

**EFFECTEN VAN EEN LOKAAL MOBILITEITSPLAN OP BLOOTSTELLING AAN
LOKALE LUCHTVERONTREINIGING**

Luc Int Panis, VITO Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, luc.intpanis@vito.be

Inge Liekens, VITO Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, Inge.liekens@vito.be

Rudi Torfs , VITO Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, Rudi.torfs@vito.be

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2004,

25 en 26 november 2004, Zeist

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	Projectbeschrijving	5
2.1	<i>Uitlaatgasemissies.....</i>	5
2.2	<i>Atmosferische modellering.....</i>	6
2.3	<i>Analyse van de blootstelling van de bevolking.....</i>	7
3	Resultaten.....	8
3.1	<i>Emissies.....</i>	8
3.2	<i>Concentratie kaarten.....</i>	8
3.2.1	<i>Nox.....</i>	8
3.2.2	<i>PM_{2,5}.....</i>	9
3.3	<i>Blootstellingsanalyse.....</i>	12
3.4	<i>Impactanalyse.....</i>	15
4	Besluiten	17

Samenvatting

MOBILEE: effecten van een lokaal mobiliteitsplan op blootstelling aan lokale luchtverontreiniging

In het Mobilee project werd het effect van een lokaal mobiliteitsplan op lokale luchtverontreiniging bestudeerd in een deel van de stad Gent. Een microscopisch verkeersmodel voorspelde de evolutie van de verkeersstromen bij een toekomstige situatie met gewijzigde snelheidslimieten en verkeersafwikkeling en de herinrichting van twee industriezones. De NO_x concentraties in de wijk worden gedomineerd door de emissies van de snelweg in het zuidoosten. De PM_{2.5} concentraties liggen hoger langsheen de voornaamste invalsweg en lager in de woonwijken. Aan de gevels komen verhoogde concentraties voor, al kan dit flink verschillen tussen de beide zijden van de straat. Dit alles heeft belangrijke implicaties voor de blootstelling van bewoners en bezoekers. Ons model voorspelt dat de bijdrage van het lokale verkeer aan de luchtkwaliteit tegen 2010 met ongeveer 70% zal afnemen. Dit is echter geheel te danken aan de vernieuwing van de vloot. Door de verregaande snelheidsvermindering in het plan wordt de verwachte daling zelfs iets minder groot. Het effect van persoonlijk gedrag op de eigen blootstelling daarentegen blijkt potentieel veel groter te zijn dan eerst gedacht.

Summary

MOBILEE: effect of a local traffic plan on exposure to local air pollution

The effect of a local traffic plan on local air pollution was studied in a suburb of the city of Ghent (Belgium). Emissions on the original street network were compared with the future situation in which the speed limits and the traffic circulation are modified and two rejuvenated industrial sites attract new traffic. The results show that NO_x concentrations in the area are dominated by a motorway whereas concentrations of PM_{2.5} are significantly higher along the major road leading to the city centre. This has important implications for the exposure of residents that shop or work there. Concentrations on opposite sides of street canyons were found to be significantly different. In addition, the concentrations at the façades are much higher than the “backyard” concentrations. Our new model predicts that air quality will improve significantly because of the implementation of the stricter European emission standards

for new vehicles. Excluding this effect the local mobility plan has a (very small) detrimental effect on local air pollution. The potential effect of peoples behaviour on personal exposure to air pollution is much larger.

1 Inleiding

Het Belgische Mobilee project (Federaal Wetenschapsbeleid 2000-2005; PODOII programma) werd opgezet om een wetenschappelijke methodologie te ontwikkelen en te demonstreren die de effecten van lokale mobiliteitsplannen op geluidshinder, verkeersleefbaarheid en luchtkwaliteit kan in kaart brengen (Int Panis et al, 2003). Mobilee kadert daardoor in een Europese trend waarbij integratie van impacts en dynamische blootstelling steeds meer aandacht krijgen (bv. ISHTAR Agostini & Negrenti, 2005).

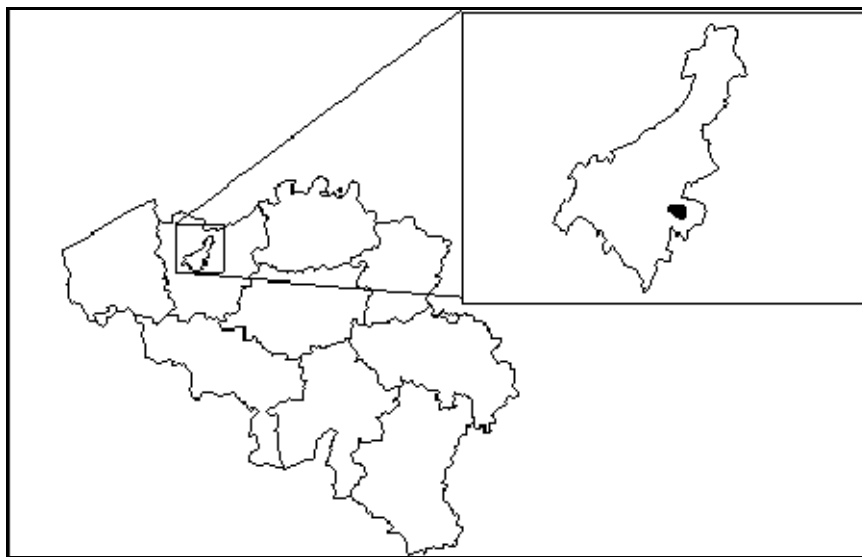
Het studiegebied Gentbrugge is een dicht bevolkte wijk in het oosten van de stad Gent in België (bij benadering 2 km x 2 km, zie Figuur 1). De verkeersstromen werden gesimuleerd aan de hand van het microscopisch model PARAMICS (Quadstone, 2004) en gekalibreerd voor de huidige toestand. In deze tekst beschrijven we de resultaten voor 3 toekomstscenario's. Een "Business-as-usual" of BAU-scenario en twee scenario's samengesteld uit een hele reeks beleidsmaatregelen uit het lokale mobiliteitsplan. We bespreken hier alleen de resultaten met betrekking tot emissies, luchtkwaliteit en blootstelling. De resultaten voor geluidshinder en verkeersleefbaarheid zullen elders worden gepubliceerd (Botteldooren et al., in voorbereiding).

