

onderzoeksopdracht

Invloed van het rijgedrag op de verkeersemissies: kwantificatie en maatregelen

uitgeschreven door Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap; Departement Leefmilieu en Infrastructuur; Administratie Milieu-, natuur-, land- en waterbeheer (AMINAL); afdeling Algemeen milieu- en natuurbeleid.

Offerte voor bestek nr.: aminal/aminabel/bvo/twol2000/mbp2-14/1

Beleidsamenvatting

Auteurs

Joeri Van Mierlo, Erik De Bisschop – VUB

Erik van de Burgwal, Dion Bremmers, Raymond Gense – TNO



VUB-etec + TNO-wt

26 april 2002

Beleidsamenvatting

In dit gedeelte wordt een samenvatting van de resultaten gepresenteerd, zonder daarbij stil te staan in de details en ontwikkeling van het project. Enkel de resultaten die van belang zijn om het beleid te ondersteunen, werden hierin weerhouden.

a) Probleemstelling en knelpunten

Mobiliteit en milieu zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. In het uitstoten van schadelijke emissies speelt het transport een grote rol, zeker in stedelijke gebieden. Een vermindering van pollutie zal dus voor een groot deel in de transportsector moeten gezocht worden en hierin dienen de juiste maatregelen getroffen te worden door de bevoegde overheidsinstanties. Ook op gebied van rationeel energiegebruik dienen beleidsinstrumenten gecreëerd te worden en dit enerzijds daar de energiebronnen op aarde niet onuitputtelijk zijn en anderzijds teneinde rekening te kunnen houden met het Kyoto protocol.

Voorafgaande studies hebben de invloed van het rijgedrag op het brandstofverbruik en de daaraan gekoppelde CO₂ emissies reeds in een zekere mate gekwantificeerd, maar een gedetailleerde analyse van de verschillende voertuigparameters die aan de basis liggen van deze invloedsfactoren, niet alleen op CO₂ en brandstofverbruik, maar ook op andere pollutanten zoals CO, KWS en NO_x, diende verder uitgewerkt te worden. Het is juist vanuit de technische kennis dat men doeltreffende maatregelen kan nemen.

De specifieke projectdoelstellingen zijn:

✓ *Kwantificeren van de invloed van het rijgedrag op de voertuigemissies:*

De studie had tot doel de invloed te kwantificeren van het rijgedrag op de gereguleerde emissies (NO_x, KWS, deeltjes, CO), alsook op de niet-gereguleerde emissies zoals SO₂ en CO₂. Hiertoe diende de parameters bepaald te worden die een verband aangeven tussen het rijgedrag en de verschillende emissies.

Dit moest toelaten de invloed van het rijgedrag mee op te nemen in de emissieberekeningen uitgevoerd door de overheid, zodoende dat realistischere inschattingen van de invloed van het wegverkeer op de luchtverontreiniging kunnen gemaakt worden.

Uit de analyse dienden de criteria bepaald te worden voor een milieuvriendelijk rijgedrag.

✓ *Effect van huidige en nieuwe maatregelen om het rijgedrag te beïnvloeden:*

Op basis van de invloed van maatregelen op het rijgedrag en de hieraan gekoppelde gekwantificeerde effecten, dienden inschattingen te gebeuren van de te behalen emissiereducties van huidige en nieuwe maatregelen.

De invloed op de emissies van maatregelen die reeds genomen werden om het rijgedrag te beïnvloeden uit het oogpunt van veiligheid en verkeersdoorstroming dienden in kaart gebracht te worden.

Tevens dienden specifieke maatregelen opgesomd te worden, op de verschillende beleidsniveaus, die het rijgedrag kunnen beïnvloeden.

b) Onderzoeksmethodiek

Teneinde de projectdoelstellingen te realiseren werden drie verschillende methodes gebruikt met name een *literatuurstudie*, een reeks *simulaties* en een uitgebreide *meetcampagne* en dit voor de bepaling van de invloed van *voertuigspecifieke parameters*, *verkeerstechnische maatregelen* en het *rijgedrag* op het brandstofverbruik en voertuigemissies.

Teneinde resultaten te bekomen die de praktijk sterk benaderen, werden ondersteunende experimenten uitgevoerd op de baan en in het labo. TNO beschikt over een hoog technologisch labo waarin voertuigen en voertuigcomponenten kunnen geëvalueerd worden op een nauwkeurige en herhaalbare manier, op onder klimatologisch gecontroleerde omstandigheden, hetgeen niet mogelijk is met “on-road-emissie-meetapparatuur”. Bovendien kunnen op een rollenbank veel voertuigen aan gelijke tests worden onderworpen, binnen een beperkte tijd en budget.

De ritdata betreffende verkeerstechnische maatregelen zoals ronde punten, zone 30, verkeersplateau's en groene golf, werden door de VUB opgemeten in Vlaanderen, waar verschillende bestuurders op al dan niet meerdere locaties testritten maakten gedurende dewelke de snelheid werd opgemeten.

De ritdata betreffende het rijgedrag werden door TNO opgemeten, enerzijds in het kader van een parallel project uitgevoerd voor NOVEM¹ en anderzijds in het kader van dit project. Het onderzoeksdoel voor het Novem-project was na te gaan hoe individuele automobilisten schriftelijke rijstijltips interpreteerden, binnen het kader van de ‘Het Nieuwe Rijden’ campagne (Nederlandse ‘Eco-Driving’). Aan verschillende proefpersonen werden rijstijltips ter beschikking gesteld. Voor ze de tips hadden gekregen en nadat ze de tips hadden gekregen werd hun rijstijl (snelheidsprofiel) opgemeten volgens een welbepaald traject. Er werden cycli opgemeten zowel in een stedelijke als in een buitenstedelijke omgeving. Naderhand werd geëvalueerd welk percentage bestuurders welke tip(s) goed interpreteerde en welke tip(s) nog niet helemaal duidelijk was(ren).

