R en 25L voor de landingen onderling zeer weinig gewijzigd is.

Het percentueel baangebruik van banen 20 en 02 is voor de landingen overdag daarentegen verdubbeld: van ongeveer 3,5% naar een 6 à 7% voor beide banen. Dit compenseert de daling in aantal landingen, waardoor de uitstulpingen in het verlengde van deze banen iets verder reiken in 2001 dan in 2000.

Door de factor 10 voor de nachtvluchten wegen deze zwaar door in de contouren gevormd ten gevolge van vertrekken.

Anderzijds is de inkrimping van de zuidelijke lob, door de vertrekken op baan 20 enorm, nogmaals ten gevolge van de wegingsfactor 10 voor nachtvluchten. We melden ter herinnering dat dit te wijten is aan het twee keer minder gebruiken van baan 20 voor vertrekken 's nachts ten opzichte van het jaar 2000.

4.3.4 L_{night} - contouren

In vergelijking met de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren worden bij de L_{night} -contouren ook de vliegbewegingen tussen 06:00h en 07:00h mee in rekening gebracht. Gelet op de impact van lawaaiertoeestellen van DHL die tot 06.00h opereren verschillen de L_{night} en de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren niet veel van elkaar.

Tussen 06:00h en 07:00h vertrekken dagelijks gemiddeld 11 vluchten en landen 3 vluchten. Omdat het hier enerzijds gaat om stillere vliegtuigen en omdat anderzijds de periode waarover het geluid gemiddeld wordt met 1 uur wordt verlengd, zijn de L_{night} - contouren vergelijkbaar en zelfs iets kleiner dan de $L_{Aeq,nacht}$ - contouren.

4.3.5 L_{den} - contouren (avond 19-23h, nacht 23-07h volgens EU)

Het extra uur waarin een straffactor van 10 wordt toebedeeld aan vluchten bij deze $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren zorgt voor minimale verschillen ten opzichte van de $L_{den(19-23-06h)}$: enkel de uitlopers van de contourlobben ten gevolge van vertrekken en aankomsten verschuiven maximaal 500 meter.

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 5. 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. De cijfers van 1996 tot 1998 zijn bekomen aan de hand van berekeningen met een oudere versie van het INM – model. Daardoor zijn de cijfers niet perfect vergelijkbaar met die van de laatste drie jaren. Uit de vergelijking tussen de officiële contouren van 1999 en 2000 (berekend met INM 5.2a) en de studierapporten voor diezelfde jaren (berekend met INM 6.0b), mag men afleiden dat er zo'n 1 000 tot 2 000 potentieel sterk gehinderden moeten toegevoegd worden aan de cijfers van 1996 tot 1998 om vergelijkbaar te zijn met de recentste cijfers. Voor de gedetailleerde bespreking van de verschillen tussen beide modellen wordt verwezen naar Bijlage 4 en Bijlage 6 van dit verslag.

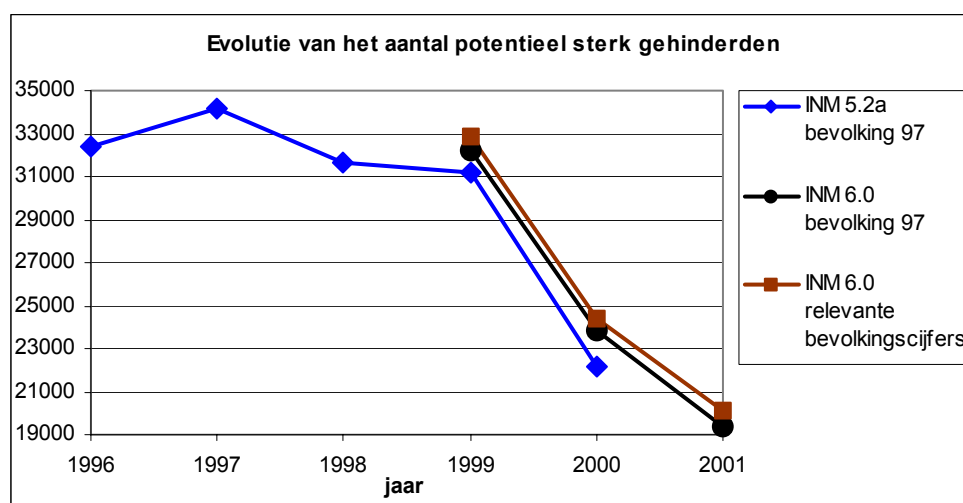
In 2001 zijn er zo'n 150 potentieel sterk gehinderden te wijten aan het feit dat er met de meest recente bevolkingsgegevens (1 januari 2001) gewerkt wordt. Er is met andere woorden een iets grotere bevolkingsdichtheid binnen de contourzones op 1 januari 2001 dan op 1 januari 2000. Deze gestegen bevolkingsdichtheid is in hoofdzaak voorgekomen in de gemeenten Brussel (Neder-Over-Heembeek), Evere, Machelen en in mindere mate ook Steenokkerzeel.

Tabel 4: Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} -contour van 55 dB(A) per gemeente (berekend volgens Miedema, 1992)

jaar	Aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} -contour van 55 dB(A)										
	1996*	1997*	1998*	1999*	2000*	1999**	2000**	2001**	1999**	2000**	2001**
Bevolkingsgeg.	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'99	1jan'00	1jan'01
Brussel	2 680	2 513	2 216	2 385	1 836	2 443	1 840	1 879	2 555	1 848	1 943
Evere	2 820	3 539	1 952	1 538	883	1 912	1 105	1 483	1 812	1 204	1 630
Grimbergen	5 090	3 885	4 026	3 649	2 205	3 526	2 192	2 519	3 645	2 227	2 544
Haacht	30	41	40	51	44	86	69	49	122	62	46
Herent	120	119	145	157	154	197	195	168	192	176	158
Huldenberg	0	0	13	39	24	31	24	0	27	24	0
Kampenhout	530	492	467	537	435	623	546	469	698	530	461
Kortenberg	1 170	765	606	674	556	762	651	656	783	666	665
Kraainem	910	1 370	84	406	51	815	175	17	708	175	15
Leuven	30	11	20	18	17	48	47	24	26	41	21
Machelen	4 740	4 769	4 822	4 678	3 833	4 899	4 146	4 137	5 298	4 274	4 310
Meise	210	963	817	939	148	965	151	291	805	157	295
Merchtem	0	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0
Overijse	0	1	37	51	27	37	28	0	52	27	0
Rotselaar	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0
Schaarbeek	0	123	0	0	0	12	0	12	85	0	14
Sint-L.-Woluwe	390	667	44	124	0	221	0	0	199	0	0
Sint-P.-Woluwe	370	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Steenokkerzeel	2 980	2 587	2 570	2 518	1 908	2 440	1 898	1 691	2 645	2 013	1 820
Tervuren	0	1 104	1 891	1 716	1 389	1 430	1 297	6	1 265	1 311	6
Vilvoorde	4 200	3 225	3 701	3 100	2 165	2 957	2 096	2 168	2 983	2 214	2 293
Wemmel	160	201	159	209	86	202	82	179	200	82	181
Wezembeek-O.	370	1 394	1 120	1 600	1 153	1 530	1 147	298	1 547	1 151	296
Zaventem	5 630	6 318	6 933	6 841	5 287	7 034	6 119	3 341	7 166	6 232	3 374
Eindtotaal	32 430	34 123	31 663	31 231	22 201	32 171	23 808	19 387	32 825	24 416	20 073

* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 6 Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} - contour van 55 dB(A) per gemeente (berekend volgens Miedema, 1992)



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 vliegverkeer in 2001, met een sterkere daling nog tijdens de nacht, wat een duidelijke impact krijgt, rekening houdend met de straffactor die wordt toegekend aan een nachtvlucht.

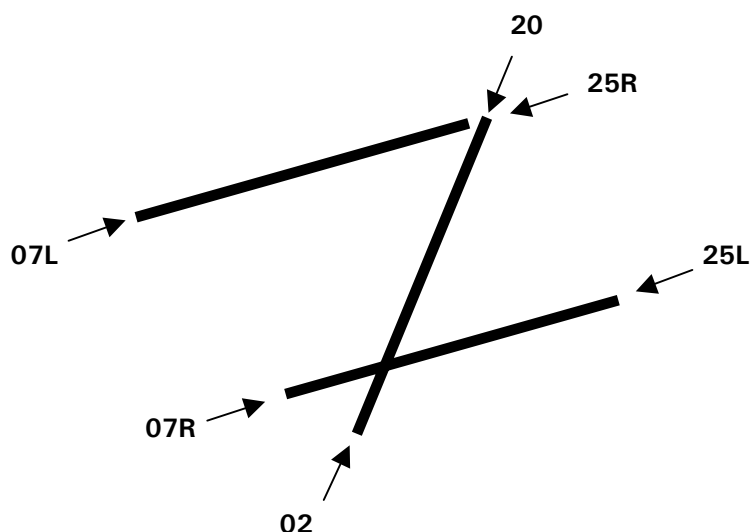
De tendensen verschillen evenwel sterk van gemeente tot gemeente.

Bijlage 1 Verdeling van het baangebruik in 2001

De verdeling van het baangebruik werd afgeleid van de gegevens die werden ingevoerd in INM voor de berekening van de geluidscontouren in 2001 en berusten op de CBD-database van BIAC, indien nodig aangevuld met flightplan - en runway data van BELGOCONTROL.

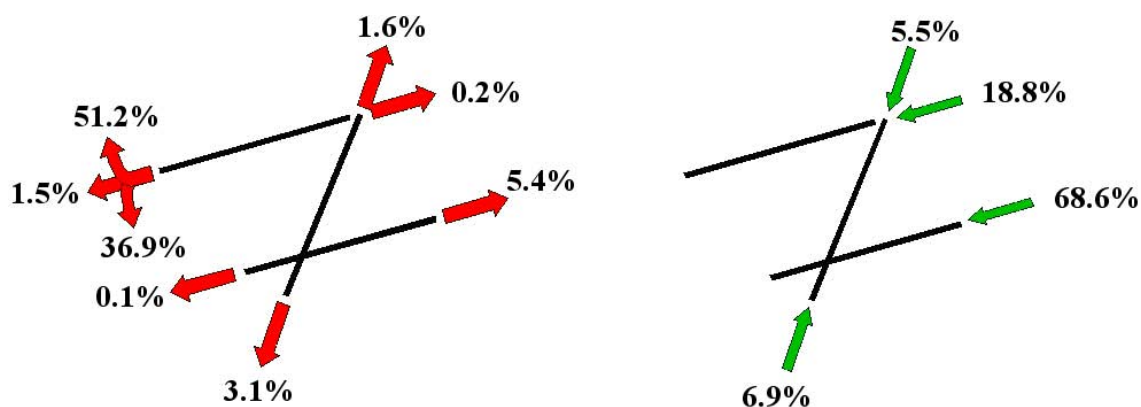
Gezien het belang van baan 25R en de impact op de contouren werd het baangebruik voor de vertrekken op baan 25R opgesplitst naar de 3 voornaamste richtingen. Met name vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen afdraaien naar het noorden, vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen afdraaien naar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

Op onderstaande figuur is de naamgeving van de banen weergegeven.

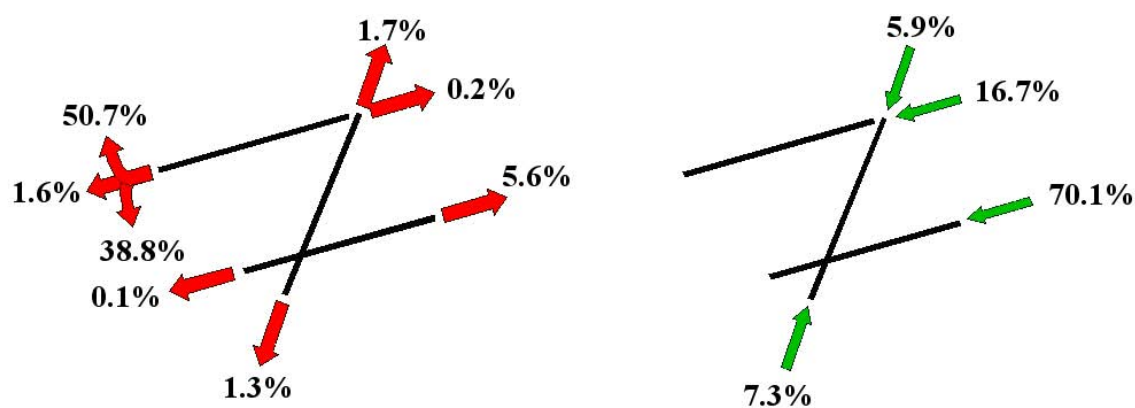


Figuur 7 Configuratie en naamgeving van de start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal

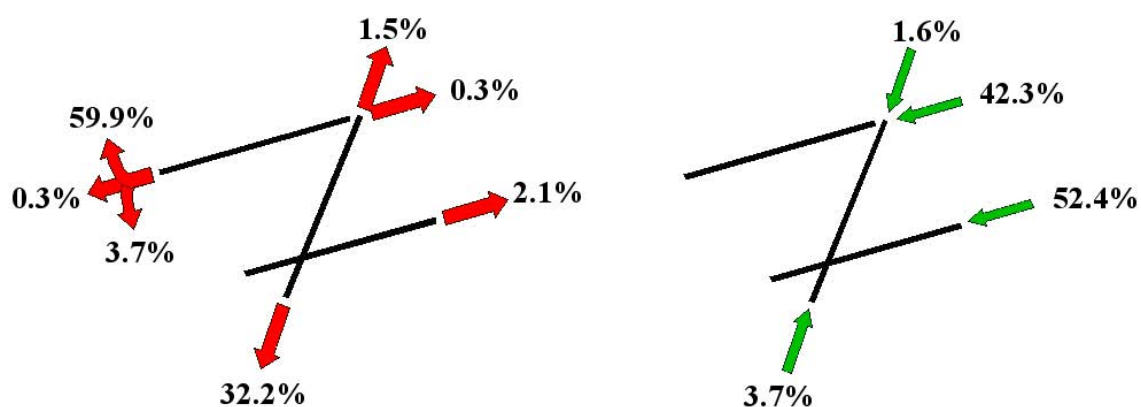
Procentuele verdeling van het aantal bewegingen op jaarbasis (2001)



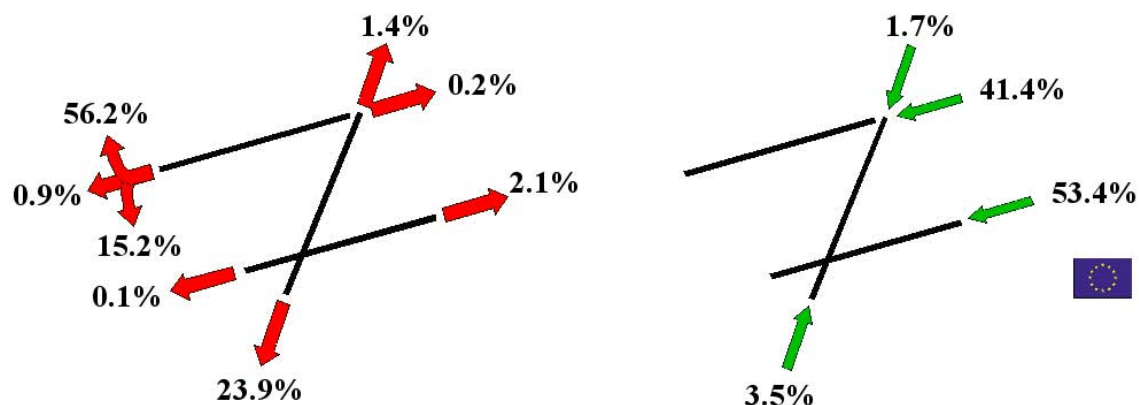
Figuur 8 Procentuele verdeling van het totaal aantal vertrekken en landingen in 2001



