

Gedetailleerde modelberekeningen voor zowel geluid als luchtkwaliteit

ir. Ivonne Verstappen
IvonneVerstappen@mp.nl
M+P Raadgevende Ingenieurs bv, www.mp.nl
Postbus 344, 1430 AH, AALSMEER, tel. +31 297 320651

Samenvatting

Vanuit de Europese richtlijnen en nationale wetgeving gelden er diverse grenswaarden voor geluid en luchtverontreiniging in relatie tot het wegverkeer. Bij het ontwikkelen van nieuwe plannen moet hiermee rekening worden gehouden. Bovendien treden er in Nederland vaak overschrijdingen van deze grenswaarden op.

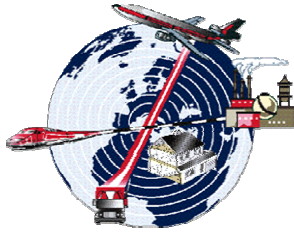
Door zowel geluid als luchtkwaliteit in één keer aan te pakken in de eerste fases van planontwikkeling kan men op een effectieve wijze een optimale ruimtelijke ordening bewerkstelligen. Het toepassen van gedetailleerde computermodellen, die verder gaan dan standaard SRM1 of CAR-berekeningen, kan hierbij een ondersteuning bieden. Met name voor het analyseren van toekomstige situaties.

Binnen deze presentatie willen wij een aantal voorbeelden bespreken, waarbij deze gecombineerde aanpak succesvol is ingezet. We bespreken de knelpunten en laten zien hoe de effecten van obstakels zoals schermen en gebouwen een rol spelen bij de gecombineerde modellering van de geluidssituatie en de luchtkwaliteit.

1 - INLEIDING

In een dichtbevolkt land als Nederland met een uitgebreid wegennet zal een intensiever gebruik van infrastructuur steeds meer conflicteren met milieuaspecten als geluid en luchtkwaliteit.

Bestuursorganen zijn verplicht om bij de uitoefening van hun bevoegdheden de grenswaarden uit het *Besluit luchtkwaliteit* [1] in acht te nemen. Een voorbeeld hiervan is de wijziging van bestemmingsplannen conform de *Wet op de Ruimtelijke Ordening* [2]. Ook vanuit de *Wet Geluidhinder* [3] is er een koppeling met de *Wet op de Ruimtelijke Ordening*. Voor nieuwe bouwplannen moet er in principe een akoestisch onderzoek worden uitgevoerd, waarin aangetoond wordt, wat de geluidsbelasting op de gevel van geluidsgevoelige bestemmingen wordt. Voor deze geluidsbelastingen geldt een uitgebreid stelsel van toelaatbare waarden.



Het consequent en strak vasthouden aan planningseisen is een manier om de nadelige effecten van geluid en luchtverontreiniging beter te sturen, bijvoorbeeld door tijdig voldoende rekening te houden met afstand tussen bron en ontvanger. Extra aandacht moet worden gegeven aan de locatie van nieuwe industrieterreinen en routes van wegverkeer nabij stedelijke woonbebouwing. Sommige gemeenten maken hierbij gebruik van indicatieve zonering. In bepaalde gevallen is er echter meer detail nodig om de effectiviteit van bepaalde ruimtelijke plannen goed in te kunnen schatten.

2 – WETTELIJK KADER

2.1 - Luchtkwaliteit

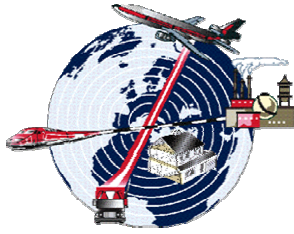
In Nederland is vanaf juli 2001 door middel van de publicatie van het Besluit Luchtkwaliteit de Europese richtlijn [4] formeel van kracht geworden. In het Besluit worden de nationale, regionale en lokale overheden verschillende rollen toegekend. Kort samengevat moeten de nationale overheden rapporteren naar de Europese Unie. Gemeenten moeten de plaatselijke situatie vaststellen door middel van metingen of berekeningen. De regionale overheden fungeren als intermediair tussen nationale overheid en gemeenten. Er is geen strikt voorgeschreven methode voor het uitvoeren van de berekeningen, zolang een zekere nauwkeurigheid maar is gewaarborgd [1].

In Nederland zijn het voornamelijk de stikstofoxides en fijn stof waarvoor overschrijding van de grenswaarden optreedt. De andere stoffen zoals zwaveldioxide, benzeen en koolmonoxide geven normaal gesproken geen probleem.

