



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



KATHOLIEKE
UNIVERSITEIT
LEUVEN

Geluidscontouren rond de luchthaven Brussel Nationaal JAAR 2003

Door : Dr. J. Caerels
Ir. G. Geentjens
O.l.v.: Prof. Dr. J. Thoen

P.V. 4661
13/04/2004

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding.....	1
1.1 Opgelegde berekeningen voor de luchthaven Brussel Nationaal.....	1
1.2 De recentste versie van het model.....	3
2. Definities bij de evaluatie van geluidscontouren.....	4
2.1 Verklaring van enkele courant gebruikte begrippen	4
2.1.1 Objectieve en subjectieve waarneming.....	4
2.1.2 Geluidscontouren	4
2.1.3 Geluidszones.....	4
2.1.4 Het A-gewogen equivalente geluidsdrukkniveau, $L_{Aeq,T}$	5
2.1.5 Het Dag-Nacht geluidsdrukkniveau (L_{DN})	6
2.1.6 Het Dag-Avond-Nacht geluidsdrukkniveau (L_{den})	6
2.2 Verband tussen hinder en geluidsbelasting.....	6
3. Werkwijze voor de berekening van de geluidscontouren rond de luchthaven Brussel Nationaal8	
3.1 Verzamelen van invoergegevens.....	8
3.1.1 Vluchtinformatie	8
3.1.2 Radardata.....	9
3.1.3 Meteorologische gegevens.....	10
3.2 Uitvoering van contourberekeningen	11
3.2.1 Overeenkomst metingen (NMS) – berekeningen (INM).....	11
3.2.2 Verfijning van de berekening	11
3.3 Nabewerking in een GIS.....	11
4. Resultaten	13
4.1 Achtergrondinformatie bij het interpreteren van de resultaten	13
4.1.1 Evolutie van het aantal vluchten.....	13
4.1.2 Andere belangrijke evoluties	14
4.2 Overeenkomst metingen (NMS) - Berekeningen (INM).....	18
4.3 Evolutie van het event $L_{Aeq,24h}$ -niveau	20
4.4 Bespreking van de geluidscontouren en tabellen.....	22
4.4.1 $L_{Aeq,dag}$ - contouren	22
4.4.2 $L_{Aeq,nacht}$ - contouren	23
4.4.3 L_{DN} - contouren	24
4.4.4 L_{night} - contouren	24
4.4.5 L_{den} – contouren (avond 19-23h, nacht 23-07h volgens EU)	24
4.5 Aantal potentieel sterk gehinderden.....	25

Bijlage 1	Verdeling van het baangebruik in 2003	27
Bijlage 2	Ligging van de meetposten	30
Bijlage 3	Technische nota	31
Bijlage 4	Resultaten contourberekeningen 2003	32
Bijlage 5	Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2003	39
Bijlage 6	Geluidscontouren op topografische kaart, 2003.....	47
Bijlage 7	Geluidscontouren op bevolkingskaart, 2003	53
Bijlage 8	Geluidscontourenkaarten, Evolutie 2002-2003	59

Lijst met figuren

Figuur 1	Voorstelling van het A-gewogen equivalente geluidsdrukkniveau ($L_{Aeq,T}$)	5
Figuur 2	Percentage potentieel sterk gehinderden als functie van L_{DN} voor vliegtuiglawaai (Bron : VLAREM – milieuwetgeving gebaseerd op Miedema 1992).....	7
Figuur 3	Evolutie van het vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1991-2003 (Bron : BIAC)	13
Figuur 4	Evolutie van het vliegverkeer gedurende de nacht te Brussel-Nationaal 1995-2003 (Bron : BIAC).....	14
Figuur 5	Evolutie van het $L_{Aeq,24h}$ - niveau ter hoogte van de meetposten van het vaste meetnet	21
Figuur 6	Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} - contour van 55 dB(A) (berekend volgens VLAREM-milieuwetgeving, Miedema, 1992)	26
Figuur 7	Configuratie en naamgeving van de start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal....	27
Figuur 8	Procentuele verdeling van het totaal aantal vertrekken en landingen in 2003.....	28
Figuur 9	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (06-23) in 2003	28
Figuur 10	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-06:00) in 2003.....	28
Figuur 11	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (07:00 – 19:00) in 2003.....	29
Figuur 12	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23-07) in 2003	29
Figuur 13	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's avonds (19-23) in 2003	29
Figuur 14	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ - contouren (1996-2003)	39
Figuur 15	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ - contouren (1996-2003).....	40
Figuur 16	Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2003)	41
Figuur 17	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2003)	43
Figuur 18	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2003)	44
Figuur 19	Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} - contouren (1996-2003)	45

Lijst met tabellen

Tabel 1:	Evolutie in de vertrekken van de meest tot de geluidsbelasting bijdragende vliegtuigtypes te Brussel-Nationaal	15
Tabel 2:	Wijzigingen in SIDs per 27 november 2003.....	17
Tabel 3:	Overeenkomst berekeningen – metingen	19
Tabel 4:	Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente voor 2003	32
Tabel 5:	Oppervlakten per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2003	32
Tabel 6:	Oppervlakten per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2003	33
Tabel 7:	Oppervlakten per L_{night} -contourzone en per gemeente voor 2003	33
Tabel 8:	Oppervlakten per $L_{den,23-07h}$ -contourzone en per gemeente voor 2003	34
Tabel 9:	Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2003.....	35
Tabel 10:	Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2003.....	35
Tabel 11:	Bevolkingsaantal per L_{DN} -contourzone en per gemeente 2003.....	36
Tabel 12:	Bevolkingsaantal per L_{night} -contourzone en per gemeente 2003.....	36
Tabel 13:	Bevolkingsaantal per $L_{DEN,23-07h}$ -contourzone en per gemeente 2003.....	37
Tabel 14:	Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2003	38
Tabel 15:	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2003)	39
Tabel 16:	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2003).....	40
Tabel 17:	Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2003)	41
Tabel 18:	Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{night} -contouren (2000-2003)	42
Tabel 19:	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2003)	42
Tabel 20:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2003)	43
Tabel 21:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren(1996-2003)	44
Tabel 22:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} (1996-2003).....	45
Tabel 23:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{night} -contouren (2000-2003)	46
Tabel 24:	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2003)....	46

Lijst met contourenkaarten

L _{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart.....	48
L _{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart.....	49
L _{DN} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart.....	50
L _{night} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart.....	51
L _{den(19-23-07h)} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart	52
L _{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	54
L _{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001.....	55
L _{DN} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	56
L _{night} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	57
L _{den(19-23-07h)} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	58
L _{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001.....	60
L _{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001	61
L _{DN} – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001.....	62
L _{night} – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001.....	63
L _{den(19-23-07h)} – geluidscontouren 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001	64

Volgende kaarten op een achtergrond van een topografische kaart en op schaal 1/25.000 (A0 – formaat) zijn los bijgevoegd bij dit verslag

L _{Aeq,dag} – geluidscontouren voor 2003
L _{Aeq,nacht} – geluidscontouren voor 2003
L _{DN} – geluidscontouren voor 2003
L _{DEN} – geluidscontouren voor 2003
L _{night} – geluidscontouren voor 2003

1. Inleiding

Om een objectieve inschatting te kunnen maken van de geluidsbelasting van de omgeving van een luchthaven worden geluidscontouren berekend. Deze geluidscontouren weerspiegelen de evoluties en gebeurtenissen die een impact kunnen hebben op de lawaaiproductie van landend en opstijgend luchtverkeer en kunnen als dusdanig gebruikt worden om de situatie te beschrijven als ook om de effecten van vlootveranderingen, veranderingen in vluchtaantallen en eventuele maatregelen te evalueren. Voor hun juistheid worden de geluidscontouren getoetst aan geluidsmetingen op een aantal locaties rond de luchthaven.

In de loop van 2003 hebben een aantal veranderingen plaatsgevonden enerzijds de vlootsamenstelling van en naar Brussel Nationaal en anderzijds in de ligging van de vliegroutes voor vertrekkend verkeer. Deze veranderingen zullen zich ongetwijfeld weerspiegelen in de resultaten van de contourberekeningen voor 2003 in vergelijking met deze voor 2002.

1.1 Opgelegde berekeningen voor de luchthaven 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 Brussel Nationaal. Dit gebeurt in opdracht van BIAC of de toenmalige Regie der Luchtwegen. Voor de luchthaven Brussel Nationaal worden deze berekeningen opgelegd in de Vlaamse Milieuwetgeving :

- Sinds 1999 is de berekening van geluidscontouren verplicht door de VLAREM-wetgeving¹ voor klasse 1 vliegvelden². In het kader van VLAREM moeten drie soorten geluidscontouren berekend worden:

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

- 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, waarbij de dagperiode is gedefinieerd tussen 06 uur tot 23 uur;
 - $L_{Aeq,nacht}$ -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 milieuvergunning³ van BIAC twee extra geluidscontourberekeningen op. Het zijn de geluidscontouren volgens die parameters die overeen stemmen met de geluidsindicatoren voorzien in de Europese richtlijn⁴ betreffende omgevingslawaaï :
- L_{night} -geluidscontouren voor een weergave van de geluidsbelasting 's nachts, met de nacht gaande van 23 uur tot 07 uur,
 - L_{den} -geluidscontouren voor een weergave van de geluidsbelasting over 24 uur, met een wegingsfactor 10 voor de nacht van 23 uur tot 07 uur en een wegingsfactor 3.16 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 recenter;
- 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;

³ AMV/00068637/1002; Besluit van de Vlaamse minister van leefmilieu en landbouw houdende uitspraak over de beroepen aangetekend tegen de beslissing nr. D/A38/99G22/26654 van 1 februari 2000 van de bestendige deputatie van de provincieraad van Vlaams Brabant houdende het verlenen van de vergunning aan Brussels International Airport Company, vooruitgangsstraat 80, Bus 2, 1030 Brussel, om een vlieghaven te exploiteren, te 1930 Zaventem, Luchthaven Brussel Nationaal.

⁴ Het Europees Parlement, *Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaaï*, L189, 18/07/2002, p. 012-026.

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). Hoewel een recentere versie van het rekenmodel is uitgebracht (nl INM 6.1) werd omwille van de vergelijkbaarheid met geluidscontouren van de vorige jaren geopteerd om de berekeningen uit te voeren met het model versie 6.0c.

Op het moment dat dit rapport werd samengesteld waren er geen bevolkingsgegevens voorhanden van 1 januari 2003. Uit navraag bij het Nationaal Instituut voor de statistiek is gebleken dat ook de bevolkingsgegevens per statistische sectoren per 1 januari 2002 nog niet beschikbaar zijn. Om alsnog een vergelijking te kunnen maken van het aantal inwoners en het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de contouren worden de meest recente gegevens gebruikt die op dit moment voorhanden zijn. De tabellen met bevolkingsaantallen binnen de geluidscontouren en het aantal potentieel sterk gehinderden werden berekend aan de hand van de bevolkingsgegevens van 1 januari 2001.

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 echter 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 de waarde sterk variëren van punt tot punt. Geluidscontouren zijn isolijnen of lijnen van gelijke geluidsbelasting. Deze lijnen verbinden de punten met elkaar waar een gelijke geluidsbelasting wordt waargenomen of berekend.

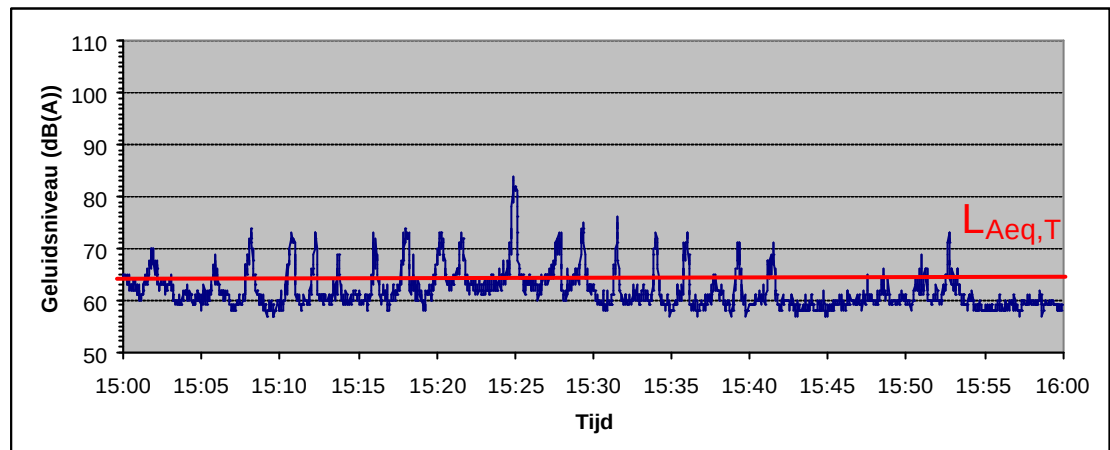
Dichterbij de geluidsbron liggen de geluidscontouren met de hoogste waarden. Verder van de geluidsbron is de waarde van de geluidscontouren lager.

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 geluidsdrukniveau, $L_{Aeq,T}$

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 geluidsdrukniveau ($L_{Aeq,T}$)

Het A-gewogen equivalente geluidsdrukniveau $L_{Aeq,T}$, over een periode T , is het geluidsdrukniveau van het *constante* geluid dat in dezelfde periode dezelfde akoestische energie bevat of nog is een weergave voor de hoeveelheid akoestische energie die gemiddeld over de periode T per seconde wordt waargenomen. De eenheid voor een A-gewogen equivalente geluidsdrukniveau is de dB(A).

De indicatie A-gewogen (index A) duidt op het gebruik van een A-filter bij het bepalen van geluidsdrukniveaus. Deze filter weerspiegelt de toon gevoeligheid 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 geluidsdrukniveau voor de dagperiode, gedefinieerd als de periode tussen 06:00h en 23:00h
- ➔ $L_{Aeq,nacht}$: het equivalente geluidsdrukniveau voor de nachtperiode, gedefinieerd als de periode tussen 23:00h en 06:00h
- ➔ L_{night} : het equivalente geluidsdrukniveau 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 meer hinderlijk ervaren dan hetzelfde lawaai in de dagperiode en een $L_{Aeq,24h}$ bijvoorbeeld houdt met dit onderscheid geen rekening.

Een aangepaste versie van het $L_{Aeq,24h}$ 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 enkel 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. Voor de berekening van de L_{den} -geluidscontouren werd gewerkt volgens de default dagindeling van avond van 19:00 uur tot 23:00 uur en de nacht van 23:00 uur tot 07:00 uur zoals voorgeschreven in de Milieuvergunning van BIAC.

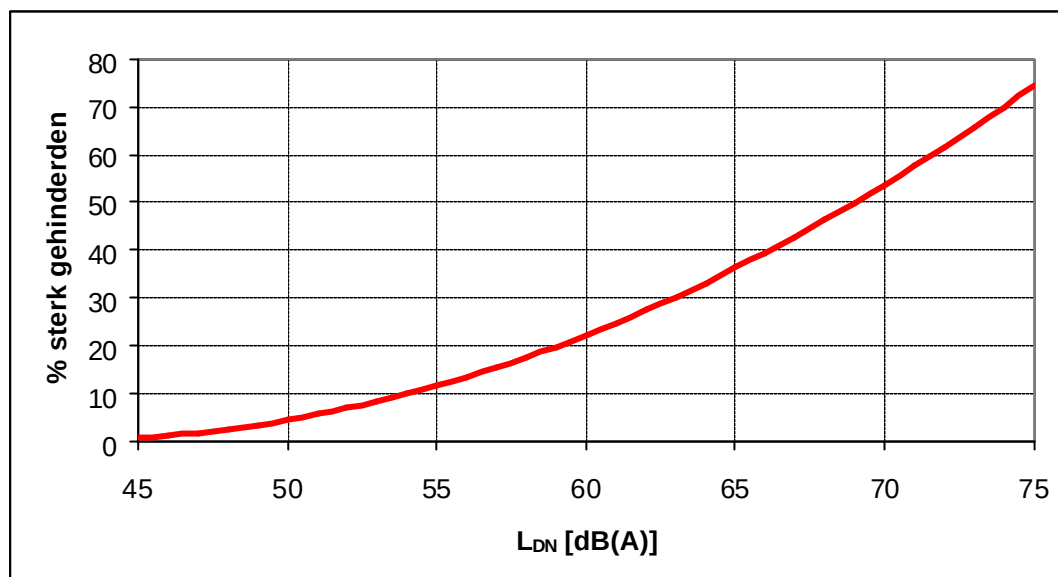
2.2 Verband tussen hinder en geluidsbelasting

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) ⁵. De hindercurve, waaruit het aantal potentieel sterk gehinderden rond de luchthaven wordt berekend, heeft de volgende formule :

$$\% \text{ Potentieel sterk gehinderden} = 0,0684 * (LDN - 42)^2$$

⁵ 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 : VLAREM – milieuwetgeving gebaseerd op Miedema 1992)*

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

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 aannemen. Op basis van de gegevens van een volledig jaar, wordt een gemiddeld etmaal bepaald.

Al deze vluchten volgen bepaalde routes, 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 2003 werd de vluchtinformatie bekomen van BIAC onder de vorm van een extract uit de centrale database (CDB). Bijkomende gegevens over gebruikte runway en gevlogen SID werden ter beschikking gesteld door Belgocontrol. Uit vergelijking van de gegevens opgenomen in CDB en deze van Belgocontrol is gebleken dat de kwaliteit van de data in CDB zeker niet minder nauwkeurig is dan deze aangeleverd door Belgocontrol.

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. Helikopterbewegingen zijn in het model niet opgenomen.

Op basis van de te vliegen afstand wordt aan de hand van de door INM aangegeven conversietabel⁶, het gewicht van het vliegtuig mee in rekening gebracht in het verticale opstijgprofiel van het vliegtuig. Voor de geluidscontouren voor Brussel voor het jaar 2003 werd gewerkt met de standaard vertrekprofielen die in INM aanwezig zijn.

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 of een bepaald ruimtelijke locatie een 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.

⁶ INM user's guide : INM 6.0, Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy

De werkelijke ligging van de gemiddelde horizontale projectie per SID wordt bepaald op basis van radargegevens⁷ gedurende het jaar. Het definiëren van een aantal subroutes naast deze gemiddelde route houdt rekening met de reële spreiding op deze SID.

Voor de geluidscontouren rond Brussel Nationaal voor het jaar 2003 heeft een analyse van de beschikbare radargegevens aangetoond dat een voldoende adequate beschrijving van de werkelijke gevlogen tracks kon worden bereikt wanneer de vloot werd opgesplitst in 4 groepen. Indien nodig werden voor de verschillende groepen aparte tracks gecreëerd om eenzelfde SID te beschrijven.

Voor de effectieve bepaling van de ligging van de werkelijke gevlogen routes werden at random vluchten geselecteerd zodanig dat enerzijds een representatief aantal vluchten werd bekomen en anderzijds alle weekdays in rekening worden gebracht. De uiteindelijke ligging van de INM-track met de spreiding errond gebeurt met een INM-tool die de gemiddelde route bepaalt en de ligging van een aantal subtracks symmetrisch rond de centrale hoofdtrack. 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 2003 werden de reële gemiddelde meteorologische omstandigheden gedurende het jaar 2003 in het INM ingevoerd. Als basisgegevens voor het bepalen van deze gemiddelden werden de meteogegevens gebruikt die per uur tijdens het afgelopen jaar door BELGOCONTROL werden geregistreerd. Deze gegevens werden ons ter beschikking gesteld door BIAC. Het gebruik van deze gegevens maakt de berekening van een reële gemiddelde kopwind voor elke baanrichting op de luchthaven mogelijk.

