

Dat congestie leidt tot extra brandstofverbruik en meer luchtverontreiniging, ligt voor de hand. Maar die extra milieubelasting was tot nu toe nauwelijks gekwantificeerd. Door uitgebreid te meten aan de auto en op de weg, is nu duidelijker geworden in welke mate files negatieve milieueffecten met zich meebrengen. Landelijk gezien blijkt dat nog mee te vallen. Lokaal kunnen de gevolgen echter aanzienlijk zijn.



Foto: Sjoerd van der Huut

Effecten van congestie op brandstofverbruik en luchtkwaliteit

Jeanette Veurman, Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Isabel Wilmink, TNO-Inro

Raymond Gense, TNO-Automotive

Henk Baarbé, ministerie van VROM

Files zorgen vooral lokaal voor milieueffecten

afwikkelingscategorie	CO kool- monoxide	HC koolwater- stoffen	NO _x stikstof- oxiden	CO ₂ kool- dioxide	PM10 fijn stof
1aa 'stop-and-go' verkeer, snelheid < 10 km/uur	5,51	0,93	0,63	370	0,06
1a 'stop-and-go' verkeer, snelheid < 25 km/uur	2,84	0,60	0,50	239	0,05
1b fileverkeer, snelheid tussen 25 en 40 km/uur	1,71	0,43	0,48	178	0,04
1c fileverkeer, snelheid tussen 40 en 75 km/uur	1,15	0,23	0,47	153	0,04
2a snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit > 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 100 km/uur	1,13	0,14	0,49	146	0,03
2b snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit > 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 120 km/uur	1,20	0,14	0,57	157	0,04
2c snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit < 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 100 km/uur	0,90	0,11	0,47	146	0,03
2d snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit < 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 120 km/uur	1,17	0,12	0,66	173	0,04
2e snelheid boven 120 km/uur, onafhankelijk van intensiteit	3,42	0,16	0,98	208	0,18
3 sluiproute over secundaire weg	2,42	0,19	0,49	177	0,12

Tabel 1. Emissiefactoren* per afwikkelingsniveau voor personenwagens

*Onder emissiefactor wordt verstaan de uitstoot in gram per kilometer					
afwikkelingscategorie	CO	HC	NO _x	CO ₂	PM10
1aa 'stop-and-go' verkeer, snelheid < 10 km/uur	4,36	1,51	12,78	850	0,48
1a 'stop-and-go' Verkeer, snelheid < 25 km/uur	4,32	1,50	12,65	824	0,45
1b fileverkeer, snelheid tussen 25 en 40 km/uur	4,31	1,50	12,60	814	0,44
1c fileverkeer, snelheid tussen 40 en 75 km/uur	4,31	1,50	12,58	809	0,43
2a snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit > 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 100 km/uur	1,45	0,46	6,53	614	0,22
2b snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit > 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 120 km/uu	1,45	0,46	6,55	617	0,22
2c snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit < 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 100 km/uur	1,26	0,42	6,23	568	0,20
2d snelheid tussen 75 en 120 km/uur, intensiteit < 1000 voertuigen					
per rijbaan per uur, snelheidslimiet 120 km/uur	1,27	0,42	6,27	576	0,21
2e snelheid boven 120 km/uur, onafhankelijk van intensiteit	1,29	0,42	6,34	589	0,21
3 sluiproute over secundaire weg	4,32	1,50	12,61	815	0,44

Tabel 2. Emissiefactoren* per afwikkelingsniveau voor vrachtwagens

	CO	HC	NO _x	CO ₂	PM10
geen file					
route met minste file	-7,9%	-21,3%	-10,3%	-3,4%	-10,8%
route met meeste file	-21,3%	-44,1%	-20,3%	-9,6%	-21,1%
alle routes	-11,5%	-29,0%	-13,6%	-5,0%	-13,9%
meer congestie					
route met minste file	32,1%	67,5%	21,4%	11,6%	22,4%
route met meeste file	16,1%	31,2%	10,5%	6,1%	9,6%
alle routes	24,9%	53,5%	16,2%	8,7%	14,7%