De resultaten voor de volgende vier scenario's zullen vergeleken worden :

1. De huidige situatie waarin we het straten netwerk (b.v. De toegelaten snelheden en rijrichtingen) en de verkeersvraag (drukke) beschouwen vóór werd begonnen met het uitvoeren van de plannen. Dit komt ongeveer overeen met de situatie in 2003.
2. In het 'Business As Usual' of BAU-scenario', werd het 2003 stratennet gecombineerd met de vloot (verwachte samenstelling naar normen en brandstoffen) in 2010
3. Ten opzichte van 2. beoordelen we de effecten van het Lokale Mobiliteitsplan (het LMP1 scenario) waarin het 2010 stratennet wordt gecombineerd met de vloot en de verkeersvraag in 2010

De belangrijkste wijzigingen aan het netwerk zijn:

- a) De toegelaten snelheid daalt in bijna alle residentiële straten van 50 naar 30 km/h en van 70 naar 50km/h op enkele ontsluitende wegen.
 - b) In 12 enkel richtingstraten wordt de toegelaten rijrichting omgekeerd
 - c) Op 6 kruispunten worden plateaus aangelegd om de snelheid lokaal te verlagen
 - d) De ‘Land Van Rode laan’, een belangrijke ontsluitende straat die toegang geeft tot de E17 snelweg, wordt vernauwd van 2 X 2 rijstroken tot 2 X 1 rijstrook.
4. In een vierde scenario houden we er tevens rekening mee dat twee oude industriële sites in het noorden van ons studiegebied opnieuw zullen worden ontwikkeld wat tot een extra toename van zowel zwaar als licht verkeer zal leiden (LMP2 scenario)



Figuur 1: Ligging van het studiegebied (zwart gekleurd) in het oostelijk deel van Gent (België)

2 Projectbeschrijving

2.1 Uitlaatgasemissies

De berekening van uitlaatgasemissies vertrekt van de resultaten van het PARAMICS model. Dit model voorspelt elke seconde de positie en ogenblikkelijke snelheid van elk voertuig in het netwerk. In het Mobilee project hebben we nieuwe specifieke emissiefuncties afgeleid die deze gedetailleerde informatie in rekening kunnen brengen.

Tijdens vroegere studies werd bijna uitsluitend gebruik gemaakt van de bekende Copert / MEET (1999) functies. Deze functies leggen een verband tussen de specifieke emissies van CO, CO₂, NO_x, VOC en fijn stof (PM_{2.5}) en de gemiddelde snelheid tijdens een bepaalde trip.

De dynamiek in het rijprofiel (de ogenblikkelijke snelheid en versnelling) worden in deze aanpak niet gebruikt om de grootte van de emissies te ramen. Ze werden immers ontworpen voor het opmaken van emissie inventarissen en het berekenen van emissies op macroscopisch niveau.

Ook het 'Handbook of Emission factors for Road Transport' (BUWAL, 2004) bood hier geen soelaas. Dit handboek lijst immers emissiefactoren op voor specifieke segmenten van het wagenpark onder een reeks karakteristieke verkeerssituaties. Het was echter in het geheel niet duidelijk hoe op een geautomatiseerde manier een verband kan worden gelegd tussen deze karakteristieke situaties en de gedetailleerde gegevens met betrekking tot snelheid en versnelling zoals ze worden berekend door een microscopisch verkeersmodel.

Onze nieuwe ogenblikkelijke emissiefuncties werden afgeleid uit VITO's grote databank van emissiemetingen op de weg (met de VOEM methodologie). Tijdens talrijke ritten in reële verkeerssituaties werden elke seconde gelijktijdig de snelheid en de ogenblikkelijke emissies van CO, CO₂, NO_x, vluchtige organische stoffen en fijn stof gemeten. Dit heeft geresulteerd in datasets van meer dan 10000 records per voertuig in wisselende omstandigheden en voor verschillende bestuurders.

In dit project hebben we getracht op een statistische manier een verband te leggen tussen de snelheid en versnelling van het voertuig met behulp van multiple niet-lineaire regressie. Dit werd gedaan voor personenwagens, bussen en vrachtwagens (zowel voor diesel als benzine, Euro-klassen 1 tot 3). Voor voertuigen die aan de recentste strengere normen voldoen (waarvoor nog geen metingen beschikbaar waren, b.v. Euro 4 diesel cc > 2 l), werd de corresponderende vergelijking voor Euro 3 gecorrigeerd aan de hand van literatuur gegevens (BUWAL, 2004). Op deze manier werden voor alle relevante voertuigen in het studiegebied projectspecifieke emissiefuncties opgesteld. Die werden tenslotte opgenomen in een software module die gelijktijdig met de verkeerssimulatie elke seconde de ogenblikkelijke emissies berekende van elk voertuig. De methodologie gebruikt voor het afleiden van de emissiefuncties in Mobilee wordt in veel meer detail beschreven door Cornelis et al. (2005).

Een bijkomend voordeel van deze benadering is dat de precieze plaats van de emissies bekend is. Dit is belangrijk bij de studie van een complex plan waarbij niet meteen duidelijk is welke bewoners voor- of nadelen zullen ondervinden.

2.2 Atmosferische modellering

De emissies in het gebied windopwaarts van de receptor – en als de receptor zich in een zogenaamde straatcanyon bevindt, ook de emissies in die straatcanyon - bepalen de luchtkwaliteit in een stedelijk gebied. Het Deense model OSPM (Cosemans et al, 1992) is waarschijnlijk het beste beschikbare model om de concentraties resulterend uit verkeersemissies in straatcanyons in te schatten. Het Belgische bi-Gaussiaanse model IFDM (Cosemans, 2005) is dan weer een betrouwbaar instrument voor het berekenen van de verspreiding van variabele emissies (in de tijd) van zowel punt-, lijn- als oppervlaktebronnen. Voor het Mobilee project werden OSPM en IFDM geïntegreerd in een nieuwe software die toelaat de concentraties ten gevolge van alle emissies in een regio te berekenen, inclusief die in straatcanyons waar nodig.

Voor het IFDM submodel werd telkens een netwerk van korte lijnbronnen gedefinieerd aan de hand van de uurlijkse emissiegegevens die werden aangeleverd door de nieuwe emissiemodule van het verkeersmodel. De emissies in alle straten gelijktijdig werden dan gebruikt om de luchtvervuiling te berekenen over het ganse gebied alsook de fractie die de straatcanyons binnentreedt. Tot de standaard output behoren de percentielen van de uurlijkse of dagelijkse concentraties, jaargemiddelde concentraties, uurgemiddelde concentraties enz..

Voor geselecteerde straatcanyons werden OSPM receptoren gedefinieerd elke 10 tot 15 meter langsheen beide zijden van de straat. Voor elk van deze receptoren werd een beschrijving van de straat geometrie en van de relevante emissies gegenereerd.