In het Besluit zijn grenswaarden opgenomen waaraan in 2005 of 2010, afhankelijk van de stof, voldaan moet worden. Voor de tussenliggende jaren zijn plandrempels opgenomen. Als er aan een plandrempeel voldaan wordt, is de verwachting dat er voor de toekomstige situaties ook aan de grenswaarden kan worden voldaan.

Het Besluit is, naast het voorkomen van nieuwe knelpunten, gericht op het verbeteren van de bestaande situaties. Voor gemeenten betekent dit dat ze actieplannen moeten opstellen voor bestaande knelpunten met betrekking tot luchtkwaliteit. Er bestaat een knelpunt als de zogenoemde plandrempels worden overschreden. Vervolgens moet worden aangegeven hoe deze knelpunten worden opgelost. Waarbij voor NO₂ in 2010 aan de grenswaarden voldaan moet worden en voor fijn stof in 2005. Tevens wordt vermeld welke maatregelen wanneer genomen worden en wat de kosten hiervan zijn.

Recent is het nieuwe *Besluit Luchtkwaliteit 2005* [16] vastgesteld. Dit nieuwe *Besluit* is 5 augustus 2005 van kracht geworden. Tevens is op dat moment de *Meetregeling luchtkwaliteit 2005* [17] van kracht worden. In deze nieuwe regelingen is de mogelijkheid opgenomen om bij de beoordeling het aandeel natuurlijk fijn stof buiten beschouwing te laten. Ze omvat een vaste aftrek van zes dagen voor het aantal dagen dat de dagnorm mag worden



overschreden en een plaatsafhankelijke correctie op de jaargemiddelde norm die varieert van $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tot $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze aftrek is het hoogst aan de kust en neemt landinwaarts af.

Een ander punt van wijziging in het nieuwe *Besluit luchtkwaliteit 2005* is het opnemen van de zogenaamde saldobenadering. Dit houdt in dat er op een bepaalde plek een verslechtering van de luchtkwaliteit mag optreden, mits dit op een andere plek tot een duidelijke verbetering en daardoor tot minder blootgestelden leidt. Ook dit is een aspect dat voor de beoordeling van het ontstaan van potentiële knelpunten extra mogelijkheden biedt. Eind 2005 zal er een ministeriële regeling verschijnen waarin deze saldobenadering verder uitgewerkt wordt [18].

2.2 - Geluid

Sinds de jaren '70 is in Nederland de *Wet Geluidhinder* [3] geïmplementeerd. In deze wet worden grenswaarden gesteld aan de gemiddelde etmaalwaarden van de geluidsbelasting, de zogenaamde equivalente geluidsbelasting L_{Aeq} [dB(A)]. Deze waarde is gebaseerd op jaarlijkse verkeersgegevens. Hoe deze geluidsbelasting berekend moet worden is in strikte voorschriften omschreven.

Het Nederlandse beleid is gericht op bronmaatregelen, wat goed aansluit bij het gezegde 'voorkomen is beter dan genezen'. Voor bestaande knelpunten bij woningen is een uitgebreid saneringstraject opgezet dat door de overheid wordt gesteund. Voor toekomstige ontwikkelingen zijn er strikte regels voor geluidsbelastingen buiten op de gevel en voor de optredende binnenniveaus. Voor het verkrijgen van een bouwvergunning moeten berekeningen worden uitgevoerd om aan te tonen dat voldaan wordt aan de voorwaarden.

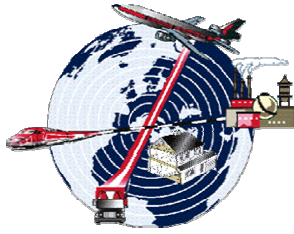
De laatste jaren is de Nederlandse overheid sterk gericht op het stimuleren van de ontwikkeling en toepassing van geluidsreducerende wegdekken. De toepassing van dergelijke wegdektypen garandeert bij gelijke kosten een betere en effectievere akoestische omgevingskwaliteit dan het nemen van maatregelen bij enkele woonbebouwingen.

Ook op het gebied van de wetgeving rondom geluid is de komende jaren nog wel een aantal wijzigingen te verwachten.

3 - REKENMODELLEN

3.1 - Luchtkwaliteit

Afhankelijk van het detailniveau kunnen voor de berekeningen van toekomstscenario's verschillende modellen worden ingezet. Hieronder volgt een overzicht van een aantal van deze modellen om concentraties van verontreiniging in lucht te berekenen.