Tabel 3. Emissie-effecten van meer of minder file op geselecteerde wegvakken

	CO	HC	NO _x	CO ₂	PM10
geen files	-4,1%	-11,3%	-4,1%	-1,5%	-4,3%
snelheidslimiet 100 km/uur	-16,6%	-2,0%	-7,1%	-6,7%	-13,4%

Tabel 4. Emissie-effecten van het oplossen van congestie, vergeleken met verlaging van de snelheidslimiet (op nationaal niveau (1999))

Het aantal files op de Nederlandse wegen neemt nog steeds toe. In 2000 werden 30 000 files geteld. Ondanks betere benutting en uitbreiding van infrastructuur en prijsbeleid zullen de files ook in de toekomst een blijvend verschijnsel zijn. Een reden voor de Adviesdienst Verkeer en

Vervoer en het ministerie van VROM om TNO een opdracht te verstrekken voor het verrichten van onderzoek naar de invloed van files op het brandstofverbruik en de uitstoot van uitlaatgassen (de emissies). In dit artikel wordt achtereenvolgens uiteengezet hoe de studie 'Emissies en files' is

uitgevoerd, welke emissiefactoren zijn bepaald, wat de invloed van files op lokaal en nationaal niveau is en welke aanknopingspunten voor emissiereducerende maatregelen (en nader onderzoek) er zijn.

Honderden kilometers praktijkritten •

Het onderzoek naar de effecten van files op de emissies en het brandstofverbruik kende twee hoofddoelen: ten eerste het ontwikkelen van emissiefactoren voor verschillende afwikkelingsniveaus op autosnelwegen, gebaseerd op praktijkritten, ten tweede het bepalen van de effecten van files op trajectniveau en van de files op nationaal niveau op het brandstofverbruik en de uitstoot van schadelijke stoffen. Daarvoor moest eerst een bruikbare indeling van 'standaard' congestieniveaus cq afwikkelingsniveaus op autosnelwegen worden ontwikkeld. Hiertoe is een aantal autosnelwegritten verreden waarbij snelheid, afstand, intensiteit en rijomstandigheden zijn geregistreerd. Deze data zijn geanalyseerd en vergeleken met snelheids- en intensiteitsgegevens uit meetlussen van het wegdek (MONICA). De uiteindelijk onderscheiden afwikkelingsniveaus zijn grotendeels gebaseerd op gemiddelde snelheid (op minuutniveau) en de verkeersintensiteit. De afwikkelingsniveaus variëren van zeer langzaam rijdend/stilstaand verkeer tot snelheden boven de 120 km/uur (tabel 1).

Vervolgens zijn in de tweede fase van het onderzoek in de spits vele honderden kilometers met geïnstrumenteerde personen-voertuigen op het autosnelwegennet verreden. Aanvullend is een aantal sluiproutes over het onderliggend wegennet gereden. Gedurende deze ritten zijn vele ritgegevens verzameld zoals toerentallen, snelheden, afstanden en rijomstandigheden. Ook zijn grote hoeveelheden actuele verkeersgegevens (snelheid en intensiteiten) verzameld uit de meetlussen van het wegdek (het MONICA-systeem). Op basis van deze praktijkgegevens zijn tien gecomprimeerde ritten ontwikkeld, representatief voor de tien onderscheiden afwikkelingsniveaus. In het laboratorium zijn op de rollenbank met vele verschillende auto's de tien gecomprimeerde ritten nagereden. Hierbij zijn de emissies en het brandstofverbruik gemeten. Dit resulteerde in emissiefactoren voor de tien afwikkelingsniveaus. Voor het bepalen van de emissiefactoren voor het vrachtverkeer is gebruikgemaakt van resultaten uit eerdere onderzoeken [1 en 2]. In de laatste fase van het onderzoek zijn voor de analyses van de effecten van files op lokaal en nationaal niveau grote aantallen MONICA-data en telgegevens uit

INWEVA (Inschatting Wegvak intensiteiten) geanalyseerd. Deze zijn gebruikt voor het bepalen van de hoeveel afgelegde kilometers per afwikkelingsniveau. De berekende emissies zijn vergeleken met (fictieve) situaties waarbij meer of minder file aanwezig is, sluiproutes worden gebruikt of de snelheidslimiet naar 100 km/uur wordt teruggebracht.

