



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



KATHOLIEKE
UNIVERSITEIT
LEUVEN

Geluidscontouren rond de luchthaven Brussel Nationaal JAAR 2002

Door : Dr. J. Caerels
Lic. T. Nies
O.l.v.: Prof. Dr. J. Thoen

P.V. 4569
11-06-2003

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding.....	1
1.1 Opgelegde berekeningen voor de luchthaven 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	4
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
3. Werkwijze voor de berekening van de geluidscontouren rond de luchthaven Brussel Nationaal	7
3.1 Verzamelen van invoergegevens.....	7
3.1.1 Vluchtinformatie	8
3.1.2 Radardata	8
3.1.3 Meteorologische gegevens.....	9
3.2 Uitvoering van contourberekeningen	10
3.2.1 Overeenkomst metingen (NMS) – berekeningen (INM)	10
3.2.2 Verfijning van de berekening	10
3.3 Nabewerking in een GIS.....	10
4. Resultaten	12
4.1 Achtergrondinformatie bij het interpreteren van de resultaten	12
4.1.1 Evolutie van het aantal vluchten	12
4.1.2 Andere belangrijke evoluties	13
4.2 Overeenkomst metingen (NMS) - Berekeningen (INM).....	15
4.3 Evolutie van het event $L_{Aeq,24h}$ -niveau.....	17
4.4 Bespreking van de geluidscontouren en tabellen	20
4.4.1 $L_{Aeq,dag}$ - contouren	20
4.4.2 $L_{Aeq,nacht}$ - contouren	22
4.4.3 L_{DN} - contouren	22
4.4.4 L_{night} - contouren	22
4.4.5 L_{den} – contouren (avond 19-23h, nacht 23-07h volgens EU).....	23
4.5 Aantal potentieel sterk gehinderden	23

Bijlage 1	Verdeling van het baangebruik in 2002	25
Bijlage 2	Ligging van de meetposten.....	28
Bijlage 3	Technische nota	29
Bijlage 4	Resultaten contourberekeningen 2002.....	30
Bijlage 5	Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2002.....	37
Bijlage 6	Geluidscontouren op topografische kaart, 2002.....	45
Bijlage 7	Geluidscontouren op bevolkingskaart, 2002.....	51
Bijlage 8	Geluidscontourenkaarten, Evolutie 2001-2002.....	57

Lijst met figuren

Figuur 1	Voorstelling van het A-gewogen equivalente geluidsdruk niveau ($L_{Aeq,T}$).....	4
Figuur 2	Percentage potentieel sterk gehinderden als functie van L_{DN} voor vliegtuiglawaai (Bron : Miedema 1992).....	6
Figuur 3	Evolutie van het vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1991-2002 (Bron : BIAC).....	12
Figuur 4	Evolutie van het vliegverkeer gedurende de nacht te Brussel-Nationaal 1995-2002 (Bron : BIAC).....	13
Figuur 5	Evolutie van het $L_{Aeq,24h}$ - niveau ter hoogte van de meetposten van het vaste meetnet.....	19
Figuur 6	Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} - contour van 55 dB(A) (berekend volgens Miedema, 1992)	24
Figuur 7	Configuratie en naamgeving van de start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal	25
Figuur 8	Procentuele verdeling van het totaal aantal vertrekken en landingen in 2002	26
Figuur 9	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (06:00-23:00) in 2002.....	26
Figuur 10	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-06:00) in 2002.....	26
Figuur 11	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (07:00 – 19:00) in 2002.....	27
Figuur 12	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-07:00) in 2002.....	27
Figuur 13	Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's avonds (19:00-23:00) in 2002.....	27
Figuur 14	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ - contouren (1996-2002)	37
Figuur 15	Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ - contouren (1996-2002)	38
Figuur 16	Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2002).....	39
Figuur 17	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2002).....	41
Figuur 18	Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2002)	42
Figuur 19	Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} - contouren (1996-2002)	43

Lijst met tabellen

Tabel 1: Evolutie in de vertrekken van de meest tot de geluidsbelasting bijdragende vliegtuigtypes te Brussel-Nationaal	14
Tabel 2: Overeenkomst berekeningen – metingen	16
Tabel 3: Evolutie van de verschillen (in absolute waarden) tussen berekeningen en metingen doorheen de jaren.....	17
Tabel 4: Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de L_{DN} -contour van 55 dB(A) per gemeente (berekend volgens Miedema, 1992)	24
Tabel 5: Oppervlakten per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente voor 2002	30
Tabel 6: Oppervlakten per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2002	30
Tabel 7: Oppervlakten per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2002.....	31
Tabel 8: Oppervlakten per L_{night} -contourzone en per gemeente voor 2002	31
Tabel 9: Oppervlakten per $L_{den,23-07h}$ -contourzone en per gemeente voor 2002.....	32
Tabel 10: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2002	33
Tabel 11: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2002	33
Tabel 12: Bevolkingsaantal per L_{DN} -contourzone en per gemeente 2002	34
Tabel 13: Bevolkingsaantal per L_{night} -contourzone en per gemeente 2002.....	34
Tabel 14: Bevolkingsaantal per $L_{DEN,23-07h}$ -contourzone en per gemeente 2002	35
Tabel 15: Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2002	36
Tabel 16: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2002)	37
Tabel 17: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2002)	38
Tabel 18: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2002).....	39
Tabel 19: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{night} -contouren (2000-2002)	39
Tabel 20: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2002)	39
Tabel 21: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2002).....	41
Tabel 22: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren(1996-2002)	42
Tabel 23: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} (1996-2002).....	43
Tabel 24: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{night} -contouren (2000-2002)	44
Tabel 25: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2002)44	

Lijst met contourenkaarten

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart	46
$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart	47
L_{DN} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart	48
L_{night} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart.....	49
$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart.....	50
$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	52
$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	53
L_{DN} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	54
L_{night} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	55
$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	56
$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2001 en 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	58
$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2001 en 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001 ..	59
L_{DN} – geluidscontouren voor 2001 en 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	60
L_{night} – geluidscontouren voor 2001 en 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001.....	61
$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren 2001 en 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001	62

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 2002
$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2002
L_{DN} – geluidscontouren voor 2002
L_{DEN} – geluidscontouren voor 2002
L_{night} – geluidscontouren voor 2002

1. Inleiding

Om een objectieve inschatting te kunnen maken van de geluidssituatie in 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.

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:
 - 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;

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

- $L_{Aeq,nacht}$ -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 parameters voorzien in de Europese richtlijn⁴ betreffende omgevingslawaai :
 - 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 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 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;

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). Zeer recentelijk is er een nieuwe versie van het rekenmodel gelanceerd maar omwille van de vergelijkbaarheid met geluidscontouren van de vorige jaren werd

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 omgevingslawaai*, L189, 18/07/2002, p. 012-026.

geopteerd om de berekeningen uit te voeren met het model versie 6. Gezien het bestaan van studierapporten waarin voor 1999 en 2000 de geluidscontouren werden uitgerekend met dezelfde versie van INM en gezien voor 2001 deze berekening werd opgenomen in de officiële rapportering, lijkt het ons niet nodig de berekeningen ook nogmaals uit te voeren in een vorige versie van het rekenmodel.

Op het moment dat dit rapport werd samengesteld waren er geen bevolkingsgegevens voorhanden van 1 januari 2002. 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 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 gemoedsgesteltenis, 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.

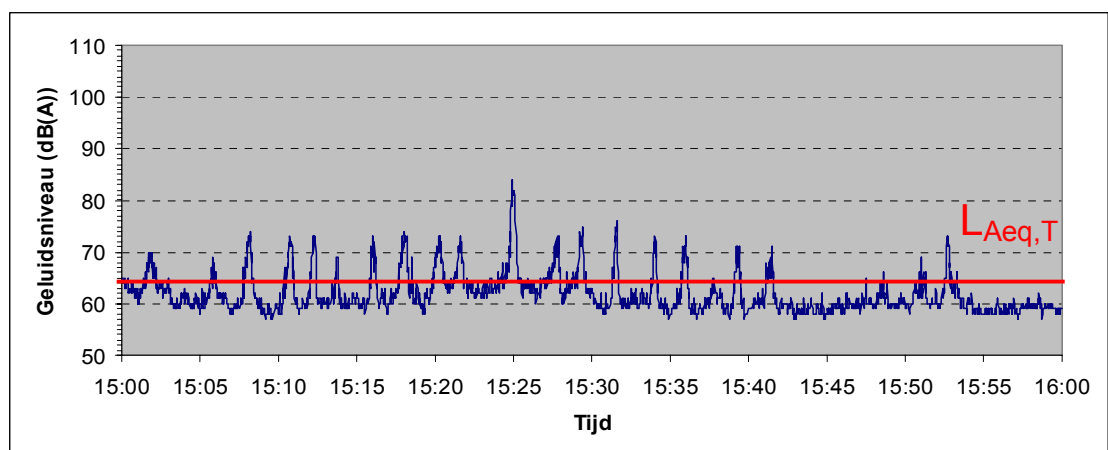
Dichterbij de geluidsbron liggen de geluidscontouren met de hoogste waarden. Verder van de geluidsbron is de waarde van de geluidscontouren lager.

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 geluidsdrukkniveaus. 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})

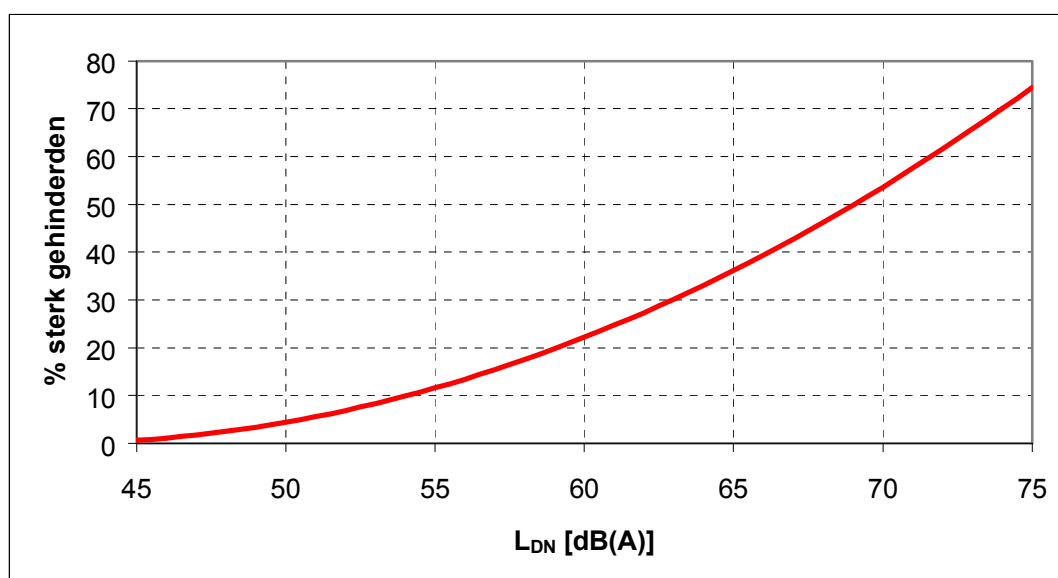
Dit geluidsdrukniveau heeft hetzelfde doel als het dag-nacht geluidsdrukniveau L_{DN} , alleen wordt hier niet alleen een wegingsfactor gegeven aan de nacht, maar ook aan de avond. De wegingsfactor 10 voor de nacht, of het bijtellen van 10 dB(A) bij elke nachtvlucht, is dezelfde als de factor voor de 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} -geluidsdrukkniveau (Figuur 2)⁵. De hindercurve, waaruit het aantal potentieel sterk gehinderden rond de luchthaven wordt berekend, heeft de volgende formule :

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



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

⁵ Miedema H.M.E., Response functions for environmental noise in residential areas, TNO Gezondheidsonderzoek, 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 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 2002 werd de vluchtinformatie aangeleverd door BIAC onder de vorm van een extract uit de centrale database. Gegevens over gebruikte runway en gevlogen SID werden ter beschikking gesteld 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 worden voorlopig 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 2002 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 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

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

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 radargegevens⁷ 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 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 weekday evenveel wordt meegenomen. Van deze radargegevens wordt via een INM-tool de ligging bepaald van de gemiddelde route en de spreiding er rond. Meer informatie in verband met de gevolgde methode kan worden gevonden in Bijlage 3 .

3.1.3 Meteorologische gegevens

Voor de berekening van de contouren van 2002 werden de reële gemiddelde meteorologische omstandigheden gedurende het jaar 2002 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.
- ➔ 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.

⁷ Radargegevens rond Brussel Nationaal zijn beschikbaar tot 4 000 voet en binnen een voor de contourberekeningen voldoende groot kader.

- De resultaten van deze bewerkingen zijn :
- 4,5 knopen headwind op de 25-richting
 - 7,8 knopen headwind op de 07-richting
 - 3,6 knopen headwind op de 02-richting
 - 4,8 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 een bepaald drempelniveau 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 veelal gekozen tussen een niveau van 65 dB(A) en 70 dB(A).

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 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.

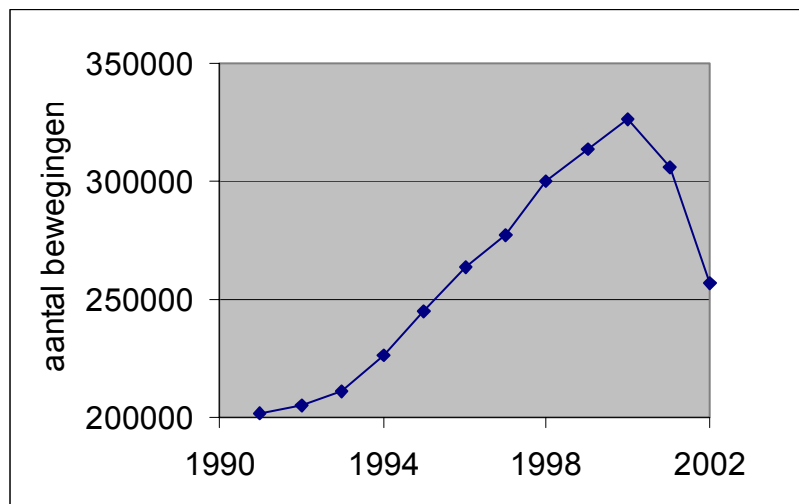
4. Resultaten

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 2002 verder gedaald ten opzichte van 2001. Bepalende factoren voor deze evolutie zijn ondermeer de nasleep van de gebeurtenissen van 11 september 2001 en het faillissement van enkele belangrijke luchtvaartoperators te Brussel Nationaal (City Bird, Sabena). De doorstart van oa. SABENA sleepte een tijd aan en het nieuw opgerichte SN Brussels Airlines kon het verlies aan vluchten niet compenseren.

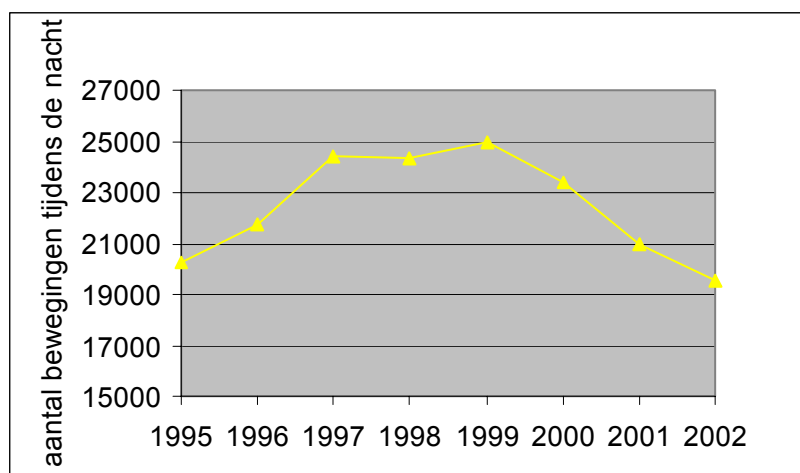
In onderstaande figuur (Figuur 3) wordt het verloop van het aantal vluchten voor de laatste 12 jaar weergegeven.



