

Algemene verspreiding

(Contract MD/67/030)

Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO₂ en troposferische ozon

Eindrapport

**I. De Vlieger, R. Berloznik, A. Colles, K. Cornu, J. Duerinck, C. Mensink,
W. Van Aerschot, M. Van Poppel en S. Verbeiren**

**Studie uitgevoerd in opdracht van DWTC
Programma Duurzame Mobiliteit**

2001/IMS/R/



Vito

Augustus 2001

INHOUDSTABEL

1	INLEIDING	1
1.1	Situering	1
1.2	Doelstellingen van de studie.....	2
1.3	Opbouw van het rapport.....	2
2	METHODOLOGIE	3
2.1	Projectstructuur	3
2.2	Het TEMAT emissiemodel.....	4
2.3	Eenvoudige modellen voor spoor en binnenvaart.....	5
2.3.1	Spoorverkeer	5
2.3.2	Binnenvaart	5
2.4	Workshop randvoorwaarden emissiemodellering transport.....	5
2.5	Het Ozon94 model.....	6
2.6	Ozonwerktabellen.....	6
2.7	Kosten/baten analyse.....	7
2.8	Sociale analyse	9
2.9	ARGUS multicriteria methodologie.....	9
2.10	Criteria gebruikt bij de evaluatie van beleidsopties	10
2.11	Group Decision Making.....	11
3	BELEIDSOPTIES	13
3.1	Algemeen.....	13
3.2	Business-As-Usual (BAU) scenario	14
3.3	Beleids optie 1: versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen....	15
3.4	Beleids optie 2: versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieven.....	16
3.5	Beleids optie 3: versnelde vervanging van oude personenwagens	16
3.6	Beleids optie 4: conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven - retrofit	17
3.7	Beleids optie 5: introductie van elektrische personenwagens	18
3.8	Beleids optie 6: verbeteren van inspectie en onderhoud	18
3.9	Beleids optie 7: meer milieuvriendelijke rijstijl.....	19
3.10	Beleids optie 8: terugdringen van het autogebruik door meer carpooling en telewerken .	19
3.11	Beleids optie 9: terugdringen van het autogebruik door promoten van openbaar vervoer	20
3.12	Beleids optie 10: terugdringen van het autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan	22
3.13	Beleids optie 11: terugdringen van vrachtvervoer over de weg door spoortransport	22
3.14	Beleids optie 12: terugdringen van vrachtvervoer over de weg door binnenvaart	23
4	EVOLUTIE MOBILITEITSVRAAG PERSONENWAGENS EN VRACHTWAGENS.....	24

5	EMISSIERESULTATEN	26
5.1	CO ₂ -, NO _x - en VOS-emissies.....	26
5.2	Cumulatieve emissiereducties bij realistisch implementatieniveau	27
5.3	Emissies opgesplitst per modus.....	29
5.4	Toetsing emissieresultaten aan internationale verbintenissen.....	32
5.4.1	Protocol van Kyoto	32
5.4.2	Protocol van Göteborg.....	33
6	EFFECTIVITEIT NAAR OZONCONCENTRATIES	34
6.1	Resultaten BAU-scenario met Ozon94.....	34
6.2	Resultaten beleidsopties met ozonwerktabellen	35
7	ECONOMISCHE EVALUATIE	37
7.1	Gehanteerde hypothesen.....	37
7.1.1	Brandstofprijzen.....	37
7.1.2	Karakteristieken van voertuigen.....	37
7.2	Resultaten.....	38
8	RESULTATEN SOCIALE HAALBAARHEID	43
8.1	Beleidsrelevantie van het mobiliteitsprobleem.....	43
8.2	Haalbaarheid van de 12 beleidsopties.....	45
9	RANGSCHIKKING BELEIDSOPTIES.....	48
9.1	Overzicht criteriawaarden.....	48
9.2	Belangrijkheid van criteria	48
9.3	ARGUS-basisscenario	49
9.4	Sensitiviteitsanalyse	52
10	BESLUITEN EN BELEIDSADVIEZEN.....	55
10.1	Besluiten.....	55
10.2	Beleidsadviezen.....	60
10.2.1	Beheersen van de mobiliteitsvraag	60
10.2.2	Optimaal beheer van de mobiliteitsvraag.....	60
10.2.3	Verandering van gedragspatronen.....	62
10.3	Slotconclusies.....	63