Nadien werden deze snelheidscycli verwerkt door TNO om tot bruikbare cycli te komen die op een rollenbank werden nagereden door verschillende voertuigen, die enerzijds in overeenstemming zijn met het Vlaamse wagenpark en anderzijds als aanvulling bij de bestaande databank van TNO. Op de rollenbank werden de emissies en het brandstofverbruik gemeten op de selectie van 12 voertuigen en dit in :

- 2 homologatiecycli
- 7 verkeerstechnische situaties
- 9 rijgedrag cycli

De VUB heeft een voertuig simulatie programma, VSP, ontwikkeld dat toelaat individuele voertuigkarakteristieken te bestuderen op tijdsbasis. Het afzonderlijk en gecombineerd effect van de variatie van individuele voertuig- en verkeersparameters werden bestudeerd, zoals o.a. het ogenblik van verandering van versnelling, voertuiggewicht, bagagerek, automatische motorstop, grootte en type van de motor en het respecteren van de snelheidslimieten.

Om tot algemene resultaten te komen over een hele voertuigvloot, overeenkomstig het Vlaamse wagenpark, werd een parallelle methodiek gehanteerd. Hierbij opteerden de onderzoekers niet voor Europees gebruikte COPERT, maar voor het Nederlandse VERSIT simulatiemodel. Dit TNO model is gebaseerd op aandrijfenergie en bevat reeds een uitgebreide databank, verkregen uit het Nederlandse steekproefcontroleprogramma. Daarnaast is tevens gebruik gemaakt van het TNO Parkmodel, waarin voorhanden data over het Vlaamse wagenpark in verwerkt zijn. De combinatie van VERSIT (zeer ruime databank met voertuigkarakteristieken) met het Vlaamse PARK-model liet toe om de opschaling uit te voeren van de invloedsfactoren gevonden op voertuigniveau naar Vlaams niveau.

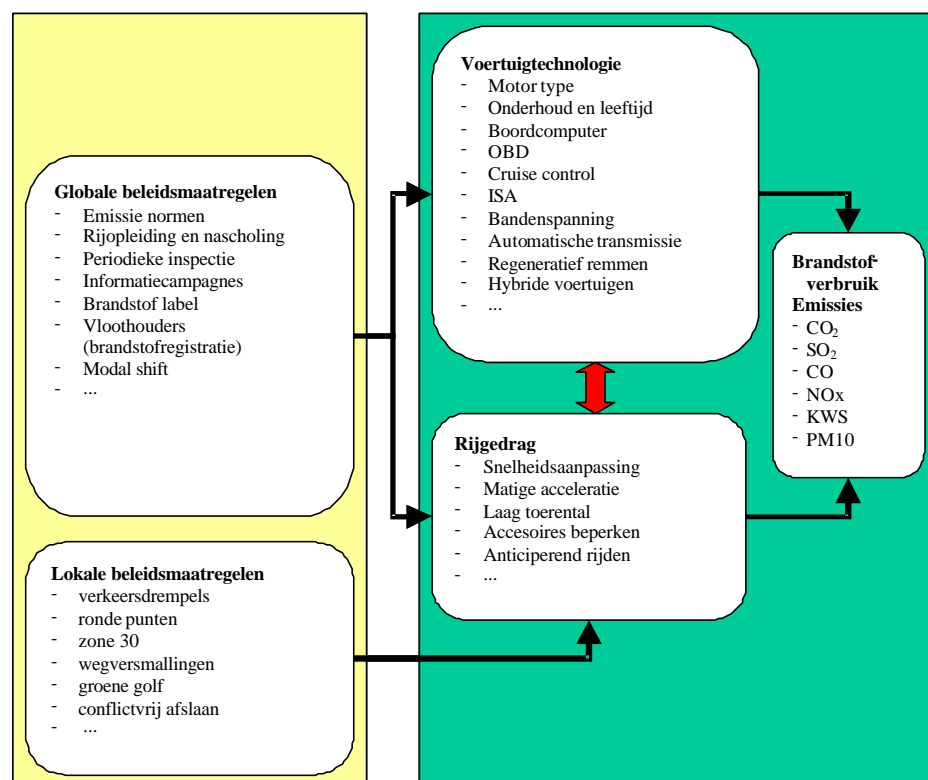
¹ Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu

c) Niet-technische samenvatting van de resultaten

Figuur 1 geeft een overzicht van de invloed van zowel lokale als globale beleidsmaatregelen op voertuigemissies en brandstofverbruik. Op basis van tal van globale beleidsmaatregelen, die verder besproken zullen worden, kan de overheid inspelen op enerzijds de voertuigtechnologie en anderzijds op het rijgedrag van de bestuurder. Het rijgedrag kan eveneens onrechtstreeks beïnvloed worden door het invoeren van lokale maatregelen zoals bijvoorbeeld een groene golf.

In deze niet-technische samenvatting zullen deze aspecten kort worden toegelicht.

Figuur 1: Overzicht beleidsmaatregelen



Voertuigtechnische aspecten

De overheid kan op 2 verschillende manieren ingrijpen op voertuigspecifieke parameters:

- Enerzijds door opleiding en informatiecampagnes kan de bestuurder geïnformeerd worden over de invloed van voertuigparameters (skibox, onnodige lading, bandenspanning, motortoerental, ...) op brandstofverbruik en emissies
- Anderzijds kan de overheid direct inspelen op de *voertuigtechnologie*, door bepaalde technologische aspecten te stimuleren of op te leggen, zoals ISA, hybride aandrijvingen, automatische motorstop, automatische versnellingsbak, ...

Aan de hand van het VUB Voertuig Simulatie Programma, VSP, werd geëvalueerd wat de invloed is op de emissies van verschillende individuele voertuigparameters. Het was niet de bedoeling tot resultaten te komen representatief voor het hele wagenpark, maar wel de technische achtergrond, die aan de basis ligt van de impact van het voertuig/cyclus/rijgedrag op het verbruik/emissies, te kunnen beschrijven. In het project werd geopteerd om geen motor kenvel op te meten (om budgettaire redenen). Daarom werd er gewerkt met 3 bestaande VSP voertuigmodellen. Om het volledige

Vlaamse wagenpark te kunnen beschrijven aan de hand van VSP-achtige programma's dient men over veel meer en gemiddelde (lieft dynamische) motorkenvelden te beschikken.