2.3 Analyse van de blootstelling van de bevolking

De methodologie om de blootstelling te berekenen van de residentiële bevolking ligt voor de hand. Een kaart met het administratieve aantal inwoners per straat werd uitgebreid met de tijdelijke bevolking van scholen, het hospitaal en de nieuwe industriële zones. Blootstelling aan $PM_{2.5}$ werd berekend door de concentraties te vermenigvuldigen met de blootgestelde bevolking en te sommeren over het hele gebied. Op deze manier werd de blootstelling berekend voor drie leeftijdscategorieën per straat segment alsook voor de leerlingen, patiënten en werknemers in het gebied.

Aanvankelijk lag het in de bedoeling dat de residentiële populatie automatisch zou kunnen worden aangepast op basis van de Herkomst-Bestemmings- (HB) matrix die aan de basis ligt van het verkeersmodel. Zodat de administratieve bevolking (aangenomen als het niveau

tijdens de nacht) kon gecorrigeerd worden voor het aantal vertrekkende en toekomende mensen per straatsegment. Jammer genoeg bleek snel dat door een vreemde kronkel in het HB algoritme het aantal vertrekkende en toekomende wagens in elke zone telkens net hetzelfde was. De HB-matrix mag dan wel leiden tot verkeersstromen per segment die redelijk nauwkeurig overeenstemmen met de realiteit, maar was overduidelijk niet bruikbaar om te komen tot een dynamische blootstelling (één van de originele doelstellingen).

Daarom werden handmatig een aantal “bewegingen” toegevoegd aan de bevolkingskaart (b.v. voor het aantal leerkrachten en leerlingen van de scholen en de werknemers van de nieuwe bedrijven).

3 Resultaten

3.1 Emissies

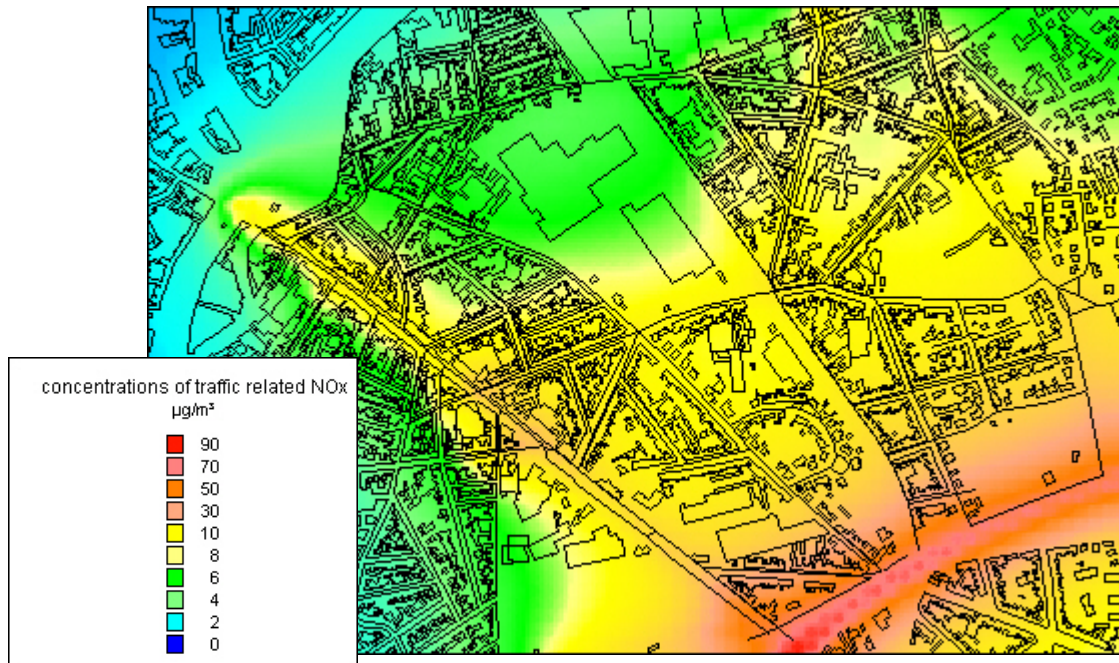
In dit project werden uit een grote databank van metingen de gegevens van 30 voertuigen geanalyseerd. Dit leverde een grote spreiding op voor sommige pollutanten. Niet alle emissiefuncties zijn daarom even nauwkeurig. Niettemin denken we dat ze een veel beter verband tonen met de ogenblikkelijke snelheid/versnelling dan enige alternatieve methode. We zullen ons er echter voor hoeden om in de bespreking van de resultaten de nadruk te leggen op werkelijke concentraties, maar eerder ingaan op de verschillen tussen de scenario's. De belangrijkste verwezenlijking van deze deeltaak is dat werd aangetoond dat metingen-op-de-weg kunnen gebruikt worden om ogenblikkelijke emissiefuncties te maken die compatibel zijn met microscopische verkeersmodellen.

3.2 Concentratie kaarten

3.2.1 *Nox*

De bijdrage van “lokaal” verkeer in het studiegebied tot concentraties van NO_x kan grotendeels worden toegeschreven aan de E17 snelweg Antwerpen-Gent die langsheen de zuidoostelijke grens van het studiegebied loopt. Daggemiddelde concentraties lopen op tot 80µg/m³ nabij de snelweg, maar de concentraties dalen snel tot minder dan 10µg/m³ op een afstand van zowat 100 meter. Op het concentratie patroon op de kaart zijn er geen duidelijke effecten te onderscheiden die toe te schrijven zijn aan lokaal (traag) verkeer (Figuur 2). Enkel