Figuur 3 Evolutie van het vliegverkeer te Brussel-Nationaal 1991-2002 (Bron : BIAC)

Het totale aantal vliegbewegingen bedroeg 256867 vluchten in 2002, een daling van 16% ten opzichte van het aantal vliegbewegingen in 2001.

Het aantal dagbewegingen is met 17% gedaald terwijl het aantal nachtvluchten een daling van bijna 7% heeft ondergaan. De dalende trend van het aantal nachtvluchten die reeds in 2000 is ingezet zet zich dus onverminderd voort. 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 1995-2002 (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 kunnen veranderen. 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 1 juli 2002 is een verdere verstrenging doorgevoerd in het nachtelijk geluidsquotasysteem⁸. Bewegingen met toestellen met een quotacount groter dan 16 worden niet meer toegestaan gedurende de operationele nachtperiode (23u-06u). De evolutie van de gebruikte vloot vertoont een duidelijke trend om aan deze voorwaarden te kunnen voldoen.

In onderstaande tabel is de evolutie geschetst van het aantal bewegingen van enkele toestellen die voorheen het meest bijdroegen tot de geluidsbelasting (o.b.v. quotacount⁹

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

⁹ Gemiddelde quotacount per departure bepaald op basis van de vluchtgegevens van het jaar 2001

voor vertrek). Hieruit blijkt duidelijk de afbouw van een aantal luidruchtige types die werden vervangen door meer stille vliegtuigen.

Gezien het verderzetten van de trends die in 2000 werden ingezet kan een verdere reductie van de geluidscontouren worden verwacht.

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	2000	2001	2002	
B742	583	501	517	134	39	5	57
B743	49	16	15	1	1	0	50,1
DC86	14	1	84	2	0	1	38,7
BA11	20	8	1	1	0	0	28
B744	566	655	937	35	16	5	23
DC10	687	486	305	316	294	96	20,7
T154	207	304	244	2	1	7	20,3
B732	3 012	540	313	50	5	2	17,4
B722	1 241	1 031	755	3 153	2 309	1575	16,3
A332	1 853	1 647	320	4	2	4	11,7
C130	1 167	1 050	1040	87	4	5	11,6
A306	141	222	220	11	15	15	11,4
A343	733	654	24	92	34	5	11,2
DC9	66	0	73	0	0	0	11,2
MD11	1 747	1 013	944	275	77	219	11,2
B721	130	126	59	515	508	112	10,8
A30B	867	1 110	916	1 902	2 205	2021	10,7
A330	10	0	0	0	0	0	10,2
A340	252	243	5	43	1	1	9,2
DC87	72	51	60	66	5	14	8,4
B763	2 764	2 262	2474	31	34	47	7,8
B762	57	581	461	3	80	34	7,7
A310	418	395	492	18	31	4	7,2
MD82	3 517	2 966	2955	11	6	6	6

Wijzigingen in de vliegprocedures en –routes

In 2002 zijn er een aantal beslissingen doorgevoerd met betrekking tot de nachtelijke vliegroutes rond Brussel Nationaal.

Op 22 februari 2002 beslissen de Federale Regering, de Vlaamse Regering en de Regering van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor een gebruiksmodel van de banen genaamd 'Stable Concentration Concept' op voorwaarde dat het aantal omwonenden

dat blootgesteld wordt aan lawaai zou verminderen en dat geen nieuwe omwonenden zouden getroffen worden.

Een tweede principeakkoord (16 juli 2002) concretiseert het eerste principeakkoord door onderscheid te maken tussen vliegroutes en het baangebruik.

Op 31 oktober 2002 werd een geoptimaliseerde nachtelijke vliegroute voor baan 25R in gebruik genomen ter vervanging van de procedure 'Tour du Brabant' die werd afgeschaft. Nieuwe vertrekroutes voor de banen 02 en 07R werden gepubliceerd op 26 december 2002. De nieuwe vertrekroute volgens baan 20 werd tegelijkertijd gepubliceerd maar de operationele inwerkingtreding werd ingehouden.

De invoering van het geoptimaliseerde baangebruik werd uitgesteld ten vroegste tot na het verdwijnen van de laatste B727 gedurende de nacht.

Gezien de effectieve invoering van enkele maatregelen ruim laat in 2002 plaatsvonden zal het effect ervan op de ligging van de geluidscontouren eerder beperkt zijn.

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 geluidsdrukniveau 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. Daarom is in het kader van de overlegcommissie 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 2002 van de vaste meetposten van het NMS.

Tabel 2: Overeenkomst berekeningen – metingen

	INM	NMS	NMS offline		
	Berekende $L_{Aeq,24h}$	$L_{Aeq,24h}$ t.g.v. gekoppelde events < 75 s	$L_{Aeq,24h}$ t.g.v. offline gekoppelde events < 75 s	INM - NMS	INM-NMS offline
NMT 01 Steenokkerzeel	63.3	60.7	64.8	2.6	-1.5
NMT 02 Kortenberg	69.8	69.4	69.6	0.4	0.2
NMT 03 Diegem	71.8	71.4	71.1	0.4	0.7
NMT 04 Nossegem	60.8	62.2	62.7	-1.4	-1.9
NMT 06 Evere	51.1	52.6	53.2	-1.5	-2.1
NMT 07 Sterrebeek	45.3	46.6	46.4	-1.3	-1.1
NMT 08 Kampenhout	53.7	53.7	54.1	0	-0.4
NMT 09 Perk	50.2	47.5	51.3	2.7	-1.1
NMT 10 Neder-Over- Heembeek	55.7	57.4	57.6	-1.7	-1.9
NMT 11 Sint-Pieters- Woluwe	50.6	50.4	52	0.2	-1.4
NMT 12 Duisburg	46.9	37.5	45.7	9.4	1.2
NMT 13 Grimbergen	48.6	45.2	47.1	3.4	1.5
NMT 14 Wemmel	49.2	48.5	50.4	0.7	-1.2
NMT 15 Zaventem	53	53.1	55.4	-0.1	-2.4
NMT 16 Veltem	57.8	57.3	57.7	0.5	0.1

De vergelijking tussen de berekeningen met INM 6.0c in de meetposten en de metingen geeft analoge resultaten aan de vorige jaren, behalve voor meetposten 12 en 13. Op deze meetposten werd een uitzonderlijk hoog verschil vastgesteld tussen de automatisch gecorreleerde gemeten waarden enerzijds en de berekende waarden anderzijds. Na offline correlatie van de gegevens blijkt echter dat de waarde op basis van automatische correlatie een eerder beperkte nauwkeurigheid heeft gezien het grote verschil dat optreedt tussen de automatische en de offline koppeling.

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	1999	1999	2000	2000	2001	2002
	INM 5.2a	INM 5.2a	INM 6.0a	INM 5.2a	INM 6.0b	INM 6.0c	INM 6.0c
NMT01	0,5	5,5	4,0	4,6	3,3	2,2	2,6
NMT02	2,9	0,8	0,1	0,9	0,2	0,2	0,4
NMT03	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,4
NMT04	1,6	2,1	1,8	2,5	1,8	1,9	1,4
NMT06	2,9	3,1	2,6	3,4	2,6	1,0	1,5
NMT07	2,3	0,2	1,0	0,6	1,0	1,2	1,3
NMT08	0,9	1,2	0,3	1,6	0,5	0,4	0
NMT09	5,5	0,6	0,5	3,4	3,5	2,0	2,7
NMT10	2,2	1,5	1,1	2,4	2,0	1,3	1,7
NMT11	1,0	1,2	0,7	1,0	0,1	1,0	0,2
NMT12	0,3	0,8	1,1	1,8	2,4	4,2	9,4
NMT13	1,2	1,3	1,6	1,1	1,7	2,0	3,4
NMT14	0,3	0,1	0,5	1,7	1,0	0,8	0,7
NMT15	0,8	0,5	0,2	0,2	0,0	0,5	0,1
NMT16	0,2	0,8	0,0	1,3	0,4	0,5	0,5

De resultaten op de overgrote meerderheid van de meetposten tonen aan dat de geluidscontouren voor 2002, net als de jaren voorheen, als waarheidsgetrouwe weergave mogen worden beschouwd van de geluidsbelasting ten gevolge van het vliegverkeer

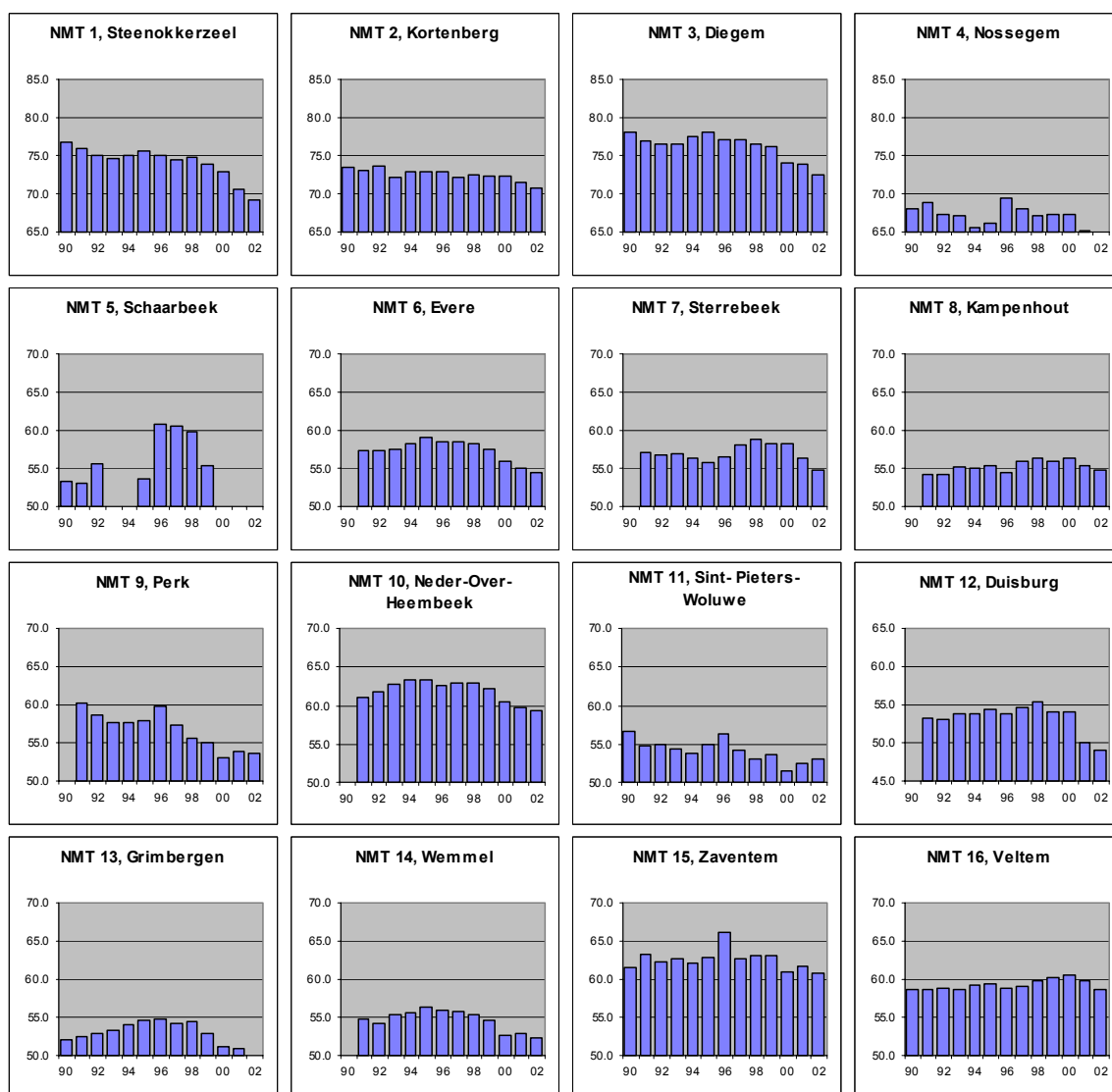
4.3 Evolutie van het event $L_{Aeq,24h}$ -niveau

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 1990-2002. 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 calibreren 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 een duidelijke daling van de geluidsbelasting voor nagenoeg alle meetposten. Dit is in volledige overeenstemming met de verwachtingen gezien de afname van het aantal vluchten en de geluidsreducerende maatregelen die in het recente verleden werden doorgevoerd. De enige meetpost waar in tegenstelling tot alle andere een lichte stijging werd waargenomen is meetpost 11 te St. Pieters Woluwe. Deze meetpost is gelegen onder de landingsroute van baan 02. Uit de analyse van de vluchtgegevens blijkt dat er inderdaad een (tijdelijke) toename was van het landend vliegverkeer op baan 02 met ongeveer 17% t.o.v. 2001. Deze toename kan de stijging voor St. Pieter Woluwe deels verklaren.



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 ($L_{Aeq,dag}$, $L_{Aeq,nacht}$, LDN , $LDEN$ 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 2002. Daarom werd geopteerd om in dit rapport de bepaling van het aantal inwoners per contourzone te maken op basis van de 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 2002. 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 LDN -, $L_{Aeq,dag}$ -, $L_{Aeq,nacht}$ -, $LDEN$ - en L_{night} -contouren van 2001 en 2002 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 landingen op baan 25L is een duidelijke afname merkbaar in de geluidscontour in het verlengde van deze baan in oostelijke richting. Opvallend is dat de uitloper ten gevolge van landingen op baan 25R deze trend niet volgt ondanks het feit dat de procentuele verdeling van de landingen op banen 25L en 25R nagenoeg dezelfde is gebleven. Beide banen zien hun gebruik voor landingen met 17% en 16% dalen tov 2001 voor respectievelijk 25L en 25R. Nader onderzoek in de oorzaak van het verschil in afname van de contouren toont een merkbare verschuiving van een aantal zwaardere toesteltypen van baan 25L naar 25R. Het meest opvallend hierin is het toesteltype MD11 waarbij het aantal landingen op baan 25L met 40 % daalde tov 2001 terwijl het gebruik van baan 25R voor landingen van dit toesteltype steeg met 35%. Voor de landingen op baan 02/20 stellen we een duidelijke vermindering vast van de uitstulping van de geluidscontour ten gevolge van de landingen op baan 20 terwijl deze ten gevolge van de landingen op baan 02 nagenoeg gelijk is gebleven. Dit is volledig consequent met de analyse van het absolute aantal landingen op deze banen. Voor baan 02 is het aantal zelfs licht gestegen van 28 landingen per gemiddelde dag naar 32 per gemiddelde dag op jaarbasis terwijl voor de 20-richting het aantal landingen ongeveer gehalveerd is van 23 per gemiddelde dag naar 12 per gemiddelde dag op jaarbasis. Globaal kan duidelijk worden gesteld dat voor de landingen er daling is in de omvang van de contouren.

Voor de vertrekken gedurende de dagperiode is enkel een analyse nodig van vertrekken van baan 25R. Hierin zien we een duidelijke krimping van de vertreklob met rechtse bocht richting noordrand van Brussel. Het is opvallend hoe de uitstulping in het verlengde van de baan 25R steeds meer uitgesproken wordt. Deze uitstulping is afkomstig van vliegtuigen van de zwaardere groepen die een linkse bocht maken in zuidelijke richting (richting Huldenberg) met bijv een duidelijke stijging (stijging met 26% tov 2001) van het aantal toestellen van het type B747-400 die deze routes frequent volgen. Voor de linkse bocht na vertrek van 25R zien we een verschuiving van de contour in oostelijke richting als gevolg van de veranderingen in vlootsamenstelling.