Aan de hand van deze modellen werden een 100-tal simulaties uitgevoerd waarbij telkens verschillende snelheidscycli (ECE-15, Modem, Rijgedrag) en voertuigparameters (Cx, frontaal oppervlak, automatische motorstop, schakelmomenten van versnellingsbak, ...) werden ingesteld.

Tijdens de simulaties werd telkens een bepaalde voertuigparameter veranderd (bijvoorbeeld met 10% verhoogd) en de invloed op de emissies en brandstofverbruik werden vergeleken met de standaard waarden van het betreffende voertuig en dit voor drie verschillende snelheidscycli.

Samenvattend kan men uit de simulaties volgende conclusie trekken betreffende de indicatie van de invloed van enkele voertuigparameters.

Tabel 1: Samenvatting invloed voertuigparameters en technische achtergrond op basis van de simulaties

| | Brandstof verbruik CO ₂ emissies | Emissies |
|-------------------------------|---|--|
| <i>Lager toerental</i> | Lager | Niet significant |
| <i>lager gewicht</i> | Lager | Lager (niet significant voor nieuwe voertuigen) |
| <i>Bagagerek</i> | Hoger | Niet significant (mogelijk significant bij hoge snelheden) |
| <i>Automatische motorstop</i> | Lager | Lager (indien niet te lang) |
| <i>kleinere motor</i> | Lager | Niet significant |
| <i>Snelheidslimieten/ISA</i> | Thans onvoldoende significante simulatie resultaten | |

Het motortoerental heeft een grote invloed op het brandstofverbruik en de CO₂ emissies. Het is aan te raden het motortoerental zo laag mogelijk te houden. Dit kan men realiseren door bij het accelereren zo snel mogelijk naar een hogere versnelling te schakelen.

Daarnaast zijn er een aantal voertuigparameters die inspelen op de weerstand die het voertuig ondervindt tijdens het rijden, zoals het totaal gewicht en de luchtweerstand van het voertuig. Het is dus aan te raden geen nutteloze lading te vervoeren of geen ongebruikt bagagerek op het dak te laten staan.

Op technisch vlak kan men ervoor zorgen dat de motor automatisch afslaat bij stilstand. Op deze wijze worden er geen emissies geëmitteerd of brandstof verbruikt als het voertuig stilstaat voor bijvoorbeeld een rood licht. De huidige technologie laat toe dit te verwezenlijken zonder dat de bestuurder hiervan enige hinder ondervindt.

Licht gemotoriseerde benzine auto's zijn minder gevoelig voor de invloed van een rijstijl op het brandstofverbruik en emissies. Door een wagen met een kleinere motor te kiezen zal deze motor in reële omstandigheden meer benut worden in een gunstiger gedeelte van het motorkenveld.

In het gesimuleerde voorbeeld betreffende snelheidslimietoverschrijding werd slechts op enkele ogenblikken de maximale snelheid licht overschreden, waardoor uit de simulaties geen significante invloed op emissies en verbruik kon worden vastgesteld. De meeste emissies en brandstofverbruik zijn toe te schrijven aan voertuigacceleraties die voor het overgrote deel nog steeds aanwezig zijn in de gesimuleerde cyclus. Het effect van snelheidsbeperkingen onder 100 km/u is hierdoor eerder gering. Pas boven 100 km/uur krijgt de luchtweerstand een belangrijke rol bij de rijweerstand, waardoor zowel brandstofverbruik als emissies hierdoor belangrijk kunnen worden beïnvloed, hetgeen ook blijkt uit het Nederlandse onderzoek.

Teneinde ISA-systemen verder te evalueren zouden er representatieve cycli moeten worden ontwikkeld zodanig dat goede representatieve simulaties en metingen kunnen worden uitgevoerd.

Verkeerssituaties – Lokale maatregelen

Op het vlak van verkeersveiligheid en verkeersdoorstroming kan de overheid verschillende verkeerstechnische maatregelen nemen. Vier hiervan werden bestudeerd: groene golf, verkeersplateaus, zone 30 en rotondes. Deze maatregelen hebben echter ook een invloed op voertuigemissies en brandstofverbruik.

Verhoogde inrichtingen of *verkeersplateaus* worden ingevoerd om de maximale snelheid te reduceren in omgevingen waar dit een gevaar kan opleveren voor o.a. de zwakke weggebruiker. Het is dus een verkeerstechnische maatregel ter verbetering van de verkeersveiligheid. Het introduceren van een verkeersplateau zorgt er dus voor dat de bestuurder moet vertragen voor een verkeersplateau. Na een verkeersplateau zal een bestuurder meestal de neiging hebben om terug te versnellen. Deze introductie van acceleraties leidt tot een verhoging van het brandstofverbruik en emissies.

Een *zone 30* heeft als gevolg dat de gemiddelde snelheid een stuk lager ligt dan in een gewone bebouwde kom en indien de zone 30 goed is ontworpen zal het verkeer ook gekenmerkt zijn met een vlotte verkeersdoorstroming. Een vlotte verkeersdoorstroming betekent minder grote acceleraties en dus een lagere riddynamiek. Dit vertaalt zich in lagere emissies en brandstofverbruik. Indien een zone 30 slecht ontworpen is waarbij bijvoorbeeld veel verkeersdrempels worden ingericht, dan zal de verkeersdoorstroming eerder gekenmerkt zijn door veel stoppen en accelereren en dus tot verhoogde emissies zoals beschreven in voorgaande paragraaf.