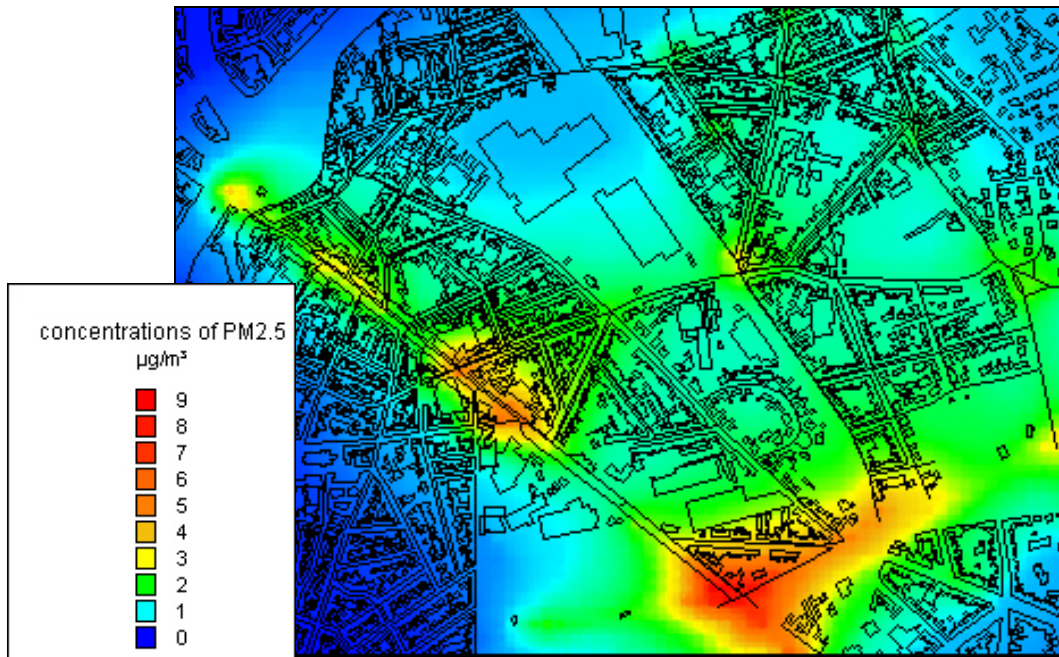
de invloed van de invalsweg “Brusselsesteenweg” die de westelijke grens vormt van het studiegebied is zichtbaar. Tegen 2010 wordt een bescheiden verbetering verwacht.



Figuur 2: Concentraties van NOx ten gevolge van lokaal verkeer in het studiegebied (µg/m³, toestand 2003, daggemiddelde)

3.2.2 PM_{2,5}

De bijdrage van lokaal verkeer tot de daggemiddelde concentratie van PM_{2,5} wordt geschat op 1 tot 2 µg/m³ op de meeste plaatsen, of ongeveer 5% van de werkelijk gemeten concentratie (Int Panis et al, 2003). De hoogste bijdrage vinden we langsheen de Brusselsesteenweg een drukke invalsweg die de stad Gent verbindt met de E17 snelweg (1400 auto's/uur en 300 vrachtwagens/uur). De concentratiebijdrage ligt er tussen 2 en 5 µg/m³ tot zelfs 8 µg/m³ nabij de oprit, Figuur 3).

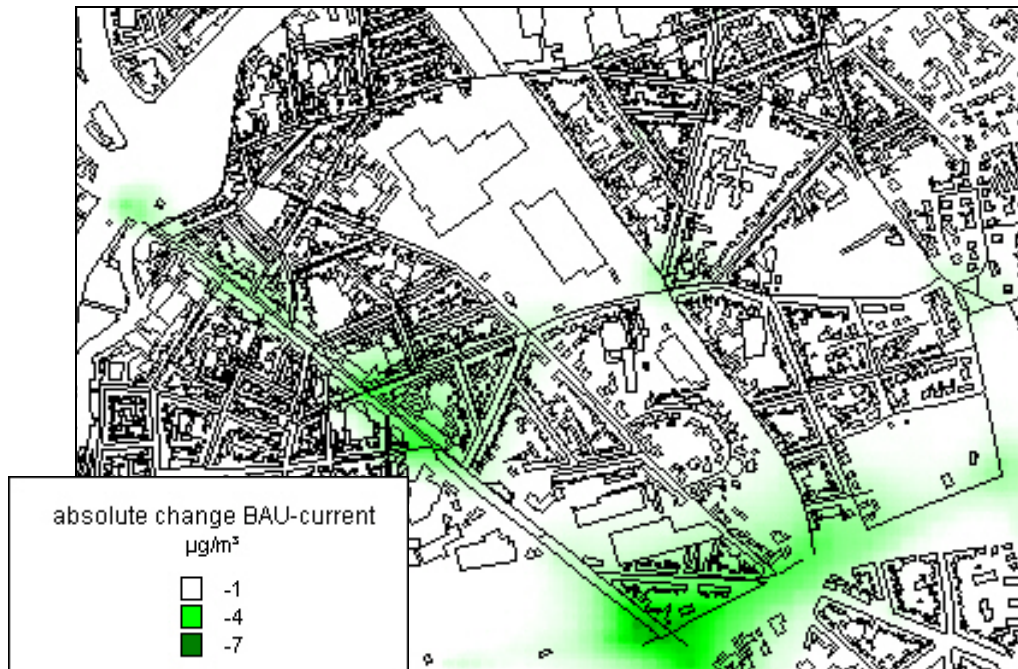


Figuur 3: Concentraties van PM2.5 ten gevolge van lokaal verkeer in het studiegebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, toestand 2003, dag gemiddelde)

Opvallend is dat in de onmiddellijke nabijheid van kruispunten de concentraties (en dus ook de emissies) hoger liggen dan elders in de straat.

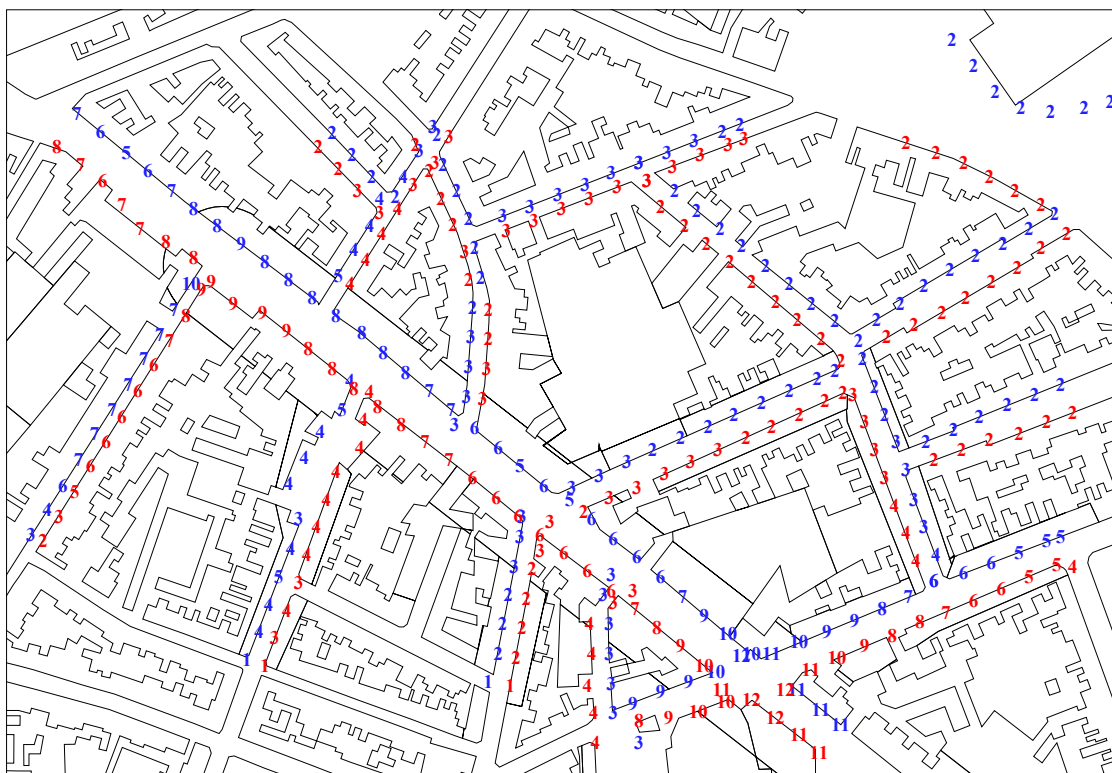
De huidige waarden zullen echter niet lang meer aanhouden. Los van wijzigingen buiten het studiegebied, verwachten we dat de $\text{PM}_{2.5}$ concentraties tussen 2003 en 2010 op *elke* plaats in het studiegebied zullen dalen (