Bijlage 1: Referentielijst

Bijlage 2: Lijst van wetenschappelijke output die het onderzoek opleverde

Bijlage 3: Inventaris van verbintenissen

Bijlage 4: Inventaris van maatregelen

Bijlage 5: Vragenlijst randvoorwaarden voor emissiemodellering in de transportsector

Bijlage 6: Resultaten van de gesloten workshop ‘Randvoorwaarden voor emissiemodellering in de transportsector’

Bijlage 7: Effectiviteit naar emissies voor het Business-As Usual scenario

Bijlage 8: Effectiviteit naar emissies van de 12 gedefinieerde beleidsopties

Bijlage 9: Effectiviteit naar ozonconcentraties

Bijlage 10: Onderzoek naar de sociale haalbaarheid

Bijlage 11: Evaluatieboekje - consultatierondes

Bijlage 12: Resultaten multicriteria analyse en groepsbeslissing

LIJST VAN AFKORTINGEN

Aminal	Adminstratie Milieu, Natuur, Land- en Waterbeheer, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
ANRE	Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
AOT40	Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb, beschermingsdrempel voor de vegetatie
AOT60	Accumulated exposure Over a Threshold of 60 ppb, beschermingsdrempel voor de volksgezondheid
ARGUS	Achieving Respect for Grades by Using ordinal Scales
BAU	Business-as-usual, situatie bij onveranderd beleid
BO	Beleids optie
BPF	Belgische Petroleum Federatie
CO	Koolstofmonoxide
CO ₂	Koolstofdioxide
DWTC	Federale Diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele Aangelegenheden
EEV	Enhanced Environmental Vehicle
EIVR	Emissieinventaris voor de Vlaamse Regio
EMEP	Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-Range Transmission of Air Pollutants in Europe
Febiac	Federatie van de Belgische Automobiel- en Rijwielenindustrie
g	Gram
GEN	Gewestelijk Expres Net
HD	Heavy Duty voertuigen: zware vachtwagens, bussen en coaches
HDG	Heavy Duty Goederen: zware vrachtwagens
HDP	Heavy Duty Personen: bussen en coaches
j	Jaar
km	Kilometer
kton	1000 ton
LD	Light Duty voertuigen: minibussen, bestelwagens en lichte vrachtwagens
LDG	Light Duty Goederen: bestelwagens en lichte vrachtwagens
LDP	Light Duty Personen: minibussen
LOTOS	Long Term Ozon Simulation project
LPG	Liquefied Petrol Gas
MCA	Multicriteria-analyse
MEET	Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption, Transport Research
MEZ	Ministerie van Economische Zaken
MFR	Maximul Feasible Reduction
MIRA	Milieurapporten
NEC	National Emission Ceilings
NET60	Number of Exceedances of Threshold of 60 ppb, aantal dagen met een

	ozonconcentratie boven de 60 ppb
NIS	Nationaal Instituut voor de Statistiek
NMBS	Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen
NO _x	Stikstofoxiden, NO en NO ₂
OBD	On Board Diagnostic
Pb	Lood
PM	Particular Matter, stofdeeltjes
ppb	Part per billion, aantal deeltjes per miljard deeltjes
ppm	Part per million, aantal deeltjes per miljoen deeltjes
PW	Personenwagens
SO ₂	Zwavel dioxide
STEG	Stoom- en gasturbine
TEMAT	Transport Emission Model to Analyse (non-) Technological measures, emissiemodel
VBO	Vereniging der Belgische Ondernemers
Vito	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
vkm	Voertuigkilometer
voert	Voertuig
VOS	Vluchtige organische stoffen