Kruispunten, verkeerslichten, filevorming, zijn oorzaken van emissieverhogende manoeuvres zoals optrekken en sterk afremmen. Het inrichten van *groene golf* kan de vlotheid van het verkeer aanzienlijk bevorderen. Een groene golf is een inrichting die in eerste instantie is voorzien voor een goede verkeersdoorstroming, maar de invoering van een groene golf zorgt er dus voor dat de snelheid van het voertuig constant gehouden wordt en de acceleraties beperkt. Dit zijn twee typische parameters die bepalend zijn voor het verbruik en emissies van het voertuig. Indien men een groene golf introduceert in vergelijking met een weg met gewone verkeerslichten en een gelijkwaardig intensief verkeer dan bekomt men een aanzienlijke verbetering van de emissies en brandstofverbruik.

Een *rotonde* wordt aangelegd om een bepaald kruispunt veilig te maken en tevens te voorzien van een vrij vlotte doorstroming bij het aansnijden van de rotonde vanuit verschillende zijden. Uit de metingen en simulaties konden minder eenduidige besluiten getrokken worden voor alle voertuigen. Dit is vermoedelijk het gevolg van het feit dat de globale riddynamiek van de rotonde cyclus niet veel afweek van de riddynamiek van de referenticyclus met verkeerslichten waarmee het vergeleken werd.

Tabel 2 vat de bekomen resultaten samen. We willen erop wijzen dat dit indicatieve waarden zijn, daar de emissies van auto's sterk onderling kunnen verschillen en heel wat verschillende parameters voertuigemissies beïnvloeden. Enkel de beduidend significante invloeden voor alle geteste voertuigen werden weergegeven in deze tabel.

Tabel 2: Besluit invloed lokale maatregelen op emissies

| | | FC [l/100km] | CO2 [g/km] | CO [g/km] | HC [g/km] | NOx [g/km] | PM [g/km] |
|------------------------|---------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Verkeersplateau | Benzine | +45% | | n.c. | +25% | +55% | - |
| | Diesel | +55% | | n.c. | | +75% | +75% |
| Zone 30 | Benzine | -10% | | n.c. | -65% | -50% | - |
| | Diesel | -10% | | n.c. | n.c. | n.c. | -35% |
| Groene Golf. | Benzine | -20% | | -80% | -75% | -40% | |
| | Diesel | -20% | | n.c. | n.c. | -40% | -35% |
| Rotonde | Benzine | +10% | | -60% | n.c. | n.c. | - |
| | Diesel | n.c. | | n.c. | n.c. | n.c. | n.c. |

n.c. = niet consistent

Men kan besluiten dat lokale beleidsmaatregelen op het vlak van verkeersveiligheid en verkeersdoorstroming niet steeds een gunstig effect hebben op het milieu. Zo leidt de introductie van verkeersplateau tot een verhoogde dynamiek in het rijden en zodoende tot hogere emissies en tot 50% verhoging van brandstofverbruik en CO₂-emissies. Echter heel wat andere maatregelen zoals de invoering van een zone 30 en groene golf geven aanleiding tot een vlottere verkeersdoorstroming en hierdoor tot een reductie van de emissies en een daling van 10 tot 20 % in het brandstofverbruik.

Het is dan ook aan te bevelen op basis van de milieuvoordelen zone-30 en groene golven te implementeren daar waar mogelijk.

Rijgedrag

Naast infrastructuurmaatregelen heeft het rijgedrag ook een belangrijke invloed op brandstofverbruik en emissies. Binnen het kader van onderhavig onderzoek werd een parallel onderzoek opgestart in Nederland in opdracht van NOVEM waarbij de individuele interpretatie van rijstijltips werd geëvalueerd. De geëvalueerde rijstijltips zijn als volgt:

1. Schakel zo vlot mogelijk bij maximaal 2500 toeren (voor diesel maximaal 2000 toeren) naar een zo hoog mogelijke versnelling
2. Trap daarbij het gaspedaal snel en doortastend zover in dat u vlot met het verkeer kunt meerijden
3. Schakel niet te snel terug en laat de auto zo lang mogelijk zonder de koppeling in te drukken in een zo hoog mogelijke versnelling uitrollen

Uit de data-analyse, de enquêtes en de observaties valt in het algemeen te concluderen dat tip 2 moeilijk is te begrijpen voor 'niet-ingewijde' automobilisten. Bovendien is tip 2 soms frustrerend en kan zelfs lijden tot misinterpretatie waarbij tip 2 ook wel eens als tegenstrijdig met zuinig rijden wordt ervaren en daarom genegeerd wordt.

In de onderstaande tabel staan de resultaten samengevat van de emissiemetingen, en vergeleken met de ritparameters. De invloed op de emissies en brandstofverbruik wordt bepaald door de resultaten van de cyclus overeenstemmend met de test voor het verkrijgen van de rijstijltips te vergelijken met de resultaten van de cyclus opgemeten na het verkrijgen van de rijstijltips.

Tabel 3: Samenvatting resultaten

| | | verschil voor/na instructie | | | | | | | | |
|---------|-----------------------|-----------------------------|----------|-----------|-----------------|----------------------|----------|------|----------|----------|
| | | snelheid | RPA | Toerental | Gaspedaal-stand | CO ₂ / FC | CO | KWS | NOx | PM |
| benzine | Alle tips,stad | -4% | -9% | -3% | -4% | -6% | nc | nc | nc | |
| | Alle tips, buitenweg | -3% | 9% | -3% | 10% | 4% | nc | nc | 55% | |
| | Tips 1 & 3, stad | -13% | - 10% | -33% | -21% | -4% | nc | nc | - 55% | |
| | Tips 1 & 3, buitenweg | -12% | - 35% | -37% | -21% | -25% | - 59% | -39% | - 47% | |
| | Incorrect, stad | -1% | 45% | 7% | 18% | 8% | | | | |
| | Incorrect, buitenweg | 8% | 44% | 8% | 16% | 14% | | | | |
| diesel | All tips, stad | 13% | -6% | -11% | 4% | -13% | nc | nc | 4% | - 18% |
| | All tips, buitenweg | 24% | - 20% | 3% | 29% | -2% | nc | nc | 11% | 6% |
| | Tips 1 & 3, stad | -9% | -7% | -23% | -12% | -8% | nc | nc | nc | - 27% |
| | Tips 1 & 3, buitenweg | 10% | - 18% | -24% | -2% | -22% | - 37% | -24% | - 29% | - 31% |

n.c. = niet consistent

In bovenstaande tabel is duidelijk te zien dat het brandstofverbruik (FC) en de CO₂-emissies sterk correleren met de gemiddelde ritdynamiek (RPA¹) en snelheid. In het algemeen kan worden geconcludeerd dat de haalbare verbruikswinsten door 'Het Nieuwe Rijden' veroorzaakt worden door lagere motorsnelheden en een lagere ritdynamiek na instructie. Toepassing van tip 2 (snel en doortastend gas geven) heeft geen aantoonbare relatie met brandstofverbruik.

