



(Contract 03.1589)
DTG/OL200200207/3184/M&G

**DOORWERKEN VAN EMISSIEPLAFONDS EN
MILIEUKWALITEITSNORMEN OP DE
BRONNENCONTROLE
Compartiment lucht**

Eindrapport

Hendrik Van Rompaey, Filip Lefebre, Stefan Adriaensen, Clemens Mensink

INHOUDSTABEL

0	SAMENVATTING	1
1	INVENTARISATIE MILIEUWETGEVING EN -BELEID	2
1.1	Vlarem II	2
1.2	Milieu-effectrapport (MER)	7
1.3	NEC-richtlijn: 2001/81/EG	10
1.4	IPPC-richtlijn: 1996/61/EG	11
1.5	Afstemming IPPC-NEC	11
2	HULPINSTRUMENTEN GEBRUIKT IN VLAANDEREN.....	12
2.1	Inleiding.....	12
2.2	Inventarisatie modellen compartiment lucht	15
2.3	Matrix met modeltoepassingen en aanbevelingen.....	47
3	BEVRAGING VAN DE ACTOREN.....	50
3.1	Emissies	50
3.2	Emissiegrenswaarden	51
3.3	De relatie tussen emissies en luchtkwaliteit	52
3.4	Luchtkwaliteitsnormen	54
3.5	Hulpinstrumenten/modellen	55
3.6	Milieuvergunningen	58
3.7	Algemene opmerkingen.....	58
4	OVERLEGRONDE MET ACTOREN - COMPARTIMENT LUCHT.....	59
4.1	Knelpunt 1: Correct meenemen van achtergrond in MER-studies.....	59
4.2	Knelpunt 2: Beschikbaarheid van correcte emissiegegevens	60
4.3	Knelpunt 3: Correct gebruik van modellen en verantwoordelijkheid voor de modelresultaten.....	61
4.4	Knelpunt 4: Validatie van modellen.....	62
4.5	Knelpunt 5: Modelleren van de verspreiding van nieuwe pollutanten: POP (PAKs, Dioxines, Pesticiden, Insecticiden), zware metalen,	62
4.6	Knelpunt 6: Aanzienlijke rekentijd	63
4.7	Knelpunt 7: Late beschikbaarheid van emissiedata.....	63
5	BRONNENCONTROLE EN MILIEUKWALITEITSNORMEN VOOR HET COMPARTIMENT LUCHT: SYNTHESE EN AANBEVELINGEN.....	64
5.1	Situering	64
5.2	Lokale schaal	67
5.3	Stedelijke/regionale schaal	68
5.4	Continental schaal.....	69
6	REFERENTIES	71
7	BIJLAGEN	75

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: De Belgische emissiemaxima voor 2010.	10
Tabel 2: De emissieplafonds voor de drie gewesten en de transportsector (in kton) en de procentuele reductie t.o.v. 1990	10
Tabel 3: In Vlaanderen gebruikte modellen/tools voor de berekening van de emissies voor de sectoren verkeer, gebouwenverwarming,.....	13
Tabel 4: In Vlaanderen gebruikte luchtkwaliteitsmodellen.....	14
Tabel 5: Samenvatting van het IFDM-model.	22
Tabel 6: Vergelijking tussen het AURORA en het EURAD model.....	26
Tabel 7: Samenvatting van AURORA model, deel “regionale berekeningen”. Straatmodules zijn beschreven in paragraaf 2.2.4.....	27
Tabel 8: Vergelijking van straatniveau-modellen STREET BOX, OSPM en CAR II.....	31
Tabel 9: Gedetailleerde sectorenindeling voor alle polluenten.	33
Tabel 10: Vergelijking tussen het HARM en OPS model.....	37
Tabel 11: Samenvatting OPS model.....	38
Tabel 12: Vergelijking tussen het LOTOS en het BELEUROS model.....	41
Tabel 13: Samenvatting BelEUROS model.	42
Tabel 14: Verschillende in Vlaanderen beschikbare modellen en hun toepassingen.....	47

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Coördinatensysteem en elementen van de bi-Gaussiaanse pluim.....	18
Figuur 2: De structuur van het AURORA-model.....	23
Figuur 3: Structuur van de nesting modelopzet met het meteorologisch (ARPS) en het dispersie-model (AURORA). TM3 staat voor het globale chemie transport model van het KNMI/Universiteit Utrecht.	24
Figuur 4: Relatieve verandering in benzeen concentratie tussen de referentiesimulatie en de “Roof on the ring” simulatie waarbij in deze laatste simulatie de verkeersemisies komende van de Antwerpse ring werden weggenomen.....	25
Figuur 5: Schematische voorstelling van de basisprincipes in OSPM. Concentraties worden berekend als de som van de achtergrondbijdrage, de directe pluimbijdrage en van de re-circulatie bijdrage (figuur uit Berkowicz et al., 1997).	29
Figuur 6: Opstartscherm MOPS.	34
Figuur 7: Invoerscherm totale verzuring/vermesting.	35
Figuur 8: Totale deposities CO (1x1km).	35
Figuur 9: Vergelijking tussen de concentraties van SO ₂ , NO _x en NH ₃ in Nederland tussen de OPS en EMEP-modellen en meetgegevens van het LML (uit Velders et al. 2003).	36
Figuur 10: Het BeLEUROS modelgebied.	40
Figuur 11: Schematische voorstelling van de verticale BeLEUROS grid structuur en een klassiek concentratieprofiel van een troposferische pollutant.....	40
Figuur 12: Rekenrooster van het volledige EMEP model (50 km resolutie).	44
Figuur 13: Structuur van RAINS model (http://www.iiasa.ac.at/rains/review/index.html).46	

0 SAMENVATTING

In dit deelrapport over het compartiment lucht worden de milieuwetgeving en de implementatie in de praktijk voor dit compartiment toegelicht, waarbij de volgende aspecten werden geïnventariseerd en geanalyseerd.

1. Inventarisatie van milieuwetgeving en -beleid: In hoofdstuk 1 worden de bepalingen in de milieuwetgeving, waarin een terugkoppeling van het brongericht beleid (puntbronnen en diffuse bronnen) naar milieukwaliteitsnormering van toepassing is, geïnventariseerd en toegelicht. Hierbij werd zowel aandacht besteed aan de huidige milieuwetgeving als aan de wetgeving in ontwikkeling, zoals Europese richtlijnen en ontwerpen van decreten in Vlaanderen. De betrokken administraties worden hierover bevraagd, de resultaten van deze bevraging zijn terug te vinden onder hoofdstuk 3.
2. In gebruik zijnde instrumenten en recente evoluties: In hoofdstuk 2 worden de hulpinstrumenten (modellen, procedures, e.a.) geïnventariseerd waarover Vlaanderen beschikt voor de toetsing van emissies en verwachte emissies van gecontroleerde puntbronnen en van ongecontroleerde diffuse bronnen aan milieukwaliteitsnormen. Ook werden de hulpinstrumenten in de buurlanden en deze in gebruik in het kader van het Europees milieubeleid geïnventariseerd. Tevens werden via een gerichte bevraging van de betrokken administraties een aantal knelpunten geïdentificeerd, zowel naar de gebreken in bestaande hulpinstrumenten als naar ontbrekende hulpinstrumenten (zie verder hoofdstuk 3). Hierbij werd zowel aandacht geschonken aan de noden van de doelgroepen als van de overheid.
3. Praktijkervaringen: In hoofdstuk 3 worden de ervaringen in de praktijk met milieukwaliteitsnormen zowel bij het opmaken van plannen als bij de vergunningverlening nader toegelicht en geanalyseerd. Ook voor dit aspect werden de betrokken administraties bevraagd, zowel naar de huidige praktijkervaring als naar de ervaren knelpunten. Hierbij werden zowel de ervaren knelpunten bij de implementatie van de wetgeving als bij het gebruik van instrumenten en de praktijkervaringen bevraagd.
4. Overlegronde met de betrokken actoren: Op basis van de resultaten uit de inventarisatie- en analysefase en de bevraging van de administraties werd een discussienota opgesteld met daarin de probleemstelling en de uit de actorenbevraging geïdentificeerde knelpunten. In samenspraak met de opdrachtgever en de stuurgroep werd een olijsting gemaakt van de te betrekken actoren, zowel bij de implementatie en opvolging van de milieukwaliteitsdoelstellingen als bij het ontwikkelen en verbeteren van de hulpinstrumenten (universiteiten, studie bureaus, e.a.). De discussienota werd ter voorbereiding van de overlegronde aan de betrokken actoren verspreid. De geïdentificeerde knelpunten hadden zowel betrekking op het Vlaamse als op het lokale niveau. De discussienota en de resultaten van de overlegronde wordt in hoofdstuk 4 verder toegelicht.
5. Een synthese van de bevindingen en de hieruit afgeleide aanbevelingen voor het compartiment lucht worden tenslotte gesynthetiseerd onder hoofdstuk 5.

1 INVENTARISATIE MILIEUWETGEVING EN -BELEID

Inventarisatie milieuwetgeving en beleid op het vlak van luchtmissies (bronnencontrole) in relatie tot milieukwaliteitsdoelstellingen.

1.1 Vlarem II

1.1.1 Algemeen

De normering lucht in het kader van Vlarem titel II kan onderverdeeld worden in twee aspecten, namelijk :

1. luchtkwaliteitsdoelstellingen (immissienormen)
2. emissienormen voor geleide emissiebronnen

De luchtkwaliteitsdoelstellingen en de volledige emissienormering zijn zeer sterk geïnspireerd door de Duitse regelgeving en meer bepaald door de TA-Luft, versie 1986 (TA-Luft staat voor "*Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft*"). Er dient vermeld te worden dat op 24 juli 2002 een nieuwe versie van de TA-Luft in Duitsland van kracht geworden is waarin een vrij ingrijpende herziening van de emissiegrenswaarden werd doorgevoerd.

Het principe van Vlarem is eigenlijk een immissiegericht beleid te voeren met als doel een gezonde leefomgeving voor de mens, maar tevens andere schadelijke gevolgen van (onder meer) de luchtverontreiniging zoals bodembelasting, inwerking op fauna en flora en op materialen (monumenten, gebouwen, ...) te minimaliseren.

Hieruit volgt de noodzaak om voorzorgen te nemen door volgens de stand van de techniek de emissies te begrenzen. Voor deze laatste is tevens een strategie van bronnencontrole (emissiemetingen) voorgeschreven.

Belangrijk is tevens het algemeen principe van voorkoming, zoals vermeld wordt onder artikel 22 van het Milieuvergunningsdecreet en onder art.43§1 van Vlarem I. Artikel 22 van het Milieuvergunningsdecreet stelt bijvoorbeeld dat: "Ongeacht de verleende vergunning moet de exploitant van de inrichting steeds de nodige maatregelen treffen om schade, hinder en zware ongevallen te voorkomen en, om bij ongeval, de gevolgen ervan voor de mens en het leefmilieu zo beperkt mogelijk te houden." Hierbij dient dus gestreefd naar het voorkomen van mogelijke schade en hinder zowel door continue activiteiten als tengevolge van accidenten of zware ongevallen. Dit kan ondermeer worden nagestreefd door de toepassing van de Beste Beschikbare Technieken (BBT), die geen overmatig hoge kosten met zich meebrengen.

1.1.2 Luchtkwaliteitsdoelstellingen

In Hoofdstuk 2.5 zijn de milieukwaliteitsnormen voor "lucht" bijeengebracht. De eigenlijke normen worden in Vlarem II weergegeven onder *bijlagen 2.5.1 tot en met 2.5.7*.

Ze worden ingedeeld in de volgende groepen:

- ***Bijlage 2.5.1.***: Milieukwaliteitsnormen voor SO₂ en zwevende deeltjes, NO₂ en lood:
 - immissienormen vastgesteld door EU-richtlijnen (SO₂ en zwevende deeltjes, NO₂, lood en ozon): worden opgeheven door het in voege treden van de kader- en dochterrichtlijnen
 - overige immissienormen (afgeleid uit de TA-Luft 1986): cadmium (Cd), chloor (Cl₂), waterstofchloride (uitgedrukt als Cl⁻), koolmonoxide (CO), monovinylchloride (CH₂=CH-Cl) en waterstoffluoride (HF);
- ***Bijlage 2.5.2.***: Milieukwaliteitsnormen voor stofneerslag; deze hebben betrekking op niet-gevaarlijk stof, lood, cadmium en thallium.
- ***Bijlage 2.5.3.***: Opheven (vroegere ozon-luchtkwaliteitsnormen)
- ***Bijlage 2.5.4.***: Beoordeling en beheer van de luchtkwaliteit (omzetting van de kaderrichtlijn 1996/62/EG)
- ***Bijlage 2.5.5.***: Beoordeling en beheer van zwaveldioxide, stikstofdioxide, stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood (omzetting van de 1^{ste} dochterrichtlijn 1999/30/EG)
- ***Bijlage 2.5.6.***: Beoordeling en beheer van benzeen en koolmonoxide (omzetting van de 2^{de} dochterrichtlijn 2000/69/EG)
- ***Bijlage 2.5.7.***: Beoordeling en beheer van ozon (omzetting van de 3^{de} dochterrichtlijn 2002/03/EG)

In 1996 werd de kaderrichtlijn 96/62/EG van kracht. Deze richtlijn reviseert de voorgaande wetgeving m.b.t. luchtkwaliteit en voert luchtkwaliteitsnormen in voor pollutanten die voordien nog niet gereguleerd waren. De kaderrichtlijn legt de grondbeginselen vast van een gemeenschappelijke strategie voor het vaststellen van grenswaarden voor de luchtkwaliteit ter bescherming van mens en milieu, het monitoren van de luchtkwaliteit én legt een programma voor met als doelstelling om voor 13 pollutanten grenswaarden (en voor ozon: alarmdrempels) voor de luchtkwaliteit te formuleren.

Bij de monitoring van de luchtkwaliteit wordt de nadruk gelegd op voldoende informatie uit metingen voor een aantal zones, zoals de agglomeraties (in artikel 1.1.2, algemene definities van Vlarem II beschreven als speciale beschermingszones, dit zijn: "zones waarin de te verwachten toename van de verontreiniging ten gevolge van stedelijke en industriële ontwikkelingen moet worden beperkt of voorkomen") en zones waar het niveau van de luchtverontreiniging een welbepaald niveau bereikt (resp. onder of boven de grenswaarden bepaald in de dochterrichtlijnen).

Er worden tevens algemene eisen gesteld inzake de verbetering van de luchtverontreiniging. Een van deze eisen impliceert een geïntegreerde aanpak voor de bescherming van lucht, water en bodem.

Op basis van de luchtkwaliteitsmetingen dienen de zones waarin het niveau van de luchtverontreiniging hoger is dan de grenswaarde, verhoogd met de overschrijdingsmarge, geïnventariseerd te worden en daarvoor dient een plan of programma opgesteld te worden om de overschrijding binnen een vooropgestelde termijn te verhelpen.

Op 29 juni 1999 verscheen in het Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen de Richtlijn 1999/30 van de Raad van 22/04/1999 (de 1^{ste} dochterrichtlijn). Hierin worden (verstrengde) grenswaarden voor zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de omgevingslucht voorgesteld. Deze richtlijn werd begin 2002 omgezet naar Vlaamse wetgeving en zal bijgevolg de bestaande luchtkwaliteitsdoelstellingen voor SO₂ en zwevend stof en voor lood vanaf 1 januari 2005, en voor NO_x vanaf 1 januari 2010, vervangen. Vanaf diezelfde data wordt dan ook de gebiedsgerichte verstrenging voor speciale beschermingszones (stedelijke agglomeraties) ongedaan gemaakt. De nieuwe grenswaarden omvatten tevens grenswaarden voor de bescherming van ecosystemen en/of voor de bescherming van de vegetatie. Naast grenswaarden zijn er ook alarmdrempels voor SO₂ en NO₂ binnen bepaalde zones of agglomeraties voorzien.

De 2^{de} dochterrichtlijn (2000/69/EC) heeft betrekking op grenswaarden voor benzeen en koolmonoxide (CO). Deze richtlijn werd omgezet naar Vlaamse wetgeving in maart 2003. CO en benzeen zijn typische pollutanten die een sterke bijdrage krijgen vanuit verkeersemisies en tengevolge daarvan ook in verhoogde mate voorkomen in zones met een grote verkeersintensiteit.

In de regelgeving is, naast de klassieke grenswaarde, voorzien om een beoordeling te verrichten volgens twee beoordelingsdrempels (een bovenste en een onderste beoordelingsdrempel) waarbij bepaald wordt of de concentraties over een periode van vijf jaar binnen bepaalde zones of agglomeraties al dan niet overschreden werden.

De 3^{de} dochterrichtlijn (2002/03/EC) heeft betrekking op ozon en deze richtlijn werd omgezet naar Vlaamse wetgeving in maart 2003. Anders dan bij voorgaande pollutanten heeft ozon een maximale impact tijdens de zomermaanden (seizoensgebonden effect).

1.1.3 Emissienormen

Om de luchtkwaliteitsdoelstellingen te kunnen respecteren is het noodzakelijk de emissiekant te reglementeren. Bij de overschrijding van immissienormen is het immers dikwijls niet mogelijk de individuele oorzaken (emittoren) van de overschrijding aan te duiden.

Emissienormen daarentegen kunnen rechtstreeks gecontroleerd worden waarbij in het geval van overschrijdingen sancties mogelijk zijn.

Voor dit doel werden in Vlarem II emissienormen vooropgesteld. De emissienormen kunnen onderverdeeld worden in:

- algemeen geldende emissiegrenswaarden,
- sectorale emissiegrenswaarden.

Deze laatste gelden bijgevolg slechts voor activiteiten gebonden aan één bepaalde sector, bepaald door de van toepassing zijnde rubriek(en) van Vlarem titel I. Sectorale emissiegrenswaarden hebben voorrang op de algemene emissiegrenswaarden, m  ar de parameters die niet sectoraal genormeerd worden en die toch voorkomen in het emissiepatroon moeten bovendien uit de algemene emissiegrenswaarden overgenomen worden.

Voor de sectorale emissiegrenswaarden zijn vaak een aantal afwijkende voorwaarden van toepassing, zoals koppeling van de metingen aan een referentiezuurstofwaarde. Bovendien zijn sectorale emissiegrenswaarden, in tegenstelling tot de algemene emissiegrenswaarden, niet gekoppeld aan massastromen. Vandaar dat er een aantal sectorale emissiegrenswaarden bestaan die exact dezelfde zijn als de algemene emissiegrenswaarden. Bijvoorbeeld voor de parameter "stof" bestaat een algemene emissiegrenswaarde, die op talrijke plaatsen ongewijzigd wordt herhaald bij de sectorale emissiegrenswaarden, maar waar dus wel andere meet- en controleverplichtingen aan gekoppeld zijn.

1.1.3.1 Algemene emissiegrenswaarden

De algemene emissiegrenswaarden zijn steeds van toepassing tenzij krachtens Vlarem II afwijkende bepalingen voor bepaalde categorieën van inrichtingen gelden. Met deze laatste worden uiteraard de sectorale emissiegrenswaarden bedoeld.

Voor wat een geleide emissiebron voorstelt dient verwezen te worden naar de Vlarem-definitie terzake. Per definitie kunnen emissiegrenswaarden slechts toepasbaar zijn op geleide emissies. Niet-geleide emissies moeten op een verschillende manier gereguleerd worden. Dit kan bijvoorbeeld door een verplichting tot het omvormen naar een geleide emissiebron, of via algemene voorkomingsprincipes, codes van goede praktijk, verwijzingen naar Beste Beschikbare Technieken, Dit wordt verduidelijkt in art. 4.4.2.1 van Vlarem II, waarin overeenkomstig de beginselen van BBT wordt bepaald dat: "De installaties dienen ontworpen, gebouwd en geëxploiteerd volgens een code van goede praktijk derwijze dat de van deze installaties afkomstige luchtverontreiniging maximaal wordt beperkt en zo mogelijk zelfs wordt voorkomen." In hetzelfde artikel wordt de manier waarop dit in de praktijk dient gerealiseerd nader gespecificeerd: "De emissiebeperkende maatregelen dienen te zijn gericht zowel op een vermindering van de massaconcentratie als ook van de massastromen of massaverhoudingen van de van de installatie uitgaande luchtverontreiniging."

De algemene emissiegrenswaarden zijn steeds uitgedrukt onder de vorm van een concentratie. In de meeste gevallen geldt een grenswaarde voor een concentratie slechts vanaf een bepaalde drempelwaarde voor de massastroom (emissievracht). Met andere woorden, beneden deze (drempelwaarde voor de) massastroom is er geen verdere emissiebeperking.

Artikel 4.4.3.1  1bis van Vlarem II somt de algemene voorwaarden op waaraan de emissies van industriële installaties dienen te voldoen:

"De emissiegrenswaarden gelden:

1. voor elk emissiepunt waarvoor de (drempelwaarde voor de) massastroom, vermeld in bijlage 4.4.3, wordt overschreden;
2. wanneer voor de hele milieutechnische eenheid de massastroom, vermeld in bijlage 4.4.3, is overschreden, moet ook de gewogen gemiddelde concentratie van de emissies uit de milieutechnische eenheid voldoen aan de emissiegrenswaarden."

1.1.3.2 Sectorale emissiegrenswaarden

Deel 5 van Vlarem titel II omvat sectorale milieuvorwaarden voor ingedeelde inrichtingen. De indeling is in die mate gesystematiseerd dat de nummering van de hoofdstukken van deel 5 overeenstemt met de betrokken rubriek van Vlarem titel I.

Bijvoorbeeld, één van de belangrijke rubrieken in het kader van de reglementering rond de luchtverontreiniging betreft verbrandingsinrichtingen (stoomketels, verwarmingsketels, ...) die in Vlarem I ingedeeld werden onder rubriek 43. De overeenkomstige sectorale voorwaarden zijn bijgevolg weergegeven onder hoofdstuk 5.43.

Te onthouden is dat de sectoraal genormeerde parameters voorrang hebben op de algemene emissiegrenswaarden, maar dat indien andere, niet in de sectorale voorwaarden opgenomen parameters, die voor de betrokken sector relevant zouden zijn, overgenomen moeten worden uit de algemene voorwaarden.

1.1.4 Link tussen luchtkwaliteitsnormen en emissienormen

In de eerste versies van de Duitse TA-Luft (1964, 1974 en 1983) kwamen enkel immissievoorschriften voor en pas vanaf de versie van 1986 werden deze aangevuld met emissiegrenswaarden. Deze emissiegrenswaarden waren deels afgeleid uit de te bereiken luchtkwaliteitsdoelstellingen op basis van mathematische modellen, waarbij tevens gekeken werd naar de praktische haalbaarheid van de emissienormen binnen welbepaalde industriële toepassingen.

Het voornaamste instrument (mathematisch model), *dat in de eerste versie van Vlarem II gebruikt werd*, was de verspreidingsberekening *op basis van* het zogenoemde TA-Luft model (nomogram) dat in bijlage van de versie 1986 was weergegeven. *Bij de eerstvolgende aanpassing werd dit nomogram vervangen door het IFDM-model.*

Het IFDM model wordt in het kader van de vergunningverlening voornamelijk gebruikt voor het vastleggen van de minimum schoorsteenhoogte voor bedrijven, zowel MER- als niet MER-plichtige bedrijven. In de praktijk worden voor het vastleggen van de schoorsteenhoogte d.m.v. dit model wel een aantal moeilijkheden ervaren, zoals de gebruiksvriendelijkheid, interpretatieproblemen, ontbreken van een transparante handleiding.

Vandaag is een hele gamma mathematische modellen ter beschikking die een verband kunnen leggen tussen emissies en luchtkwaliteit. Deze worden in een afzonderlijk hoofdstuk van dit rapport besproken.

1.1.5 Preventie en toepassing van BBT

Meer en meer worden door de Vlaamse overheid de begrippen preventie en BBT (Beste Beschikbare Technieken) gehanteerd in haar milieubeleid. De vraag, of zelfs de eis, om BBT toe te passen wordt opgenomen in de algemene voorschriften van Vlarem II onder artikel 4.1.2.1. Het toepassen van BBT betekent in de eerste plaats dat iedere exploitant van een bedrijf alle mogelijke technische en economisch haalbare maatregelen treft om de milieuschade te minimaliseren. Daarnaast wordt ook de naleving van de vergunningsvoorwaarden geacht overeen te stemmen met de verplichtingen om de BBT toe te passen. In de praktijk blijken echter de vergunningsvoorwaarden niet steeds afgestemd of houden onvoldoende rekening met de beste beschikbare technieken.

Internationaal is de drijvende kracht om BBT (incl. emissiepreventie) toe te passen voornamelijk ingegeven door de Europese Richtlijn 1996/61/EG of de zogenoemde IPPC richtlijn. In de richtlijn wordt het begrip preventie als volgt omschreven: "alle passende preventieve maatregelen tegen verontreiniging worden getroffen, met name door toepassing van de beste beschikbare technieken".

1.2 Milieu-effectrapport (MER)

1.2.1 Algemeen

Milieu-effectrapportage (m.e.r.) is een instrument om de doelstellingen en beginselen van het milieubeleid te helpen realiseren, namelijk het voorzorgsbeginsel en het beginsel van preventief handelen. Milieu-effectrapportage is een juridisch-administratieve procedure waarbij vóórdát een activiteit of ingreep (projecten, beleidsvoornemens zoals plannen en programma's) plaatsvindt, de milieugevolgen ervan op een wetenschappelijk verantwoorde wijze worden bestudeerd, besproken en geëvalueerd.

M.e.r.-plichtige activiteiten zijn in principe die activiteiten die aanleiding geven tot het toepassen van de verplichte milieueffectrapportage. Overeenkomstig de Europese Richtlijn 85/337/EEG wordt de milieueffectrapportage voorgeschreven voor openbare en particuliere projecten die aanzienlijke gevolgen voor het milieu kunnen hebben. Het gaat daarbij over mogelijke gevolgen voor volksgezondheid, planten, dieren en ecosystemen, bodemkwaliteit, grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit, luchtkwaliteit, (micro)-klimaat, cultuurhistorische monumenten en het landschap, belasting van het milieu door afvalstoffen, belasting van het milieu door geluidshinder en trillingen. Het uitgangspunt bij het vaststellen van de MER-plichtige activiteiten is de ernst van mogelijke gevolgen voor het milieu.

Om niet voor elk geval te moeten beslissen of een bepaalde activiteit aan de m.e.r.-plicht onderworpen is, werd een lijst van m.e.r.-plichtige activiteiten in de besluiten van de Vlaamse regering van 23 maart 1989 vastgelegd. Het nieuwe decreet van 18 december 2002 voorziet wel een geval per geval benadering. In eerste instantie wordt hierbij

rekening gehouden met de EG-richtlijn 85/337/EEG en de wijziging ervan in 1997, die in de bijlage I categorieën van inrichtingen vermeldt die verplicht aan de milieueffectrapportage worden onderworpen en in de bijlage II de categorieën van inrichtingen die de Lid-Staten aan de milieueffectrapportage onderwerpen, indien zij van oordeel zijn dat hun kenmerken zulks noodzakelijk maken. Daar de m.e.r.-plicht voorbehouden is aan de grotere projecten is het evident dat drempels in de vorm van productieomvang, een lengte- of een oppervlaktemaat bij de meeste projecten aangegeven worden. Boven de drempel geldt de m.e.r.-plicht. Bij het bepalen van deze drempels werd met de in buurlanden gehanteerde criteria rekening gehouden. In een aantal gevallen is de m.e.r.-plicht ook nog gekoppeld aan de plaats waar de voorgenomen activiteit is gepland. Ligt die plaats in een voor het milieu kwetsbaar gebied dan is een milieueffectrapportage noodzakelijk. Verder zijn in sommige gevallen ook aanpassingen of wijzigingen van installaties of infrastructuurwerken aan de m.e.r.-plicht onderworpen. In overeenstemming met de systematiek van de m.e.r.-besluiten van 1989 zijn er twee lijsten met activiteiten waarvoor een MER wordt vereist: een lijst met milieuvergunningsplichtige activiteiten (hinderlijke inrichtingen) en een lijst met bouwvergunningsplichtige activiteiten (werken en handelingen)

1.2.2 Inhoud van een MER

In een milieueffectrapport wordt gerapporteerd over milieueffecten van een voorgenomen activiteit: de milieugevolgen voor mensen, planten, dieren, goederen, water, bodem, lucht, monumenten, de natuur en het landschap. De wettelijke eisen van de inhoud van het MER zijn bepaald in de MER-besluiten van 1989. Tijdens het conformiteitsonderzoek gaat de cel Mer van AMINAL na of het MER alle voornoemde elementen bevat en dus alle vereiste informatie verschaft. Daarom is het conformiteitsonderzoek ook een soort kwaliteitscontrole. Gezien de doelstellingen van een MER dient er met o.a. volgende elementen duidelijk rekening te worden gehouden:

1. Tijdelijke en permanente effecten dienen voor het voorgenomen project zoveel mogelijk op een kwantitatieve manier te worden aangetoond.
2. Alternatieven (vooral tracéalternatieven) gegroeid in of gekend voor de m.e.r.-procesfase (aangereikt door de deskundigen, de administratie en de initiatiefnemer zelf) zoveel mogelijk beschrijven, ze mee opnemen in de effectvoorspelling of duidelijk motiveren waarom deze desnoods verworpen werden.
3. Effecten (ook de gevoelige zones) en milderende maatregelen duidelijk situeren (op kaart met een voor iedereen werkbare schaal) m.a.w. aangeven Waar welk effect optreedt en hoe groot dat effect is en duidelijk situeren waar best welke maatregelen genomen worden om de nadelige beoordeelde effecten te milderen en desnoods hoe groot is het milderend effect
4. Effecten van het voorgenomen project beoordelen, volgens vooraf bepaalde beoordelingscriteria, alsook deze van alle in het onderzoek mee opgenomen alternatieven met inbegrip van het volledig geredimeerd project. Uiteraard dient de informatie in het MER objectief en volledig zijn en gemakkelijk terug te vinden. Het rapport moet met aandacht voor de zorg zijn samengesteld.