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

- Eerst worden de vluchten per baan apart geselecteerd. De vertrekken en aankomsten worden samengenomen.
 - Via het uur van vertrek of aankomst wordt elke beweging verbonden aan de meteorologische gegevens op het moment van de vlucht.
 - Vervolgens wordt de component van de windsnelheid op het moment van de vlucht en in de richting van de betrokken baan berekend.
 - Tenslotte wordt een gemiddelde gemaakt van de component van de windsterkte op de betrokken baan over alle geselecteerde vluchten.
- De resultaten van deze bewerkingen zijn :

⁷ Sinds de ingebruikname van een vernieuwde Noise Monitoring System op de luchthaven zijn radargegevens rond Brussel Nationaal beschikbaar tot 5 000 voet.

- 3.0 knopen headwind op de 25-richting
- 7.5 knopen headwind op de 07-richting
- 6.6 knopen headwind op de 02-richting
- 3.6 knopen headwind op de 20-richting.

3.2 Uitvoering van contourberekeningen

3.2.1 Overeenkomst metingen (NMS) – berekeningen (INM)

INM laat berekeningen toe op specifieke plaatsen rond de luchthaven. Ter controle van de berekende geluidscontouren wordt de geluidsbelasting, zoals berekend met INM vergeleken met geluidsmetingen op een aantal plaatsen. In 2002 werd gestart met een intensieve meetcampagne naar de geluidsbelasting ten noorden van Brussel. Gezien deze gegevens voorhanden zijn hebben we geprobeerd deze zoveel mogelijk in de vergelijking te betrekken. De metingen gebeuren onder de vorm van eventregistratie. De meetpost registreert continu het aanwezige geluidsdruk niveau maar maakt zelf reeds een onderscheid tussen het gewone achtergrondlawaai en momenten van verhoogde geluidsdruk. Van zodra het geluidsdruk niveau een bepaalde drempelwaarde gedurende meer dan 10 seconden overschrijdt wordt een geluidsgebeurtenis of event geregistreerd. Alle mogelijke parameters van deze events worden bijgehouden zodat de berekening van een equivalent niveau op basis van events mogelijk wordt. Het drempelniveau wordt ingesteld naar gelang het geluidsdruk niveau van het achtergrond geluid. Voor de meetposten rond Brussel Nationaal werd standaard gekozen voor een niveau van 65 dB(A) en uitzonderlijk voor 70 dB(A) indien het achtergrondniveau dit vereiste.

Om een aantal events uit te sluiten die niet toe te schrijven zijn aan het landend en opstijgend 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 afdrukken van de geluidscontourenkaarten, ook een ruimtelijke analyse mogelijk. Zo kan in eerste instantie de oppervlakte binnen de verschillende contourzones per gemeente worden berekend.

Daarnaast laat de combinatie van de contouren met een digitale bevolkingskaart ook toe om het aantal inwoners binnen de diverse contourzones te berekenen. De gebruikte bevolkingsgegevens zijn afkomstig van het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS) en geven de demografische toestand weer op 1 januari 2001.

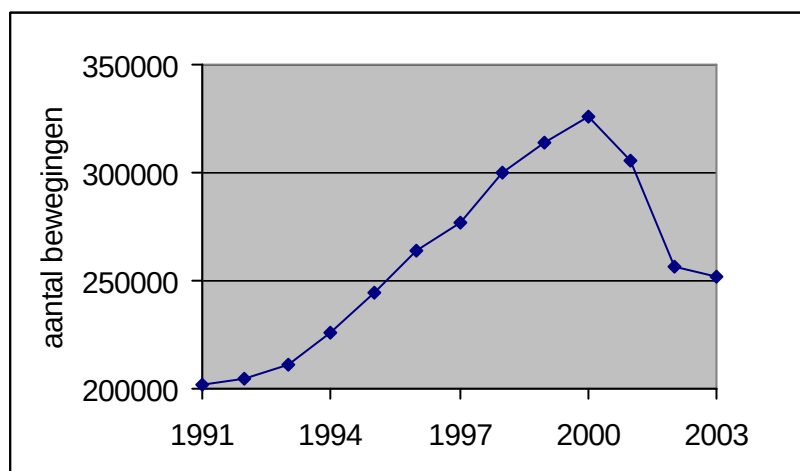
De bevolkingsaantallen zijn beschikbaar op het niveau van statistische sectoren. Vanuit de veronderstelling dat de bevolking gelijkmatig is verdeeld over de statistische sector en door enkel het gedeelte van de sector in rekening te brengen dat binnen de contour gelegen is, wordt de realiteit goed benaderd.

4. Resultaten

4.1 Achtergrondinformatie bij het interpreteren van de resultaten

4.1.1 Evolutie van het aantal vluchten

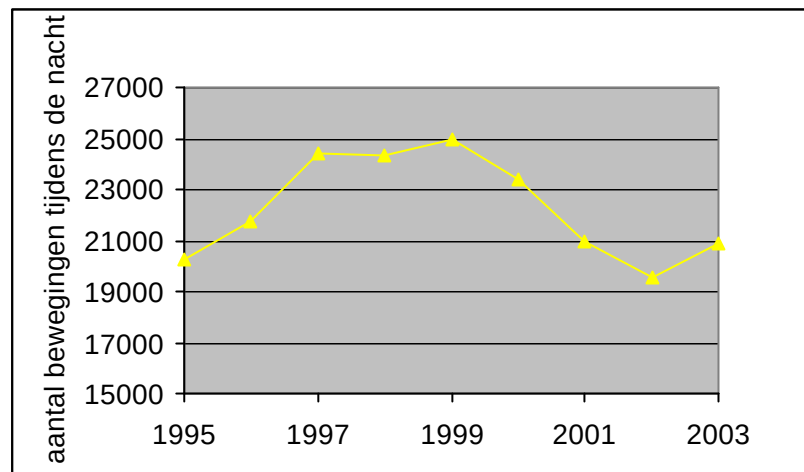
Een van de belangrijke factoren in de berekening van de geluidscontouren rond een luchthaven is het aantal vluchten dat gedurende het voorbije jaar heeft plaatsgevonden. Het vliegverkeer van en naar Brussel Nationaal is in het jaar 2003 verder afgenomen ten opzichte van 2002. De daling van het aantal bewegingen van en naar de luchthaven is weliswaar veel minder sterk dan de daling die zich voordeed gedurende de voorbije 2 jaar. In onderstaande figuur (Figuur 3) wordt het verloop van het aantal vluchten voor de laatste 13 jaar weergegeven.



Figuur 3 Evolutie van het vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1991-2003 (Bron : BIAC)

Het totale aantal vliegbewegingen bedroeg 252249 vluchten in 2003. Dit betekent ten opzichte van 2002 een daling met 1.8 %. Deze daling in het totaal aantal vluchten wordt volledig veroorzaakt door de afname van het aantal bewegingen gedurende de dagperiode. In 2003 is het aantal dagvluchten met 2.5 % afgenomen ten opzichte van 2002. Voor de nachtperiode is het beeld heel anders. Voor het eerst in de laatste vier jaar is er een stijging geweest van het aantal nachtvluchten van en naar Brussel Nationaal. Met een stijging van 6.7% van nachtbewegingen wordt de daling van 7% in 2002 nagenoeg volledig gecompenseerd.

Een schematisch verloop van het aantal nachtvluchten van de voorbije jaren wordt gegeven op onderstaande figuur (Figuur 4).



Figuur 4 Evolutie van het vliegverkeer gedurende de nacht te Brussel-Nationaal 1995-2003 (Bron : BIAC)

4.1.2 Andere belangrijke evoluties

Naast het aantal vluchten zijn er nog een aantal parameters die de grootte en de ligging van de geluidscontouren bepalen. Hierbij doelen we op vlootveranderingen die (al dan niet door maatregelen gedwongen) worden doorgevoerd door de luchtvaartmaatschappijen, het bannen van bepaalde vliegtuigen gedurende de nachtperiode en het verschuiven van vliegroutes.

De vernieuwing van de vloot

Per 24 januari 2003 is een derde fase in de verstrenging van het toegelaten geluidsquotum gedurende de nacht in voege getreden⁸. Bewegingen met toestellen met een quotacount groter dan 12 zijn niet meer toegestaan gedurende de operationele nachtperiode (23u-06u). Per 1 juli 2003 is het koninklijk besluit in voege getreden dat gerecertificeerde (om aan de strengere hoofdstuk 3 –normering te voldoen) subsonische burgerlijke straalvliegtuigen verbied nachtvluchten uit te voeren boven Belgisch grondgebied, nl. de gerecertificeerde toestellen.

⁸ Beslissing van de Raad van Bestuur van BIAC van 15 juni 2000 betreffende de invoering van een geluidsquotasysteem voor nachttrafiek op Brussel-Nationaal. Goedgekeurd bij MB 14 259, 26 okt. 2000 en gepubliceerd in het BS. 17 nov. 2000

Opheffing van de uitzonderingsregel toegekend aan DHL met betrekking tot artikel 7§5 van bovenstaande beslissing door de Minister van Transport en Mobiliteit.

Bovenstaande beslissingen hebben ertoe geleid dat een aantal luidruchtige toestellen uit de vloot die op Brussel Nationaal opereert zijn verdwenen. Vooral het uit de vloot nemen van B727 van DHL zal hierbij een grote invloed hebben op de geluidscontourberekeningen.

In onderstaande tabel is de evolutie geschetst van het aantal bewegingen van de toestellen het meest bijdragen tot de geluidsbelasting (ter informatie is quotacount⁹ voor vertrek toegevoegd). Hieruit blijkt duidelijk de afbouw van een aantal luidruchtige types die werden vervangen door meer stille vliegtuigen (vooral de afbouw van het gebruik van B727).

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

# vertrekken	Dagperiode				Nachtperiode				Qcdep
Vltype	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003	
B742	583	501	517	565	134	39	5	6	57
B743	49	16	15	11	1	1	0	1	48.7
DC86	14	1	84	106	2	0	1	1	40
B744	566	655	937	936	35	16	5	3	24
DC10	687	486	305	282	316	294	96	4	20
B722	1 241	1 031	755	285	3 153	2 309	1575	24	14.6
T154	207	304	244	124	2	1	7	4	11.7
C130	1 167	1 050	1040	809	87	4	5	14	11.3
MD11	1 747	1 013	944	1002	275	77	219	336	11
A30B	867	1 110	916	896	1 902	2 205	2021	2137	10.8
A343	733	654	24	12	92	34	5	1	10.6
B721	130	126	59	9	515	508	112	3	10.6
A340	252	243	5	24	43	1	1	1	10
A333	2157	1976	892	1452	376	249	374	366	9.5
A306	141	222	220	221	11	15	15	243	9.0
A332	1 853	1 647	320	6	4	2	4	0	8.9
A330	10	0	0	914	0	0	0	1	8.9
B763	2 764	2 262	2474	2649	31	34	47	8	8.9
DC87	72	51	60	286	66	5	14	20	8.4
B732	3 012	540	313	260	50	5	2	2	8.2
A310	418	395	492	390	18	31	4	13	7.3
B762	57	581	461	325	3	80	34	70	7.0
MD82	3 517	2 966	2955	3130	11	6	6	4	5.8
MD81	634	744	806	646	1	2	0	0	4.8
A321	9762	7568	4153	3337	658	174	182	195	4.3
A320	13610	17508	14713	18179	666	276	996	1199	3.4
B734	24571	16898	17804	17790	2253	2158	1779	1897	2.9
B752	4436	3255	4357	4649	1000	1579	4561	6724	2.6

⁹ Gemiddelde quotacount per departure bepaald op basis van de vluchtgegevens van het jaar 2003

B733	37439	32145	18308	14656	1734	1375	1057	1169	2.1
A319	20166	25608	5545	10710	127	187	49	305	2.0
B735	19429	15923	9727	7917	161	87	59	93	1.6
RJ1H	24907	24836	23221	22697	153	106	49	134	1.6
RJ85	28607	29251	27492	26975	220	97	31	48	1.4
B462	13755	12163	11199	10730	136	85	33	19	1.4

Wijzigingen in de vliegprocedures en –routes

Einde 2002 werden de eerste fazen van een concentratiebeleid van nachtelijke vliegbewegingen ingevoerd. Op 31 oktober 2002 werd een nieuwe nachtelijke vliegroute van kracht ter vervanging van de route 'Tour du Brabant'.

Bij NOTAM (A1591/2002) wordt op 26 december 2002 het preferentieel baangebruik voor vertrekken van Brussel Nationaal geregeld als :

- ➔ Vertrekken richting Huldenberg en Chièvres vertrekken van baan 20 tussen 1:01u en 05:59u.
- ➔ Andere vertrekken tussen 1:01u en 05:59u. vertrekken van baan 25R
- ➔ Zwarte toestellen en B727 dienen tussen 23.00 en 05.59 te vertrekken van baan 25R

Dezelfde NOTAM houdt de operationele inwerkingtreding in van de geoptimaliseerde routes voor vertrekken van baan 20.

Met de beslissing van het luchthavenakkoord dd. 24 januari 2003 tussen de verschillende regeringen werd echter de aanzet gegeven tot een beleidsverandering in de richting van een grotere spreiding van de vluchten.

- ➔ Vliegtuigen met QC < 4 met bestemming Huldenberg vertrekken via baan 20.
- ➔ Vliegtuigen met QC < 4 met bestemming Chièvres vertrekken via baan 25R en vliegen in het verlengde van de as van de baan
- ➔ Vliegtuigen met QC > 4 met bestemming Huldenberg of Chièvres gebruiken 25R met een nieuwe uitwaaiersprocedure tussen CIV6C en CIV6D
- ➔ Vliegtuigen met met bestemming Nicky en Cox vliegen via de 25R en volgen een rechtse bocht.

Op 15 mei 2003 werden de routes voor de spreiding van baan 25R gepubliceerd behalve de route centraal over Brussel (GIL2Z, BUL2Z, CIV2Z, NIK2Z en COA2Z).

Op 12 juni 2003 wordt voor deze routes een beschrijving toegevoegd met way-points. Bovendien wordt de route over Brussel CIV6D in gebruik genomen en wordt de

afdraaihoogte van de routes van 25R richting Huldenberg verlaagd van 2000 voet naar 1700 voet.

De uitspraak van het hof van beroep dd. 10 juni 2003 waarin het oordeelt dat dag- en nachtvluchten volledig gespreid moeten worden hebben een spreiding genoodzaakt. De regering kreeg 60 dagen de tijd om een spreidingsplan uit te werken.

Deze intentie werd ook opgenomen in het regeerakkoord dd. 10 juli 2003 bij de vorming van een nieuwe Federale Regering. Overeenkomstig dit akkoord stijgen de vliegtuigen met bestemming Huldenberg sedert 22 juli 2003 's nachts op van baan 20 indien de veiligheid dit toelaat. Op 24 juli 2003 werd de opstijgdrempel voor vertrekken op baan 25R met 300 m verschoven (gepubliceerd in AIP per 27 nov 2003).

Op 27 november 2003 worden in het AIP een aantal SIDs gepubliceerd met het oog op spreiding. :

Tabel 2: Wijzigingen in SIDs per 27 november 2003

	Verdwijnt	Nieuw
RWY 02	BULTO1F ETENO1F BULUX1G	RITAX1F RITAX1G SOPOK1F SOPOK1G SPI1G
RWY 07L/R	BULTO1H ETENO1H BULUX1K	RITAX 1H RITAX 1K SOPOK 1H SOPOK 1K SPI 1K
RWY 20	BULTO1L ETENO1L	RITAX1L SOPOK1L
RWY 25L/R	ETENO 2M ETENO 1N BULTO 3C BULTO 1D BULUX 2M BULUX 2Z	RITAX 1C RITAX 1D RITAX 1M RITAX 1Z SOPOK 1C SOPOK 1D SOPOK 1M SOPOK 1Z SPI 1M SPI 1Z

Het resultaat van het uitwerken is de invoering geweest van een groot aantal nieuwe SIDs en vliegroutes die deels in 2003 reeds werden gevlogen. Bijgevolg zijn ook voor deze SIDs INM-routes bepaald en is het aantal routes in de geluidscontourberekeningen toegenomen.

4.2 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.

Bovendien is gebleken uit de evaluatie van de meetgegevens dat vooral op verafgelegen meetposten het automatische toekenningssysteem van het NMS faalt wegens tekort aan radargegevens, gezien deze enkel voorhanden zijn tot 4000 voet hoogte. Voor de berekening van de geluidscontouren voor het jaar 2004 zou deze vergelijking eenvoudiger moeten zijn omdat met de installatie van het nieuwe NMS ook radargegevens tot 5000 voet beschikbaar zijn gemaakt. In het kader van de overlegcommissie is gestart met een offline koppeling op basis van vertrek of aankomsttijden, rekening houdend met een eventuele tijdsduur om de meetpost te bereiken. Hierbij wordt geen rekening meer gehouden met de radargegevens. Het gevolg van deze koppelingsmethode is echter wel dat de kans dat een geluidsevent verkeerdelijk wordt toegewezen aan een vliegtuig nog vergroot anderzijds zal vooral voor de verder gelegen meetposten de correlatie realistischer zijn.

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 automatische koppelingssysteem van het Noise Monitoring System. In een tweede gedeelte in de tabel wordt dezelfde vergelijking

getrokken tussen de berekende $L_{Aeq,24h}$ -waarden uit INM en deze berekend uit de offline koppeling zoals hoger beschreven. De gegevens die voor deze vergelijkingen werden gebruikt zijn alle meetgegevens van het jaar 2003 van de vaste meetposten van het NMS. De gegevens in onderstaande tabel zijn geregistreerd met het oude NMS monitoring systeem van de luchthaven. Geluidsgegevens die werden verwerkt met het nieuwe NMS zijn pas vanaf halverwege 2003 beschikbaar.