Men kan als grootte orde stellen dat het juist toepassen van tip 1 en 3 tot een CO₂ reductie van 5% resulteert in een stedelijke omgeving en tot 25% op de buitenweg en een halvering van de NO_x emissies zowel in als buiten de stad.

Het is derhalve te verkiezen om in de communicatie (sensibiliseringscampagnes, rijopleiding, ed.) een meer vloeiend rijgedrag aan te bevelen i.p.v. tip 2. De voornaamste attitude die moet worden aangeleerd is het motortoerental zo laag mogelijk houden. Er zijn daarnaast aanwijzingen dat de tips d.m.v. individuele training beter worden opgepakt dan op basis van globale campagnes, echter feitelijke onderbouwing ontbreekt nog.

Milieuvriendelijk Rijgedrag

Op basis van de literatuur, de simulaties en de metingen kunnen volgende aanbevelingen geformuleerd worden betreffende het milieuvriendelijk rijgedrag. Deze aanbevelingen kunnen benut worden in sensibiliseringscampagnes en in de rijopleiding:

- Laat uw wagen niet onnuttig geladen, maak steeds uw kofferruimte leeg
- Gebruik de auto niet voor korte ritten vooral met koude motor
- Gebruik airco enkel indien nodig (buitentemperatuur hoger dan 20°C), schakel hem anders op "ECO" zodat de verwarming wel blijft werken, maar de aircopomp geen energie vraagt. Een open raampje bij hoge snelheid geeft tot 5% meer brandstofverbruik en airco 10% meer.
- Hou de bandenspanning in de gaten: 0.2 meer dan voorgeschreven zorgt dat je bij de volgende controle nog steeds goed zit
- Plaats bijvoorbeeld fietsen op een rek achteraan het voertuig en verwijder elk ongebruikt bagagerek of skibox. Skiboxen op het dak veroorzaken tot 10% meer brandstofverbruik, vooral bij hogere snelheden. Een fietsdrager op dak geeft 20 tot 30% meer brandstofverbruik.
- Zorg ervoor dat je vooraf je weg uitstippelt zodat je geen nodeloze omwegen moet rijden. Vermijd te rijden door de stad: het verbruik is er dubbel zo hoog als op de snelweg. Navigatiesystemen kunnen de bestuurder helpen via de kortste weg zijn bestemming te bereiken.
- Parkeer je wagen in de rijrichting waarin je de volgende keer weer zal weggrijden teneinde onnodig manoeuvreren met een koude, vervuilende motor te vermijden. Gas geven tijdens het starten tot een minimum beperken.
- Hou zelf je brandstofverbruik bij. Registratie en terugkoppeling van je brandstofverbruik en technische hulpmiddelen als on-board-diagnostic kunnen leiden tot brandstofbesparingen
- Kies bij aankoop voor licht gemotoriseerde benzine auto's (minder gevoelig voor rijstijl)
- Als u voor diesel kies, kies dan een type met directe brandstof injectie (lage CO₂)
- Hou het motortoerental zo laag mogelijk en schakel dus zo snel mogelijk naar een hogere versnelling. Schakel onder 2500 tpm bij benzine en 2000 tpm bij diesel wagens. Vele bestuurders is geleerd om in hoge toerentallen te gaan om hoge koppels te hebben voor een goede acceleratie ("sportieve" rijstijl). Met de huidige injectiemotoren heeft men echter al een hoog koppel bij een laag toerental en hoeft men dus de motor niet in hoge toerentallen te brengen.
- Rij met zo constant mogelijke snelheid.
- Leg je motor stil als je ongeveer een halve minuut moet wachten.

¹ RPA is Relatieve Positieve Acceleratie

- Rem op de motor in plaats van de ontkoppeling in te drukken en met de mechanische rem tot stilstand te komen omdat moderne motoren automatisch de brandstoftoevoer afsluiten zodra er op de motor wordt afgeremd.
- Volg de verkeersstroom en anticipeer op hetgeen voor je gebeurt.
- Hou voldoende afstand ten opzichte van je voorligger. Hierdoor vermijd je dat je sterk moet afremmen wanneer je voorganger afremt.
- Verander niet onnodig van rijstrook.

Globale effecten

De besproken invloedsfactoren worden opgeschaald naar het Vlaams niveau i.f.v. het totale wagenpark. Met de basisberekening VERSIT en het Vlaams PARKmodel voor 1998 werden voor de volgende globale aspecten een indicatie van de omvang van de effecten weergegeven op het gebied van brandstofverbruik en emissies. Voor de hypothesen die aan de basis liggen van deze berekeningen wordt verwezen naar het eindverslag.