De bedoeling van het MER is dat dit rapport de milieu-implicaties van het beschouwde project zou aangeven en, zo mogelijk, zou kwantificeren. Hiertoe worden, uitgaande van

emissiegegevens of potentieel versturende activiteiten of handelingen, voorspellingsmethoden of mathematische modellen of berekeningen gehanteerd.

Hieruit volgt dat, in de eerste plaats, de exacte kwantificering van deze emissies of versturende factoren in het MER-rapport een zeer belangrijke rol speelt.

Emissiegegevens dienen zowel de geleide als de niet-geleide emissies te omvatten, waarbij onmiddellijk de moeilijkheid om deze laatste met voldoende nauwkeurigheid te bepalen moet benadrukt worden. Zelfs voor de geleide emissies van een nieuwe installatie, waarvan geen precedenten bestaan, is de kwantificering slechts zeer benaderend. In de meeste andere gevallen is het bepalen van de emissies met een relatief grote nauwkeurigheid te doen door de ervaring bij gelijkaardige bestaande inrichtingen. Dit is uiteraard zeker het geval bij het opstellen van een MER voor bestaande inrichtingen die aan hervergunning toe zijn, waarbij men zich doorgaans op bestaande meetgegevens kan baseren.

Het hoofddoel van een MER is de milieu-impact van de ter studie zijnde inrichting te bepalen en bijgevolg worden op basis van de emissiegegevens immissieberekeningen uitgevoerd met behulp van mathematische modellen.

Veruit het meest gebruikte mathematische model vandaag is IFDM. Vóór het op de markt brengen van IFDM in een voor PC bruikbare versie én de aanbeveling ervan voor het bepalen van de bronhoogte in Vlarem II, werd gebruik gemaakt van allerhande commercieel beschikbare of zelf geprogrammeerde modellen. Eén van de meest gebruikte modellen in het begin van de 90-er jaren was het Nederlandse PluimPlus dat vanaf 1999 grondig herzien werd. Dit betekent dat de impactberekeningen in MER'en pas redelijk consistent zijn doorgevoerd sedert het vrijwel consistent gebruiken van IFDM als dispersiemodel.

Doorgaans, maar de werkwijze is afhankelijk van de deskundige in kwestie, wordt de impact van de ter studie zijnde nieuwe inrichting bepaald in een raster rondom de inrichting waarbij de grootte van het studiegebied (en dus van het raster) afhankelijk is van de aard en het belang van de inrichting op het vlak van de emissies. Deze berekeningen resulteren in isoconcentratielijnen rond de inrichting. De berekende impact (immissieconcentraties veroorzaakt door de toekomstige emissies van het bedrijf) wordt gesuperponeerd op de actuele toestand van de luchtkwaliteit om te komen tot een evaluatie van de totale toestand van de luchtkwaliteit in de geplande situatie. In het geval van een bestaande inrichting (bij een hervergunning bijvoorbeeld) worden dispersieberekeningen uitgevoerd op basis van de totale emissies van het bedrijf en worden deze gecorreleerd met de gemeten luchtkwaliteit in de omgeving van het bedrijf.

In het geval dat de betrokken inrichting of het bedrijf op zich een aanzienlijk aandeel van de toelaatbare immissieconcentratie inneemt kan overwogen worden om beperkingen op te leggen op de emissies.

1.3 NEC-richtlijn: 2001/81/EG

Op 23 oktober 2001 werd door de Europese Commissie Richtlijn 2001/80/EG inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen, de zogenaamde NEC (National Emission Ceilings)-Richtlijn, uitgevaardigd. Hierin wordt aan de lidstaten van de EU een absoluut emissieplafond opgelegd voor de polluenten VOS, NO_x, SO₂ en NH₃.

De plafonds voor België uit de NEC-Richtlijn en de reducties t.o.v. 1990 die dit inhoudt, worden gegeven in Tabel 1.

Tabel 1: De Belgische emissiemaxima voor 2010.

Polluent	VOS	NO _x	SO ₂	NH ₃
Emissie in 2010 (kton)	139	176	99	74
Reductie t.o.v. 1990	58%	48%	73%	31%

Deze plafonds werden op de Interministeriële Conferenties Leefmilieu (vergaderingen van 25 en 31 augustus 1999, 7 oktober 1999 en 16 juni 2000) verder verdeeld in een plafond voor stationaire bronnen per gewest en een nationaal plafond voor transport. Deze verdeling wordt gegeven in Tabel 2.

Tabel 2: De emissieplafonds voor de drie gewesten en de transportsector (in kton) en de procentuele reductie t.o.v. 1990

	Transport	Vlaanderen	Wallonië	Brussel	Totaal
SO ₂	2 (-87.9%)	65.8 (-73.4%)	29 (-71.8%)	1.4 (-75%)	(98.2) 99 (-73.4%)
NO _x	68 (-57.8%)	58.3 (-41.1%)	46 (-38.4%)	3 (-35.4%)	(175.3) 176 (-48.1%)
VOS	35.6 (-71.9%)	70.9 (-50.0%)	28 (-43.3%)	4 (-34.8%)	(138.5) 139 (-58.1%)
NH ₃	-	45 (-42.4%)	28.76 (-1.2%)	-	(73.76) 74 (-31%)

Binnen Vlaanderen werden deze plafonds indicatief verdeeld over de betrokken sectoren. Naast een indicatief NEC-plafond wordt per sector tevens een NEC+-plafond gegeven. Dit is het emissieplafond dat resulteerde uit het oorspronkelijke commissievoorstel.

De NEC-richtlijn werd omgezet in Vlaamse wetgeving door het Besluit van de Vlaamse Regering van 14 maart 2003 (gepubliceerd in het BS van 14 april 2003). Door dit besluit wordt een hoofdstuk 2.10 'Beleidstaken inzake emissieplafonds voor SO₂, NO_x, VOS en NH₃' toegevoegd aan titel II van het Vlarem. Hierin worden de Vlaamse emissieplafonds vastgesteld, worden de doelstellingen van de richtlijn onderschreven en worden verantwoordelijke instanties voor de implementatie van de richtlijn in Vlaanderen aangeduid (VMM voor de emissie-inventaris en –prognoses en Aminoal voor de reductieprogramma's). De emissieverdeling over de Vlaamse sectoren werd door de Vlaamse Regering op 12 december 2003 goedgekeurd.

1.4 IPPC-richtlijn: 1996/61/EG

De Europese richtlijn 96/61/EG, beter gekend als de IPPC-richtlijn (IPPC = *Integrated Pollution, Prevention and Control*), vormt de juridische grondslag voor het voeren van een geïntegreerd beleid ter preventie en bestrijding van verontreiniging door industriële activiteiten met een groot verontreinigingspotentieel. In bijlage 1 van de richtlijn worden de activiteiten opgesomd waarop de richtlijn van toepassing is. In de indelingslijst van hinderlijke inrichtingen (bijlage 1 van VLAREM I) zijn deze activiteiten aangeduid als GPBV-inrichtingen (GPBV: Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging).

Geïntegreerde vergunningen zijn vergunningen waarbij maatregelen voorzien zijn voor een globale bescherming van de verschillende milieucompartimenten zoals lucht, water en bodem. De vergunningverlenende overheid dient deze maatregelen te baseren op de BBT enerzijds en de milieukwaliteitsnormen anderzijds. Een dergelijke geïntegreerde aanpak is in Vlaanderen reeds van toepassing als gevolg van de VLAREM-reglementering, en dit voor meer activiteiten dan opgesomd in bijlage 1 van de IPPC-richtlijn.

Voor nieuwe installaties dient het afleveren van de milieuvergunning sinds 30 oktober 1999 te gebeuren conform de vereisten van de IPPC-richtlijn. Bestaande installaties dienen uiterlijk tegen 30 oktober 2007 geëxploiteerd te worden in overeenstemming met de vereisten van de IPPC-richtlijn. Dit kan gebeuren door middel van een vergunningsaanvraag en -verlening conform de richtlijn of op passende wijze door toetsing en, zo nodig, aanpassing van de voorwaarden. Het opleggen van nieuwe voorwaarden in het kader van deze kan ook algemeen geschieden via de aanpassing van de sectorale (of algemene) voorwaarden van VLAREM II “mits een geïntegreerde aanpak en een even hoog niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel gewaarborgd zijn”.

Ook bij een belangrijke wijziging in de installatie hoort een milieuvergunning conform de richtlijn.

1.5 Afstemming IPPC-NEC

Het spreekt voor zich dat de acties die worden ondernomen in het kader van de implementatie van de IPPC-richtlijn zullen worden afgestemd op de maatregelen die nodig zijn om te voldoen aan de verplichtingen uit de NEC-Richtlijn. Hiertoe is een werkgroep opgericht waaraan onder meer vertegenwoordigers van zowel de provinciale afdelingen van de Afdeling Milieuvergunningen als van de Sectie Lucht van Aminabel deelnemen. De maatregelen die nodig zijn om de NEC-doelstellingen te realiseren worden dan opgelegd via het instrument dat geselecteerd is in het kader van de IPPC-implementatie (de milieuvergunning of een herziening van de sectorale voorwaarden).

2 HULPINSTRUMENTEN GEBRUIKT IN VLAANDEREN

2.1 Inleiding

Het beleid ter bepaling van luchtkwaliteit in Vlaanderen wordt ondersteund door verschillende acties, waaronder het opstellen en gebruiken van computermodellen. Deze modellen trachten enerzijds de huidige status van vervuiling te controleren d.m.v. emissiegegevens voor verschillende sectoren, maar zijn ook een belangrijk hulpmiddel voor het uitwerken van extrapolaties in de toekomst, met aannames of voorspellingen voor de verschillende sectoren (verkeer, huisverwarming, landbouw, chemische sector, enz.). Hierna wordt een overzicht gegeven van de in Vlaanderen beschikbare modellen. Aansluitend wordt ook een beschrijving gegeven van het belangrijke RAINS-model dat op Europees niveau wordt gebruikt bij de uitwerking van het Göteborg protocol en de NEC-richtlijn (2001/81/EG).

De besproken modellen zijn instrumenten die frequent ingezet worden ter evaluatie van het milieubeleid compartiment lucht en bevatten zowel emissie- als immissiemodellen. De modellen opereren allen binnen het eigen toepassingsgebied, met eigen schaal, eigen invoerparameters, fysische principes en pollutanten. Een overzicht van deze modellen wordt gegeven in Tabel 3 en Tabel 4. Niet alle modellen zullen hierna in detail worden besproken. Bijvoorbeeld de statistische luchtkwaliteitsmodellen SMOGSTOP en OVL zullen niet worden besproken omdat deze modellen niet expliciet de link tussen emissies en immissies voorstellen. Ook de analysetool EMIAD dat toelaat immissie- en meteogegevens van de VMM te analyseren wordt hier niet besproken.

Bij de emissiemodellen zijn verschillende modellen beschikbaar voor de emissies van het wegverkeer (TEMAT, COPERT, MIMOSA). Onlangs werd het GEOGREMIS tool ontwikkeld voor de ruimtelijke spreiding van de brandstofverbruiken per energiedrager voor de sectoren gebouwenverwarming, land –en tuinbouw en de tertiaire sector. Deze tool berekent geen emissies maar aan de hand van emissiefactoren kunnen gemakkelijk emissies per gemeente of per km² worden berekend. Industriële emissies worden op basis van de emissiejaarverslagen van de bedrijven bepaald.

Uit de pool van emissie –en immissiemodellen voor het compartiment lucht zijn de modellen geselecteerd die in Vlaanderen bij beleidsondersteuning, planningsdoelseinden, vergunningsaanvragen en MER-studies nuttig en inzetbaar gebleken zijn: de drie modellen MIMOSA-TEMAT-COPERT voor emissieberekeningen van het verkeer, IFDM voor lokale concentratieberekeningen rond bijvoorbeeld industriële schoorstenen, AURORA voor gedetailleerde regionale en stedelijke luchtkwaliteitsberekeningen met inbegrip van de straatmodules OSPM/STREET BOX, OPS gericht naar verzuring, vermisting en verspreiding van diverse verontreinigende stoffen op regionale schaal (Vlaanderen) en BeEUROS ter ondersteuning van het beleid inzake ozon en fijn stof. Het merendeel van deze modellen is geïnstalleerd/beschikbaar bij de Vlaamse overheid.

Tabel 3: In Vlaanderen gebruikte modellen/tools voor de berekening van de emissies voor de sectoren verkeer, gebouwenverwarming, land –en tuinbouw en de tertiaire sector.

Model	Ruimtelijke schaal	Sector	Tijdsbereik	Tijdsresolutie	Polluenten	Toepassing	Ontwikkelaar	Gebruikers
MIMOSA	straat, stad, regio (emissies per wegsegment of per km ²)	Verkeer	uur tot jaar	uur tot jaar	CO, NO _x , PM10, SO ₂ , CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , NH ₃ , NMVOC en de zware metalen Pb, Cu, Cr, Ni, Se, Zn en Cd	planning, wegenwerken, beleidsondersteuning, input luchtkwaliteitsmodellen	Vito	overheid (VMM, AMINAL) + Vito (in opdracht van overheid en bedrijven)
TEMAT	1 cijfer voor Vl	Verkeer	scenario's, meerdere jaren	1 jaar	CO ₂ , CO, NO _x , VOS, PM10, SO ₂ , Pb, CH ₄ , N ₂ O, NH ₃ , Dioxines, Furanen	scenarioberekeningen, evaluatie technologische evoluties	Vito	Vito (in opdracht van overheid en bedrijven)
COPERT	1 cijfer voor Vl	Verkeer	1 jaar	1 jaar	Idem MIMOSA als	emissie-inventaris	EEA	VMM + studiebureau's gebruiken emissiefuncties uit Copert (MEET)
GEOGREMIS	gans Vlaanderen per gemeente of per km ²	Gebouwenverwarming, land – en tuinbouw, tertiaire sector	1 jaar	1 jaar	Brandstofverbruik per energiedrager		Vito	VMM

Tabel 4: In Vlaanderen gebruikte luchtkwaliteitsmodellen.

Statistisch/ Analyse-tool/ Fysisch	Model	Ruimtelijke schaal	Tijdsbereik	Tijdsresolutie	Polluenten	Toepassing	Ontwikkelaar	Gebruikers
Statistisch	SmogStop	puntlocatie	3 dagen	Uur	ozon	voorspelling	Vito	overheid (IRCEL)
	OVL	puntlocatie	1 dag	Uur	PM ₁₀ , NO _x	voorspelling	Vito	overheid (IRCEL)
Analysetool	EMIAD	lokaal	Jaar	Half uur	niet-reactieve polluenten	analyse tool	Vito	overheid (VMM)
Fysisch (Gaussiaans, Langrangiaans, Euleriaans)	PCPuff	lokaal	enkele minuten	Seconden, minuten	niet-reactieve polluenten	geurhinder, incidentele lozingen	Vito	Vito, industrie
	IFDM	lokaal	Jaar	Uur	niet-reactieve polluenten	MER, planning, wetgeving	Vito	Vito, industrie, gezondheidsinspectie, studieburelen
	OSPM	straatniveau	Jaar	Uur	Passieve + NO ₂	concentraties in de straatcanyon	NERI	Vito/NERI + licentiehouders
	STREET BOX	straatniveau	Jaar	Uur	Passieve + NO ₂	concentraties in de straatcanyon	Vito	Vito
	ARPS	regionaal & stedelijk (zoom tot op 1 x 1 km)	episode(1 week) tot jaar	Uur	alleen meteorologie (input voor AURORA)	meteo input AURORA, windenergie, winderosie	University of Oklahoma	Vito + tientallen internationale gebruikers => http://www.caps.ou.edu/ ARPS/index_flash.html
	AURORA	regionaal & stedelijk (zoom tot op 1 x 1 km)	episode(1 week) tot jaar	Uur	ozon en fijn stof componenten + passieve tracers	studiemodel, planning, scenario-analyse	Vito, University Lausanne, University of Albany (NY, USA), Atm. and Env. Res. (MA, USA)	Vito
	OPS	Vlaanderen (receptor-based)	Jaar	Maand, jaar	Passieve + sulf/nitr/ammon.	beleid (verz., verm., dioxines)	RIVM en Vito	overheid (VMM) + Vito/RIVM
	BelEUROS	Europa (60 x 60 km met zoom van 15 x 15 km in Vlaanderen)	maand tot jaar	Uur	troposferische ozon en fijn stof	beleid (ozon en fijn stof)	RIVM, Vito en Atm. and Env. Res. (MA, USA)	overheid (IRCEL) + Vito/RIVM

Na de beknopte beschrijving van enkele modellen zal aan de hand van een overzichtelijke matrix een overzicht worden gegeven van toepassingen in de verschillende stappen van het beleid (beleidsvoorbereiding/wetgeving, controle/evaluatie, planning, vergunning).

2.2 Inventarisatie modellen compartiment lucht

2.2.1 Emissiemodellen verkeer (TEMAT/COPERT/MIMOSA)

Voor de berekening van de verkeeremissies beschikt Vlaanderen over de modellen COPERT, TEMAT en MIMOSA. COPERT en TEMAT berekenen emissiewaarden voor een ganse regio voor een gans jaar op basis van wagenpark –en kilometergegevens terwijl MIMOSA geografische en temporeel opgesplitste emissies berekent. TEMAT, COPERT en MIMOSA berekenen geen emissies komende van rem –en bandenslijtage.

COPERT

COPERT (Ntziachristos, L. and Samaras, Z., 2000) is het model dat door de VMM wordt gebruikt voor de jaarlijkse inventaris van de totale Vlaamse emissies op basis van inputgegevens aangeleverd door het VITO. Inputgegevens bestaan voornamelijk uit wagenparksamenstellingen, kilometrages en brandstofeigenschappen. Het COPERT-model werd ontwikkeld in opdracht van de European Environment Agency en wordt door verschillende Europese landen gebruikt voor de emissie-inventaris van het wegtransport. Het model is vrij beschikbaar maar het verzamelen en up-to-date houden van de inputgegevens is arbeidsintensief. De berekeningen zijn gebaseerd op de basisformule:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Emissie} & = & \text{aantal voertuigen} & \times & \text{activiteit} & \times & \text{emissiefactor} \\ \text{[g/j]} & & \text{[aantallen]} & & \text{[km/voert/j]} & & \text{[g/km]} \end{array}$$

TEMAT

Het TEMAT-model (Transport Emission Model to Analyse (non-) Technological measures) werd ontwikkeld door Vito en bezit naast modules voor de emissieberekeningen, bijkomende modules die toelaten om prognoses van het voertuigenpark te berekenen t.e.m. bijvoorbeeld 2020. Voorspellingen gebeuren op basis van het historische park, de overlevingscurven en jaarkilometrage per voertuigcategorie, en de toekomstige mobiliteitsvraag aan de hand van groeivoeten.

De combinatie van gedetailleerde gegevens over het voertuigenpark, jaaractiviteiten en emissiefactoren resulteert in de globale uitstoot van verschillende pollutanten (De Vlieger e.a., 2000). Het brandstofverbruik wordt afgeleid uit de berekende CO₂-uitstoot, rekening houdend met de onderste verbrandingswaarde (calorische waarde of energie-inhoud) van de verschillende brandstoffen (benzine, diesel, LPG, ...).

De doorrekening van een maatregel of een combinatie van maatregelen wordt binnen TEMAT gedefinieerd als een scenario. Men stelt een scenario samen door een

combinatie van inputtabellen te kiezen. Men heeft een keuzemenu voor de verschillende tabellen zoals:

- o De tijdsperiode van berekening;
- o Het aantal voertuigen van een bepaald type;
- o De opdeling van dit aantal over de verschillende emissienormen;
- o De leeftijdsdistributie van die verschillende voertuigen;
- o Hun specifieke jaarkilometrage;
- o De mobiliteitsvraag (in voertuigkilometer);
- o De verdeling van afgelegde kilometers over verschillende wegtypes;
- o

De invulling van die tabellen laat toe het voertuigenpark en de afgelegde kilometers per jaar te specificeren naar jaartal, brandstof, de leeftijd van het voertuig, de emissienorm of technologie, het wegtype, de verkeerssituatie, de cilinderinhoud of de tonnage.

Bij de berekening combineert TEMAT deze inputtabellen met tabellen met emissiefuncties. Deze functies geven de uitstoot van een bepaalde pollutant in functie van de snelheid.

Deze functies worden bekomen uit de Europese studie MEET (MEET, 1999), Vito-metingen of bijkomende recente informatie (ARTEMIS, EU-project). Voor sommige pollutanten zijn enkel constante factoren beschikbaar. De emissiefactoren variëren met het jaartal, de brandstof, de leeftijd van het voertuig, de emissienorm, het wegtype, de verkeerssituatie, de cilinderinhoud of de tonnage. Er zijn aparte emissiefactoren voor de warme emissies, koude start emissies en VOS-verdampingsemissies. De functies voor deze emissiefactoren worden ingevuld rekening houdend met de Vlaamse situatie, bijvoorbeeld inzake de gemiddelde snelheden per voertuigcategorie, het aantal koude starts per dag per voertuigcategorie, en de klimatologische omstandigheden. TEMAT laat ook toe extra emissies, zijnde emissies die vrijkomen bij de productie en het transport van brandstoffen, te berekenen.

MIMOSA

Het MIMOSA verkeersemissemiddel (Mensink e.a., 2000; Lewyckij e.a., 2002; Lefebvre e.a., 2003) berekent emissies op basis van mobiliteitscijfers komende van verkeersstroommodellen of telgegevens (gebruik van AWW telgegevens voorzien in MIMOSA 3 update, najaar 2004). Het model werd door Vito ontwikkeld in opdracht van de Vlaamse overheid. Het model berekent geografisch en temporeel opgesplitste emissies op basis van verkeersstromen beschreven door het aantal voertuigen per tijdseenheid en hun snelheden. Wagenparkgegevens worden aangeleverd door TMEAT. Beide modellen, TEMAT en MIMOSA, worden momenteel op elkaar afgestemd. Emissies worden berekend voor de luchtverontreinigende stoffen die in de Europese richtlijnen (1999/30/EC en 2000/69/EC) zijn gereguleerd zoals CO, NO_x, NMVOC, fijn stof, en SO₂, alsook de broeikasgassen CO₂, N₂O, CH₄, NH₃ en de zware metalen Pb, Cu, Cr, Ni, Se, Zn et Cd.

Toepassingen

Het MIMOSA-model wordt door Vito o.a. gebruikt in combinatie met het AURORA luchtkwaliteitsmodel. Een recente toepassing ervan is gebeurd in het Europese

onderzoeksproject BUGS (<http://www.vito.be/bugs>) waarin de invloed van groen en stadspatronen/ruimtelijke ordening op de luchtkwaliteit werd onderzocht door middel van scenario-evaluatie aan de hand van verkeersstroommodellen, het MIMOSA-emissiemodel en AURORA.

Het MIMOSA-model werd ook gebruikt bij de evaluatie van het Masterplan Antwerpen, deelaspect lucht, alsook voor de stad Gent tijdens het uitvoeren van de milieutoetsing van het mobiliteitsbeleid.

In de nabije toekomst zal TEMAT/MIMOSA ook worden gebruikt voor de Emissie Inventaris Lucht en voor het doorrekenen van scenario's in het kader van MIRA-S.

Vergelijking MIMOSA-COPERT-TEMAT

De MIMOSA formuleringen zijn gelijkaardig aan de COPERT/TEMAT-methodologie (statische emissiefactoren) maar worden toegepast met andere inputgegevens (i.e. voor elk gegeven wegsegment, gemeten of gemodelleerd) en met mobiliteitsfracties (mobiliteitsfracties zijn gelijk aan wagenparkfracties gewogen met typische kilometrages voor elke type voertuig) komende van TEMAT.

Voorlopige vergelijkingen geven aan dat beide type modellen gelijkaardige schattingen van de verkeeremissies geven maar dat nog belangrijke verschillen tussen beide modellen verstaan, hoofdzakelijk te wijten aan verschillen in het meegenomen volume verkeer alsook de berekening van de koude start emissies. Er is een update voorzien in MIMOSA III (najaar 2004) waar ook zal gekeken worden naar de afstemming met de officiële brandstofverkoop –en mobiliteitsgegevens.

2.2.2 IFDM

Situering

In de jaren 60 van de vorige eeuw bestudeerden de meteorologen Bultynck en Mallet met de 120 meter hoge meteorologische mast op het terrein van het Studiecentrum voor Kernenergie te Mol (SCK/CEN) het vermogen van de atmosfeer om schoorsteeneffluenten te verdunnen onder verschillende meteorologische situaties. Dit gebeurde omdat destijds verwacht werd dat bij een massale aanwending van kernenergie voor de productie van elektriciteit grote hoeveelheden radioactieve edelgassen zouden vrijkomen, die via schoorstenen zouden moeten geloosd worden.

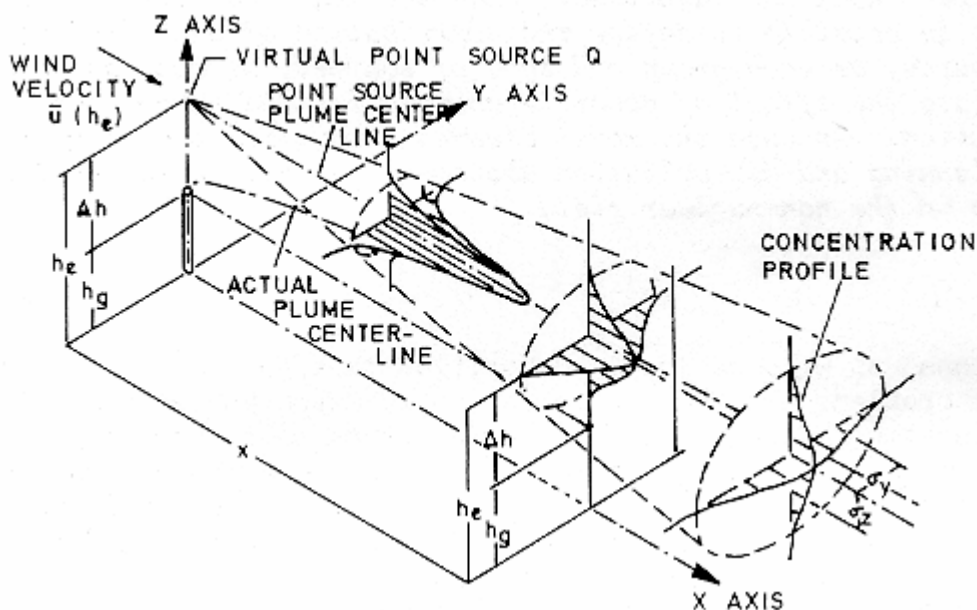
Begin jaren '70 werd, op vraag van de Belgische Federale overheid, de kennis van SCK/CEN i.v.m. atmosferisch transport en dispersie toegepast op niet nucleaire problemen. Meer bepaald ter ontwikkeling van **'een computermodel dat in staat is voor meerdere bronnen in industrieel en verstedelijkt gebied de ruimtelijke en tijdsgebonden niveau's van luchtvervuiling te bepalen, ten gevolge van emissies afkomstig van bestaande industrie, gebouwenverwarming en andere bronnen van verontreiniging, en voorspellen wat de mogelijke effecten op deze niveau's door het toekennen van bepaalde reductiemaatregelen voor industriële complexen, elektriciteitsopwekking, groene huizen, door nieuwe industrie toe te staan /of door het reguleren van brandstofsamenstellingen en gebruik voor de industrie en**

verwarming'. De eerste praktische uitdaging bestond in het voorspellen van het effect op de luchtkwaliteit van de stad Antwerpen en de omgeving bij implementatie van een nieuwe olieraffinaderij met als belangrijkste SO₂-lozingspunt twee schoorstenen van elk 150 meter hoogte. De eerste versie van het Immissie Frequentie Dispersie (IFDM) Model was een feit en alle verdere ontwikkeling van het model is hierop gebaseerd.