CAR II is een computermodel [5] dat door de meeste lokale overheden wordt gebruikt om jaarlijks te rapporteren over de situatie rond het plaatselijke wegennet. Deze berekeningen zijn gebaseerd op de cijfers van het afgelopen jaar. Berekening van de situatie in 2010 is nog niet mogelijk, aangezien toekomstscenario's hiervoor nog niet vastgesteld zijn. De input van het model bestaat uit een beperkte hoeveelheid parameters zoals de frequentie van en het type auto's, wegtype en bomenfactor. Het model kan goed dienen voor een quick-scan van een nieuwe situatie. Een belangrijke beperking van het model is de afstand tot de bron waarbinnen de resultaten nog enigszins betrouwbaar zijn.

Voor meer gedetailleerde berekeningen wordt door ons gebruik gemaakt van de numerieke verspreidingsmodellen *WinMiskam* en *Lasat* [6,7]. *WinMiskam* wordt gebruikt voor berekeningen op microschaal. Binnen *WinMiskam* wordt gebruik gemaakt van CFD technieken voor de bepaling van de stroming en van een Euleriaans dispersie model. *Lasat* wordt toegepast voor situaties op schaalgrootte die daar juist boven liggen. Hierbij wordt een Lagrangiaanse simulatie uitgevoerd. Deze numerieke modellen worden voornamelijk gebruikt voor de bepaling van concentraties luchtverontreiniging in straten en wegen met veel bebouwing rondom, grote parkeergarages en busstations. De hoeveelheid input parameters is vergeleken met het *CAR*-model veel uitgebreider. Er wordt onder andere informatie gebruikt over de gebouwen, de ruwheid van het gebied tussen de bebouwing, en windprofiel karakteristieken. Het belangrijkste voordeel van dit type rekenmodellen is dat de effecten van obstakels zoals schermen en gebouwen worden meegenomen. Indien gewenst kan ook de lokale windsituatie inclusief de verschillende dispersieklassen worden ingevoerd. Tot op ongeveer 100 meter van de bron kan met een acceptabele nauwkeurigheid de concentratie verontreiniging worden vastgesteld [6,7].

De volgende fysisch/chemische processen kunnen tijdsafhankelijk worden gesimuleerd:

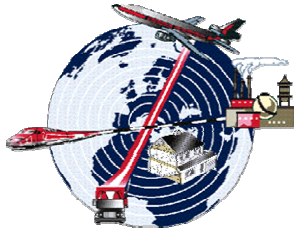
- Transport via luchtstroming (gemiddelde windsnelheid)
- Dispersie in de atmosfeer
- Sedimentatie van zware aërosolen
- Droge en natte depositie
- Uitwassen van sporenelementen
- Eerste orde chemische reacties.

Emissiebronnen kunnen worden gedefinieerd als punt-, oppervlakte-, volume-, of lijnbronnen. De meeste parameters die nodig zijn voor de dispersie simulatieberekeningen, zoals emissiedebieten, bronlocaties, depositiesnelheden, kunnen tijdsafhankelijk worden gespecificeerd.

Andere detailmodellen die veel in Nederland worden gebruikt zijn bijvoorbeeld het *Nieuw Nationaal Model* en het daarvan afgeleide *HEAVEN* verspreidings- en verkeersmodel.

Deze zogenaamde 'Gaussische modellen' beschrijven het ruimtelijke gemiddelde concentratieniveau in een gebied. Het is echter met deze modellen in principe weer moeilijker om de lokale details nabij bebouwing te beschrijven [8,9].

Op het gebied van de rekenmodellen is het komende jaar een aantal wijzigingen te verwachten. De methode van rekenen en meten van luchtkwaliteit is op dit moment slechts



globaal beschreven. Dit geeft ruimte in het kiezen van een aanpak, die natuurlijk ook tot verschillen in uitkomsten kunnen leiden als gevolg van de gehanteerde methodiek. Vanuit het ministerie van VROM loopt een traject om net als bij geluid ook voor luchtkwaliteit tot een eenduidig reken- en meetvoorschrift te komen [18].

3.2 - Geluid

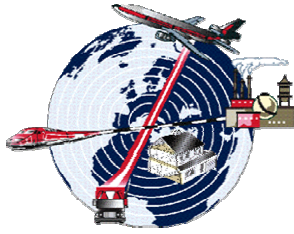
Ook bij het modelleren van geluidssituaties ziet men het verschil in detailniveau. In Nederland is het *Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaï 2002 (RMW 2002)* [10] van toepassing voor geluidsonderzoek. In dit voorschrift staan twee methoden beschreven. De eerste, de zogenaamde *standaardrekenmethode 1 (SRM1)*, is een eenvoudige methode vergelijkbaar met *CARII* voor lucht. Deze methode is geschikt voor een eerste verkenning van knelpunten, maar bijvoorbeeld hoogteverschillen en de effecten van geluidsschermen kunnen niet worden meegenomen. Met de *standaardrekenmethode 2 (SRM2)* is dit wel mogelijk. Met deze methode kan een drie dimensionale representatie van de omgeving worden gemaakt, vergelijkbaar met *WinMiskam* en *Lasat*. In tegenstelling tot lucht bestaan er voor geluid strikte berekeningsvoorschriften. Voor lucht worden er alleen eisen met betrekking tot de nauwkeurigheid gesteld. Voor geluid zijn er diverse softwarepakketten op de markt verkrijgbaar, zoals bijvoorbeeld *Winhavik* en *Geonoise*. Voor modellering van luchtkwaliteit is het aantal beschikbare gedetailleerde modellen in Nederland beperkt.