Tabel 4: Effecten op globaal Vlaams niveau

| | CO ₂ emissie personenwagens Vlaanderen 1998 (kTon) | | | | Globale effecten op CO ₂ emissie van het Vlaamse wagenpark in 1998 (kton) | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------------|-------------|-------------|--|-------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|--------------|
| | totaal | stad | buiten-weg | Snelweg | sportief rijgedrag | economisch rijden | Snelheidslimietoverschrijdingen | | | banden-spanning | in-car apparatuur | | airco |
| | | | | | | | zwaar bij 90 km/h (meer dan 115km/u) | licht bij 120 km/ (minder dan 140km/u) | Zwaar bij 120 km/h (meer dan 140km/u) | | cruise-control | Boord-computer | |
| Totaal: | 8300 | 3500 | 2200 | 2600 | 249.2 | -149.5 | 8.1 | 61.7 | 87.6 | -59.4 | -29.3 | -19.6 | 125.6 |
| Procentueel | 100% | 42% | 27% | 31% | +3.0% | -1.8% | +0.1% | +0.7% | +1.1% | -0.7% | -0.4% | -0.2% | +1.5% |

Een belangrijk besluit op het gebied van de mogelijke brandstofbesparing en CO₂ reducties op globaal Vlaams niveau is dat dit voornamelijk kan gerealiseerd worden op het gebied van een aanpassing van het rijgedrag (zie sportief (+3%) en economisch (-1,8%)). Ook de beheersing van snelheidsoverschrijdingen (+1,1%) als het gebruik van airconditioning (1,5%) kunnen een zekere bijdrage leveren. Zaken als bandenspanning (-0,7%) en in-car apparatuur (-0,4%) hebben een minder omvangrijk effect op globaal voertuigpark niveau.

Tabel 5: Globale effecten op de emissies

| | emissie personenwagens Vlaanderen 1998 | | | | Globale effecten op emissie van het Vlaamse wagenpark in 1998 | | | | |
|-------------|--|------|-----------|---------|---|-------------------|----------------------------------|--------------------|-------|
| | totaal | stad | buitenweg | snelweg | sportief rijgedrag | economisch rijden | snelheidslimiet-overschrijdingen | | airco |
| | | | | | | | licht bij 120 km/h | zwaar bij 120 km/h | |
| CO (kTon) | 199.8 | 127 | 39 | 33.8 | 20.31 | | 5.02 | 18.1 | 38.92 |
| KWS (kTon) | 31.4 | 21.7 | 5.7 | 4 | 2.45 | | 0.13 | 0.27 | 1.89 |
| NOx (kTon) | 48.4 | 14.9 | 11.4 | 22.1 | 2.06 | -1.54 | 1.54 | 3.09 | 0.79 |
| PM10 (kTon) | 2.7 | 1.2 | 0.7 | 0.8 | 0.19 | -0.10 | 0.19 | 0.58 | 0.22 |
| CO (%) | 100% | 64% | 20% | 17% | +10% | | +3% | +9% | +19% |
| KWS (%) | 100% | 69% | 18% | 13% | +8% | | 0% | +1% | +6% |
| NOx (%) | 100% | 31% | 24% | 46% | +4% | -3% | +3% | +6% | +2% |
| PM10 (%) | 100% | 45% | 25% | 30% | +7% | -4% | +7% | +21% | +8% |

Uit Tabel 5 valt af te leiden dat sportief rijgedrag, snelheidslimietoverschrijdingen en het gebruik van airco een vrij groot effect hebben op de CO emissies (respectievelijk +10%, +9% en +19%), hetgeen voornamelijk wordt veroorzaakt door de grote effecten die deze factoren hebben bij

benzinevoertuigen. Met het oog op de toekomst waarin steeds meer auto's zullen zijn voorzien van airconditioning zal deze factor steeds nadrukkelijker aan de orde zijn in relatieve zin. Bij het effect van snelheidslimietoverschrijdingen dient aangetekend te worden dat enkel een snelheidslimietoverschrijding op de autostrade werd bestudeerd en aldaar voor bijna een verdubbeling van de CO emissie veroorzaakt. Deze verdubbeling op de snelwegen resulteert in een globale toename (alle wegen samen) van 9% CO emissies. Het gros van de CO emissies wordt veroorzaakt door de Euro 0 auto's die geen katalysator hebben. Met het verdwijnen van deze auto's in het park zal het absolute CO emissieniveau in de toekomst snel afnemen.

Wat betreft de KWS emissies worden de globale effecten met name veroorzaakt door sportief rijgedrag (+8%) en het gebruik van airconditioning (+6%). Snelheidslimietoverschrijdingen hebben een verwaarloosbaar effect (1%). Ook hier ligt het zwaartepunt van de emissies nog steeds bij de Euro 0 auto's.

In vergelijking met de andere pollutanten laten de NOx emissies minder grote globale effecten zien. Het zijn met name de dieselveertuigen die op snelwegen met snelheidslimietoverschrijdingen voor een aanzienlijke NOx stijging zorgen. Economisch rijden levert een bescheiden NOx winst op (-3%).

In vergelijking met de andere globale effecten hebben de snelheidslimietoverschrijdingen, zeker op de autosnelwegen, het grootste effect op de uitstoot van PM10 emissies (+21%). Op snelwegen veroorzaken snelheidslimietoverschrijdingen voor bijna een verdubbeling van deze PM10 emissies. De overige invloedsfactoren zijn eveneens beduidend maar mindere omvangrijk dan de snelheidslimietoverschrijdingen, waarbij economisch rijden in een kleine daling van de PM10 emissies resulteert (-4%).

Bij deze besluiten dient wel te worden opgemerkt dat de relatieve invloed van deze verschillende elementen (rijgedrag, airco, enz.) op de globale emissies (op Vlaams niveau) werden bestudeerd. Echter de bijdrage tot deze globale emissies kan soms lokaal veroorzaakt worden en dus lokaal een belangrijke luchtvervuiling teweeg brengen. De globale emissie-effecten kunnen dus soms wel vrij bescheiden zijn, maar als b.v. er een file voor iemands deur staat kan dat wel degelijk een nadelige impact hebben.

Eveneens dient er te worden opgemerkt dat vrachtwagens (en motorfietsen) een steeds groter aandeel krijgen in de emissies, maar dat hier nog steeds vrij weinig over bekend is.

Tot slot is het aan te bevelen dergelijke globale berekeningen, om de milieu-effecten in kaart te kunnen brengen, uit te voeren op basis van zoveel mogelijk recente volume-gegevens (kilometrages per wegtype, aandeel ingeschakelde airco, enz.) en dus een zo up-to-date mogelijk parkmodel te kunnen ontwikkelen.