Beschrijving

IFDM (Cosemans et al., 1996a,1996b; Cosemans en Kretzschmar, 2000,2001) is een bi-Gaussiaans dispersiemodel (Figuur 1) met de dispersieparameters van Bultynck-Malet, welke typisch zijn voor de atmosferische verspreidingscondities in Vlaanderen (en West Europa). Een typische modellering gebruikt één jaar uurlijkse meteorologische parameters en de emissies van één bepaalde niet-reactieve¹ pollutant door punt- en oppervlaktebronnen.

Eventueel kan met behulp van tijdreeksen van gemeten halfuurlijkse ozon en NO₂ immissies van het telemetrisch meetnet, het fotochemische evenwicht tussen berekende NO-immissies, lange-afstands NO₂ en beschikbaar ozon meegenomen worden met IFDM. Zulke berekeningen werden reeds in 1982 met IFDM uitgevoerd, in onderaanneming van het Engelse METRA. De nodige scheikundige evenwichtsconstanten kwamen van Derwent, de ozonmetingen uit Nederland. Deze bijkomende NO₂-ozon modellering maakt echter geen deel uit van de commerciële IFDM-licentie.



Figuur 1: Coördinatensysteem en elementen van de bi-Gaussiaanse pluim.

¹ Het begrip *niet-reactieve* moet begrepen worden binnen de ruimtelijke schaal van het model, i.e. maximaal 20 op 20 km gecentreerd rond de te bestuderen bron. Binnen deze schaal kunnen bepaalde licht-reactieve pollutanten zoals SO₂ beschouwd worden als niet-reactief. Het model is veelvuldig gebruikt voor de verspreiding van zware metalen zoals kwik en lood gebonden aan stofdeeltjes uit de rookgassen alsook voor de verspreiding en depositie van dioxines en andere vluchtige organische componenten.

Puntbronemissies kunnen variëren in de tijd volgens een aantal werkregimes per week. De emissies uit oppervlaktebronnen kunnen variëren in de tijd volgens een dagcyclus (verkeer), of in functie van de buitentemperatuur via een graaddagensysteem (verwarming). Het model berekent, per receptorpunt, een tijdreeks van de immissie veroorzaakt door alle gespecificeerde bronnen en berekent daaruit het jaargemiddelde en de percentielen voor uurgemiddelde of daggemiddelde concentraties. Er worden hoge resolutie meteorologische data gebruikt: 1° of 2° voor windrichting, 1 m/s voor de windsnelheid (hoogte 69 m) en 7 stabiliteitsklassen gebaseerd op de temperatuurgradiënt gemeten tussen 114 m en 8 m boven de grond te Mol.

Met IFDM kan de impact van één enkele bron **P** in een industrieel of stedelijk gebied met meerdere bronnen van een pollutant bepaald worden als volgt: de impact van bron **P** is het verschil in jaargemiddelde en percentielen ten gevolge van de emissies alle bronnen, en van alle bronnen zonder behalve bron **P**.

Omstreeks 1990 wordt het technisch mogelijk de IFDM code van mainframe naar PC over te brengen, en om rond deze rekencode een gebruikersinterface te ontwikkelen. Dit resulteerde in IFDM-PC. De gebruikersinterface laat routinmodellering toe voor overheid, industrie en milieudeskundigen. Hiervoor wordt het model commercieel beschikbaar gesteld.

De gebruikersinterface is ontwikkeld op basis van 15 jaar IFDM modellering voor reële situaties, met honderden verschillende bronnen en diverse emissiescenario's. De gebruikersinterface laat op eenvoudige wijze data-entry toe en bevat een uitstekend boekhoudsysteem voor huidige en reeds uitgevoerde berekeningen. Eenheden zijn aanpasbaar voor input en outputdata. Resultaten van berekeningen zijn op verschillende wijzen manipuleerbaar. Deze resultaten worden door de interface grafisch gerepresenteerd zonder gebruik te moeten maken van externe software.

Toepassingen

Gedurende de periode 1975-1981 werd het Nationaal R&D programma 'Leefmilieu-Lucht' door de overheid gesteund. Binnen dit programma werd aangetoond dat IFDM in staat is de bestaande luchtkwaliteit Antwerpen en Gent te reproduceren. Modelresultaten stemden goed overeen met de daggemiddelde SO₂-metingen van het Zwavel-Rookmeetnet van het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (IHE) en met de halfuurgemiddelde SO₂-metingen van het Automatisch Netwerk voor Luchtkwaliteit van het IHE. De emissiegegevens voor deze berekeningen werden verzameld door het Stadslaboratorium Antwerpen (SLA) en door Universiteit Gent (RUG), voorlopers van de huidige Emissie Inventaris van de Vlaamse Regio (EIVR). De modelvalidaties zijn gerapporteerd in de wetenschappelijke tussen- en eindrapporten van het R&D programma Leefmilieu-Lucht.

In het R&D programma was er ook een multidisciplinaire studie over de verspreiding en depositie van zware metalen rond een non-ferro bedrijf met als specifieke pollutant Antimoon. Tijdens dit meerjarig programma bleek ten eerste, dat de (meetbare) antimoon emissie door de schoorstenen slechts een marginale bijdrage leverde tot de antimoonconcentraties in de omgevingslucht. De concentraties in de omgevingslucht werden vooral bepaald door de zeer moeilijk te meten ongecontroleerde fugatieve emissies. Via omgekeerde modellering (gecombineerd met SF₆ tracer-experimenten)

werden de fugatieve emissies per productiestap bepaald. Door deze emissies te combineren met de tijdreeks van de activiteiten binnen het bedrijf, kon een tijdreeks van de emissies door het bedrijf worden opgesteld. IFDM berekeningen met deze tijdreeks van emissies door het bedrijf en met de synchroon gemeten meteorologische gegevens leverden immissies op, welke aan de gemeten immissies werden getoetst.

Na 1981 verdwijnt de interesse voor luchtkwaliteitmodellering bij de overheid en blijft de R&D groep rond modellering actief met nationaal en internationaal contractwerk gerelateerd aan atmosferische dispersie. De impact van verschillende mogelijke emissievergunningssystemen door de stad Antwerpen op de uiteindelijke SO₂-verontreiniging in Antwerpen stad en industriegebied daar één van.

In de late jaren '80 wordt IFDM stilaan een routine instrument voor België bij de toekenning van emissievergunningen en de vernieuwing ervan. Later worden de principes gehanteerd binnen IFDM opgenomen in VLAREM II, de Vlaamse wetgeving inzake milieubeheer en milieuvergunningen. Het model wordt ondertussen in licentie gebruikt door tientallen bedrijven en milieuconsulenten.

Vergelijkingen-Validatie

In 1990 werden door het Joint Research Centre (JRC) in Ispra (Italië) specialisten inzake de modellering van luchtkwaliteit vanuit heel Europa bijeengeroepen. Tot de uitgenodigden behoorde Jan Kretzschmar van Vito, Mol, die sinds 1972 de drijvende kracht is achter (ondermeer) IFDM. Uit deze bijeenkomst te Ispra is een "Initiatief voor Harmonisering inzake Atmosferische Verspreidingsmodellen voor Vergunningverlening in Europa" ontstaan. Het initiële doel was de in Europa gebruikelijke modellen te toetsen aan een aantal experimentele gegevens (in hoofdzaak SF-6 tracer experimenten uit de jaren 70). De meest relevante data-set voor Vlaanderen (dat geen skioorden of Noord-Amerikaanse prairies heeft) is betreft de verspreiding van SF6 vanaf een 100 m hoge TV-zendmast over Kopenhagen. De gegevens van dit experiment worden door IFDM zeer goed voorspeld, en IFDM was, in vergelijking met andere modellen die zich aan deze dataset waagden, veruit superieur (Maes et al., 1995).

Via deelname aan verschillende COST²-projecten, waaronder 710, "*Harmonisation in the pre-processing of meteorological data for dispersion models*", kon worden vastgesteld dat de fysica waarop IFDM gebaseerd is, inderdaad state-of-the-art is.

² COST is the acronym (in French) for "European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research". It is a framework for international research and development cooperation, allowing to coordinate national research at European level.

Vito heeft deelgenomen / neemt deel aan volgende acties:

COST 615: CITAIR - Database, Monitoring and Modelling of Urban Air Pollution;

COST 710: Harmonisation in the pre-processing of meteorological data for dispersion models;

COST 715: Urban Meteorology applied to Air Pollution Problems;

COST 719: The use of geographic information systems in Climatology and Meteorology.

Beperkingen

IFDM is bedoeld voor routineberekeningen voor vergunningverlening. Dit houdt in:

- gebruikt een tijdreeks van uurgemiddelde meteorologische gegevens over één jaar;
- gaat uit van een steady-state toestand gedurende elk uur.

Wat belangrijk is zijn de gesimuleerde jaargemiddelden en hogere percentielen.

Alhoewel men met IFDM berekeningen kan maken voor korte periode van één of meerdere meteorologische situaties, moet men hierbij toch voorbehoud maken wat volgende aspecten betreft:

- lage windsnelheden: bij een windsnelheid van 1 m/s zal het materiaal uit een bron, die juist begint te lozen) gedurende één uur over hooguit 3600 m van de bron geraakt zijn. (En gemiddeld maar 1800 meter.) Bij nog lagere windsnelheden gebruikt IFDM een substituut-waarde van 1 m/s, omdat anders de bi-Gaussiaanse pluimformule niet mag gebruikt worden. (Modellering onder zulke omstandigheden kan nodig bij mogelijk accidentele lozingsen, maar dit vergt een puff-model (drie-gaussiaans) en meteorologische gegevens per minuut of per 5 minuten ...)
- grote afstand: de IFDM-formulering is bestemd om gebruikt te worden tot maximaal 20 à 30 kilometer van de bron. Bij grotere afstanden moet rekening gehouden worden met een beperkte verticale diffusie, de zogenaamde menghoogte of diepte van de menglaag. Bij IFDM wordt daarmee geen rekening gehouden. Uit gevoeligheidsanalyses bleek dat, op korte afstand van de bron, de fout veroorzaakt door geen rekening te houden met de menglaag kleiner is, dan de fout die veroorzaakt door onzekerheden op de juiste menglaagdiepte.
- Emissiegegevens:

Alhoewel de EIVR emissiegegevens van zeer veel bronnen en polluenten beschikt, zijn deze gegevens niet direct bruikbaar voor gebruik in IFDM.

Het bruikbaar maken van deze gegevens is niet triviaal. Voor IFDM moeten alle gegevens inzake het lozingspunt een juiste numerieke waarde hebben. De gegevens zijn:

1. Ligging van de bron in Lambert-coördinaten tot 10 m nauwkeurig
2. Hoogte van de bron
3. Inwendige diameter van de schoorsteenmond
4. Rookgasvolume
5. Temperatuur van de rookgassen
6. Polluentdebiet of massa.

Tijdens de studies ROM-Gent-Kanaalzone en ROM-Linkerover, uitgevoerd in opdracht van de provincie Oost-Vlaanderen, kon vastgesteld worden hoeveel werk er nodig is in de voorbereiding van de emissiegegevens.

Samenvatting

Tabel 5: Samenvatting van het IFDM-model.

Algemene bespreking	Bi-Gaussisch pluimmodel, dispersieparameters Bultynck-Malet (specifiek voor Vlaanderen), receptorpunten, analytisch model, commerciële versie bevat tijdreeksen van uurgemiddelde meteo voor 3 verschillende jaren
Ontwikkelaar	Vito
Gebruikers en toepassingen	Vito (onderzoek, opstellen actieplannen, opsporen bronnen, optimaliseren meetcampagnes) administraties (milieu-inspectie) studieburelen, industrie (milieu-effecten-rapportering, vergunningen)
Beschikbaarheid	In licentie bij Vito beschikbaar
Schaal - Geografisch gebied	20 x 20 km, ruimtelijke resolutie tot 100 m tot 100 m (fysisch) zinvol Vlaanderen, alhoewel ook goede resultaten tijdens internationale vgl. studies
Polluenten	Niet-reactieve polluenten + eenvoudige NO-NO ₂ -O ₃ chemie (maakt geen deel uit van commerciële IFDM-licentie)
Emissies	Meerdere punt, oppervlakte- en lijnbronnen met tijdsvariabele emissies
Tijdshorizon	Scenario's mogelijk indien geschikte emissies/achtergrondconcentraties (commerciële versie gebruik 1 constante jaargemiddelde waarde)
Rekentijd / platform / afhandeltijd	Minuten / PC / afhankelijk van complexiteit bronnenconfiguratie en van kwaliteit emissiegegevens (kwaliteitscontrole) + expertise gebruiker
Nauwkeurigheid	Internationale vergelijking SF6 Kopenhagen: IFDM: 12 % op uurgemiddelde maxima onder de pluim, 1 % op 'crosswind integrated concentrations'. Validatie Gent 1981: Meestal binnen 10% op jaargemiddelden en percentielen.
Input	Puntbronnen: ligging bron, hoogte bron, inwendige diameter schoorsteenmond, rookgasvolume, temperatuur van de rookgassen, pollutentdebiet of massa, tijdsafhankelijkheid Oppervlaktebronnen, lijnbronnen: ligging, afmetingen en tijdsafhankelijkheid van de emissies (inclusief graaddagen-systeem voor emissies van ruimteverwarming)
Output	Tijdsreeksen, gemiddelden en percentielen van uur-, dag-, en maandgemiddelden voor de rekenperiode van één uur tot één jaar.
Vergelijking andere modellen	10-tallen modellen beschikbaar in Europa: AUSTAL86, TA-Luft, ISCST2 (EPA), OML (NERI), OPS (RIVM), PLUIMPLUS (TNO), STACKS (KEMA), UK-ADMS (CERC), ...
Beperkingen/ Aandachtspunten	Beschikbaarheid geschikte achtergrondwaarden (in het kader van een toetsing aan de EU-richtlijnen) Niet-reactieve polluenten/kwaliteit en representativiteit van meteorologische gegevens en emissiegegevens.

2.2.3 AURORA

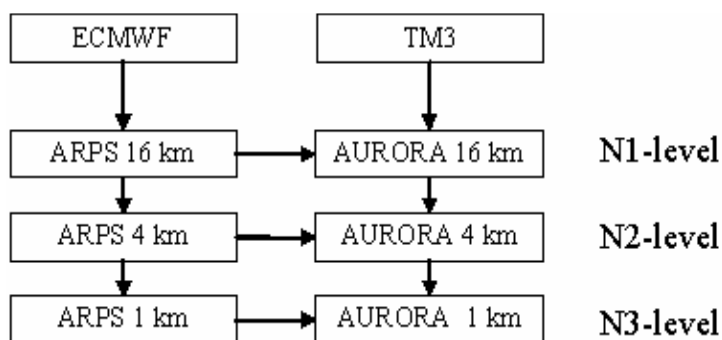
Situering

AURORA – Air quality modelling in Urban Regions using an Optimal Resolution Approach – (Mensink et al., 2001; Lefebvre et al., 2003) is een state of the art computermodel, ontworpen voor de invulling van het Europees beleid (Richtlijn 1996/62/EG van de raad van 27 september 1996) inzake evaluatie van luchtvervuiling in verstedelijkte gebieden.

Het model is reeds verschillende malen toegepast, gevaloriseerd en vergeleken met andere, gelijkaardige modellen of gedeeltes daarvan.

Het eigenlijke hart van AURORA is EDM of het Euleriaans Dispersie Model. Dit model maakt gebruik van zeer recent ontwikkelde en geoptimaliseerde rekenschema's, dewelke een performante rekenwijze garanderen. Deze schema's zijn uitgebreid getest en vergeleken met andere modellen (Mensink et al., 2001), alsook analytische oplossingen ervan. Deze vergelijking toont aan dat de rekenschema's voldoen aan de vereisten. Het uiteindelijke resultaat is een hypermodern en sterk geoptimaliseerd algoritme voor verspreiding van pollutanten in de atmosfeer (advectie/diffusie en chemische interacties) geïmplementeerd in AURORA.

Voor de regionale berekeningen worden opeenvolgende berekeningen met steeds hogere resolutie uitgevoerd, zowel met het meteo-model als met het dispersie-model. Op deze manier ("nesting") worden groot-schalige meteo en concentratie invloeden meegenomen. De interacties tussen het ARPS en het AURORA model alsook de interacties tussen de verschillende resoluties is schematisch weergegeven in Figuur 3.

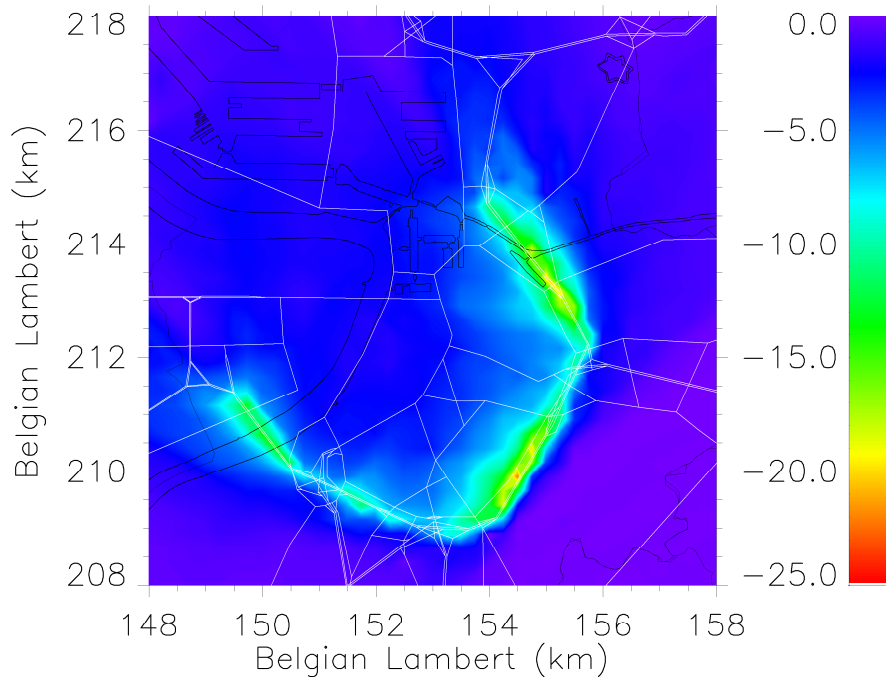


Figuur 3: Structuur van de nesting modelopzet met het meteorologisch (ARPS) en het dispersie-model (AURORA). TM3 staat voor het globale chemie transport model van het KNMI/Universiteit Utrecht.

Voor de verfijning op straatcanyon-niveau bezit het model twee mogelijkheden: "OSPM" en "STREET BOX". Deze straatmodellen kunnen, met gebruik van meetgegevens voor de achtergrondconcentratie, ook alleenstaand worden gebruikt. De beschrijving van deze straatmodellen en de interactie met de stedelijke/regionale schaal is beschreven in paragraaf 2.2.4.

Toepassingen – voorbeelden

In het kader van het BUGS EU-project (<http://www.vito.be/BUGS>) zijn regionale berekeningen met AURORA uitgevoerd. Een voorbeeld van een doorrekening is de analyse van een scenario in Antwerpen waarbij een dak op de ring werd gesimuleerd. Hiervoor werd een hoge-resolutie (250 m) regionale simulatie uitgevoerd (Figuur 4). Binnen het BUGS project werd de regionale versie van het model eveneens gevalideerd aan de hand van metingen.



Figuur 4: Relatieve verandering in benzeen concentratie tussen de referentiesimulatie en de “Roof on the ring” simulatie waarbij in deze laatste simulatie de verkeersmissies komende van de Antwerpse ring werden weggenomen.

Vergelijking met EURAD

Uit de MDS database (<http://pandora.meng.auth.gr/mds/mds.php>), dewelke een overzicht van de meest courante luchtkwaliteitsmodellen in Europa bevat, werd het Duitse EURAD model (Memmesheimer, 2001) van de universiteit van Keulen gekozen ter vergelijking met AURORA (Tabel 6). Het model is ontwikkeld vanuit dezelfde optiek, nl. de Europese wetgeving voor stedelijke luchtkwaliteit. Het EURAD model wordt aanzien als een van de belangrijkste en meest geavanceerde Euleriaanse luchtkwaliteitsmodellen in Europa. Naast EURAD is er in Europa ook nog het THOR network (<http://thor.dmu.dk>, Brandt et al., 2002). In de Verenigde Staten is er het Models-3 model (<http://www.epa.gov/asmdnerl/models3/overview.html>) dat wordt ondersteund door EPA.

Tabel 6: Vergelijking tussen het AURORA en het EURAD model.

	EURAD	AURORA
<u>Input</u>	<p>Meteo Berekend met MM5 meteomodel, met ECMWF inputgegevens. Ook input van lokaal Duits model LM</p> <p>Topografie/Landgebruik Bron niet gevonden</p> <p>Emissies NOx, VOC, SO2, NH3, aerosols</p> <p>Initiële condities ozon hetzij door achtergrondconcentraties, hetzij door potential vorticity scaling</p> <p>Randvoorwaarden zowel achtergrondconcentraties als geneste input van grotere schaal berekeningen</p>	<p>Meteo Berekend met ARPS meteorologisch model, gebruikmakend van grootschalige meteorologische ECMWF data</p> <p>Topografie/Landgebruik Universele terreinprocessor (tot 1km resolutie) voor een willekeurig gebied in de wereld op basis van o.a. satellietgegevens</p> <p>Emissies NOx, VOC, SO2, NH3, aerosols</p> <p>Initiële condities Afkomstig van globale of grootschalige modellen</p> <p>Randvoorwaarden √ Globale CTM modellen (zoals TM3) Continentale modellen (vb. CHIMERE)</p>
<u>Processen</u>	<p>Advectie Bott, monotone Bott, Smolarkiewicz, Prather</p> <p>Diffusie Louis-parameterisatie (1979) ABL-schaling Blackadar-mixing</p> <p>Depositie Deposition velocity depending on land type, season, insolation, surface wetness. Big Leaf model after Walcek</p> <p>Chemie Gasfase: RADM2-model, CBM-IV Aërosolen: MADE/SORGAM</p> <p>Tijdsresolutie Variabel (standaard 1 uur)</p> <p>Horizontale resolutie Rekenrooster typisch van 80 x 80 km tot en met 2 x 2 km, met 40 tot 80 cellen in één dimensie.</p> <p>Verticale resolutie Bovenste grenslaag tussen 10 en 100 hPa; variabele verticale verdeling, laagste laag tussen 15 en 80m boven de grond.</p>	<p>Advectie Waleck</p> <p>Diffusie Implicite Crank – Nicholson</p> <p>Depositie Op basis van depositiesnelheden</p> <p>Chemie Gasfase: CB-IV of EMEP Aërosolen: MADRID II</p> <p>Tijdsresolutie Variabel (standaard 1 uur)</p> <p>Horizontale resolutie Rekenrooster typisch van 80 x 80 km tot en met 1 x 1 km, met 50 tot 100 cellen in één dimensie.</p> <p>Verticale resolutie Variabel. Standaard 35 verticale lagen met laagste modellaag op 12,5 m boven de grond. Bovenste modellaag in functie van randvoorwaarden.</p>
<u>Output</u>	Concentraties / deposities	Concentraties / deposities
<u>Vooropgesteld gebruik</u>	<p>Het modelsysteem voor luchtkwaliteit EURAD is ontworpen om episoden en trends van luchtvervuiling te voorspellen, alsook het bestuderen van emissiereductie scenario's te bestuderen.</p> <p><u>CPU time</u> : Cray M94 20000 CPU-sec per twee dagen simulatietijd Cray T90 6000 CPU-sec per twee dagen simulatie SunSparc, Pentium100 ongeveer. twee dagen per twee dagen simulatie tijd</p>	<p>idem als EURAD</p> <p><u>CPU tijd</u> : factor 10 met 1 PC of factor 60 met 6 PC's . Dit betekent één simulatiedag voor 60 modeldagen.</p>

Samenvatting

*Tabel 7: Samenvatting van AURORA model, deel “regionale berekeningen”.
Straatmodules zijn beschreven in paragraaf 2.2.4*

Algemene bespreking	3-dimensionaal Euleriaans gridmodel met variabele verticale en horizontale (tot op 1 x 1 km) resolutie. Eigen meteo-module voor aanmaak meteo-gegevens. Bevat ozon-module en wordt momenteel uitgebreid met fijn stof module van BeEUROS
Ontwikkelaar	Vito + Atmospheric and Environmental Research (MA, USA)
Gebruiker/toepassingen	Vito (onderzoek, ruimtelijke planning, emissie-reductie-scenario's, evaluatie van beleidsscenario's)
Beschikbaarheid	Op aanvraag bij Vito
Schaal Geografisch gebied	Stedelijk tot regionaal met resoluties tussen 1 en 20 km. Het model maakt gebruik van mondiale databases waardoor het voor eender welke regio in de wereld kan worden toegepast op voorwaarde dat lokale hoge-resolutie emissies beschikbaar zijn.
Polluenten	O ₃ , NO ₂ , NO, VOC (BTEX e.a.), CO, SO ₂ , NH ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , sulfaten, nitraten, ammoniak, organische aerosolen
Emissies	Oppervlaktebronnen met oppervlakte ifv. resolutie. Mogelijkheid tot differentiatie in functie van de hoogte van de emissiebronnen (bijv. verkeer tov van industriële hoge schoorsteenemissies).
Tijdshorizon	Scenario's mogelijk indien emissies aanwezig
Rekentijd / platform / afhandeltijd	Draait onder windows/linux, indien draaiend op cluster van PC => rekentijd van 1 week tot 2 maanden voor één jaar luchtkwaliteit, afhankelijk van aantal beschikbare PC's en al of niet gebruiken van complexe aerosolmodel MADRID
Nauwkeurigheid	10 % ozon, grotere afwijkingen voor fijn stof
Input	Grootschalige NOx, VOC en CO emissies voor ozon-modellering Grootschalige primaire stof, SO ₂ , NOx, NH ₃ , VOC (antrop + biogene) emissies + informatie over grootteverdeling en samenstelling primaire stof emissies ECMWF meteogegevens Lokale emissies Randvoorwaarden (TM3, CHIMERE, ...)
Output	Uurlijkse concentratievelden, verticale profielen en depositievelden van alle polluenten
Vergelijking andere modellen	EURAD (Uni-Koln, Duitsland), Models-3 (EPA, USA), THOR (NERI, Denemarken)
Beperkingen/ Aandachtspunten	Kwaliteit van de emissiegegevens, aanzienlijke rekentijd

2.2.4 Straatniveau-modellen

Inleiding

Sinds het begin van de jaren '70 zijn op internationaal niveau tientallen straatmodellen ontwikkeld. Deze modellen bestaan zowel uit empirische modellen, analytische³ modellen, Gaussische modellen als uit geavanceerde en complexe CDF⁴ (Computational Fluid Dynamics) modellen (Vardoulakis et al., 2003). Voor screeningsdoeleinden, zoals in het kader van toetsing aan de EU luchtkwaliteitsrichtlijnen kunnen de eenvoudige analytische modellen worden gebruikt. Voor de planning van infrastructuurwerken en de studie van de interacties tussen de luchtstroom en obstakels (bomen, gebouwen, topografie) zijn CDF modellen de aangewezen tools.