Tabel 3: Overeenkomst berekeningen – metingen

	INM Berekende $L_{Aeq,24h}$	NMS $L_{Aeq,24h}$ t.g.v. gekoppelde events < 75 s	NMS offline $L_{Aeq,24h}$ t.g.v. offline gekoppelde events < 75 s	INM - NMS	INM-NMS offline
NMT 01 Steenokkerzeel	62.7	65.5	60.9	-2.8	1.8
NMT 02 Kortenbergh	69.2	68.5	69.4	0.7	-0.2
NMT 03 Diegem	71.3	69.9	70.8	1.4	0.5
NMT 04 Nossegem	61.7	62.7	63.3	-1.0	-1.6
NMT 06 Evere	51.9	52.5	53.4	-0.6	-1.5
NMT 07 Sterrebeek	46.9	48.4	49.1	-1.5	-2.2
NMT 08 Kampenhout	54.8	53.7	54.5	1.1	0.3
NMT 09 Perk	49.8	48.1	48.7	1.7	1.1
NMT 10 Neder-Over- Heembeek	55.6	56.8	57.8	-1.2	-2.2
NMT 11 Sint-Pieters-Woluwe	51.1	50.2	50.1	0.8	1.0
NMT 12 Duisburg	46.0	38.8	40.9	7.2	5.1
NMT 13 Grimbergen	48.7	43.9	46.4	4.8	2.3
NMT 14 Wemmel	47.9	46.4	49.3	1.5	-1.5
NMT 15 Zaventem	53.2	50.8	52.5	2.5	0.7
NMT 16 Veltem	57.3	56.5	57.4	0.7	-0.2
NMT 19 Vilvoorde	53.9	47.3	52.6	6.6	1.3
NMT 20 Machelen	55.4	48.5	50.7	6.9	4.7
NMT 21 Strombeek Bever	50.3	48.2	52.0	2.1	-1.7

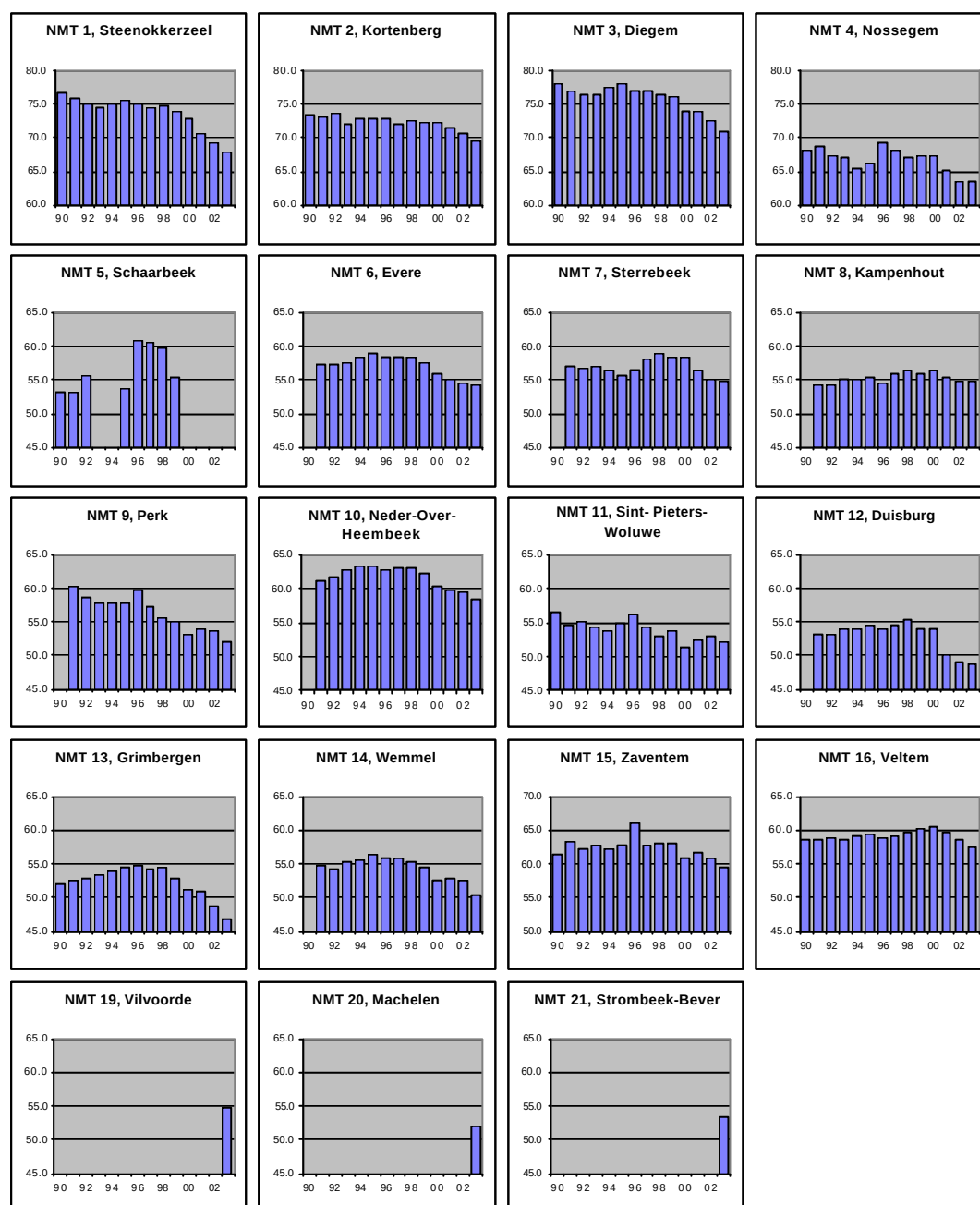
Bovenstaande tabel toont aan dat vooral voor de meetposten in de landingszones (NMT 2, 8, 11, 16) het resultaat van een automatische koppeling in zeer goede overeenstemming is met de offline. Vliegtuigen nabij de landingsmeetposten zijn reeds op relatief lage hoogte zodat het NMS probleemloos kan correleren. Bovendien zijn de vliegtuigen reeds uitgelijnd volgens de banen zodat bij een offline koppeling er een geringe waarschijnlijkheid is een geluidsevent te koppelen aan een landing op een andere baan. Voor deze meetposten is het resultaat van de geluidsberekening met het INM in zeer goede overeenstemming met de metingen.

Voor de meetposten in de vertrekzones valt op dat de offline correlatie over het algemeen een hogere waarde geeft dan de automatische koppeling. Het is niet a priori te zeggen welke waarde het dichtst bij de werkelijkheid ligt. Het mag worden aangenomen dat de waarheid tussen de waarden van de twee koppelingssystemen ligt. Met deze overweging mag worden gesteld dat er een goede overeenkomst is tussen berekende en gemeten waarden. Uitzondering op deze vaststelling is ongetwijfeld NMT12. Hiervan is geweten dat de automatische koppeling te weinig correleert omwille van het ontbreken van voldoende radargegevens. Ook de offline correlatie laat het voor deze meetpost afweten. Om teveel miskoppelingen te vermijden worden vertrekken van baan 25R niet gecorreleerd aan events op NMT 12 (teveel verschillende routes zijn mogelijk van baan 25R die zelfs niet in de richting van NMT12 gaan). Berekening van de grootste bijdragen op NMT12 met het INM-model leert echter dat de bijdrage van deze vertrekken van 25R zeker niet onbelangrijk zijn en niet kunnen verwaarloosd worden.

4.3 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 1990-2003. Deze gegevens zijn de logaritmische gemiddelden van de werkelijke gemeten $L_{Aeq,24h}$ -waarden die ter hoogte van de meetposten werden geregistreerd. 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!). Deze outliers worden veroorzaakt door het kalibreren en testen van de NMT's.

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. Uit deze grafieken blijkt de verdere daling van het $L_{Aeq,24h}$ – niveau dat gedurende het jaar werd geregistreerd.



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

4.4 Bespreking van de geluidscontouren en tabellen

De resultaten van de geluidscontouren voor de hoger beschreven parameters ($L_{Aeq,dag}$, $L_{Aeq,nacht}$, L_{DN} , L_{DEN} en L_{night}) zijn opgenomen in Bijlage 6 en Bijlage 7. Via een projectie van de berekende geluidscontouren op topografische en bevolkingskaarten werd in een GIS-systeem enerzijds de oppervlakte van de respectievelijke contouren en anderzijds het aantal inwoners binnen de contouren bepaald. Zoals reeds hoger aangegeven waren er op het moment van samenstelling van dit rapport geen gegevens beschikbaar over de bevolkingsdichtheid per statistische sector op 1 januari 2003. Daarom werd geopteerd om in dit rapport de bepaling van het aantal inwoners per contourzone te maken op basis van de meest recente bevolkingsgegevens van 1 januari 2001. De gedetailleerde resultaten van deze berekening kunnen per fusiegemeente worden teruggevonden in Bijlage 4.

Bijlage 5 bevat de evolutie van de oppervlakte per contourzone en het aantal inwoners binnen de diverse contourzones van 1996 tot 2003. Deze tabellen bevatten gegevens in verband met berekeningen gemaakt in verschillende versies van het rekenmodel. Gezien bij de contourberekeningen van 2001 de overstap werd gemaakt van INM5 naar INM6 werd een uitgebreide analyse van deze overgang opgenomen in het verslag van deze berekeningen. Voor meer informatie betreffende het gevolg van het veranderen van rekenmodel verwijzen we dan ook naar dit verslag¹⁰. In Bijlage 8 zijn ter vergelijking de L_{DN} -, $L_{Aeq,dag}$ -, $L_{Aeq,nacht}$ -, L_{DEN} - en L_{night} -contouren van 2002 en 2003 samen afgedrukt op een bevolkingskaart.

Bij de interpretatie van de resultaten van geluidscontourberekeningen rond een luchthaven speelt het baangebruik een grote rol. Ter volledigheid werden deze gegevens grafisch samengevat in Bijlage 1.

4.4.1 $L_{Aeq,dag}$ - contouren

De dagcontouren weerspiegelen het hoofdbaangebruik op de luchthaven Brussel Nationaal. Baan 25R wordt in het preferentieel baangebruik als hoofdvertrekbaan gebruikt terwijl landingen zich vooral situeren op banen 25L en 25R. Slechts in omstandigheden waarin dit baangebruik niet aangewezen is wegens atmosferische omstandigheden of veiligheid wordt van dit baangebruik afgeweken.

¹⁰ Geluidscontouren rond de luchthaven Brussel Nationaal, jaar 2001, Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica, Katholieke Universiteit Leuven.

Wat betreft de landingslobben is het duidelijk merkbaar dat de uitbreiding van de geluidscontour in het verlengde van baan 25L in oostelijke richting is afgenomen ten opzichte van het jaar 2002. De uitbreiding van deze lob in het verlengde van baan 25R vertoont daarentegen een vergroting in oostelijke richting. Deze waarnemingen zijn in overeenstemming met de daling van het landend verkeer op baan 25L (van 69.8% van alle laningen overdag in 2002 naar 62.5 % in 2003) en de stijging van het landend verkeer op baan 25R (van 16.3% in 2002 naar 25.6% in 2003). De landingslob ten gevolge van landingen op baan 02 is nagenoeg constant gebleven terwijl deze ten gevolge van landingen op baan 20 merkbaar is afgenomen (ter vergelijking 3.9% in 2002 naar 1.4% in 2003)

Voor de vertreklobben aan baan 25R is de situatie veel minder duidelijk. Blijkbaar is de grootte van de lobben min of meer dezelfde gebleven maar toch zijn er lichte verschuivingen waar te nemen in de gevlogen routes. Vooral in zuidelijke richting zorgt dit voor een verassend resultaat dat ondanks de verandering van afdraaihoogte in juni 2003 van 2000 voet naar 1700 voet, de bocht in zuidelijke richting zeker niet korter wordt genomen. Vergelijking van de INM-routes van 2003 met deze van 2002 toont vooral aan dat de spreiding op deze route merkbaar kleiner is geworden.

De conclusie voor de dagcontouren dat een aantal verschuivingen van baangebruik en vliegroutes zichtbaar zijn in de geluidscontouren maar dat de geluidsbelastingen rond de luchthaven min of meer status quo is gebleven met 2002. Ten opzichte van 2002 hebben we vastgesteld dat de oppervlakte binnen de geluidscontouren van 55 dB(A) zeer licht is gedaald van 5271 ha in 2002 naar 5139 ha in 2003. In tegenstelling met deze evolutie is er een zeer kleine stijging van het aantal inwoners van 42002 in 2002 naar 43428 in 2003. Deze tegenstelling wordt veroorzaakt door de ligging van de geluidscontouren ten opzichte van dicht bevolkte statistische sectoren.

4.4.2 $L_{Aeq,nacht}$ - 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. In de vergelijking met 2002 is een zeer lichte stijging waar te nemen zowel voor baan 25L als 25R.

Voor de vertrekken is een substantiële vermindering waar te nemen van de vertrekuitstulping aan baan 25R. Deze inkrimping, ondanks de toename van het nachtverkeer is volledig te wijten aan het wegvallen van het gebruik van de B727 van de belangrijkste nachtoperator op de luchthaven. Voor de vertrekken van baan 20 is er in tegenstelling tot 2002 terug een lichte uitstulping waar te nemen aan baan 20 ten gevolge van de toename van het gebruik van baan 20 gedurende de nachtperiode (26.6% in 2002 naar 38.8% in 2003).

De zeer sterke afname van de geluidscontouren gedurende de nacht weerspiegelt zich natuurlijk ook in de oppervlakte van de geluidscontouren van de nacht waar het oppervlak binnen de 55 dB(A) – contour daalt van 2548 ha naar 1976 ha. Het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contour van 55 dB(A) daalt meer dan evenredig van 14103 naar 8100.

4.4.3 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.

Voor de zeer uitgesproken vermindering van de geluidscontouren ten gevolge van het vervangen van de B727 gedurende de nacht is ook in de L_{DN} -contour zeer duidelijk aanwezig. Ook de stijging van het aantal vertrekken van baan 20 gedurende de nacht wordt sterk geaccentueerd in de L_{DN} -contouren.

4.4.4 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. Alle opmerkingen die gelden voor de $L_{Aeq,nacht}$ – contouren weerspiegelen zich ook hier. Het vliegverkeer tussen 06.00u en 07.00u is niet van die aard (op jaarbasis bekeken) dat de L_{night} -contour veel afwijkt van de $L_{Aeq,nacht}$ -contour

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

Voor de L_{den} -contouren gelden dezelfde conclusies als voor de L_{DN} -contouren volgens de VLAREM-uurregeling. Het extra uur met een weging met een factor 10 en de weging van vluchten in de avondperiode maakt dat de geluidscontouren nagenoeg in alle richting licht groter zijn. De ligging is in volledige overeenstemming met de L_{DN} -contouren

4.5 Aantal potentieel sterk gehinderden

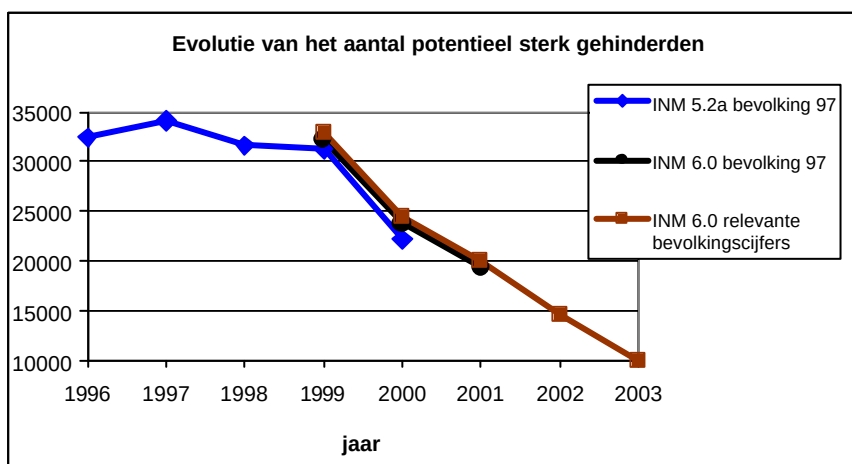
Op basis van de L_{DN} -contouren en het verband tussen L_{DN} en sterke hinder zoals het word opgelegd in de VLAREM-wetgeving (Miedema, 1992) is een schatting gemaakt van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de verschillende berekende contourzones. Het totaal aantal potentieel sterk gehinderden is gedaald van 14.618 in 2002 naar 10007 in 2003. De gedetailleerde gegevens in verband hiermee zijn opgenomen in Bijlage 4 . Een minder gedetailleerd overzicht wordt weergegeven in onderstaande tabel, waarin het aantal potentieel sterk gehinderden per gemeente wordt vergeleken met het aantal potentieel sterk gehinderden in de afgelopen jaren. De evoluties zoals gebleken bij de analyse van de contourenkaarten worden weerspiegeld in het aantal potentieel sterk gehinderden.

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

Aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN}-contour van 55 dB(A)								
Jaar	1999**	2000**	2001**	1999**	2000**	2001**	2002**	2003**
Bevolkingsgeg.	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'99	1jan'00	1jan'01	1jan'01	1jan'01
Brussel	2 443	1 840	1 879	2 555	1 848	1 943	1804	1208
Evere	1 912	1 105	1 483	1 812	1 204	1 630	752	1353
Grimbergen	3 526	2 192	2 519	3 645	2 227	2 544	2063	337
Haacht	86	69	49	122	62	46	35	36
Herent	197	195	168	192	176	158	126	121
Huldenberg	31	24	0	27	24	0	0	0
Kampenhout	623	546	469	698	530	461	407	410
Kortenbergh	762	651	656	783	666	665	542	467
Kraainem	815	175	17	708	175	15	33	23
Leuven	48	47	24	26	41	21	8	5
Machelen	4 899	4 146	4 137	5 298	4 274	4 310	3842	2619
Meise	965	151	291	805	157	295	223	0
Merchtem	3	0	0	1	0	0	0	0
Overijse	37	28	0	52	27	0	0	0
Rotselaar	1	0	0	13	0	0	0	0
Schaarbeek	12	0	12	85	0	14	6	156
Sint-L.-Woluwe	221	0	0	199	0	0	0	0
Sint-P.-Woluwe	0	0	0	0	0	0	0	0
Steenokkerzeel	2 440	1 898	1 691	2 645	2 013	1 820	1549	1216
Tervuren	1 430	1 297	6	1 265	1 311	6	0	0
Vilvoorde	2 957	2 096	2 168	2 983	2 214	2 293	1905	782
Wemmel	202	82	179	200	82	181	126	0
Wezembeek-O.	1 530	1 147	298	1 547	1 151	296	210	173
Zaventem	7 034	6 119	3 341	7 166	6 232	3 374	987	1169
Eindtotaal	32 171	23 808	19 387	32 825	24 416	20 073	14618	10074