Verhoogde emissies • Tabel 1 laat de emissiefactoren zien die voor de verschillende afwikkelingsniveaus voor personenauto's zijn vastgesteld. Wat opvalt is dat sterke congestie (met een gemiddelde snelheid lager dan 40 km/uur; 1aa, 1a en 1b), sluiptverkeer (3) en rijden met hoge snelheden (boven de 100 km/uur; 2d en 2e) leiden tot significante verhoging van emissies en

het rijden van een kilometer sluiproute - categorie 3 - vergelijkbaar is met het rijden van een kilometer in congestie categorie 1b. Voor PM10 (fijne stofdeeltjes) is de situatie ongunstiger. De PM10 uitstoot schiet bij het rijden van een sluiproute enorm omhoog.

Figuur 1 laat de relatieve veranderingen in emissies zien ten opzichte van afwikkelingsniveau 2c, een situatie waarbij sprake is van vrije doorstroming bij een snelheidslimiet van 100 km/uur. De figuur toont een soort kommetje en illustreert nog eens de sterke toenames bij lage en hoge snelheden.

Hogere emissies vrachtverkeer •

Tabel 2 geeft de emissiefactoren voor vrachtverkeer weer. De tabel laat zien dat congestie en het rijden over sluiproutes

gemiddeld een 10 tot 20 keer hogere NO_x emissie dan een personenwagenkilometer.

Auto's zonder katalysator • Naast het vrachtverkeer drukken ook de personenauto's zonder katalysator een belangrijk stempel op de emissies, ondanks hun relatief lage aandeel van circa 20% in de Nederlandse autokilometers en circa 10% in de autokilometers op het Nederlandse autosnelwegennet (1999). Dat personenauto's zonder katalysator desondanks een belangrijk gewicht in de schaal leggen, wordt veroorzaakt door het feit dat ze 10 tot 30 keer zoveel emissie uitstoten als auto's met een drieweg katalysator. Overigens is over de verschillen in parksamenstelling op het onderliggend wegennet en het autosnelwegennet - bijvoorbeeld



Rotterdam Overschie is een typisch voorbeeld van een locatie waar door dichte bebouwing langs een snelweg - waar de vrije doorstroming regelmatig stagneert - sprake is van overschrijding van luchtkwaliteitsnormen in een woongebied. Tussen diverse overheden is afgesproken na te gaan of lokale verkeersmaatregelen kunnen leiden tot een verlaging van de emissiebelasting. Met behulp van de inzichten van het onderzoek 'Emissies en files' is berekend dat bij een gelijkblijvend verkeersaanbod door middel van een forse maar realistische ritdynamiekverlaging en een streng gecontroleerde snelheidsverlaging naar 80 km/uur, een emissiereductie optreedt van circa 20% NO_x en PM10, de belangrijkste lokale luchtkwaliteitsindicatoren. Er vindt nu overleg plaats over de te treffen maatregelen.

brandstofverbruik. Bij het rijden in bijvoorbeeld categorie 1a - stilstaand en langzaam rijdend verkeer met een gemiddelde snelheid lager dan 25 km/uur - treedt bijna een verdubbeling van de CO₂ uitstoot ten opzichte van een situatie waarin het verkeer goed doorstroomt en een snelheidslimiet van 100 km/uur geldt (2c). Zelfs bij het rijden met een snelheid die gemiddeld tussen de 25 en 40 km/uur ligt treedt een toename van 20% CO₂ op. Opvallend is dat

een verdubbeling van NO_x en PM10 geeft. Het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot nemen onder deze omstandigheden met ongeveer eenderde toe. Een vergelijking tussen tabel 1 en tabel 2 leert dat het vrachtverkeer een belangrijk stempel drukt op de emissieniveaus. Met name de CO₂, NO_x en PM10 emissies per voertuigkilometer zijn voor vrachtverkeer aanzienlijk hoger dan voor personenverkeer. Een vrachtwagenkilometer geeft

het verschil in aantal auto's zonder katalysator - maar zeer beperkt informatie. Ten behoeve van dit onderzoek is een steekproef gehouden. Deze bevestigt dat de parksamenstelling op het autosnelwegennet in belangrijke mate afwijkt van die van het landelijk gemiddelde. Gezien de verschillen in emissiefactoren tussen oude en nieuwe auto's kan dit consequenties hebben voor luchtkwaliteitsberekeningen langs Nederlandse wegen.