In Vlaanderen aanwezige modellen

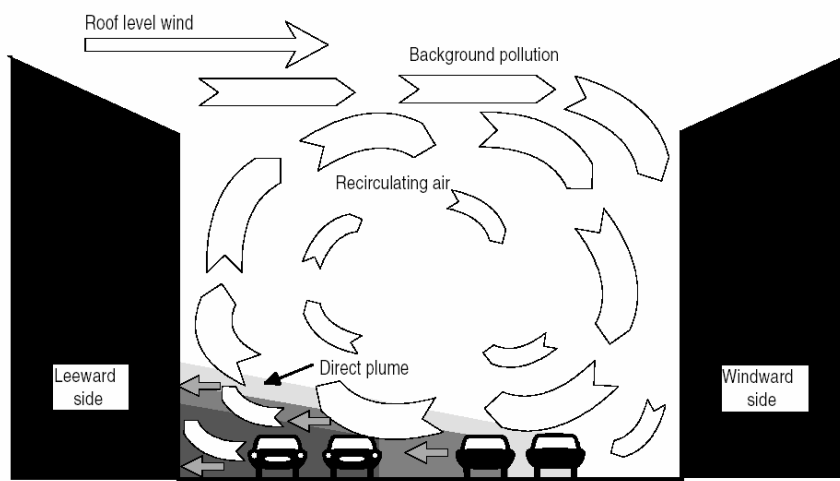
Het AURORA luchtkwaliteitsmodel bevat momenteel twee modules waarmee berekeningen tot op straatniveau kunnen worden uitgevoerd. Enerzijds is er het Operational Street Pollution Model of OSPM model (Berkowicz, 1998) afkomstig van het Deense National Environmental Research Institute (NERI) en anderzijds is er het STREET BOX model (Mensink and Lewyckij, 2001) dat op Vito werd ontwikkeld. Beide semi-empirische analytische modellen zijn ontwikkeld als praktische screeningsmodellen die toelaten de luchtkwaliteit ten gevolge van verkeersstromen in een straat te toetsen met de Europese richtlijnen lucht voor niet-reactieve pollutanten alsook NO₂.

OSPM

Het OSPM model berekent twee concentraties, één voor elke kant van de straat (Figuur 5). De concentratie wordt uiteindelijk berekend als de som van drie bijdragen: (a) de bijdrage van de achtergrondconcentratie, i.e. concentraties ten gevolge van emissies buiten de straat, in de onmiddellijke omgeving van de straat maar ook verder weg van de straat (stedelijke omgeving, Vlaamse en buitenlandse bronnen), (b) de bijdrage van de directe stroming van de bron tot aan het receptorpunt, en (c) de re-circulatie bijdrage komende van de wervelstroming in de straat. Een Gaussische benadering wordt gebruikt voor de beschrijving van de directe bijdrage en een box-model voor de re-circulatie bijdrage. Luchtstromingen veroorzaakt door het verkeer worden meegenomen als bijkomende turbulentie veroorzaakt door het verkeer. Deze bijdrage wordt belangrijk tijdens windstille periodes wanneer de hoogste concentratieniveaus plaatsvinden. NO₂ concentraties worden berekend door de chemische interacties tussen NO, NO₂ en O₃ in rekening te nemen. Hiervoor zijn achtergrond O₃-concentraties nodig.

³ Met een analytisch model wordt een model bedoeld dat bestaat uit een stelsel van empirische of semi-empirische formuleringen waarmee met behulp van relevante inputgegevens (dimensies van de straat, achtergrondconcentraties, verkeersgegevens) de concentratie(s) in de straat kan(kunnen) worden berekend.

⁴ CFD modellen zijn roostermodellen (Euleriaanse aanpak) die een stelsel van thermodynamische partieeldifferentiaalvergelijkingen (tijd en plaatsafhankelijk) voor het behoud van massa, momentum en energie oplossen met behulp van numerieke methoden. CDF modellen worden o.a. gebruikt bij industriële toepassingen (stroming in leidingen, turbines, ontwikkeling van vliegtuigen) waarbij de resolutie varieert van enkele cm tot enkele meters.



Figuur 5: Schematische voorstelling van de basisprincipes in OSPM. Concentraties worden berekend als de som van de achtergrondbijdrage, de directe pluimbijdrage en van de re-circulatie bijdrage (figuur uit Berkowicz et al., 1997).

Het OSPM-model is uitvoerig gevalideerd voor verschillende straatconfiguraties en uiteenlopende klimatologische condities in Kopenhagen (Berkowicz, 2000) en in Helsinki (Kukkonen et al., 2001, 2003).

STREET BOX

Het STREET BOX model, ontwikkeld door Vito beschouwt een homogene concentratieverdeling in de straat en wordt daarom STREET BOX genoemd waarbij de dimensies van de doos ('box') overeenkomen met de lengte en de breedte van de straat en de hoogte van de omliggende gebouwen. De concentratie in de straat wordt berekend als een evenwichtsconcentratie als gevolg van de horizontale massaflux tussen het begin en einde van de straat, de emissies ten gevolge van het verkeer en de uitwisseling tussen de straat en de atmosfeer boven de straat (achtergrondconcentratie). Deze turbulente uitwisseling wordt berekend aan de hand van de Prandtl-Taylor hypothese.

In een recent uitgevoerde vergelijkende studie (Mensink et al., 2004) werden OSPM en STREET BOX getoetst met metingen van het VMM-meetstation in de Plantin en Moretuslei te Antwerpen. Hierbij werd de achtergrondconcentratie gesimuleerd met het OPS model. Er werd aangetoond dat de combinatie OSPM/STREET BOX-OPS toelaat om nauwkeurig de jaargemiddelde concentraties van NO_x , SO_2 , PM_{10} , CO en benzeen te simuleren en te evalueren in functie van de EU-richtlijnen lucht maar dat hogere percentielwaarden onderschat worden wegens een gebrek aan uurlijkse variatie in de achtergrondconcentraties vanwege de statistische aanpak in OPS. Dit kan worden opgelost door het gebruik van meetgegevens komende van een achtergrondmeetstation buiten de stad of via de koppeling van de straatmodellen met het AURORA of BeIEUROS model, dewelke wel toelaten om uurlijkse concentratieveranderingen te simuleren.

Vergelijking met andere straatniveau-modellen

Zoals reeds vermeld bestaan er in de wetenschappelijke wereld tientallen straatniveau-modellen. Hierna zullen ter illustratie de OSPM/STREET BOX modellen worden vergeleken met het CAR-model, ontwikkeld door het Nederlandse RIVM in samenwerking met TNO.

CAR II-model

Het CAR II-model (Eerens et al., 1989; Teeuwisse, 2004) is een screeningsmodel gebaseerd op semi-empirische relaties dewelke de verdunning van de lokale verkeersemisies beschrijven op basis van meer gedetailleerde berekeningen met het TNO-verkeersmodel (van den Hout et al., 1989) en windtunnelmetingen. Deze empirische relaties zijn uitgedrukt in polynoomvorm met als argument de afstand van het receptorpunt tot de straatas. Bovenop de verkeersbijdrage dient de lokale achtergrondbijdrage te worden geteld. Het eindresultaat van het model is een jaargemiddelde concentratie op de basis waarvan percentielwaarden worden berekend aan de hand van gemeten verhoudingen tussen percentielen en jaargemiddelde waarden. Een belangrijk aspect bestaat uit de jaarlijkse calibratie van deze verhoudingen voor elk type weg gedefinieerd in CAR II (open weg, gebouwen aan beide kanten, gebouwen aan een kant, aanwezigheid bomen).

In onderstaande Tabel 8 worden de drie besproken modellen nog eens onderling vergeleken.

Tabel 8: Vergelijking van straatniveau-modellen STREET BOX, OSPM en CAR II.

	STREET BOX	OSPM	CAR II
Algemene bespreking	Doosmodel	Drie bijdragen (directe emissies, re-circulatie en achtergrond)	Geparametriseerd model (verdunningsfactor op basis van meteostatistiek) dat jaarlijks wordt gecalibreerd
Ontwikkelaar	Vito	NERI (Denemarken)	RIVM-TNO (Nederland)
Gebruiker/ Toepassingen	Screening AQ, toetsing EU richtlijnen	Screening AQ, toetsing EU richtlijnen	Screening AQ, toetsing EU richtlijnen
Beschikbaarheid	Publiek domein of op aanvraag bij Vito	Verkrijgbaar als licentie bij NERI	Een versie voor Nederland (Nederlandse achtergrondwaarden, relaties percentielwaarden/jaargemiddelden, meteo) is vrij beschikbaar
Schaal Geografisch gebied	Straatcanyon	Straatcanyon	Nabijheid straat. Receptorpunten op 5 tot 30 m van as (open, halfopen en gesloten bebouwing)
Polluenten	Passieve + NO ₂ op basis van eenvoudige NO/NO ₂ /O ₃ -chemie	Passieve + NO ₂ op basis van eenvoudige NO/NO ₂ /O ₃ -chemie	Passieve + NO ₂ op basis van eenvoudige NO/NO ₂ /O ₃ -chemie
Emissies	Verkeersemissies op uurlijkse basis	Verkeersemissies op uurlijkse basis	Verkeersemissies op etmaalbasis
Tijdshorizon	Afh. emissies + beschikbaar achtergrondconcentraties	Afh. emissies + beschikbaar achtergrondconcentraties	Afh. emissies + beschikbaar achtergrondconcentraties
Rekentijd platform afhandeltijd	Verwaarloosbaar/Windows	Verwaarloosbaar/Windows	Verwaarloosbaar/Windows
Nauwkeurigheid	10 % in jaargemiddelden	10 % in jaargemiddelden	30 % in jaarconcentraties
Input	a) geometrie straatcanyon (breedte, hoogte, lengte, orientatie) b) uurlijkse windsnelheid/richting c) uurlijkse emissies(*) d) uurlijkse achtergrondconcentraties (*) gelinkt met MIMOSA	a) geometrie straatcanyon (varieerende hoogte van de gebouwen langs de straat, afmetingen straat, orientatie) b) uurlijkse windsnelheid/richting, c) uurlijkse emissies, d) uurlijkse achtergrondconcentraties	a) type weg, bomenfractie b) jaargemiddelde windsnelheid c) # voertuigen per etmaal, fractie licht/zwaar/bussen, # parkeerbewegingen, snelheidstype (stagnerend, normaal, doorstromend, buitenweg, snelweg) d) regionale achtergrondvelden (jaargemiddelden) e) relaties die percentielwaarden ifv jaargemiddelden uitdrukken (jaarlijkse calibratie nodig)
Output	Uurlijkse waarden voor 1 representatieve locatie in de straatcanyon (jaargemiddelden, percentielwaarden)	Uurlijkse waarden voor verschillende receptorpunten gesitueerd links/rechts v/d straatcanyon (jaargemiddelden, percentielen)	Jaargemiddelde waarden + percentielwaarden op basis van gemeten verhoudingen voor een receptorpunt op een afstand s tot de wegas (<i>handleiding vermeldt dat CAR II niet geschikt is voor het met acceptabele nauwkeurigheid vaststellen van de minimale afstand tot de weg as waar woonbebouwing gerealiseerd kan worden</i>)
Beperkingen/ Aandachtsptn	Geschikte achtergrondwaarden	Geschikte achtergrondwaarden	Geschikte achtergrondwaarden + jaarlijkse calibratie

2.2.5 OPS

Situering

Het uit Nederland (RIVM) afkomstig OPS-model onderging verschillende aanpassingen zodat het mogelijk werd berekeningen voor Vlaanderen uit te voeren. In 1996 werd een implementatiestrategie voor het model opgesteld (Mensink en Janssen, 1996). De voornaamste wijzigingen vonden plaats in de omzetting van de RDM (Rijksdriehoekmeting) en het geodetische coördinatensystemen naar het Lambert coördinatensysteem, de meteogegevens en de emissiegegevens. Het model is ontwikkeld ter evaluatie en voorspelling van verzurende deposities in Vlaanderen.

Beschrijving

Het Operationeel Prioritaire Stoffen model, of afgekort OPS-model is een atmosferisch transport- en dispersiemodel dat de impact van verzurende bestanddelen en zware metalen op locale, maar vooral regionale schaal modelleert. Het is een Langrangiaans trajectoriemodel voor lange termijn berekeningen dat gebruik maakt van een statistisch klimatologisch bestand. Hiermee kan het dispersie- en transformatiegedrag van een pollutent bepaald worden. De chemische omzettingen worden beschreven met lineaire eerste orde vergelijkingen. Het model berekent voor de gekozen pollutenten de concentratie, de natte, droge en totale depositiewaarde en eventueel ook de concentratie van de secundaire componenten. De droge depositie wordt beschreven aan de hand van een hoogteafhankelijke depositieflux. Deze is het product van de verticale depositiesnelheid op een bepaalde hoogte (50 meter) en de concentratie aan het oppervlak. De berekening van de natte depositie is heel wat complexer. Hier worden twee processen onderscheiden: uitwassen en uitregenen. De natte depositie bij uitwassing wordt gemodelleerd met behulp van een uitwassingscoëfficiënt. Uitregenen gebeurt nadat de pluim de wolk is binnengedrongen en dus op grotere afstanden van de bron. Dit wordt eveneens gemodelleerd met behulp van een coëfficiënt. Een gedetailleerde beschrijving van het programma werd gegeven door van Jaarsveld (1989, 1995).

Het oorspronkelijk in OPS gebruikte RDM en geodetische coördinatensysteem werd omgezet naar het Lambert coördinatensysteem. Hierbij ontstaat door schaalvervorming een fout bij de representatie van bronnen in landen op grote afstand van Vlaanderen. Aangezien het in deze gevallen meestal slechts om één of enkele bronnen gaat waarvan de locaties geschat zijn, wordt deze fout als onbeduidend beschouwd. In het OPS-model is het standaard receptorenrooster voor Nederland vervangen door een receptorenrooster voor Vlaanderen met een resolutie van 5 x 5 km². Ook kunnen aparte locaties manueel worden ingevoerd.

De ruwheidlengtes zijn afkomstig van een landgebruikkaart voor België met een resolutie van 5 x 5 km². Deze werd zowel gebruikt voor het afleiden van de ruwheidlengtes horende bij de weerstations als voor de ruwheidlengtes van de receptorpunten. In een eerste stadium werd voor alle receptorpunten eenzelfde gemiddelde ruwheidlengte gebruikt van $z_0 = 0,17$ meter. In 1998 werd deze gemiddelde ruwheidlengte vervangen door een plaatsafhankelijke ruwheidlengte die voor het OPS-rooster werd bepaald aan de hand van een digitale CORINE landgebruikkaart voor Europa met een resolutie van 250 meter.

De emissiebestanden gebruikt in het OPS-model voor Vlaanderen zijn enerzijds gebaseerd op EIL gegevens en anderzijds op emissiegegevens uit EMEP en CORINAIR.

In 2001 werd het model verder uitgebreid zodat naast de klassieke polluenten (SO₂, NO_x en NH₃) ook concentraties en deposities kunnen berekend worden voor benzeen, koolstofmonoxide (CO) en fijn stof (PM₁₀) en dit voor de jaren 1990 tot en met 2000 (Colles et al., 2001). Vanaf dan werd ook gewerkt met een nieuwe sectorenindeling die door het MIRA-team werd opgesteld.

In 2003/2004 werd door het MIRA-team een meer gedetailleerde sectorenindeling doorgegeven met 27 onderverdelingen (Tabel 9) voor de 6 polluenten SO₂, NO_x, NH₃, CO, PM₁₀ en benzeen. Ook werd een betere geografische verdeling van de emissies per sector geïmplementeerd. Emissies zijn momenteel beschikbaar voor de jaren 1990 tot en met 2003. Een overzicht van alle tot nu doorgevoerde wijzigingen sinds de eerste implementatie in Vlaanderen is terug te vinden in Colles et al. (2004).

Tabel 9: Gedetailleerde sectorenindeling voor alle polluenten.

Nieuwe sectorenindeling	
1	bevolking
2	chemie
3	ijzer, staal, non ferro, automobiel en machinebouw
4	voeding-, drank- en genotsmiddelenindustrie
5	textiel-, schoen-, leder- en kledingnijverheid
6	papier- en papierwaren industrie
7	andere industrieën (bouw, asfalt & beton, rubber, hout, afvalrecuperatie, minerale niet-metaal
8	winning en bewerking van steenkool
9	cokesovenbedrijven
10	raffinaderijen
11	productie, transport en distributie van elektriciteit en warmte (incl. productie van splijt- en kweekstoffen)
12	productie en distributie van gas
13	veeteelt (stallen & opslag, weide en uitrijden van dierlijk mest)
14	kunstmestgebruik in de landbouw
15	glastuinbouw
16	brandstofverbruik in de landbouw uitgezonderd glastuinbouw en visserij
17	visserij
18	wegverkeer
19	luchtvaart
20	scheepvaart tussen Noordzeehaven en binnenscheepvaart
21	spoorverkeer
22	aanverwanten petroleumsector
23	afvalverwerking
24	individuele bedrijven
25	tankstations
26	crematoria
27	gebouwenverwarming in de handel- en dienstensector
28	reserve

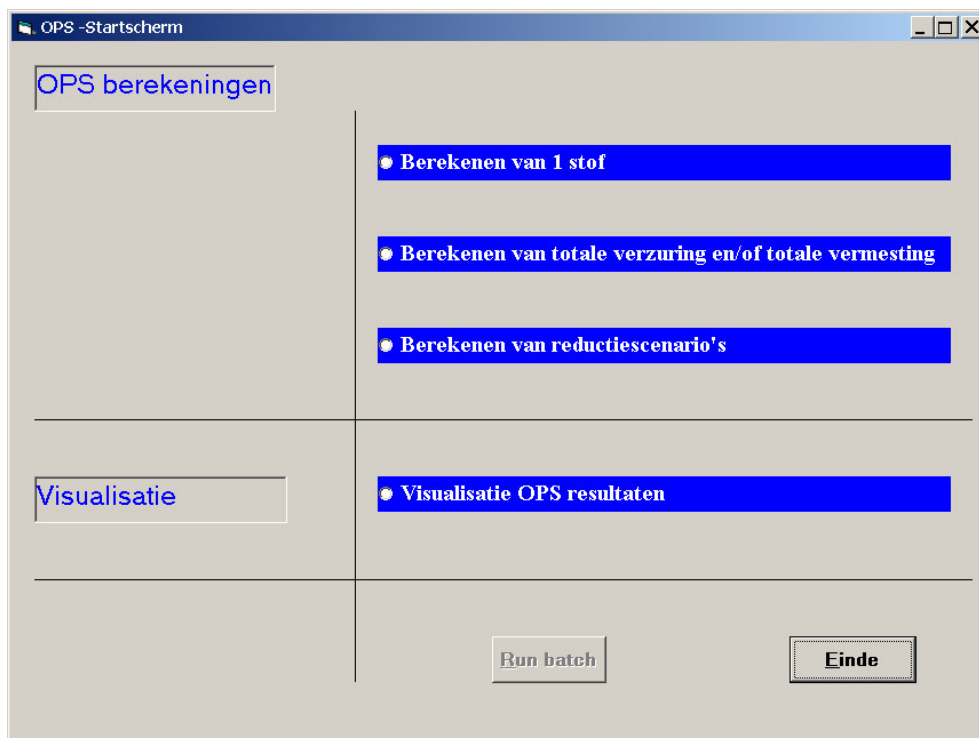
Momenteel wordt in het kader van MIRA-T 2004 het model uitgebreid om berekeningen uit te voeren voor de zware metalen arseen (As), cadmium (Cd), chroom (Cr), koper

(Cu), kwik (Hg), nikkel (Ni), lood (Pb), zink (Zn) en benzo(a)pyreen (B(a)P), de indicatorstof voor polyaromatische koolwaterstoffen of PAK's.

Grafische gebruikersomgeving :

De Userinterface (MOPS, Manager for OPS) werd oorspronkelijk ontwikkeld om het aanmaken van het invoerbestand te vereenvoudigen. Later volgden uitbreidingen om het opstarten van de OPS berekeningen te groeperen. Met de huidige versie nr. 6 kunnen niet alleen pre-ops maar ook post-ops verwerkingen en visualisaties worden uitgevoerd.

Het programma start door het aanklikken van de shortcut 'MOPS'. Het opstartscherm verschijnt (Figuur 6). Dit scherm bestaat uit 2 delen nl.: OPS berekeningen en de visualisatie.



Figuur 6:Opstartscherm MOPS.

Deze Userinterface (Figuur 7) vereenvoudigt OPS berekeningen voor het berekenen van totale verzuring en totale vermesting alsook de berekeningen voor de reductiescenario's. De tool berekent ook gemiddelden, minimum en maximum waarden van de concentraties, droge, natte en totale deposities. Ook na de OPS berekeningen worden, indien gevraagd, de concentraties, droge, natte en totale deposities voor gemeenten automatisch berekend.

De gebruiker krijgt ook de mogelijkheid om de OPS resultaten te visualiseren in GIS-pakket ArcView (Figuur 8)

OPS input voor het berekenen van de totale verzuring en/of totale vermesting

Verzuring
 Vermesting
 Verzuring en vermesting

Projectnaam

Emissies

Jaar

Gebied **Vlaanderen** **Andere landen/gewesten**

Sector

Receptoren

Receptorpunten

Meteorologie

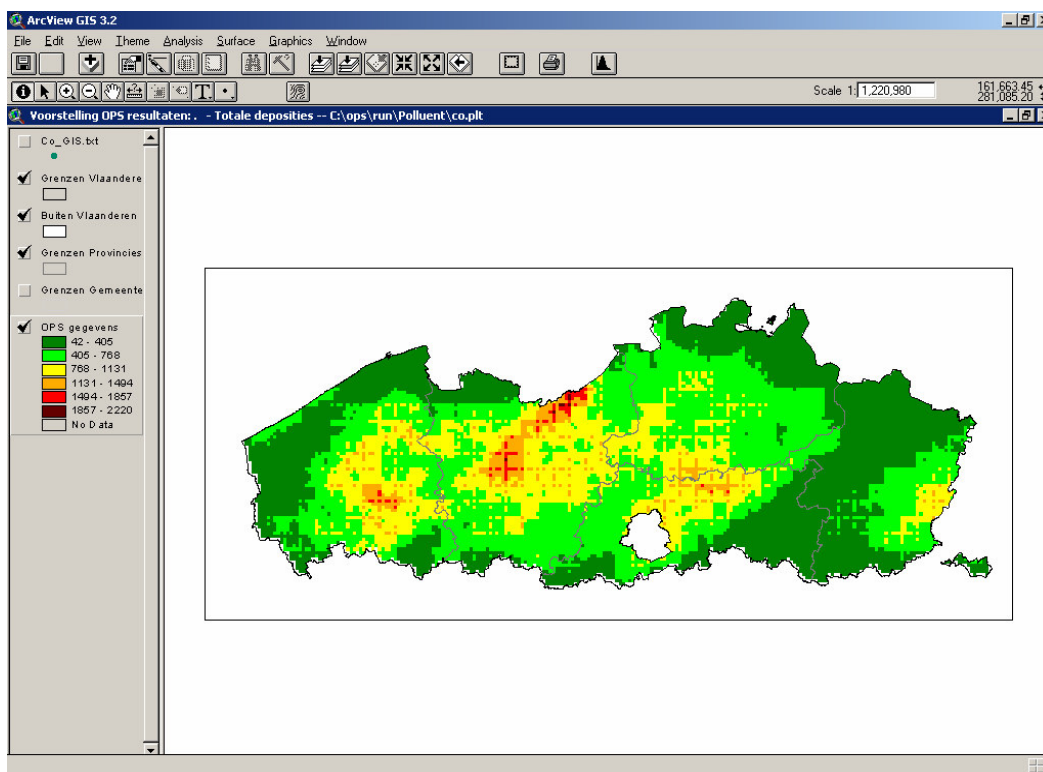
Station **Periode**

Uitvoer

Statistische uitvoervariabele **Percentielen**

Eenheid voor depositie

Figuur 7: Invoerscherm totale verzuring/vermesting.



Figuur 8: Totale deposities CO (1x1km).

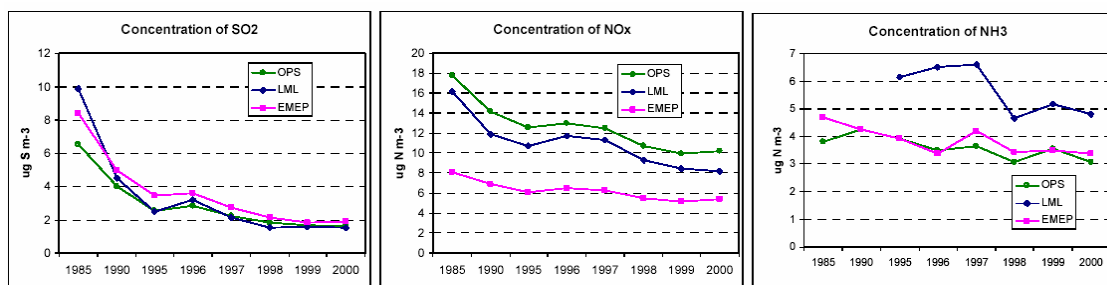
Toepassingen

Het model wordt voornamelijk gebruikt in het kader van Vlaamse Milieuwetgeving ter ondersteuning van het milieubeleid. Voornaamste gebruikers zijn dan ook VMM en Aminor, de controlerende en wetgevende instanties van de Vlaamse overheid. VMM kan op deze manier verschillende emissiescenario's voor de toekomst toetsen aan de wettelijk toegestane deposities en concentraties.

In Colles en Mensink (1999) wordt het model vergeleken met NH_3 -meetgegevens en blijkt dat met de door de EIVR beschikbaar gestelde emissiebronnen (1 km x 1 km) het OPS model niet in staat is om de grote spreiding van de meetwaarden binnen de meetvlakken te representeren. Het OPS-model geeft derhalve voor NH_3 veeleer een regionaal beeld dan een lokaal beeld.

In Colles et al. (2001) wordt het model vergeleken met meetgegevens van SO_2 , NO_x , PM_{10} , CO en benzeen in het kader van de toetsing met de eerste en tweede EU dochterrichtlijnen lucht.

Recentelijk heeft het RIVM het OPS model vergeleken met het Unified (Eulerian) EMEP model als RIVM-MNP bijdrage tot de evaluatie van dit laatste model (Velders et al., 2003). In deze studie (Figuur 9) worden beide modellen ook vergeleken met meetgegevens van het Nederlandse Landelijk Meetnet Lucht (LML). Voor SO_2 en NO_x is de vergelijking tussen het OPS model en de metingen uitstekend (SO_2) tot behoorlijk (NO_x). Voor NH_3 zijn de OPS/EMEP-berekende waarden 30 tot 40 lager dan de metingen. Deze onderschatting wordt in Nederland aangeduid met het 'ammoniakgat' (van Jaarsveld en van Pul, 2002).



Figuur 9: Vergelijking tussen de concentraties van SO_2 , NO_x en NH_3 in Nederland tussen de OPS en EMEP-modellen en meetgegevens van het LML (uit Velders et al. 2003).

Vergelijking met HARM model

Het OPS model wordt hierna (Tabel 10) vergeleken met het HARM (Hull Acid Rain Model) model (Whyatt et al., 1995) dat werd ontwikkeld door de universiteit van Edinburgh, de universiteit van Hull en het "United Kingdom Meteorological Office". Het model werd en wordt in Engeland gebruikt voor de evaluatie van verzuring en vermisting en is qua methodologie gelijkaardig aan het OPS-model.

Tabel 10: Vergelijking tussen het HARM en OPS model.