De bekomen resultaten wijken enigszins af van de Vlaamse emissie-inventaris daar in deze studie een andere berekeningsmethode werd gebruikt.

d) Beleidsaanbevelingen

Algemeen kan men stellen dat het beleid op het (rij)gedrag kan inspelen door middel van fiscale maatregelen, sensibiliserings- en voorlichtingscampagnes, aanpassing van de rijopleiding, bevorderen van modale shifts voor zowel personen als voor goederen vervoer, en andere.

'Het Nieuwe Rijden' of 'EcoDriving' wordt reeds in andere Europese landen geïntroduceerd door middel van *sensibiliserings- en voorlichtingscampagnes* en *rijopleidingen* teneinde het sportief rijden te reduceren en het economisch rijden te bevorderen. Eveneens worden hierbij een hele reeks tips bijgebracht met betrekking tot het gebruik van de airco, de controle van de bandenspanning, edm. (zie vorige paragrafen).

Naast het inspelen op een mentaliteitswijziging kan de overheid ook direct op de voertuigtechnologie inspelen, zoals de invoering van strengere en vooral meer representatieve¹ *emissierichtlijnen* (homologatietesten), een meer representatieve periodieke inspectie (dynamische tests), maar ook bevorderen van de *introduktie van milieuvriendelijke technologieën* zoals elektrisch en hybride aandrijvingen, enz.

Daarnaast kan de overheid ervoor zorgen dat schone voertuigen een positief imago genieten. Dit kan zij onder andere verwezenlijken door op de in omloop gebrachte schone voertuigen een label aan te brengen, waarbij uitleg wordt gegeven over de gecreëerde milieu-baten. Door middel van de invoering van *Ecolables* op basis van een Ecoscore, zoals ontwikkeld door de VUB/ULB voor het Brussels Gewest, kan de milieu-impact van een voertuig aan het publiek worden kenbaar gemaakt.

Het invoeren van *fiscale maatregelen*, verlaging van de belastingen, invoering van subsidies, in functie van het milieuvoordeel van het voertuig, kan de aankoop van milieuvriendelijkere wagens stimuleren. Deze maatregelen kunnen in functie zijn van deze Ecoscore, daar de milieuschade zich vertaalt in een externe kost. Een milieuvriendelijker voertuig zal een lagere externe kost met zich meebrengen waardoor het interessanter is deze voertuigen meer te ondersteunen.

Bij de invoering van verkeerstechnische maatregelen voor de verbetering van de *verkeersveiligheid* (verkeersplateau, zone 30) en *verkeersdoorstroming* (rotonde, groene golf) kan de overheid eveneens het hieraan gekoppeld milieuaspect mee in overweging nemen. Vanuit milieustandpunt verdient een groene golf de aanbeveling boven niet geregelde verkeerslichten. Eveneens verdient een zone 30 de voorkeur, maar verkeersplateau's hebben een negatief effect op het milieu.

Het *handhaven van de snelheidslimieten*, met in het bijzonder die van boven de 120 km/u, heeft eveneens een positief effect op de door voertuigen gegenereerde emissies.

Op het gebied van *emissiemodelering* zou de overheid kunnen gebruik maken van modellen die beter rekening houden met de aandrijfenergie en/of in functie van de verschillende gebruiksomstandigheden (operationele condities), i.p.v. enkel in functie van de gemiddelde snelheid.

e) Eventueel verder onderzoek

Intergouvernementele samenwerking

Uit de stuurgroepvergadering bleek dat zowel de Nederlandse als de Belgische overheid vinden dat er meer overleg moet komen om de verschillende projecten in de verschillende landen meer op elkaar af te stemmen zoals dit op een gunstige manier verlopen is in dit project. Dit kan bovendien de uitwisseling van data ten goede komen.

Invloed effect beleidsmaatregelen

Uit het huidig onderzoek blijkt dat de invloed van de schakelogenblikken, die zodoende het motortoerental bepalen, bepalend is voor de voertuigemissies en brandstofverbruik. Hoe lager het motortoerental hoe beter.

De overheid kan op twee verschillende manieren op dit gegeven inspelen: enerzijds naar de bevolking toe door het rijgedrag van de bestuurder te beïnvloeden en anderzijds naar de automobiellndustrie toe door een betere voertuigtechnologie op te leggen (invoering van bijvoorbeeld een performante 'automatische' versnelling, elektrische en hybride aandrijvingen). De normstellingen zullen derhalve dusdanig aangepast moeten worden (o.a. onder invloed van andere testcycli, maar

¹ met representatief wordt bedoeld beter overeenstemmen met reële verkeersomstandigheden

ook bijvoorbeeld CO₂-convenanten¹) dat automobiefabrikanten genoodzaakt zullen worden tot het overgaan op andere technologieën, waarbij in het midden kan worden gelaten welke technologie het beste zal voldoen.

De eerste aanpak (rijgedrag) kan op een relatief korte termijn gerealiseerd worden, maar de vraag stelt zich hierbij hoe effectief de rijstijltips geïnterpreteerd worden en hoe lang deze tips blijven hangen bij de bestuurders. Dit dient te worden geëvalueerd. De tweede aanpak (technologisch) is eerder een oplossing op lange termijn. De toenemende ontwikkeling van de elektrische en hybride aandrijvingen kan hier bijvoorbeeld een belangrijke oplossing bieden in de toekomst.

De efficiëntie en effectiviteit van beide beleidsmaatregelen dienen verder te worden geëvalueerd.

Ontwikkelen van betere modellen op globaal (Vlaams) niveau.