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1:	Ozonwerktabel voor AOT60 (ppm x h) voor het jaar 2010.	7
Tabel 2:	Overzicht van de criteria voor de MCA-oefening.	10
Tabel 3:	Overzicht van de 12 beleidsopties.	13
Tabel 4:	Jaarlijkse mobiliteitsgroei per voertuigcategorie in procenten [50,51].	14
Tabel 5:	Overzicht van de Europese Richtlijnen voor voertuigemissies.	15
Tabel 6:	CO ₂ , NO _x en VOS uitstoot door de totale transportsector en veranderingen t.o.v. 1990 onder het BAU-scenario.	15
Tabel 7:	Procentuele reductiepercentages door verbeterde rijstijl op CO ₂ , NO _x en VOS voor personenwagens [54,55,56].	19
Tabel 8:	Evolutie van de procentuele reductie in autokilometers door telewerken en carpooling in autopenidelkilometers en totaal aantal autokilometers t.o.v. het BAU-scenario in hetzelfde jaar.	20
Tabel 9:	Het aantal vermeden <u>voertuig</u> kilometers over de weg voor LD- en HD-vrachtvoertuigen.	22
Tabel 10:	Modale shift van zwaar vervoer over de weg naar spoor en het totaal aantal <u>ton</u> kilometers vervoerd per spoor.	23
Tabel 11:	Overzicht van de AOT60, AOT40 en NET60 waarden voor 1994 en het BAU-scenario.	34
Tabel 12:	Effectiviteit van de beleidsopties naar ozon voor 2005 en 2010 en het gemiddelde.	35
Tabel 13:	Toegepaste brandstofprijzen (euro/l).	37
Tabel 14:	Kostprijs en verbruikscijfers van personenwagens [19,64].	37
Tabel 15:	Meerkost voor verschillende generaties voertuigtechnologieën [19,64].	38
Tabel 16:	Kosten (in miljoen euro) en kosteneffectiviteitsramingen van diverse maatregelen.	39
Tabel 17:	Kosten en baten (miljoen euro) van beleidsoptie 9.	41
Tabel 18:	Het percentage respondenten dat dezelfde mening heeft over de haalbaarheid van de beleidsopties voor de twee vermelde periodes.	45
Tabel 19:	Waarden van de criteria voor de verschillende beleidsopties.	48
Tabel 20:	Overzicht rangschikking ARGUS-basisscenario (ARGUS-scenario 1) door de individuele besluitnemers en de groep.	51
Tabel 21:	Overzicht ARGUS-scenario's voor sensitiviteitsanalyse op rangschikking van de beleidsopties.	52

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Overzicht projectstructuur.....	3
Figuur 2: De evolutie in het aantal voertuigkilometers (vkm) voor personenwagens onder het BAU-scenario, maximale modale shift (duurzaam MIRA-S 2000) en het realistisch implementatieniveau van BO8, BO9 en BO10.	24
Figuur 3: De evolutie in het aantal voertuigkilometers (vkm) voor vrachtovervoer over de weg onder het BAU-scenario, maximale modale shift (duurzaam MIRA-S 2000) en het realistisch implementatieniveau van BO8, BO9 en BO10.	24
Figuur 4: Evolutie van de CO ₂ -, NO _x - en VOS-emissies door het verkeer onder het BAU-scenario en bij realisering van de beleidsalternatieven BO8, BO9 en BO10.	24
Figuur 5: Overzicht van de cumulatieve CO ₂ -, NO _x - en VOS-emissiereducties (2001-2012) bij realistisch implementatieniveau van de beleidsalternatieven, in 100 kton CO ₂ en kton NO _x en VOS.	28
Figuur 6: Per beleidsalternatief het aandeel van de verschillende modi in de emissies in 2012 en BAU 1990 en 2012.	31
Figuur 7: Situering van de beleidsrelevantie van het mobiliteitsprobleem ten opzichte van andere actuele maatschappelijke problemen.	43
Figuur 8: Rangschikking van de problemen binnen het mobiliteitsvraagstuk.....	44
Figuur 9: Evolutie van de verkeersproblemen, 2010 versus 2000.....	44
Figuur 10: Overzicht van de maatschappelijke wenselijkheid van de 12 beleidsalternatieven.....	46
Figuur 11: Overzicht van de politieke haalbaarheid van de 12 beleidsalternatieven.....	46
Figuur 12: Overzicht van de belangrijkheid van de criteria voor de 12 deelnemers	49
Figuur 13: Grafische voorstelling van rangschikking ARGUS-basisalternatief (=ARGUS-scenario 1) door de afzonderlijke besluitnemers.	51