	HARM	OPS
<u>Input</u>	<p>Emissies Emissievelden voor SO₂, NO_x, NH₃ en HCL.</p> <p>Meteorologie Regenvelden, windrozen geschikt voor transport over lange afstand</p>	<p>Emissies De gebruikte emissiegegevens zijn afkomstig van de Emissie-Inventaris Lucht van de VMM (EIL) en de CORINAIR emissie-inventaris + EMEP-data</p> <p>Meteorologie Uit metingen van onder meer windrichting, windsnelheid en temperatuur, worden secundaire parameters berekend (voelbare warmteflux, menglaaghoogte, Monin-Obukhov lengte) die gebruikt worden bij berekeningen in OPS.</p>
<u>Processen</u>	<p>Advectie Langrangiaans</p> <p>Depositie Droge depositie van gassen en aërosolen door analogie van weerstandsnetwerk weergegeven + natte depositie</p> <p>Chemie Voor volgende pollutanten zijn chemische reacties ingevoerd : SO₂, H₂SO₄, (NH₄)₂SO₄ NO, NO₂, O₃, OH, HNO₃, N₂O₅, NH₄NO₃, NaNO₃ HCl, NH₄Cl</p>	<p>Advectie Langrangiaans</p> <p>Depositie Droge en natte depositie aan de hand van hoogte afhankelijke depositiefluxen. Voor natte depositie wordt rekening gehouden met de complexe systemen van uitwassen en uitregenen.</p> <p>Chemie Lineaire eerste orde vergelijkingen voor de vorming van sulfaat, nitraat en ammonium.</p>
<u>Output</u>	Concentraties in lucht en regen, droge en natte depositie met spatiale resolutie van 20x20km in Groot-Brittanië	<p>Concentraties: Jaargemiddelde,percentielen, maximaal daggemiddelde, maximaal glijdend 8-uurgemiddelde</p> <p>Depositiefluxen van verzurende en vermistende componenten</p> <p>Ruimtelijke resolutie is variabel (receptorpunten).</p>
<u>Vooropgesteld gebruik</u>	Bijdrage per bron voor depositie van zwavel over gans Groot-Brittanië. Bestuderen en ontwikkelen van strategieën ter vermindering van de uitstoot van NO _x en SO ₂ en de impact ervan in Groot-Brittanië.	OPS werd in Vlaanderen in eerste instantie geïmplementeerd ter ondersteuning van de verzuring/vermistingsproblematiek. Momenteel wordt het model uitgebreid voor zware metalen en B(a)P.

Samenvatting

Tabel 11: Samenvatting OPS model.

Algemene bespreking	Lokaal Gaussisch model + Langrangiaans lange-afstand trajectoriemodel met gebruik van meteostatistiek (10-jarige meteostatistiek voorhanden)
Ontwikkelaar	<p>OPS-verspreidingsmodel:</p> <ul style="list-style-type: none"> √ basisversie model-code (RIVM) √ aanpassing voor Vlaanderen: emissies, meteo-invoer, oppervlaktebeschrijving, receptorenrooster, coördinatensysteem (VITO) √ uitbreiding naar zware metalen en B(a)P (VITO) <p>Manager OPS-model (userinterface):</p> <ul style="list-style-type: none"> √ basisversie (VITO) √ uitbreiding aantal sectoren, polluenten, pre- en postprocessing mogelijkheden (VITO) √ link met visualisatietool (VITO)
Gebruiker/Toepassingen	VMM, VITO, RIVM verzuring/vermesting, scenario-analyse (MIRA-T, MIRA-S, Mobiliteitsplan Vlaanderen)
Beschikbaarheid	Op aanvraag bij Vito/RIVM
Schaal Geografisch gebied	Regionaal (Vlaanderen, Nederland)
Polluenten	Passieve (SO ₂ , NO _x , NH ₃ , benzeen, CO) , lineair fysische/chemische omzettingen (sulfaten, nitraten, ammonium), geen ozon, problemen met fijn stof (ondermeer omdat OPS geen organische aerosolen meeneemt)
Emissies	Punt -en oppervlaktebronnen, binnen –en buitenlandse bronnen
Tijdshorizon	Mogelijkheid tot scenario's (sector en stofafhankelijk), ingebouwd NEC 2010-scenario's voor SO ₂ , NO _x en NH ₃
Rekentijd / platform / afhandeltijd	Minuten, uren (afhankelijk van aantal receptoren) voor 1 jaar doorrekenen per polluent
Nauwkeurigheid	Concentraties (10 % op lange termijn tot 30 % voor een specifiek maand) Deposities (15 % op lange termijn tot 40 % voor een specifieke maand)
Input	<p>Vlaamse emissie-gegevens (27 sectoren) en meteogegevens voor een jaar worden door Vito aangemaakt (o.a. geografisch gespreid) op basis van VMM-gegevens + proxy-data (landgebruik, bevolkingskaarten, ...)</p> <p>Buitenlandse emissies worden berekend op basis van EMEP-CORINAIR data</p>
Output	Voor elk receptorpunt: jaargemiddelde waarde tesamen met enkele indicatoren (max. 8-uur glijdend gemiddelde, max daggemiddelde, ..)
Vergelijking andere modellen	Vergelijkbare modellen zijn HARM (UK), EMEP Langrangiaanse modelversie maar voor andere geografische gebieden
Beperkingen/ Aandachtspunten	Kwaliteit van de emissiegegevens, lineaire chemische omzettingen, geen organische secundaire aerosolen

2.2.6 BeEUROS

Situering

Het EUROS (EUROpean Operational Smog) model is een atmosferisch dispersiemodel, ontwikkeld aan het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM, Nederland). Het BeEUROS model is het resultaat van de aanpassingen van EUROS voor België. Voornamelijk de emissies, meteorologie en geografie van het model werden gewijzigd, alsook enkele intrinsieke functies in het model werden aangepast. Topografische eigenschappen van België beïnvloeden sterk de meteorologie, vooral bij lokale effecten. Dit en andere eigenschappen zijn op adequate wijze aangepast voor toepassing in België.

Het model is in continue ontwikkeling. De laatste update van het model (juni 2004) bestond uit de implementatie van een fijn stof module. Sterkere computers laten ook toe het model op hogere resoluties (tot 7,5 bij 7,5 km) voor bepaalde zoomregio's te laten draaien.

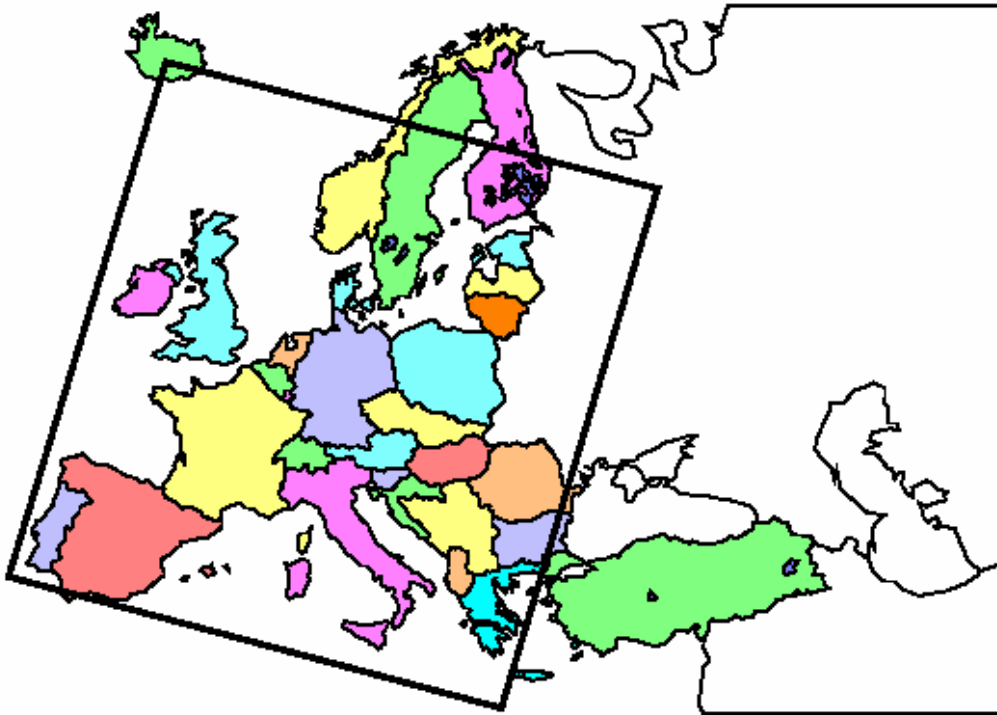
Het model is geïnstalleerd bij IRECEL/IRCELINE (Brussel, <http://www.ircel.be>) en wordt gebruikt voor beleidsondersteunend onderzoek.

Beschrijving

Het Euleriaans luchtkwaliteitmodel is oorspronkelijk ontwikkeld voor wintersmog episodes in Europa te modelleren. Heden wordt het model vooral ingezet ter simulatie van troposferische ozon en recentelijk fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5}). Het ruimtelijk en tijdsgebonden gedrag van elementen zoals SO_x, NO_x, O₃ en fijn stof in de lagere troposfeer van Europa kan bestudeerd worden.

Het gemodelleerd gebied strekt zich uit over een groot gedeelte van Europa (Figuur 10). Het basisgrid bestaat uit 52 x 55 gridcellen met een resolutie van 0,55° x 0,55° Lon-Lat (shifted pole coördinaten, ongeveer 60 x 60km). Lokaal kan tot 4 niveaus verfijnd worden met een maximum van 0,069° x 0,069° resolutie (ongeveer 7,5 x 7,5km).

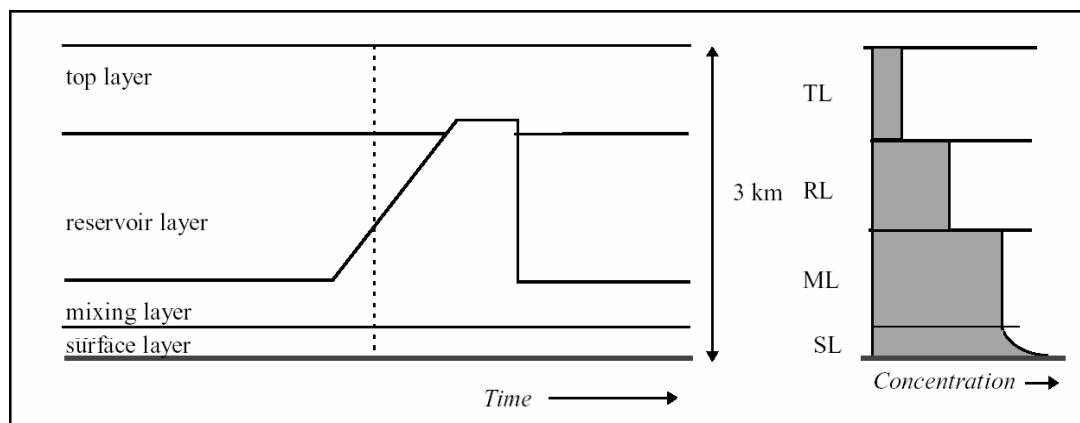
Dynamische gridverfijning is mogelijk op plaatsen waar de concentratievelden minder egaal zijn of gebieden waarin men specifiek geïnteresseerd is (bijv. grondgebied België). Het basisdomein bestreikt het grootste gedeelte van Europa.



Figuur 10: Het BelEUROS modelgebied.

Figuur 11 toont de verticale gridverdeling van het model. De 2 onderste lagen beschrijven de atmosferische grenslaag. De derde laag stelt de reservoirlaag boven de grenslaag voor en de bovenste modellaag begrenst het model op 3 km hoogte.

Deze verticale structuur wordt voor gans het domein toegepast. De grenslaaghoogte wordt geëvalueerd op basis van meteogegevens dicht bij de grond.



Figuur 11: Schematische voorstelling van de verticale BelEUROS grid structuur en een klassiek concentratieprofiel van een troposferische pollutant.

Toepassingen

Voornamelijk gebruikt om ozonepisoden te simuleren door de Interregionale Cel Luchtkwaliteit (IRCEL). Onlangs werd het model uitgebreid met een state-of-the-art fijn stof module wat ook fijn stof simulaties toelaat.

Vergelijking

Het model kan het best vergeleken worden met het gelijkaardige andere Nederlandse LOTOS model dat werd ontwikkeld door TNO (Tabel 12).

Tabel 12: Vergelijking tussen het LOTOS en het BELEUROS model.

	LOTOS	BelEUROS
<u>Input</u>	<p>Meteorologie ECMWF gegevens (diagnostische menglaaghoogte)</p> <p>Domeingrenswaarden Initiële en grenswaarden van de 16 transporteerbare elementen worden uit het globale 2D model van TNO (Isaksen) genomen. Dit model berekent voor 40 componenten de zonale en maandelijks gemiddelden.</p> <p>Emissies CORINAIR/EMEP with LOTOS informatie (tijdsfactoren, VOC-split)</p>	<p>Meteorologie ECMWF gegevens (neerslag, temperatuur, vochtigheid, wind, bewolingsgraad, oppervlaktetemperaturen) met een resolutie 0.5° of 60 x 60 km. Voor de regio België – Noord-Frankrijk en Nederland wordt verfijnde meteo gebruikt (7,5 x 7,5 km), aangeleverd door het Aladdin model van het Belgische KMI.</p> <p>Menglaaghoogtebepaling met behulp van Modified Bulk Richardson Method.</p> <p>Domeingrenswaarden Klimatologische grenswaarden</p> <p>Emissies CORINAIR/EMEP with EUROS informatie (tijdsfactoren, VOC-split) -> Emissietool PREMIS (mogelijkheid scenario's te definiëren)</p>
<u>Processen</u>	<p>verticale resolutie: 3 modellagen horizontale resolutie 0,50° x 0,25° lon/lat (ongeveer 25 x 25 km)</p> <p>advectie, diffusie, depositie (droge/natte)</p> <p>Chemische/fysische processen ozon: licht gewijzigde CBM-IV mechanisme. aërosol: MADE/MARS module (modal)</p>	<p>verticale resolutie : 4 modellagen variabele horizontale resolutie (60 x 60 km tot 7,5 x 7,5 km)</p> <p>advectie, diffusie, depositie (droge/natte)</p> <p>Chemische/fysische processen ozon: CBM-IV/CACM aërosol: MADRID II module (sectional)</p>
<u>Output</u>	uurlijkse concentratie- en depositievelden uurlijkse chemische samenstelling	uurlijkse concentratie- en depositievelden uurlijkse chemische samenstelling en grootte-verdeling van het fijn stof (PM ₁₀)
<u>Vooropgesteld gebruik</u>	Beleidsondersteunend en wetenschappelijk werk	Beleidsondersteunend en wetenschappelijk werk

Samenvatting

Tabel 13: Samenvatting BelEUROS model.

Algemene bespreking	Vereenvoudigd (4 verticale lagen) Euleriaans gridmodel, standaard 60 km resolutie met zoom-mogelijkheid tot 7,5 bij 7,5 km over België en omliggende regio's. Bevat ozon en fijn stof modules (mogelijkheid tot samenstelling, grootte en aantal deeltjes). Werkt met ECMWF en KMI Aladdin meteogegevens.
Ontwikkelaar /	EUROS 4.4 voor Nederland: RIVM Implementatie BelEUROS voor België: in het kader van DWTC project "Implementation and extension of the EUROS model for policy support in Belgium" + installatie bij gebruiker IRCEL/IRCELINE <ul style="list-style-type: none"> • coordinatie, emissies (emissietool PREMIS) meteo, aanpassing model, impact: VITO • user-interface: FPMs (Mons) • meteo-data: KMI • meteo-modellering: UCL (Louvain-la-Neuve) • advies: RIVM Nieuwe userinterface + visualisatietool: IRCEL/IRCELINE Implementatie van MADRID II fijn stof module: VITO
Gebruiker/Toepassingen	Vlaanderen: Vito, VMM, IRCEL Nederland: RIVM Ozon en fijn stof simulaties, scenario-analyse (korte en lange termijn maatregelen)
Beschikbaarheid	BelEUROS: in overleg met Vito en RIVM Mogelijkheid om simulaties aan te vragen bij IRCEL via website
Schaal Geografisch gebied	Regionaal (3000 bij 3000 km) Europa
Polluenten	Ozon, NO ₂ , NO, VOC PM ₁₀ , PM _{2.5} , sulfaten, nitraten, ammoniak, VOC
Emissies	Punt en oppervlaktebronnen
Tijdshorizon	Scenario's mogelijk (reeds geïmplementeerd in PREMIS, de emissie-aanmaak tool, die onder MIRA O&O wordt verfijnd tot 27 sectoren voor MIRA-S 2006).
Rekentijd / platform / afhandeltijd	enkele uren voor 20 dagen ozon, enkele dagen voor 20 dagen fijn stof+ozon. 1 maand rekentijd voor een jaar fijn stof simulatie. Linux
Nauwkeurigheid	10 % ozon, grotere afwijkingen voor fijn stof
Input	Grootschalige NO _x , VOC en CO emissies voor ozon-modellering Grootschalige primaire stof, SO ₂ , NO _x , NH ₃ , VOC (antrop + biogene) emissies + informatie over grootteverdeling en samenstelling primaire stof emissies Meteogegevens (ECMWF)
Output	Uurlijkse concentratie- en depositievelden + chemische samenstelling + grootteverdeling
Vergelijking modellen	andere LOTOS (TNO, NL), CHIMERE (IPSL, FR)
Beperkingen/ Aandachtspunten	Kwaliteit van de emissiegegevens / resolutie-probleem bij stabiele situaties door beperkt aantal verticale lagen.

2.2.7 RAINS-model

Situering

Het RAINS model staat voor Regional Acidification Information and Simulation model. Met dit model kunnen simulatieberekeningen worden uitgevoerd rond het effect van diversie scenario's en kosteffectieve beleidsmaatregelen op verzurende en vermestende deposities en op ozonconcentraties voor gans Europa. Het model wordt ondermeer gebruikt door IIASA ondermeer in opdracht van de Europese Commissie.

Het model is geen traditioneel dispersiemodel zoals OPS, EUROS, LOTOS of AURORA maar is een geïntegreerd geheel van modellen dat scenario's kan doorrekenen vertrekkende van activiteitenscenario's tot en met de berekening van de impacten voor verschillende pollutanten. Voor de atmosferische verspreiding van de pollutanten worden source-receptor matrices, berekend uit modelresultaten van het volledige Euleriaanse EMEP model, gebruikt.

Het model kan op twee manieren worden ingezet: voor het analyseren van scenario's (scenario-analyse) of voor optimalisering (optimalisatie-analyse). Bij scenario-analyse wordt uitgegaan van de emissies aan de bron en als resultaat bekomt men de kosten en milieu-effecten van de verschillende scenario's. In de optimalisatie-analyse wordt een bepaald depositieniveau gedefinieerd dat bereikt moet worden tegen minimale kosten voor de EU als geheel (dus niet minimale kosten voor elke lidstaat afzonderlijk). Het model berekent dan de kostenoptimale verdeling van de emissiereducties om het vooropgestelde doel te bereiken.

Beschrijving

Ontwikkelaar: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).

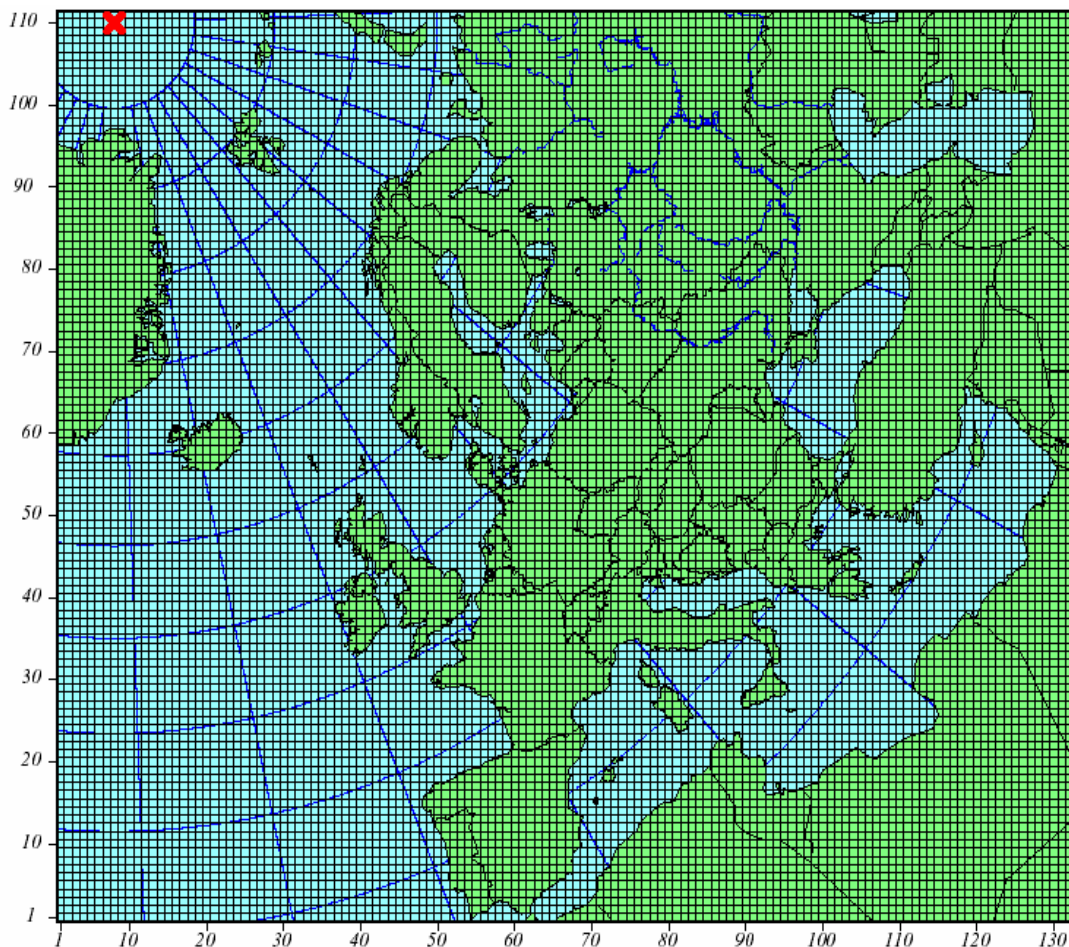
Dit international instituut is een onafhankelijke onderzoeksinstituting gebaseerd in de buurt van Wenen, Oostenrijk. Het instituut doet multidisciplinair wetenschappelijk onderzoek op milieu, economische, technologische en sociale zaken in de context van de menselijke dimensie van globale (milieu)veranderingen. Het wordt gefinancierd door zijn nationale lidstaten in Afrika, Azië, Europa en Noord-America (<http://www.iiasa.ac.at/>).

De verschillende rekenmodules zullen achtereenvolgens kort worden toegelicht aan de hand van de te volgen stappen in een scenariotype simulatie:

1. Er wordt per land een energiescenario opgesteld (momenteel scenario's beschikbaar tot 2030). In zulk een scenario worden de huidige en toekomstige economische activiteiten in rekening gebracht, b.v. de ontwikkeling van het park van bepaalde sectoren, de ontwikkeling van de veestapel in de landbouwsector, het energieverbruik (kwalitatief en kwantitatief).
2. Op basis van het energiescenario en op basis van emissiefactoren, berekent het model de huidige en toekomstige emissies van de pollutanten. De bron van emissiegegevens is de Corinair-inventaris van het EEA evenals nationale informatie.
3. Er kan een selectie worden gemaakt uit een aantal emissiecontrole opties zoals b.v. substitutie van een brandstof (zwavelarme brandstof), ontzwaveling tijdens of na het verbrandingsproces, aanpassing van de voedersamenstelling voor vee. Aan elk van

deze opties is een bepaalde kost verbonden, een efficiëntie en een implementatiegraad. Uit de kosten en het reductiepotentieel wordt de eenheidskost van de verschillende bestrijdingstechnologieën afgeleid. Deze controleopties worden gerangschikt per stijgende eenheidskost en weergegeven in de kostencurven. Er zijn een aantal technologiespecifieke aspecten die voor alle Europese landen dezelfde zijn zoals de investeringen voor een bepaalde technologie, het onderhoud en het verbruik gepaard gaande met een technologie. Anderzijds zijn er een aantal factoren afhankelijk van het land zoals brandstofkarakteristieken en arbeids- en materiaalkosten. Dus elk land heeft zijn eigen kostencurven voor de verschillende pollutanten.

4. Vervolgens berekent het model de atmosferische verspreiding van de emissies op basis van resultaten van het EMEP-model aan de hand van “reduced form” source-receptor relaties die het gedrag van het volledige Euleriaanse EMEP model nabootsen (database met 87 modelruns, modeldomein: Figuur 12). De depositie is de som van de depositie ten gevolge van emissies in eigen land, de contributies van andere landen en een achtergrond depositie. Het EMEP model wordt gebruikt om de processen zo goed mogelijk weer te geven en om rekening te houden met variabiliteit in tijd en ruimte. Met het EMEP photo-oxidans model worden de verschillende chemische en meteorologische regimes van ozonvorming in rekening gebracht.



Figuur 12: Rekenrooster van het volledige EMEP model (50 km resolutie).

5. Tenslotte wordt de impact op het milieu berekend. Voor de verschillende ecosystemen wordt een reeks kritische lasten gebruikt voor verzuring en een reeks voor eutrofiëring. Deze gegevens zijn afkomstig van het centrum CCE (coördinatiecentrum voor effecten) van het RIVM (Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu) waar de werkzaamheden onder het Verdrag Grensoverschrijdende Luchtverontreiniging inzake kartering van de kritische belasting geconcentreerd zijn. De kritische last voor een ecosysteem wordt als volgt gedefinieerd 'de hoeveelheid depositie beneden dewelke geen betekenisvolle schadelijke effecten optreden voor de meest gevoelige elementen van het ecosysteem voor zover onze kennis strekt'. Het model vergelijkt deze gegevens met de berekende depositieniveaus. Verzuring wordt veroorzaakt zowel door depositie van zwavel als stikstof. Bovendien zijn er voor stikstof een aantal natuurlijke sinks zoals opname door vegetatie en denitrificatie. Het is dus niet mogelijk om voor een ecosysteem één enkele kritische last voor verzuring te bepalen. Vandaar dat gewerkt wordt met een eenvoudige functie, de kritische lastfunctie. Deze functie geeft combinaties weer van zwavel- en stikstofdeposities die geen risico vormen voor het ecosysteem.

Om de impact op ozonvorming te valideren, wordt de ozonoverlast berekend voor vegetatie en volksgezondheid en worden deze waarden vergeleken met de respectievelijke drempelwaarden van 40 ppb en 60 ppb ozon.

Het RAINS model ondergaat momenteel (in 2004) een uitvoerige review om zijn wetenschappelijke geloofwaardigheid vast te leggen en om zijn geschiktheid voor het bepalen van de politieke analyses binnen het kader van het EU Clean Air For Europe (CAFE) programma alsook de geplande herzieningen van het Goteborg Protocol binnen de conventie over Longe-range Transboundary Air Pollution (<http://www.iiasa.ac.at/rains/review/index.html>)

Gegevens die in het model moeten worden ingebracht zijn de volgende:

- emissies van de verschillende pollutanten in 1990,
- energieprojecties per land naar 2010, rekening houdend met economische ontwikkelingen,
- emissiecontrole-opties waaraan een bepaalde kost is verbonden, een efficiëntie en een implementatiegraad (de mate waarin de optie kan worden uitgevoerd),
- het atmosferisch verspreidingsmodel EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) en het EMEP photo-oxidans model om de verschillende chemische en meteorologische regimes van ozonvorming in rekening te brengen,
- kritische lasten voor verzuring en eutrofiëring.