Zowel bij hoge als bij lage snelheden neemt de luchtverontreiniging sterk toe.

Vervoerprestatie per afwikkelingsniveau • Voordat we ingaan op de effecten van files op de emissies, is het van belang te weten waar we het over hebben voor wat betreft de aandelen van de verschillende afwikkelingsniveaus. De eerste kolom in figuur 2 illustreert de verdeling over de afwikkelingsniveaus die het meetvoertuig tegenkwam gedurende de in de spits verreden ritten in de (directe omgeving van de) Randstad. Voor geselecteerde delen uit deze ritten is de verdeling over de afwikkelingsniveaus voor alle op deze wegvakken aanwezige verkeer in beschouwing genomen. Dit betreft de middelste kolom. De derde kolom ten slotte laat de verdeling over de afwikkelingsniveaus zien voor het gehele Nederlandse autosnelwegennet, gedurende 24 uur per dag over een heel jaar. Het aandeel van de congestiecategorieën in de Randstad in de spits is vele malen groter dan wanneer het gehele snelwegennet wordt beschouwd. Opvallend is dat, in tegenstelling tot de spitsritten in de Randstad, het meeste verkeer op het gehele autosnelwegennet zich onder goede omstandigheden kan afwikkelen, gegeven de hoge aandelen van de afwikkelingsniveaus 2c en 2d.



Factoren als rijstijl, airconditioning en schakelautomaten blijken aanzienlijke effecten te kunnen hebben op het brandstofverbruik en de emissies.

Verbetering lokale luchtkwaliteit • Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat het oplossen van files op wegvakniveau kan leiden tot belangrijke emissiereducties. Dit geldt in het bijzonder voor situaties met stevige congestie en een hoog aandeel vrachtverkeer. Om een indruk van de orde van grootte te geven: het oplossen van congestie kan op de beschouwde wegvakken met de meeste congestie een reductie van circa 20% NO_x en PM10 geven (tabel 3). Tabel 3 geeft een indruk van emissieveranderingen bij (fictieve) toe- en afname van congestie voor de beschouwde wegvakken. In de berekeningen is overigens geen rekening gehouden met mogelijke reboundeffecten. Bij betere doorstroming kan de verkeersintensiteit door opvulling van de latente vraag toenemen, met als mogelijk gevolg dat er opnieuw congestie ontstaat. Tevens moet men zich er van bewust zijn dat de luchtkwaliteit naast de weg niet alleen door de emissies van het lokale verkeer maar (in sterke mate) mede door andere bronnen wordt bepaald. De effecten op wegvakniveau - waarbij vele kilometers weg worden beschouwd - kunnen behoorlijk zijn, maar zeer lokaal kunnen de toe- en afnames nog verder oplopen. In het onderzoek zijn deze laatste, zeer lokale effecten niet in beeld gebracht. Echter, gedurende het onderzoek is wel duidelijk geworden dat de emissies van personen- en vrachtwagens met tenminste 50% (oplopend tot 800%) kunnen toenemen in situaties met zware congestie. Voor de lokale luchtkwaliteit kan dit dramatische effecten hebben. Dit wordt nog eens versterkt door het feit dat de emissies zich in filesituaties slecht verspreiden en ter plaatse blijven hangen.