** berekend met INM versie 6

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

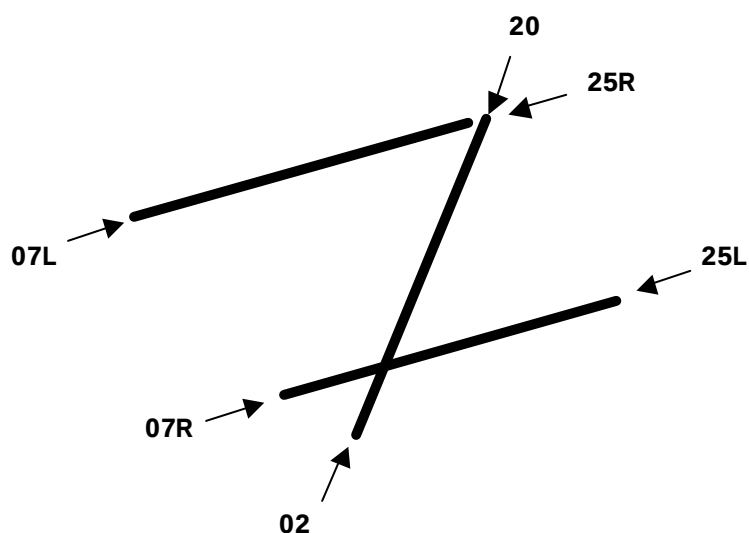


Bijlage 1 Verdeling van het baangebruik in 2003

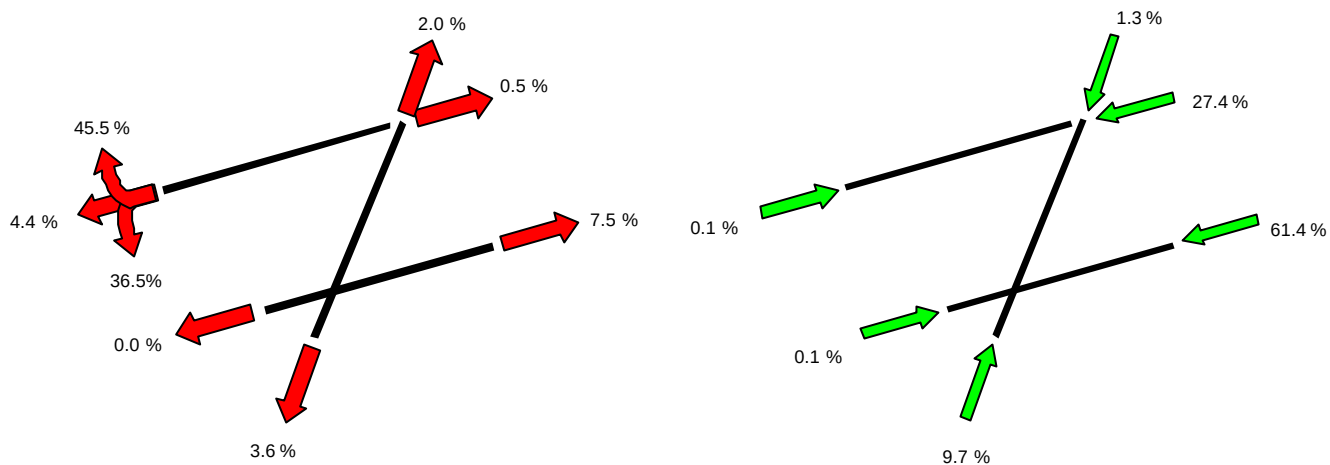
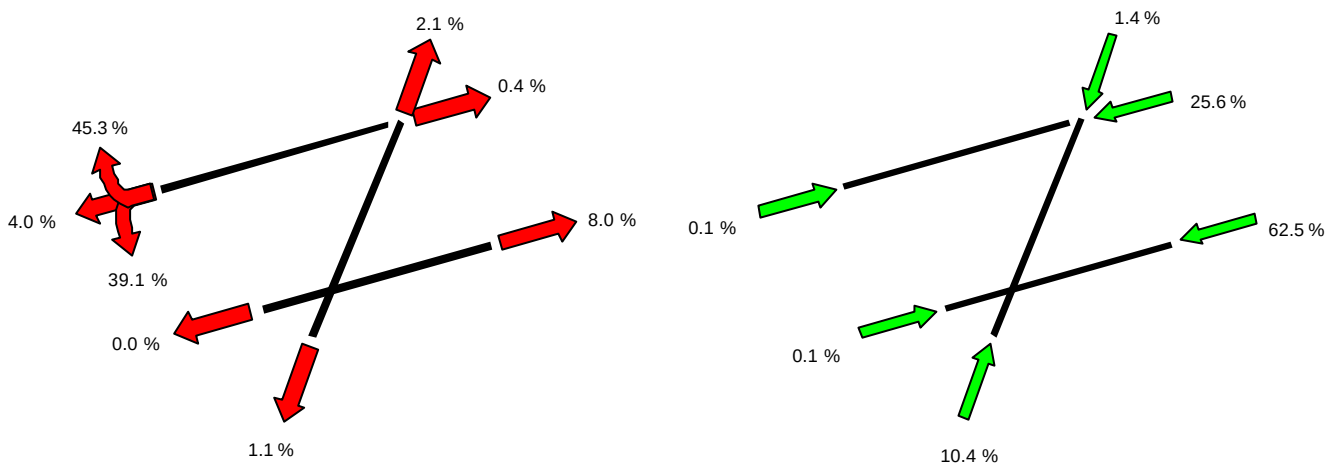
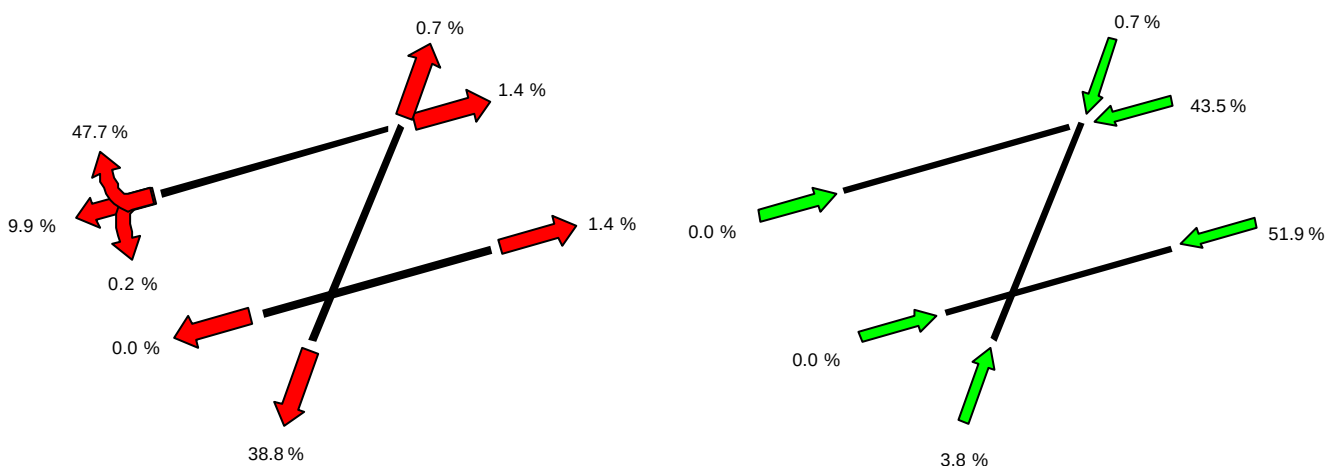
De verdeling van het baangebruik werd afgeleid van de gegevens die werden ingevoerd in INM voor de berekening van de geluidscontouren in 2003 en berusten op de CBD-database van BIAC, indien nodig aangevuld met data uit de runwaybestanden van BELGOCONTROL.

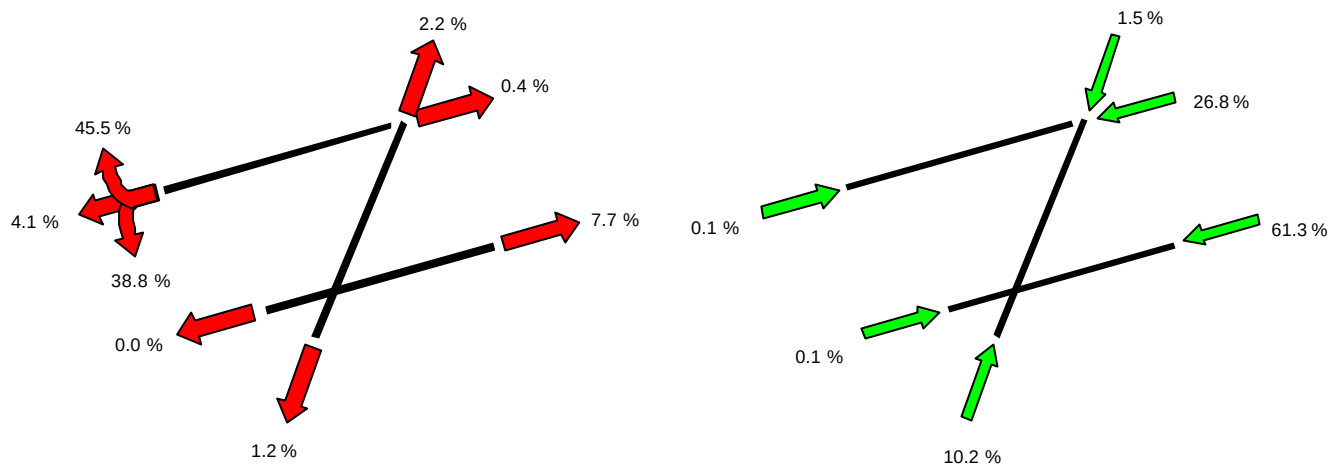
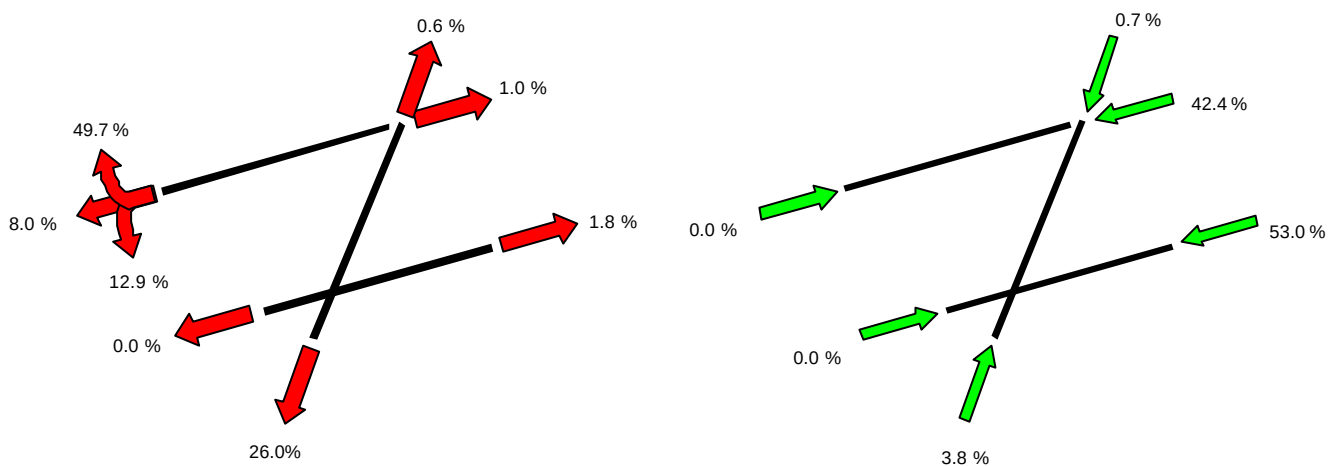
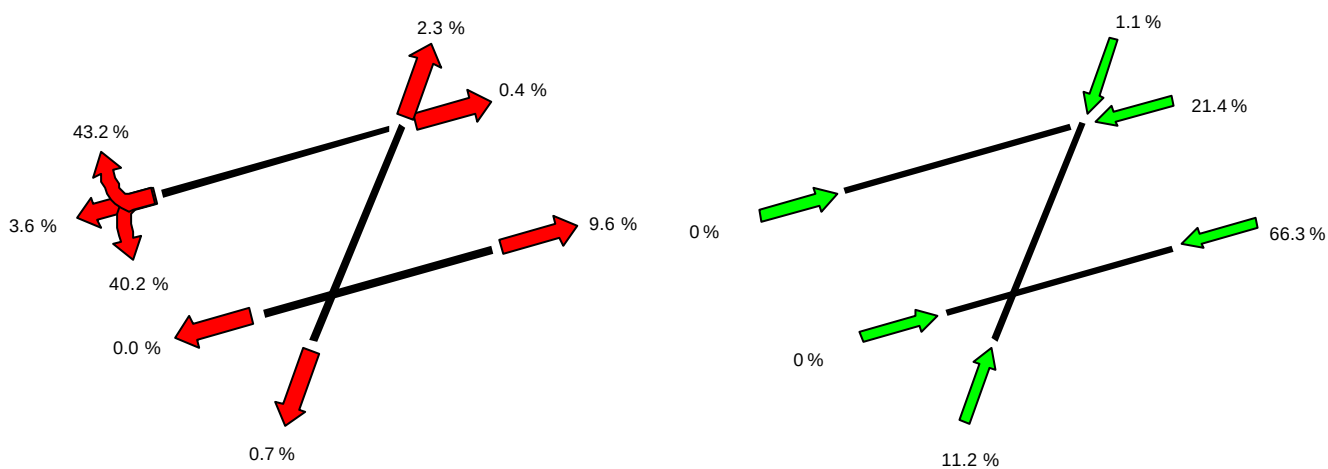
Gezien het belang van baan 25R en de impact op de contouren werd het baangebruik voor de vertrekken op baan 25R opgesplitst naar de 3 voornaamste richtingen. Met name vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen afdraaien naar het noorden, vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen afdraaien naar het zuiden en vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen doorvliegen naar het westen. Deze laatste groep bevat ook de vluchten die pas op 4000 voet afdraaien in zuidelijke richting

Op onderstaande figuur is de naamgeving van de banen weergegeven.

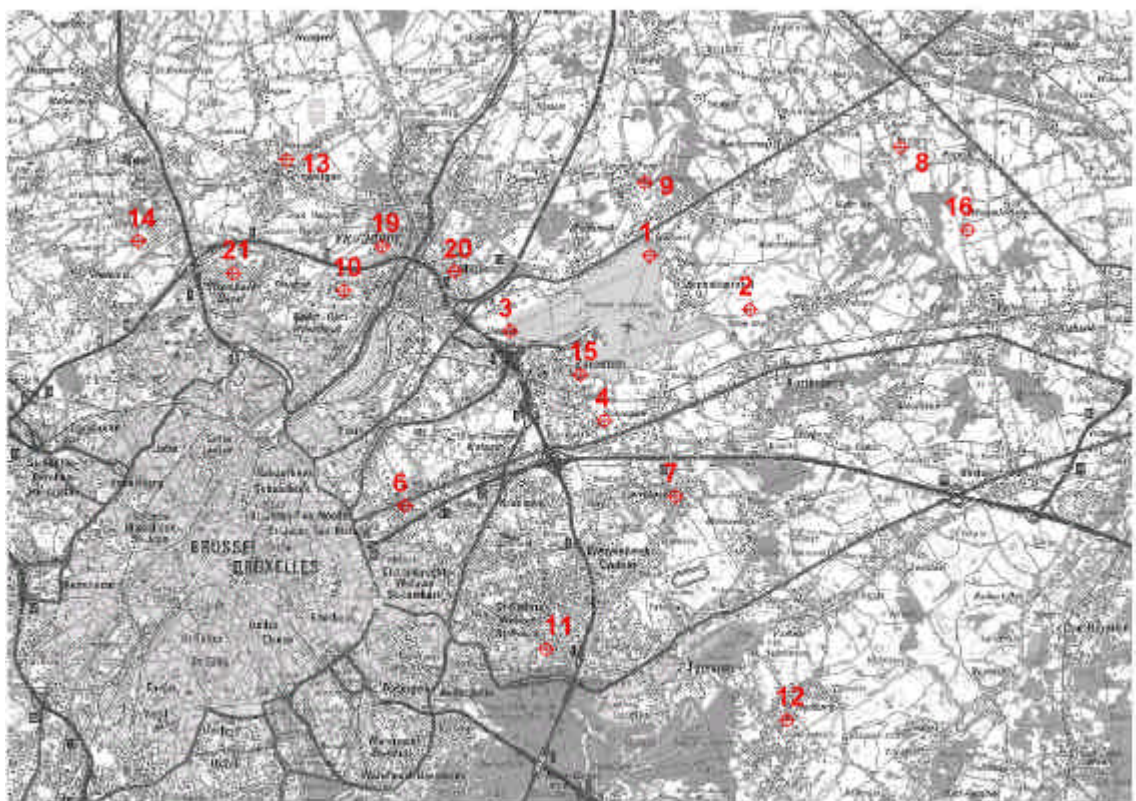


Figuur 7 Configuratie en naamgeving van de start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal

Procentuele verdeling van het aantal bewegingen op jaarbasis (2003)**Figuur 8** Procentuele verdeling van het totaal aantal vertrekken en landingen in 2003**Figuur 9** Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (06-23) in 2003**Figuur 10** Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-06:00) in 2003

Procentuele verdeling van het aantal bewegingen op jaarbasis (2003) volgens dagindeling EU**Figuur 11** Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (07:00 – 19:00) in 2003**Figuur 12** Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23-07) in 2003**Figuur 13** Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's avonds (19-23) in 2003

Bijlage 2 Ligging van de meetposten



Bron : RasterversieTopografische kaart NGI, schaal 1/100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

NMT-nummer	Lokatie	NMT-nummer	Lokatie
1	Steenokkerzeel	11	Sint-Pieters-Woluwe
2	Kortenberg	12	Duisburg
3	Diegem	13	Grimbergen
4	Nossegem	14	Wemmel
6	Evere	15	Zaventem
7	Sterrebeek	16	Veltem
8	Kampenhout	19	Machelen
9	Perk	20	Vilvoorde
10	Neder-Over-Heembeek	21	Strombeek - Bever

Bijlage 3 Technische nota

Werkwijze voor het invoeren van SID's in INM

Het bepalen van de SID's die in de praktijk zijn gevlogen is dezelfde procedure gevolgd als voor de contourberekeningen voor het jaar 2001. Voor meer informatie omtrent deze procedure verwijzen we dan ook naar het verslag van de contourberekening 2001.

Gezien het wegvallen van de toestellen van het type B721 en B722 van DHL gedurende de nachtperiode was er geen nood om 5 groepen te behouden voor het inbrengen van aparte SIDs in het INM-model.

Op basis van de geluidsmetingen van het meetnet gedurende het jaar werden een 25 vliegtuigtypes weerhouden die op één of meerdere meetposten een substantiële bijdrage leverde in de gemeten equivalente geluidsdrukniveaus. Voor elk van deze vliegtuigtypes en voor elke gevlogen SID werd een (ruwe) gemiddelde route bepaald (met behulp van INM-Link software). Op basis van deze gemiddelde routes werd beslist of voor dit vliegtuigtype een nieuwe INM-route diende te worden gemaakt of bij welke groep het vliegtuigtype kon worden ingedeeld. Ook voor de resterende vliegtuigtypes werd een gemiddelde track met spreiding bepaald.

Uiteindelijk bleek het voor 2003 voldoende 4 groepen te vormen. Eén groep bestaat uit alle vliegtuigtypes die niet tot de meest bijdragende vliegtuigen behoren. De geselecteerde vliegtuigen werden ingedeeld volgens :

GROEP 1: A319, A320 , A321, F70, B735, B462, B733, B752, MD82, MD83, MD83

GROEP 2: B763, B762, A333, A306, RJ1H, A30B, B738, B734, RJ85

GROEP 3: B744, MD11, DC87, B742, MD88

Voor deze groepen werden aparte INM-routes gemaakt voor de SIDs : ETE1M, ETE2M, COA4C, CIV6C, TOL1C, ETE1H die werden samengenomen met alle andere SIDs die in de aanvangsperiode van een vlucht volledig gelijkaardig verlopen.