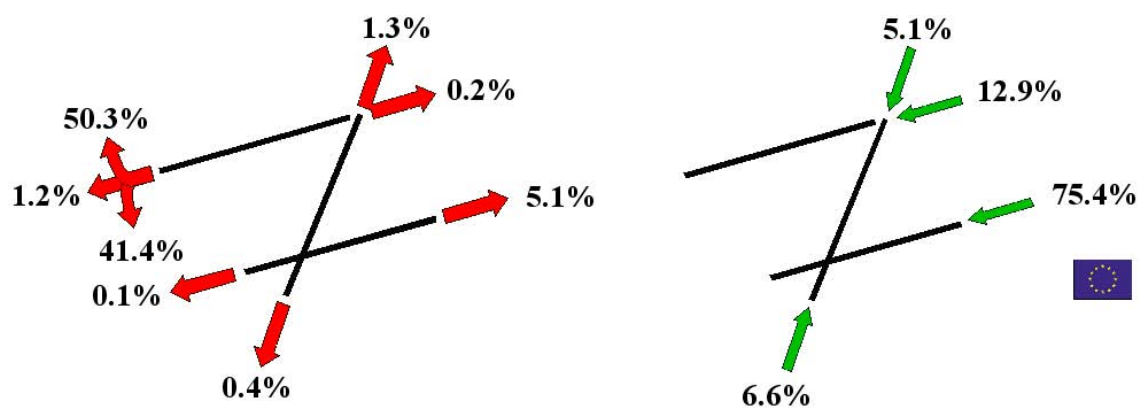
Figuur 9 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (06:00-23:00) in 2001



Figuur 10 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-06:00) in 2001

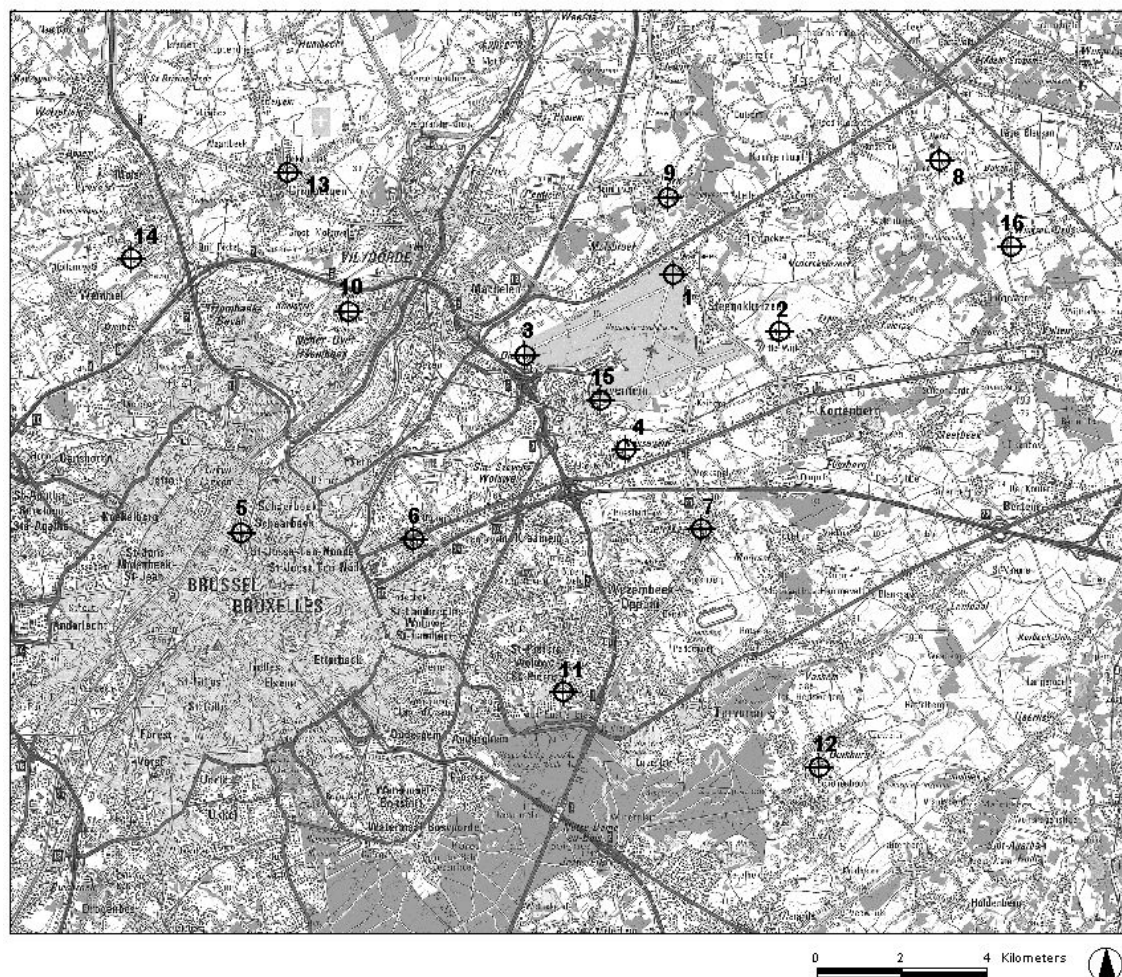


Figuur 11 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-07:00) in 2001



Figuur 12 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's avonds (19:00-23:00) in 2001

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

Werkwijze voor het invoeren van SID's in INM

De invoering van de SID's gebeurde op een meer gedetailleerdere wijze dan voor de contourberekeningen van vóór 1999, toen alle vliegtuigen die een welbepaalde SID volgden, in INM gesimuleerd werden op 1 route. Bij vertrekprocedures in de AIP worden de afdraaimanoeuvres immers bepaald op basis van het bereiken van een bepaalde hoogte. Al naargelang o.a. 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 vaste meetposten. Daarbij werd zowel rekening gehouden met het geluidsniveau als met het aantal overvluchten.

31 vliegtuigtypes werden op basis van de meetgegevens geselecteerd. Omwille van het specifiek karakter van de nachtvluchten werd ook de lawaaierige, gehushkitte B727-100 en B727-200 van DHL als een afzonderlijke klasse behandeld. Op basis van de radargegevens werd voor deze 33 vliegtuigtypes gezocht naar groepen van vliegtuigtypes waarvan de ruimtelijke ligging van de vluchtroute gelijksoortig is. Hieronder staan de vliegtuigtypes van de verkregen groepen weergegeven alsook het gemiddelde Maximum Take Off Weight (MTOW) van dat vliegtuigtype op basis van de IMMA-tabel. De indeling van de groepen voor 2001 is de volgende :

GROEP 1: A319-131 (68), B737-500 (55), Dash 8-300 (20),
DC9-30/ Lightweight (51)

GROEP 2: A320-211 (74), A321 (84), B727-100(Q7) (76), B737-200(D17) (54),
B737-300 (61), B737-400 (66), B737-700 (77), BAE146-200 (40),
Embraer 135 (19), Dash 8-100 (19), MD81 (63), MD-82 (67), MD83
(68).

GROEP 3: A30B (161), A330 (220), A340 (260), B757-200 (105), B767-300
(186), BAE146-300 (43), Embraer 145 (20), MD11(CF6) (283), C130
(71), B737(QN) (70), B767-200 (173), DC10-10 (254)

GROEP 4: Boeing 747-400 (393), DC10-30 (254)

GROEP 5: B727-100 (76) en B727-200 van DHL

Vervolgens werden SID's die in de AIP een zelfde eerste baken aanvliegen, samengenomen om de berekening te vereenvoudigen. Dit heeft geen enkel belang voor de berekening van geluidscontouren, omdat de hier samengenomen SID's pas splitsen op grote afstanden van de luchthaven, wanneer de vliegtuigen reeds hoog vliegen. De samengenomen SID's zijn voor 2001 in onderstaande tabel opgenomen. De oorspronkelijke 67 SID's van de AIP zijn teruggevoerd naar 23 SID's voor de INM-berekening.

verzamelnaam SID	samengenomen AIP SID's voor 2001							% van totaal # vertrekken
ETE1M	ETE1M	BUL2C	LNO3G	SPI2A	LNO1G	LNO2G	NEB3C	37,1%
COA4C	COA4C	TUL2A	DEN1C					21,4%
CIV5C	CIV5C							16,2%
TOL1C	TOL1C	HEL1C	ONT3D					10,8%
ETE1H	ETE1H	BUL1H	LNO1H	SPI1H	CIV2J			4,5%
ETE1L	ETE1L	SPI1L	BUL1L	LNO1L				1,9%
ETE1S	ETE1S	CIV1S	BUL1S	SPI1N	LNO1N	SPI1S		1,8%
COA1F	COA1F	TOL1F	HEL1F	TUL1F	DEN1F			1,5%
COA1H	COA1H	TOL1H	TUL1H	HEL1H	DEN1H	KOK1H		1,2%
CIV4L	CIV4L							1,0%
ETE1N	ETE1N	BUL1D	LNO1P	SPI1B				0,9%
CIV4D	CIV4D	NEB1D						0,6%
KOK1P	KOK1P							0,4%
COA2L	COA2L	TUL1L	DEN1L	TOL1L	HEL1L	KOK3L		0,3%
ETE1F	ETE1F	SPI1F	BUL1F					0,1%
CIV3F	CIV3F							0,1%
ONT4C	ONT4C							0,0%
COA3D	COA3D	TUL2B						0,0%
CIV3H	CIV3H							0,0%
LNO1F	LNO1F							0,0%
ONT4F	ONT4F							0,0%
ONT4L	ONT4L							0,0%
KOK1F	KOK1F							0,0%

Tenslotte werden de radargegevens van de 6 meest gevlogen SID's, die voor 90% van de vertrekken zorgen, ingedeeld in de 5 groepen van vliegtuigtypes. Een zesde groep ("Groep 0") bevat de radargegevens van de vliegtuigtypes die niet in een van de 5 groepen zijn opgenomen.

Voor elk van deze gegroepeerde radargegevens ($6 \times 6 + 17$) werd een afzonderlijke vluchtroute vastgelegd in INM. Dit gebeurde aan de hand van een INM tool die het gemiddelde over alle in acht genomen radargegevens berekent. Met diezelfde tool werden tegelijk ook subroutes getekend, zodat rekening werd gehouden met de spreiding op de SID's.

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, lawaaiërigere vliegtuigtypes dan de kleinere, sneller afdraaiende toestellen. Met deze werkwijze is ook minder spreiding aanwezig op de meest gebruikte vliegroutes van de lawaaiërigste toestellen.

Bijlage 4 De gevolgen van het gebruik van een vernieuwde methode voor de berekening van de contouren.

Ten opzichte van de officiële contouren van de vorige jaren zijn er dit jaar een aantal verbeteringen gebeurd in de berekening van de contouren. Er werd dus voor de best beschikbare technologie (BBT) gekozen om de actuele beschrijving van het geluid rond de luchthaven te bereiken. Om de vergelijkbaarheid te vrijwaren werden in 1999 en 2000 telkens een 'up-to-date' studierapport gemaakt met de meest actuele methode. 2001 is het gepaste jaar voor de omschakeling omdat vanaf dit jaar enerzijds twee nieuwe grootheden (L_{DEN} voor een nacht van 23 uur tot 07 uur en L_{night}) voor de contourberekeningen worden opgelegd, naast de drie reeds bekende grootheden. Anderzijds zijn er nu reeds twee jaar studierapporten gemaakt, waardoor de vergelijking met de voorgaande jaren vlot verloopt.

De verschillen met de berekeningen van de vorige jaren zijn de volgende:

- ➔ Omschakeling van INM – model versie 5.2a naar INM – model versie 6.0c;
- ➔ Actuele indeling van vliegtuigtypes in groepen voor de invoering van SID's in INM;
- ➔ Gebruik van de werkelijke kopwind;
- ➔ Gebruik van de recentste bevolkingsgegevens voor de berekening van het aantal inwoners binnen de verschillende contourzone's.

De uiteindelijke invloed van de vernieuwde methode op de cijfers wordt grafisch geïllustreerd in Bijlage 6, samen met de tabellen die de evolutie van oppervlakten en inwoners binnen de diverse contourzones van 1996 tot 2001 weergeven.

Omschakeling naar het recentste model

Er werd van het INM – model versie 5.2a naar het INM – model versie 6.0c omgeschakeld. Als men de officiële contouren van 1999 en 2000, berekend met versie 5.2a vergelijkt met de respectievelijke studierapporten, berekend met versie 6.0a en b, dan kan men het volgende besluiten.

De update naar versie 6.0c houdt geen verschillen aan de berekeningswijze in, maar beperkt zich tot de kleine aanpassingen van geluidsdata van enkele vliegtuigen. De verschilpunten in de ligging van de geluidscontouren inherent aan het overschakelen naar een nieuwere versie van INM (van INM 5.2a naar INM 6.0a) zijn enerzijds te wijten aan veranderingen aan het berekeningsalgoritme en anderzijds aan veranderingen in de INM-database met de karakteristieken van de vliegtuigen.

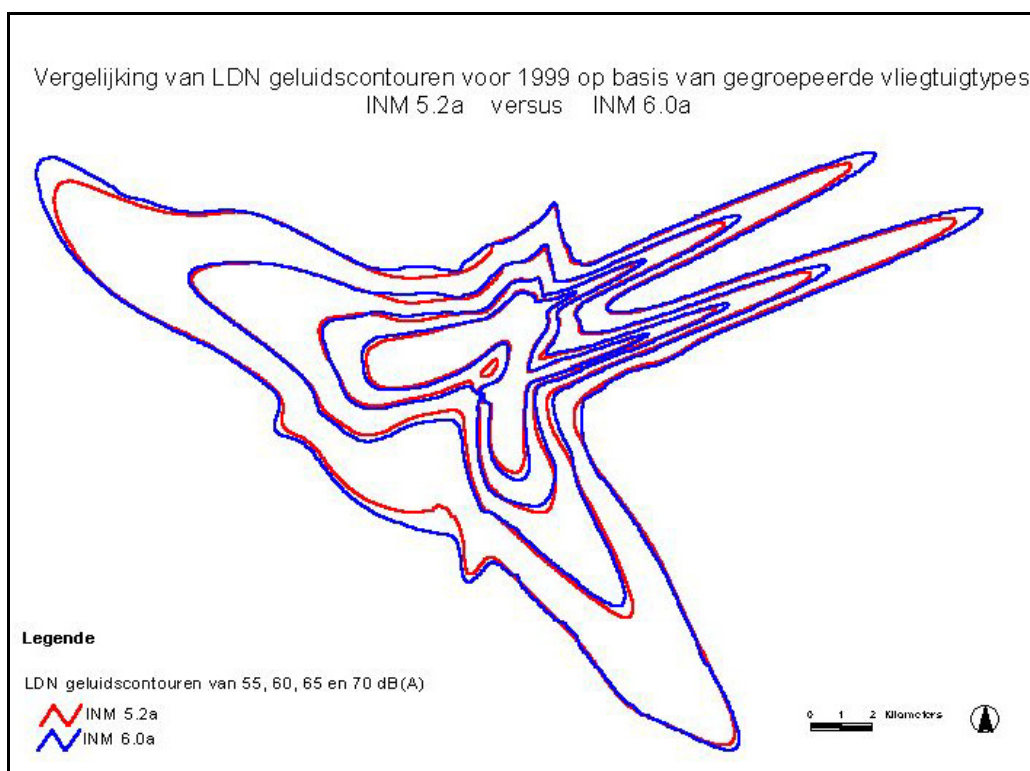
De belangrijkste verbetering in het berekeningsalgoritme betreft de invoering van spectrale klassen in INM versie 6. Hierdoor wordt het in INM versie 6 mogelijk om de

actuele atmosferische absorptie mee in rekening te brengen. De invoering van spectrale klassen maakt het mogelijk dat de laterale attenuatie exacter kan berekend worden dan in versie 5.2a. Tests uitgevoerd door het DOT's Volpe Center toonden aan dat onder gemiddelde atmosferische condities, vergelijkbaar met de situatie op Brussel-Nationaal, de L_{DN} -contour van 65 dB(A) tot 1 dB(A) groter werd. Analyses door de FAA tonen eveneens aan dat de nieuwe algoritmes resulteren in een betere overeenkomst met metingen en in meer consistente resultaten met andere geluidsmodellen. Berekeningen met het recentste model resulteren dus in betere resultaten.