Op basis van de ervaringen uit onderhavig onderzoek is duidelijk geworden dat de nauwkeurigheid van de uiteindelijke uitkomsten hier en daar nog wat te wensen overlaat. De redenen hiervoor zijn veelal het gebrek aan voldoende detailniveau van de beschikbare gegevens. Dit leidt ertoe dat over een aantal maatregelen enkel kwalitatieve uitspraken kunnen worden gedaan. Het gebrek aan gegevens (waarover wij konden beschikken) uit zich met name aan de zijde van de volumedata van het verkeer en bepaalde verkeerscondities in Vlaanderen. Wanneer in de toekomst meer gegevens ter beschikking worden gesteld dan kan hiermee op basis van onderhavige rapportage eenvoudig een update plaatsvinden. De belangrijkste punten waarop aanvullend onderzoek kan worden gepleegd, zijn:

- ✓ Samenstelling en kilometrages van het wagenpark per wegtype;
- ✓ Volumedata van na 1998 (inclusief Euro III voertuigen);
- ✓ Volumedata van toegepaste verkeersmaatregelen;
- ✓ Volumedata en invloedsfactoren betreffende vrachtwagens (en motorfietsen).

Naaste de beschikbaarheid van input data kunnen de globale emissiemodellen zelf verder verbeterd worden. Dit kan enerzijds door gebruikt te maken van operationele condities waarbij een databank wordt aangelegd waarin verschillende combinaties van situaties gecatalogiseerd worden zoals bijvoorbeeld 'een rustige rijstijl - in een stedelijke omgeving - in een EURO III wagen'. Deze methode wordt thans ontwikkeld in het kader van het Europese ARTEMIS project. Elke nieuwe situatie (bijvoorbeeld invoering van ISA (Intelligente SnelheidsAdaptoren)) zal echter aanleiding geven tot een nieuwe in te voeren conditie.

Door het internationaliseren en uniformiseren van de inspanningen op het vlak van emissiemodellering, bestaan er steeds meer mogelijkheden om de inspanningen van verschillende landen te bundelen om zo tegen aanvaardbare kosten per land tot een betrouwbare weergave van de praktijk te komen. Initiatieven als Artemis en Dach+NL bieden goede aanknopingspunten in dit kader.

Anderzijds zijn er aan de kant van de voertuigendata zelf ook nog verbeteringen te bekomen. Door de toenemende verschillen tussen de emissies van voertuigen onderling blijkt dat de gehanteerde steekproef aan voertuigen maar beperkt significant is voor het Vlaams wagenpark. Het uitbreiden van de steekproef naar veel meer voertuigen werd (en wordt) financieel vaak niet als haalbaar gezien.

Een andere invalshoek bestaat in het gebruik van gedetailleerde voertuigsimulatie programma. Men zou de automobielconstructeurs kunnen opleggen hun motorkenvelden vrij te geven. Op basis van

¹ Voor personenwagens is er een vrijwillige overeenkomst tussen de EU en ACEA om de CO₂ emissies te doen dalen van 186g/km in 1995 tot 140g/km in 2008. Tevens zal ACEA vanaf 2000 vrijwillig wagens op de markt brengen met een CO₂-uitstoot van 120g/km. Deze 120g/km stemt overeen met de doelstelling van de Europese Unie om de uitstoot van nieuwe wagens tegen 2012 tot 120g/km te beperken. Dit komt overeen met een verbruik van 5 L/100km voor benzine auto's en 4,6L/100km voor dieselveertuigen.

deze motorkenvelden zouden via modellering eenvoudig en goedkoop ‘gemiddelde’ kenvelen per categorie voertuig opgesteld kunnen worden. Aan de hand van VSP-achtige programma’s zouden dan verschillende verkeerssituaties en rijgedragingen bestudeerd kunnen worden voor het ganse wagenpark. Gezien het feit dat actuele motorkenvelden behoren tot de best gehoeede geheimen in de automobiellindustrie (gezien hun concurrentiegevoeligheid) is de kans op het slagen van een actie tot vrijwillige openbaring nihil. Vooralsnog blijft het bij elk onderzoek het afwegen van kosten (aantallen) en baten (betrouwbaarheid) een belangrijke discussie.

Invloed effect innoverende voertuig technologieën

Verskillende technische innovaties kunnen eventueel een bijdrage leveren tot een verbetering van de emissies en het brandstofverbruik zoals o.a. boordcomputers, On-Board-Diagnostic (OBD), (adaptieve) cruise control, navigatiesystemen en ISA-systemen.

Teneinde ISA-systemen verder te evalueren zouden er representatieve cycli moeten worden ontwikkeld zodanig dat goede representatieve simulaties en metingen kunnen worden uitgevoerd.

Reële snelheidscycli zouden kunnen worden opgemeten¹ met voertuigen uitgerust met ISA systemen en andere technologische vernieuwingen. Deze oplossing zou eruit kunnen bestaan met een voertuig uitgerust met o.a. een ISA systeem twee keer een zelfde cyclus na te rijden op een rollenbank waarbij de emissies worden opgemeten één keer met het ISA systeem geactiveerd en één keer met het ISA systeem gedesactiveerd. Deze cyclus zou representatief moeten zijn voor een ‘gemiddeld’ rijgedrag en bij het opmeten van de cyclus zouden de toegelaten snelheidslimieten moeten worden geregistreerd.

Bovendien zou voor een typisch voertuig deze verschillende systemen kunnen geëvalueerd worden doormiddel van een dynamische voertuig simulatieprogramma zoals VSP. In eerste instantie zou hierbij het motorkenveld van dit voertuig kunnen worden opgemeten. Op basis van dit kenvel zou dit voertuig kunnen worden gesimuleerd met VSP waarbij deze verschillende innoverende voertuigtechnieken worden geïmplementeerd en geëvalueerd.

Een dergelijke evaluatie op basis van modellen die gebruik maken van emissiefactoren in functie van gemiddelde snelheid houden geen rekening met de impact die de meeste van deze systemen hebben op de riddynamiek en geven aldus aanleiding tot het minder nauwkeurig inschatten van de effecten (zie eindverslag) en dit in tegenstelling tot VSP-achtige modellen.

¹ Zowel voertuig snelheid als motorsnelheid dienen te worden geregistreerd teneinde ook de schakelogenblikken van de versnellingsbak te kunnen bepalen.