De algemene conclusie voor de dagcontouren is een duidelijke afname in grootte wat zich ook weerspiegelt in de cijfers van oppervlakte en aantal inwoners. Ten opzichte van 2001 daalt het oppervlak van het gebied binnen de 55 dB(A)-contour van 5934 ha naar 5271 ha. Gekoppeld aan deze beweging daalt het aantal inwoners binnen de 55 dB(A) contour van 55543 naar 42002.

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 2001 is ook nu weer de daling van het aantal landende vliegtuigen gedurende de nacht merkbaar in een lichte afname van de uitstulping.

Zeer opmerkelijk is het nagenoeg wegvallen van de vertreklob in de contouren ten gevolge van het vertrekkend verkeer van baan 20. Inderdaad is er een daling van het nachtelijk gebruik van deze baan voor vertrekken van 32 % naar 27%. Deze daling kan echter niet de volledige verklaring zijn van de inkrimping. Bij nader onderzoek naar de oorzaak van deze krimping is gebleken dat dit een verder gevolg is van de invoering van de route 'Tour du Brabant'. Door het opleggen aan B727 om op te stijgen van baan 25R, als de weersomstandigheden het toelaten, is er een afname van het aantal vertrekken op baan 20 voor dit vliegtuigtype. Het verleden heeft vroeger al bevestigd dat B727 een luid toestel is dat veel effect heeft op de geluidscontouren. Dit verklaart mede waarom de vertreklob aan baan 25R slechts een klein stuk is afgenomen. De vluchten van B727 van baan 20 werden immers verzet om baan 25R te gebruiken.

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.

De daling van de geluidscontouren voor de landingen van baan 25L en 25R die zowel voor dag- als nachtcontouren werd vastgesteld zet zich evengoed door in de L_{QDN} -geluidscontouren. De toename van de uitstulping in het verlengde van baan 20 (ten gevolge van landend verkeer op baan 20, die we merken in de daggrafieken komt ook hier weer duidelijk naar voor.

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. Gelet op de impact van lawaaierige toestellen van DHL die tot 06.00h opereren verschillen de L_{night} en de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren niet veel van elkaar. Het vliegverkeer tussen 6 en 7 's

morgens is niet van die aard dat het een extra vergroting op het gemiddelde kan tewerkstellen.

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 bestraffing van 10dB en de bestraffing 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 werd vastgesteld door 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 20.073 in 2001 naar 14.618 in 2002. De gedetailleerde gegevens in verband hiermee zijn opgenomen in Bijlage 4. Een minder gedetailleerd overzicht wordt weergegeven in onderstaande tabel, waarin het aantal potentieel sterk gehinderden per gemeente wordt vergeleken met het aantal potentieel sterk gehinderden in de afgelopen jaren. In de tabel werden gegevens opgenomen sinds 1996. 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 2000 potentieel sterk gehinderden moeten toegevoegd worden aan de cijfers van 1996 tot 1998 om vergelijkbaar te zijn met de recentste cijfers

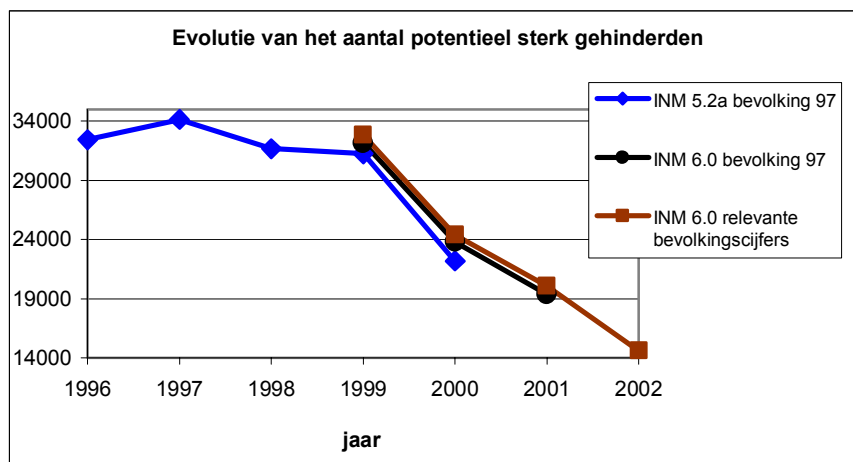
De evoluties zoals gebleken bij de analyse van de contourenkaarten worden weerspiegeld in het aantal potentieel sterk gehinderden. Nagenoeg overal is er een daling van dit aantal. Opvallend is de daling op grondgebied Zaventem, wat in overeenstemming is met het wegvallen van de vertrekklob voor de vertrekken van baan 20 gedurende de nachtperiode.

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

Jaar	Aantal potentieel sterk gehinderden binnen de LDN-contour van 55 dB(A)											
	1996*	1997*	1998*	1999*	2000*	1999**	2000**	2001**	1999**	2000**	2001**	2002**
Bevolkingsgeg.	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'97	1jan'99	1jan'00	1jan'01	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	1804
Evere	2 820	3 539	1 952	1 538	883	1 912	1 105	1 483	1 812	1 204	1 630	752
Grimbergen	5 090	3 885	4 026	3 649	2 205	3 526	2 192	2 519	3 645	2 227	2 544	2063
Haacht	30	41	40	51	44	86	69	49	122	62	46	35
Herent	120	119	145	157	154	197	195	168	192	176	158	126
Huldenberg	0	0	13	39	24	31	24	0	27	24	0	0
Kampenhout	530	492	467	537	435	623	546	469	698	530	461	407
Kortenbergh	1 170	765	606	674	556	762	651	656	783	666	665	542
Kraainem	910	1 370	84	406	51	815	175	17	708	175	15	33
Leuven	30	11	20	18	17	48	47	24	26	41	21	8
Machelen	4 740	4 769	4 822	4 678	3 833	4 899	4 146	4 137	5 298	4 274	4 310	3842
Meise	210	963	817	939	148	965	151	291	805	157	295	223
Merchtem	0	1	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0
Overijse	0	1	37	51	27	37	28	0	52	27	0	0
Rotselaar	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0	0
Schaarbeek	0	123	0	0	0	12	0	12	85	0	14	6
Sint-L.-Woluwe	390	667	44	124	0	221	0	0	199	0	0	0
Sint-P.-Woluwe	370	35	0	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	1549
Tervuren	0	1 104	1 891	1 716	1 389	1 430	1 297	6	1 265	1 311	6	0
Vilvoorde	4 200	3 225	3 701	3 100	2 165	2 957	2 096	2 168	2 983	2 214	2 293	1905
Wemmel	160	201	159	209	86	202	82	179	200	82	181	126
Wezembeek-O.	370	1 394	1 120	1 600	1 153	1 530	1 147	298	1 547	1 151	296	210
Zaventem	5 630	6 318	6 933	6 841	5 287	7 034	6 119	3 341	7 166	6 232	3 374	987
Eindtotaal	32 430	34 123	31 663	31 231	22 201	32 171	23 808	19 387	32 825	24 416	20 073	14618

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

Figuur 6 Evolutie van het aantal potentieel sterk gehinderden binnen de LDN - contour van 55 dB(A) (berekend volgens Miedema, 1992)

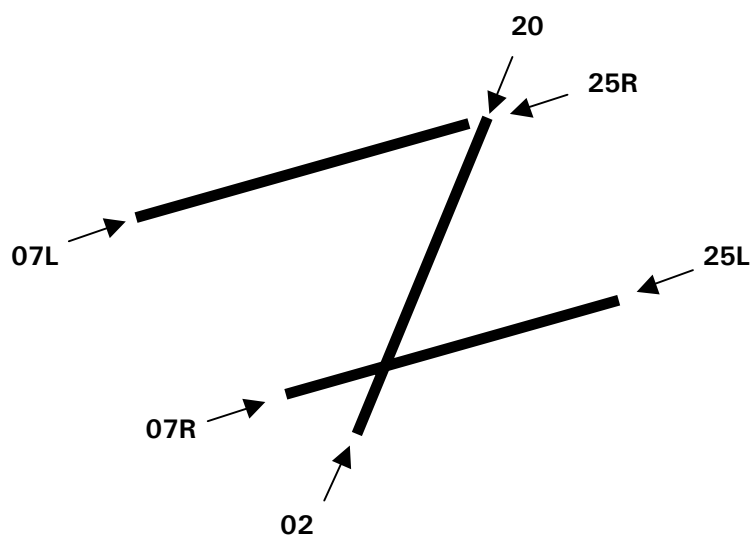


Bijlage 1 Verdeling van het baangebruik in 2002

De verdeling van het baangebruik werd afgeleid van de gegevens die werden ingevoerd in INM voor de berekening van de geluidscontouren in 2002 en berusten op de CBD-database van BIAC, indien nodig aangevuld met flightplan - en runway data van BELGOCONTROL.

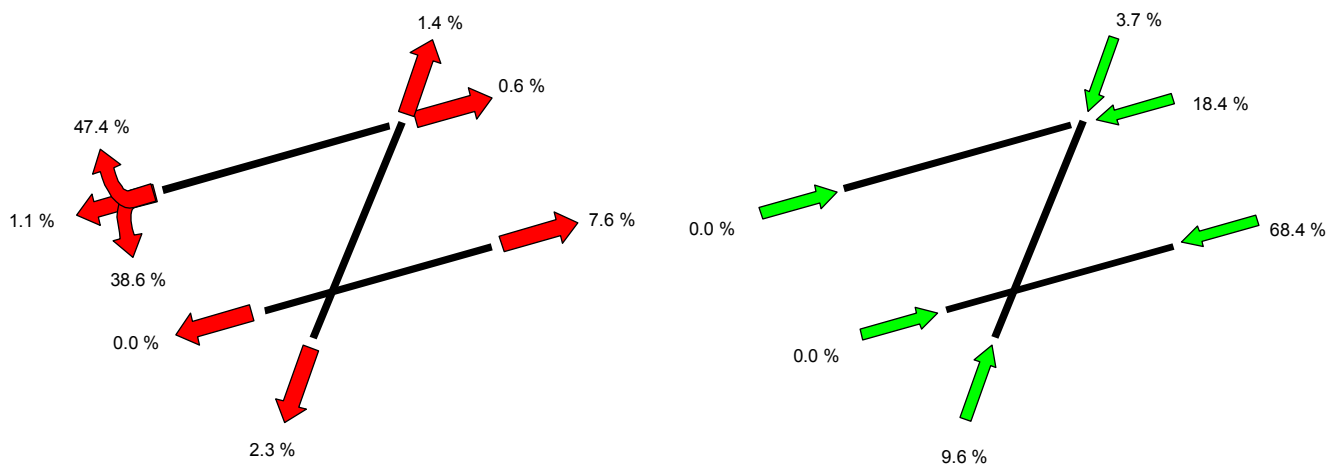
Gezien het belang van baan 25R en de impact op de contouren werd het baangebruik voor de vertrekken op baan 25R opgesplitst naar de 3 voornaamste richtingen. Met name vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen afdraaien naar het noorden, vliegtuigen die onmiddellijk na het opstijgen afdraaien naar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

Op onderstaande figuur is de naamgeving van de banen weergegeven.

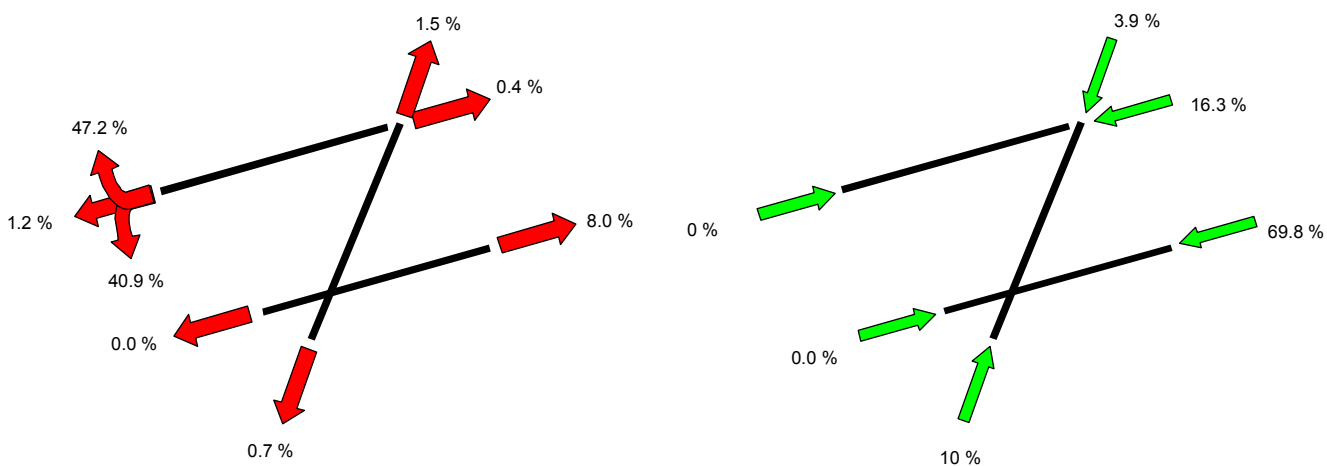


Figuur 7 Configuratie en naamgeving van de start- en landingsbanen op Brussel-Nationaal

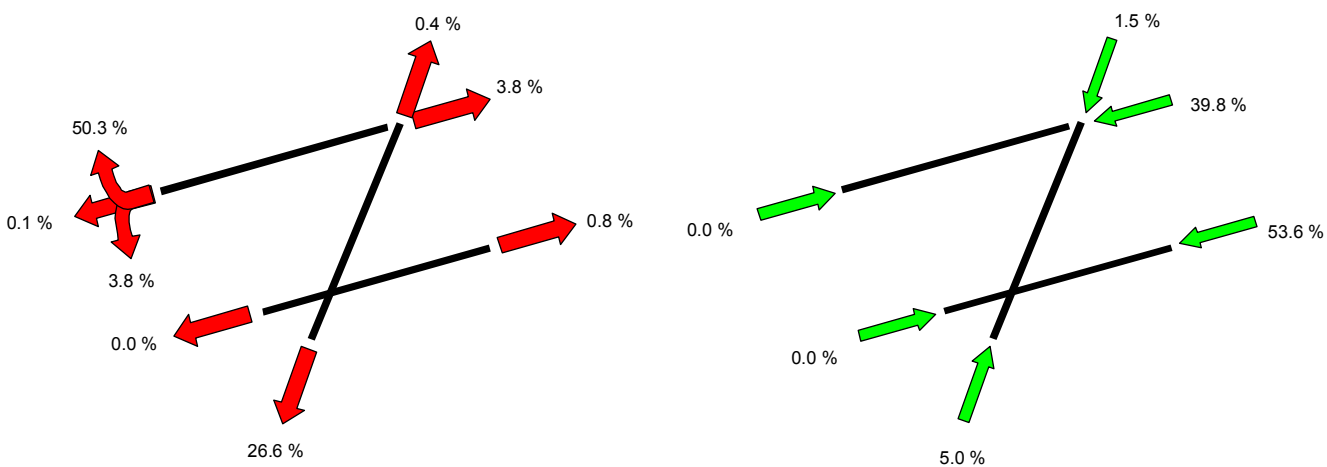
Procentuele verdeling van het aantal bewegingen op jaarbasis (2002)



Figuur 8 Procentuele verdeling van het totaal aantal vertrekken en landingen in 2002