Daarnaast werd de centrale database met vliegtuigkarakteristieken vanaf versie 6.0a en de daaropvolgende updates (6.0b en 6.0c) enkele vliegtuigtypes toegevoegd en werden de data van bestaande vliegtuigtypes aangepast. Zo werden bijvoorbeeld de Airbus 319, Airbus 330, Airbus 340 en de Embraer 120 als nieuwe types toegevoegd en werden de flap - en jet coëfficiënten van onder meer het INM-vliegtuigtype 727EM2 aangepast.

Eigen simulaties door ATF leerden inderdaad dat de algemene trend van de overstap van INM 5.2a naar INM 6.0c resulteert in een toename van de geluidscontouren. In onderstaande figuur werden de L_{DN} - geluidscontouren voor een identiek scenario zowel met INM versie 5 als met INM versie 6 berekend.

Uit onderstaande figuur (figuur 13) is duidelijk te zien dat de L_{DN} - contouren van 55 dB(A) berekend met INM versie 6 inderdaad groter zijn dan deze berekend in INM versie 5. Vooral in het verlengde van de uitlopers van landingen en vertrekken is het verschil duidelijk zichtbaar. De toename van de geluidscontouren is in hoofdzaak toe te schrijven aan nieuwe rekenalgoritmes in INM versie 6. Een uitzondering op de trend zijn de contouruitstulpingen ten gevolge van vertrekken van op baan 20. Het feit dat de contouren van 60 en 65 dB(A) hier net verkleinen is vermoedelijk te wijten aan veranderingen aan de karakteristieken van het INM-vliegtuigtype 727EM2 (zie figuur 14). Dit type wordt in INM immers als equivalent gebruikt voor de gehushkitte Boeing 727 toestellen van DHL. Daar de baan 20 in 1999 vooral 's nachts werd gebruikt en in hoofdzaak door de bewuste Boeing 727 van DHL ligt het voor de hand dat dit vliegtuig de contouren in grote mate bepaalt. Temeer daar elke nachtvlucht een straffactor 10 meekrijgt bij de berekening van de L_{DN} .



Figuur 13 Vergelijking van simulaties met INM 5.2a en INM 6.0a

Nieuwe indeling van vliegtuigtype's in groepen

Zoals in bijlage 3 van dit verslag wordt uiteengezet, werden de vliegtuigtypes voor het tekenen van de nieuwe tracks samengenomen in andere groepen dan verleden jaar. Dit weerspiegelt de actuele situatie van de vertrekroutes op de luchthaven en heeft niets te maken met recentere technieken voor de berekening van de contouren. Vergelijkbaarheid met vorige contouren blijft dus perfect mogelijk na deze ingreep.

Gebruik van werkelijke kopwind

Voor de officiële contouren van 2001 werd ook de werkelijke gemiddelde kopwind per baan gebruikt. Dit gebeurt voor de eerste keer en deze gegevens komen dus ook niet voor in de studierapporten van de vorige jaren. Hoewel dit een verbetering van het model betekent, zijn de wijzigingen ten gevolge de meteorologische gegevens weinig ingrijpend en komt de vergelijkbaarheid dus niet in het gedrang.

Gebruik van de recentste bevolkingsgegevens

Voor de berekening van de bevolkingsaantallen binnen de contouren van 2001 werden de recentste bevolkingsgegevens (1 januari 2001) gebruikt. Om deze demografische factor uit te schakelen in de vergelijking van deze cijfers met die van de vorige jaren, werd besloten ook berekeningen met de bevolkingsgegevens van 1997 te maken en in de tabellen van Bijlage 6 bij te voegen.

Bijlage 5 Resultaten contourberekeningen 2001

Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ – contourzoneTabel 5: Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente voor 2001

Oppervlakte(ha) Gemeente	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A) (dag 06-23h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	520	293	25	0	0	838
EVERE	322	0	0	0	0	322
GRIMBERGEN	86	0	0	0	0	86
HAACHT	97	0	0	0	0	97
HERENT	279	24	0	0	0	303
KAMPENHOUT	212	35	0	0	0	247
KORTENBERG	302	247	83	14	0	646
KRAAINEM	20	0	0	0	0	20
LEUVEN	1	0	0	0	0	1
MACHELEN	276	316	245	106	23	967
SCHAARBEEK	24	0	0	0	0	24
STEENOKKERZEEL	501	311	187	110	136	1 243
VILVOORDE	374	8	0	0	0	382
WEZEMBEEK-OPPEM	52	0	0	0	0	52
ZAVENTEM	495	130	41	21	21	707
Eindtotaal	3 559	1 364	580	251	179	5 934

Tabel 6: Oppervlakten per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2001

Oppervlakte(ha) Gemeente	$L_{Aeq,nacht}$ - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	350	81	0	0	0	431
HERENT	6	0	0	0	0	6
KAMPENHOUT	164	22	0	0	0	186
KORTENBERG	224	65	10	0	0	298
MACHELEN	241	280	168	42	8	739
STEENOKKERZEEL	299	210	128	79	109	826
VILVOORDE	99	0	0	0	0	99
ZAVENTEM	454	192	58	20	17	740
Eindtotaal	1 837	850	363	141	134	3 325

Tabel 7: Oppervlakten per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2001

Oppervlakte(ha) Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	380	476	127	1	0	985
EVERE	218	0	0	0	0	218
GRIMBERGEN	913	0	0	0	0	913
HAACHT	197	0	0	0	0	197
HERENT	331	93	0	0	0	423
KAMPENHOUT	463	197	34	0	0	694
KORTENBERG	336	269	130	29	1	765
KRAAINEM	34	0	0	0	0	34
LEUVEN	85	0	0	0	0	85
MACHELEN	235	248	289	216	78	1 065
MEISE	292	0	0	0	0	292
SCHAARBEEK	3	0	0	0	0	3
STEENOKKERZEEL	524	370	245	152	218	1 508
TERVUREN	3	0	0	0	0	3
VILVOORDE	364	271	0	0	0	635
WEMMEL	164	0	0	0	0	164
WEZEMBEEK-OPPEM	145	0	0	0	0	145
ZAVENTEM	947	530	202	60	42	1 781
Eindtotaal	5 633	2 454	1 028	458	338	9 911

Tabel 8: Oppervlakten per L_{night} -contourzone en per gemeente voor 2001

Oppervlakte(ha) Gemeente	L_{night} - contourzone in dB(A) (nacht 23-07h, EU)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	348	77	0	0	0	425
HERENT	7	0	0	0	0	7
KAMPENHOUT	156	18	0	0	0	174
KORTENBERG	223	64	9	0	0	296
MACHELEN	248	285	159	40	7	740
STEENOKKERZEEL	299	210	127	78	106	820
VILVOORDE	83	0	0	0	0	83
ZAVENTEM	443	174	51	19	16	702
Eindtotaal	1 805	828	347	137	129	3 246

Tabel 9: Oppervlakten per $L_{den, 23-07h}$ -contourzone en per gemeente voor 2001

Oppervlakte(ha) Gemeente	L_{den} - contourzone in dB(A) (av. 19-23h, n. 23-07h, EU)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	313	554	168	8	0	1 043
EVERE	429	5	0	0	0	434
GRIMBERGEN	990	67	0	0	0	1 057
HAACHT	266	0	0	0	0	266
HERENT	336	165	0	0	0	501
KAMPENHOUT	520	224	46	0	0	789
KORTENBERG	353	271	171	41	4	841
KRAAINEM	113	0	0	0	0	114
LEUVEN	181	0	0	0	0	181
MACHELEN	208	250	293	241	99	1 090
MEISE	427	0	0	0	0	427
ROTSELAAR	27	0	0	0	0	27
SCHAARBEEK	50	0	0	0	0	50
SINT-L.-WOLUWE	56	0	0	0	0	56
STEENOKKERZEEL	532	404	263	168	236	1 603
TERVUREN	38	0	0	0	0	38
VILVOORDE	315	363	4	0	0	682
WEMMEL	193	0	0	0	0	193
WEZEMBEEK-OPPEM	203	3	0	0	0	206
ZAVENTEM	1 193	560	219	65	45	2 082
Eindtotaal	6 744	2 867	1 164	523	383	11 681

Inwoners per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , LDN - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ – contourzoneTabel 10: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2001

Aantal Inwoners Gemeente	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A) (dag 06-23h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	675	3 233	246	0	0	4 154
EVERE	17 528	0	0	0	0	17 528
GRIMBERGEN	1 428	0	0	0	0	1 428
HAACHT	204	0	0	0	0	204
HERENT	658	5	0	0	0	663
KAMPENHOUT	677	141	0	0	0	818
KORTENBERG	1 816	670	67	4	0	2 557
KRAAINEM	43	0	0	0	0	43
LEUVEN	1	0	0	0	0	1
MACHELEN	3 019	4 091	2 975	229	0	10 314
SCHAARBEEK	2 468	0	0	0	0	2 468
STEENOKKERZEEL	3 465	1 740	208	5	4	5 422
VILVOORDE	5 257	18	0	0	0	5 276
WEZEMBEEK-OPPEM	991	0	0	0	0	991
ZAVENTEM	3 034	637	6	0	0	3 677
Eindtotaal	41 264	10 536	3 502	238	4	55 543

Tabel 11: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2001

Aantal Inwoners Gemeente	$L_{Aeq,nacht}$ - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	2 043	856	0	0	0	2 899
HERENT	1	0	0	0	0	1
KAMPENHOUT	524	116	0	0	0	640
KORTENBERG	530	36	3	0	0	568
MACHELEN	3 209	3 908	1 167	11	0	8 295
STEENOKKERZEEL	1 859	450	136	2	1	2 448
VILVOORDE	513	0	0	0	0	513
ZAVENTEM	4 209	293	37	0	0	4 540
Eindtotaal	12 887	5 659	1 343	13	2	19 904

Tabel 12: Bevolkingsaantal per L_{DN} -contourzone en per gemeente 2001

Aantal Inwoners Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	4 012	2 068	1 686	6	0	7 771
EVERE	11 866	0	0	0	0	11 866
GRIMBERGEN	16 050	0	0	0	0	16 050
HAACHT	297	0	0	0	0	297
HERENT	889	29	0	0	0	918
KAMPENHOUT	1 424	639	139	0	0	2 202
KORTENBERG	1 922	944	199	8	0	3 074
KRAAINEM	113	0	0	0	0	113
LEUVEN	163	0	0	0	0	163
MACHELEN	1 762	3 253	3 944	2 244	38	11 241
MEISE	2 197	0	0	0	0	2 197
SCHAARBEEK	118	0	0	0	0	118
STEENOKKERZEEL	3 501	2 799	824	164	6	7 294
TERVUREN	45	0	0	0	0	45
VILVOORDE	8 593	3 454	0	0	0	12 047
WEMMEL	1 300	0	0	0	0	1 300
WEZEMBEEK-OPPEM	2 149	0	0	0	0	2 149
ZAVENTEM	11 769	4 869	367	39	1	17 045
Eindtotaal	68 171	18 056	7 159	2 461	45	95 891

Tabel 13: Bevolkingsaantal per L_{night} -contourzone en per gemeente 2001

Aantal Inwoners Gemeente	L_{night} - contourzone in dB(A) (nacht 23-07h, EU)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	2 191	807	0	0	0	2 999
HERENT	1	0	0	0	0	1
KAMPENHOUT	489	108	0	0	0	596
KORTENBERG	520	34	3	0	0	557
MACHELEN	3 338	3 944	946	8	0	8 237
STEENOKKERZEEL	1 854	442	124	2	1	2 424
VILVOORDE	373	0	0	0	0	373
ZAVENTEM	3 828	263	23	0	0	4 114
Eindtotaal	12 595	5 597	1 096	10	2	19 300

Tabel 14: Bevolkingsaantal per $L_{DEN,23-07h}$ -contourzone en per gemeente 2001

Aantal Inwoners Gemeente	L_{den} - contourzone in dB(A) (avond 19-23h, nacht 23-07h, EU)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	4 824	1 853	2 287	38	0	9 003
EVERE	26 387	230	0	0	0	26 617
GRIMBERGEN	17 438	1 140	0	0	0	18 578
HAACHT	380	1	0	0	0	380
HERENT	769	294	0	0	0	1 063
KAMPENHOUT	1 545	717	171	0	0	2 434
KORTENBERG	1 876	1 162	321	11	1	3 371
KRAAINEM	1 823	0	0	0	0	1 824
LEUVEN	398	0	0	0	0	398
MACHELEN	1 582	3 306	3 932	2 761	62	11 643
MEISE	4 249	0	0	0	0	4 249
ROTSelaar	27	0	0	0	0	27
SCHAARBEEK	7 270	0	0	0	0	7 270
SINT-L.-WOLUWE	432	0	0	0	0	432
STEENOKKERZEEL	3 328	3 173	1 117	185	9	7 812
TERVUREN	798	0	0	0	0	798
VILVOORDE	8 175	5 358	8	0	0	13 541
WEMMEL	1 482	0	0	0	0	1 482
WEZEMBEEK-OPPEM	3 573	43	0	0	0	3 616
ZAVENTEM	14 667	5 274	547	46	1	20 534
Eindtotaal	101 023	22 552	8 384	3 041	73	135 073

Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} – contourzone*Tabel 15: Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2001*

Aant. potent. Sterk gehinderden Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-59	60-64	65-69	70-74	>75	
BRUSSEL	618	617	704	3	0	1 943
EVERE	1 630	0	0	0	0	1 630
GRIMBERGEN	2 544	0	0	0	0	2 544
HAACHT	46	0	0	0	0	46
HERENT	150	7	0	0	0	158
KAMPENHOUT	227	176	58	0	0	461
KORTENBERG	317	263	81	5	0	665
KRAAINEM	15	0	0	0	0	15
LEUVEN	21	0	0	0	0	21
MACHELEN	301	928	1 721	1 330	30	4 310
MEISE	295	0	0	0	0	295
SCHAARBEEK	14	0	0	0	0	14
STEENOKKERZEEL	588	779	347	101	5	1 820
TERVUREN	6	0	0	0	0	6
VILVOORDE	1 462	831	0	0	0	2 293
WEMMEL	181	0	0	0	0	181
WEZEMBEEK-OPPEM	296	0	0	0	0	296
ZAVENTEM	1 849	1 346	156	23	0	3 374
Eindtotaal	10 562	4 946	3 067	1 462	37	20 073

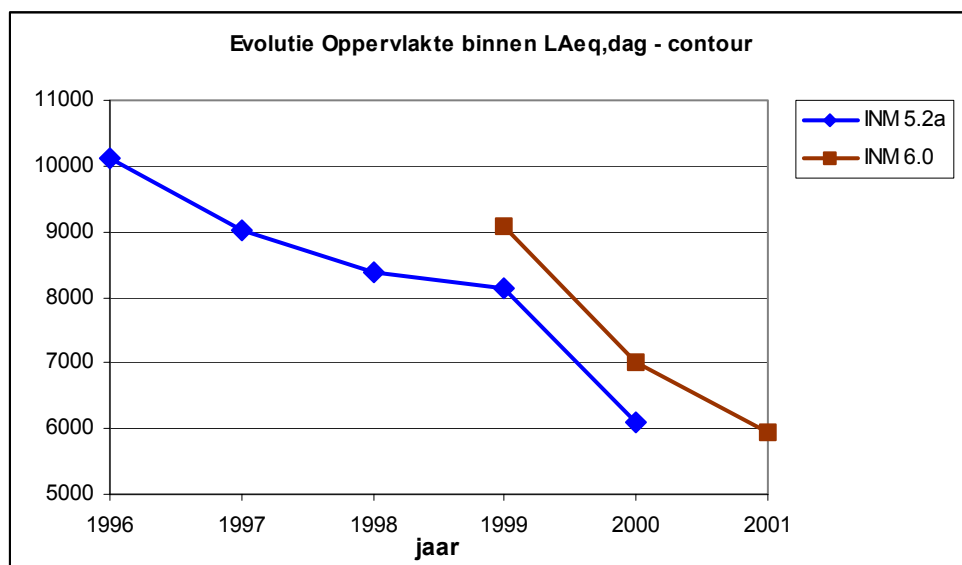
Bijlage 6 Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2001