Bijlage 4 Resultaten contourberekeningen 2003

Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ – contourzoneTabel 4: Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente voor 2003

Oppervlakte(ha)	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A) (dag 06-23h, VLAREM)					
Gemeente	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	Totaal
BRUSSEL	561	242	12			816
EVERE	250					250
GRIMBERGEN	1					1
HAACHT	14					14
HERENT	195					195
KAMPENHOUT	269	61				330
KORTENBERG	306	203	51	5		565
KRAAINEM	26					26
MACHELEN	301	272	214	76	17	880
SCHAARBEEK	28					28
STEENOKKERZEEL	440	286	180	104	109	1119
VILVOORDE	239					239
WEZEMBEEK-OPPEM	64					64
ZAVENTEM	422	114	38	20	20	613
Eindtotaal	3115	1178	495	205	146	5139

Tabel 5: Oppervlakten per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2003

Oppervlakte(ha)	$L_{Aeq,nacht}$ - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					
Gemeente	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	Totaal
BRUSSEL	123					123
HERENT	1					1
KAMPENHOUT	140	13				153
KORTENBERG	199	50	6			255
MACHELEN	242	169	37	7	1	454
STEENOKKERZEEL	252	192	114	63	55	676
ZAVENTEM	220	61	22	10	1	314
Eindtotaal	1177	484	179	80	57	1976

Tabel 6: Oppervlakten per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2003

Oppervlakte(ha) Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	544	332	27			903
EVERE	205					205
GRIMBERGEN	222					222
HAACHT	185					185
HERENT	324	45				369
KAMPENHOUT	447	185	27			659
KORTENBERG	291	250	89	16		647
KRAAINEM	29					29
LEUVEN	25					25
MACHELEN	282	271	233	97	21	903
SCHAARBEEK	18					18
STEENOKKERZEEL	429	292	223	135	153	1232
VILVOORDE	375	1				376
WEZEMBEEK-OPPEM	73					73
ZAVENTEM	662	272	80	27	24	1065
Eindtotaal	4110	1648	680	275	198	6911

Tabel 7: Oppervlakten per L_{night} -contourzone en per gemeente voor 2003

Oppervlakte(ha) Gemeente	L_{night} - contourzone in dB(A) (nacht 23-07h, EU)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	93					93
KAMPENHOUT	119	7				126
KORTENBERG	176	41	4			221
MACHELEN	242	150	29	6	0	427
STEENOKKERZEEL	246	183	107	59	50	644
ZAVENTEM	192	52	21	8	1	273
Eindtotaal	1067	433	161	73	51	1785

Tabel 8: Oppervlakten per $L_{den,23-07h}$ -contourzone en per gemeente voor 2003

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	485	450	59			994
EVERE	315	9				325
GRIMBERGEN	358					358
HAACHT	234					234
HERENT	341	79				420
KAMPENHOUT	480	209	37			725
KORTENBERG	322	266	112	23	0	723
KRAAINEM	85					85
LEUVEN	75					75
MACHELEN	269	284	245	126	32	955
SCHAARBEEK	54					54
SINT-LAMBRECHTS- WOLUWE	17					17
STEENOKKERZEEL	453	316	237	145	170	1321
VILVOORDE	437	11				448
WEZEMBEEK-OPPEM	109					109
ZAVENTEM	789	309	92	30	28	1247
Eindtotaal	4823	1932	781	323	230	8089

Inwoners per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ – contourzoneTabel 9: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2003

Aantal Inwoners	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A) (dag 06-23h, VLAREM)					
Gemeente	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	Totaal
BRUSSEL	950	3066	119			4136
EVERE	12233					12233
GRIMBERGEN	40					40
HAACHT	30					30
HERENT	393					393
KAMPENHOUT	863	232				1095
KORTENBERG	1644	469	15	1		2129
KRAAINEM	221					221
MACHELEN	3875	2763	2507	69	0	9214
SCHAARBEEK	3215					3215
STEENOKKERZEEL	3479	1129	199	6	2	4815
VILVOORDE	2143					2143
WEZEMBEEK-OPPEM	1287					1287
ZAVENTEM	2062	411	5	0	0	2479
Eindtotaal	32433	8070	2846	76	3	43428

Tabel 10: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2003

Aantal Inwoners	$L_{Aeq,nacht}$ - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					
Gemeente	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	Totaal
BRUSSEL	1816					1816
HERENT	0					0
KAMPENHOUT	423	90				513
KORTENBERG	363	14	2			379
MACHELEN	2576	1271	3	0	0	3850
STEENOKKERZEEL	829	284	99	2	1	1214
ZAVENTEM	301	27	0	0	0	328
Eindtotaal	6308	1686	104	2	1	8100

Tabel 11: Bevolkingsaantal per L_{DN} -contourzone en per gemeente 2003

Aantal Inwoners Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	1526	3219	231			4976
EVERE	10361					10361
GRIMBERGEN	2746					2746
HAACHT	268					268
HERENT	799	10				808
KAMPENHOUT	1378	595	127			2099
KORTENBERG	1684	684	79	4		2451
KRAAINEM	198					198
LEUVEN	46					46
MACHELEN	3549	2807	2900	176	0	9432
SCHAARBEEK	1350					1350
STEENOKKERZEEL	3745	1579	347	140	4	5816
VILVOORDE	5693	2				5695
WEZEMBEEK-OPPEM	1418					1418
ZAVENTEM	6303	927	55	1	0	7286
Eindtotaal	41064	9823	3738	321	4	54951

Tabel 12: Bevolkingsaantal per L_{night} -contourzone en per gemeente 2003

Aantal Inwoners Gemeente	L_{night} - contourzone in dB(A) (nacht 23-07h, EU)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	1412					1412
KAMPENHOUT	358	59				417
KORTENBERG	288	10	1			300
MACHELEN	2832	838	0	0	0	3670
STEENOKKERZEEL	682	284	67	1	1	1036
ZAVENTEM	226	15	0	0	0	241
Eindtotaal	5798	1207	69	2	1	7076

Tabel 13: Bevolkingsaantal per $L_{DEN,23-07h}$ -contourzone en per gemeente 2003

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	2038	2932	822			5792
EVERE	16747	332				17079
GRIMBERGEN	4274					4274
HAACHT	327					327
HERENT	890	18				907
KAMPENHOUT	1515	677	144			2337
KORTENBERG	1846	844	142	6	0	2838
KRAAINEM	1286					1286
LEUVEN	140					140
MACHELEN	3203	3355	2947	613	0	10119
SCHAARBEEK	9005					9005
SINT-LAMBRECHTS- WOLUWE	75					75
STEENOKKERZEEL	3769	1963	444	162	5	6343
VILVOORDE	7161	24				7185
WEZEMBEEK-OPPEM	2209					2209
ZAVENTEM	9395	1243	82	1	0	10721
Eindtotaal	63879	11388	4582	783	5	80636

Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} – contourzone*Tabel 14: Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2003*

Aant. potent. sterk gehinderden Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	230	892	85	0	0	1208
EVERE	1353	0	0	0	0	1353
GRIMBERGEN	337	0	0	0	0	337
HAACHT	36	0	0	0	0	36
HERENT	119	2	0	0	0	121
KAMPENHOUT	205	154	50	0	0	410
KORTENBERG	253	180	30	3	0	467
KRAAINEM	23	0	0	0	0	23
LEUVEN	5	0	0	0	0	5
MACHELEN	561	733	1229	97	0	2619
SCHAARBEEK	156	0	0	0	0	156
STEENOKKERZEEL	573	415	146	82	1	1216
VILVOORDE	781	0	0	0	0	782
WEZEMBEEK-OPPEM	173	0	0	0	0	173
ZAVENTEM	916	231	21	0	0	1169
Eindtotaal	5722	2608	1562	182	1	10074

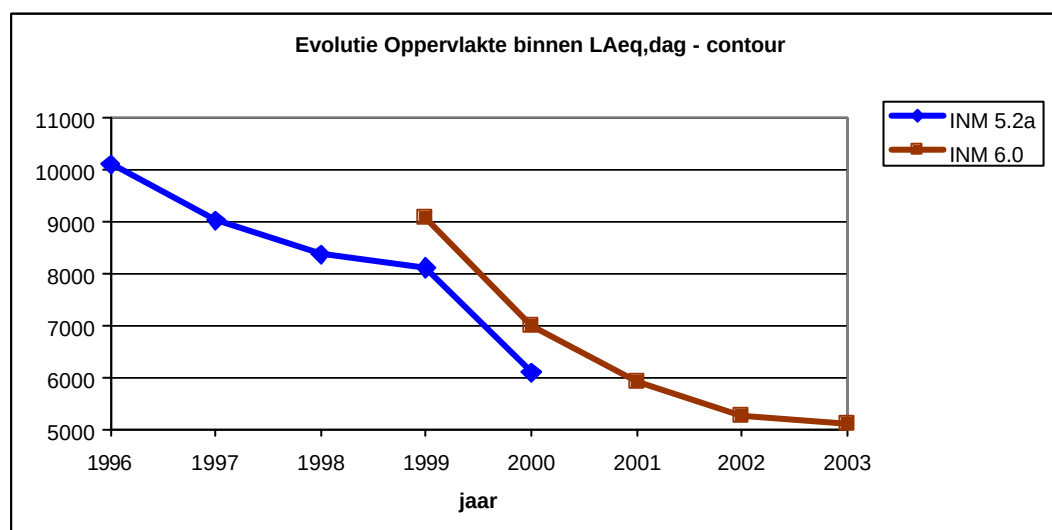
Bijlage 5 Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2003

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

Tabel 15: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2003)

Oppervlakte (ha) Jaartal	$L_{Aeq,dag}$ - 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
2002**	3 186	1 214	511	209	150	5 271
2003**	3 115	1 178	495	205	146	5 139

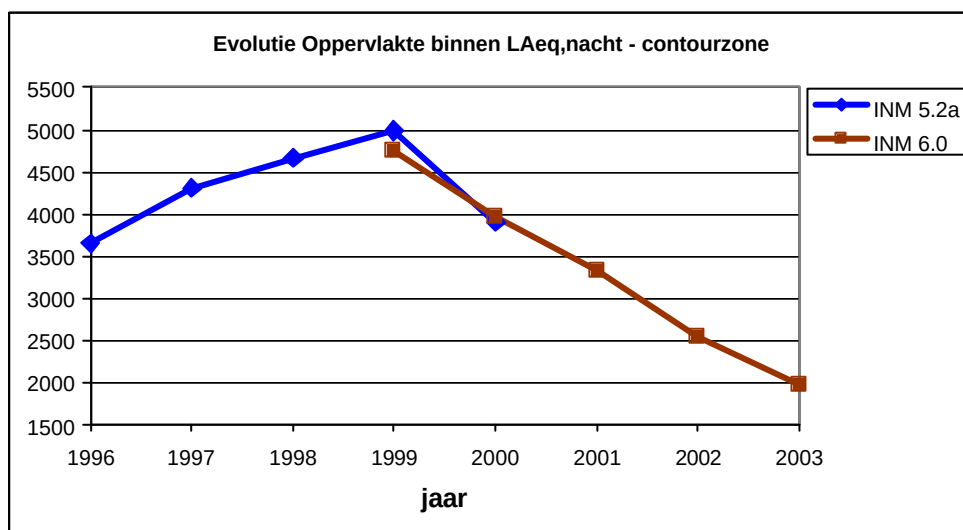
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 14 Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2003)

Tabel 16: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2003)

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
2002**	1 441	635	281	101	90	2 548
2003**	1 177	484	179	80	57	1 976

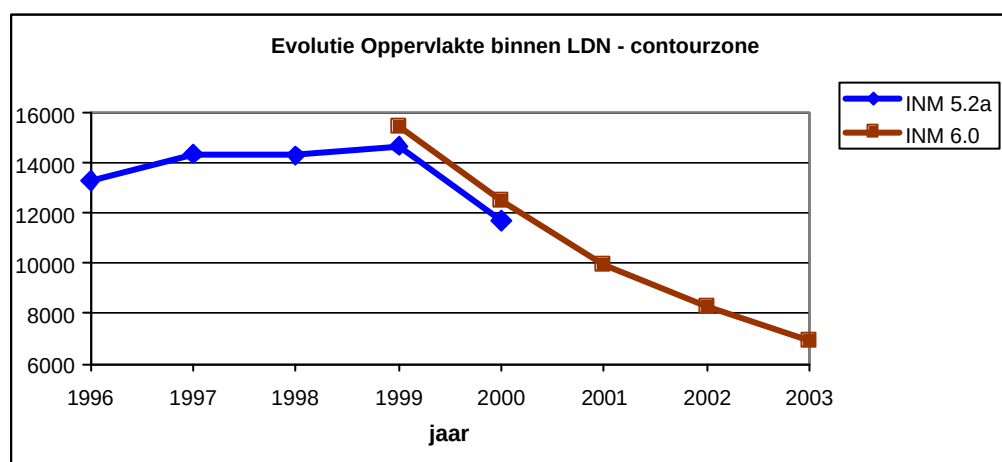
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 15 Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2003)

Tabel 17: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2003)

Oppervlakte (ha)	L_{DN} - 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
2002**	4 885	1 991	808	369	254	8 307
2003**	4 110	1648	680	275	198	6 911

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

Figuur 16 Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2003)

Tabel 18: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{night} -contouren (2000-2003)

Oppervlakte (ha)	L_{night} - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
2000	2045	1013	444	167	154	3823
2001	1805	828	347	137	129	3246
2002	1461	648	280	103	91	2583
2003	1067	433	161	73	51	1785

Tabel 19: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2003)

Oppervlakte (ha)	L_{den} - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
2000	8979	3386	1431	667	481	14943
2001	6744	2867	1164	523	383	11681
2002	5770	2479	946	437	303	9935
2003	4823	1932	781	323	230	8089

Tabel 19 en 20 werden berekend met INM versie 6

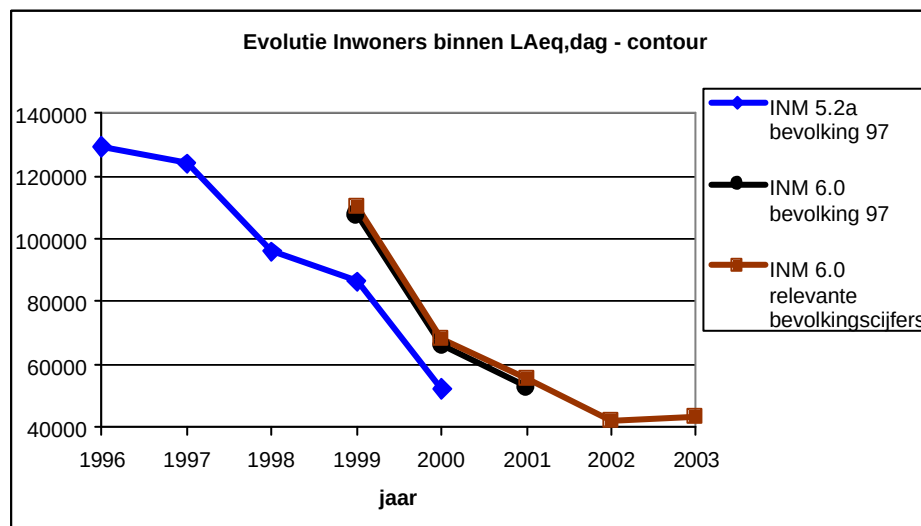
Evolutie van het aantal inwoners per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ - contourzone

Tabel 20: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2003)

Aantal Inwoners	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
2002**	1jan2001	29307	9744	2865	83	3	42002
2003**	1jan2001	32433	8070	2846	76	3	43428

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

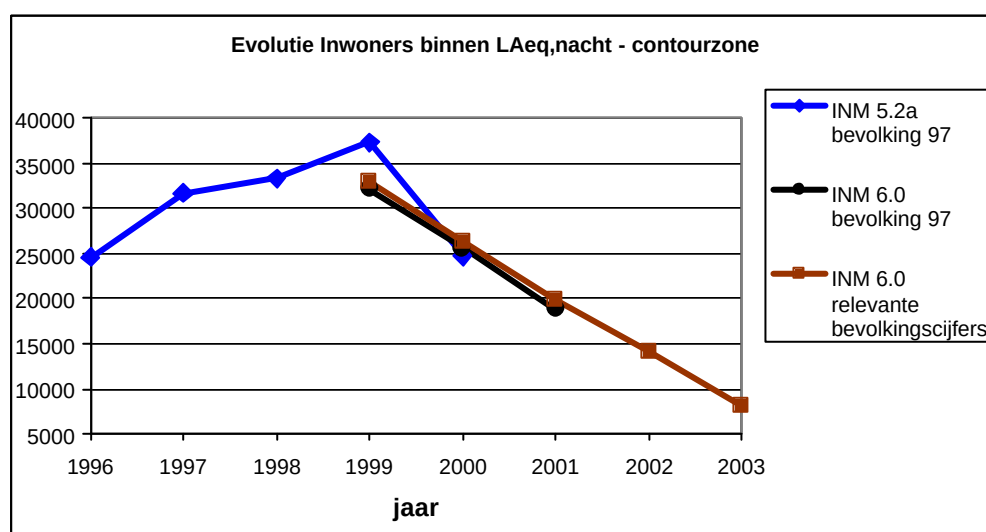
Figuur 17 *Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2003)*



Tabel 21: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren(1996-2003)

Aantal Inwoners Jaartal	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
2002**	1jan2001	8976	4265	858	1	1	14103
2003**	1jan2001	6308	1686	104	2	1	8100

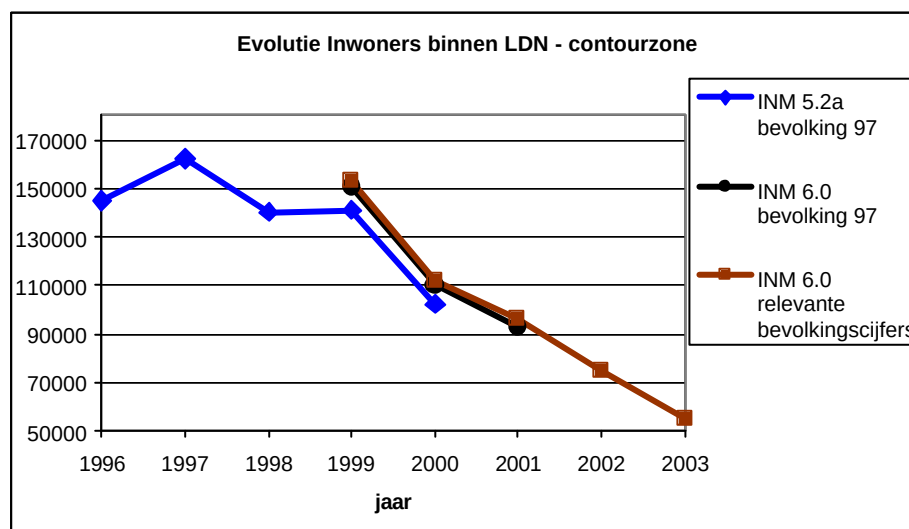
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 18 Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2003)

Tabel 22: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} (1996-2003)

Aantal Inwoners Jaartal	Bevolkingsgeg. Jaartal	$L_{Aeq,nacht}$ - 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
2002**	1jan2001	54968	11997	5717	1866	26	74574
2003**	1jan2001	41064	9823	3738	321	4	54951

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

Figuur 19 Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} - contouren (1996-2003)

Tabel 23: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{night} -contouren (2000-2003)

Aantal inwoners	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
2000	17012	7697	929	36	2	25677
2001	12595	5597	1096	10	2	19300
2002	9303	4293	790	3	1	14390
2003	5798	1207	69	2	1	7076

berekend met INM versie 6

Tabel 24: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2003)

Aantal inwoners	$L_{Aeq,dag}$ - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	
2000	122005	26108	12512	3295	139	164059
2001	101023	22552	8384	3041	73	135073
2002	80040	16235	7160	2596	50	106081
2003	63879	11388	4582	783	5	80636

berekend met INM versie 6

Bijlage 6 Geluidscontouren op topografische kaart, 2003

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2003, achtergrond topografische kaart

$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2003, achtergrond topografische kaart