1 INLEIDING

In het kader van het Federale programma 'Duurzame Mobiliteit' (1996-2001) heeft Vito het project 'Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO₂ en troposferische ozon' uitgevoerd. Binnen Vito werkten drie onderzoeksgroepen aan deze studie: (1) Integrale Milieustudies, (2) Voertuigtechnologie en (3) Teledetectie en Atmosferische Processen. Voor de methodologische ondersteuning op het vlak van multicriteria analyse werd beroep gedaan op de Vrije Universiteit Brussel (Centrum voor Bedrijfsinformatica). Aldaar hebben de heren W. De Keyser en P. Peeters de probleemstelling ter harte genomen.

1.1 Situering

Een efficiënt en flexibel verkeer en vervoer zijn essentieel voor onze economie en levenskwaliteit. Er is nood aan doeltreffende en betaalbare mobiliteit voor werk, onderwijs en vrije tijd, en natuurlijk ook voor het transporteren van goederen. De evolutie in vervoersbehoefte was de laatste decennia enorm. In 1999 lag het aantal voertuigkilometers gereden op Belgische wegen 30 % hoger dan in 1990. Ten opzichte van 1970 is dat een verdrievoudiging [1]. Al deze vervoersbedrijvigheden hebben evenwel nefaste gevolgen voor het milieu en de volksgezondheid.

In 1999 was het verkeer verantwoordelijk voor ongeveer 22 % van de koolstofdioxide (CO₂)-uitstoot, dat in hoeveelheid nog steeds het belangrijkste broeikasgas is. De bijdrage van het verkeer in de voornaamste ozonprecursoren, met name stikstofoxides (NO_x) en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS), bedroeg respectievelijk 53 % en 31 %. Verder was het verkeer verantwoordelijk voor ongeveer 30 % in de totale uitstoot van deeltjes [2]. Deze laatste hebben een belangrijke impact op de volksgezondheid [3,4].

In deze studie lag het accent op de vermindering van CO₂ en troposferische ozon, met de transportsector als actieterrein. In het kader van de internationale verbintenissen, waartoe België zich engageerde in het Protocol van Kyoto en het Protocol van Göteborg, is het nuttig de mogelijkheden na te gaan van verkeer als vervuiler om deze verbintenissen na te komen.

Het Protocol van Kyoto richt zich op de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen (over de sectoren heen). België heeft zich geëngageerd om de uitstoot van broeikasgassen met 7,5 % te verminderen in de periode 2008-2012 ten opzichte van 1990. Er werden geen doelstellingen opgesteld voor de verschillende sectoren, dus ook niet voor verkeer.

Het Protocol van Göteborg legt nationale emissieplafonds op voor NO_x, SO₂ (zwaveldioxide) en VOS in 2010. Deze werden vertaald naar specifieke emissieplafonds voor het verkeer in België (68 kton NO_x, 2 kton SO₂ en 35,6 kton VOS). Voor verkeer zijn deze plafonds analoog aan deze in het ontwerp van Europese richtlijn over de nationale emissiemaxima, met name de NEC- (National Emission Ceilings) richtlijn. De emissieplafonds over de sectoren heen zijn evenwel niet ambitieus genoeg om de vooropgestelde milieukwaliteitsdoelstellingen voor 2010 te bereiken. In 2004 voorziet de richtlijn dan ook een herziening van de emissieplafonds.

1.2 Doelstellingen van de studie

Dit project had tot doel een geïntegreerde studie te maken van bestaande en potentiële beleidsmaatregelen in de transportsector, die kaderen in een duurzaam mobiliteitsbeleid en een bijdrage leveren tot de vermindering van CO₂ en troposferische ozon. Verschillende beleidsopties voor de transportsector werden onderzocht op hun effectiviteit voor de reductie van CO₂ en ozon, en op hun technisch-economische en sociale haalbaarheid. De resultaten van deze multidisciplinaire studie moesten resulteren in wetenschappelijk onderbouwde beleidsadviezen.