Figuur 4). Door de snelle vernieuwing van de vloot worden overal in het studiegebied bijdrages verwacht beneden $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ tegen 2010. De verwachte bijdrage zal dan nog lager liggen dan de waarden die momenteel typisch zijn voor de verkeersbijdrage tijdens de nacht. De verwachte daling is het grootst nabij kruispunten en in de straten die nu de hoogste belasting kennen.



Figuur 4: Daling van de lokale PM_{2.5} belasting (BAU scenario). De daling is het grootst nabij kruispunten en in de straten die nu de hoogste belasting kennen.

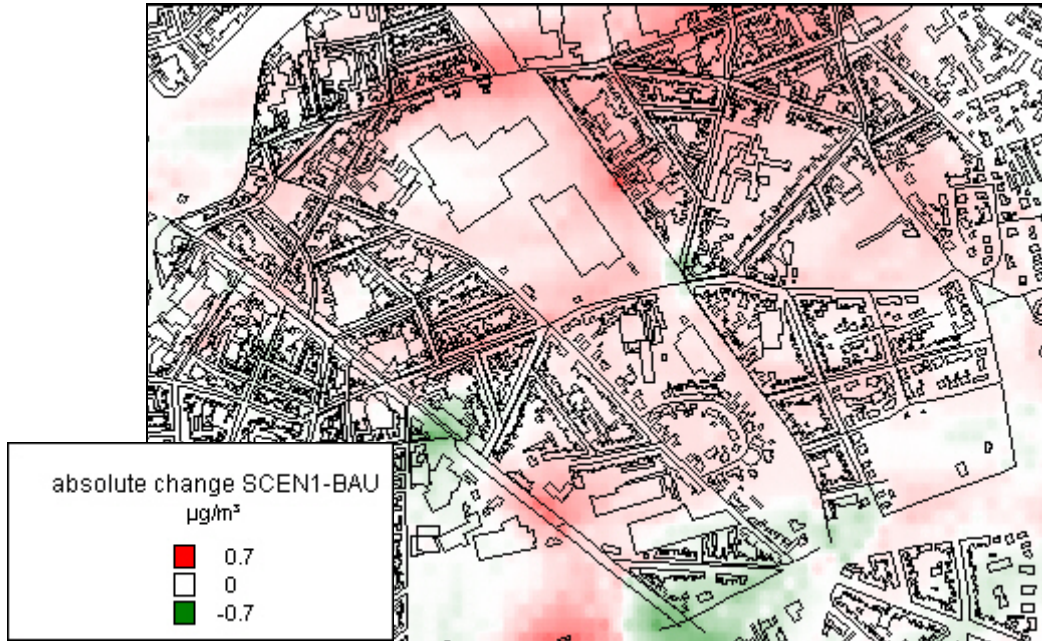
De bijdrage van lokaal verkeer aan de algemene PM_{2.5} concentraties (“boven-de-daken” of “in-de-achtertuinen” mag dan al beperkt zijn, binnen smalle straten met aangesloten bebouwing zijn de voorspelde concentraties een stuk hoger (Figuur 5). Dit biedt perspectieven voor een sterk verminderde persoonlijke blootstelling door selectieve ventilatie. We zullen echter aantonen dat het moeilijk is deze gedetailleerde concentratieberekeningen te gebruiken in impact- of blootstellingsberekeningen.



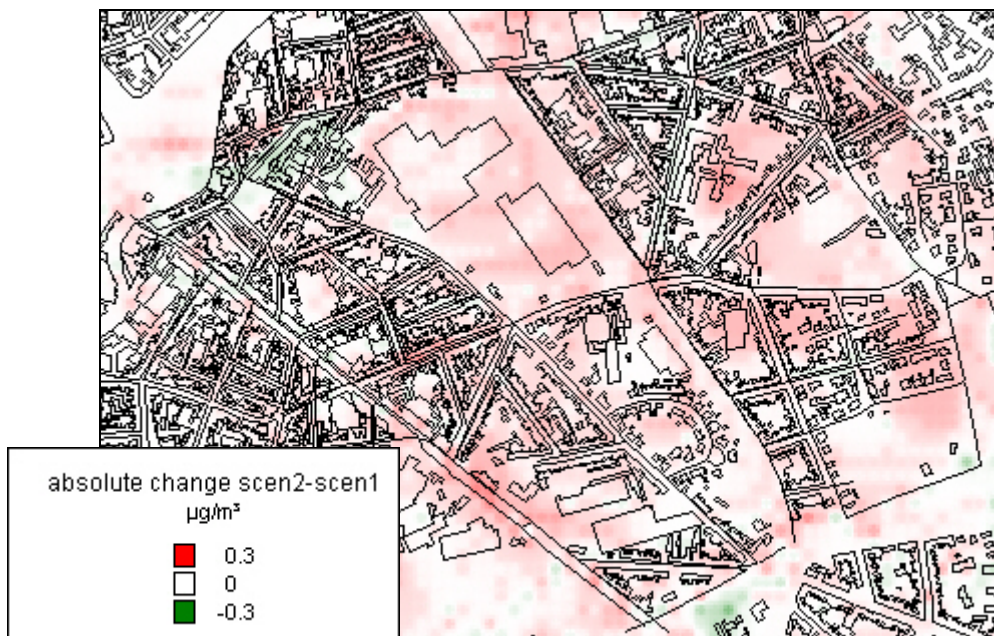
Figuur 5: $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) bijdrage van lokaal verkeer in geselecteerde straat canyons.