Evolutie van de oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ - contourzone

Tabel 16: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2001)

Oppervlakte (ha)	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996*	5 751	2 161	1 085	513	492	10 105
1997*	5 166	1 991	939	434	421	9 032
1998*	4 566	2 082	909	417	397	8 371
1999*	4 645	1 916	809	396	359	8 126
2000*	3 519	1 445	608	299	236	6 107
1999**	5 291	2 167	857	405	355	9 075
2000**	4 206	1 601	664	311	224	7 007
2001**	3 559	1 364	580	251	179	5 934

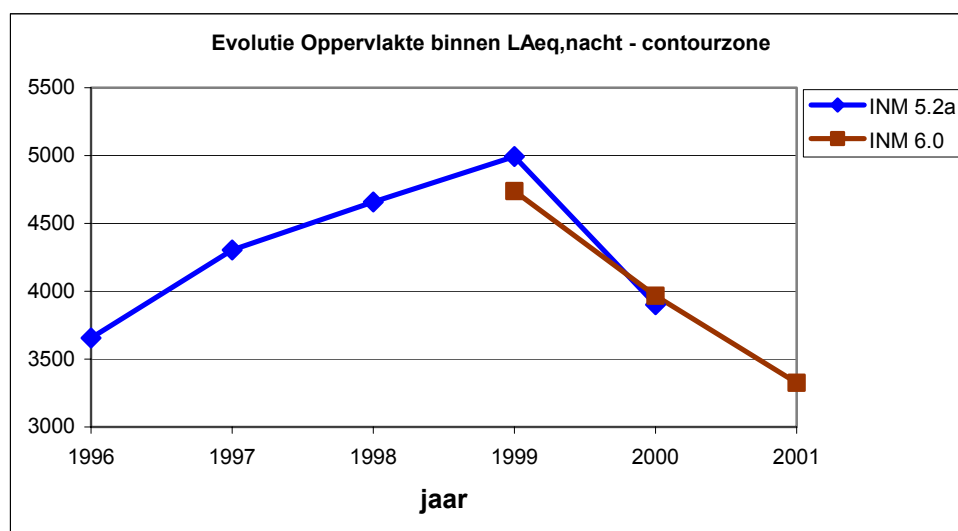
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 14 Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2001)

Tabel 17: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2001)

Oppervlakte (ha)	L _{Aeq,nacht} – contourzone in dB(A)					
Jaartal	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	Totaal
1996*	2 113	838	381	163	160	3 655
1997*	2 495	1 026	446	172	165	4 304
1998*	2 733	1 087	482	193	165	4 659
1999*	2 907	1 182	504	206	193	4 992
2000*	2 211	976	392	162	160	3 901
1999**	2 629	1 142	572	213	183	4 739
2000**	2 134	1 028	469	175	160	3 966
2001**	1 837	850	363	141	134	3 325

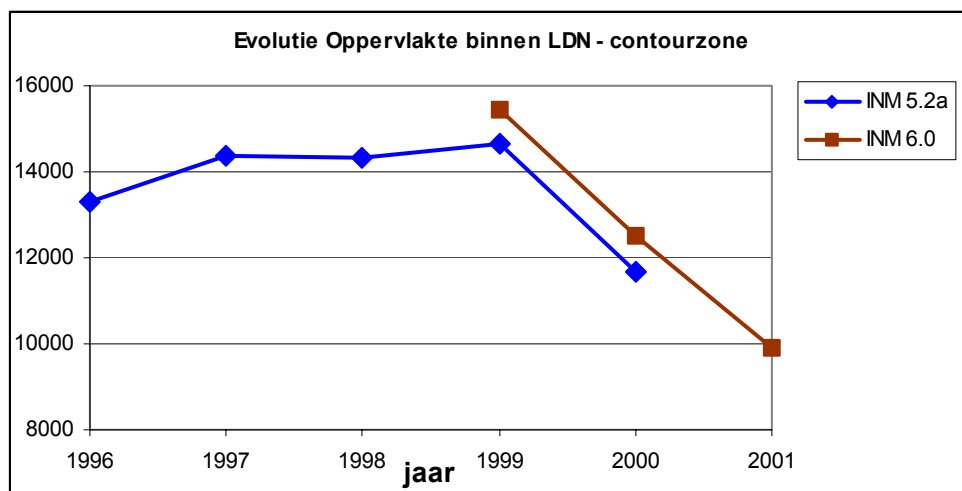
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 15 Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2001)

Tabel 18: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2001)

Oppervlakte (ha)						
Jaartal	LDN - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996 *	7 650	3 045	1 412	623	551	13 281
1997 *	8 503	3 258	1 449	616	528	14 353
1998 *	8 121	3 510	1 492	644	538	14 305
1999 *	8 332	3 615	1 522	651	545	14 664
2000 *	6 749	2 828	1 201	508	408	11 693
1999 **	9 052	3 597	1 505	722	547	15 423
2000 **	7 359	2 867	1 266	588	420	12 500
2001 **	5 633	2 454	1 028	458	338	9 911

* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 16 Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2001)Tabel 19: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{night} -contouren (2000-2001)

L _{Aeq,dag} - contourzone in dB(A)						
Oppervlakte (ha)						
Jaartal	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	Totaal
2000	2045	1013	444	167	154	3823
2001	1805	828	347	137	129	3246

berekend met INM versie 6

Tabel 20: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2001)

Oppervlakte (ha)		L _{Aeq,dag} - contourzone in dB(A)				
Jaartal	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	<i>Totaal</i>
2000	8979	3386	1431	667	481	<i>14943</i>
2001	6744	2867	1164	523	383	<i>11681</i>

berekend met INM versie 6

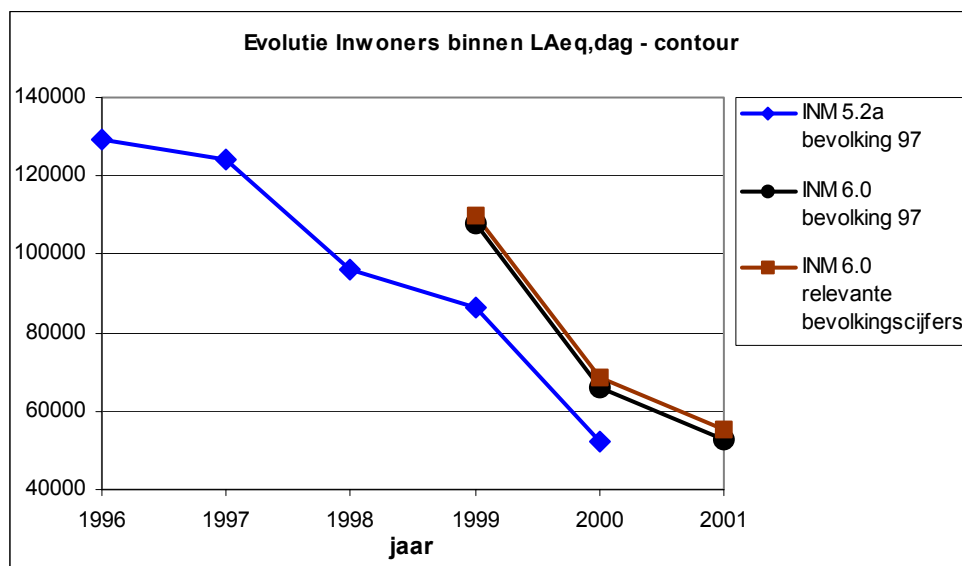
Evolutie van het aantal inwoners per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ – contourzone

Tabel 21: *Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2001)*

Jaartal	Bevolkingsgeg.	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A)					Totaal
		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996 *	1jan1997	99214	17932	9175	1379	110	129325
1997 *	1jan1997	98396	16756	7490	1341	83	124066
1998 *	1jan1997	70240	15853	8606	1209	73	95981
1999 *	1jan1997	65524	13416	6231	1204	70	86445
2000 *	1jan1997	36842	11352	3633	468	5	52300
1999 **	1jan1997	83788	15993	6658	1159	76	107674
2000 **	1jan1997	49887	11760	3867	521	6	66040
2001 **	1jan1997	39029	9944	3349	264	4	52591
1999 **	1jan1999	85478	16475	6866	1165	67	110051
2000 **	1jan2000	51834	12217	4002	503	6	68562
2001 **	1jan2001	41264	10536	3502	238	4	55543

* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

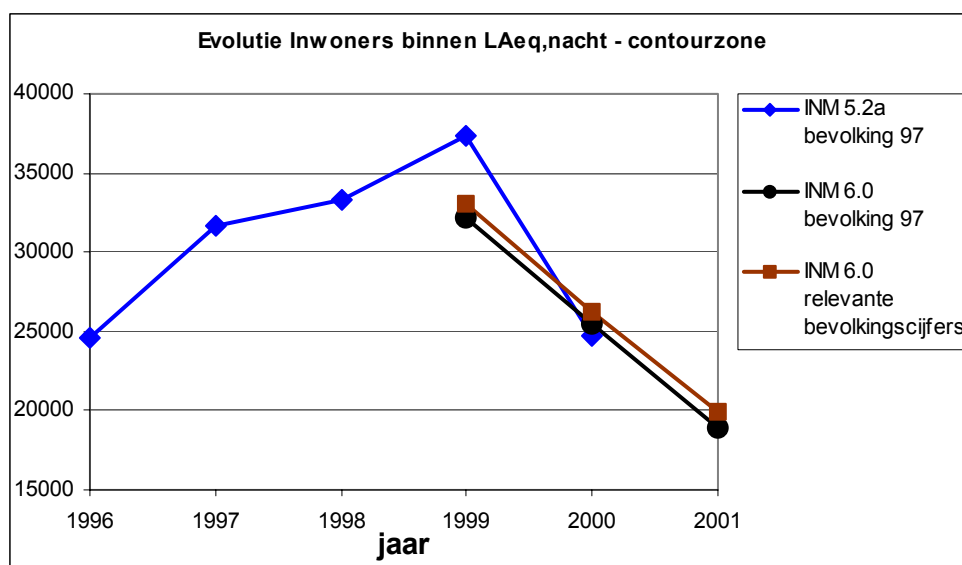
Figuur 17 *Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2001)*



Tabel 22: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren(1996-2001)

Aantal Inwoners	Bevolkingsgeg.	$L_{Aeq,nacht}$ - contourzone in dB(A)					Totaal
		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996 *	1jan1997	17216	5366	1995	42	0	24619
1997 *	1jan1997	22180	7916	1575	20	0	31691
1998 *	1jan1997	22818	9637	853	31	0	33339
1999 *	1jan1997	25131	10474	1652	104	2	37364
2000 *	1jan1997	16546	7506	661	46	2	24761
1999 **	1jan1997	19641	9960	2438	111	2	32151
2000 **	1jan1997	16546	7898	1042	54	2	25541
2001 **	1jan1997	12245	5294	1337	17	2	18895
1999 **	1jan1999	20147	10286	2484	108	3	33028
2000 **	1jan2000	16965	8225	1050	58	2	26300
2001 **	1jan2001	12887	5659	1343	13	2	19904

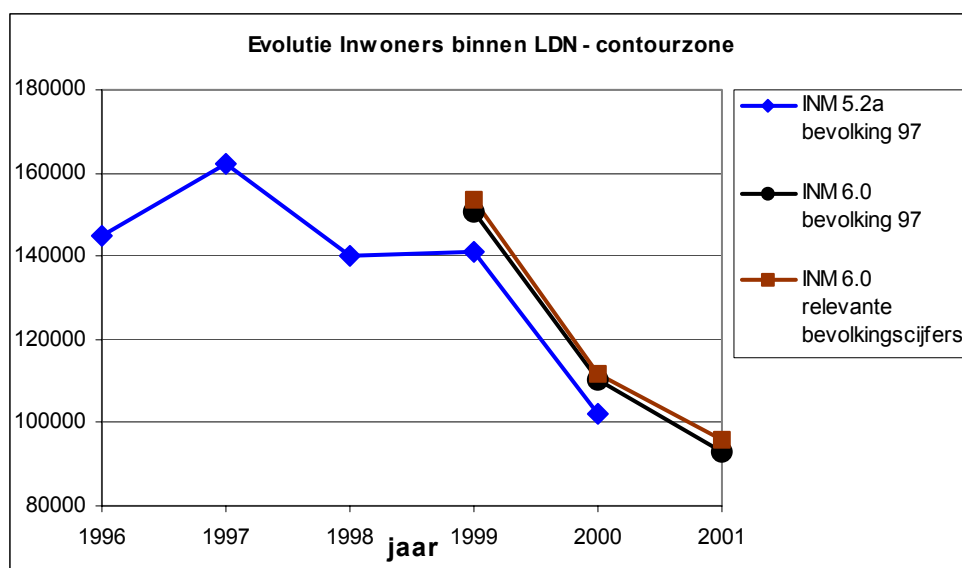
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 18 Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2001)

Tabel 23: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} (1996-2001)

Aantal Inwoners Jaartal	Bevolkingsgeg.	L _{Aeq,nacht} - contourzone in dB(A)					Totaal
		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
1996 *	1jan1997	100094	29529	11463	3518	174	144778
1997 *	1jan1997	116046	30818	11697	3442	177	162180
1998 *	1jan1997	89986	33475	13557	3001	145	140164
1999 *	1jan1997	90306	33850	13304	3372	224	141055
2000 *	1jan1997	70329	20374	9629	1862	82	102276
1999 **	1jan1997	101637	31772	13500	3628	252	150788
2000 **	1jan1997	76699	20599	10379	2364	98	110140
2001 **	1jan1997	66615	17190	6763	2376	57	93000
1999 **	1jan1999	103156	32326	13896	3743	246	153366
2000 **	1jan2000	77410	21264	10727	2450	94	111944
2001 **	1jan2001	68171	18056	7159	2461	45	95891

* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 19 Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} - contouren (1996-2001)

Tabel 24: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{night} -contouren (2000-2001)

Aantal inwoners		$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A)					Totaal
Jaartal		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
2000		17012	7697	929	36	2	25677
2001		12595	5597	1096	10	2	19300

berekend met INM versie 6

Tabel 25: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2001)