In het kader van de Europese verplichting voor geluidskartering is recent een *Karteringsvoorschrift (SKM)* vastgesteld. Dit voorschrift is een aanvulling op *SRM1* en *SRM2*, specifiek voor geluidskartering. Hierbij is het mogelijk om, gebaseerd op een statische beschrijving, met de verstrooiing en afscherming in woonwijken te rekenen [19].

4 - EEN GECOMBINEERDE AANPAK VAN GELUID EN LUCHT

Door het verschil tussen meetresultaten en rekenresultaten zijn overheden bij onderzoeken naar de luchtkwaliteit soms terughoudend in het gebruik van rekenmodellen. Naast het reeds genoemde voordeel van de inzet van modellen om toekomstige situaties door te kunnen rekenen, bestaat er een voordeel met betrekking tot middeling van meteorologische gegevens [11]. Bij metingen zijn de resultaten zeer afhankelijk van het weer van die dag(en). Opvallend is dat voor geluidsonderzoeken het gebruik van rekenmodellen wel beschouwd wordt als een voor de hand liggende aanpak, zie bijvoorbeeld de toelichting op het *RMW 2002* [10].

Aangezien het verkeer een belangrijk aandeel heeft in zowel de lucht- als in de geluidsproblematiek, ligt een gecombineerde aanpak voor de hand. Voor een groot deel kan gebruik worden gemaakt van dezelfde input parameters. Voor beide zaken heeft het bovendien de voorkeur om in een zo vroeg mogelijk stadium van het planningsproces knelpunten te kunnen aanwijzen, om eventuele veranderingen te kunnen doorvoeren.



Zowel bij lucht als geluid is het raadzaam oplossingen allereerst bij de bron te treffen. Vervolgens wordt naar overdrachtsmaatregelen en als laatste wordt naar oplossingen bij de ontvanger gekeken. De invloed van lokale overheden op bronmaatregelen is bij aanpak van luchtproblemen vaak beperkt. Een gemeente heeft bijvoorbeeld geen invloed op een verplicht algemeen gebruik van roetfilters, net zo min als het verplichten van het gebruik van stille banden, maar kan wel de eigen bussen hier mee uitrusten. Omdat bij geluid ook het wegdek onderdeel is van de bron, kunnen gemeenten ook zelf met succes aan een brongerichte aanpak werken, door toepassing van stille wegdekken, steeds vaker door gemeenten met goede resultaten ingezet. Voorbeelden laten zien dat overdrachtsoplossingen die voor geluid ontwikkeld zijn, ook een positief effect op de luchtkwaliteit kunnen hebben [12,13,14]. Hiervoor is het gewenst lokale effecten van maatregelen te kunnen beoordelen. In de hierna omschreven voorbeelden zijn gedetailleerde berekeningen uitgevoerd op zowel het gebied van de luchtkwaliteit als ten aanzien van geluid.