3.3 Blootstellingsanalyse

Het effect van het lokale mobiliteitsplan op de lokale blootstelling is veel kleiner dan de algemene trend naar lagere emissies die geheel wordt gedragen door de Europese regelgeving. Er zijn zowel plaatsen waar de concentraties hoger zullen liggen door de uitvoering van het mobiliteitsplan als plaatsen waar de concentraties een beetje extra zullen dalen (ten opzichte van het BAU scenario, Figuur 6). Deze extra reductie doet zich eveneens voor op die plaatsen die nu het meest belast zijn. In absolute waarde is het verschil echter vrij klein. Wanneer bovendien de beide industriële zones opnieuw worden ontwikkeld, zien we op de meeste plaatsen (doch niet overal) een kleine stijging die zich concentreert rond deze zones en de toegangswegen (Figuur 7). Het geheel is echter een complex beeld dat niet op een eenvoudige wijze kan worden voorspeld of verklaard.

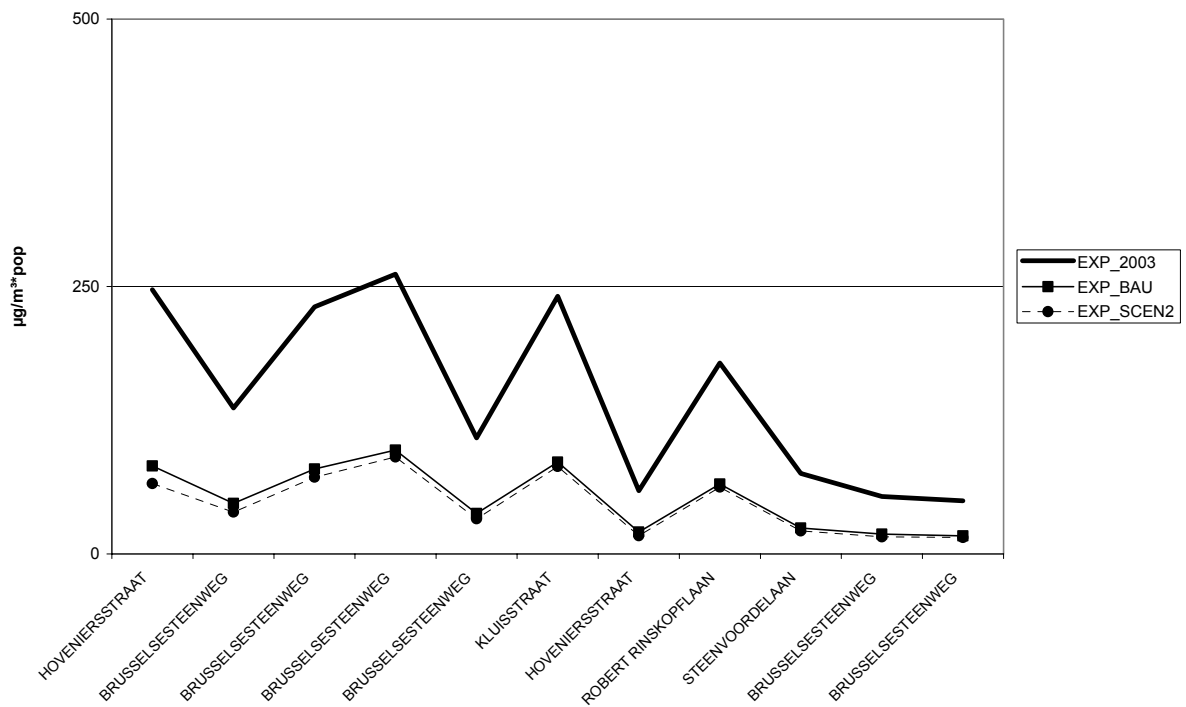


Figuur 6: Verandering van $PM_{2.5}$ concentraties toe te schrijven aan het lokale mobiliteitsplan



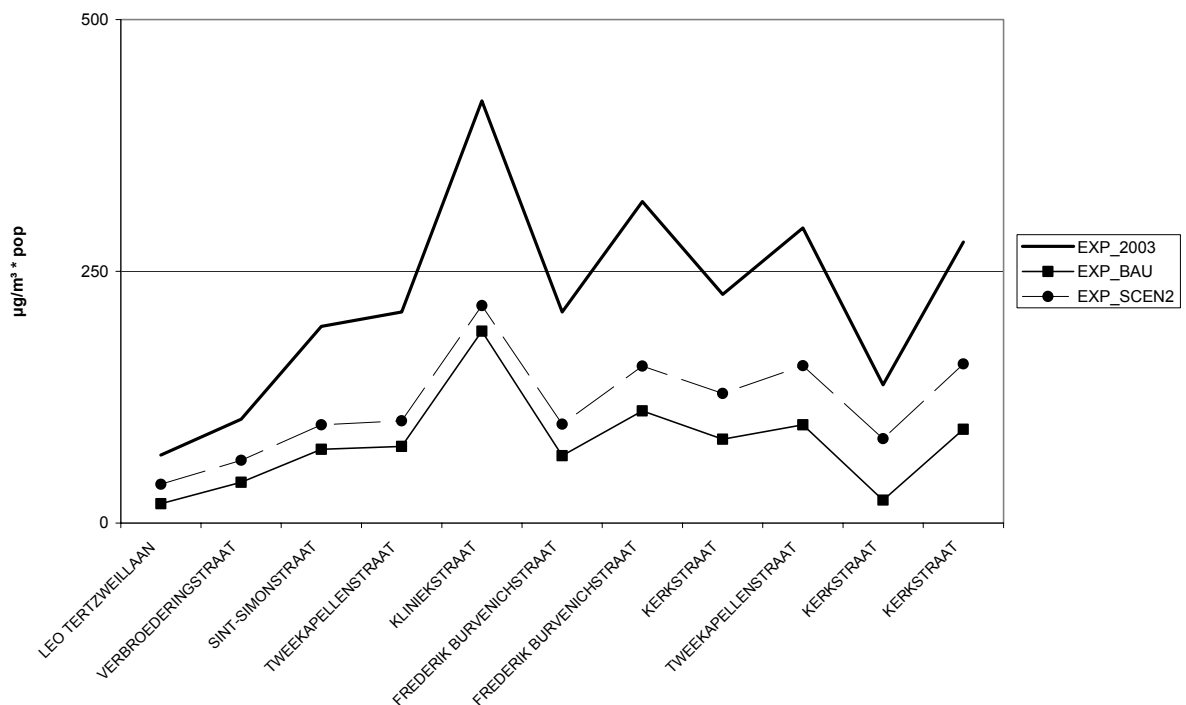
Figuur 7: Verschil tussen scenario 1 (LMP) en scenario 2 (LMP+industriële zones)

In Figuur 8 en Figuur 9 tonen we het verschil in blootstelling dat gepaard gaat met de besproken wijzigingen in de concentraties. Beide figuren tonen enkel de 10 straatsegmenten waar het effect het grootste is. Het effect in alle andere segmenten (~450) is verwaarloosbaar.