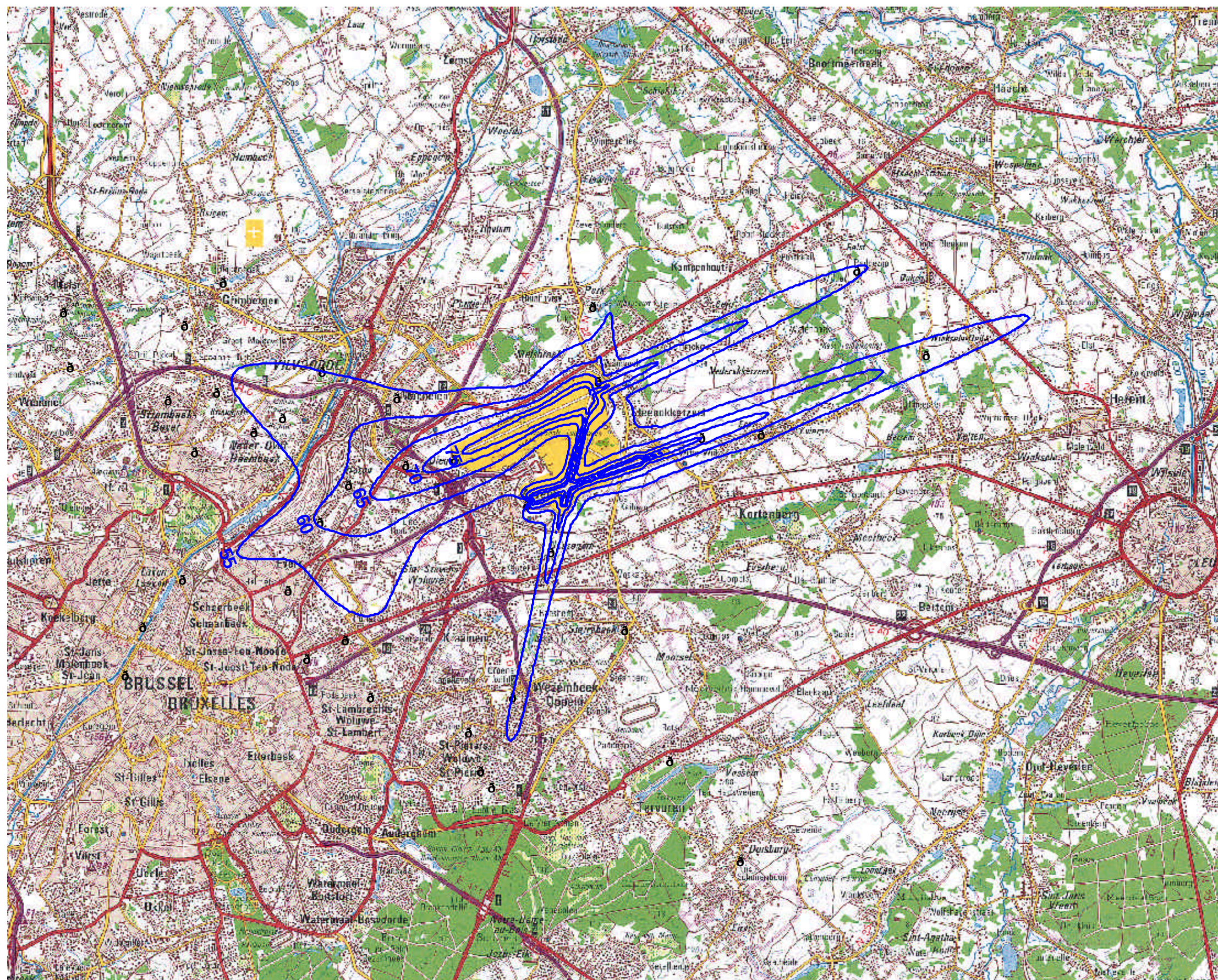
L_{DN} – geluidscontouren voor 2003, achtergrond topografische kaart

L_{night} – geluidscontouren voor 2003, achtergrond topografische kaart

$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2003, achtergrond topografische kaart

L_{Aeq,dag} - geluidscontouren voor 2003

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 2003

δ Meetposten

0 2 4 Kilometers



Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI
Schaal 1=100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

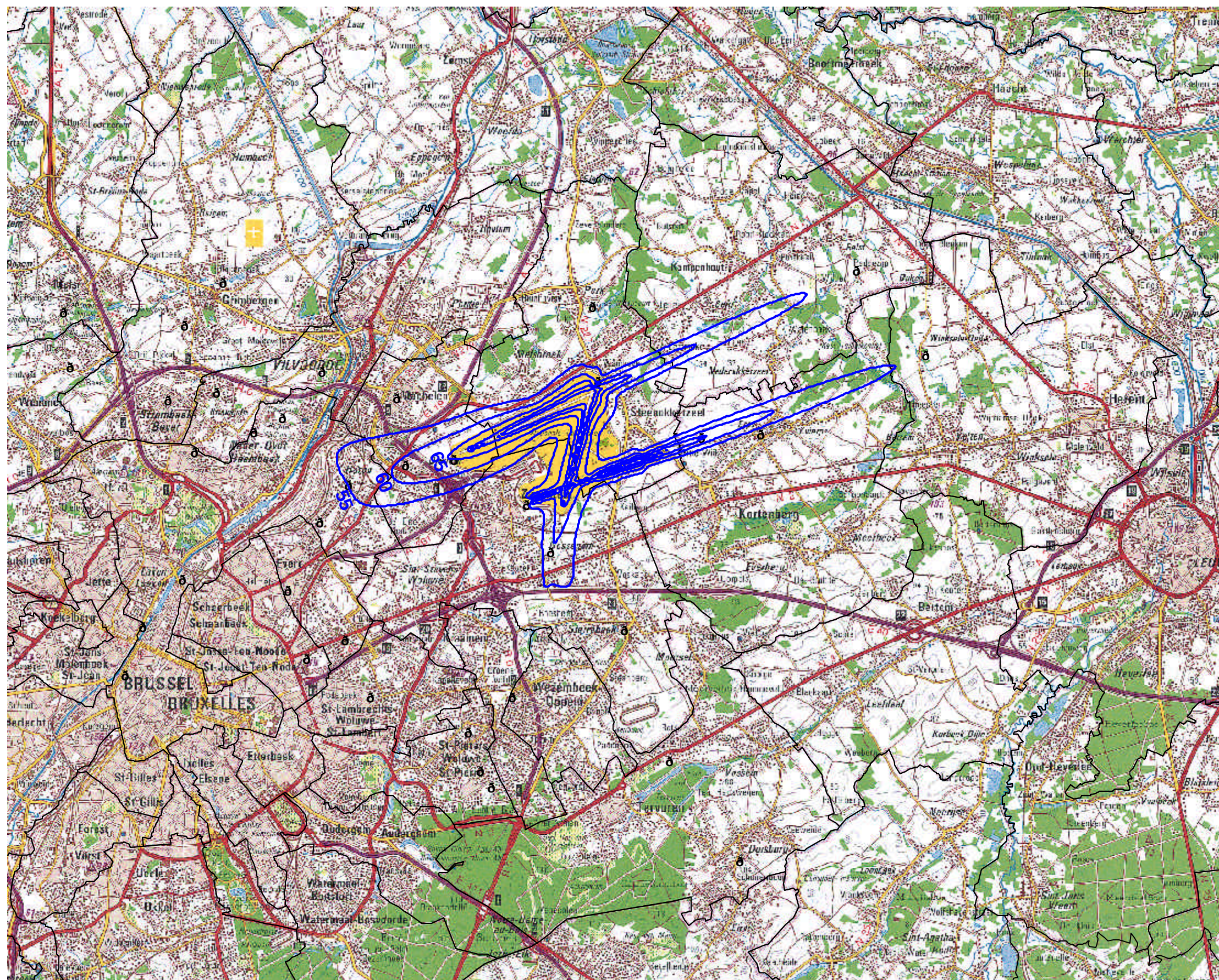
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{Aeq,nacht} - geluidscontouren voor 2003

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 2003

 Meetposten

Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI
Schaal 1=100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

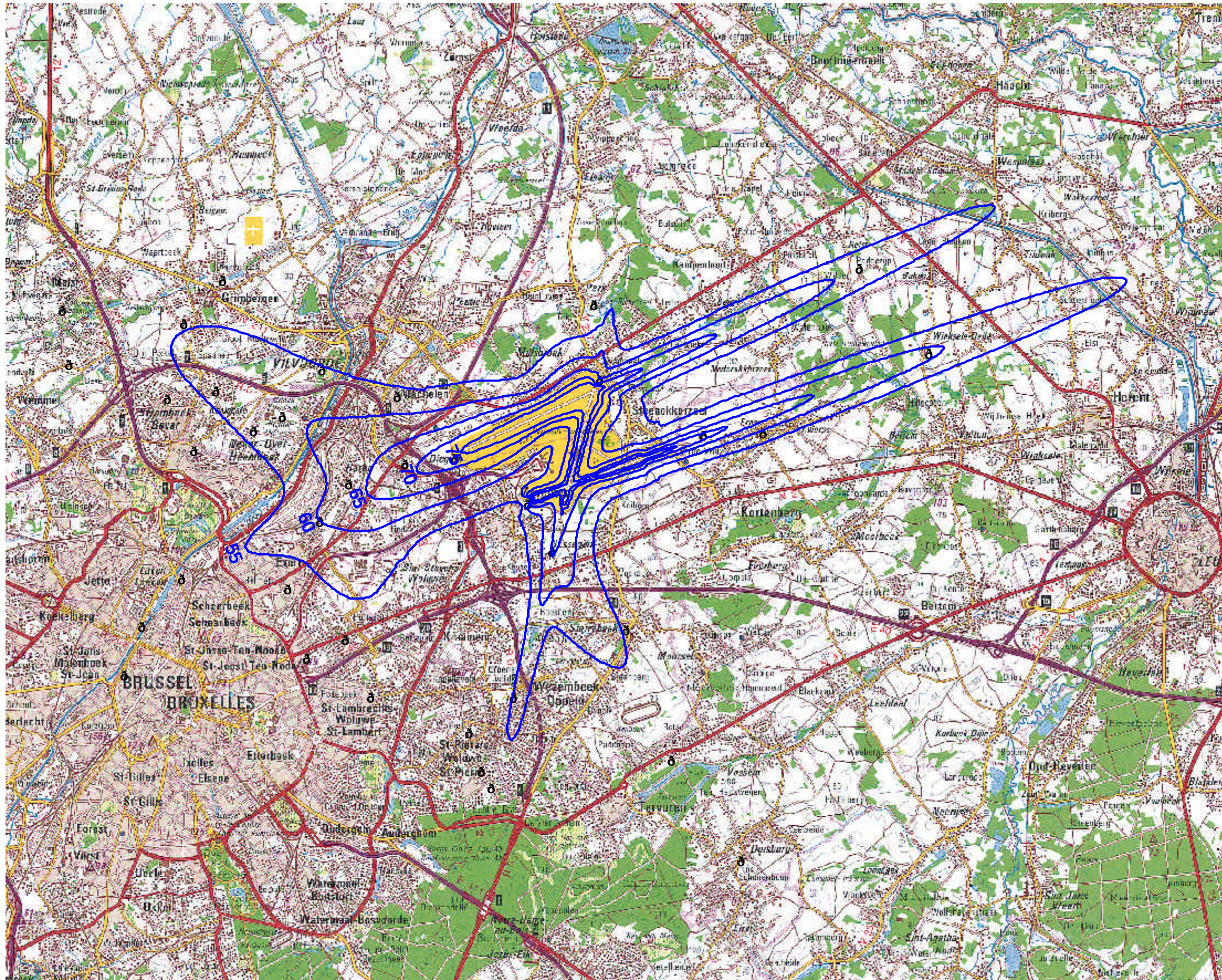
Geluidscontouren :
Berekeningen door ATF m.b.v.
het rekenmodel INM 6.0c

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



L_{DN} - geluidscontouren voor 2003

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 2003
-  Meetposten

0 2 4 Kilometers



Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI
Schaal 1=100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

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

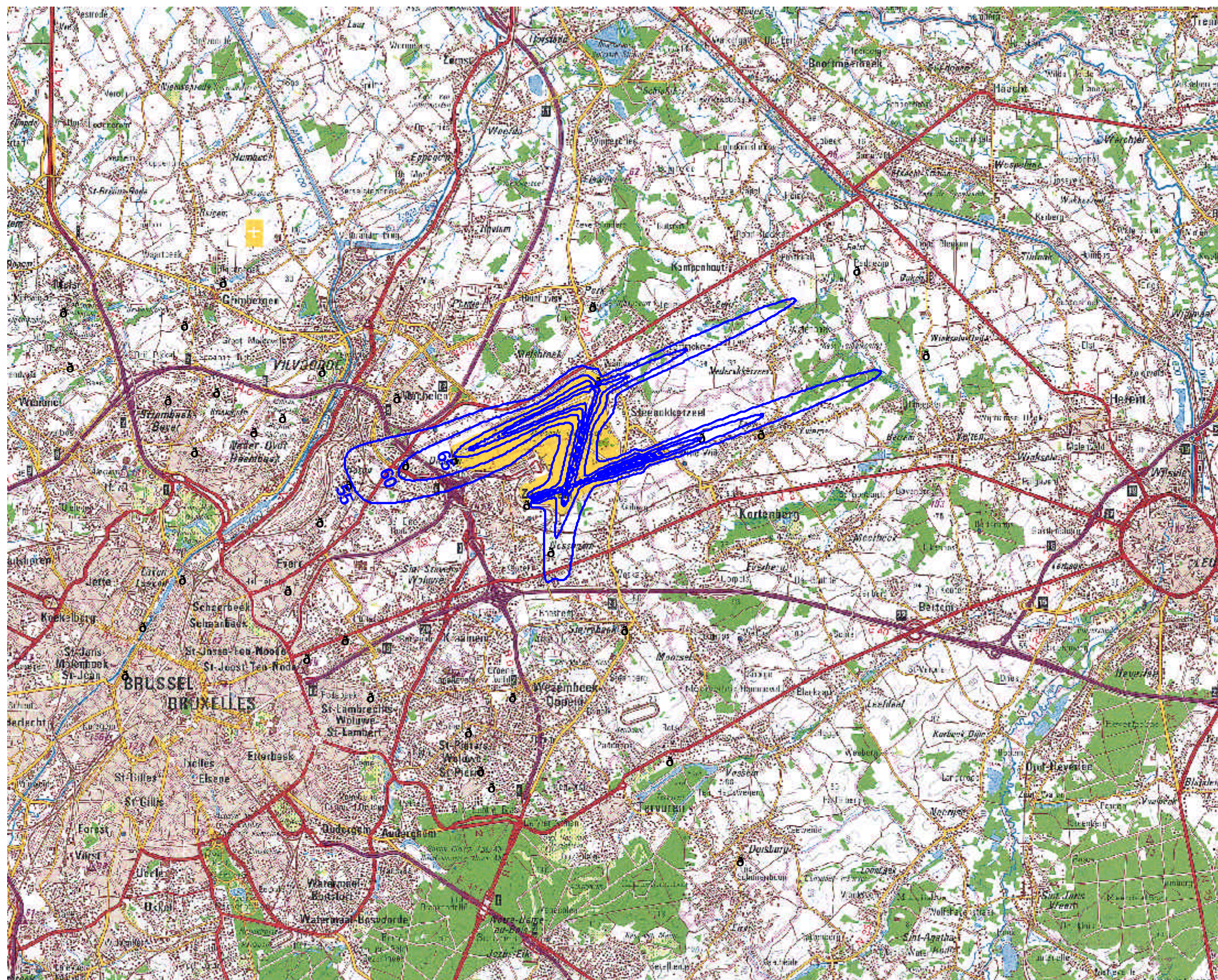
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



L_{night} - geluidscontouren voor 2003

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 2003

δ Meetposten

0 2 4 Kilometers



Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie Topografische kaart NGI
Schaal 1=100.000 (OC GIS-Vlaanderen)

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

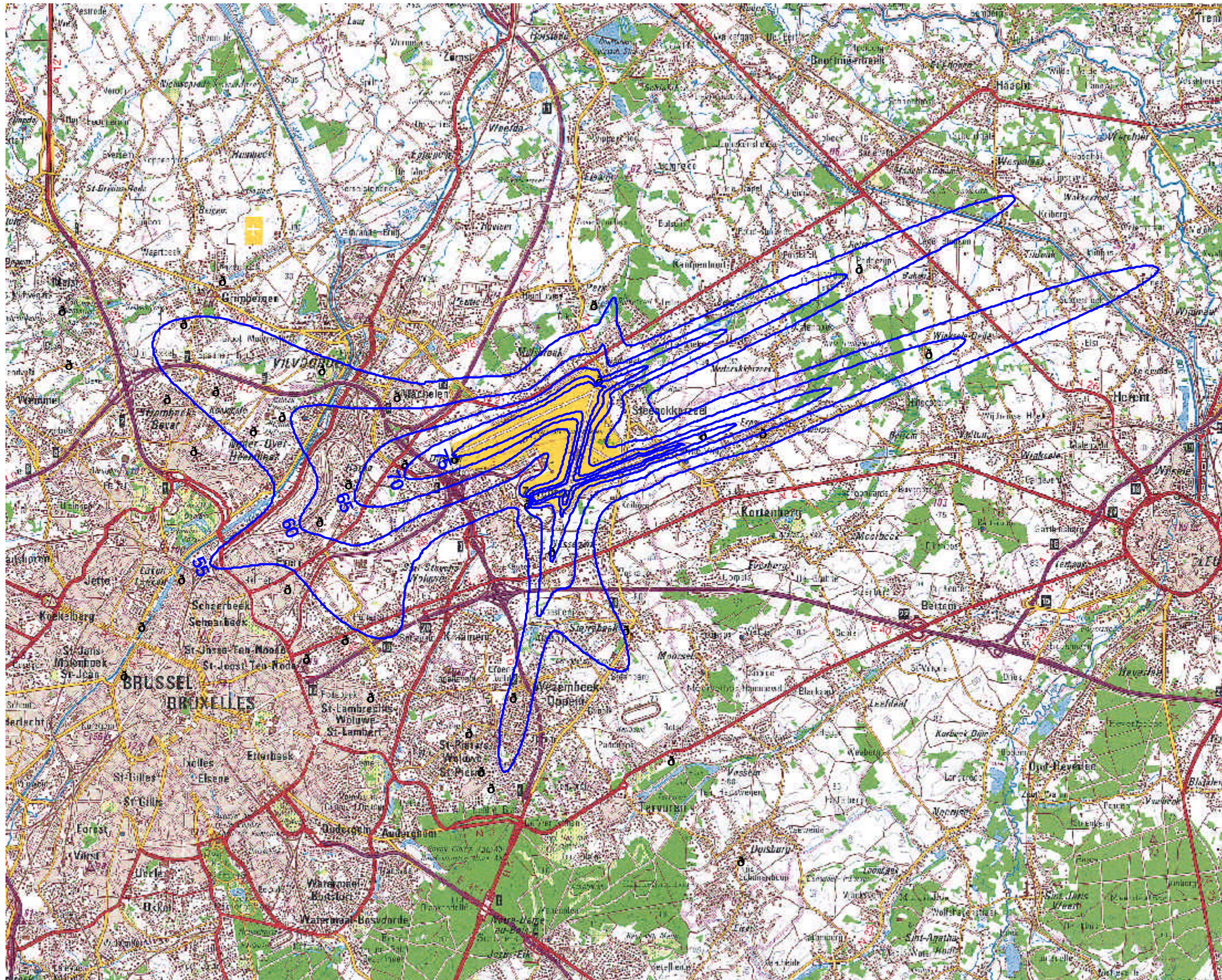
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



L_{DEN} - geluidscontouren voor 2003

EU : 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 2003
-  Meetposten

0 2 4 Kilometers



Bronnen

Topografische kaart :
Rasterversie 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 7 Geluidscontouren op bevolkingskaart, 2003