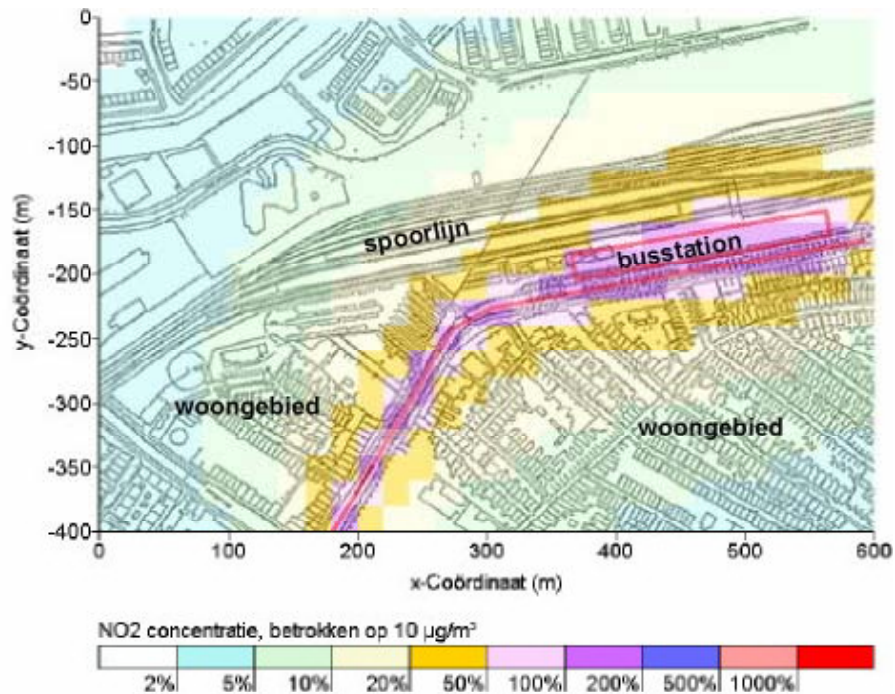
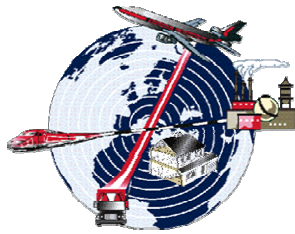
5 – VOORBEELDEN

5.1 – Verplaatsing van bus station

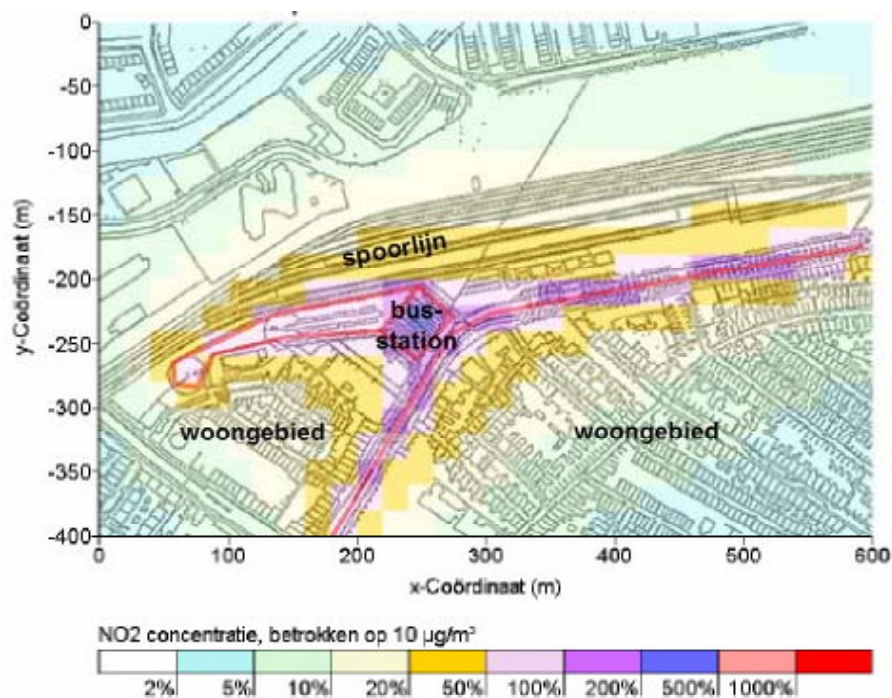
Voor een middelgrote stad in het noordwesten van het land is een ondersteunende studie uitgevoerd voor het vinden van een nieuwe, meer geschikte locatie van een bestaand busstation [12,13]. Het bestaande, langgerekte, busstation is gelegen tussen een drukke verkeersroute met vlak daarnaast woningen, en een spoorlijn. Deze situatie was vanuit het oogpunt van geluid en lucht, maar ook vanuit veiligheidsoogpunt niet gunstig. De autoriteiten waren op zoek naar een nieuwe, compactere, locatie en dachten deze gevonden te hebben op een parkeerplaats die verder van de woonbebouwing ligt. Voorwaarde voor gebruik van de nieuwe locatie was dat grenswaarden voor zowel geluid als lucht niet zouden worden overschreden.

Voor zowel de bestaande als de toekomstige situatie zijn gedetailleerde berekeningen uitgevoerd voor de bepaling van concentraties luchtverontreinigende stoffen en de optredende geluidsbelasting. Aangezien er bij dit onderzoek gezocht is naar een nieuwe locatie, was het weergeven van de ruimtelijke verspreiding van de verschillende stoffen gewenst. Voor lucht is derhalve gebruik gemaakt van het rekenpakket *Lasat*, zodat op straatniveau de resultaten beoordeeld kunnen worden. Met dit pakket kunnen driedimensionale berekeningen uitgevoerd worden en zijn omgevingskenmerken meegenomen. Het *CAR*-model gaf hiervoor onvoldoende informatie.