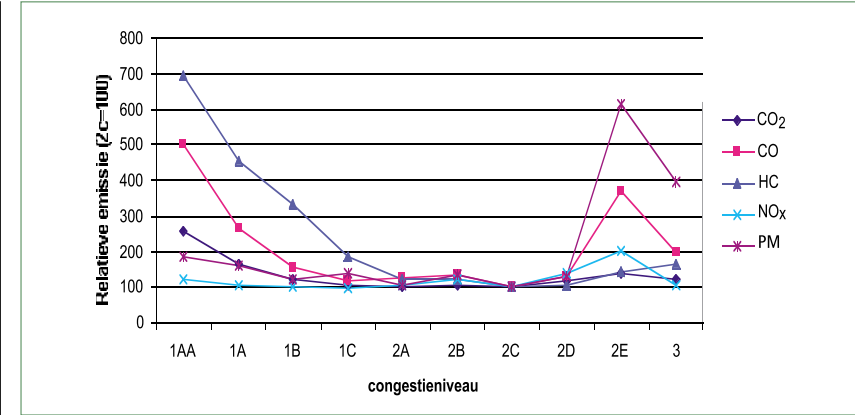
Beperkte nationale effecten • Als alle files op het Nederlandse autosnelwegennet zouden kunnen worden opgelost, heeft dit maar beperkte effecten op de emissietotaal van het autosnelwegennet en marginale effecten op de nationale (verkeers)emissietotaal (zie ook tabel 4). Als alle files zouden kunnen worden opgelost, zonder dat dit extra autokilometers zou genereren, zou dit een CO₂-reductie van circa 1,5% (= 0,22 Megaton CO₂) op de emissietotaal van het autosnelwegennet betekenen. In de Uitvoeringsnota klimaatbeleid wordt voor verkeer gestreefd naar een reductie van 2,7 tot 3,4 Megaton in de periode 1990-2010. Het effect van het oplossen van files ligt in de orde van grootte van andere maatregelen uit deze nota, zoals het verhogen van de bandenspanning en versterkte handhaving van de snelheidslimieten. Deze maatregelen zijn beide afzonderlijk geprognosticeerd op 0,3 Megaton CO₂-reductie. De inspanningen en realisatiemogelijkheden met betrekking tot het oplossen van files zijn echter van een heel andere orde dan genoemde maatregelen uit de nota. In het onderzoek 'Emissies en files' is echter gebleken dat verhoging en handhaving van de maximumsnelheden op het huidige niveau meer effect sorteert. Wanneer overal op het autosnelwegennet een snelheidslimiet van 100 km/uur zou gelden, levert dit meer op dan het oplossen van de files. Zo'n limiet zou leiden tot een CO₂-reductie van circa 7% op de emissietotaal van het gehele autosnelwegennet, ofwel een reductie van circa 1 Megaton CO₂.

Verkeersbeheersingsmaatregelen • Wat zijn nu aangrijpingspunten om de lokale emissie-effecten langs snelwegen te

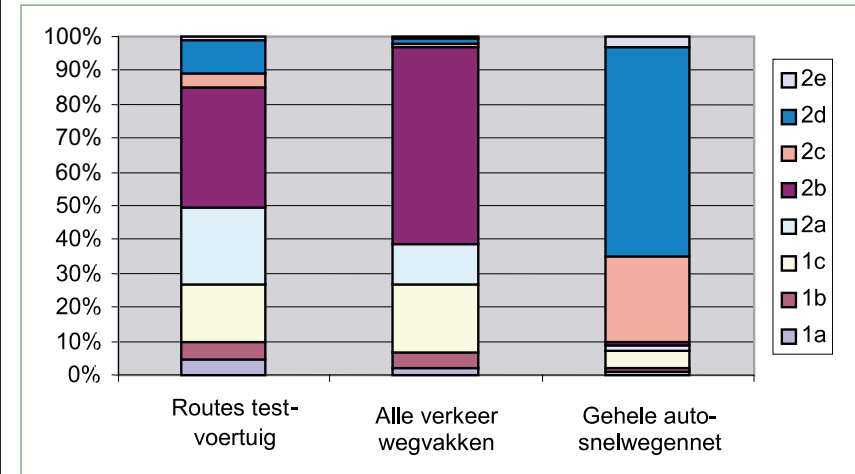
reduceren? Uit de studie is gebleken dat ritdynamiek (snelheidswisselingen) bij snelheden onder de 100 km per uur een zeer belangrijke invloedsfactor is, die sterk bepalend is voor de hoeveelheid uitlaatgasen en het brandstofverbruik. Zeker bij moderne voertuigen worden de emissies in toenemende mate veroorzaakt door veranderingen in snelheid en in steeds mindere mate door de absolute snelheid. Verkeersbeheersingsmaatregelen zouden daarom (mede) vanuit de emissies bezien, moeten worden ingezet om een zo homogeen mogelijk rijpatroon te bewerkstelligen. Verkeersbeheersingsmaatregelen die de dynamiek uit het vrachtverkeer halen dienen in het bijzonder te worden gestimuleerd. Dit vanwege de relatief hoge emissies van het vrachtverkeer en de sterke toename van de aan het vrachtovervoer gerelateerde emissies bij een hoge mate van ritdynamiek. Verdere invoering van maatregelen als doelgroepstroken en inhaalverboden voor vrachtverkeer lijken in dit licht dan ook wenselijk. TNO stelt in een recent verschenen rapport dat het terugdringen van de ritdynamiek het belangrijkste ingrediënt is voor het reduceren van de emissies van het vrachtverkeer [2].