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

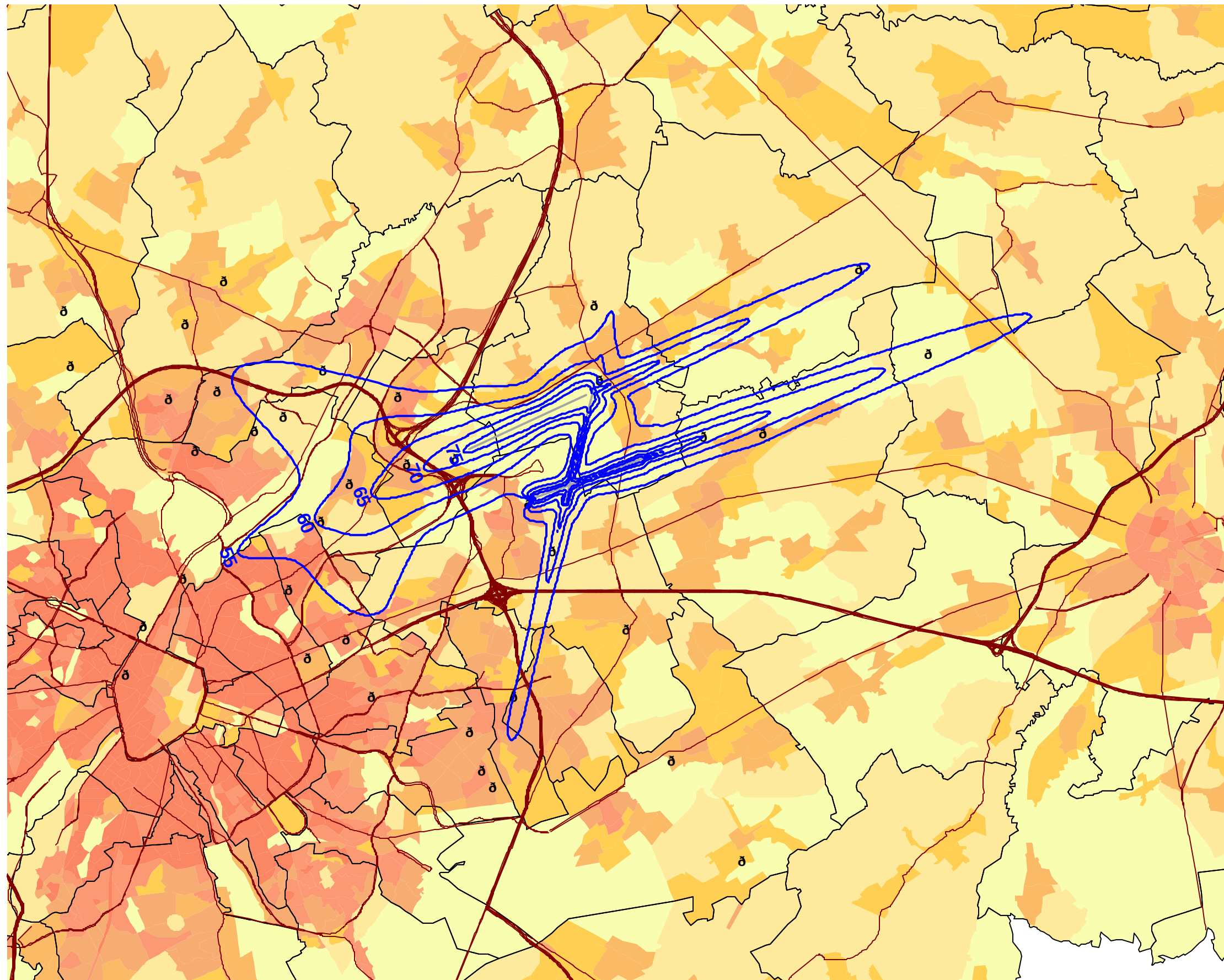
L_{DN} – geluidscontouren voor 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

L_{night} – geluidscontouren voor 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

L_{Aeq,dag} - geluidscontouren voor 2003

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 2003

 Meetposten

 Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
AHROM - afdeling ruimtelijke planning
(OC - GIS Vlaanderen)

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

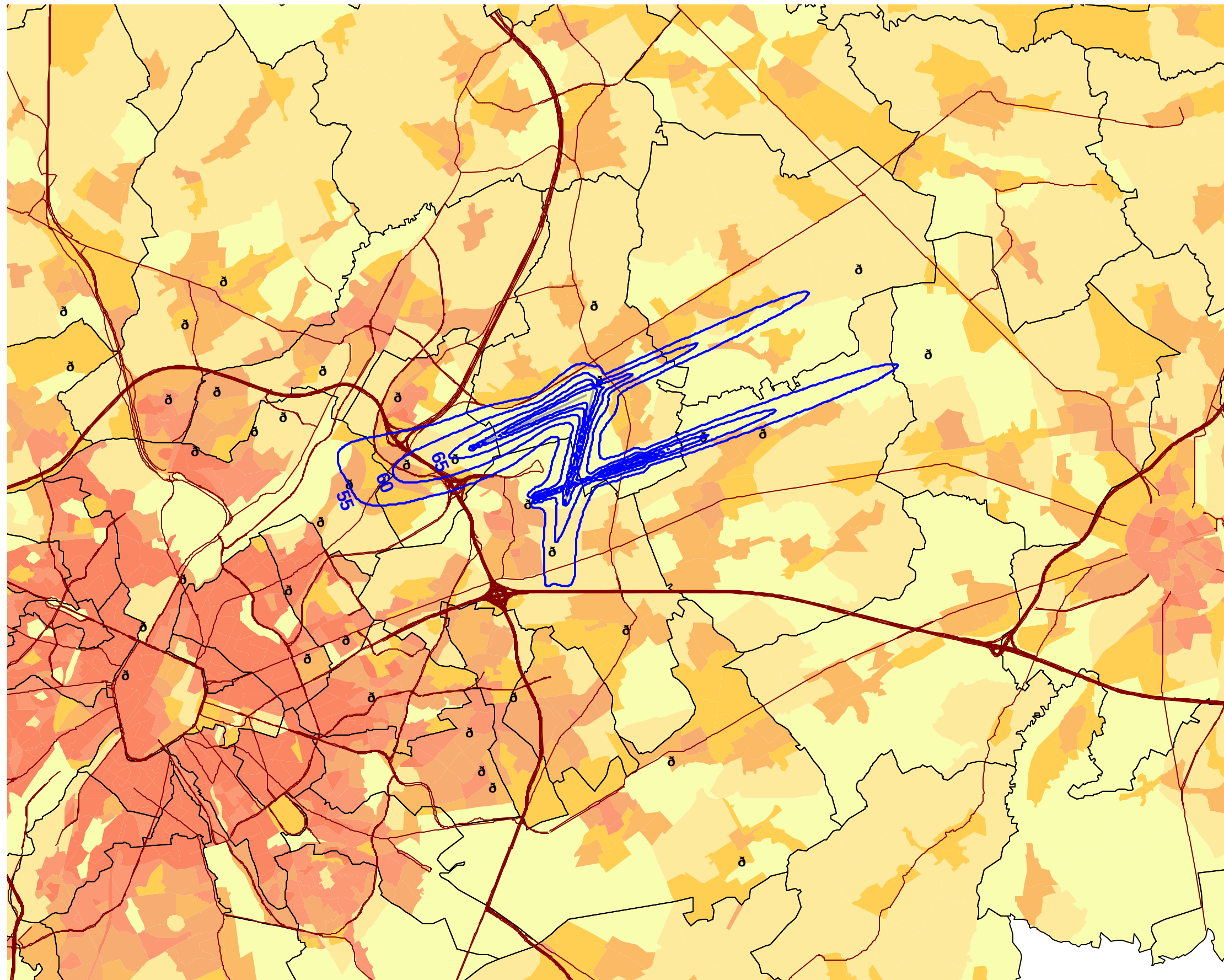
Wegenpatroon :
Streetmap - Teleatlas

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



$L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 2003

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



Legende

$L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2003

d Meetposten

\ Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
 AHROM - afdeling ruimtelijke planning
 (OC - GIS Vlaanderen)

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

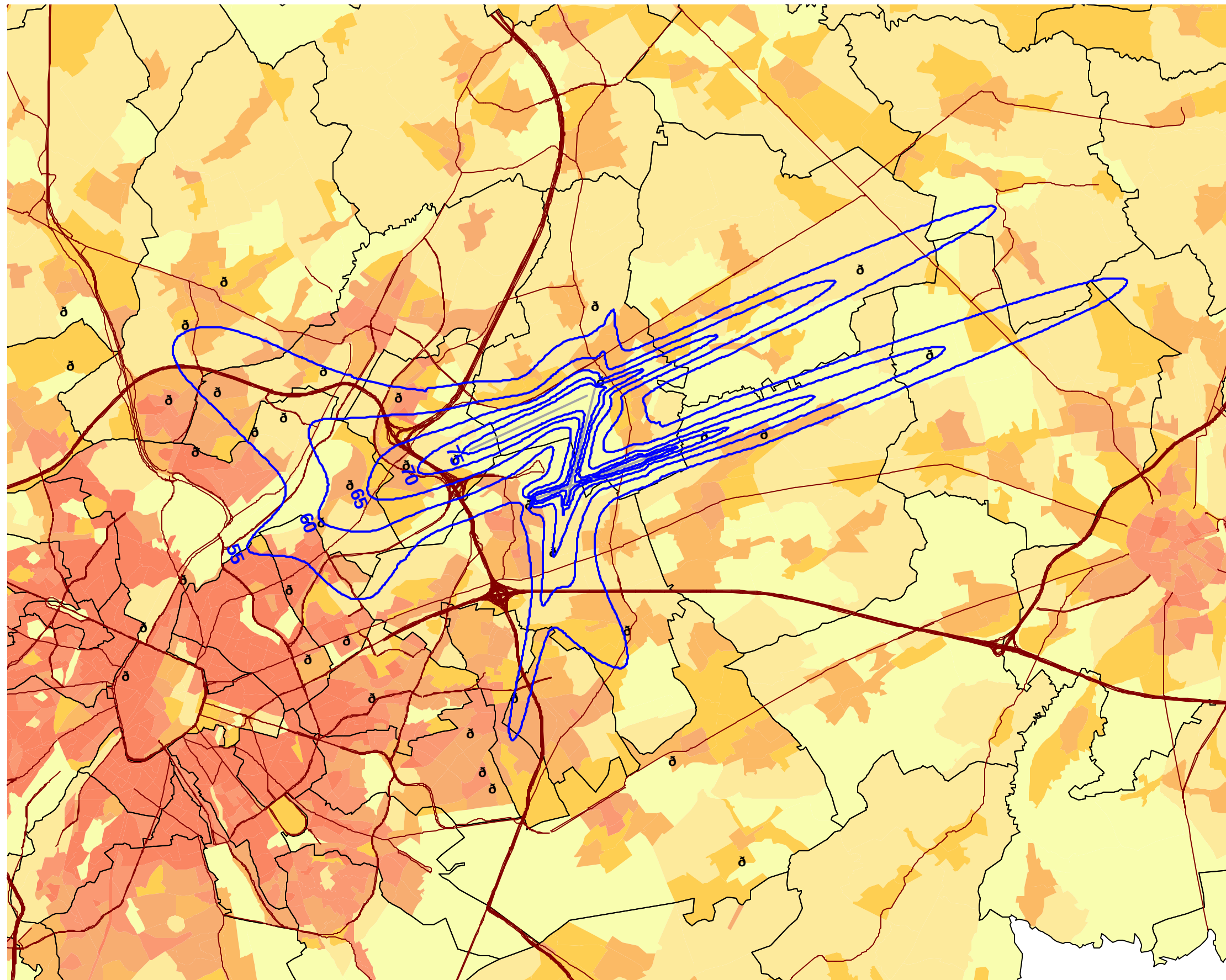
Wegenpatroon :
 Streetmap - Teleatlas

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



L_{DN} - geluidscontouren voor 2003

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



Legende

L_{DN} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2003

⊘ Meetposten

∕ Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
AHROM - afdeling ruimtelijke planning
(OC - GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Streetmap - Teleatlas

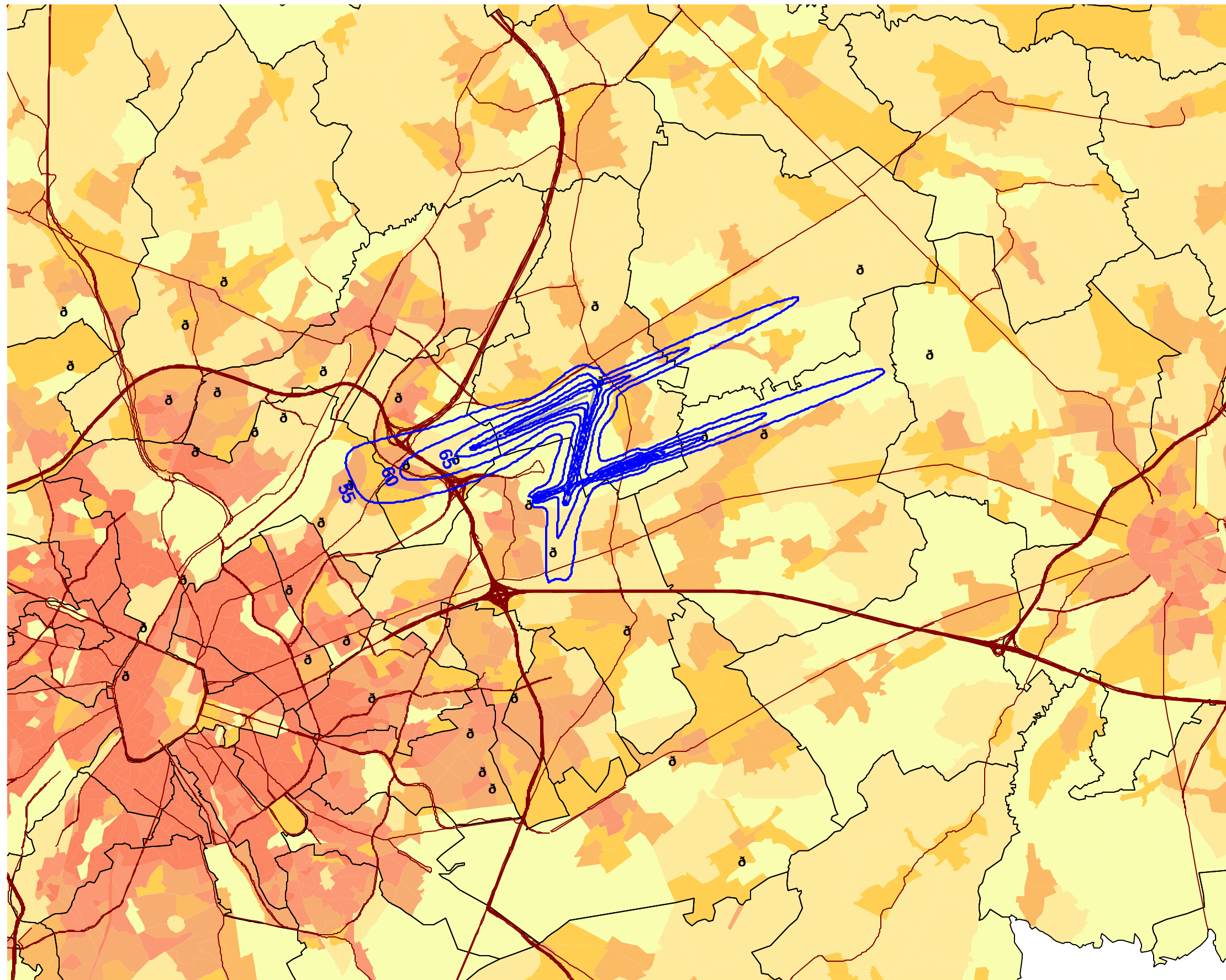
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



L_{night} - geluidscontouren voor 2003

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 2003

 Meetposten

 Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
AHROM - afdeling ruimtelijke planning
(OC - GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Streetmap - Teleatlas

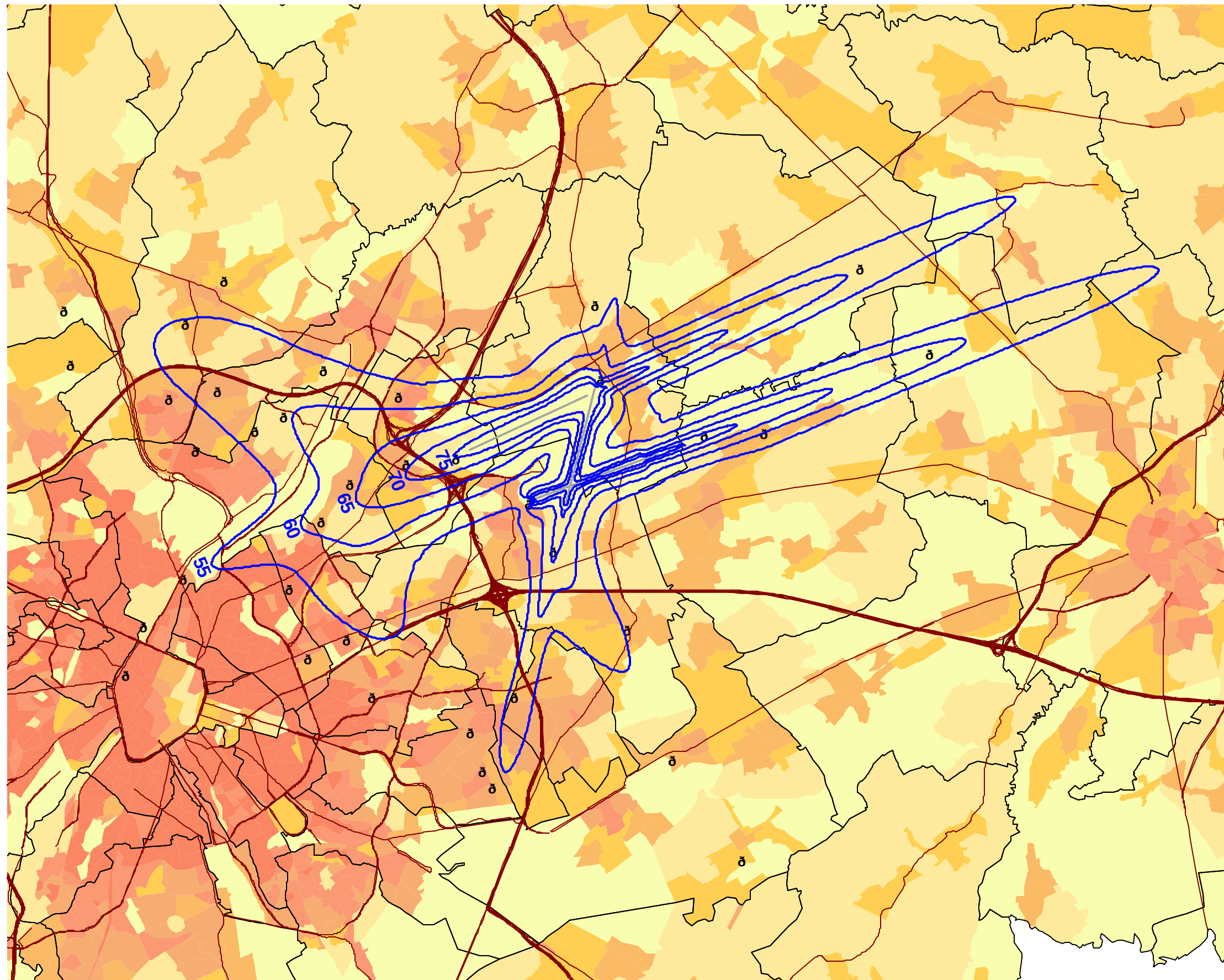
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



L_{DEN} - geluidscontouren voor 2003

EU : 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 2003

 Meetposten

 Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
AHROM - afdeling ruimtelijke planning
(OC - GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Streetmap - Teleatlas