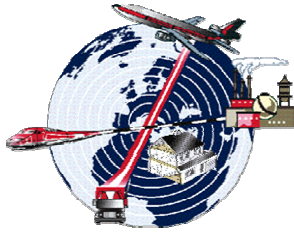
In bijgaande figuren zijn de resultaten te vinden voor de NO_2 concentratie in de huidige en toekomstige situatie. Het blijkt dat de nieuwe situatie een verbetering brengt ten opzichte van de bestaande. Voor het gebied nabij het nieuw geplande busstation zal de situatie weliswaar iets verslechteren, maar er zullen geen grenswaarden worden overschreden. Bovendien worden in totaal minder mensen worden blootgesteld aan hoge concentraties verontreiniging.



Figuur 1 Huidige situatie busstation



Figuur 2 Toekomstige situatie busstation



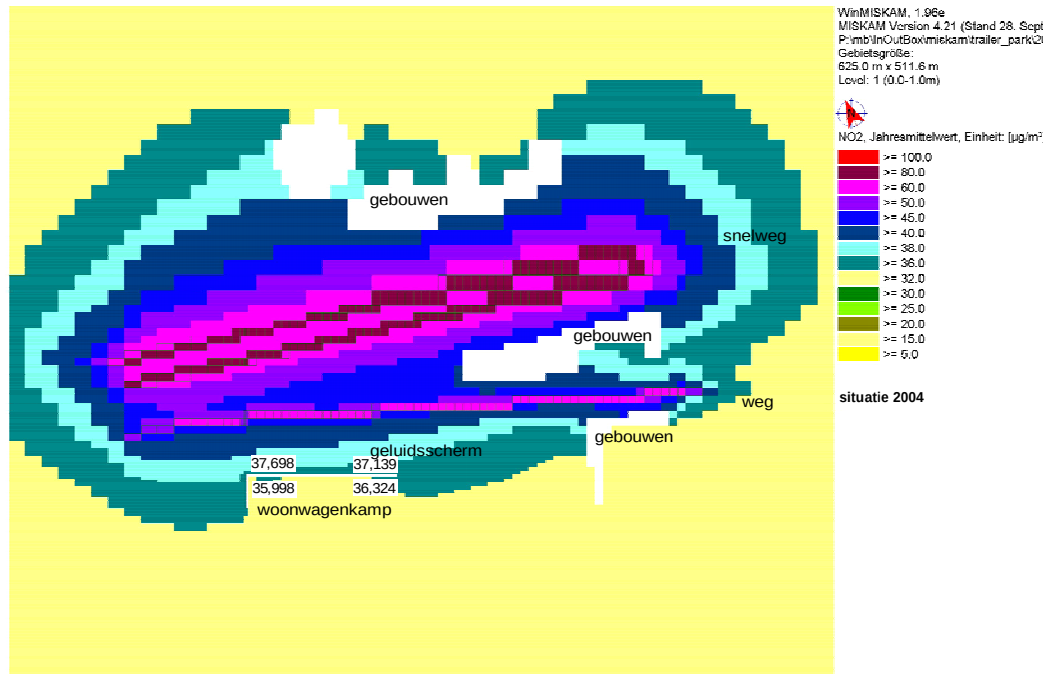
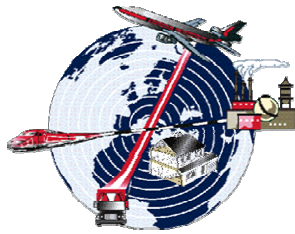
De geluidsberekeningen zijn uitgevoerd volgens *SRM 2*, hiervoor is gebruik gemaakt van het rekenpakket *Geonoise*. Aangezien het een stedelijk gebied met veel bebouwing betreft, zijn ook voor geluid driedimensionale berekeningen uitgevoerd. Er is gebruik gemaakt van dezelfde verkeersintensiteiten als bij het onderzoek naar de luchtkwaliteit. Deze geluidsberekeningen gaven een vergelijkbare conclusie als de berekeningen van de luchtkwaliteit. Namelijk, andere bewoners zullen overlast ondervinden van het busstation, echter het totale aantal bewoners zal afnemen ten opzichte van de huidige situatie.

De resultaten van de gedetailleerde modelberekeningen voor zowel lucht als geluid geven duidelijk een onderbouwing voor de keuze om het busstation te verplaatsen naar de nieuwe locatie.