Proeven met regulerende verkeersbeheersingsmaatregelen die homogeniserend werken dienen te worden gestimuleerd, zoals bij de pilot op de A1 Beekbergen-Bathmen. Daar wordt door middel van onder meer homogeniseren, matrixborden met rode rand, trajectcontrole, communicatie en snelle administratieve afwikkeling van overtredingen, getracht congestie tegen te gaan. Inspanningen om congestie en ritdynamiek te reduceren moeten vooral worden gericht op trajecten met zware congestie en een hoog aandeel vrachtverkeer. Bij het inzetten van verkeersbeheersingsmaatregelen moet men echter wel rekening houden met het eerder genoemde rebound-effect.

Snelheden • In de toekomst kunnen automatische voertuiggeleidingssystemen en rijtaakondersteunende systemen die het rijgedrag van de bestuurder beïnvloeden, een verdere rol spelen in het reduceren van de ritdynamiek en de daarmee gepaard gaande extra emissie. De proef met Intelligente Snelheidsaanpassing (ISA) in een wijk in Tilburg bevestigt bijvoorbeeld dat de ritdynamiek door middel van ISA wordt gereduceerd [4]. Weliswaar is de proef gehouden in 30, 50 en 80 km-gebieden, maar hoogstwaarschijnlijk worden de rijnsnelheden bij ISA-toepassing op autosnelwegen eveneens homogener. Bovendien



Figuur 1. Relatieve emissiefactoren voor personenwagens



Figuur 2. Aandelen kilometrages per afwikkelingsniveau



Op locaties waar bebouwing is gesitueerd heeft een snelheidslimiet van 100 km/uur de voorkeur boven 120 km/uur.

voorkomt ISA het overtreden van maximumsnelheden. Snelheidshandhaving is een ander belangrijk aangrijpingspunt. Uit het onderzoek 'Emissies en files' is gebleken dat snelheden

en snelheidslimieten boven de 100 km leiden tot een significante toename van het brandstofverbruik en een aantal emissies. Snelheden boven de 120 km/uur moeten vanwege de sterke emissietoenames te



Een vrachtwagenkilometer geeft gemiddeld een 10 tot 20 keer hogere NO_x-emissie dan een personenwagenkilometer.

allen tijde te worden voorkomen. Snelheidsbeteugeling maar ook het overwegen van een snelheidslimiet van 100 km/uur - voor nieuwe dan wel te wijzigen situaties - wordt met name aanbevolen op locaties waar direct langs de weg bebouwing is gesitueerd en de luchtkwaliteit een aandachtspunt vormt. Eén van de NVVP-doelen betreft het streven naar een gemiddelde trajectnelheid van 60 km/uur over het drukste uur van de dag gemiddeld over een jaar. Vanuit emissies, maar ook vanuit verkeersveiligheids-overwegingen en betrouwbaarheid naar de weggebruiker toe, is het belangrijk dat bij het streven naar deze gemiddelde trajectnelheid een zo constant mogelijke snelheid wordt gegarandeerd voor het gehele traject. Daarnaast moet het ontstaan van sluipverkeer worden voorkomen.