Figuur 8: 10 straat segmenten waarvoor het LMP leidt tot lagere blootstelling aan PM2.5.

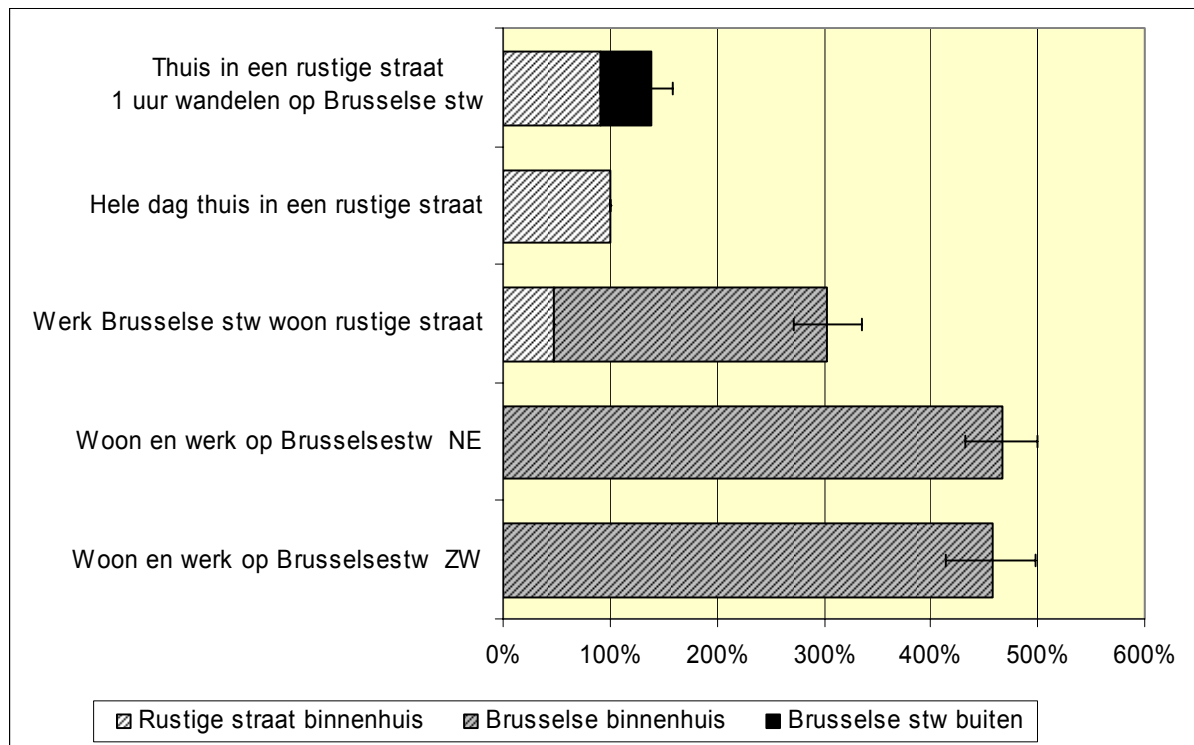
*(Verticale as = blootstelling = populatie * concentratie)*



Figuur 9: 10 straat segmenten waarvoor het LMP leidt tot hogere blootstelling aan PM2.5.

*(Verticale as = blootstelling = populatie * concentratie)*

Daarnaast werden ook berekeningen uitgevoerd voor een aantal “typische” gedragspatronen met het doel het belang van een meer doorgedreven dynamische berekening van de blootstelling aan te tonen (Figuur 10). Zo werd b.v. de blootstelling van mensen die wonen in één van de residentiële straten van Gentbrugge, maar dagelijks werken en/of winkelen op de Brusselsesteenweg berekend. In beide gevallen leidt dit tot een hogere blootstelling in vergelijking met de eenvoudige berekeningen die enkel adresgegevens gebruiken.



Figuur 10: Relatieve verandering van blootstelling voor vijf typische activiteitspatronen.

3.4 Impactanalyse

Op het resultaat van de blootstellingsanalyse kunnen erg eenvoudig concentratie-effect functies worden toegepast. Bijvoorbeeld de functie die werd afgeleid op basis van de cohortestudie van de American Cancer Society (Pope et al, (2002)) kan toegepast worden op de hier berekende concentraties van $PM_{2.5}$ (bv. Figuur 3 of

Figuur 4) om de impact op mortaliteit van de lokale luchtvervuiling af te leiden (

Tabel 1)..

Tabel 1 : Gezondheids impact analyse voor verschillende scenario 's (95% betrouwbaarheids interval).

		huidige situatie (2003)	BAU (2010)	scenario1 LMP (2010)	scenario2 (2010)	Eenheid
Mortaliteit	totaal	10.7 (7.2-14.1)	3.7 (2.5-4.9)	4.3 (2.9-5.7)	4.4 (3.0-5.8)	YOLL
Morbiditeit						
Respiratoire effecten	+65	0.17 (0.1-0.23)	0.06 (0.04-0.08)	0.07 (0.04-0.09)	0.07 (0.04-0.09)	% toename hospitalisatie
Respiratoire symptomen	kinderen	6.2 (0-16.4)	2.1 (0-5.6)	2.5 (0-6.5)	2.5 (0-6.7)	% toename prevalentie.

We schatten dat jaarlijks ongeveer 11 levensjaren (of YOLL, years of life lost) verloren gaan (in een bevolking van ~17000 personen) ten gevolge van blootstelling aan lokaal uitgestoten PM_{2.5}. Dit cijfer zal dalen tot ongeveer 4 verloren levensjaren in 2010. Het verschil tussen de drie toekomstscenario's is voor deze indicator erg klein. Ook het voorkomen van minder ernstige aandoeningen en symptomen zal sterk verminderen.