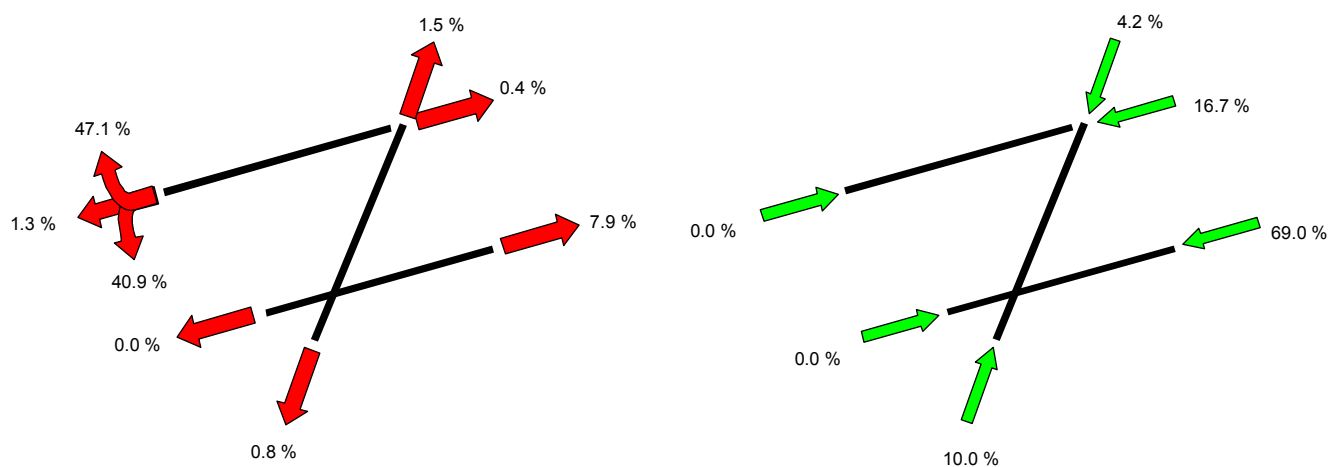


Figuur 9 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (06:00-23:00) in 2002

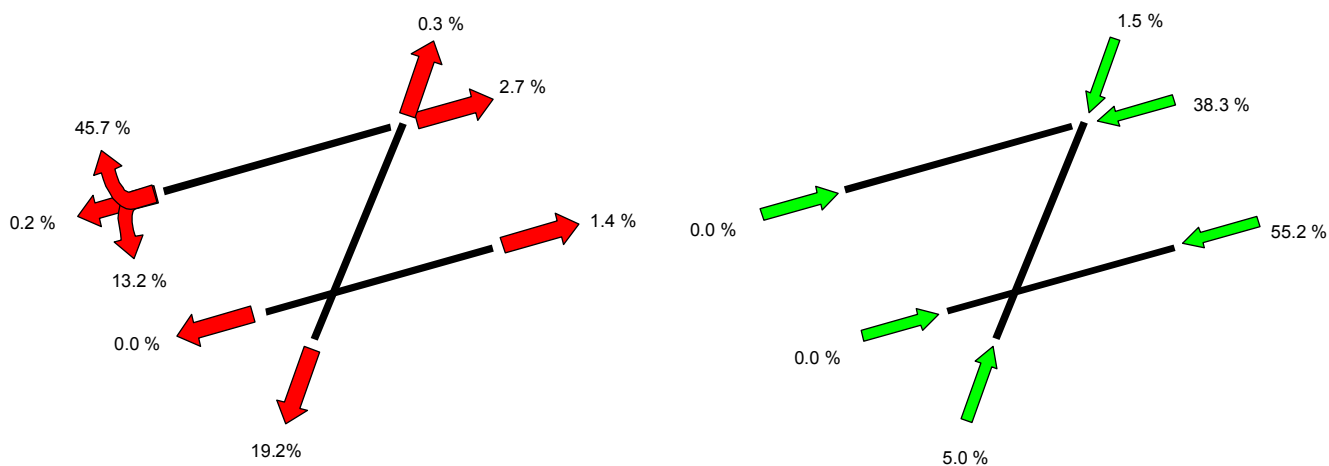


Figuur 10 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-06:00) in 2002

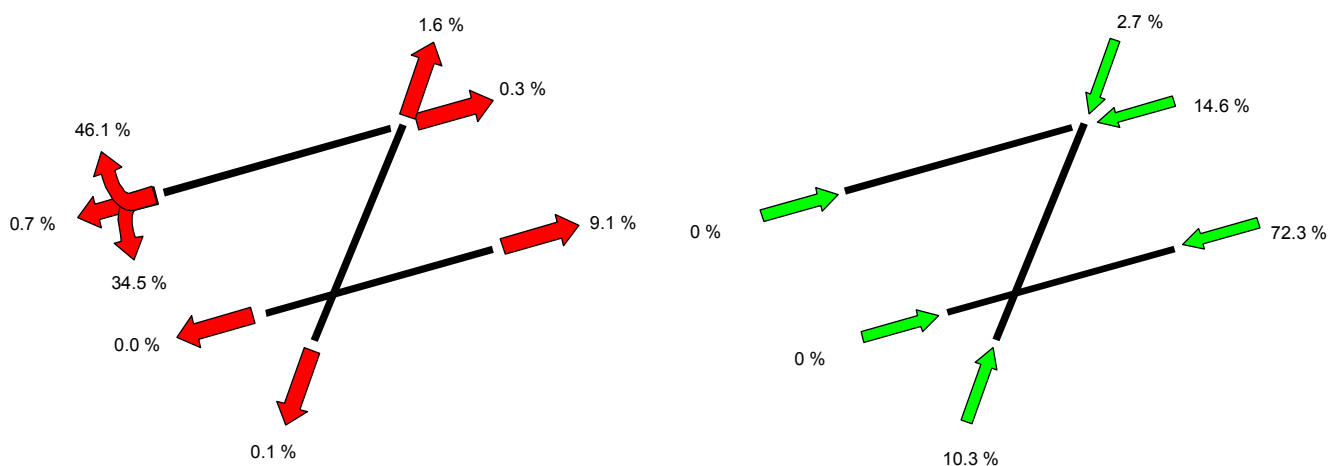
Procentuele verdeling van het aantal bewegingen op jaarbasis (2002) volgens dagindeling EU



Figuur 11 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen overdag (07:00 – 19:00) in 2002

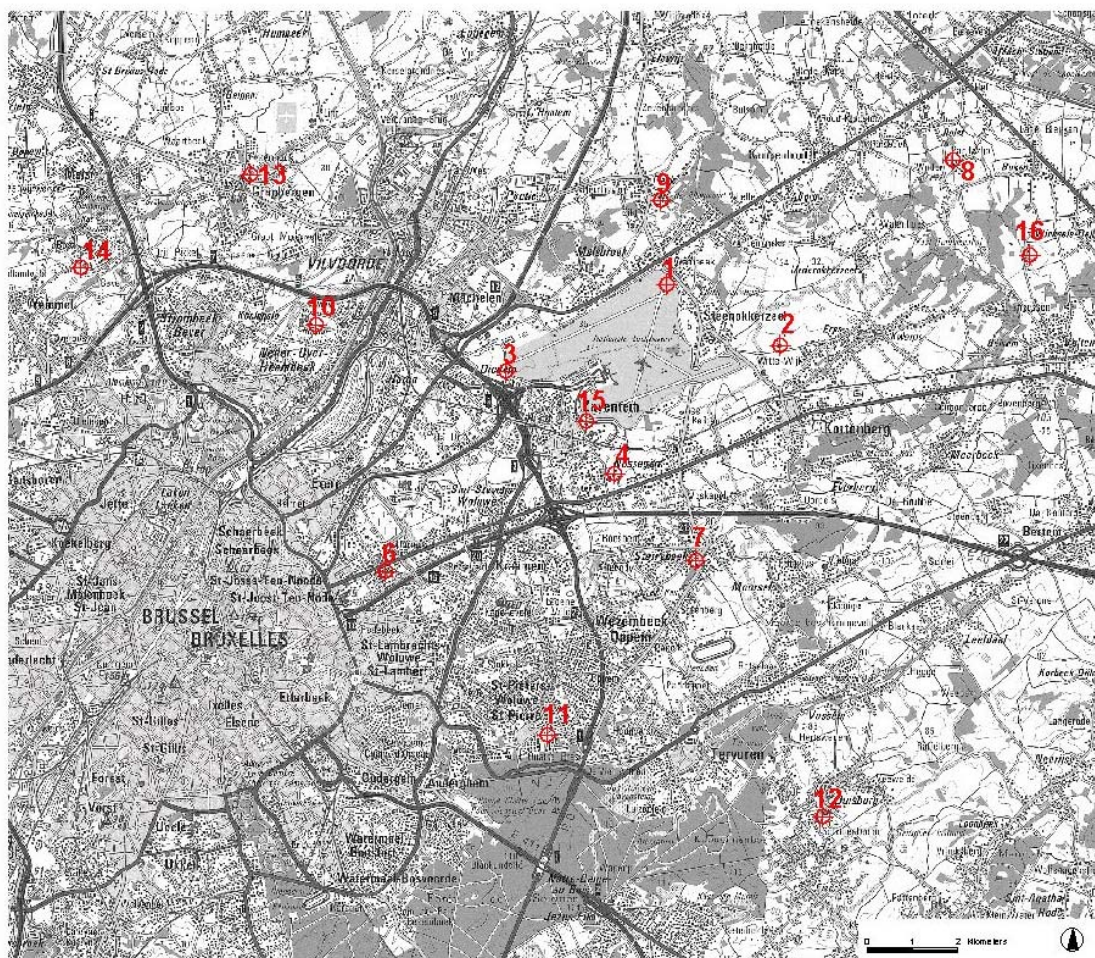


Figuur 12 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's nachts (23:00-07:00) in 2002



Figuur 13 Procentuele verdeling van het aantal vertrekken en landingen 's avonds (19:00-23:00) in 2002

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	9	Perk
2	Kortenberg	10	Neder-Over-Heembeek
3	Diegem	11	Sint-Pieters-Woluwe
4	Nossegem	12	Duisburg
6	Evere	13	Grimbergen
7	Sterrebeek	14	Wemmel
8	Kampenhout	15	Zaventem
		16	Veltem

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. De groepen die dit jaar zijn gebruikt ter bepaling van de ligging van de routes zijn :

GROEP 1: B738, B736

GROEP 2: A319, A320, A321, B733, B735, B734, MD81, MD82, MD83, MD87,
MD88, B744, T154, CVLT, RJ85, BA462

GROEP 3: A30B, A333, B732, B752, B762, B763, C130, RJ1H

GROEP 4: MD11, B742, DC10, DC87, DC86

GROEP 5: B722, B721

Bijlage 4 Resultaten contourberekeningen 2002

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 2002

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	575	237	13			825
EVERE	195					195
HAACHT	41					41
HERENT	229	1				230
KAMPENHOUT	206	32				238
KORTENBERG	312	226	60	7		606
KRAAINEM	27					27
MACHELEN	323	310	224	82	18	956
SCHAARBEEK	26					26
STEENOKKERZEEL	469	297	178	101	115	1159
VILVOORDE	235					235
WEZEMBEEK-OPPEM	69					69
ZAVENTEM	480	112	37	19	18	665
Eindtotaal	3186	1214	511	209	150	5271

Tabel 6: Oppervlakten per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente voor 2002

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	344	64				408
HERENT	0					0
KAMPENHOUT	130	11				141
KORTENBERG	196	48	6			250
MACHELEN	260	265	145	30	10	710
STEENOKKERZEEL	295	203	114	67	79	758
VILVOORDE	41					41
ZAVENTEM	174	45	17	3	1	239
Eindtotaal	1441	635	281	101	90	2548

Tabel 7: Oppervlakten per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2002

Oppervlakte(ha)	L_{DN} - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					
Gemeente	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	Totaal
BRUSSEL	409	484	95	0		989
EVERE	138					138
GRIMBERGEN	850					850
HAACHT	148					148
HERENT	317	57				375
KAMPENHOUT	457	168	22			646
KORTENBERG	319	259	100	19	0	698
KRAAINEM	37					37
LEUVEN	36					36
MACHELEN	233	281	280	187	62	1044
MEISE	225					225
SCHAARBEEK	4					4
STEENOKKERZEEL	500	353	241	139	173	1407
VILVOORDE	458	147				605
WEMMEL	124					124
WEZEMBEEK-OPPEM	85					85
ZAVENTEM	544	241	70	24	19	898
Eindtotaal	4885	1991	808	369	254	8307

Tabel 8: Oppervlakten per L_{night} -contourzone en per gemeente voor 2002

Oppervlakte(ha)	L_{night} - contourzone in dB(A) (nacht 23-07h, EU)					
Gemeente	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	Totaal
BRUSSEL	350	62				413
HERENT	4					4
KAMPENHOUT	125	10				135
KORTENBERG	209	54	7			270
MACHELEN	265	269	144	30	9	717
STEENOKKERZEEL	295	206	115	67	80	763
VILVOORDE	41					41
ZAVENTEM	172	47	14	5	2	240
Eindtotaal	1461	648	280	103	91	2583

Tabel 9: Oppervlakten per $L_{den, 23-07h}$ -contourzone en per gemeente voor 2002

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	354	584	132	5		1075
EVERE	280	2				282
GRIMBERGEN	979	9				988
HAACHT	219					219
HERENT	339	125				464
KAMPENHOUT	510	201	33			744
KORTENBERG	366	274	142	31	2	815
KRAAINEM	111					111
LEUVEN	146					146
MACHELEN	187	291	288	216	82	1063
MEISE	345					345
ROTSELAAR	1					1
SCHAARBEEK	37					37
SINT-LAMBRECHTS- WOLUWE	7					7
STEENOKKERZEEL	496	395	262	156	195	1505
VILVOORDE	366	293				659
WEMMEL	167					167
WEZEMBEEK-OPPEM	126					126
ZAVENTEM	733	306	88	29	24	1180
Grand Total	5770	2479	946	437	303	9935

Inwoners per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ – contourzone*Tabel 10: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,dag}$ -contourzone en per gemeente 2002*

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	791	3165	92			4048
EVERE	10524					10524
HAACHT	86					86
HERENT	482	0				482
KAMPENHOUT	671	136				807
KORTENBERG	1888	569	28	2		2488
KRAAINEM	106					106
MACHELEN	3454	4090	2590	76	0	10210
SCHAARBEEK	2766					2766
STEENOKKERZEEL	3530	1355	150	5	3	5043
VILVOORDE	1540					1540
WEZEMBEEK-OPPEM	1338					1338
ZAVENTEM	2131	428	4	0	0	2563
Eindtotaal	29307	9744	2865	83	3	42002

Tabel 11: Bevolkingsaantal per $L_{Aeq,nacht}$ -contourzone en per gemeente 2002

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	2080	656				2736
HERENT	0					0
KAMPENHOUT	401	84				484
KORTENBERG	360	12	2			374
MACHELEN	3868	3139	763	2	0	7771
STEENOKKERZEEL	1608	370	93	2	1	2073
VILVOORDE	102					102
ZAVENTEM	558	4	0	0	0	563
Grand Total	8976	4265	858	3	1	14103

Tabel 12: Bevolkingsaantal per L_{DN} -contourzone en per gemeente 2002

Aantal Inwoners Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A) (nacht 23-06h, VLAREM)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	4243	2386	1312	0		7941
EVERE	5986					5986
GRIMBERGEN	14698					14698
HAACHT	257					257
HERENT	817	12				829
KAMPENHOUT	1478	552	119			2150
KORTENBERG	1909	785	107	5	0	2806
KRAAINEM	272					272
LEUVEN	65					65
MACHELEN	1869	3768	3517	1727	21	10903
MEISE	1817					1817
SCHAARBEEK	54					54
STEENOKKERZEEL	3662	2356	630	133	5	6786
VILVOORDE	10175	1005				11180
WEMMEL	1035					1035
WEZEMBEEK-OPPEM	1663					1663
ZAVENTEM	4968	1131	32	0	0	6132
Eindtotaal	54968	11997	5717	1866	26	74574