Verder werden ook volgende specifieke doelstellingen vooropgesteld:

- Door combinatie van technologische, economische en sociale expertise en maximaal gebruik makend van bestaande 'tools', éénduidige uitspraken doen over de kwantitatieve bijdrage van beleidsopties in de transportsector ter invulling van de internationale verbintenissen;
- Door rangschikking van beleidsopties (gebaseerd op multicriteria-analyse, aangevuld door gevoeligheidsanalyses), prioriteiten in beleidsopties voor de transportsector voorstellen, ter invulling van de internationale verbintenissen;
- Opstellen van algemene (ook voor de overheid) bruikbare werktabellen voor de inschatting van de ozoneffectiviteit bij zowel introductie van maatregelen in België als in Europa;
- Vanuit de resultaten van het project nieuwe en doelgerichte input leveren in internationale acties en werkgroepen in het domein van verkeer en milieu.

1.3 Opbouw van het rapport

In onderhavig rapport worden eerst de gebruikte methodologie en tools toegelicht. Vervolgens worden de basishypothesen geformuleerd voor zowel het referentiescenario, dat een ongewijzigd (trend) mobiliteit- en milieubeleid inhoudt, als voor de onderzochte beleidsopties. Daarna wordt de evolutie van de mobiliteitsvraag kort toegelicht, om vervolgens te komen tot de resultaatbespreking van de verschillende disciplines.

De belangrijkste bevindingen inzake de effectiviteit naar emissies en ozon, en de economische en sociale haalbaarheid worden in afzonderlijke hoofdstukken besproken.

Eenmaal alle disciplines aan bod zijn gekomen, worden de resultaten van de rangschikking van beleidsopties en de gevoeligheidsanalyse toegelicht.

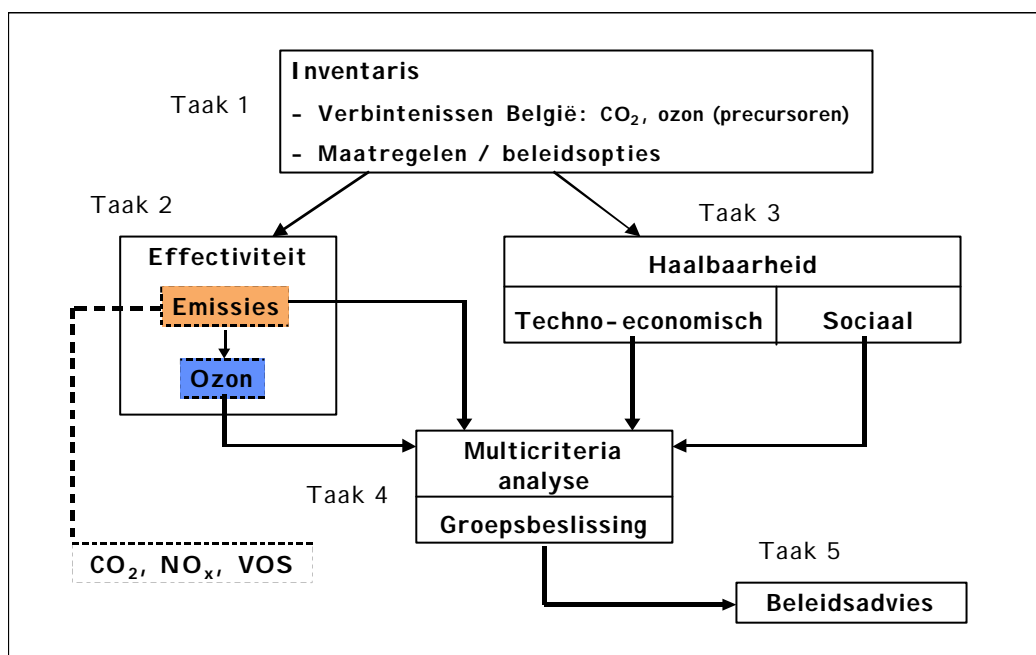
Tot slot volgt een hoofdstuk waarin overzichtelijk de besluiten van de studie en beleidsadviezen worden geformuleerd.

In de verschillende hoofdstukken van dit rapport wordt verwezen naar de bijlagen, zodat lezers die meer gedetailleerde informatie wensen deze ook kunnen terugvinden.