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



Bijlage 8 Geluidscontourenkaarten, Evolutie 2002-2003

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

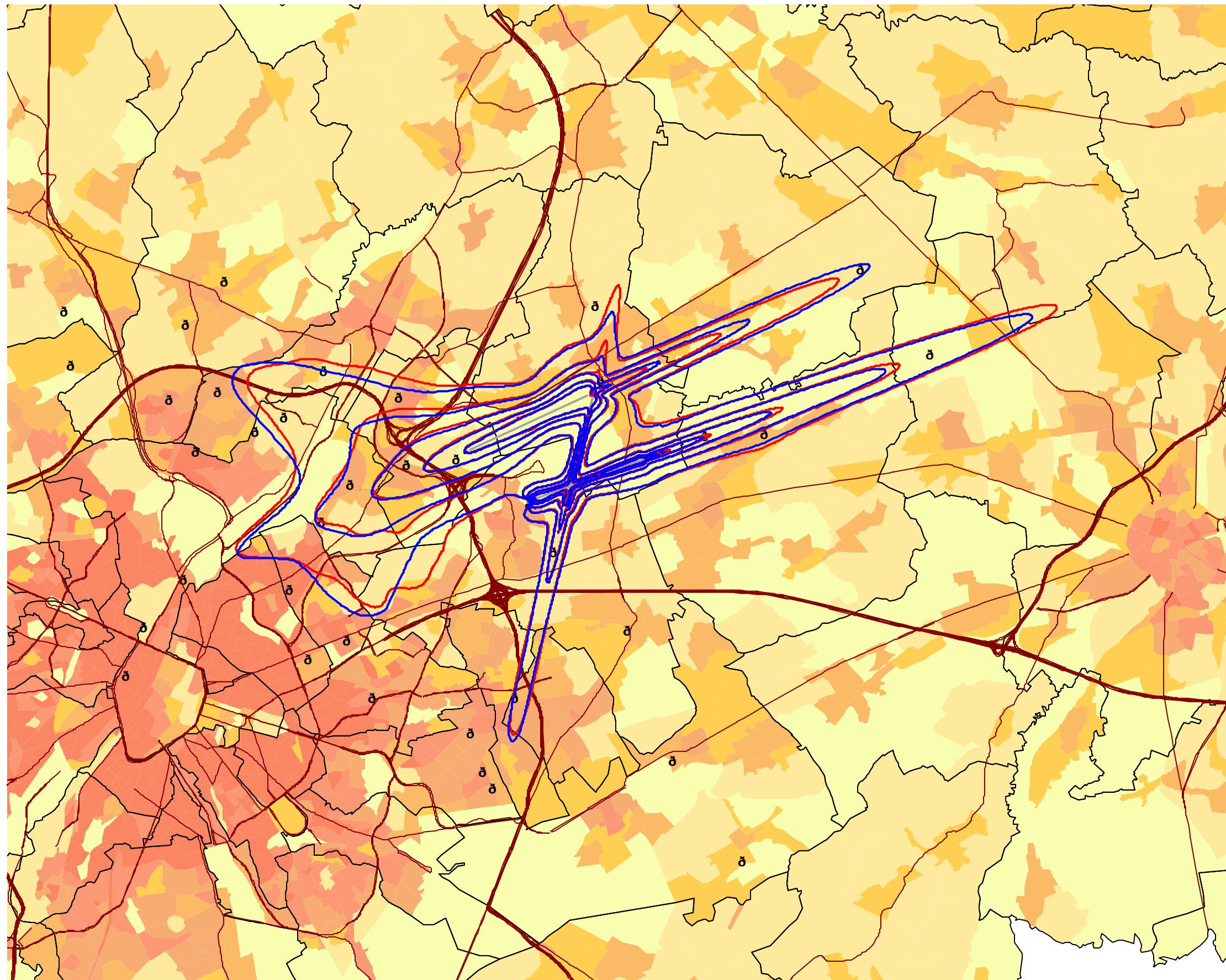
L_{DN} – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

L_{night} – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2002 en 2003, achtergrond bevolkingskaart 2001

Evolutie van de $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren voor 2002 en 2003

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



Legende

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2003
 $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2002

Meetposten

Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
 AHROM - afdeling ruimtelijke planning
 (OC - GIS Vlaanderen)

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

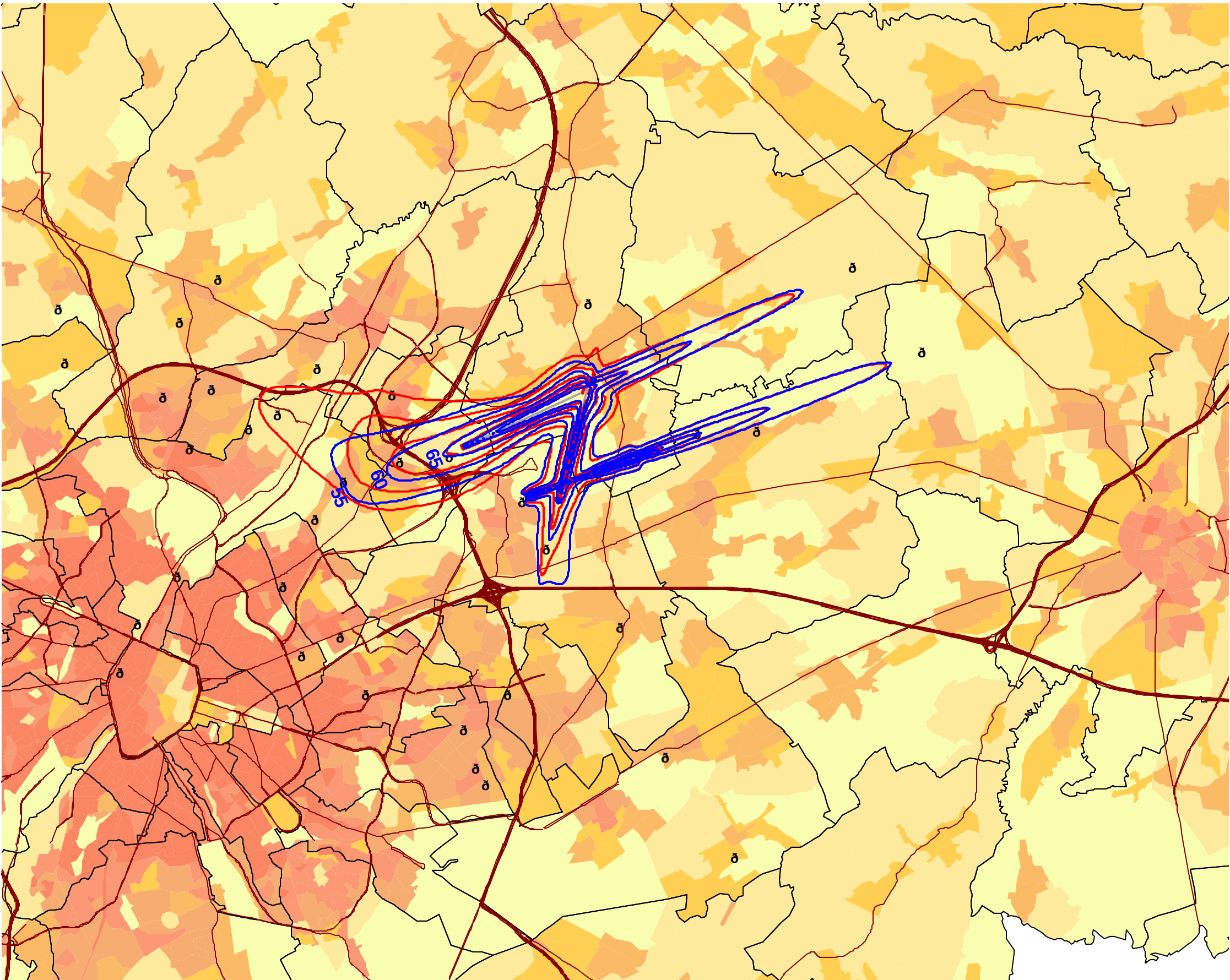
Wegenpatroon :
 Streetmap - Teleatlas

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



Evolutie van de $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 2002 en 2003

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



Legende

$L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2003

$L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2002

d Meetposten

∕ Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
AHROM - afdeling ruimtelijke planning
(OC - GIS Vlaanderen)

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

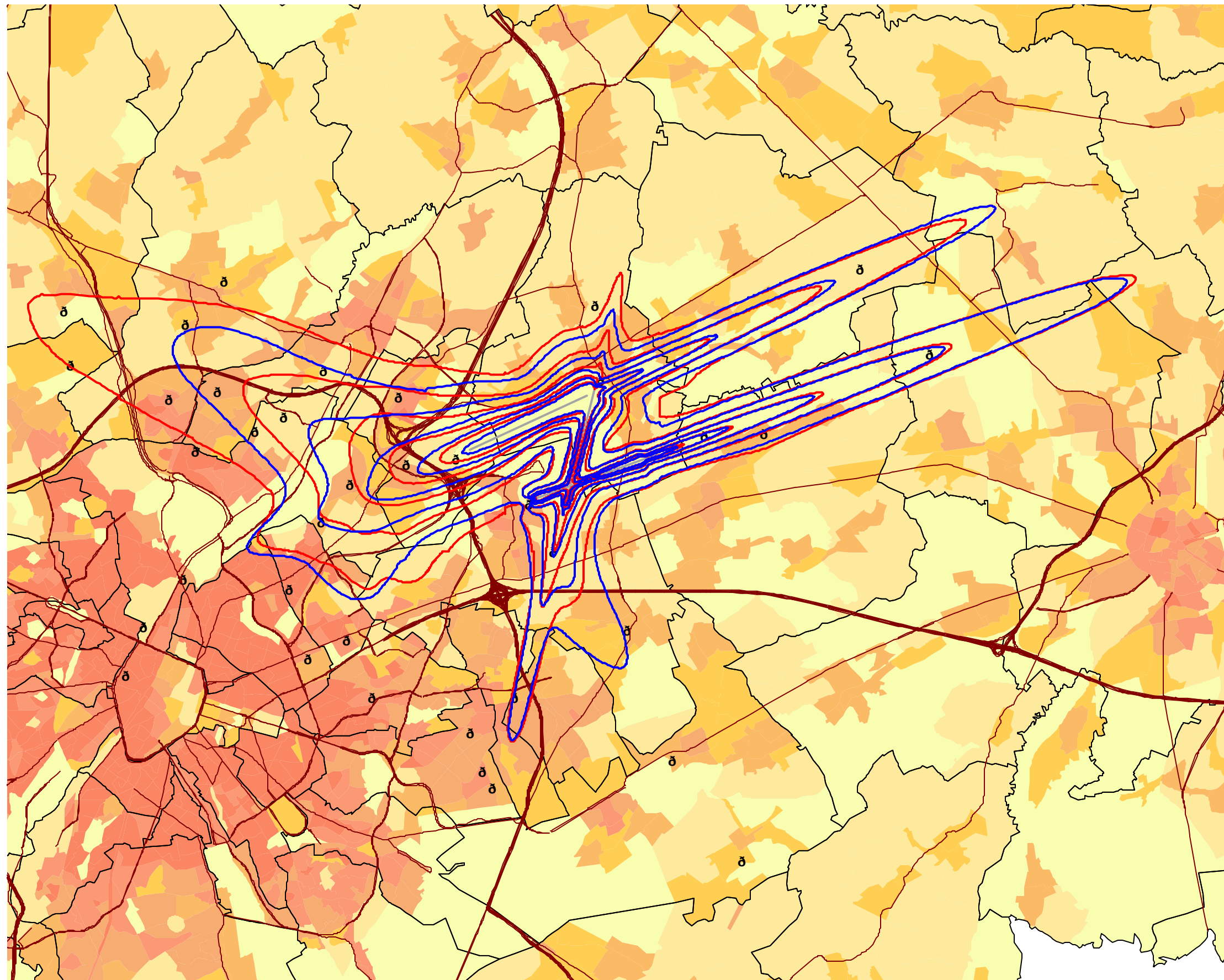
Wegenpatroon :
Streetmap - Teleatlas

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



Evolutie van de L_{DN} - geluidscontouren voor 2002 en 2003

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



Legende

L_{DN} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2003

L_{DN} - geluidscontouren
 van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
 voor 2002

Meetposten

Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
 AHROM - afdeling ruimtelijke planning
 (OC - GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
 Streetmap - Teleatlas

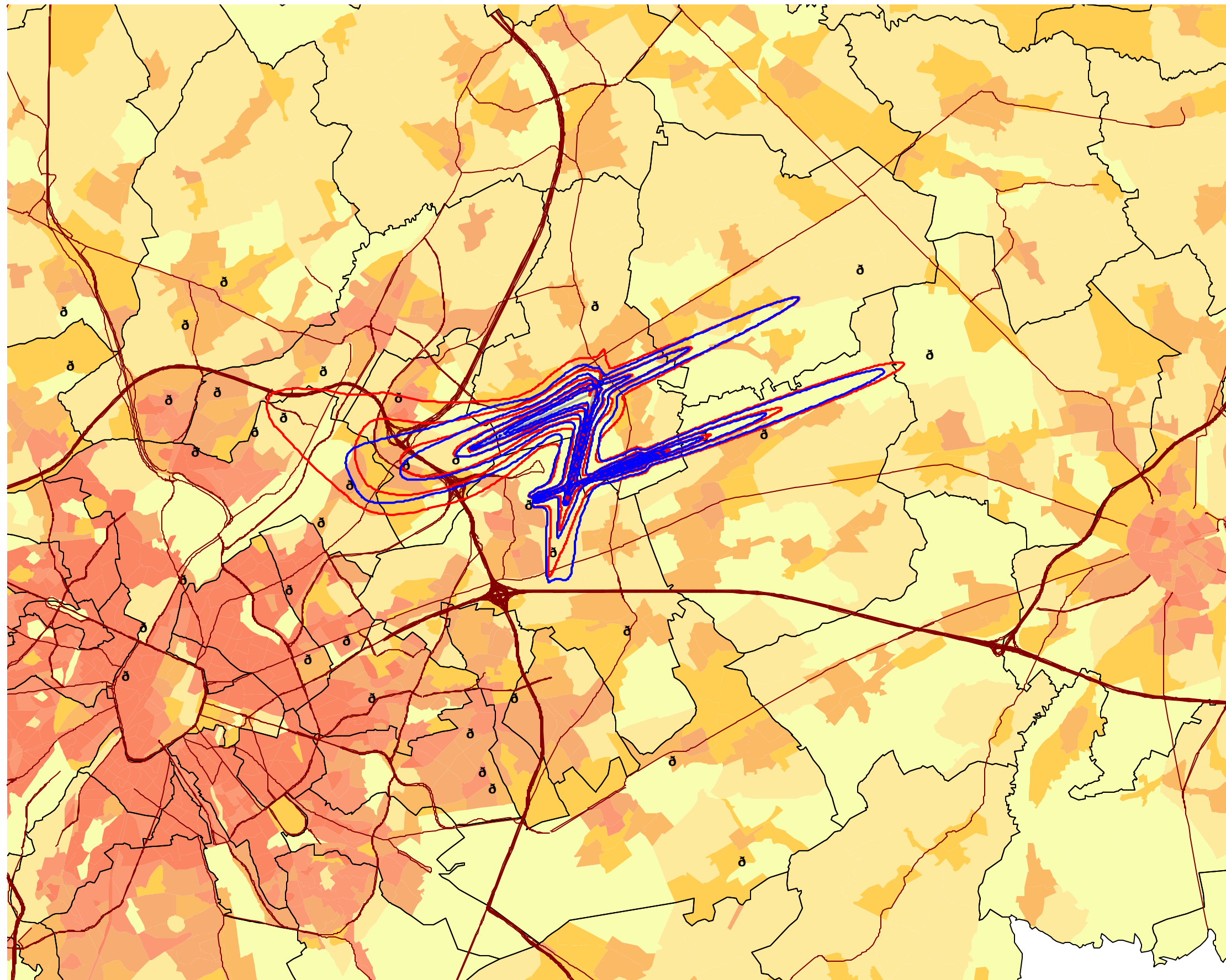
K.U.Leuven
 LABORATORIUM VOOR
 AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
 Celestijnenlaan 200D
 B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de L_{night} - geluidscontouren voor 2002 en 2003

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 2003

L_{night} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2002

Meetposten

Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
AHROM - afdeling ruimtelijke planning
(OC - GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Streetmap - Teleatlas

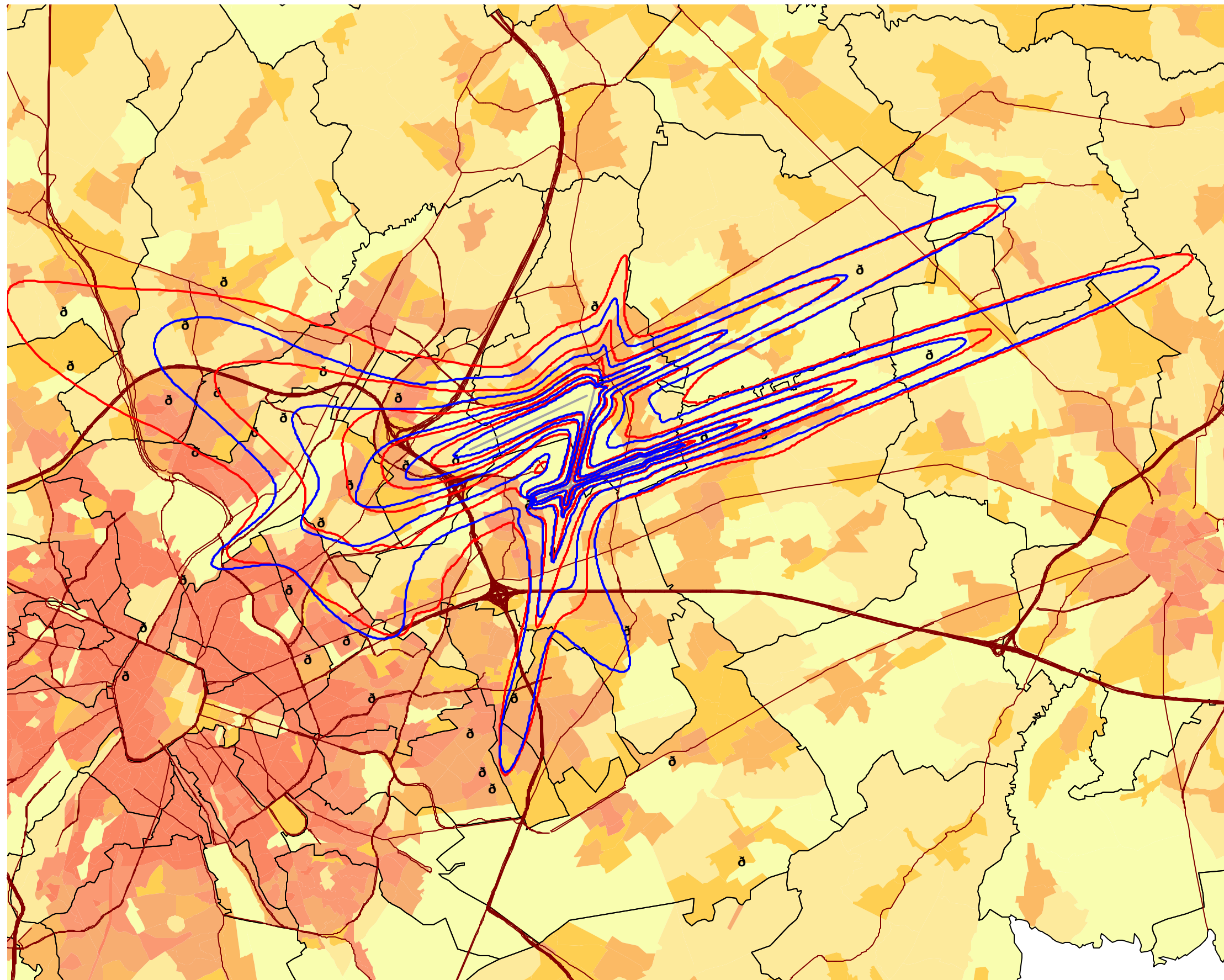
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de L_{DEN} - geluidscontouren voor 2002 en 2003

EU : 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 2003

 L_{DEN} - geluidscontouren
van 55, 60, 65, 70, 75 dB(A)
voor 2002

 Meetposten

 Grens fusiegemeente

Bevolkingsdichtheid 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 :
AHROM - afdeling ruimtelijke planning
(OC - GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Streetmap - Teleatlas

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