Tabel 13: Bevolkingsaantal per L_{night} -contourzone en per gemeente 2002

Aantal Inwoners Gemeente	L_{night} - contourzone in dB(A) (nacht 23-07h, EU)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	2263	619				2882
HERENT	1					1
KAMPENHOUT	382	79				461
KORTENBERG	414	18	2			434
MACHELEN	3921	3204	698	1	0	7825
STEENOKKERZEEL	1634	369	89	2	1	2096
VILVOORDE	100					100
ZAVENTEM	588	4	0	0	0	593
Eindtotaal	9303	4293	790	3	1	14390

Tabel 14: Bevolkingsaantal per $L_{DEN, 23-07h}$ -contourzone en per gemeente 2002

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	6335	2080	2045	23		10483
EVERE	15090	75				15166
GRIMBERGEN	17098	153				17250
HAACHT	332					332
HERENT	869	130				999
KAMPENHOUT	1617	670	141			2429
KORTENBERG	1934	1068	230	8	1	3241
KRAAINEM	1746					1746
LEUVEN	297					297
MACHELEN	1155	3656	3704	2403	43	10961
MEISE	3121					3121
ROTSELAAR	2					2
SCHAARBEEK	4877					4877
SINT-LAMBRECHTS- WOLUWE	29					29
STEENOKKERZEEL	3319	2965	891	162	6	7342
VILVOORDE	9084	3848				12931
WEMMEL	1329					1329
WEZEMBEEK-OPPEM	2597					2597
ZAVENTEM	9210	1589	149	1	0	10949
Eindtotaal	80040	16235	7160	2596	50	106081

Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} – contourzone*Tabel 15: Aantal potentieel sterk gehinderden per L_{DN} -contourzone en per gemeente voor 2002*

Aant. potent. sterk gehinderden Gemeente	L_{DN} - contourzone in dB(A)					Totaal
	55-60	60-65	65-70	70-75	>75	
BRUSSEL	612	677	515	0	0	1804
EVERE	752	0	0	0	0	752
GRIMBERGEN	2063	0	0	0	0	2063
HAACHT	35	0	0	0	0	35
HERENT	123	3	0	0	0	126
KAMPENHOUT	219	141	47	0	0	407
KORTENBERG	291	207	41	3	0	542
KRAAINEM	33	0	0	0	0	33
LEUVEN	8	0	0	0	0	8
MACHELEN	316	1048	1485	977	16	3842
MEISE	223	0	0	0	0	223
SCHAARBEEK	6	0	0	0	0	6
STEENOKKERZEEL	592	624	254	77	3	1549
VILVOORDE	1678	226	0	0	0	1905
WEMMEL	126	0	0	0	0	126
WEZEMBEEK-OPPEM	210	0	0	0	0	210
ZAVENTEM	681	293	12	0	0	987
Eindtotaal	7968	3220	2353	1058	19	14618

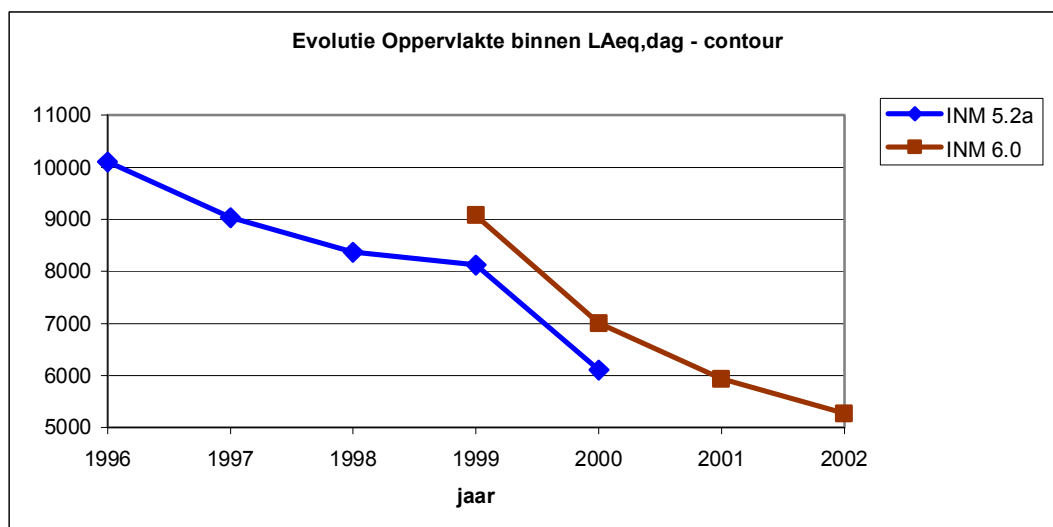
Bijlage 5 Evolutie oppervlakten en inwoners 1996-2002

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 (1996-2002)

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

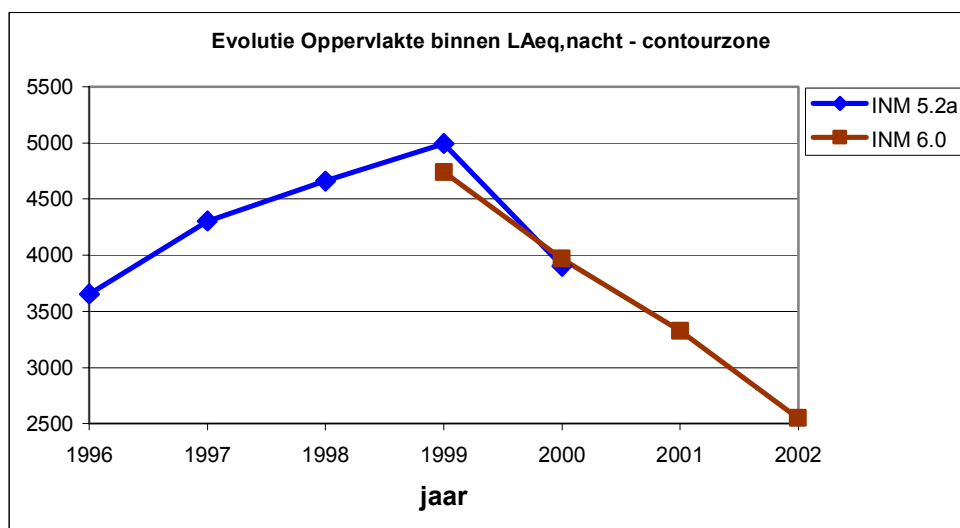
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 14 Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2002)

Tabel 17: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2002)

Oppervlakte (ha)	L _{Aeq,nacht} – contourzone in dB(A)					
Jaartal	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	<i>Totaal</i>
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

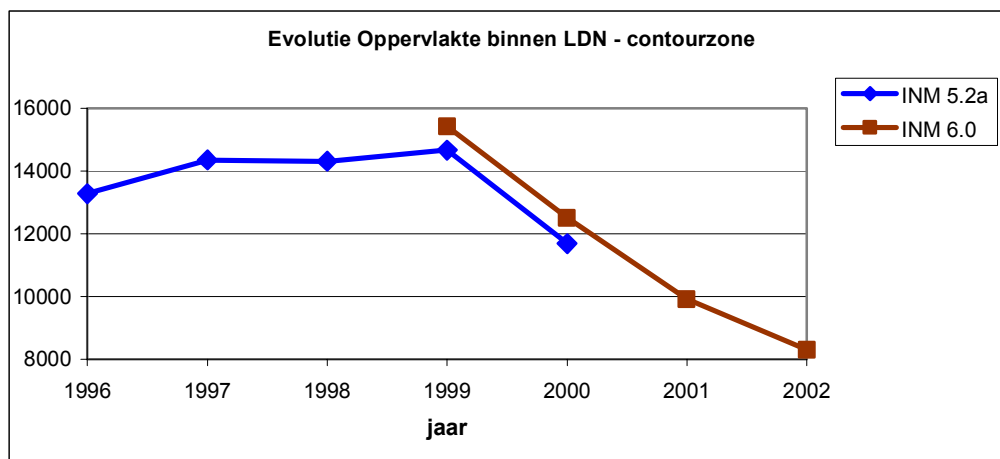
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 15 Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2002)

Tabel 18: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2002)

Evolutie van de oppervlakte binnen de LDN-contourzone 1996-2002						
Oppervlakte (ha)	LDN - contourzone in dB(A)					
Jaartal	55-60	60-65	65-70	70-75	> 75	Totaal
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

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

Figuur 16 Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{DN} -contouren (1996-2002)Tabel 19: Evolutie van de oppervlakte binnen de L_{night} -contouren (2000-2002)

Oppervlakte van de oppervlakte binnen de L _{night} contourzone (2000-2002)						
Oppervlakte (ha)		L _{night} - contourzone in dB(A)				
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
2002	1461	648	280	103	91	2583

Tabel 20: Evolutie van de oppervlakte binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2002)

Oppervlakte (ha)		L _{den} - 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>
2002	5770	2479	946	437	303	<i>9935</i>

Tabel 19 en 20 werden berekend met INM versie 6

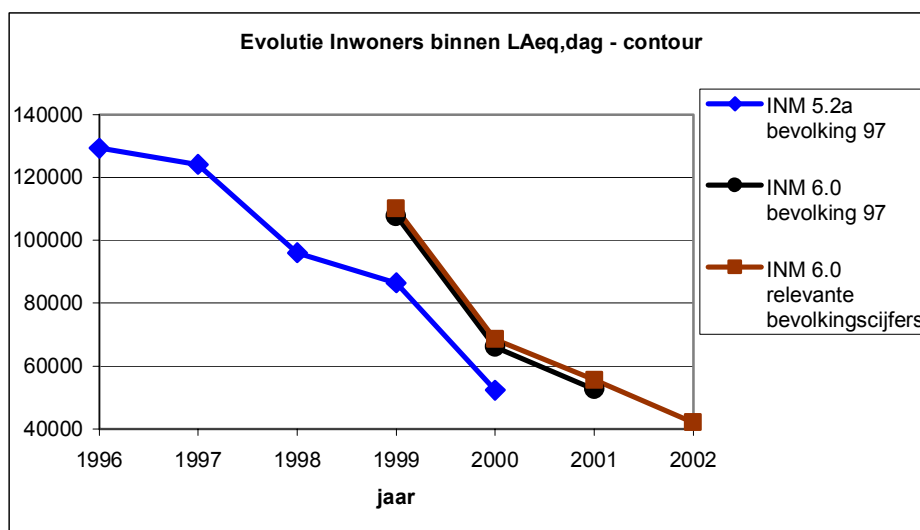
Evolutie van het aantal inwoners per $L_{Aeq,dag}$ - , $L_{Aeq,nacht}$ - , L_{DN} - , L_{night} - , $L_{den(19-23-07h)}$ – contourzone

Tabel 21: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2002)

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
2002**	1jan2001	29307	9744	2865	83	3	42002

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

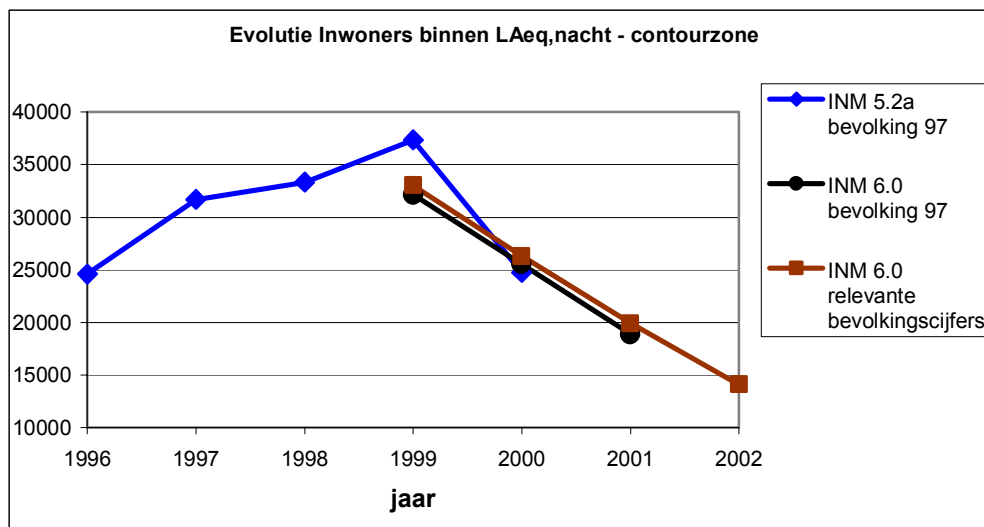
Figuur 17 Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,dag}$ -contouren (1996-2002)



Tabel 22: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren(1996-2002)

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

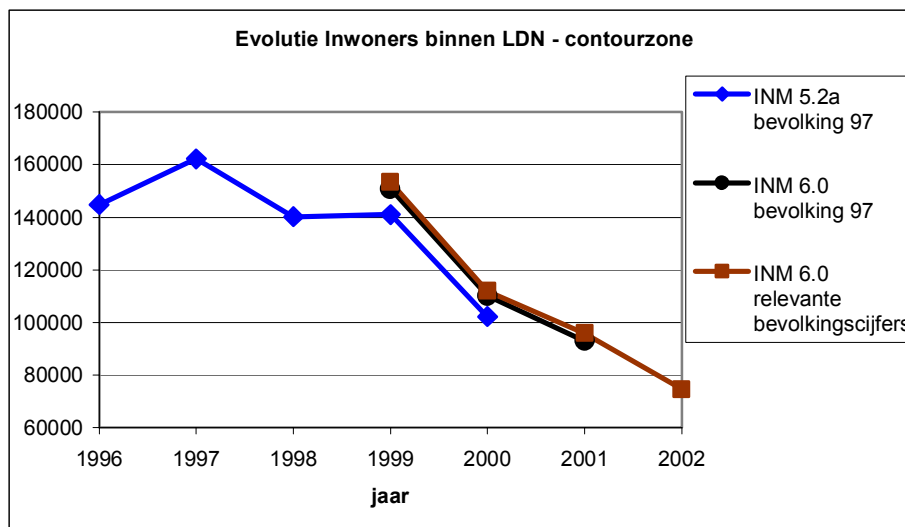
* berekend met INM 5.2a / ** berekend met INM versie 6

Figuur 18 Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{Aeq,nacht}$ -contouren (1996-2002)

Tabel 23: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} (1996-2002)

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
2002**	1jan2001	54968	11997	5717	1866	26	74574

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

Figuur 19 Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{DN} - contouren (1996-2002)

Tabel 24: Evolutie van het aantal inwoners binnen de L_{night} -contouren (2000-2002)

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

berekend met INM versie 6

Tabel 25: Evolutie van het aantal inwoners binnen de $L_{den(19-23-07h)}$ -contouren (2000-2002)

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

berekend met INM versie 6

Bijlage 6 Geluidscontouren op topografische kaart, 2002

$L_{Aeq,dag}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart

$L_{Aeq,nacht}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart

L_{DN} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart

L_{night} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart

$L_{den(19-23-07h)}$ – geluidscontouren voor 2002, achtergrond topografische kaart