2 METHODOLOGIE

2.1 Projectstructuur

Vooraleer meer in detail te gaan op de methodologie en de instrumenten gebruikt bij het onderzoek, toont Figuur 1 een overzicht van de verschillende taken binnen onderhavige studie en de onderlinge verbanden.



Figuur 1: Overzicht projectstructuur.

In Taak 1 werd een inventaris gemaakt van verbintenissen of engagementen, die België in internationale context heeft afgesloten voor de aanpak van het CO₂- en ozonprobleem. Tevens werden de doelstellingen voor de ozonprecursoren NO_x en VOS opgelijst.

Verder werd een overzicht gegeven van mogelijke maatregelen ter reductie van deze pollutanten in de transportsector. De maatregelen werden onderverdeeld in: sensibiliserend/responsabiliserend, wetgevend, infrastructureel en fiscaal. Deze inventarisatie gebeurde voor de verschillende beslissingsniveaus (Europees, federaal, regionaal ...) en voor bestaande en potentiële maatregelen. Op basis van deze inventaris van maatregelen werden 12 beleidsopties gedefinieerd. Er werd op een hoger abstractieniveau gewerkt, met beleidsopties in plaats van met maatregelen, om het project uitvoerbaar te houden en om in een later stadium van het project gemakkelijker duidelijke krachtlijnen voor het beleid te kunnen formuleren.

In Taak 2 werd de effectiviteit van de verschillende beleidsopties voor de reductie van CO₂-, NO_x- en VOS-emissies door het verkeer (weg, spoor, binnenwater) geëvalueerd. Vervolgens werd hun effect op de ozonconcentratie in de atmosfeer ingeschat.

In Taak 3 werd de techno-economische en sociale haalbaarheid van de beleidsopties onderzocht. In het economische luik werd een raming gemaakt van de kosten en baten van de verschillende beleidsopties. In het sociale luik werden de beleidsopties geëvalueerd op enerzijds hun maatschappelijke wenselijkheid en anderzijds hun politieke haalbaarheid.

De resultaten uit Taak 2 en 3 vormden de basis voor de multicriteria-analyse in Taak 4 waarbij verschillende besluitnemers werden betrokken. Per besluitnemer werd een rangschikking van de beleidsopties bepaald. Vervolgens werden deze individuele rangschikkingen verwerkt tot één groepsbeslissing.

De beleidsadviezen geformuleerd in Taak 5 zijn gebaseerd op de groepsrangschikking van de verschillende beleidsopties, alsook op specifieke bevindingen resulterend uit de individuele disciplines. Ook de haalbaarheid van de opties voor het vervullen van de internationale verbintenissen inzake CO₂, NO_x, VOS werden hierbij in rekening gebracht.

2.2 Het TEMAT emissiemodel

De CO₂-, NO_x- en VOS-emissies werden berekend met het emissiemodel TEMAT – Transport Emission Model to Analyse (non-) Technological measures. Met dit model kunnen emissieberekeningen gemaakt worden voor niet-technische en technische maatregelen voor het wegtransportsector.

Een groot deel van het ontwikkelingswerk van het TEMAT model is gebeurd in een project voor de Vlaamse Administratie voor Milieu, Natuur en Landinrichting (AMINAL) [5]. In deze studie werd TEMAT uitgebreid naar België en inputgegevens geactualiseerd en verfijnd (zie Bijlage 7).

Het TEMAT model is een databank, waarin de inputgegevens en de outputgegevens weergegeven worden voor alle mogelijke combinaties van diverse brandstoffen, jaartallen, cilinderinhouden, tonnages, technologieën (normen), leeftijden, wegtypes, verkeerstyles en emissiesoorten.

De basisformule voor de jaarlijkse emissieberekeningen is als volgt:

$$\begin{array}{l} \textit{Emissie} \\ [g/j] \end{array} = \begin{array}{l} \textit{voertuigen} \\ [aantallen] \end{array} \times \begin{array}{l} \textit{activiteit} \\ [km/voert/j] \end{array} \times \begin{array}{l} \textit{emissiefactor} \\ [g/km] \end{array}$$

Naast de uitlaatgasemissies, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen warme en koude start emissies, kunnen tevens de VOS-verdampingsverliezen van benzinevoertuigen en de emissies als gevolg van de productie en het transport van de verschillende brandstoffen worden berekend. Momenteel kan TEMAT de emissies berekenen voor de polluenten: CO, CO₂, NO_x, VOS, PM (particulate matter), Pb (lood) en SO₂ (zwaveldioxide).