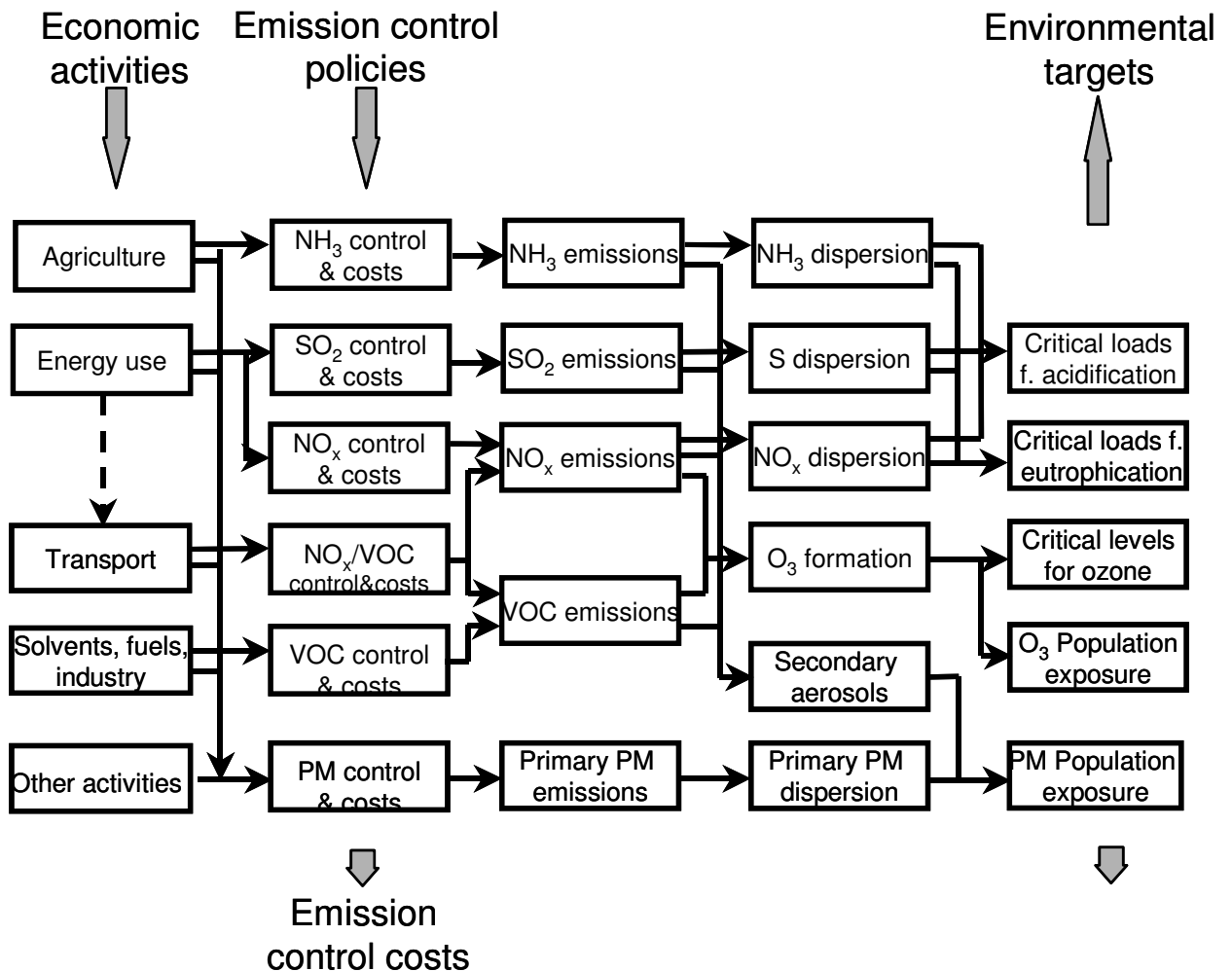
Uit de kosten en het reductiepotentieel wordt de eenheidskost van de verschillende bestrijdingstechnologieën afgeleid. Deze controleopties worden gerangschikt per stijgende eenheidskost en worden weergegeven in nationale kostencurven.

De structuur van het model wordt schematisch voorgesteld in Figuur 13.

Toepassingen

Zowel voor het protocol van Goteborg als voor de NEC-richtlijn (2001/81/EG) werden de emissieplafonds berekend met behulp van het RAINS-model. Voor deze toepassingen werd de verspreiding gemodelleerd op 150 km resolutie. Belangrijk is dat de vermelde

doelstellingen gelden in elke roostervlak zodanig dat er zich over gans Europa een verbetering van de milieukwaliteit zal voordoen. België valt gedeeltelijk in vier van zulke roostercellen (Amann et al., 1996; AMINAL, 2004). De gebruikte grove resolutie houdt beperkingen in voor wat betreft de impactevaluatie in Vlaanderen veroorzaakt door buitenlandse emissiereducties (Noord-Frankrijk, Zuid-Engeland, Ruhr-gebied).



Figuur 13: Structuur van RAINS model (<http://www.iiasa.ac.at/rains/review/index.html>).

In 2004 onderging het RAINS model een grondige herziening als voorbereiding aan de uitwerking van het EU Clean Air for Europe (CAFE) programma en de geplande herziening van het Goteborg protocol.

Tussen oktober 2003 en maart 2004 vonden een reeks bilaterale gesprekken plaats tussen IIASA, nationale experts en industriële belangenhouders om de RAINS databanken (reductie-mogelijkheden, kostencurves, implementatiegraden) te actualiseren alvorens nieuwe baseline scenario's te definiëren.

Uiteindelijk zijn onlangs door IIASA de eerste baseline scenario's doorgerekend als voorbereiding voor de uitwerking van het EU CAFE programma waarvan de eerste vijfjaarlijkse cyclus zal worden aangenomen in 2005.

2.3 Matrix met modeltoepassingen en aanbevelingen

De verschillende modellen zijn elk ontwikkeld om voor een specifiek probleem (verzuring, ozon, fijn stof) op een specifiek geografische schaal (lokaal, stedelijk, regionaal, ...) de meest nauwkeurige oplossing te bekomen die computationeel nog realiseerbaar is. De toenemende rekenkracht van de computers laat dan ook toe om continu nieuwe nauwkeurige methodieken te implementeren. De eerst gebruikte Langrangiaanse modellen worden bijvoorbeeld langzaam aan vervangen door de preciezere maar veel rekenintensievere Euleriaanse modellen⁵. Omdat echter voor sommige toepassingen (scenarioberekeningen) tientallen simulaties moeten worden uitgevoerd, blijven Langrangiaanse modellen nog steeds vrij populair. Ook de Gaussiaanse modellen worden om dezelfde reden nog steeds intensief gebruikt.

Tabel 14: Verschillende in Vlaanderen beschikbare modellen en hun toepassingen.

Model\Toepassing	Vergunning	Planning (mobiliteit, ruimtelijke ordening, NEC)	Evaluatie EU-richtlijnen
IFDM	X	X	X
OPS		X	X
BelEUROS		X	X
AURORA		X	(X)
Straatcanyon modellen (STREET BOX, OSPM)		X	X

opm: Aanduidingen tussen haakjes duiden op mogelijkheden die computationeel veeleisend en daardoor in functie van de beschikbare middelen nu nog niet altijd realistisch zijn.

Het opstellen van een matrix voor modeltoepassingen is niet eenduidig. Verschillende modellen kunnen voor meerdere toepassingen worden gebruikt naargelang de ruimtelijke schaal, de duur van de periode en de gekozen pollutent. Er bestaat niet 1 model dat voor alles kan worden gebruikt. Tabel 14 bevat voor sommige toepassingen dan ook meerdere mogelijkheden.

Het internationaal aanvaardde IFDM model wordt hoofdzakelijk gebruikt voor vergunningsdoeleinden van industriële installaties. Het Gaussische model berekent de impact van de rookpluim van deze installaties op een onderliggend gebied van 20 bij 20 km waardoor emissies van bronnen buiten dit gebied niet worden meegenomen maar als achtergrondconcentratie worden toegevoegd. Vanwege het Gaussisch concept is het model beperkt tot inerte pollutenten (met uitzondering van de NO/NO₂/O₃ omzettingen indien O₃-achtergrondwaarden beschikbaar). Het model kan gebruikt worden om de

⁵ Euleriaanse gridmodellen hebben ten opzichte van Langrangiaanse modellen het grote voordeel dat complexe niet-lineaire chemische en fysische transformatie modules kunnen worden ingebouwd.

minimale bronhoogte te bepalen nodig voor het respecteren van de wettelijke immissiewaarden. MER-toepassingen houden echter te weinig rekening met omliggende bronnen die in principe zouden moeten worden meegenomen, zeker wanneer (hogere) percentielwaarden bepaald moeten worden. Een recente interessante ontwikkeling is de toepassing van IFDM in een stedelijk gebied gekoppeld met een verkeersstroommodel voor de evaluatie van mobiliteitsscenario's op zeer hoge resolutie (gaande tot 100 m) in het kader van het DWTC Mobilee project. Deze methodiek wordt ook in het buitenland veelvuldig gebruikt.

Het OPS-model beslaat gans Vlaanderen en houdt expliciet rekening met de bronnen buiten Vlaanderen. Het model berekent concentraties en deposities. De Langrangiaanse opzet laat alleen lineaire fysische/chemische omzettingen toe zodat NO/NO₂-omzettingen, ozonvorming/afbraak en secundair fijn stof niet kunnen worden meegenomen. Het model werkt met een meteo-statistiek zodat geen uurlijkse waarden kunnen worden bekomen. Er is echter een methodiek op basis van de meteostatistiek ontwikkeld om toch bepaalde percentielwaarden te bekomen. De sterkte van het model (net als voor IFDM) is zijn korte rekentijd.

Het BeLEUROS model is een Euleriaans gridmodel voor ozon en fijn stof. In tegenstelling tot OPS laat het model de implementatie toe van state-of-the-art modules voor niet-lineaire fysische en chemische omzettingen in de atmosfeer. Het model is geïnstalleerd bij IRCEL in Brussel en bevat een heel geavanceerde fijn stof module die toelaat om secundair organisch en anorganisch fijn stof te berekenen. Het model draait onder linux en vraagt daarom een zekere vorming alvorens het kan gebruikt worden. Tijdens de uitvoering van het BeLEUROS DWTC-project is een gebruikersinterface ontwikkeld die nadien op IRCEL door een eigen aangemaakte versie is vervangen waardoor het gebruik is vereenvoudigd. Een beperking van het model is zijn rekenresolutie. Standaard worden berekeningen op een 60 bij 60 km rooster doorgevoerd zodat slechts een 10-tal gridcellen beschikbaar zijn voor gans België. Gridverfijning tot een resolutie van 7,5 x 7,5 km is beschikbaar maar vergt veel meer geheugen en rekentijd. De simulatie van ozon op 60 km resolutie levert goede resultaten op. Voor fijn stof is er nood aan verdere validatie. De gebruikte basisgridresolutie is gelijkaardig met de RAINS/EMEP-resolutie waardoor de toetsingen van de RAINS-resultaten met het BeLEUROS kunnen worden uitgevoerd.

Het AURORA-model is ook een Euleriaans model maar bezit een veel gedetailleerdere verticale structuur (tot 35 verticale lagen) en meteo-informatie die vooral in periodes van sterke stabiliteit en periodes van neerslag betere resultaten dan het BeLEUROS model geeft. Het model wordt momenteel uitgebreid met de MADRID-II fijn stof module die ook in BeLEUROS aanwezig is. Bijkomend wordt ook gewerkt aan het op punt zetten van een methodiek om versneld een gans jaar te kunnen doorrekenen. Behalve de verbeterde verticale structuur bezit het AURORA-model ook een grote flexibiliteit qua toepassingsgebied (Nederland, Vlaanderen, België, stedelijk gebied, ...) en een variabele resolutie met de mogelijkheid om tot op 1 x 1 km berekeningen uit te voeren indien de emissiegegevens kunnen bekomen worden. Het model is uitermate geschikt voor de evaluatie van mobiliteit –en landgebruikscenario's (episode berekeningen) wegens de koppeling met het MIMOSA verkeersemissemiddel en de gedetailleerde oppervlaktebeschrijving (landgebruik, topografie, vegetatie). Belangrijkste knelpunten zijn de rekentijd en de expertise die nodig is om het model te gebruiken.

De OSPM en STREET BOX straatcanyon-modellen maken deel uit van het AURORA-model maar kunnen ook als stand-alone modellen worden gebruikt. Deze vereenvoudigde analytische modellen laten toe om de luchtkwaliteit in straten te evalueren op basis van verkeersemisies en geschikte achtergrondwaarden die ofwel gemeten ofwel gemodelleerd (AURORA, BeIEUROS, OPS) kunnen zijn. Recent onderzoek heeft uitgewezen dat OPS niet in staat is om geschikte achtergrondwaarden voor de STREET BOX en OSPM modellen aan te leveren indien hogere percentielwaarden moeten gesimuleerd worden. Momenteel wordt onderzocht of het gebruik van het AURORA of BeIEUROS model toelaat om geschikte achtergrondwaarden te bekomen die een toetsing met de EU-richtlijnen toelaten. Deze modellen laten toe om de uurlijkse variabiliteit in luchtkwaliteit te simuleren.

Net als de lokale straatcanyon-modellen heeft ook het IFDM-model nood aan geschikte achtergrondwaarden indien toetsing met de EU richtlijnen lucht gevraagd wordt.

3 BEVRAGING VAN DE ACTOREN

De bevraging is gebeurd door middel van interviews, doorgaans telefonisch en in enkele gevallen persoonlijk, na een voorafgaande situering van de achtergrond en het voorleggen van enkele typische vragen.

De diensten en personen die bevraged werden zijn:

- AMINAL AMV: Katrijn Roggeman en Frans Wambacq
- AMINAL AMI: Filip François
- AMINAL Cel MER: Geert Pillu en Veerle Decoster
- AMINAL sectie lucht: Bob Nieuwejaers
- VMM: Myriam Rosier (advies lucht) en Marie-Rose Van den Hende (EIL)
- VMM: Edward Roekens (meetnetten lucht) en Frea Blommaert
- VEV/Voka: Katleen Mariën
- Provincie Oost-Vlaanderen: Raf Barzeele
- IRCEL: Gerwin Dumont
- Mobiliteitscel: Marleen Govaerts

Enigszins afwijkend van de manier waarop de vragenlijst was opgesteld, worden hiernavolgend de voornaamste aandachtspunten en eventuele knelpunten weergegeven per deeldomein (bijvoorbeeld: emissies, emissiegrenswaarden, modellen, luchtkwaliteitsdoelstellingen). Dit heeft te maken met het feit dat de bevraging op deze wijze het duidelijkst verliep. De individueel geïnterviewde personen zijn immers elk voor één niveau (wetgeving, vergunningen, beleid, ...) verantwoordelijk.

3.1 Emissies

Het bepalen van de emissies wordt doorgaans niet zozeer als een probleem ervaren. Voor stof wordt dit in sommige gevallen wel als problematisch ervaren. Vaak dient een beroep gedaan te worden op emissiefactoren en indien er slechts één emissiefactor voorhanden is kan de betrouwbaarheid van de bekomen emissie in vraag gesteld worden. Ook is het zo dat bepaalde bedrijven wel verplicht zijn TSP (total suspended particles of totaal stof) te meten, maar op internationaal niveau wordt beduidend meer aandacht gehecht aan PM₁₀ en PM_{2,5} (op internationaal niveau ligt het accent zowel op PM₁₀ als op PM_{2,5}). Men beschikt dus niet over directe metingen van PM₁₀ en PM_{2,5} en rapportages dienen bijgevolg te gebeuren op basis van in de literatuur gevonden grootte-distributies. De inschatting van secundair gevormd stof is eveneens een probleem.

In MER'en en vergunningsdossiers wordt dit zelden of nooit als een leemte in de kennis opgegeven. Zelfs voor diffuse emissies worden er geen problemen gesignaleerd. Het bepalen van diffuse emissies van stof is wel problematisch. Het is echter noodzakelijk dat ook niet-geleide emissies bepaald worden (dit geldt ook voor andere pollutanten dan fijn stof) daar deze emissies op internationaal niveau (bijvoorbeeld de Rains modellering van IIASA) wel in rekening gebracht worden en Vlaanderen (België) zich momenteel niet kan uitspreken over het al dan niet correct ingeschat zijn van deze emissies en als gevolg

daarvan over al dan niet correct zijn van de basisemissies waarop de emissieplafonds worden bepaald.

De overheid zelf maakt dikwijls gebruik van de emissiejaarverslagen om zich te documenteren over de emissies. De huidige rapportering van emissies is echter niet altijd voldoende gedetailleerd om als modelinput te worden gebruikt. Vooral de profielen van de geëmitteerde deeltjes (grootteverdeling van stofemissies) en hun chemische samenstelling zijn onvoldoende gekend/gerapporteerd.

Een knelpunt is echter wel nog steeds het zo nauwkeurig mogelijk bepalen van de totale emissies per sector. Dit is uitermate belangrijk gebleken bij het bepalen van het reductiepotentieel per sector op basis van de emissieplafonds. Terwijl via de emissiejaarverslagen voldoende informatie van belangrijke emittoren bekend is, is dat niet het geval voor de vele kleine bedrijven met lage emissies. De sectorstudies hebben voor enkele sectoren immers uitgewezen dat wanneer een uitgebreide enquête gevoerd wordt, er aanzienlijk hogere emissiegegevens berekend worden dan hetgeen via methoden gebaseerd op statistieken berekend wordt. Dat is voornamelijk een knelpunt voor VOS, minder voor SO₂ en voor NO_x. Het kan echter ook omgekeerd: voor de non-ferrosector begroot de sectorstudie een lagere stofuitstoot dan de door Vito opgestelde emissie-inventaris voor fijn stof. Vermoedelijk is deze discrepantie te wijten aan het in rekening brengen van diffuse emissies in de emissiefactoren die aangewend worden in de Vito-studie. Hieruit blijkt nogmaals de leemte in de kennis omtrent diffuse stofemissies en de noodzaak aan het gekend zijn van de niet-geleide uitstoot.

Er dient gewerkt te worden aan een methodologie om de emissieberekeningen van de sectorstudies, die data voor één jaar genereren, om te zetten naar een methodologie om een zo betrouwbaar mogelijke tijdreeks van emissies te bepalen.

Er zijn daarenboven nog problemen met een nauwkeurige bepaling van sommige emissies en zeker met extrapolatie van puntmetingen naar jaarvrachten. Dit geldt in het algemeen voor VOS, maar ook voor stof en zware metalen. Ook en nadrukkelijk geldt dit voor de bepaling van niet-geleide emissies (zie ook opmerking over de solvent-richtlijn): meetmethoden hiervoor staan nog in hun kinderschoenen, er gebeuren heel weinig metingen en vaak wordt er gebruik gemaakt van algemene emissiefactoren.

3.2 Emissiegrenswaarden

Er zijn recent heel wat sectorale emissiegrenswaarden verstrengd naar aanleiding van de evoluerende wetgeving (voornamelijk recent gepubliceerde EG-dochterrichtlijnen voor het compartiment lucht en actualiseringen op basis van BBT-studies). Voorbeelden daarvan zijn:

- emissienormen voor de kleiverwerkende industrie
- emissiegrenswaarden voor dioxines voor de metaalnijverheid (Besluit van de Vlaamse Regering van 19 januari 1999, aangepast door het Besluit van de Vlaamse Regering van 28 november 2003)
- afvalverbrandingsinstallaties
- bubbelgrenswaarden voor de raffinaderijen

- nieuwe emissiegrenswaarden voor stookinstallaties en vast opgestelde motoren (besluit van de Vlaamse Regering van 23 april 2004, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad van 30 juni 2004)

Er is geen dynamische koppeling tussen emissiegrenswaarden en verstrengde luchtkwaliteitsdoelstellingen (op basis van kader- en dochterrichtlijnen).

Het hoofdprincipe van de Vlaremwetgeving is de toepassing van BBT, zoals bepaald onder de algemene voorschriften in artikel 4.1.2.1 van Vlarem II. De bestaande teksten van Vlarem II corresponderen met de teksten van de Duitse TA-Luft, maar ze hebben in Vlaanderen een dwingend karakter (wet). De politiek van de hoge schoorstenen (betere dispersie) is achterhaald, vandaag ligt het accent op saneren aan de bron.

Aandachtspunten zijn het actualiseren van de (emissie)normen én eenvormigheid bij de interpretatie. Voor dit laatste punt is een expertenwerkgroep 'lucht' (binnen AMV) opgericht. Duitsland heeft onlangs ook in 'TALuft' nieuwe emissiegrenswaarden opgelegd.

Volgens de IPPC-richtlijn moet de afstemming emissiegrenswaarden/BBT (of milieukwaliteitsnormen) op niveau van de milieuvergunning alsook op niveau van de sectorale normen worden verzekerd. Zo is er eveneens een 'IPPC'-expertenwerkgroep (binnen AMV) opgericht. IPPC vereist bovendien een regelmatige herziening van de vergunningen, met aandacht voor BBT en milieukwaliteitsnormen.

Moeilijkheden bij de interpretatie van de Vlaremwijzigingen ten gevolge van de solventrichtlijn worden gesignaleerd.

Een leemte in Vlarem is dat voor sommige pollutanten geen emissiegrenswaarden, noch meetverplichtingen bestaan, zoals voor Zn en voor NH₃, ondanks het feit dat deze beide parameters dienen gerapporteerd te worden in het emissiejaarverslag.

3.3 De relatie tussen emissies en luchtkwaliteit

In de EU richtlijnen inzake luchtkwaliteit wordt behalve voor de definitie van de zonering niet rechtstreeks verwezen naar de relatie tussen emissiebronnen en milieukwaliteitsnormen. Dit gebeurt echter wel in de IPPC richtlijn waarin een duidelijke koppeling tussen het bronnenbeleid en de milieukwaliteitsnormen wordt gemaakt. In alle geldende EU-richtlijnen inzake beheersing van de luchtkwaliteit, zowel in de kaderrichtlijn 96/62/EC en in de dochterrichtlijnen, wordt bepaald dat bij overschrijding van de grenswaarden sanctie- of saneringsplannen moeten opgesteld worden, hetgeen dus inhoudt dat de verantwoordelijke emissiebronnen aangeduid en gesaneerd moeten worden. Hiertoe dienen de emissiebronnen in kaart te worden gebracht en dient een voorstel tot verbetering te worden geformuleerd dat moet leiden tot conformiteit met de doelstellingen. Soms worden op vraag van de overheid (meestal milieu-inspectie) bijkomende metingen uitgevoerd. Analyse en interpretatie van de metingen met als doel het opsporen van emissieovertredingen gebeurt niet systematisch. De Milieu-inspectie baseert zich hiervoor op emissiemetingen door de betrokken bedrijven (zelfcontrole) of in eigen opdracht.

De relatie tussen emissiebronnen en luchtkwaliteit is in de Vlarem-wetgeving slechts op enkele plaatsen aanwezig:

- berekening minimale schoorsteenhoogte (bijlage 4.4.1);
- verplichting voor stookinstallaties van meer dan 300 MWth om immissie-metingen van SO₂ en NO_x op drie punten rond eigen bedrijf uit te voeren.
- bepalingen wintersmog (art. 4.4.5.)

Op EU niveau wordt een koppeling tussen luchtkwaliteit (of effecten) en emissies (of emissieplafonds) gemaakt via het RAINS model.

Artikel 10 van de Europese Richtlijn 96/61/EG m.b.t. de geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging zegt het volgende over BBT en milieukwaliteitsnormen:

“Indien met het oog op een milieukwaliteitsnorm strengere voorwaarden moeten gelden dan die welke door toepassing van de beste beschikbare technieken haalbaar zijn, moeten met name in de vergunning extra voorwaarden worden gesteld, onverminderd andere maatregelen die getroffen kunnen worden om aan de milieukwaliteitsnormen te voldoen.”

Dit betekent dat omwille van lokale omstandigheden (bijvoorbeeld een hoge concentratie van emissiebronnen in een beperkte zone) er strengere voorwaarden kunnen geïmplementeerd worden die mogelijk verdergaan dan BBT.

Specifiek naar mobiliteit: De mobiliteitscel houdt zich voornamelijk bezig met beleidsvoorbereidend werk zoals het opstellen van het mobiliteitsplan Vlaanderen. Dit werk houdt in dat zoveel mogelijk rekening dient gehouden met internationale afspraken zoals de “Nationale Emission Ceilings (NEC)”, de uitwerking van de Kyoto-verdragen alsook met Europese habitat-richtlijnen. Op Vlaams niveau is er de verplichting een project-mer uit te voeren en een bouwvergunning aan te vragen bij de uitvoering van mobiliteitsprojecten. Heel dikwijls worden bijkomend op vrijwillige basis ook een plan-mer (s-mer) en een streefbeeld uitgewerkt om een grotere consensus tussen de verschillende partijen te bekomen.

Binnen een project-mer zijn er deelfacetten waarin kan verwezen worden naar de relatie tussen de emissies van het wegtransport en de luchtkwaliteit alsook de deposities van schadelijke stoffen naar de omliggende gronden maar de mate van detail tijdens de uitwerking hangt af van de deskundigheid van de project-mer uitvoerder. Soms wordt enkel gekeken naar de impact op het niveau van emissies zonder rekening te houden met de verspreiding ervan en de invloed van andere aanwezige bronnen.

Een project-mer kijkt in wezen naar de verschillende milieucompartimenten (lucht, bodem en water). De cel MER van AMINAL (<http://www.mervlaanderen.be/>) werkt momenteel aan de uitwerking van het wettelijk kader om het (kader)decreet milieueffect/veiligheidsrapportage volledig operationeel te maken. De Vlaamse regering gaf op 28 november 2003 haar principiële goedkeuring aan het voorontwerp van een eerste uitvoeringsbesluit, dat de meeste nog te regelen aspecten bevat. Ondertussen zijn de noodzakelijke adviezen verwerkt en gaf de Vlaamse regering op 12/03/2004 haar goedkeuring aan het aangepaste voorontwerp. Nu is het wachten op het advies van de Raad van State vooraleer de definitieve goedkeuring kan volgen. De volledige tekst ervan is te vinden op bovenvermelde website.

Knelpunten: Voor de sector verkeer betekent de uitvoering van een MER-studie en het kijken naar de milieueffecten ook dat eerst een analyse van de mobiliteitseffecten moet worden gedaan. Hiervoor zijn echter geen richtlijnen voorhanden zodat de uitvoering ervan afhangt van de deskundigheid van de expert en zijn verkeersstroommodel.

De procedure voor de aanvraag en goedkeuring van grote werken is omslachtig en kan aanleiding geven tot conflicten tussen de administraties ruimtelijke ordening en milieu. Een duidelijker vastgelegde procedure zou een vooruitgang betekenen.

Opvolging van de luchtkwaliteit: In de Europese richtlijnen betreffende luchtkwaliteit, die in de Vlaamse milieuwetgeving zijn overgenomen, wordt gespecificeerd waar en hoeveel metingen moeten worden uitgevoerd. Deze planning kan afhangen van de aanwezigheid van belangrijke emissiebronnen (industriële of verkeer). De relatie bron-immissie maakt voorlopig enkel deel uit van de IPPC-richtlijnen. De relatie bron-milieukwaliteitsnorm kan echter ook op een fundamentele manier worden teruggevonden in de ozonwetgeving waar niet van grenswaarden maar van streefwaarden wordt gesproken. Dit komt door het grote grensoverschrijdende karakter van ozon dat het voor bepaalde administraties/regeringen moeilijk maakt om lokaal iets aan het probleem te verhelpen. Ook de extreem grote meteo-afhankelijkheid bij ozon maakt het moeilijk om grenswaarden te definiëren.

De planning van de meetstrategie wordt mede bepaald door de gedane zonering van het grondgebied zoals gevraagd in de kaderrichtlijn betreffende luchtkwaliteit. Deze zonering kan afgestemd worden op de aanwezigheid van belangrijke puntbronnen (bijv. Hoboken).

De metingen beogen zowel het opvolgen van de luchtkwaliteit rond belangrijke puntbronnen (havengebieden,bedrijven) als diffuse bronnen (verkeersgeoriënteerde metingen in stedelijke omgevingen).

Naar de mobiliteit toe gebeurt de terugkoppeling tussen de mobiliteitsplannen en de milieukwaliteit tijdens het uitvoeren van een projectmer en/of planmer waar gevraagd wordt om te kijken naar de invloed van de mobiliteitswerken op het milieu.

In de praktijk blijft er echter onduidelijkheid over de procedure. Weinig personen kunnen een goed advies geven over de toepassing van de wet in specifieke situaties. Er is nood aan personen/ambtenaren met een goed overzicht van de ganse procedure en die de aanvrager tijdens alle facetten, ruimtelijke ordening, milieu en bouwvergunning, kan bijstaan.

3.4 Luchtkwaliteitsnormen

Sommige normen in VLAREM bevinden zich niet in de EU wetgeving. De oorsprong en/of relatie met volksgezondheid is hier niet altijd heel duidelijk.

Een anomalie in Vlarem is dat de luchtkwaliteit in de industriezones (eigenlijk de stedelijke agglomeraties) strenger gereguleerd wordt dan elders, maar dat de emissienormen wel dezelfde zijn. Deze verstrenging vervalt evenwel na 2010 door de

komst van de nieuwe kader- en dochterrichtlijnen inzake de luchtkwaliteit. De luchtkwaliteitsdoelstellingen bepaald in de dochterrichtlijnen maken geen onderscheid tussen industrie- en andere zones.

Bij het ontbreken van luchtkwaliteitsdoelstellingen voor een bepaalde pollutent wordt dikwijls een honderdste van de blootstellingswaarde (TLV- of MAK-waarde) als vergelijkingswaarde genomen.