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren voor 2002

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 2002

 Meetposten

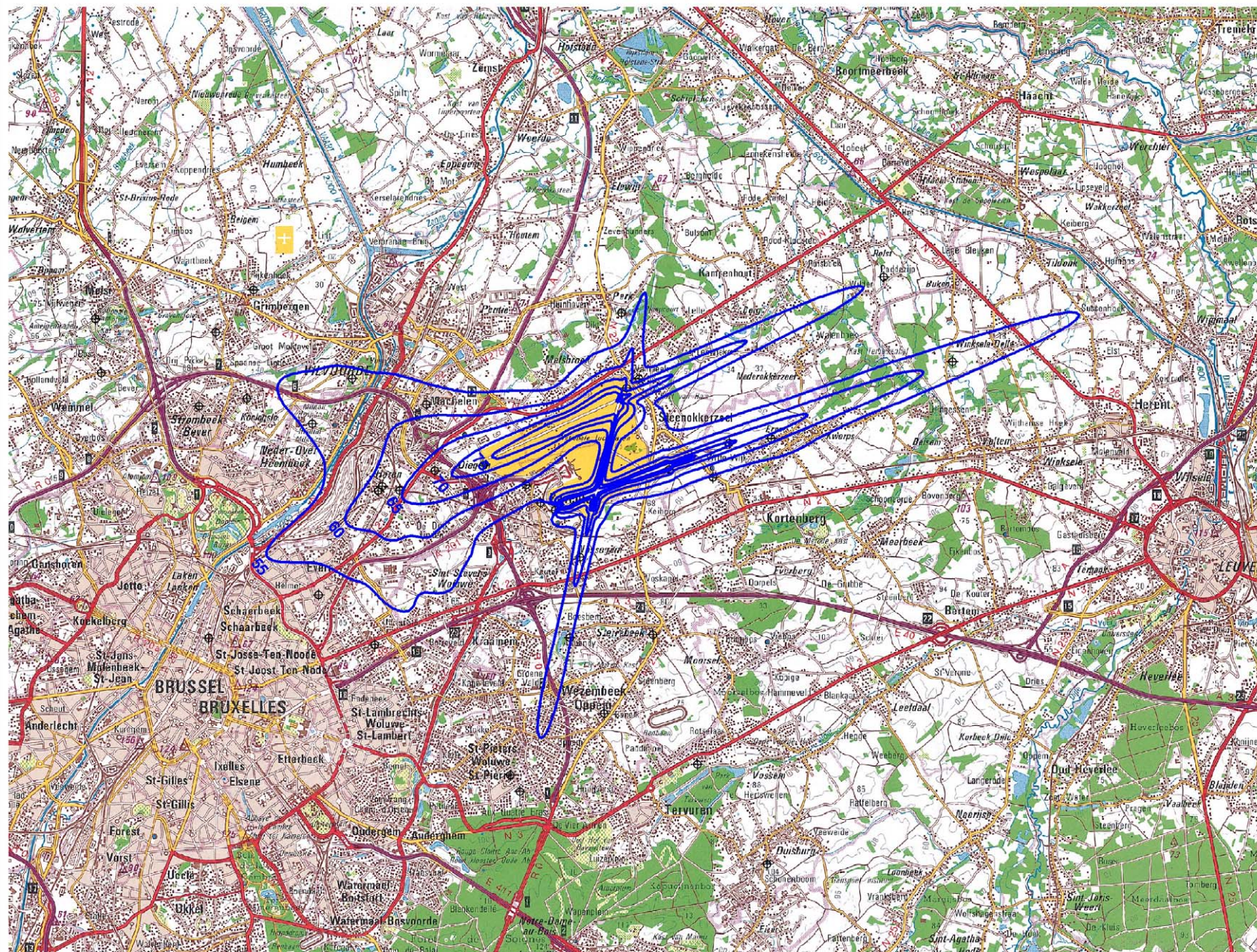
0 2 4 Kilometers 

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 2002

VLAREM : 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 2002

 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_{DN} - geluidscontouren voor 2002

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 2002

⊕ Meetposten

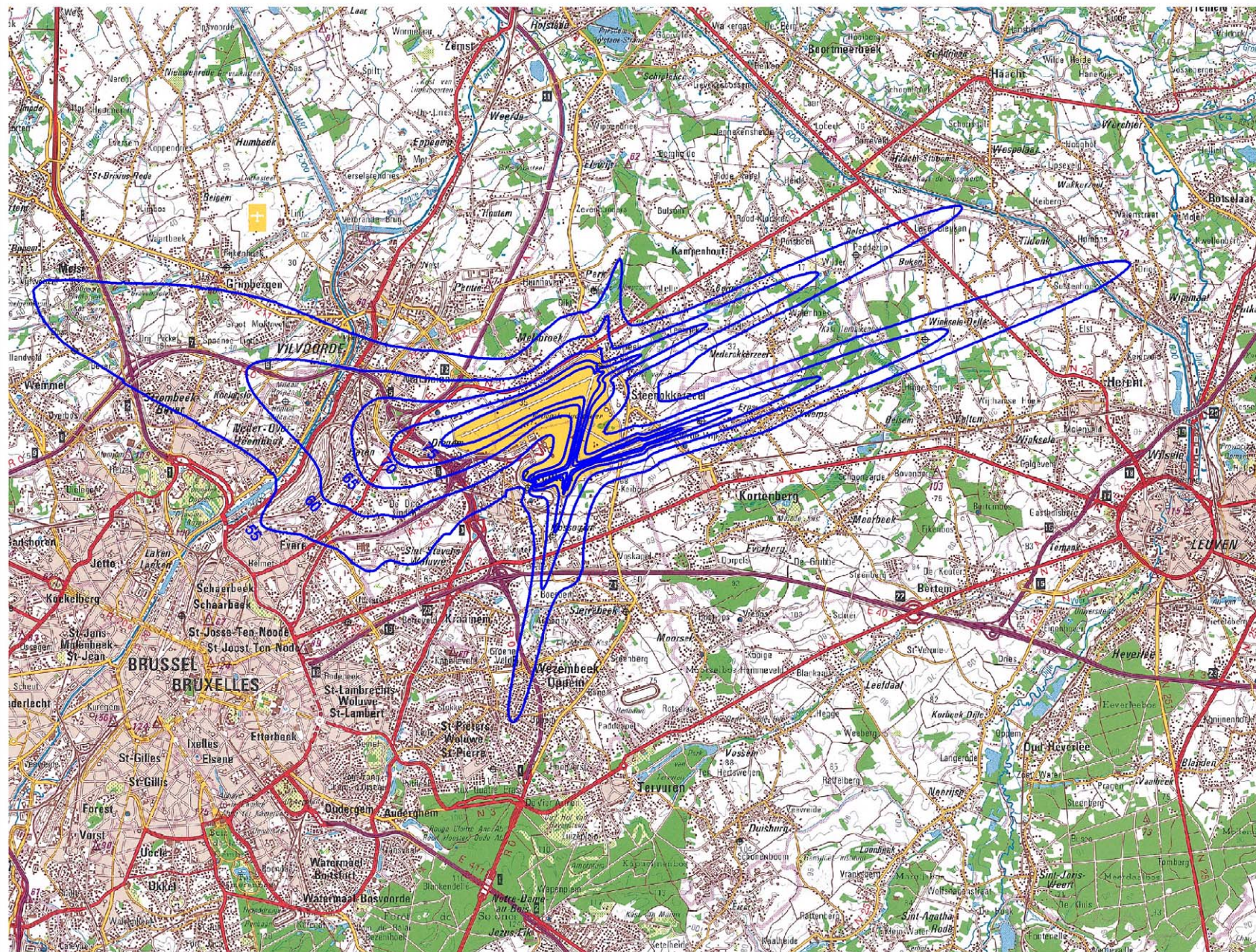
0 2 4 Kilometers

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 2002

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 2002

 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 2002

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 2002

 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, 2002

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

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

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

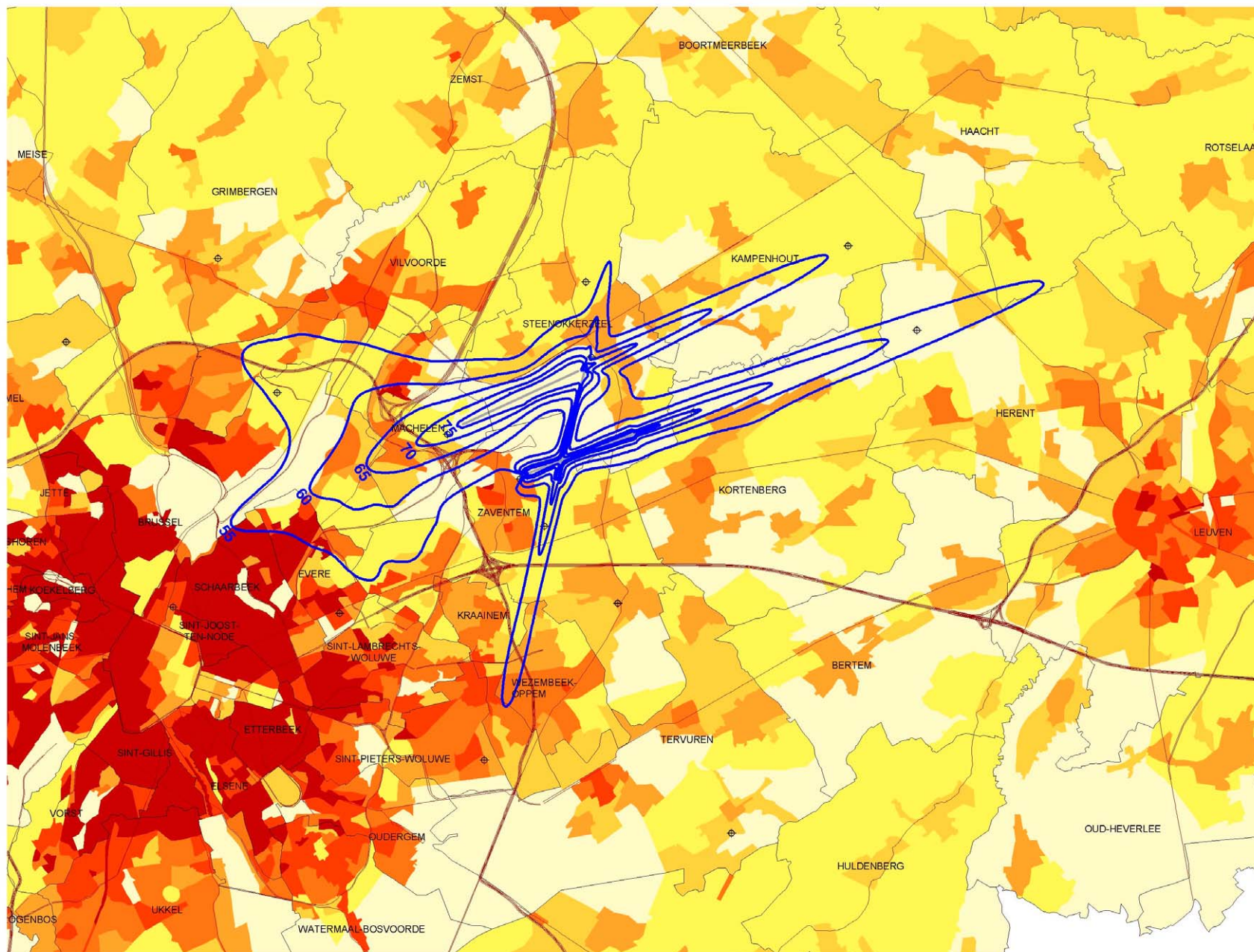
L_{night} – geluidscontouren voor 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001

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

$L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren voor 2002

VLAREM : dag 06.00u - 23.00u

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



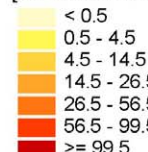
Legende

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

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

Bevolkingdichtheid (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
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

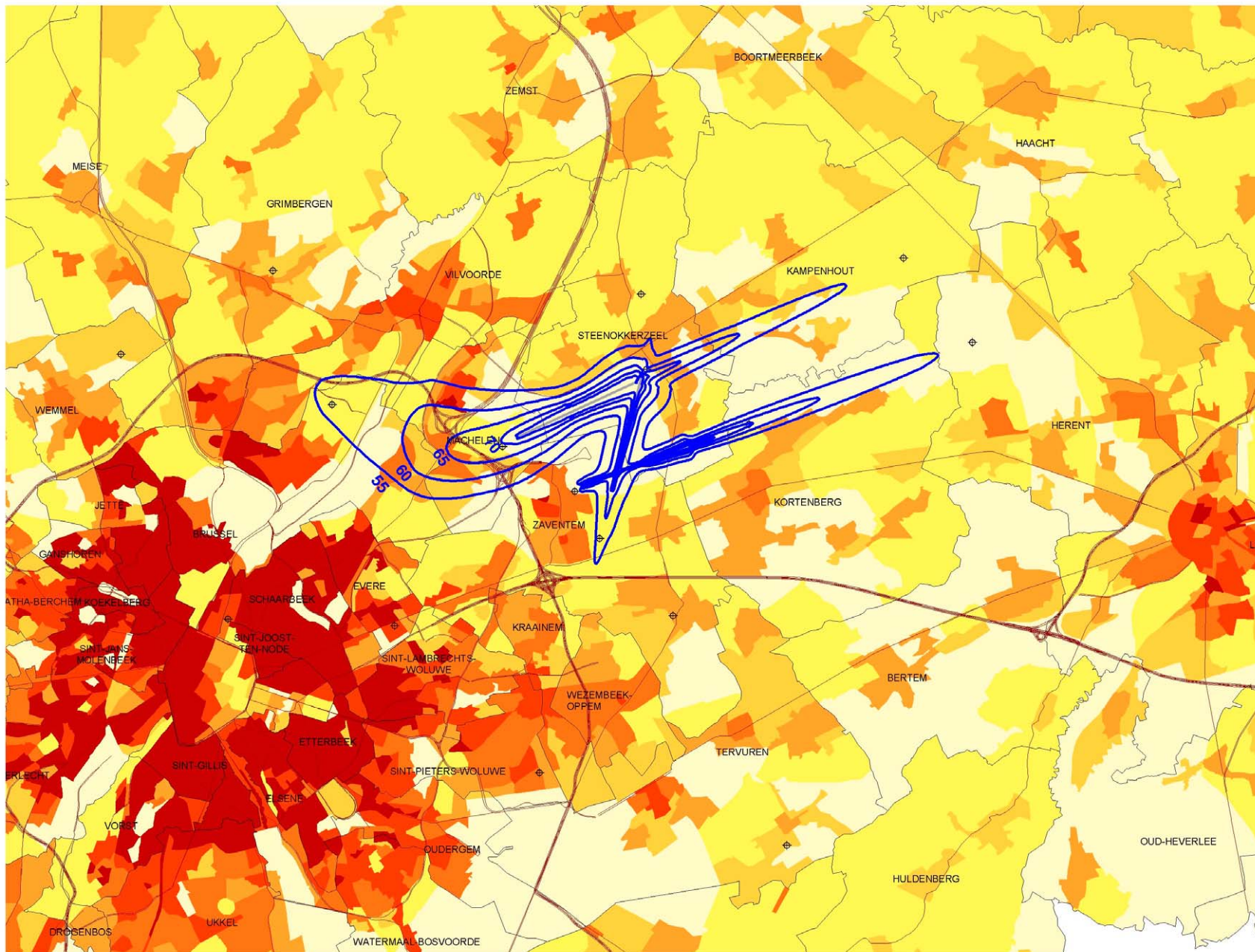
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



$L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 2002

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 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

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 :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