Gebruik emissiefactoren • Bij de berekeningen van de lokale luchtkwaliteit is het met name in de stedelijke omgeving van belang verschillende emissiefactoren te gebruiken voor de verschillende ontwikkelingsniveaus die zich voordoen. Tot op heden maakten emissiefactoren enkel onderscheid naar verschillende wegtypen en niet naar ontwikkelingsniveaus. 'Emissies en files' laat zien dat dit in structurele congestiesituaties hoogstwaarschijnlijk tot een onderschatting van de luchtkwaliteit leidt. Voorts bevestigt het onderzoek nog eens dat emissiefactoren met de nodige voorzichtigheid moeten worden toegepast. Het aanhouden van marges bij het berekenen van de luchtkwaliteit verdient aanbeveling, zeker als er besluiten worden genomen met betrekking tot het treffen van maatre-

gelen of met betrekking tot bouwen aan of langs de weg. Er zijn diverse factoren die de emissies beïnvloeden maar (tot voor kort) nog niet in beschouwing werden genomen. Uit recent onderzoek [5] blijkt bijvoorbeeld duidelijk dat rijstijl, airconditioning en schakelautomaten aanzienlijke effecten kunnen hebben op het brandstofverbruik en de emissies. Ook werd uit het onderzoek 'Emissies en files' (nog eens) duidelijk - zie opmerkingen over auto's zonder katalysator - dat het rekenen met emissiefactoren voor het gemiddelde Nederlandse wagenpark kan leiden tot een overschatting van emissies op autosnelwegen en een onderschatting van emissies op het onderliggend wegennet. Onderzoek naar de samenstelling van het wagenpark op verschillende typen wegen is van belang om de luchtkwaliteit langs wegen beter te kunnen bepalen.

Ter verbetering van de emissiefactoren is ook nader onderzoek gewenst naar de verschillen in het meten van emissies tijdens het rijden op de weg en het rijden in het laboratorium, evenals gedetailleerd onderzoek naar de vrachtwagenemissies bij verschillende rijomstandigheden. Daar is tot nu toe minder gedetailleerd onderzoek naar gedaan dan naar personenwagene-missies. Overigens verricht TNO in opdracht van de Vlaamse overheid momenteel onderzoek naar emissiefactoren voor bijzondere ontwikkelingsituaties op het onderliggend wegennet. Door middel van praktijkritten worden de emissie-effecten van onder meer verkeersdrempels, groene zones en rotondes in beeld gebracht.

Literatuur

1. Gense N.L.J., I.R. Wilmink en H.C. van de Burgwal, Emissions and Congestion - Estimation of emissions on road sections and the Dutch motorway network - Executive summary, TNO Automotive, Delft, 2001.
2. Riemersma I.J. en P. Hendriksen, Update en evaluatie van HD Testcycli, TNO Automotive, Delft, 2001.
3. Smokers R.T.M. en W.G. Rozendal, De invloed van congestie op brandstofverbruik en emissies van vrachtwagens, TNO Automotive, Delft, 1998.
4. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Eindrapportage praktijkproef Intelligente Snelheidsaanpassing, 2001.
5. Gense N.L.J., Driving style, fuel consumption and tail pipe emissions, TNO Automotive, Delft, 2000.

Kortweg

- Sterke congestie, veel snelheidswisselingen, hoge snelheden en sluipverkeer leiden tot een significante verhoging van het brandstofverbruik en de uitlaatgassen.
- Lokaal kunnen (verkeersbeheersings)maatregelen, die voor een homogener rijpatroon zorgen, de emissies aanzienlijk reduceren en de luchtkwaliteit verbeteren.
- Het oplossen van alle files in heel Nederland levert nauwelijks emissiereducties op. Handhaving en verlaging van de snelheidslimiet naar 100 km/uur levert meer op.