De APSG (Afdeling Preventieve en Sociale Gezondheidszorg) stelt een rangorde voor van wetenschappelijke advieswaarden voor externe milieublootstelling:

- WHO-advieswaarden voor blootstelling of inname (TDI)
- TLV-waarden:
 - voor de algemene bevolking, bv. 1/10 van de TLV voor niet carcinogenen
 - voor gedefinieerde risicogroepen, bv. 1/200 van de TLV voor niet-carcinogenen
- Advieswaarden uit de peer gereviewde internationale wetenschappelijke literatuur

Er komen meer en meer vragen om naast de ‘technische’ milieukwaliteitsnormen ook de ‘wetenschappelijke’ normen te vermelden die afgeleid werden op basis van toxicologische gegevens. Als referentie wordt verwezen naar RIVM Nederland, Stoffen en Risico's (http://www.rivm.nl/stoffen-risico/NL/ond_4_3.html)

Geplande aanpassingen:

Projectmer is gebaseerd op EU-richtlijnen. Vlaamse wetgeving wordt momenteel aangepast.

De vierde dochterrichtlijn was op het ogenblik van de bevraging nog in voorbereiding. De definitieve versie werd ondertussen goedgekeurd en gepubliceerd : Richtlijn 2004/107/EG van het Europees Parlement en de Raad van 15 december 2004 betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen. Deze 4^{de} dochterrichtlijn legt ook metingen van deposities op, alhoewel deze meettechniek nog niet werd vastgelegd. Edward Roekens is de Belgische pilootpersoon. Binnen CAFE is momenteel ook een herziening van de dochterrichtlijnen betreffende ozon, fijn stof en de stikstofoxiden -gaande.

3.5 Hulpinstrumenten/modellen

Met uitzondering van IRCEL en VMM-meetnetten, worden door de ondervraagden uit de administraties meestal geen dispersieberekeningen uitgevoerd. Er wordt wel gebruik gemaakt van de modelresultaten bij de evaluatie in de MER'en die onder de verantwoordelijkheid van een erkende deskundige vallen. In MER'en wordt de laatste jaren voor 100 % gebruik gemaakt van IFDM als dispersiemodel, terwijl voordien veelal gewerkt werd met het Nederlandse Pluimplus.

Op de correcte toepassing van IFDM is echter dikwijls onvoldoende controle mogelijk (bijvoorbeeld voldoende dichtheid van de rasterpunten waarvoor berekeningen uitgevoerd werden waardoor de echte maximale invloed bepaald wordt).

➤ Milieuinspectie

MI maakt sporadisch gebruik van dispersiemodellen om de impact van bronnen na te gaan: dit is zeker het geval voor geuremissie, maar ook al gebeurd voor emissie van gevaarlijke stoffen (bv dioxinen)

➤ VMM-ervaringen:

IFDM en EMIAD worden sporadisch gebruikt door VMM bij de evaluatie van metingen rond belangrijke puntbronnen.

Het model OPS wordt momenteel gescreend om te kijken naar de inzetbaarheid van het model als hulpmiddel bij metingen. Frea Blommaert is daarmee belast (uitvoeren van modelruns en het vergelijken van modeluitvoer met metingen met als doel een uiteindelijke evaluatie).

Het OPS model wordt reeds gebruikt bij de rapportering van verzuring (door Philip Van Avermaet) en ook in de MIRA-rapporten worden resultaten van OPS verwerkt.

Het model OPS werd oorspronkelijk ontwikkeld voor de evaluatie van verzuring en vermisting maar wordt momenteel uitgebreid voor de simulatie van zware metalen, dioxines en fijn stof.

De IFDM-methodologie is ideaal voor inerte polluenten. Daarom is het IFDM-model niet pollutant afhankelijk. De gebruikersinterface zou nog iets gebruiksvriendelijker mogen.

Het OPS model is gebruiksvriendelijk maar heeft op de computers van de VMM een lange rekentijd nodig en mist nauwkeurigheid bij bepaalde polluenten zoals fijn stof. De achtergrond van het model is niet altijd duidelijk waardoor interpretatie van de resultaten soms moeilijk is. Met het nieuwe optimalisatiecontract zal dit beteren.

IDFM werd door Vito ontwikkeld. OPS werd door RIVM ontwikkeld en door Vito voor Vlaanderen aangepast en geïmplementeerd.

IFDM werd uitvoerig gevalideerd. VMM voert momenteel zelf een evaluatie van OPS uit aan de hand van hun meetgegevens. Het OPS model werd door RIVM gevalideerd voor de simulatie van de verzurende polluenten.

IFDM is uitvoerig met andere gelijkaardige modellen vergeleken geworden (harmonisatieoefening).

De OPS en BeLEUROS modellen zijn gekozen na een literatuurstudie.

Actualisatie van de modellen:

Het OPS model ondergaat een jaarlijkse calibratie via een optimalisatiecontract (meteo, emissies, kleine aanpassingen op vraag van VMM).

In het jaar 2003 werd een update van IFDM bij de VMM geïnstalleerd die vooral bestond uit de overgang naar Windows en de uitbreiding van de postprocessing mogelijkheden. De gevalideerde methodologie werd ongemoeid gelaten.

➤ *IRCEL-ervaringen:*

IRCEL beschikt over verschillende modellen voor het voorspellen van de luchtkwaliteit. Deze modellen zijn ofwel statistisch (SMOGSTOP voor ozon, OVL voor fijn stof) ofwel fysisch (BeEUROS voor ozon).

SMOGSTOP en OVL werden beiden door VITO ontwikkeld. BeEUROS werd ontwikkeld door het RIVM maar door VITO voor Vlaanderen aangepast en geïnstalleerd bij IRCEL.

Deze modellen voldoen aan de behoeften. Het grootste probleem bij de fysische modellen is de nauwkeurigheid van de emissiegegevens. Bijkomend aan modelberekeningen mogen zeker experimentele metingen (mobiele campagnes, fluxmetingen) alsook de analyse ervan niet verwaarloosd worden.

SMOGSTOP en OVL worden constant getoetst aan de realiteit. Deze toetsing dient ook om de statistische relaties aan te passen aan veranderingen in de toestand van de luchtvervuiling (evolutie in menselijke activiteiten, emissiefactoren en emissienormen).

BeEUROS wordt ook vergeleken met meetgegevens.

Voorafgaand aan de implementatie van deze modellen is een literatuurstudie uitgevoerd om de keuze van het model te rechtvaardigen.

De actualisatie van de modellen: Voor de statistische modellen gebeurt dit jaarlijks. BeEUROS wordt ook continue aangepast. De laatste belangrijke upgrade van het BeEUROS model is de integratie van een state-of-the-art fijn stof module waarmee naast massa ook deeltjes aantallen en de chemische samenstelling van het fijn stof kunnen worden bestudeerd.

➤ *Mobiliteitscel-ervaringen:*

De toetsing van verschillende mobiliteitsscenario's bekomen met verkeersstroommodellen qua verkeersemissies wordt uitbesteed aan erkende deskundigen zoals o.a. studieburelen en de Vito (gebruik van TEMAT/MIMOSA).

MIMOSA werd door Vito ontwikkeld in opdracht van de Vlaamse overheid (AMINAL, VMM).

Er moet voorzichtig worden omgesprongen bij de berekening van de verkeersemissies op basis van modeloutput. Bijvoorbeeld de verkeersstroom-modellen zijn gebaseerd op gedragspatronen van verschillende jaren en zijn dus niet specifiek voor één jaar.

Voor de berekening van totale jaarlijkse emissies is het aangeraden om verschillende methodologieën en datasets naast elkaar te gebruiken om de onzekerheid te verkleinen.

Actualisatie: Verkeersstroommodellen worden constant aangepast. Momenteel staat de ontwikkeling van een dagmodel hoog op de prioriteitenlijst. Het verkeersemissiemodel TEMAT/MIMOSA zal in 2004 een upgrade ondergaan (MIMOSA 3).

3.6 Milieuvergunningen

In Vlaanderen is de geldigheid van een milieuvergunning beperkt tot maximaal 20 jaar, dit is korter dan de geldigheidstermijn in andere EU-landen. Daarenboven kan, overeenkomstig artikel 45 van titel I van het Vlarem, op eigen initiatief van de Vlaamse overheid ambtshalve een aanpassing gebeuren van de milieuvergunning.

Bij de toetsing van de haalbaarheid van luchtkwaliteitsdoelstellingen voor nieuwe projecten of voor uitbreidingen wordt rekening gehouden met de locatie (zowel voor water, verschil tussen lozingspunt in de Schelde of in een beek, als voor lucht waar de ligging belangrijk is). Er zijn gevallen waar op basis van de evaluatie (bijvoorbeeld in een MER of in een vergunningsaanvraag) of van de ligging van het emissiepunt strengere emissiegrenswaarden werden opgelegd. Regelmatig wordt in dergelijke gevallen een vergunningsaanvraag geweigerd.

3.7 Algemene opmerkingen

Een tiental jaar geleden werden op last van de Provincie Oost-Vlaanderen twee studies uitgevoerd die peilden naar de milieugebruiksruimte, enerzijds in de kanaalzone Gent-Terneuzen en anderzijds in de industriezone Antwerpen Linkeroever.

4 OVERLEGRONDE MET ACTOREN - COMPARTIMENT LUCHT

De volgende zeven knelpunten werden tijdens de overlegronde m.b.t. het compartiment besproken:

1. Correct meenemen van achtergrondconcentraties in MER-studies
2. Beschikbaarheid van correcte emissiegegevens
3. Correct gebruik van modellen en verantwoordelijkheid voor modelresultaten
4. Validatie van modellen
5. Modelleren van nieuwe polluenten: POP (PAKs, Dioxines, Pesticiden, Insecticiden), zware metalen, ...
6. Aanzienlijke rekentijd bij enkele geavanceerde modellen
7. Late beschikbaarheid van emissiedata

4.1 Knelpunt 1: Correct meenemen van achtergrond in MER-studies

Knelpunt:

In een MER-studie moeten de modelberekeningen worden vergeleken met de grenswaarden gedefinieerd in de Europese richtlijnen. MER-studies voor vergunningsdoeleinden maken meestal gebruik van het lokale IFDM model (of soortgelijke methode zoals voorgeschreven in de VLAREM) waarbij de jaarlijkse constante achtergrondconcentratie wordt voorgeschreven of wordt afgeleid op basis van meetgegevens.

Een knelpunt is de beschikbaarheid van een geschikt VMM-metstation om deze achtergrondconcentratie te definiëren. In principe zijn uurlijkse achtergrondconcentraties nodig om percentielwaarden te bepalen, zoals voorgeschreven door de grenswaarden. Zijn er voldoende VMM-metstations voorhanden om voor alle polluenten de achtergrondconcentratie te bepalen en zijn de gemeten waarden representatief als achtergrondwaarde ?

Discussie en finaal voorstel:

Er dient onderscheid gemaakt te worden tussen

- achtergrond (luchtkwaliteit die 'geïmporteerd' wordt vanuit een andere zone dan degene die bestudeerd wordt) en
- ontbrekende meetgegevens (lokale meetgegevens voor een bepaalde polluent uit VMM meetnet die nodig zijn om de berekeningen van de bestaande toestand mee te valideren).

Wat de achtergrond betreft bestaat de mogelijkheid om IFDM gebruikers toegang te geven tot gevalideerde gemodelleerde achtergrondconcentraties op uurbasis, zodat ook voor de bepaling van percentielwaarden voldoende rekening kan worden gehouden met de uurlijkse variatie in de achtergrondbijdrage. Tevens zou de ontbrekende meteorologische informatie voor hetzelfde jaar gegeven worden. Met achtergrondconcentraties worden concentraties op een resolutie van 15 km bedoeld.

Momenteel is het IFDM-model een bijdrage-model. Om uurlijkse achtergrondwaarden bovenop de bijdrage van de te onderzoeken installatie mee te nemen en totale concentraties te bekomen die kunnen getoetst worden met EU richtlijnen lucht moet het IFDM lichtjes worden aangepast.

Anderzijds wordt gemeld dat IFDM slechts meteorologische informatie omvat voor drie jaren die reeds in een vrij ver verleden liggen. De vraag wordt regelmatig gesteld om toegang te krijgen tot recentere meteorologische informatie om o.a. de vergelijking met recente meetgegevens mogelijk te maken door het gebruik van de corresponderende meetgegevens.

4.2 Knelpunt 2: Beschikbaarheid van correcte emissiegegevens

Knelpunt: Correcte emissiegegevens zijn niet altijd beschikbaar en niet altijd aangepast aan de noden van de modellen.

- Diffuse emissies zijn tot op heden onvoldoende gekend.
- Voor fijn stof modellering moet naast de totale massa ook de grootteverdeling en de chemische samenstelling van de primaire fijn stof emissies als input aan de luchtkwaliteitsmodellen worden gegeven.
- Bijkomend probleem betreft de nauwkeurigheid van de jaargemiddelde industriële emissies indien deze worden berekend op basis van enkele puntmetingen gedurende het jaar.
- Specifieke emissienormering, die van TA-Luft komt en dateert van 1986, is niet afgestemd op de recente BBT-normen.
- Emissiegegevens voor de ons omliggende regio's (Noord-Frankrijk, Zuid-Engeland, Nederland, Ruhrgebied) zijn moeilijk beschikbaar om correct achtergrondconcentraties in te schatten. De meest nauwkeurige data betreft momenteel de EMEP emissiegegevens. Deze hebben slechts een resolutie van 50 km.

Discussie en finaal voorstel:

De Emissie Inventaris Lucht wordt continu uitgebreid (sectoren, aard emissies en stoffen), verfijnd (ook qua geografische spreiding) en geoptimaliseerd intern door de medewerkers zelf, aangevuld door externe studies (naargelang de beschikbare middelen het toelaten). Hetgeen de aanleiding was voor volgende discussiepunten, aanbevelingen en conclusies:

- Alhoewel de emissiejaarverslagen lucht van zeer verschillende kwaliteit zijn wordt gesteld dat de emissie-inventaris lucht jaarlijks verbetert.
- De inzichten in de diffuse emissies van VOS zijn reeds verbeterd aan de hand van uitgevoerde studies en deze van fijn stof (PM_{10} , $PM_{2,5}$) zullen aan de hand van een in 2005 op te starten studie ook verbeteren.
- Alhoewel emissies van PM_{10} in het Integraal Milieujaarverslag moeten gerapporteerd worden is er bij de bedrijven te weinig ervaring over de emissies van PM_{10} omdat de meetmethoden nog niet op punt staan. Momenteel bestaat ook nog geen referentiemethode voor de bepaling van grootteverdelingen.
- De extrapolatie van puntmetingen, uitgevoerd volgende de Vlaremeetfrequentie, naar een totale jaaremisse gebeurt meestal blindelings, met andere woorden, de (gemiddelde) massastroom wordt vermenigvuldigd met het aantal uur per jaar om de

jaaremissie te berekenen. Daardoor worden voor enkele pollutanten (bijvoorbeeld stof, zware metalen) jaarlijks sterk schommelende jaaremissies gerapporteerd. Er is geen (systematische) koppeling tussen de emissiemetingen en procesparameters.

Mogelijke oplossingen:

- Voor de rapportage van PM₁₀-emissies in het Integraal Milieujaarverslag kan de overheid referenties meegeven van literatuur waar profielen (bijvoorbeeld fractie PM₁₀ op totaal stof) gegeven worden per emissieoorzaak. Dergelijke profielen worden bijvoorbeeld gegeven in AP-42 van US-EPA (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>).
- Mogelijke verbeteringen voor de berekening van jaaremissies op basis van puntmetingen dienen besproken te worden met de emissie-inventaris lucht van de VMM.
- Meer onderzoek naar diffuse emissies (industriële, niet-uitlaat transport emissies, off-road mobiele bronnen, gebouwenverwarming). Ter info reeds uitgevoerde en geplande TWOL-studies (GMO-databank).
- Gerichter onderzoek naar samenstelling en grootteverdeling van fijn stof emissies: op termijn gepland cfr. internationale ontwikkelingen i.v.m. emissie-inventarisatie lucht.
- Inschatting van de nauwkeurigheid van de industriële emissies op basis van intra-jaarlijkse variabiliteit. Opgeven van onzekerheidsmarges op emissiegegevens. Nu reeds is meer gedetailleerde info beschikbaar over het tijdsverloop (gedurende het jaar) van de relevante (o.b.v. milieujaarverslag) emissies. Waar mogelijk (o.b.v. milieujaarverslag) is de onzekerheidsmarge (o.b.v. meetverslagen) in de databank opgenomen. Het ligt in de bedoeling om op termijn de onzekerheden (metingen, emissiefactoren) die nu berekend worden op de broeikasgassen uit te breiden voor de volledige emissie-inventaris lucht.
- Aanpassen specifieke emissienormering, afstemming met BBT-normen.
- Grotere beschikbaarheid van Europese emissiegegevens.:De landen beschikken meestal zelf over meer gedetailleerde info (cfr. Emissie Inventaris Lucht Vlaanderen). Op dit ogenblik volstaan de EMEP-grids voor de internationale rapportering. Indien gewenst kan via VMM gepoogd worden om over deze info te kunnen beschikken.

4.3 Knelpunt 3: Correct gebruik van modellen en verantwoordelijkheid voor de modelresultaten

Knelpunt: Als voorbeeld van een oncorrect gebruik van een model kan de definitie van het receptorenrooster bij IFDM worden vermeld. Bij onvoldoende receptorpunten varieert de waarde en de locatie maximale gemodelleerde concentratie. Om de correcte maximale concentratie te bekomen moet een geschikte resolutie worden genomen. Algemeen moet het gebruik van modellen gebeuren door een bevoegd persoon die het model in kwestie voldoende kent.

Discussie en finaal voorstel:

- Het knelpunt wordt niet als zeer belangrijk aangevoeld. Belangrijk is evenwel de mogelijkheid te voorzien voor opleiding in het gebruik van modellen (meer dan een studiedag over modellen).

- Een checklijst met fundamentele aandachtspunten tezamen met een aanpassing van de handleiding zou de gebruikers kunnen helpen.
- Specifieke problemen die gesignaleerd werden kunnen best via een website met FAQ (*frequently asked questions*) bekend gemaakt worden. Enkele cases met specifieke eigenschappen (bijvoorbeeld modellering van diffuse emissies) kunnen eveneens via dat kanaal aan gebruikers meegedeeld worden.

4.4 Knelpunt 4: Validatie van modellen

Knelpunt: Modellen zijn soms onvoldoende gevalideerd en niet altijd voor de gevraagde toepassing. Interpretatie van de vergelijking tussen gemeten en gemodelleerde waarden is niet eenvoudig. De nauwkeurigheid van de resultaten worden niet altijd meegegeven. Bovendien is het niet altijd duidelijk hoe met deze nauwkeurigheid moet worden omgegaan.

Discussie en finaal voorstel:

Het knelpunt heeft niet als zodanig betrekking op de ontwikkeling van modellen (validatie is daar de verantwoordelijkheid van de ontwikkelaars, waarbij de modelresultaten afdoende werden gecheckt door de ontwikkelaars), maar bij het gebruik en toepassing van de modellen. Daar speelt de ervaring en de deskundigheid van de gebruiker de voornaamste rol. De ervaring kan verbeterd worden door voldoende opleiding te voorzien.

Tijdens en na modelberekeningen moet echter voldoende middelen en tijd worden voorzien voor validatie van de resultaten.

4.5 Knelpunt 5: Modelleren van de verspreiding van nieuwe polluenten: POP (PAKs, Dioxines, Pesticiden, Insecticiden), zware metalen, ...

Knelpunt:

De 4^{de} dochterrichtlijn lucht wordt binnenkort verwacht en zal grens- of streefwaarden bevatten voor arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Naast deze polluenten, zullen in de toekomst polluenten met een grote impact op de volksgezondheid zoals dioxines, pesticiden en andere POP (Persistent Organic Pollutants) moeten worden meegenomen. Momenteel worden deze polluenten niet of heel eenvoudig voorgesteld in de modellen.

Discussie en finaal voorstel:

- Nieuwe ontwikkelingen zijn noodzakelijk om aan de nood van berekeningen voor nieuwe polluenten te kunnen voldoen.
- Rekening houdend met de complexiteit van de materie (diverse vormen, voorbeeld van kwik en van PAKs) is dit een hele uitdaging, vooral voor de validatie van de ontwikkelde modellen.

4.6 Knelpunt 6: Aanzienlijke rekentijd

Knelpunt:

Zoals aangegeven in het werkdocument is de rekentijd bij de meest geavanceerde Euleriaanse modellen (AURORA en in mindere mate BelEUROS) redelijk groot. Dit is een knelpunt indien meerdere (tientallen) runs voor een jaar moeten worden doorgerekend zoals voor scenarioberekeningen.

Discussie en finaal voorstel:

- De discussie gaat er eigenlijk om te bepalen wat aanvaardbaar is voor het doorrekenen van beleidsscenario's (tijd, kostprijs, ...).
- Een beperkte mogelijkheid bestaat in het efficiënt aanwenden van rekencapaciteit door bijvoorbeeld het koppelen van PC's.
- Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn om de complexiteit van de modellen te reduceren, maar dat gaat dan ten koste van de nauwkeurigheid van de resultaten. Hierin dient de gulden middenweg gezocht te worden in functie van het gewenste resultaat.

Een bijkomend knelpunt wordt tenslotte gesignaleerd, met name:

4.7 Knelpunt 7: Late beschikbaarheid van emissiedata

Emissiegegevens worden pas laat gepubliceerd, soms pas twee jaar nadien. Voor Vlaanderen heeft dat te maken met globale statistieken die laat gepubliceerd worden en met het vrijmaken van de energiemarkt waardoor deze statistieken niet zo gemakkelijk meer toegankelijk zijn.

Het automatiseren van emissiedata van de industrie wordt voorzien, maar of dit op termijn voor vlottere toegang tot globale data gaat zorgen valt te betwijfelen.

Deze zorg wordt gedeeld door allen die data nodig hebben en er wordt constant gewerkt om emissiedata zo snel mogelijk ter beschikking te stellen. In vele gevallen gebeurt dat in eerste instantie onder de vorm van voorlopige data die het jaar nadien bijgewerkt worden.

5 BRONNENCONTROLE EN MILIEUKWALITEITSNORMEN VOOR HET COMPARTIMENT LUCHT: SYNTHESE EN AANBEVELINGEN

5.1 Situering

De aanwezigheid van pollutanten in de atmosfeer wordt beïnvloed door een groot aantal factoren en is een continue veranderlijke grootheid. De geëmitteerde gassen en vaste deeltjes worden getransporteerd, ondergaan chemische en fysische transformaties, reageren onderling met elkaar en kunnen tot op grote afstand van de bron een belangrijke bijdrage leveren aan de lokale luchtvervuiling. Polluenten worden uit de atmosfeer verwijderd door sedimentatie⁶, natte en droge depositie.

Een belangrijke manier om de luchtkwaliteit van een regio of plaats te monitoren is het meten van de concentratie van de pollutanten. In Vlaanderen bestaat een uitgebreid luchtkwaliteitsmeetnet⁷ dat wordt uitgebaad door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). De configuratie van het meetnet is historisch gegroeid in de nabijheid van de belangrijkste industriële gebieden (Gentse kanaalzone, Antwerpse haven, non-ferro industrie, afvalverbrandingsinstallaties) en de grootsteden waar de voornaamste luchtkwaliteitsproblemen te verwachten zijn. In 1996 werd de Europese kaderrichtlijn lucht “Beoordeling en beheer van de luchtkwaliteit (1996/62/EG)” van kracht. Deze richtlijn legt de grondbeginselen vast van een gemeenschappelijke strategie betreffende luchtkwaliteit en zorgt o.a. voor een verdere ontwikkeling en ondersteuning van het meetnet (minimale criteria betreffende het aantal meetstations, de meetmethode, en het aantal op te volgen pollutanten). Naast de kaderrichtlijn zijn er de eerste, tweede en derde dochterrichtlijnen (1999/30/EG, 2000/69/EG, 2002/03/EG) dewelke pollutant-specifieke grens –en richtwaarden bevatten waaraan moet worden voldaan. Deze Europese wetgeving is opgenomen in de betreffende Vlaamse milieuwetgeving in Vlarem II, met integratie van de corresponderende emissienormen onder de bijlagen 2.5. Naast de luchtkwaliteitsdoelstellingen bevat Vlarem II ook emissienormen voor geleide (industriële) emissiebronnen en een strategie van bronnencontrole (emissiemetingen). Er bestaan algemene en sectorale emissiegrenswaarden. Deze laatste gelden slechts voor activiteiten gebonden aan één bepaalde sector. Voor de sectorale emissiegrenswaarden zijn vaak een aantal afwijkende voorwaarden van toepassing, zoals koppeling van de metingen aan een referentiezuurstofwaarde. Daarentegen zijn sectorale emissiegrenswaarden, in tegenstelling tot de algemene emissiegrenswaarden, niet gekoppeld aan massastromen. Vandaar dat er een aantal sectorale emissiegrenswaarden bestaan die exact dezelfde zijn als de algemene emissiegrenswaarden. Bijvoorbeeld voor de parameter “stof” bestaat een algemene emissiegrenswaarde, die op talrijke plaatsen ongewijzigd wordt herhaald bij de sectorale emissiegrenswaarden, maar waar dus wel andere meet- en controleverplichtingen aan gekoppeld zijn.

⁶ Sedimentatie is de verwijdering uit de atmosfeer onder invloed van de zwaartekracht en is het belangrijkste verwijderingsproces voor grote deeltjes (> 10 µm).

⁷ De meetactiviteiten van de VMM bestaan uit verschillende meetnetten: het automatisch meetnet, het zwavel-rook meetnet, lokale meetnetten, meetnet zware metalen, neerslagkruiken, meetnet vluchtige organische componenten en het meetnet achtergrondgebieden (<http://www.vmm.be>).

Een andere, meer dynamische, vorm van emissienormering is het gebruik van de begrippen preventie en BBT (Beste Beschikbare Technieken). Het toepassen van BBT zorgt ervoor dat altijd de minst milieubelastende techniek wordt aangewend bij het opstarten of het aanpassen van een industriële activiteit. Internationaal is de drijvende kracht om BBT toe te passen en het begrip preventie te hanteren voornamelijk ingegeven door de Europese Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) richtlijn (1996/61/EG).

Hierbij dient opgemerkt dat de emissiereglementering is opgesteld voor geleide emissies. Niet-geleide emissies (opwaaiing, verliezen uit installaties of via ramen en deuren, ...) moeten op een andere manier worden gereguleerd zoals BBT en codes van goede praktijk. Naargelang geleide emissies strenger worden gereguleerd worden diffuse emissies belangrijker. In de toekomst zal hieraan meer aandacht moeten worden besteed indien blijvende emissiereducties nodig zijn ter verbetering van de luchtkwaliteit.

Naast de reglementering voor industriële emissiebronnen bestaat er op Europees niveau een uitgebreide emissiereglementering voor gemotoriseerd weg –en watertransport en de samenstelling van bepaalde producten via productnormen (brandstoffen, verf, oplosproducten, etc.).

Het verband tussen de emissie van een stof en de concentratie van de contaminant in de lucht kan worden voorgesteld in mathematische⁸ modellen. Het grote nut van luchtkwaliteitsmodellen is het feit dat ze, in tegenstelling tot plaatselijke metingen, toelaten om een in de ruimte en tijd globaal beeld te bekomen. Mathematische modellen laten ook toe om de impact van emissiescenario's op de luchtkwaliteit te evalueren en zijn daarom onmisbaar bij het inschatten van toekomstscenario's (plan –en project milieueffectrapportering) op lokale, regionale en continentale schaal. Een aanzienlijk deel van het Europees en mondiale milieubeleid is gebaseerd op resultaten van modelstudies. Een belangrijk voorbeeld hiervan is de bepaling van de "National Emission Ceilings (NEC) – richtlijn (2001/80/EG). In deze richtlijn is voor elk land een absoluut emissieplafond opgelegd voor de pollutanten VOS, NO_x, SO₂ en NH₃ ter bescherming van de ecosystemen ten gevolge van verzurende deposities. De toegelaten emissieverdeling werd berekend met het IIASA integrated assessment model RAINS dat ondermeer gebruik maakt van informatie uit een complex luchtkwaliteitsmodel (Eulerian EMEP model). Luchtkwaliteit heeft een belangrijke impact op de gezondheid van de bevolking. Bepaling van de blootstelling aan luchtvervuiling en de effecten ermee verbonden voor bijvoorbeeld ozon en fijn stof, de actueel 2 meest kritische pollutanten, voor een ganse stad of regio kan enkel maar gebeuren op basis van gegevens komende van luchtkwaliteitsmodellen. De link tussen luchtkwaliteit en volksgezondheid staat momenteel hoog op de politieke agenda en is de drijvende motivatie van het Europese luchtkwaliteitsbeleid CAFE (Clean Air For Europe). In Vlaanderen wordt dit weerspiegeld door de oprichting van het steunpunt "Milieu en Gezondheid" (<http://www.milieu-en-gezondheid.be/>).