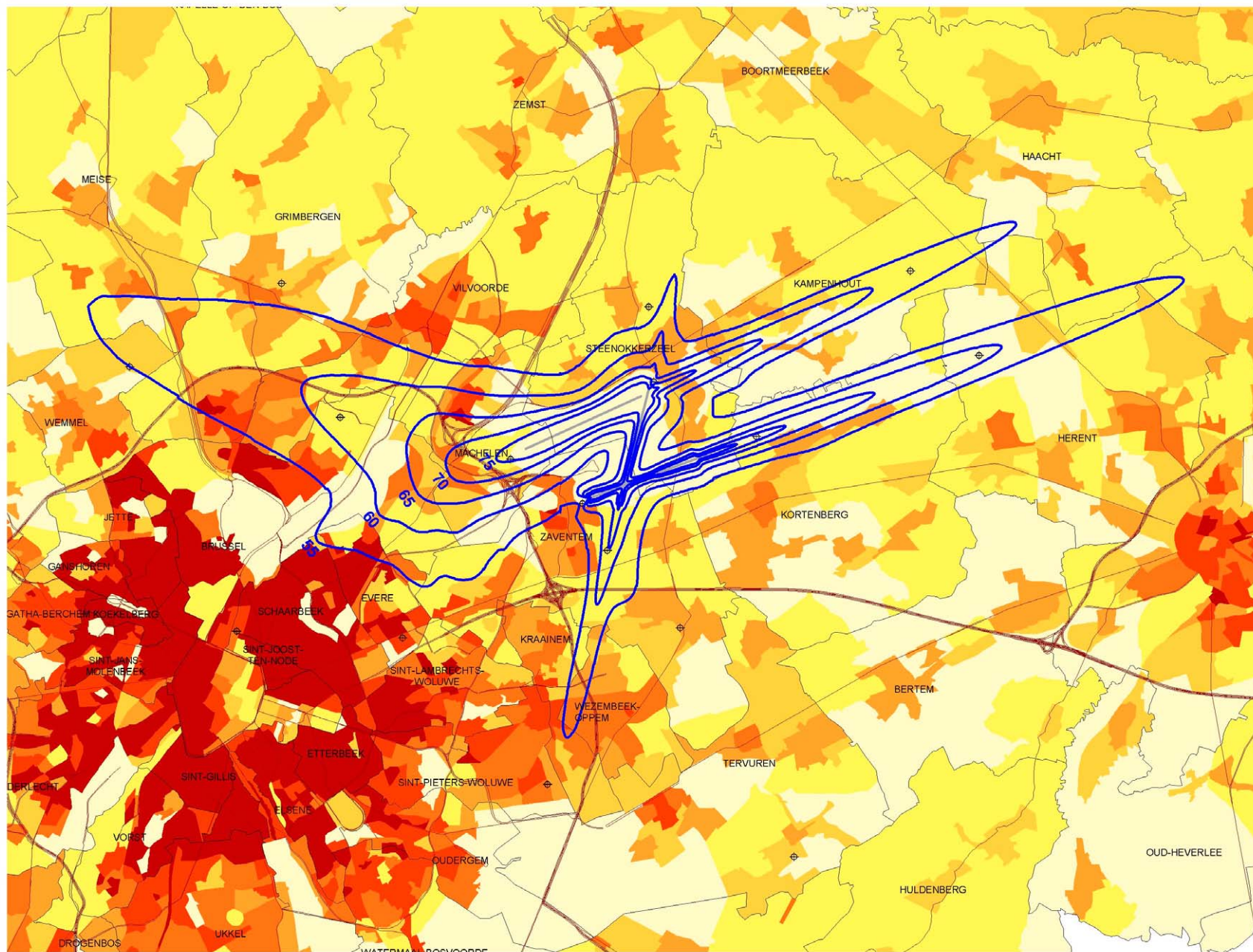
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



L_{DN} - geluidscontouren voor 2002

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 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

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 :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

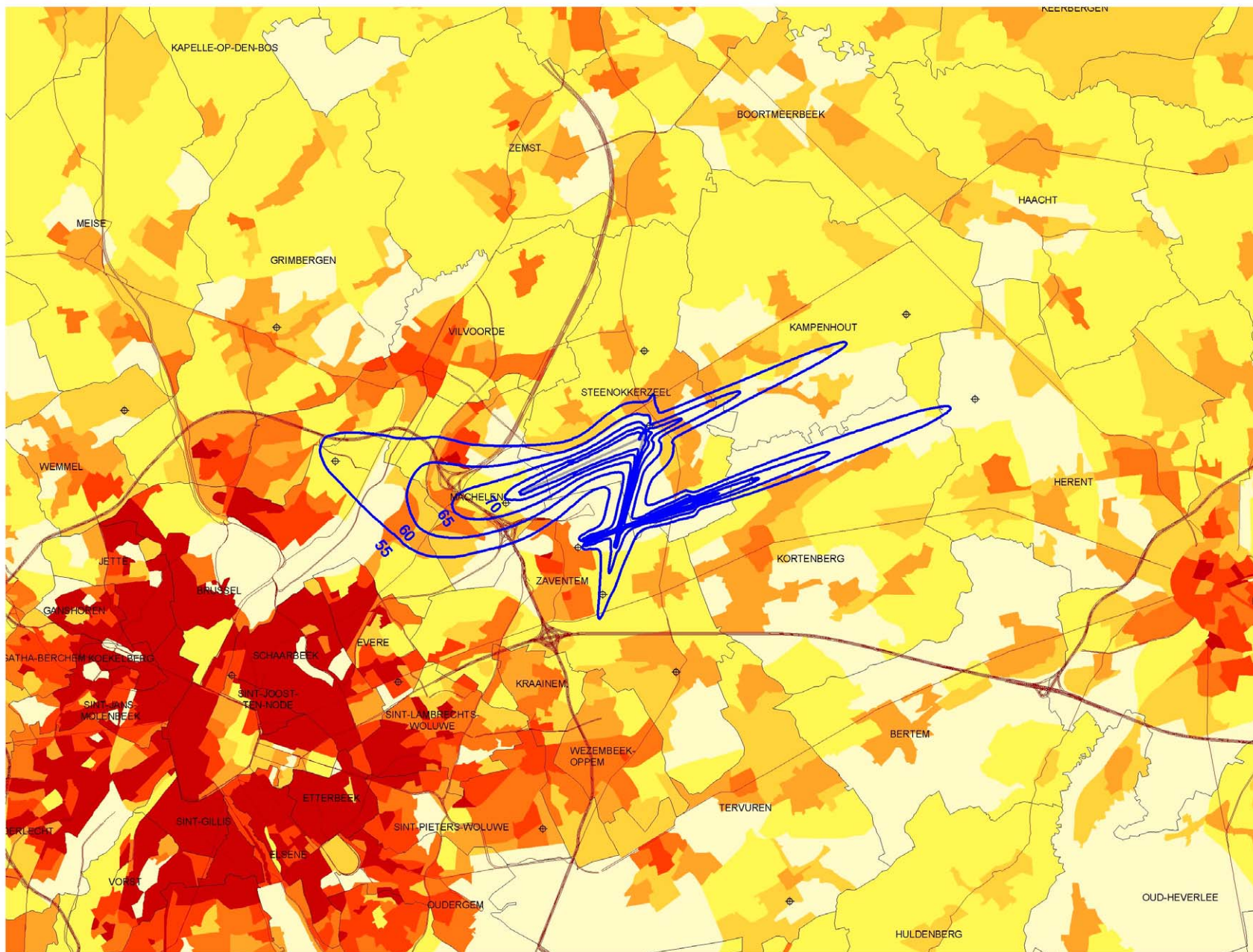
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



L_{night} - geluidscontouren voor 2002

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 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

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 :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

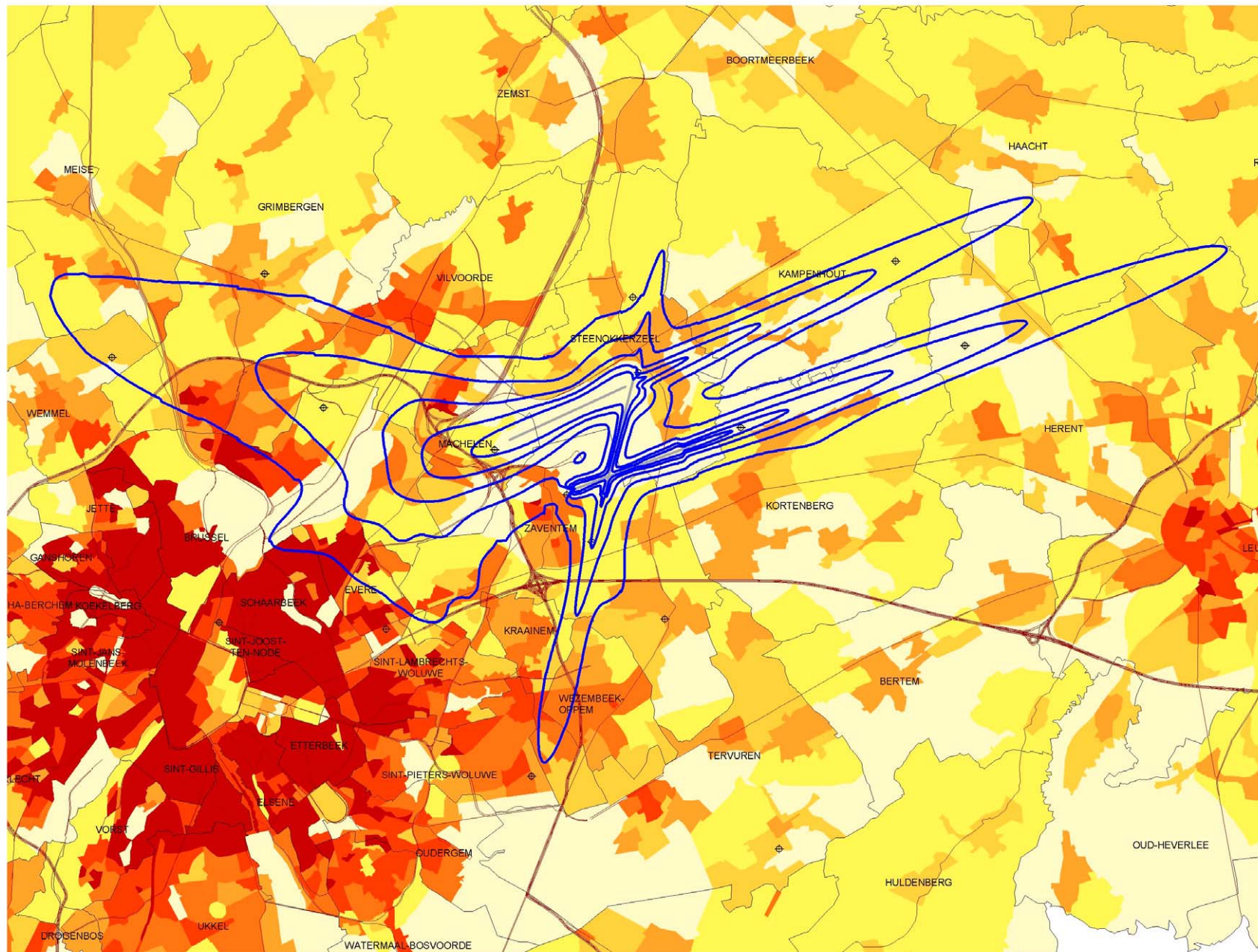
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



L_{DEN} - geluidscontouren voor 2002

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 2002

Grens fusiegemeente

Meetposten

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 :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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 8 Geluidscontourenkaarten, Evolutie 2001-2002

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

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

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

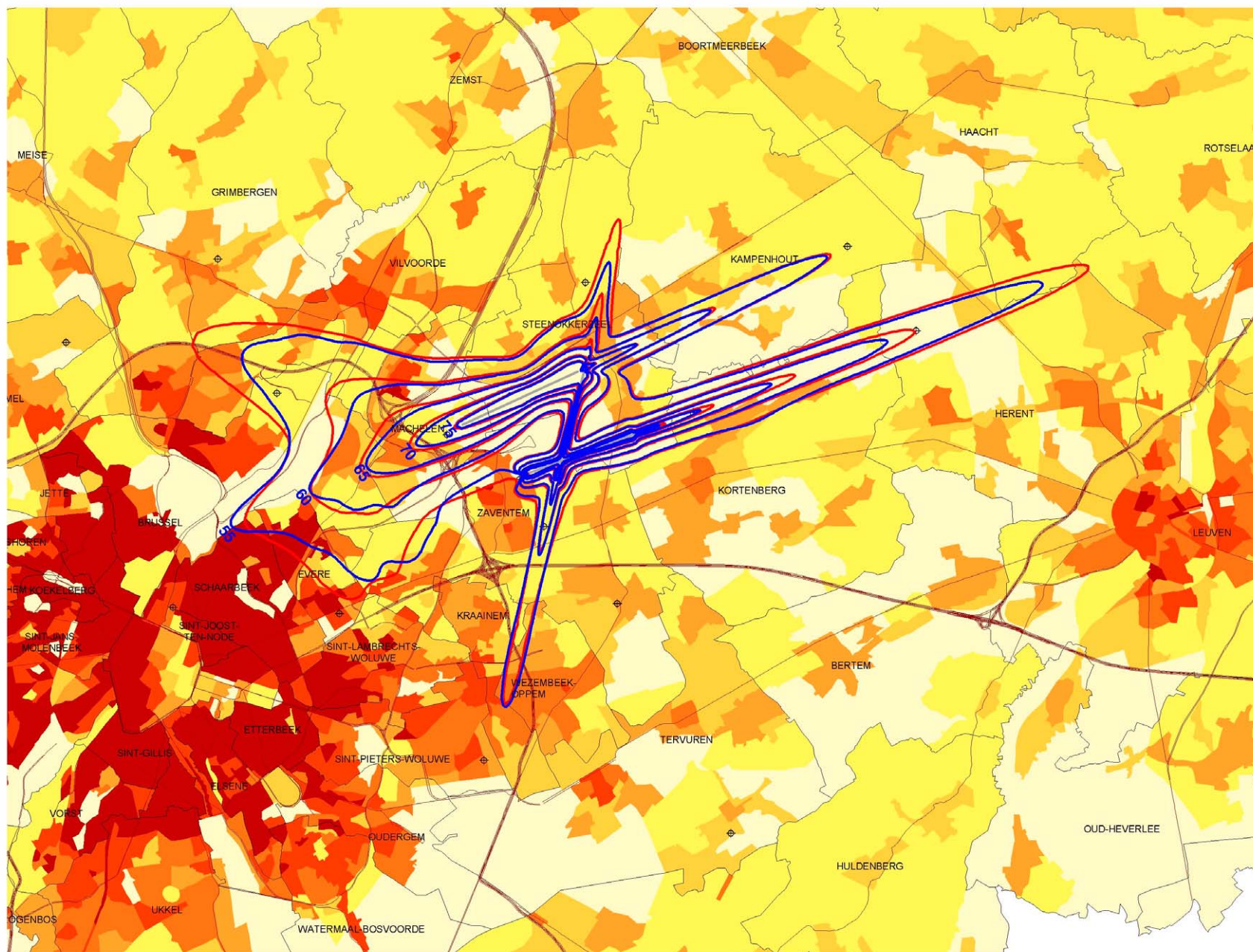
L_{night} – geluidscontouren voor 2001 en 2002, achtergrond bevolkingskaart 2001

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

Evolutie van de $L_{Aeq,dag}$ - geluidscontouren voor 2001 en 2002

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 2002

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

Grens fusiegemeente

Meetposten

Bevolkingdichtheid (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
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