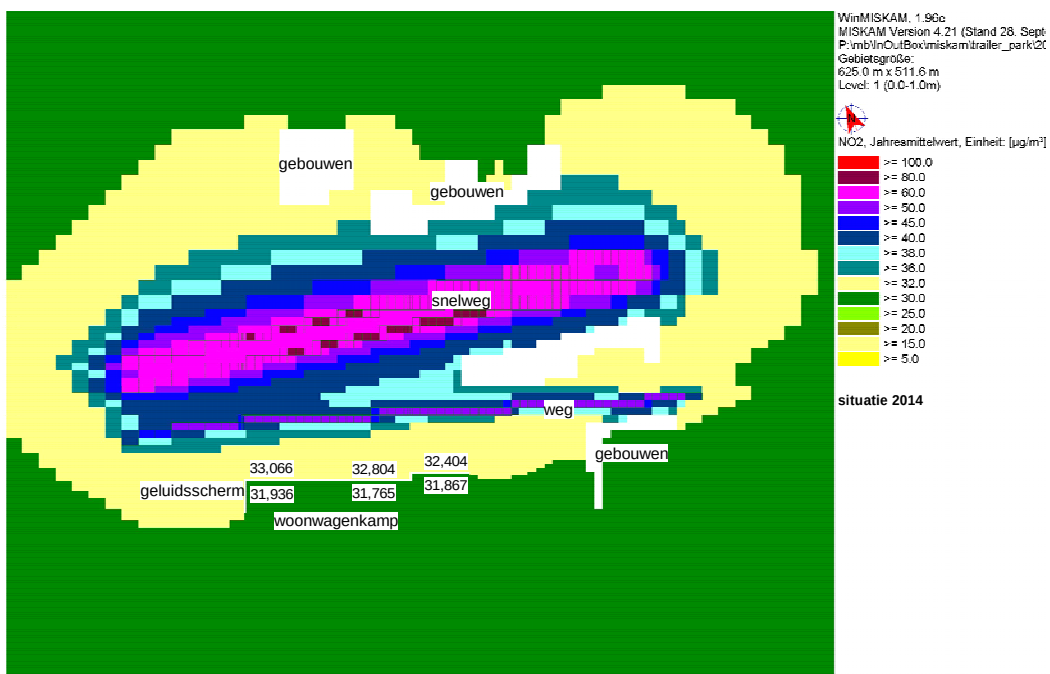
5.2 – Uitbreiding van een woonwagenkamp

Voor de gemeente Amstelveen, net ten zuiden van Amsterdam, is een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit bij een woonwagenkamp naast de rijksweg A9. Eerder was door middel van *CAR* berekeningen vastgesteld dat deze plek een potentieel knelpunt is met betrekking tot concentraties stikstofoxide en fijn stof in lucht. De directe aanleiding voor het onderzoek was het verzoek voor uitbreiding van het woonwagenkamp. Aangezien het kamp zich direct naast enkele drukke wegen bevindt en omgeven wordt door geluidsschermen, hoge bedrijfspanden en woonbebouwing waren meer gedetailleerde berekeningen dan het *CAR*-model nodig [14]. Vanuit een door de gemeente uitgevoerde geluidsonderzoek bleek dat een reeds aanwezig geluidsscherm verder uitgebreid moest worden om aan de normen ten aanzien van geluid te kunnen voldoen.

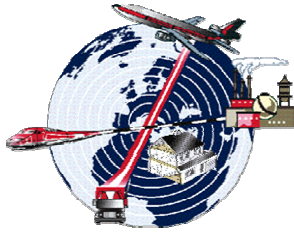
De berekeningen voor de bepaling van de luchtkwaliteit zijn uitgevoerd met behulp van het programma *WinMiskam*, omdat hier op zeer kleine schaal, namelijk woningniveau, resultaten gewenst waren. Bovendien kan met dit rekenpakket het lokale effect van een geluidsscherm beschouwd worden. Uit de resultaten bleek dat er in de toekomstige situatie, met aanvullend geluidsscherm, geen grenswaarden werden overschreden. De positieve invloed van het geluidsscherm op de verontreiniging in lucht werd duidelijk aangetoond. De invloed van dit geluidsscherm kon niet worden meegenomen in de *CARII* berekeningen. Bijgevoegde figuren geven een indruk van de rekenresultaten voor stikstofoxide in 2004 en in 2014.