Aantal inwoners		$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A)					Totaal
Jaartal		55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
2000		122005	26108	12512	3295	139	164059
2001		101023	22552	8384	3041	73	135073

berekend met INM versie 6

Bijlage 7 Geluidscontouren op topografische kaart, 2001

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart

$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart

L_{DN} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart

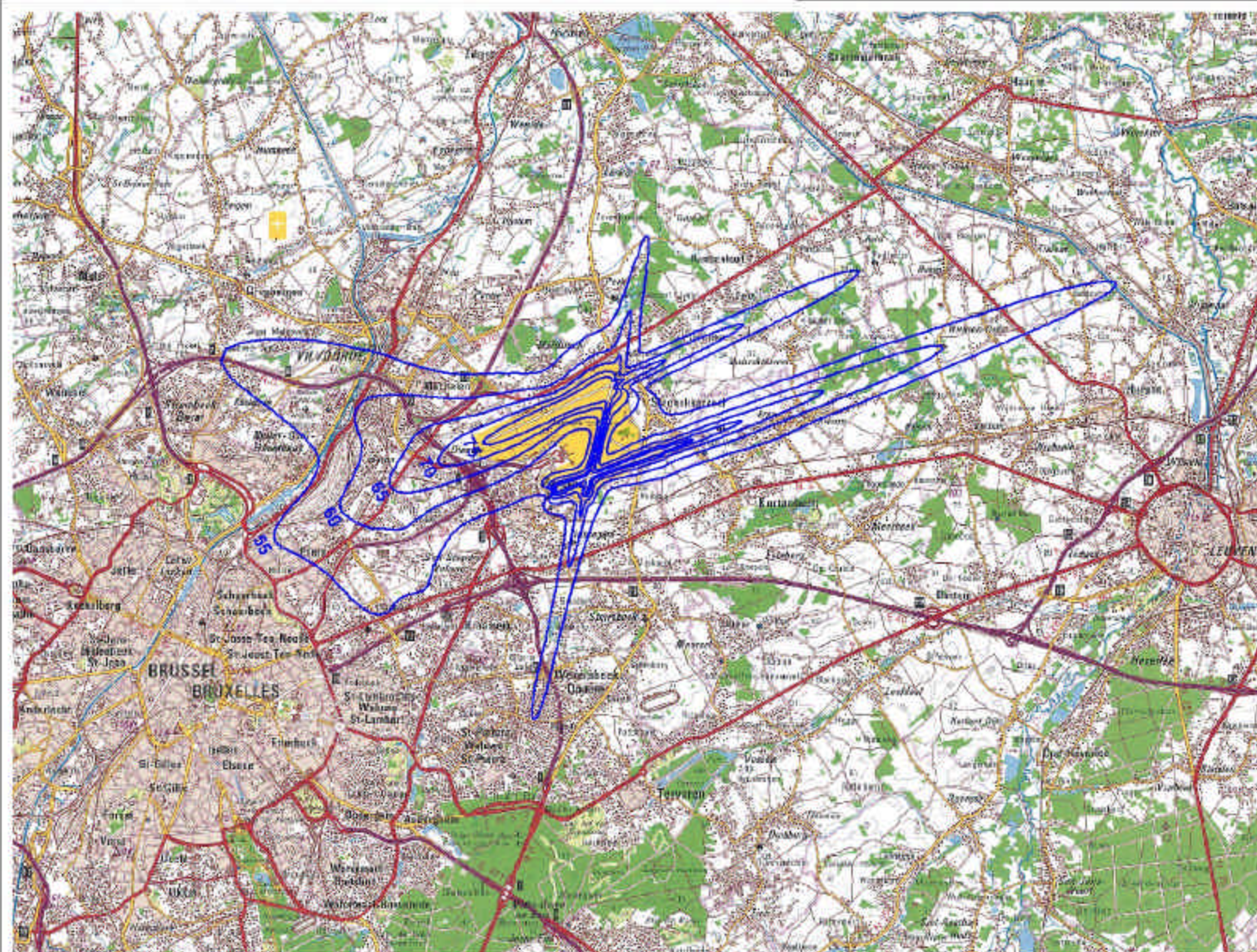
L_{night} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart

$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2001, achtergrond topografische kaart

L_{Aeq,dag} -geluidscontouren voor 2001

Vlarem : dag 06.00u - 23.00u

L_{Aeq,dag} - geluidscontouren
rond de luchthaven
Brussel - Nationaal
op een topografische kaart



Legende

 L_{Aeq,dag} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2001

 Meetposten



Bronnen

Topografische kaart:
Restversie Topografische kaart NGI
schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

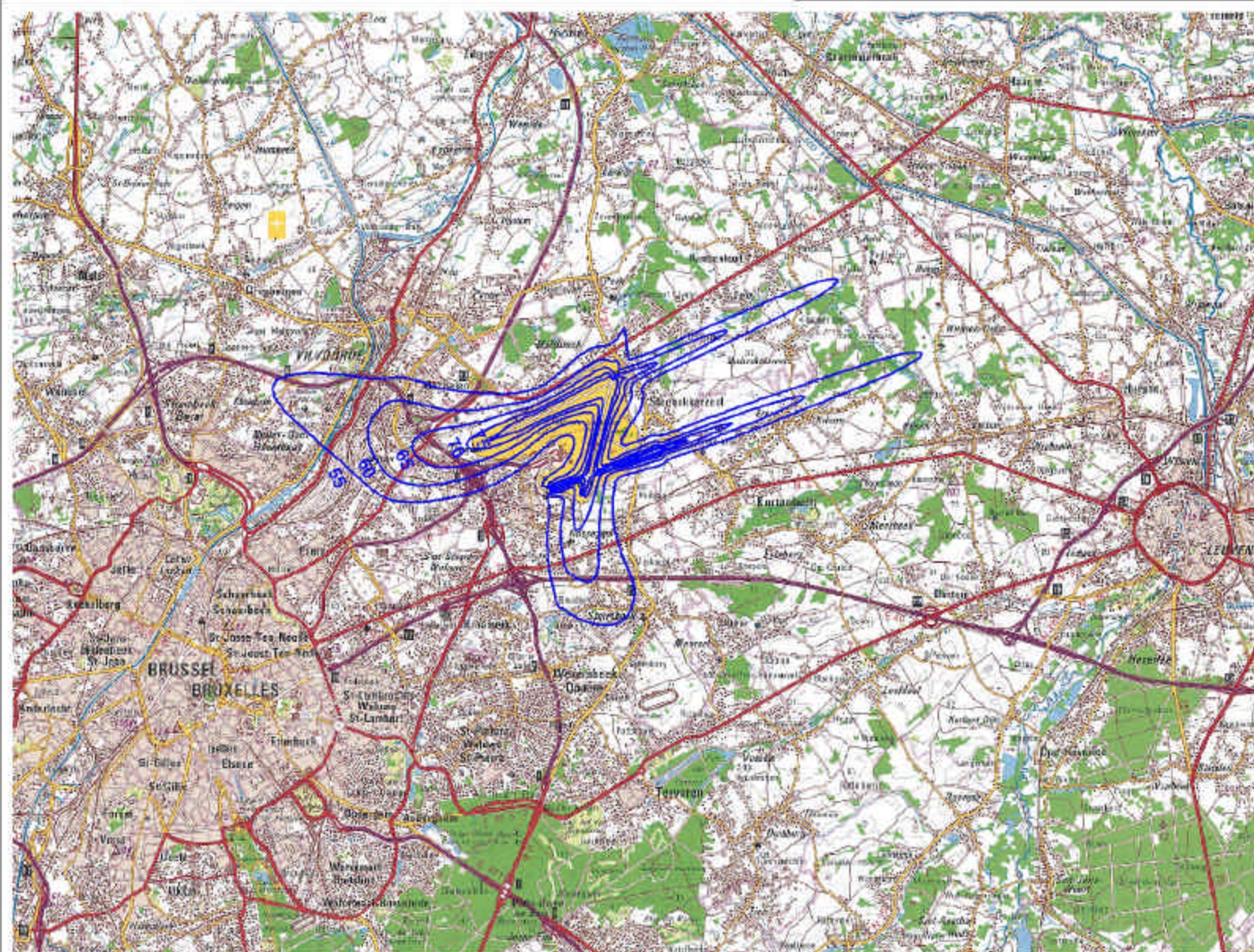
Geluidscontouren:
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{Aeq,nacht} -geluidscontouren voor 2001
Vlaem : nacht 23.00u - 06.00u

L_{Aeq,nacht} geluidscontouren
 rond de luchthaven
 Brussel - Nationaal
 op een topografische kaart



Legende

 L_{Aeq,nacht} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2001

 Meetposten



Bronnen

Topografische kaart :
 Restversie Topografische kaart NGI
 schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

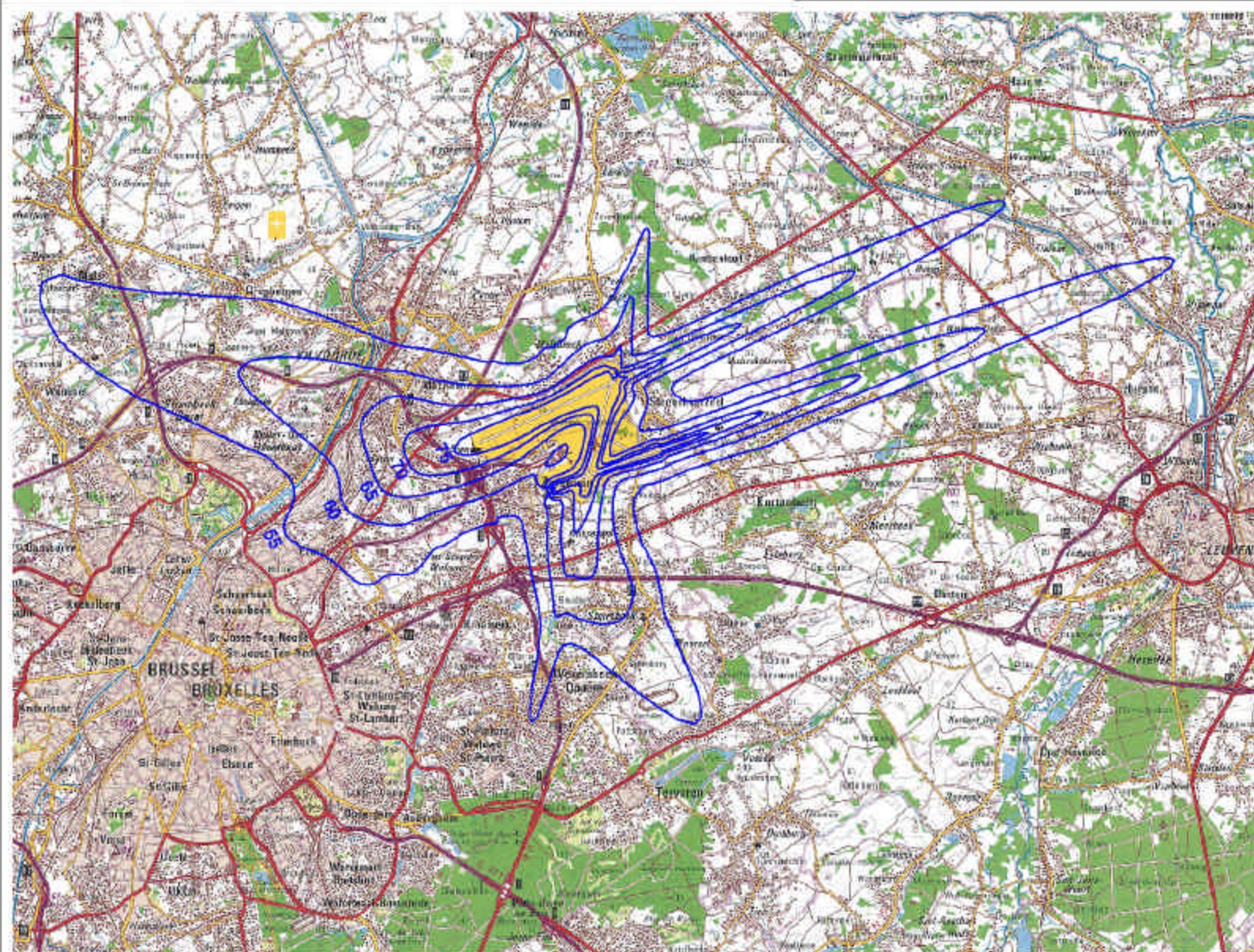
Geluidscontouren :
 Berekeningen door ATF m.b.v.
 het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{DN} -geluidscontouren voor 2001 **Vlarem : nacht 23.00u - 06.00u**

L_{DN} - geluidscontouren
 rond de luchthaven
 Brussel - Nationaal
 op een topografische kaart



Legende

L_{DN} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2001

◆ Meetposten



Bronnen

Topografische kaart:
 Restversie Topografische kaart NGI
 schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

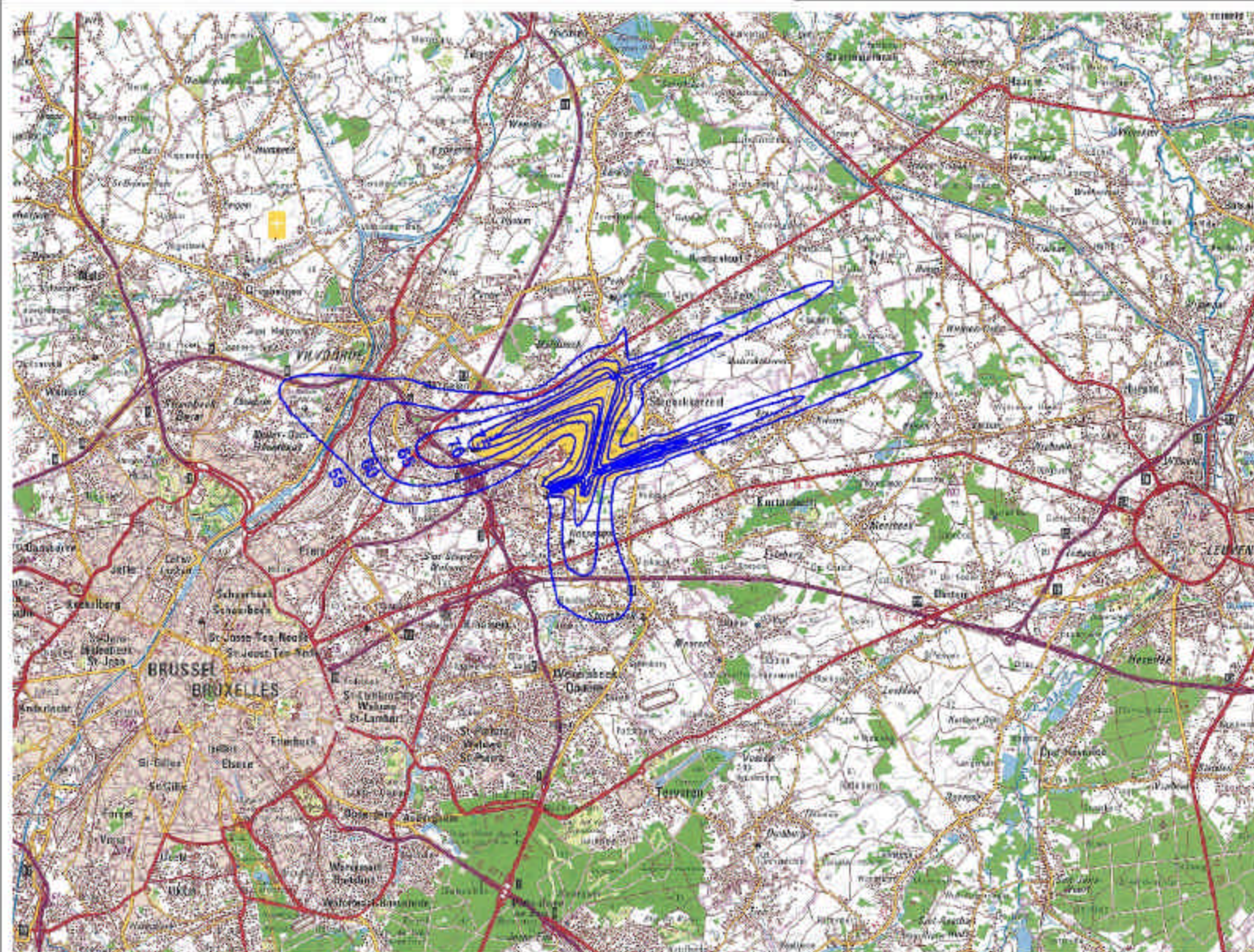
Geluidscontouren:
 Berekeningen door ATF m.b.v.
 het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{night} - geluidscontouren voor 2001 **EU : nacht 23:00u - 07:00u**

L_{night} -geluidscontouren
 rond de luchthaven
 Brussel - Nationaal
 op een topografische kaart



Legende

 L_{night} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2001

 Meetposten



Bronnen

Topografische kaart:
 Restversie Topografische kaart NGI
 schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