⁸ Naast mathematische modellen bestaan er ook fysische schaalmodellen en veldsimulaties. Deze soort modellen zijn echter heel kostelijk en worden voornamelijk gebruikt tijdens fundamenteel onderzoek en ter validatie tijdens de ontwikkeling van mathematische modellen.

Modellen zijn echter steeds maar een mathematische weerspiegeling van de bestaande kennis omtrent het gedrag van de pollutanten in de atmosfeer en dienen daarom continu te worden aangepast volgens nieuw bekomen inzichten. Daarop aansluitend is het noodzakelijk om de modellen blijvend te valideren door de output van de modellen te vergelijken met meetresultaten. Deze validatieoefening is een intensief werk en moet worden uitgevoerd met de nodige expertise. De kwaliteit van de modeloutput hangt niet alleen af van het model maar wordt in ruime mate bepaald door de kwaliteit van de invoergegevens (emissies, meteogegevens, achtergrondconcentraties), "rubbish in is rubbish out". Daarom moet tijdens modelberekeningen uitgebreid aandacht worden besteed aan de kwaliteitscontrole van de invoergegevens. Slechts nadat het model EN de invoergegevens zijn gevalideerd, kan het worden ingezet voor de analyse van bron-receptor verbanden en emissiescenario's. Op de overlegondes met de verschillende actoren werd het belang van opleiding en documentatie (website, handleiding) onderlijnd om de correctheid van luchtkwaliteitssimulaties te vergroten.

Het behandelen van wetenschappelijke problemen met behulp van mathematische modellering is sinds het ontstaan van de informatica in de 20^{ste} eeuw uitgegroeid tot een volwaardige pijler van de wetenschap. Vooral de ontwikkeling van de Personal Computer (PC) heeft bijgedragen tot het succes ervan. Bijna iedereen beschikt vandaag over een instrument waarmee complexe problemen kunnen worden aangepakt. Dit in tegenstelling tot de situatie van voor 1980 toen rekentijd (CPU-time) een monopolie was van enkele onderzoeksinstituten en universiteiten. De continue evolutie in reken capaciteit heeft op het vlak van de luchtkwaliteitsmodellering geleid tot een enorme diversifiëring in luchtkwaliteitsmodellen in functie van de ruimtelijke schaal, de pollutant in kwestie en de gevraagde nauwkeurigheid. De voortdurende evolutie in rekenkracht laat toe steeds nieuwe modellen te ontwikkelen of bestaande modellen aan te passen. Een interessante ontwikkeling is de koppeling van verschillende compartimentmodellen (lucht, bodem, water, vegetatie) in één model. In de toekomst zal hier meer en meer aandacht worden aan geschonken.

Momenteel en in de nabije toekomst is het echter onmogelijk om één model te selecteren waarmee alle problemen kunnen worden aangepakt. Hierna wordt een overzicht gegeven van de in Vlaanderen beschikbare modellen volgens toepassing en schaalniveau (lokaal, stedelijk/regionaal, continentaal). Per schaalniveau zal ook worden aangegeven wat tijdens de bevraging van de actoren en de overlegonde tussen de actoren van het compartiment lucht (26 november 2004, Brussel) naar voren kwam als belangrijke aandachtspunten voor een geïntegreerde aanpak conform de bestaande en op til zijnde Europese milieuwetgeving.

Voor het compartiment lucht worden luchtkwaliteitsmodellen reeds uitvoering gebruikt voor vergunningsdoeleinden (MER-rapportering), de toepassing van de Europese kader – en dochterrichtlijnen lucht en planningsactiviteiten (infrastructuurwerken, ruimtelijke ordening). Luchtkwaliteitsnormen (richt – en grenswaarden) worden bepaald op basis van de effecten op mens en milieu. Depositie naar de bodem toe worden gereguleerd met behulp van kritische lasten via bodemkwaliteitsmodellen, de toetsing ervan gebeurt met behulp van depositiemodellen, al of niet rechtstreeks gekoppeld aan luchtkwaliteitsmodellen.

5.2 Lokale schaal

De lokale schaal wordt gedefinieerd als de onmiddellijke omgeving rond de emissiebron, van 100 m tot een 20-tal kilometer⁹. Deze schaal wordt in “Richtlijnenboek voor het opstellen en beoordelen van milieueffectrapporten, deel 8: Algemene methodologie discipline lucht” (hierna vermeld als MER RL-boek lucht) ook aangeduid als de regionale schaal. In overeenstemming met de internationale literatuur wordt hier echter met de regionale schaal de schaal gaande van een stedelijke omgeving tot een simulatiegebied van maximaal 2000 op 2000 km aangeduid als de regionale schaal.

Deze schaal is van toepassing bij de studie van de luchtvervuiling rond belangrijke industriële installaties waarvoor hoofdzakelijk steady state deterministische modellen worden gebruikt. Tot deze categorie behoren ook de meest gebruikte modellen, nl. de *Gaussiaanse dispersiemodellen*. In deze modellen wordt een bepaalde periode doorgerekend met tijdstappen van +/- 30 min tot 1 uur waarvoor alle variabelen constant in de tijd kunnen genomen. Deze modellen berusten op de hypothese van een stationaire en homogene atmosferische toestand en zijn daarom beperkt tot simulatiegebieden van maximaal 20 x 20 km rond de bron of bronnenconfiguratie. In de wetenschappelijke literatuur zijn tientallen modellen gedocumenteerd die onderling verschillen in meteorologische invoergegevens (windsnelheid, windrichting, stabiliteitsparameters), definitie receptorrooster, definitie bronnen, modeloutput en user-interface. De modellen zijn evenwel allen gebaseerd op de hypothese van homogeniteit en stationariteit en bezitten identieke simplificaties zoals gespecificeerd in het MER RL-boek lucht (AMINAL, 1997):

- er wordt meestal geen rekening gehouden met eventuele reacties die de contaminanten tijdens het transport kunnen ondergaan;
- men neemt aan dat de contaminanten bij contact met het aardoppervlak volledig worden gereflecteerd;
- meestal wordt voorbijgegaan aan het bestaan van inversielagen in de atmosfeer.

In Vlaanderen wordt bij milieuvergunningen de laatste jaren voor 100 % gebruik gemaakt van het IFDM-model in de milieueffectrapportering (MER). Het IFDM model wordt in dit kader voornamelijk gebruikt voor het vastleggen van de minimum schoorsteenhoogte voor bedrijven, zowel MER- als niet MER-plichtige bedrijven. In de praktijk worden een aantal moeilijkheden ervaren, zoals de gebruiksvriendelijkheid, interpretatiemoeilijkheden (definitie receptorenrooster) en het ontbreken van een transparante handleiding (duiding meegeleverde meteosets, duiding depositieparameters, duiding gebruik massastroom, duiding in verband met definitie oppervlaktebronnen).

In een MER-studie moeten de modelberekeningen worden vergeleken met de grens –en richtwaarden gedefinieerd in de Europese richtlijnen. Gaussiaanse dispersiemodellen zijn in principe bijdragemodellen, ze berekenen de bijdrage van de bron in kwestie tot de

⁹ In het kader van dit project wordt niet verder ingegaan op kleinere schalen, zoals de luchtkwaliteit binnenshuis en in de onmiddellijke omgeving van een industriële bron, dit is op minder dan 100 m van de bron en vooral belangrijk op het gebied van de veiligheid en behoort daarom meer tot het terrein van veiligheidsstudies (Richtlijnenboek voor het opstellen en beoordelen van milieueffectrapporten, deel 8: Algemene methodologie discipline lucht, AMINAL, 1997).

totale luchtkwaliteit zodat bij belangrijke achtergrondbijdragen, de IFDM-bijdrage bovenop een achtergrondconcentratie moet worden geteld. Wegens de niet-additiviteit van percentielwaarden moet deze sommatie gebeuren voor elk uur van een rekenjaar. Een knelpunt is de beschikbaarheid van een geschikt VMM-meetstation om deze achtergrondconcentratie te definiëren en de integratie ervan in het IFDM-model. Is de gemeten achtergrondconcentratie wel representatief als achtergrondwaarde ?

Op de overleggronde met de actoren (knelpunt 1) werd voorgesteld om de gebruikers van IFDM toegang te geven tot gevalideerde gemodelleerde achtergrondconcentraties op uurbasis. Tevens zou de ontbrekende meteorologische informatie voor hetzelfde jaar gegeven worden. Hiervoor moet ook het IFDM-model lichtjes worden aangepast. Op deze manier wordt het mogelijk om meer geïntegreerd een bepaalde zone te kunnen onderzoeken en in te schatten of er nog beleidsruimte is voor bijkomende activiteiten. Tijdens de overleggronde werd ook het bestaan van een IFDM-website met een FAQ-sectie gesuggereerd.

5.3 Stedelijke/regionale schaal

Op stedelijke schaal is er nog een schaalniveau te onderscheiden dat ook tot de lokale schaal behoort maar dat gezien de dimensie van de bron, het verkeer, meestal wordt meegenomen op stedelijk niveau, dit is de luchtvervuiling in straatcanyons of in de onmiddellijke omgeving van een weg. Wegtransport veroorzaakt vooral voor de pollutanten NO_2 en PM_{10} overschrijdingen. Er bestaan een ganse reeks van straatmodellen (*doosmodellen, analytische modellen, semi-empirische modellen, CFD gridmodellen*) die toelaten om de bijdrage van het verkeer in een straat of in de omgeving van een straat te modelleren. In Vlaanderen zijn hoofdzakelijk Streetbox, OSPM en CAR II beschikbaar. Net zoals bij de lokale schaal rond industriële bronnen zijn deze modellen ook bijdrage-modellen en moet om toetsing met de EU richtlijnen toe te laten, opnieuw de achtergrond veroorzaakt door emissies buiten de straat, dwz. in de stad, de stedelijke omgeving en buitenlandse gebieden worden voorgeschreven en stelt de beschikbaarheid van geschikte achtergrondwaarden dikwijls een probleem. Naargelang het model gebeurt dit op uur –of jaarbasis. Meer informatie betreffende de onderlinge verschillen en gelijkenissen tussen de straatmodellen staat in Tabel 8. Belangrijk om op te merken is dat deze modellen behalve de $\text{NO}/\text{NO}_2/\text{O}_3$ interacties¹⁰ geen omzettingen van pollutanten simuleren. Dit is gezien de beperkte ruimtelijke schaal ook niet belangrijk.

Een meer globale stedelijke (analyse mobiliteitsplannen) of regionale analyse (ruimtelijke ordening, evaluatie beleidsruimte) van de luchtkwaliteit veronderstelt dat fysische en chemische omzettingsreacties moeten worden meegenomen in de modellen. Ozon en fijn stof vorming gebeurt over tijdsschalen van meerdere dagen zodat de ruimtelijke schaal voldoende groot moet worden genomen om alle bijdragen tot de totale luchtkwaliteit in een stad of regio te kunnen modelleren.

Het OPS-model beslaat gans Vlaanderen en houdt expliciet rekening met de bronnen buiten Vlaanderen. Het model werd specifiek ontwikkeld om concentraties en deposities van verzurende/vermestende stoffen te modelleren maar wordt momenteel uitgebreid voor de simulatie van zware metalen, dioxines en B(a)P. Hiervoor is de *Langrangiaanse*

¹⁰ Mogelijk indien uurlijkse ozon-achtergrondwaarden kunnen worden voorgeschreven.

modelopzet geschikt. Deze laat echter alleen lineaire fysische/chemische omzettingen toe zodat NO/NO₂/O₃-omzettingen en secundair fijn stof niet kunnen worden meegenomen. Het model werkt met een meteo-statistiek zodat geen uurlijkse waarden kunnen worden bekomen. Er is echter een methodiek op basis van de meteostatistiek ontwikkeld om toch bepaalde percentielwaarden te bekomen. De sterkte van het model is zijn korte rekentijd.

Het BeLEUROS model is een *Euleriaans gridmodel* voor ozon en fijn stof. In tegenstelling tot OPS laat het model de implementatie toe van state-of-the-art modules voor niet-lineaire fysische en chemische omzettingen in de atmosfeer. Het model is geïnstalleerd bij IRCEL in Brussel en bevat een heel geavanceerde fijn stof module die toelaat om secundair organisch en anorganisch fijn stof te berekenen. Het model draait onder linux en vraagt een zekere vorming alvorens het kan gebruikt worden. Tijdens de uitvoering van het BeLEUROS DWTC-project is een gebruikersinterface ontwikkeld die nadien op IRCEL door een eigen aangemaakte versie is vervangen waardoor het gebruik is vereenvoudigd. Een beperking van het model is zijn rekenresolutie. Standaard worden berekeningen op een 60 bij 60 km rooster doorgevoerd zodat slechts een 10-tal gridcellen beschikbaar zijn voor gans België. Gridverfijning tot een resolutie van 7,5 x 7,5 km is beschikbaar maar vergt veel meer geheugen en rekentijd. De simulatie van ozon op 60 km resolutie levert goede resultaten op. Voor fijn stof is er nood aan verdere validatie. De gebruikte basisgridresolutie is gelijkaardig met de RAINS/EMEP-resolutie waardoor de toetsingen van de RAINS-resultaten met het BeLEUROS kunnen worden uitgevoerd.

Het AURORA-model is ook een *Euleriaans model* maar bezit een veel gedetailleerdere verticale structuur (tot 35 verticale lagen) en meteo-informatie die vooral in periodes van sterke stabiliteit en periodes van neerslag betere resultaten dan het BeLEUROS model geeft. Het model wordt momenteel uitgebreid met de MADRID-II fijn stof module die ook in BeLEUROS aanwezig is. Bijkomend wordt ook gewerkt aan het op punt zetten van een methodiek om versneld een gans jaar te kunnen doorrekenen. Behalve de verbeterde verticale structuur bezit het AURORA-model ook een grote flexibiliteit qua toepassingsgebied (Nederland, Vlaanderen, België, stedelijk gebied, ...) en een variabele resolutie met de mogelijkheid om tot op 1 x 1 km berekeningen uit te voeren indien de emissiegegevens kunnen bekomen worden. Het model is uitermate geschikt voor de evaluatie van mobiliteit –en landgebruikscenario's (episode berekeningen) wegens de koppeling met het MIMOSA verkeersemissemiddel en de gedetailleerde oppervlaktebeschrijving (landgebruik, topografie, vegetatie). Belangrijkste knelpunten zijn de rekentijd en de expertise die nodig is om het model te gebruiken.

5.4 Continentale schaal

In Europa is het EMEP Euleriaans model dat deel uitmaakt van het RAINS integrated assessment model de referentie voor continentale (modeldomein van 7000 op 7000 km) simulaties van ozon, fijn stof, zware metalen en persistente organische stoffen. Nadeel van dit model is zijn grove resolutie van 50 op 50 km. De stedelijke schaal gaat verloren. Momenteel worden de EMEP modelresultaten kunstmatig aangevuld met een stedelijke component op basis van meer gedetailleerdere stedelijke simulaties uit het Citydelta-project. Resultaten van het EMEP model zijn op aanvraag en tegen betaling beschikbaar als achtergrondconcentraties voor de regionale Euleriaanse modellen BeLEUROS en AURORA. Naast het EMEP model zijn er ook nog de THOR, CHIMERE en EURAD

modellen die allen bestaan uit geneste modellen en op deze manier zelf hun achtergrondconcentraties aanmaken. Het BelEUROS model kan met zijn 3000 bij 3000 km rekenrooster ook nog als een continentaal model worden aangeduid.

Ter afsluiting van deze synthesesetekst wordt dieper ingegaan op de correctheid van de emissiegegevens. Deze gegevens vallen meestal buiten de expertise van de modelgebruiker, worden aangeleverd door derden en veroorzaken de grootste onzekerheden in de modelberekeningen. Het opstellen van een emissieinventaris is een dynamisch gebeuren en daardoor onderhevig aan continue aanpassingen en verbeteringen. De VMM emissieinventaris houdt hiermee rekening door jaarlijks nieuwe emissiereeksen voor de ganse periode 1990-heden beschikbaar te stellen. In aanvulling op de bestaande toestand werden op de overleggronde met de verschillende actoren enkele pistes voorgesteld om de kwaliteit van de emissiegegevens en de bruikbaarheid ervan in luchtkwaliteitsmodellen te verhogen. In het bijzonder dient de aanbeveling om meer aandacht te besteden aan diffuse emissies en de samenstelling en grootteverdeling van fijn stof emissies.

6 REFERENTIES

Amann M., Bertok I., Cofala J., Gyarmas F., Heyes C., Klimont Z., Schöpp W., (1996). Cost-effective Control of Acidification and Ground-Level Ozone, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

AMINAL (1997). Richtlijnenboek voor het opstellen en beoordelen van milieueffectrapporten, deel 8: Algemene methodologie discipline lucht.

AMINAL (2004). NEC-reductieprogramma, emissiereductieprogramma voor het Vlaams gewest voor de pollutanten SO₂, NO_x, VOS en NH₃ in het kader van Richtlijn 2001/EG/81. Depotnummer, D/2004/3241/043.

Berkowicz, R. (1998). Street Scale Models, *In* J. Fenger, O. Hertel, and F. Palmgren (eds.), Urban Air Pollution - European Aspects, Kluwer Academic Publishers, pp. 223-251.

Berkowicz, R. (2000). OSPM – A parameterised street pollution model. Environmental Monitoring and Assessment, 65, 323-331.

Berkowicz, R., Hertel, O., Larsen, S.E., Sørensen, N.N. and Nielsen, M. (1997). Modelling traffic pollution in streets. NERI-rapport.

Brandt, J. Christensen, J.H., Frohn, L.M., Palmgren, F., Berkowicz, R., Zlatev, Z. (2001). Operational air pollution forecasts from European to local scale. Atmospheric Environment, 35, S91-S98.

Colles en Mensink (1999). Vergelijking van gemeten NH₃-concentraties in Vlaanderen met berekende waarden volgens het OPS model. Vito-rapport 1999/TAP/R/066.

Colles, A., Janssen, L., Ruts, M. en Mensink, C. (2001). Verdere ontwikkeling van het OPS-model, Eerste tussentijds verslag (OPS 2001), Vito-rapport 2001/TAP/071.

Colles, A., Janssen, L., Mensink, C., Cornelis, J. (2001b). Voorbereiden van de saneringsprogramma's in het kader van de eerste en tweede dochterrichtlijn luchtkwaliteit. Vito-rapport 2001/TAP/024.

Colles, A., Janssen, L., Mensink, C. (2004). Optimalisatie OPS model. Gecombineerd rapport voor het "OPS-onderhoudscontract deel 3" en het "MIRA O&O contract 2003". Vito-rapport 2004/IMS/R/038.

Cosemans, G., Kretzschmar, J.G., Huys, C., De Weyn, F., Westyn, H. (1996a). Determination of the optimal location for a deNO_x-deSO_x in a coal-fired power plant as a function of the local eco-systems. Proceedings 4th International conference on air pollution. Monitoring, simulation and control. B. Caussade, H. Power, C.A. Brebbia (eds.) 27-31 August, 1996. Toulouse, France, p. 405-414.

Cosemans, G., Dumont, G., Roekens, E., Kretzschmar, J.G. (1996b). IFDM modelling for optimal siting of air quality monitoring stations around five oil refineries. Proceedings of the 21st NATO/CCMS International technical meeting on air pollution modeling and its applications. Baltimore, Maryland. November 6-10, 1995 - NATO challenges of modern society ; vol. 21, p. 642.

Cosemans, G., Kretzschmar, J.G. (2000). The 1998 IFDM evaluation with the model validation kit. *International Journal Environment and Pollution* - Vol.14, Nos. 1-6: 122-130.

Cosemans, G., Kretzschmar, J.G. (2001). IFDM en het Nieuw Nationaal Model. *Lucht* - 18, Nr. 2, p. 60-62, juni 2001.

De Vlieger I., De Keukeleere D., Kretzschmar J. (2000). Environmental Effects of Driving Behaviour and Congestion related to Passenger Cars, *Atmospheric Environment*, 34, pp. 4649-4655.

Eerens, H.C., Sliggers, C.J. and van den Hout, K.D. (1993). The CAR model: The Dutch method to determine city street air quality. *Atmospheric Environment*, vol 27B, 4, 389-399.

Olsen, H.R. (1995). The model validation exercise at Mol: overview of results. Workshop on Operational Short-range Atmospheric Dispersion Models for Environmental Impact Assessment in Europe, Mol, Nov. 1994, *Int. J. Environment and Pollution*, Vol. 5, Nos. 4-6, pp. 761-784.

Kukkonen, J., Valkonen, E., Walden, J., Koskentalo, T., Aarnio, P., Karppinen, A., Berkowicz, R., Kartastenpää, R. (2001). A measuring campaign in a street canyon in Helsinki and comparison of results with predictions of the OSPM model. *Atmospheric Environment*, 35, 231-243.

Kukkonen, J., Partanen, L., Karppinen, A., Walden, J., Kartastenpää, R., Aarnio, P., Koskentalo, T. and Berkowicz, R. (2003). Evaluation of the OSPM model combined with the urban background model against the data measured in 1997 in Runeberg Street, Helsinki. *Atmospheric Environment*, 37, 1101-1112.

Lefebvre, F., De Ridder, K., Lewyckyj, N., Janssen, L., Geyskens, F., Mensink, C. (2003). Evaluation of AURORA simulated benzene concentrations for the urban area of Antwerp, Proc. 26th NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Applications, Istanbul, Turkey, 26-30 May 2003, Preprints, p. 444-451.

Lefebvre, F., N. Lewyckyj, L. Janssen, M. Ruts en C. Mensink (2003). Milieu en natuurrapport (MIRA): Uitbreiding van de MIMOSA milieu-impactmodule voor de berekening van verkeersemissies in Vlaanderen, Vito Eindverslag MIMOSA 2.0, Vitorapport 2003/TAP/R/013, Februari 2003, p. 27.

Lewyckyj, N., Colles, A., Cornelis, E., Cornelis, J., De Vlieger, I., Janssen, L., Puttemans, C. en Verlinden, K. (2002). Uitbouw milieu-impactmodule gekoppeld aan

multi-modale verkeers- en vervoersmodellen, Vito Eindverslag MIMOSA 1.0, Vito-rapport 2002/TAP/R/019, April 2002, p.67.

Maes, G., Cosemans, G., Kretchmar, J., Janssen, L. and Van Tongerloo, J. (1995). Comparison of six Gaussian dispersion models used for regulatory purposes in different countries of the EU. Workshop on Operational Short-range Atmospheric Dispersion Models for Environmental Impact Assessment in Europe, Mol, Nov. 1994, *Int. J. Environment and Pollution*, Vol. 5, Nos. 4-6, pp. 734-747.

MEET (1999). Methodology for Calculating transport emissions and energy consumption, Transport Research, 4th Framework Programme, Strategic Research, DG VII, ISBN 92-828-6785-4.

Memmesheimer, M., Jakobs, H.J., Tippke, J., Ebel, A., Kerschgens, M.J., Piekorz, G., Geiss, H., Wickert, B., Friedrich, R., Schwarz, U. (2001). Simulation of photooxidant formation during the BERLIOZ episode. Proceedings of the EUROTRAC Symposium 2000, Garmisch-Partenkirchen, Germany.

Mensink, C. Janssen, L. (1996). Implementatie van het Operationeel Prioritaire Stoffen (OPS) model in Vlaanderen, VITO-rapport n° E&M.RB9602.

Mensink, C. en Lewyckyj, N. (2001). A simple model for the assessment of air quality in streets, *Int. J. of Veh. Design*, 27(1-4), 242-250.

Mensink, C., De Vlieger, I. en Nys, J. (2000) An urban transport emission model for the Antwerp area. *Atmospheric Environment*, 34, 4595-4602.

Mensink, C., De Ridder, K., Lewyckyj, N., Delobbe, L., Janssen, L., Van Haver, P. (2001). Computational aspects of air quality modelling in urban regions using an optimal resolution approach (AURORA), Large-scale scientific computing lecture notes in computer science, 2179, 299-308.

Mensink, C., Lefebvre, F., Janssen, L. and Cornelis, J. (2004) A comparison of three street canyon models with street canyon measurements in the "Plantin en Moretuslei" in Antwerp, *Int Journal of Environmental Modelling and Software* (accepted).

Ntziachristos, L. and Samaras, Z. (2000). COPERT III, Computer programme to calculate emissions from road transport. Methodology and emission factors (Version 2.1), European Environment Agency, Technical Report No 49, 86 pp.

Teeuwisse, S. (2004). Handleiding bij software pakket CAR II, versie 3.0. TNO-rapport R2004/###.

Thunis, P., Galmarini, S., Martilli, A., Clappier, A., , Andronopoulos, S., Bartzis, J., Vlachogiannis, D., De Ridder, K., Moussiopoulos, N., Sahm, P., Almbauer, R., Sturm, P., Oetl, D., Dierer, S., Schlunzen, K.H. (2003). An inter-comparison exercise of mesoscale flow models applied to an ideal case simulation, *Atmos. Envir.*, 37(3), 363-382.

van den Hout, K.D., Baars, H.P., Duijm, N.J. (1989). Effects of buildings and trees on air pollution by road traffic. Proc. 8th World Clear Air Congress edited by Brassier, L.J. and Mulder, W.C., Vol 4, Elsevier, Amsterdam.

van Jaarsveld, J.A. (1989) Een operationeel atmosferisch transportmodel voor prioritair stoffen; specificatie en aanwijzingen voor gebruik, RIVM-rapport nr. 228603008.

van Jaarsveld, J.A. (1995) Modelling the long-term atmospheric behaviour of pollutants on various spatial scales, Universiteit Utrecht.

Van Jaarsveld, J.A. en van Pul, W.A.J. (2002). Berekende ammoniakconcentraties in Nederland vergeleken met de intensiveringsmetingen met passieve samplers, RIVM-rapport 725501006.

Vardoulakis, S., Fisher, B.E.A., Pericleous, K. and Gonzalez-Flesca, N. (2003). Modelling air quality in street canyons: a review. *Atmospheric Environment*, 37, 155-182.

Velders, G.J.M., de Waal, E.S., van Jaarsveld, J.A., de Ruiter, J.F. (2003). The RIVM-MNP contribution to the evaluation of the EMEP Unified (Eulerian) model. RIVM report 500037002/2003;

Whyatt, J.D., Stedman, J.R., Metcalfe, S.E. and Campbell, G.W. (1995) Measurements of Precipitation Composition at UK EMEP Sites 1987-1992 and Comparison with the HARM Model, *Water Air and Soil Pollution* 85(4) p.1961-1966.

Xue, M., K. K. Droegemeier, and Wong, V. (2000). The Advanced Regional Prediction System (ARPS) - A multiscale nonhydrostatic atmospheric simulation and prediction tool. Part I: Model dynamics and verification. *Meteor. Atmos. Physics.*, 75, 161-193.

7 BIJLAGEN

BIJLAGE A: BETROKKEN PARTIJEN EN ACTOREN

De volgende personen uit verschillende administraties zijn bevroegd:

Bob Nieuwejaers	Aminal-lucht
Geert Pillu	Aminal-cel MER
Veerle Decoster	Aminal-cel MER
Filip Francois	Aminal-milieuinspectie
Katrijn Roggeman	Aminal-vergunning
Frans Wambacq	Aminal-vergunning
Marleen Govaerts	Mobiliteitscel
Edward Roekens	VMM-Immissiemeetnetten Lucht
Frea Blommaert	VMM-Immissiemeetnetten Lucht
Marie-Rose Van den Hende	VMM-Emissie-inventaris Lucht
Myriam Rosier	VMM-Lucht
Gerwin Dumont,	VMM- IRCEL

Betrokken doelgroepen:

Katleen Mariën	VEV
Raf Barzeele	Provincie Oost-Vlaanderen

Deelnemers overleggronde:

Naam	Affiliatie
Myriam Rosier	VMM
Jan Van Evercooren	-
Edward Roekens	VMM
Frea Blommaert	VMM
Inge Overmeer	AMINAL sectie lucht
Hugo Van Hooste	VMM-MIRA
Leen Meheus	PCM (Oost-Vlaanderen)
Frank Van Daele	ERM
Maja Mampaey	AMINAL cel M&G
Lieve Sloommaekers	AMINAL AMV
David Van Der Velde	AMINAL cel M&G
Marc Van den Bosch	VOKA
Hendrik Van Rompaey	Vito
Filip Lefebre	Vito
Clemens Mensink	Vito
Walther Van Aerschot	Vito