Figuur 3 Gemiddelde jaarlijkse concentratie NO₂ in 2004



Figuur 4 Gemiddelde jaarlijkse concentratie NO₂ in 2014



6 - SLOTOPMERKINGEN

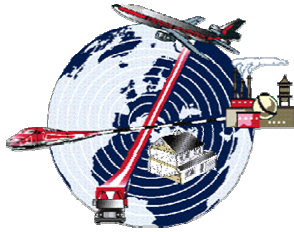
Het verbeteren van de leefkwaliteit in steden is een van de politieke speerpunten van het Ministerie van VROM [15]. De Europese richtlijnen geven hierbij een effectieve sturing. De afgelopen jaren is er een verschuiving te zien naar het toepassen van innovatieve experimenten waarmee oplossingen voor milieuproblemen gezocht worden. Een belangrijke succesfactor hierbij is de betrokkenheid van de verschillende partijen in de beginfasen van een project. In dergelijke projecten is het voordeel van het tijdig en integraal toepassen van gedetailleerde rekenpakketten voor het bepalen van de effecten van toekomstige maatregelen duidelijk zichtbaar.

Wij zijn van mening dat het noodzakelijk is verschillende problemen tegelijkertijd aan te pakken, zoals in het bijzonder bij geluid en luchtverontreiniging. In dat geval kan naar oplossingen worden gezocht die beter op elkaar zijn afgestemd. De voorbeelden in dit artikel onderbouwen dit. Bovendien is het gewenst op lokale schaal naar effecten van maatregelen te kijken. Hiervoor worden door ons, in aanvulling op het CAR-model en SRM1 berekeningen voor geluid, gedetailleerde computermodellen gebruikt.

Het gebruik van gedetailleerde computermodellen voor complexe situaties is een essentieel onderdeel in het effectief voorspellen van toekomstige situaties en is hiermee één van de zeer bruikbare instrumenten voor het verkrijgen van een goede kwaliteit van de woon- en leefomgeving nu en in de toekomst.

REFERENTIES

- [1] *Besluit Luchtkwaliteit*, Staatsblad 269, Ministerie van VROM, Den Haag, 2001;
- [2] *Wet op de Ruimtelijke Ordening*, 1962, diverse malen gewijzigd.
- [3] *Wet Geluidhinder*, Staatsblad 99, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Den Haag, 1979;
- [4] *European Air Quality Directives*, 96/62/EC and 1999/30/EC;
- [5] *Handleiding bij software pakket CAR II versie 3.0/4.0*, TNO-MEP, Apeldoorn, 2004.
- [6] *Handbuch WinMiskam*, Miskam für Windows, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co., Karlsruhe, 2003;
- [7] *Lasat – a computer program for the calculation of pollutant dispersion in the atmosphere*, Janicke Consulting, Dunum Germany, 2003;
- [8] *Meten en modelleren aan de A13 bij Overschie*, Arena, jaargang 9, 12/2003, p.159
- [9] *Luchtverontreiniging bij wegen*, Arena, jaargang 9, 5/2003, p.34
- [10] *Reken- en meetvoorschrift wegverkeerslawaaai 2002*, Staatsblad 62, Ministerie van VROM, Den Haag, 2002;
- [11] *Omgaan met onzekerheden en het Besluit Luchtkwaliteit*, S. van den Elshout, I. Walda, L. Hermans, J. Voerman, Arena nr. 8, 2003;



- [12] M+P rapport GALK.01.3.1 - *Geluidsonderzoek mogelijke verplaatsing busstation Alkmaar bij Alkaar NS Centraal*, M+P Raadgevende Ingenieurs BV, Aalsmeer, 2001;
- [13] Müller BBM report No. 44 313/1 - *Dislocation of the bus Terminal in Alkmaar/ Netherlands Prognosis of ground-level concentrations (GLC) of air pollutants caused by road traffic*, Müller BBM, Planegg-München, 2001;
- [14] M+P rapport GWA.04.1.1 - *Uitbreiding woonwagenstandplaats te Amstelveen, onderzoek luchtkwaliteit*, M+P Raadgevende Ingenieurs BV, Aalsmeer, 2004;
- [15] *Liveable cities; a Dutch recipe for environmental policy and spatial planning in the City & Environment project*, Ministerie van VROM, Den Haag, 2003;
- [16] Staatsblad nr. 316, 20 juni 2005, *Besluit luchtkwaliteit 2005*, VROM;
- [17] Staatscourant nr. 142, 26 juli 2005, *Meetregeling luchtkwaliteit 2005*, VROM;
- [18] *Overzicht aanpak luchtkwaliteit*, brief van Van Geel aan de Tweede Kamer, KVI 2005160857, 20 september 2005;
- [19] *Karteringsvoorschriften Weg- en Railverkeerslawaaai*, M.S. Roovers, E. Gerretsen, Geluid, Kluwer, Alphen a/d Rijn, nr. 4, (2005).