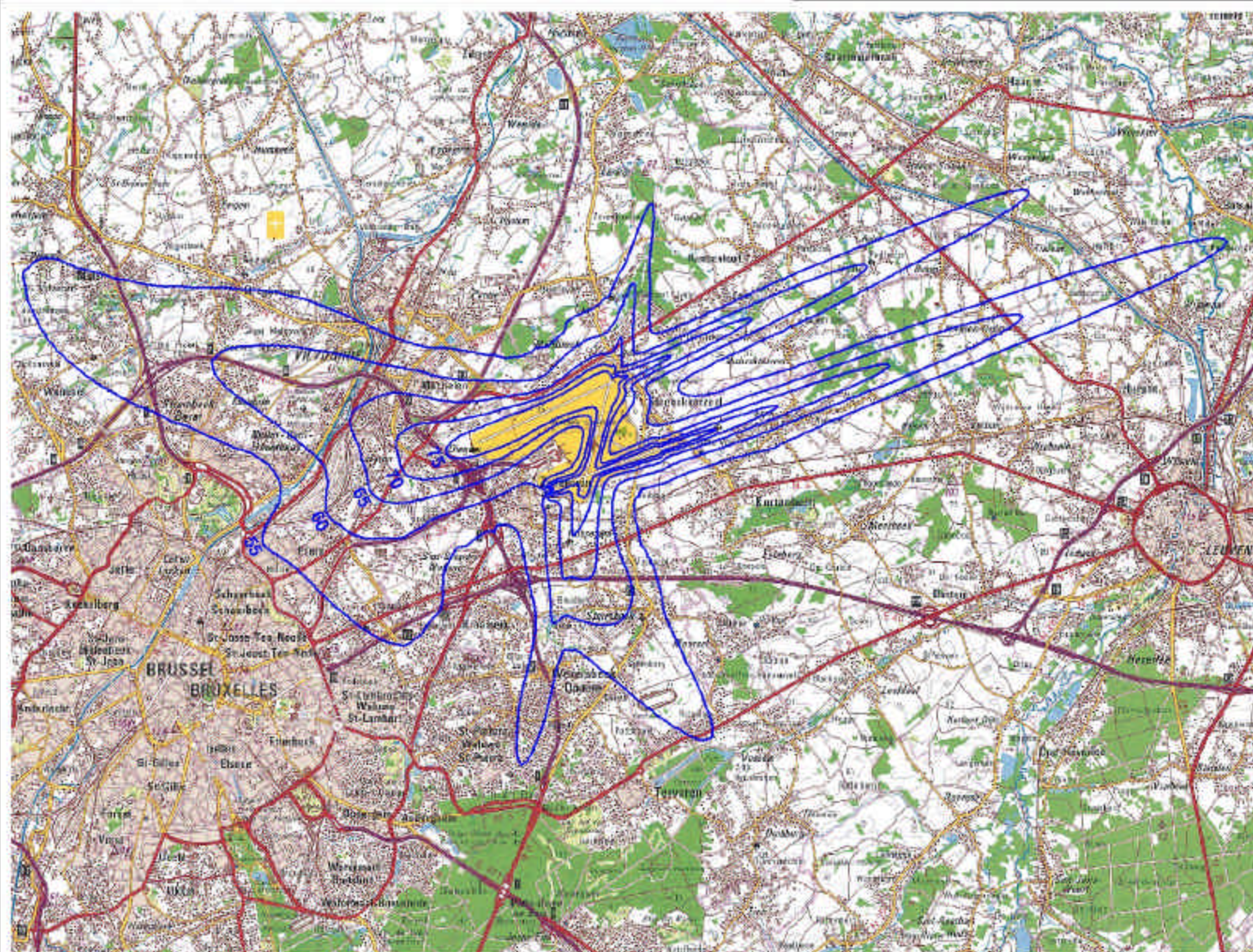
Geluidscontouren:
 Berekeningen door ATF m.b.v.
 het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{den} - geluidscontouren voor 2001
EU : avond 19:00u - 23:00u ; nacht 23:00u - 07:00u

L_{den} - geluidscontouren
 rond de luchthaven
 Brussel - Nationaal
 op een topografische kaart



Legende

L_{den} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2001

◆ Meetposten



Bronnen

Topografische kaart :
 Resterversie Topografische kaart NGI
 schaal 1/100 000 (OC GIS-Vlaanderen)

Geluidscontouren :
 Berekeningen door ATF m.b.v.
 het rekenmodel INM 6.0c

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



Bijlage 8 Geluidscontouren op bevolkingskaart, 2001

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

L_{DN} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

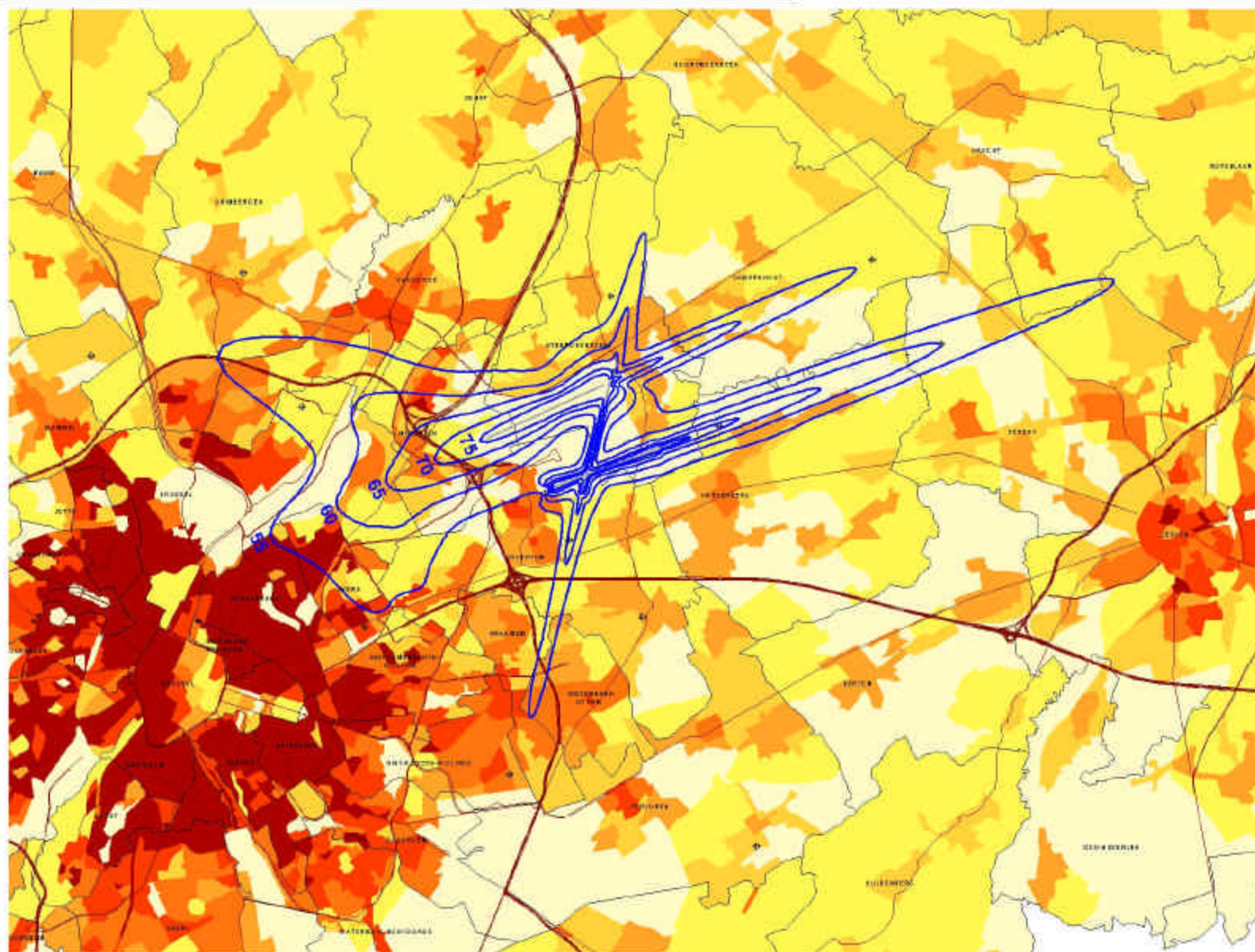
L_{night} – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren voor 2001

Vlarem : dag 06.00u - 23.00u

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



Legende

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
[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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

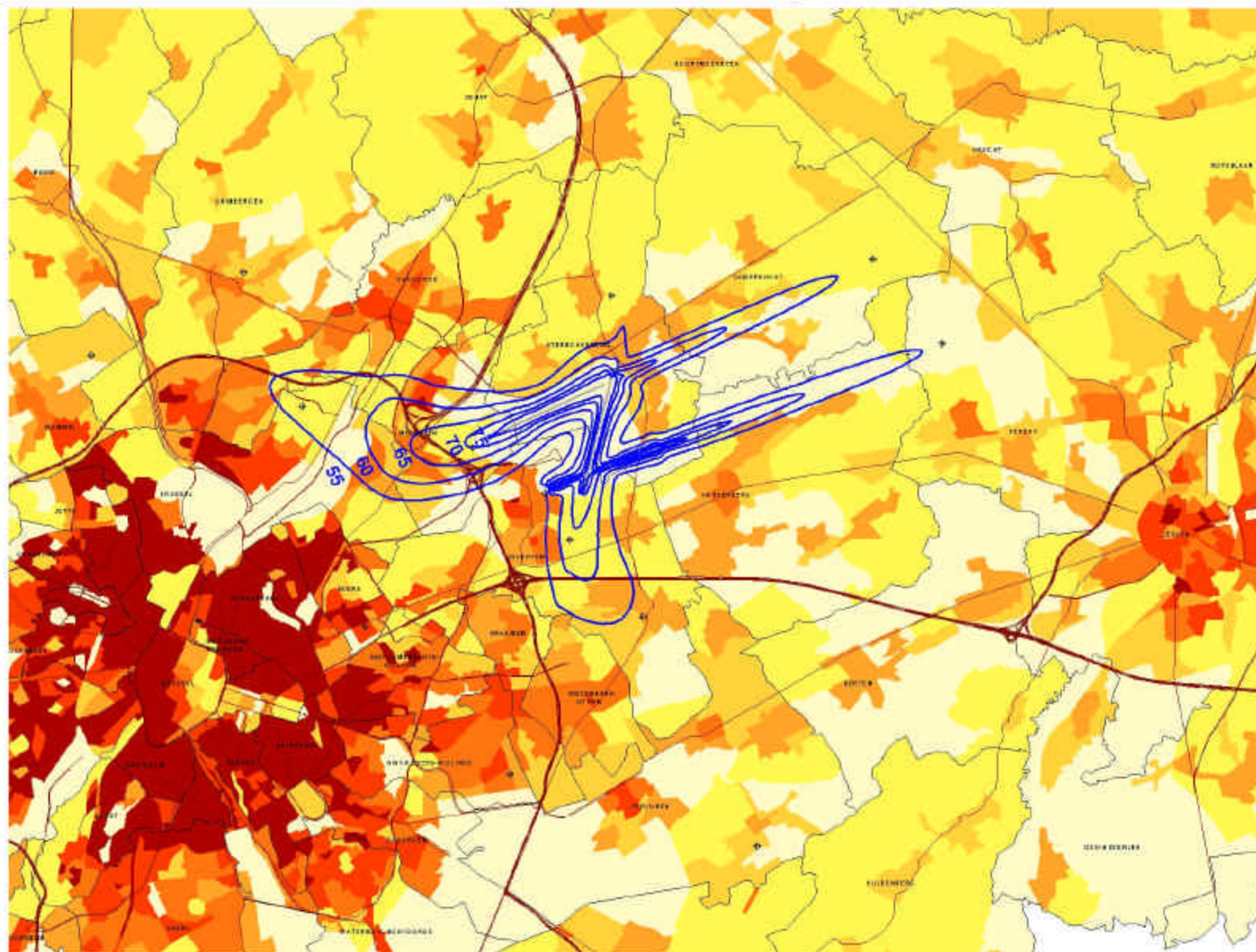
K.U. Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



$L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren voor 2001

Vlaem : 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 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
[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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

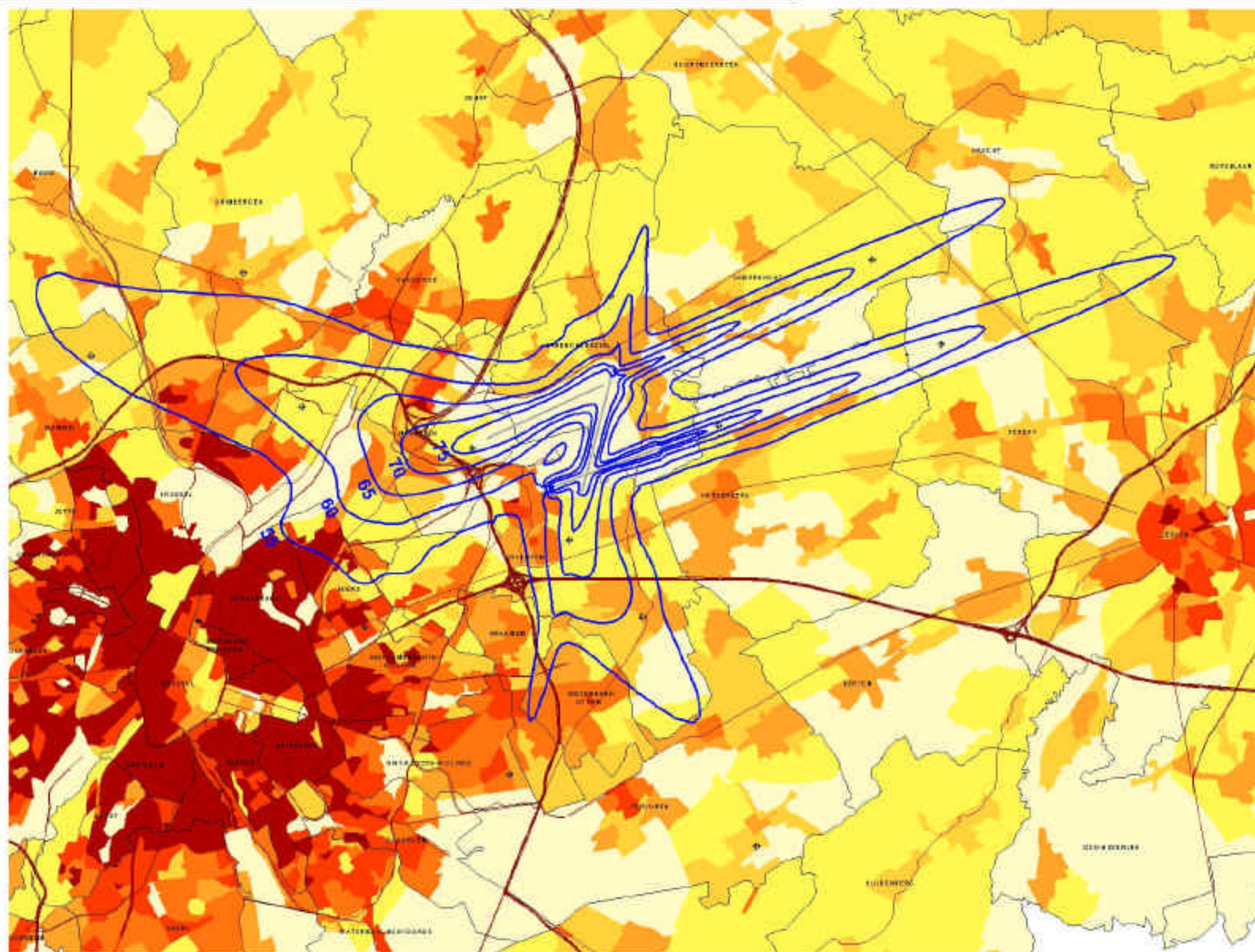
Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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



L_{DN} -geluidscontouren voor 2001
Vlarem : nacht 23.00u - 06.00u

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



Legende

L_{DN} -geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
 [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 Kilometers



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
 Nationaal Instituut voor de
 Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
 Berekeningen door ATF m.b.v.
 het rekenmodel INM 6.0c