Het is erg verleidelijk om deze analyse verder te detailleren tot op het niveau van de individuele straat of segmenten ervan. We hebben dit doelbewust niet gedaan omdat we denken dat dit een vals beeld van nauwkeurigheid zou geven en snel zou leiden tot ongefundeerde interpretaties. Het is namelijk erg onwaarschijnlijk dat de bevolking in die straten exact overeenkomt (bv. naar leeftijd, genetische voorbeschiktheid, tabaksgebruik, socio-economische status, professionele blootstelling,, enz.) met het profiel van de bevolking uit de originele epidemiologische studie. De uiteindelijke grootte van het effect van een bepaalde blootstelling kan op significante wijze verschillen naargelang een groot aantal van deze modifierende factoren. Die factoren worden uitgemiddeld bij toepassing op een grote groep mensen (b.v. een hele stad) maar ze maken de toepassing op kleine groepen onmogelijk.

Op dezelfde manier is het erg interessant te kunnen vaststellen dat voor sommige relatief nauwe straten met een aaneengesloten hoge bebouwing, afhankelijk van hun oriëntatie ten opzichte van de windrichting, hogere pollutie concentraties worden gemodelleerd. Ook hier kunnen we deze resultaten niet op een wetenschappelijk eerlijke wijze gebruiken voor een klassieke impactanalyse omdat zulks niet compatibel is met het opzet van de originele cohort studies. Zulke grootschalige epidemiologische studies (bv. Katsouyanni, 2001; Pope 2002) tonen overduidelijk significante en waarschijnlijk ook causale effecten aan van verhoogde

blootstelling aan $PM_{2.5}$ in de stedelijke buitenlucht. In al deze studies wordt de blootstelling echter bepaald aan de hand van concentraties opgemeten in een centrale meetpost die representatief worden geacht voor de volledige stad. Wanneer we de daaruit afgeleide concentratie-effect functie zouden toepassen op de concentraties binnenin straat canyons, dan zou die gecombineerde impact veel hoger liggen dan de totale impact bekomen bij de vermenigvuldiging met de concentratie van één “typische” stedelijk meetpost. Dit is methodologisch onjuist alhoewel het mogelijk is dat $PM_{2.5}$ emissies van verkeersgerelateerde bronnen een meer dan gemiddelde bijdrage leveren tot de toxiciteit van het stedelijk $PM_{2.5}$ mengsel (Hoek, 2002).

Bovendien wordt bijna iedereen in de echte wereld voornamelijk blootgesteld aan binnenhuis concentraties. Hoe die binnenlucht concentraties kunnen gerelateerd worden aan de bekende epidemiologische eindpunten en hoe ze in verhouding staan tot de buitenluchtconcentraties vormt op dit ogenblik nog het onderwerp van intens onderzoek.

Tenslotte hebben we de blootstellingsanalyse ook uitgebreid naar de bestuurders en de passagiers van de personenwagens in het studiegebied, waarbij we gemakkelijks halve veronderstelden dat de concentraties in de voertuigen dezelfde waren als in de straat. Uit de resultaten bleek duidelijk dat alhoewel bestuurders en passagiers soms veel talrijker zijn dan de inwoners (in sommige drukke straten) dat de tijd die ze er door brachten zo kort is dat hun blootstelling gewoonlijk 10 tot 100 keer kleiner is dan de blootstelling van de bewoners. Dit laatste effect kan dus veilig worden genegeerd door de lokale beleidsmakers.

4 Besluiten

- Een drastische verlaging van de toegelaten snelheid (30 km/h ipv 50 km/h) in een relatief groot aaneengesloten gebied van residentiële straten heeft slechts een beperkt effect op de lokale emissies van $PM_{2.5}$. Van een exponentiële toename zoals die zou kunnen afgeleid worden met behulp van de Copert/MEET methodologie is in elk geval geen sprake.
- Concentraties in de onmiddellijke omgeving van kruispunten liggen wat hoger dan elders. Dit is een effect van de hier voorgestelde nieuwe emissiefuncties dat nadere studie en bevestiging verdient.

- Er werd een geïntegreerde methodologie ontwikkeld die toelaat snel emissies en concentraties te berekenen voor een set alternatieve scenario's.
- Verkeersmaatregelen in lokale mobiliteitsplannen zijn niet altijd onverkort voordelig bij het streven naar emissiereducties. Ze dienen ingrijpend te zijn om op dit vlak belangrijke effecten te bereiken.
- De hier voorgestelde methodologie is nauwkeurig genoeg om vast te stellen welke inwoners beter worden van een complex pakket van voorgestelde maatregelen en wie relatief minder goed af is.
- Er is momenteel onvoldoende data te vinden in de literatuur om ons toe te laten op een betrouwbare wijze de impacts te berekenen per straatsegment
- Er zijn ook nog te weinig epidemiologische studies die trachten rekening te houden met dynamische aspecten in de blootstelling van individuen.

Referenties

- Agostini A., Negrenti E., (2005). ISHTAR Suite: An advanced decision support tool for the integrated assessment of short and long-term measures for improving urban environment. Proceedings of the 14th International Conference „Transport and Air Pollution“ 2005, Graz
- BUWAL (2004). Handbuch Emissionsfaktoren des Strassensverkehrs. Version 2.1. CD ROM
- Cornelis E., Broekx, S., Cosemans G., Pelkmans L., Lenaers G., (2005). Impact of traffic flow and vehicle emission factor description on the uncertainty of road traffic emission calculation.
- Cosemans J., Kretzschmar J., Maes G., (1992), "The Belgian Immission Frequency Distribution Model IFDM" Proceedings of the DCAR workshop on objectives for the next generation of practical short range atmospheric dispersion models. May 6-8, 1992, Ris , Roskilde, Denmark
- Cosemans G. (2005) European Topic Centre on Air and Climate Change, Topic Centre of European Environment Agency, Long description of model 'IFDM': <http://pandora.meng.auth.gr/mds/showlong.php?id=50>
- Int Panis L., Asperges T., Bastiaens J., Beyst V., Botteldooren D., Colles A., Cornelis E., Dekoninck L., De Muer T., De Nocker L., De Vlieger I., Logghe S., Mensink C., Torfs R., Yperman I., (2003). Mobilee : a study of sustainable mobility at the local level. Environnement et Transport, R. Joumard (ed.), Actes Inrets, N° 93, 145-151.
- Hoek G., Brunekreef B., Goldbohm S., Fischer P., Van den brandt P.A., (2002): Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. The Lancet, 360, pp. 1203-1209.
- MEET 1999. MEET Methodology for calculating transport emissions and energy consumption. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. <http://www.inrets.fr/infos/cost319/#7.1>
- Pope CA III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. (2002) Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA, 287: 1132-1141.
- Katsouyanni K., Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopolis Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Anderson HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Pekkanen J, Schindler C, Schwartz J. (2001) Confounding and effect modification in the

short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology*, 12(5): 521-531

Quadstone (2003) www.paramics-online.com