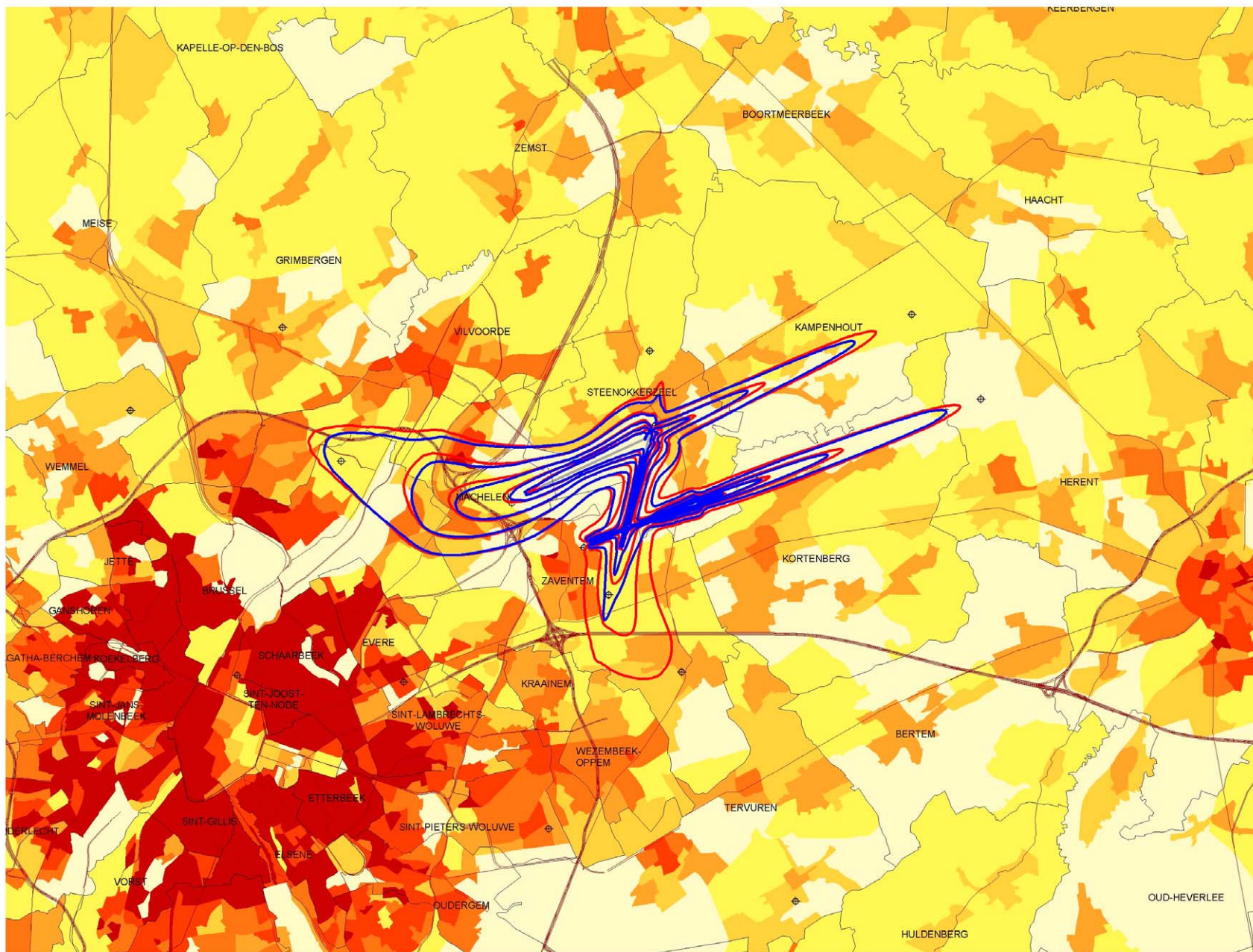
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de $L_{Aeq,nacht}$ - geluidscontouren voor 2001 en 2002

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 2002

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

Grens fusiegemeente

Meetposten

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 :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

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



Evolutie van de L_{DN} - geluidscontouren voor 2001 en 2002

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 2002

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

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

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

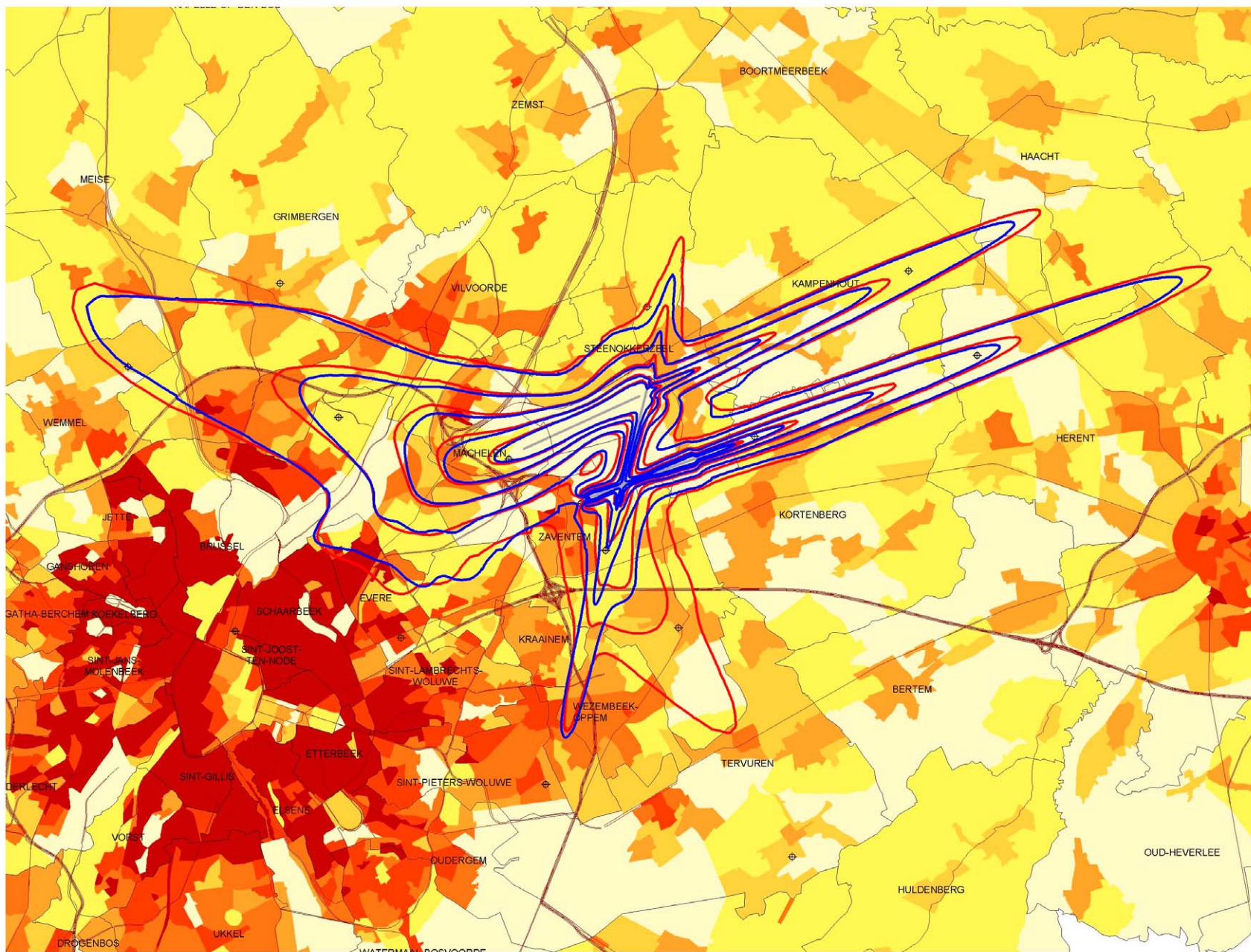
Bevolkingsgegevens :
Nationaal Instituut voor de
Statistiek (2001)

Statistische sectoren :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

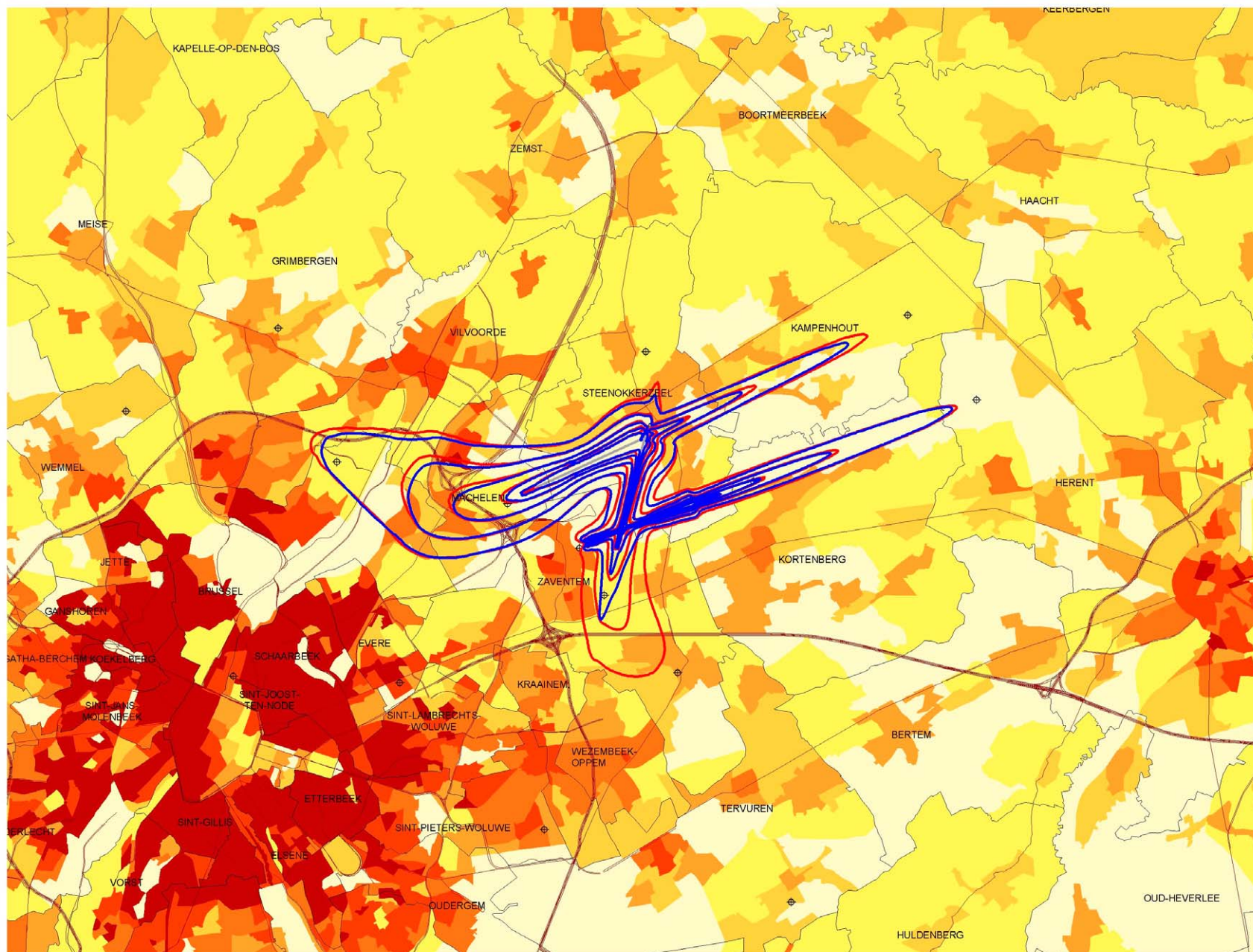
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de L_{night} - geluidscontouren voor 2001 en 2002

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 2002

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

Grens fusiegemeente

Meetposten

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 :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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

Wegenpatroon :
Street Map, Teletlas

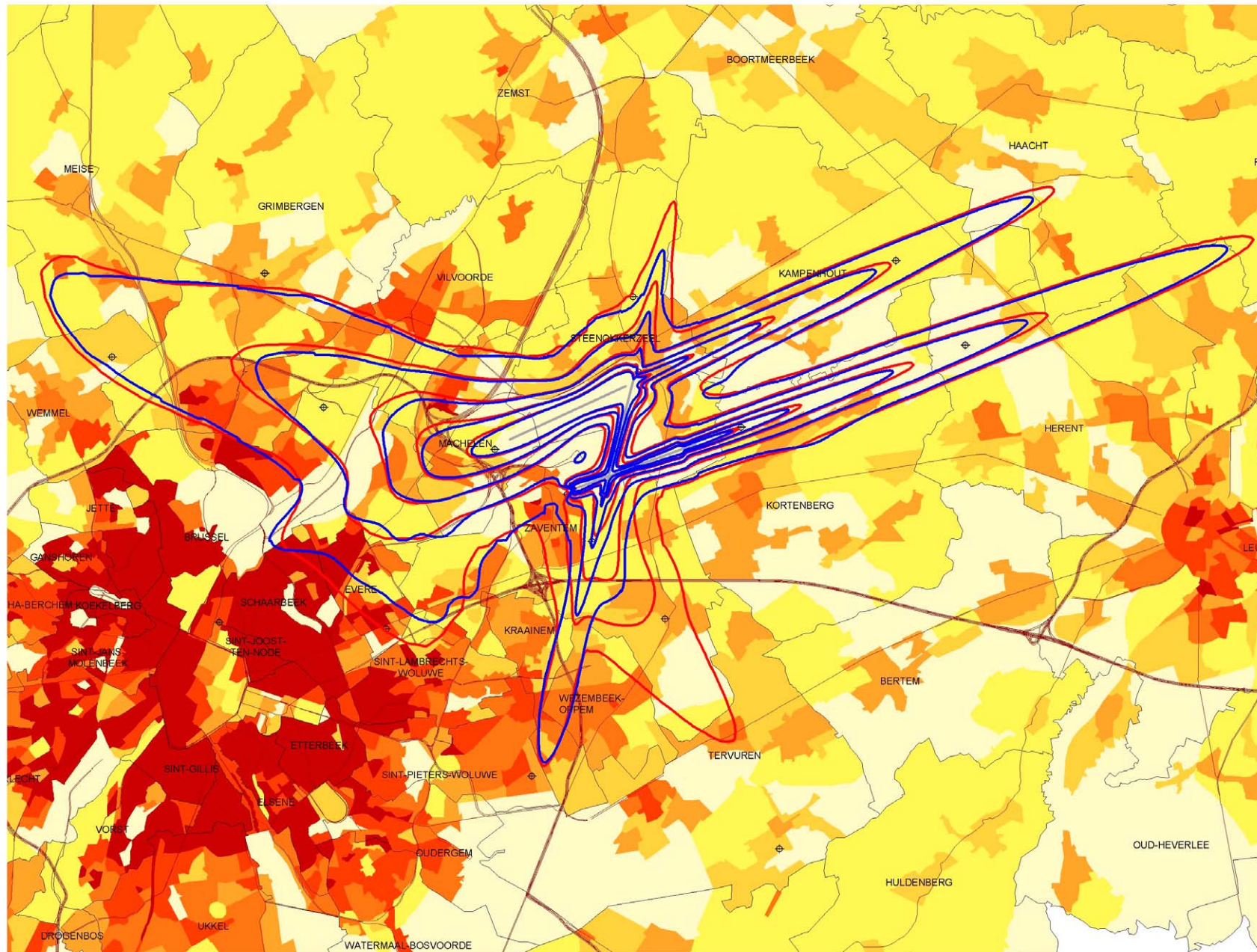
K.U.Leuven
LABORATORIUM VOOR
AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA
Celestijnenlaan 200D
B-3001 Leuven (Heverlee)



Evolutie van de L_{DEN} - geluidscontouren voor 2001 en 2002

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 2002

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

 Grens fusiegemeente

 Meetposten

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 :
AROHM - afdeling Ruimtelijke Planning
(OC GIS Vlaanderen)

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)