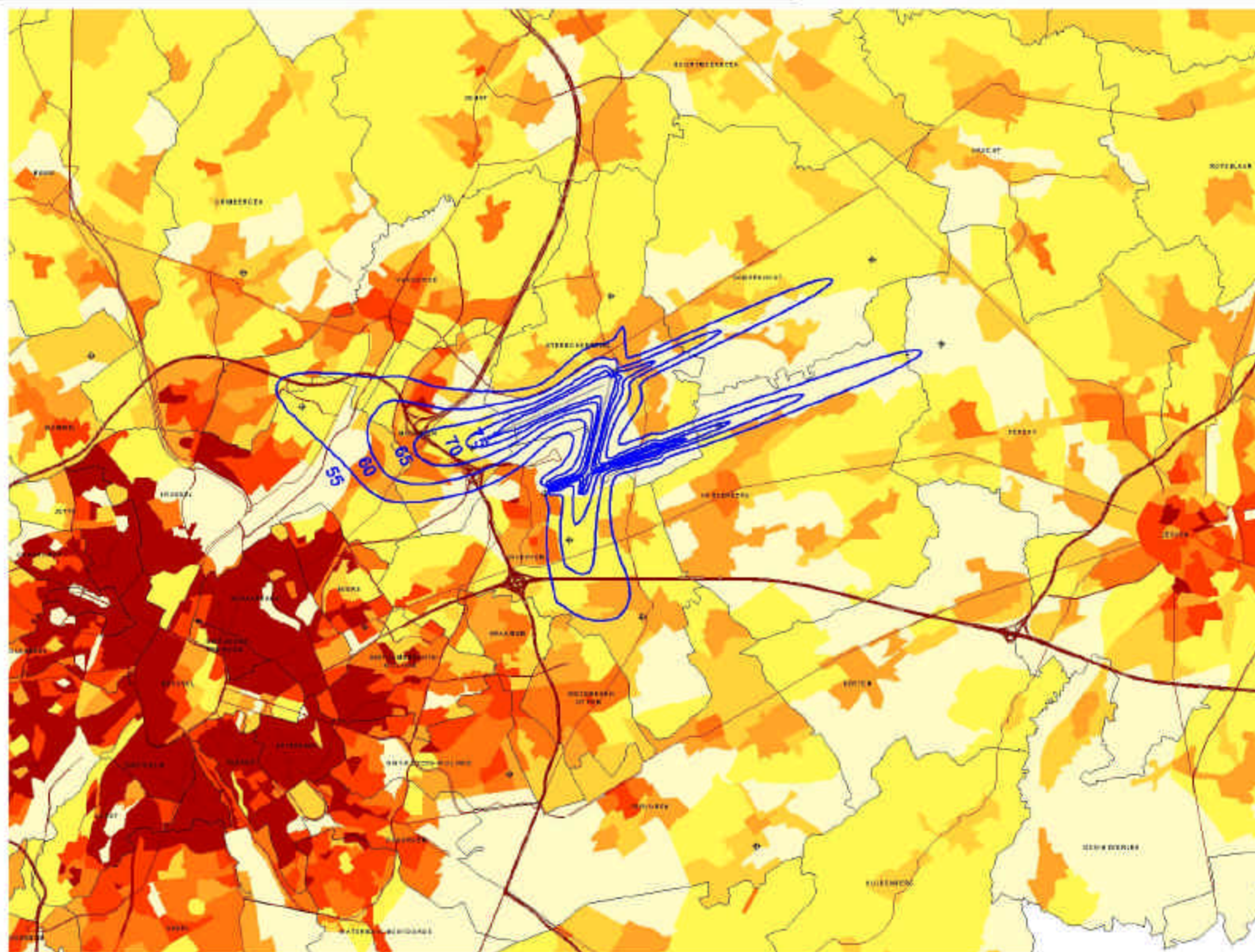
Wegenpatroon :
 Street Map, Teleatlas

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



L_{night} - geluidscontouren voor 2001
EU : nacht 23:00u - 07:00u

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



Legende

L_{night} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
 [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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
 Nationaal Instituut voor de
 Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
 Berekeningen door ATF m.b.v.
 het rekenmodel INM 6.0c

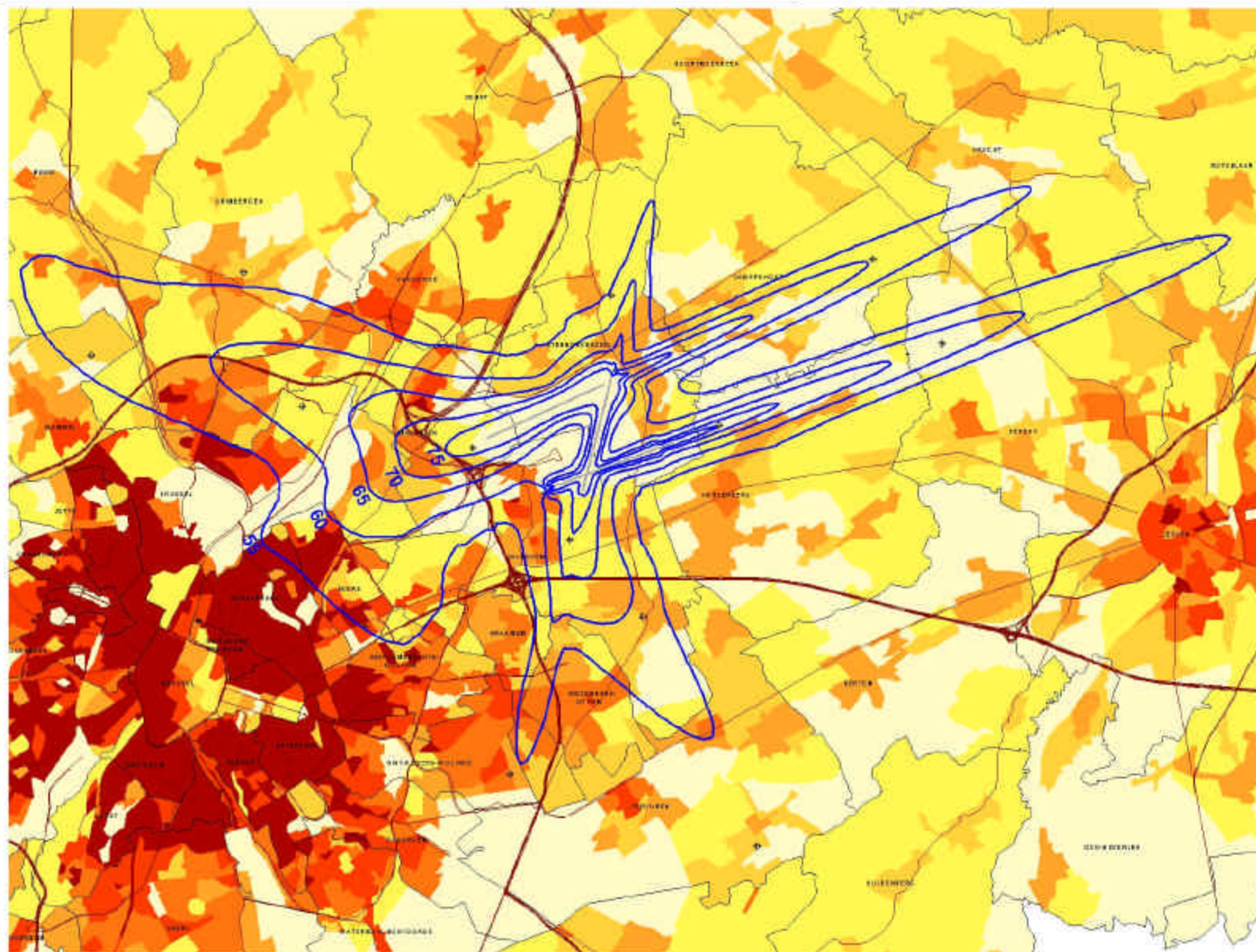
Wegenpatroon :
 Street Map, Teleatlas

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



L_{den} - geluidscontouren voor 2001
EU : avond 19:00u - 23:00u ; nacht 23.00u - 07.00u

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



Legende

L_{den} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2001

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
 [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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
 Nationaal Instituut voor de
 Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
 AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
 Berekeningen door ATF m.b.v.
 het rekenmodel INM 6.0c

Wegenpatroon :
 Street Map, Teleatlas

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



Bijlage 9 Geluidscontourenkaarten, Evolutie 2000(studierapport)-2001

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

L_{DN} – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

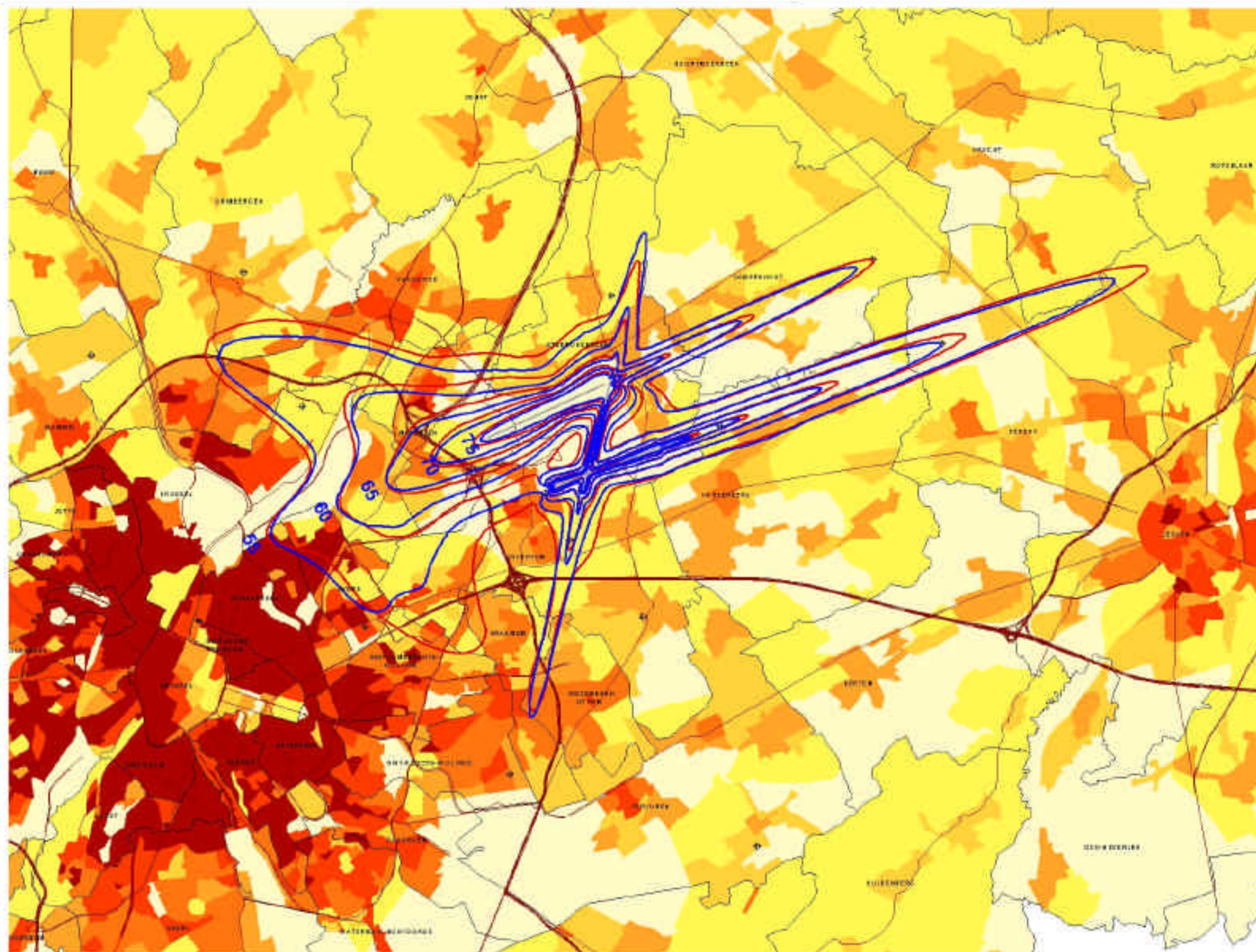
L_{night} – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2000 en 2001, achtergrond bevolkingskaart 2001

Evolutie $L_{Aeq,dag}$ -geluidscontouren voor 2000 en 2001

Vlarem : dag 06.00u - 23.00u

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



Legende

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2001

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren van
55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor
2000 (studierapport PV4337)

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
(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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0b (2000)
en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

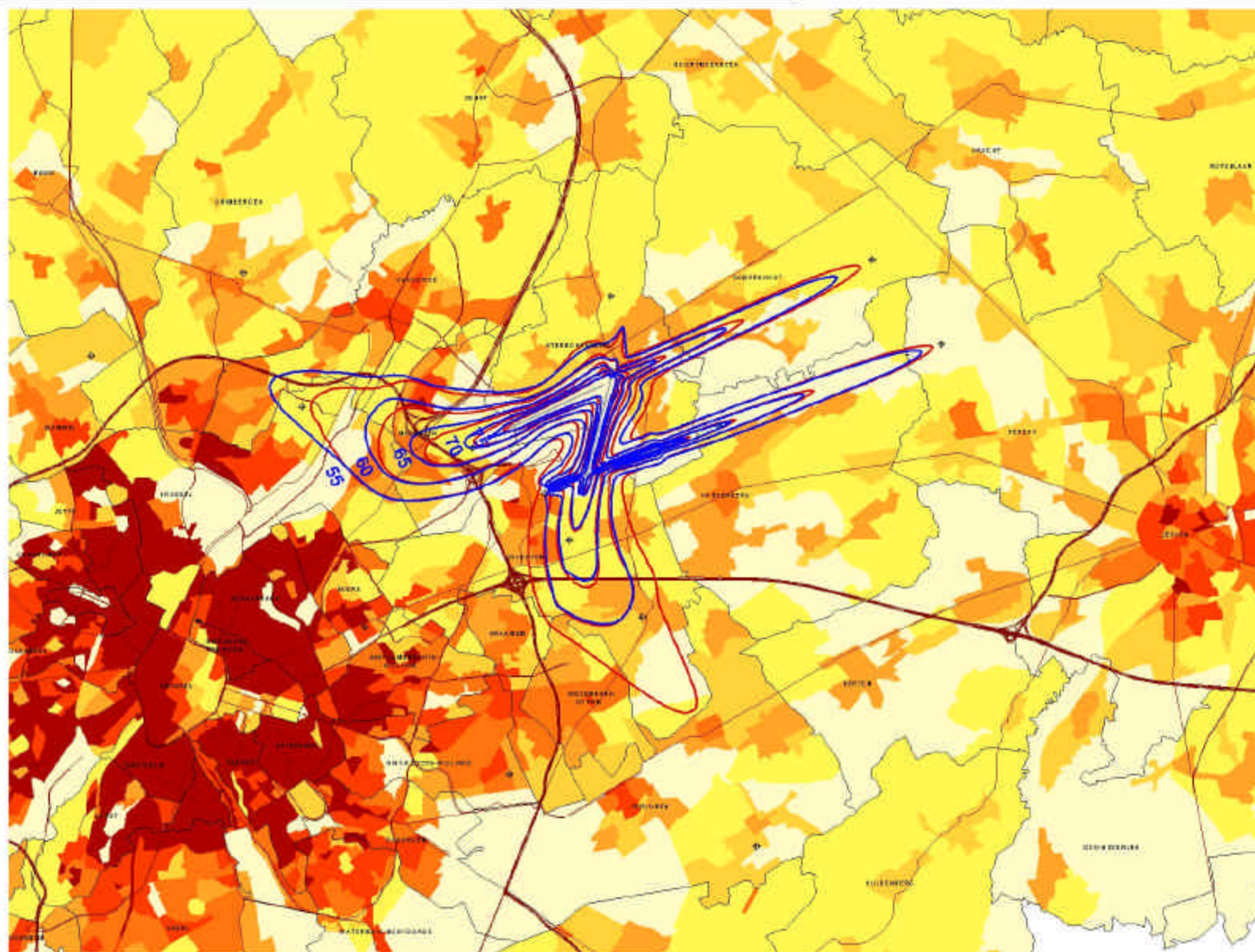
K.U. Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie $L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren voor 2000 en 2001

Vlaem : 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 2001
-  $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000 (studierapport PV4337)
-  Grens fusiegemeente
-  Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
(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



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0b (2000)
en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

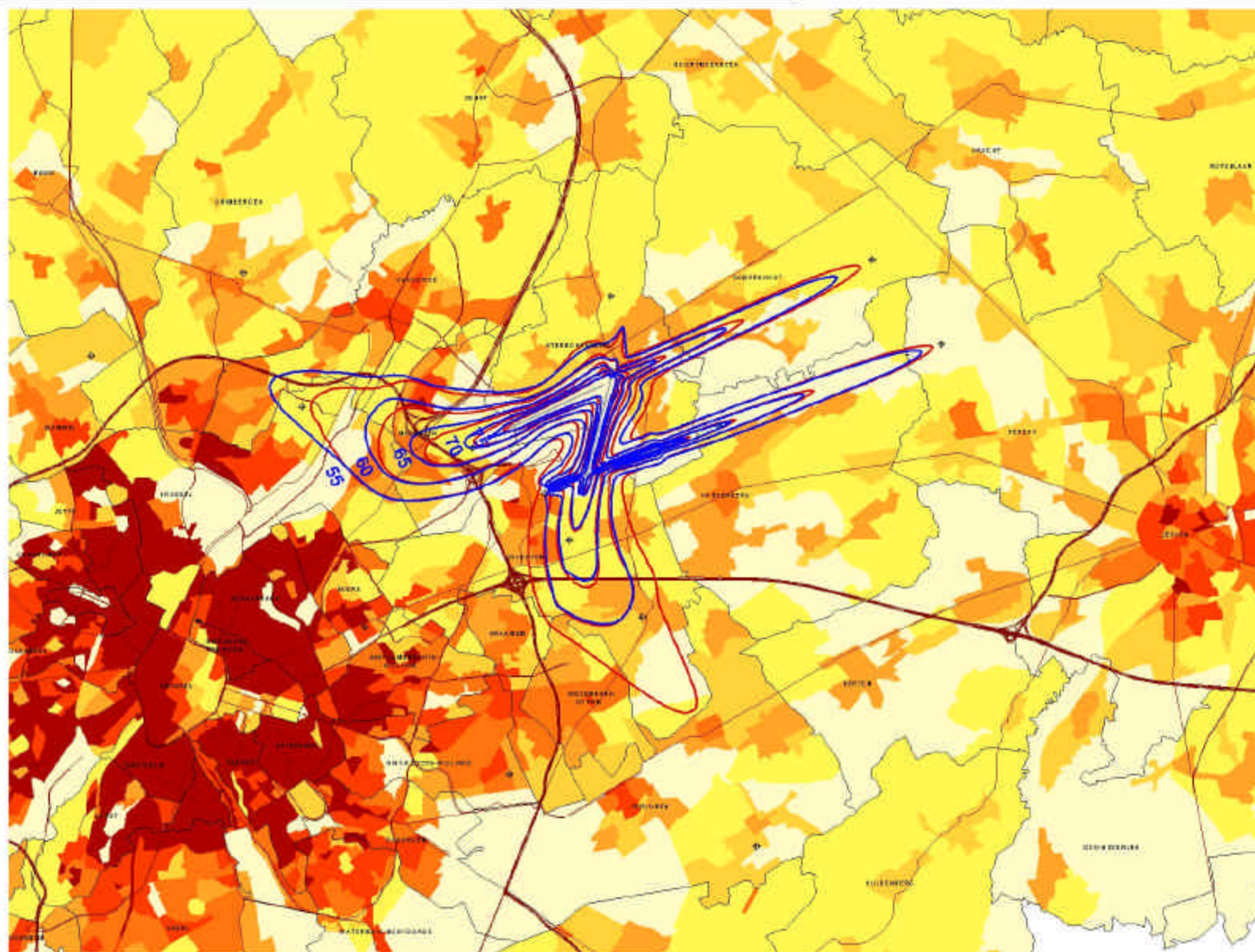
K.U. Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie $L_{Aeq,nacht}$ -geluidscontouren voor 2000 en 2001

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 2001
-  $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor 2000 (studierapport PV4337)
-  Grens fusiegemeente
-  Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
(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



Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0b (2000)
en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

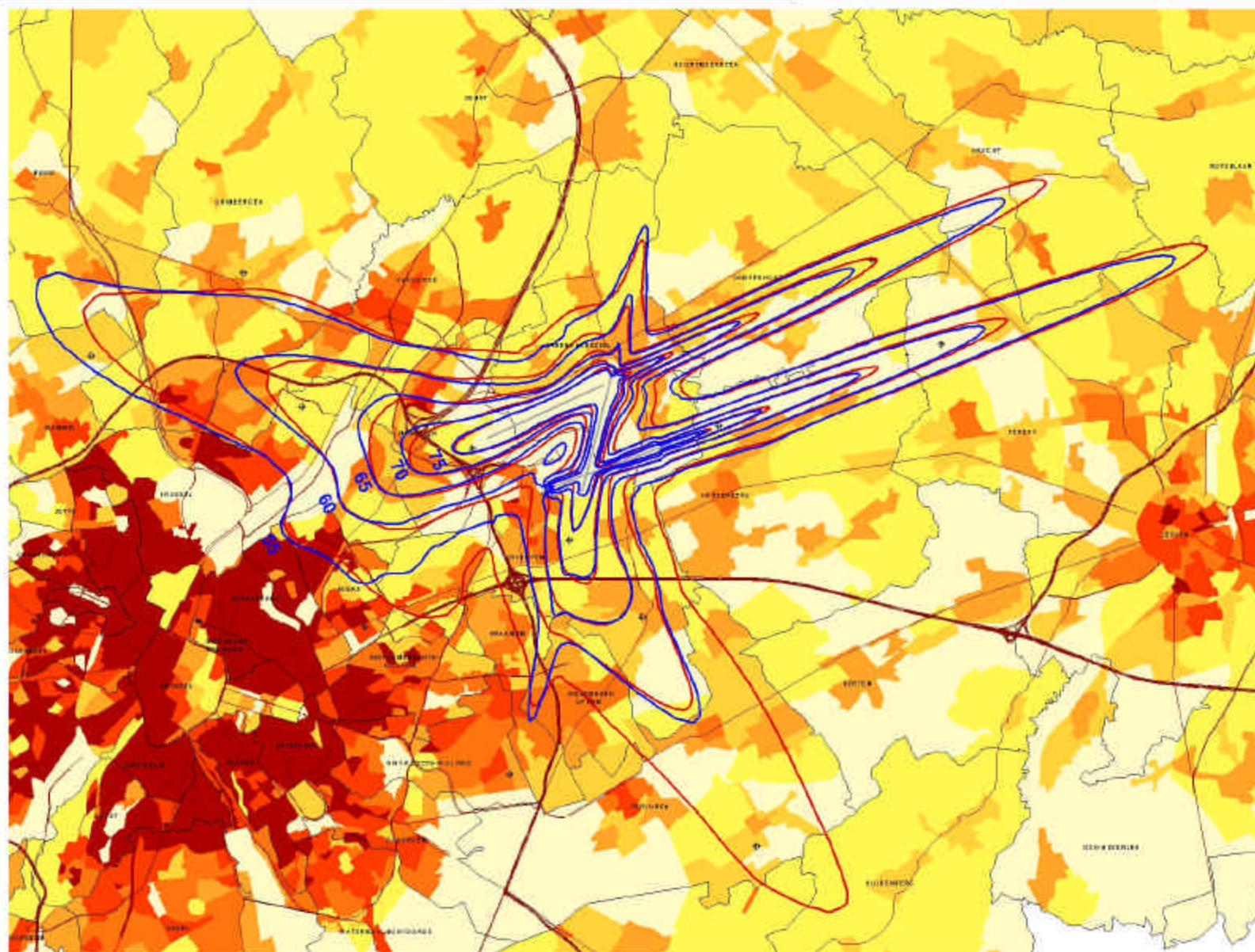
K.U. Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie L_{DN} - geluidscontouren voor 2000 en 2001

Vlarem : nacht 23.00u - 06.00u

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



Legende

L_{DN} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2001

L_{DN} - geluidscontouren van
55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor
2000 (studierapport PV4337)

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
(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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0b (2000)
en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

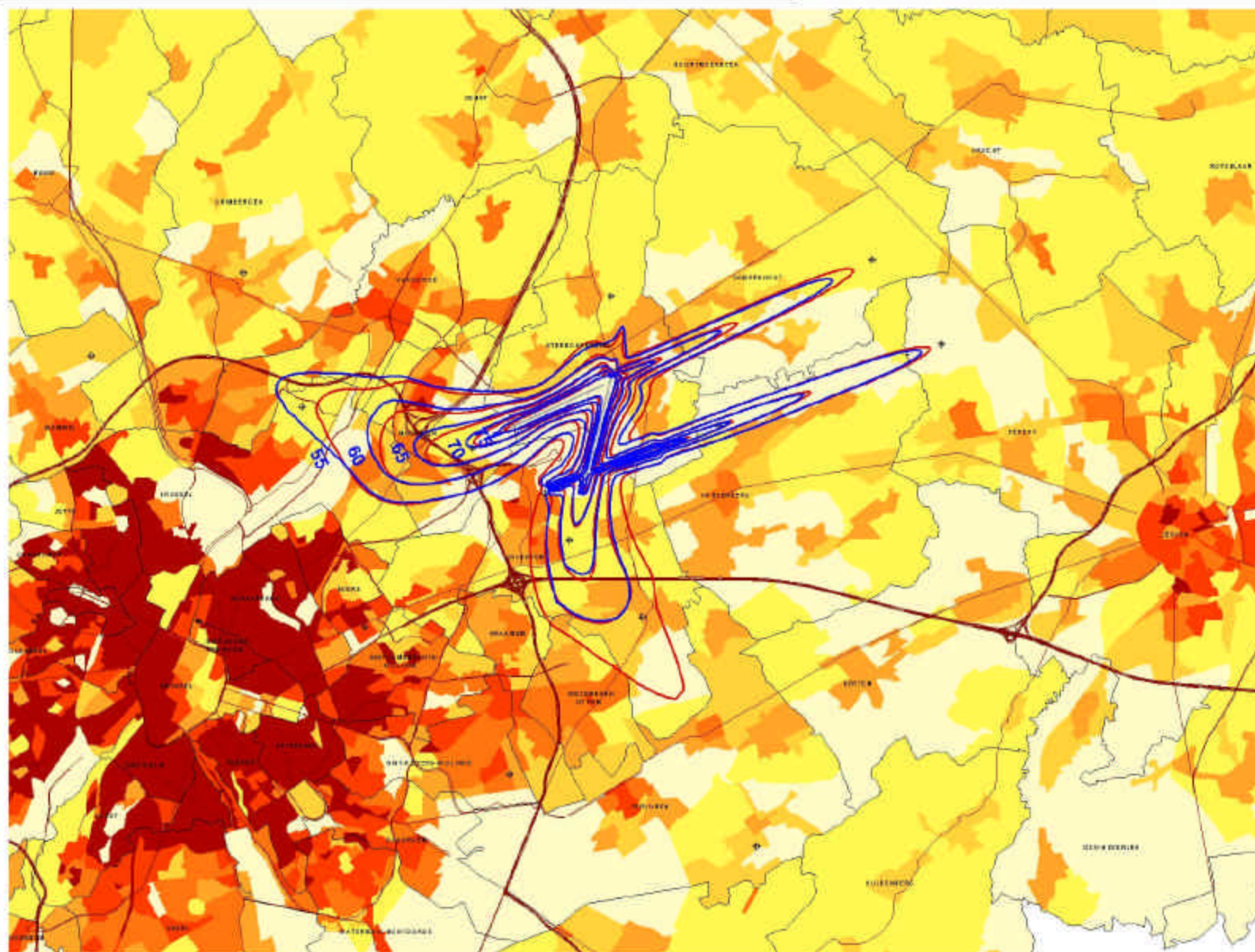
K.U. Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie L_{night} - geluidscontouren voor 2000 en 2001

EU : nacht 23.00u - 07.00u

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



Legende

L_{night} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2001

L_{night} - geluidscontouren van
55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor
2000 (studierapport PV4337)

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
(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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0b (2000)
en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

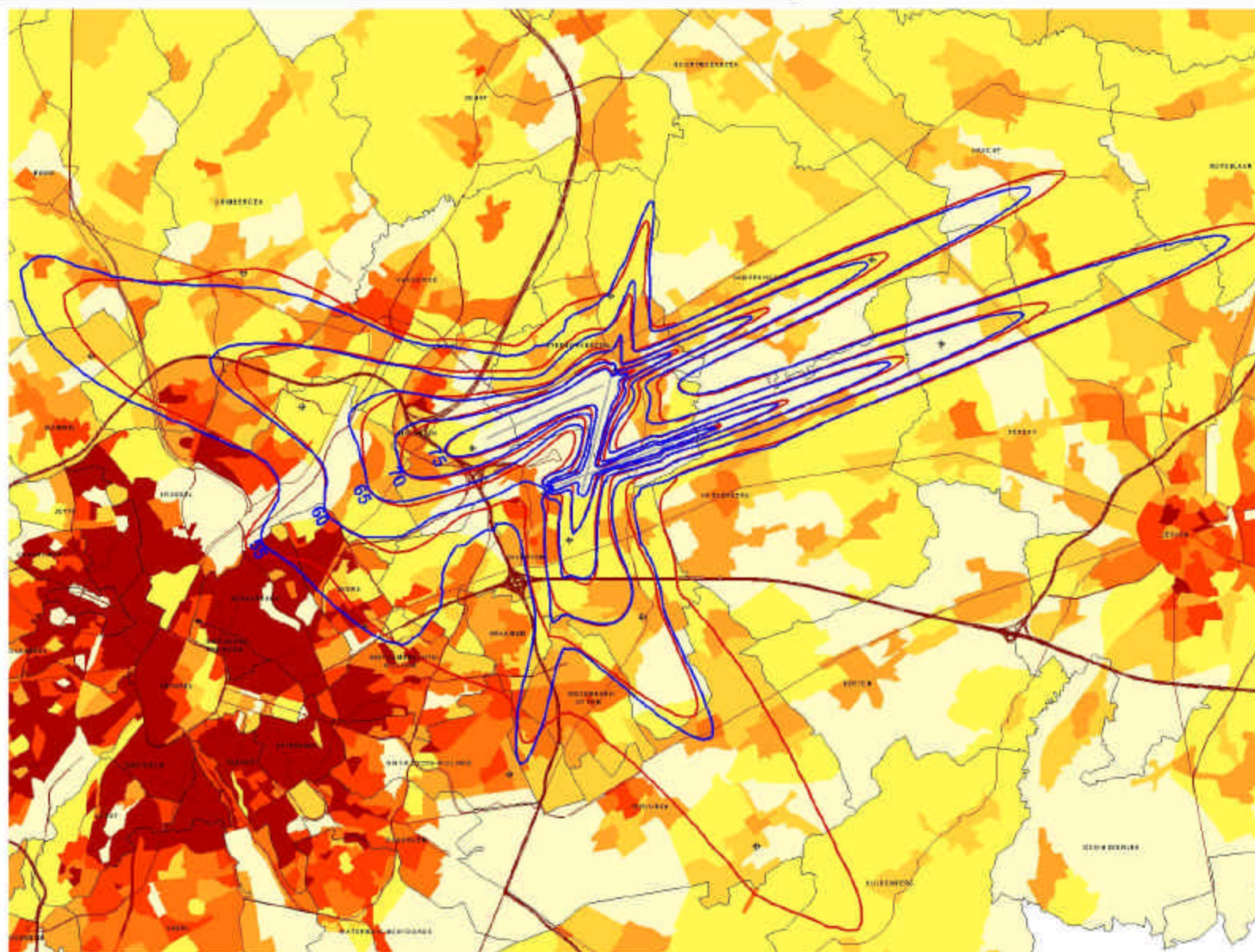
K.U. Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie L_{den} - geluidscontouren voor 2000 en 2001

EU : avond 19.00u - 23.00u ; nacht 23.00u - 07.00u

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



Legende

L_{den} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2001

L_{den} - geluidscontouren van
55, 60, 65, 70, 75 dB(A) voor
2000 (studierapport PV4337)

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingsdichtheid 1 jan 2001
(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 kilometers

Bronnen

Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning

Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0b (2000)
en INM 6.0c (2001)

Wegenpatroon :
Street Map, Teleatlas

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