De opsplitsing van het voertuigenpark en het opstellen van de emissiefuncties voor conventionele brandstoffen (benzine, diesel en LPG) volgt de MEET methodologie, die in Europa algemeen aanvaard wordt [6]. Voor alternatieve brandstoffen werd Copert III toegepast en de Vito expertise en de contacten met internationale netwerken gevaloriseerd [7,8].

In onderhavige studie werden doorrekeningen uitgevoerd voor een tijdshorizon van 1990 tot 2012. Voor CO₂, NO_x en VOS werden de emissies op jaarbasis uitgedrukt per voertuigcategorie.

2.3 Eenvoudige modellen voor spoor en binnenvaart

Voor het transport per trein en binnenvaart werden rekenbladmodellen gebruikt, die gebaseerd zijn op de vereenvoudigde methodologie die in MEET wordt voorgesteld [6], zie ook Bijlage 7.

2.3.1 Spoorverkeer

De vertrekbasis vormde enerzijds de jaarlijkse mobiliteitsvraag in brutotonkilometer (brutotonkm) en anderzijds de jaarlijkse gemiddelde verbruiksgegevens. Deze gegevens waren terug te vinden in de Statistische Jaarboeken van de NMBS.

Er werd een opsplitsing gemaakt in personenvervoer en goederenvervoer, waarbij een onderscheid werd gemaakt tussen vier voertuigtypes: diesellocomotief, motorwagen (diesel), elektrische locomotief en elektrisch motorstel. Het personenvervoer werd vanaf 1995 aangevuld met de Hoge Snelheid Trein (HST).

Voor diesel werden de gemiddelde emissiefactoren, zoals voorgesteld door MEET, toegepast. Voor elektrische tractie worden vanaf 1995 de emissiefactoren voor STEG centrales aangewend en niet langer de gemiddelde emissiefactoren van het elektriciteitspark. De achterliggende redenering is dat de nucleaire en steenkoolcentrales veeleer basislast draaien terwijl de STEG centrales in en uit worden geschakeld al naargelang de behoefte. Het al dan niet rijden van een elektrische trein zal dus enkel gevolgen hebben voor de elektriciteitsproductie in de STEG centrales. Ook voor de toekomst is deze benadering meer realistisch. Oude steenkoolcentrales worden immers systematisch vervangen door nieuwe STEG centrales.

2.3.2 Binnenvaart

Voor de binnenscheepvaart werd een ruwe berekening gemaakt op basis van het aantal tonkilometers en de emissiefactoren. Voor de gegevens inzake tonkm werd beroep gedaan op gegevens beschikbaar bij het NIS [9]. Voor de emissiefactoren werden globale emissiefactoren, voorgesteld in een Oostenrijkse studie, aangewend [10]. Deze factoren zijn gemiddelden en worden weergegeven in ton per 1000 tonkilometer.

2.4 Workshop randvoorwaarden emissiemodellering transport

Om de effectiviteit van de beleidsopties naar emissiereducties te bepalen was een kwantitatieve invulling van de beleidsopties, evenals betrouwbare inputgegevens en randvoorwaarden voor de

modellering noodzakelijk. Hiervoor werd een vragenlijst opgesteld waarin voor de verschillende beleidsopties een schatting werd gemaakt voor de individuele economische en sociale acceptatie. In eerste instantie werd deze vragenlijst door Vito ingevuld op basis van literatuurstudie en Vito expertise (zie Bijlage 5). De Vito expertise werd in het project geïntegreerd door het samenstellen van een interne werkgroep (zie Bijlage 6).

Daar de output van modellen zeer sterk beïnvloed wordt door de input, dient aan deze laatste de nodige aandacht besteed te worden. Vandaar werden de resultaten uit de interne werkgroep, getoetst aan de kennis en ervaringen van externe experts via een gesloten workshop. De workshop had tot doel te komen tot een ‘consensus’ over de invulling van de vragenlijst.

In Bijlage 6 wordt eerst de samenstelling van de interne werkgroep en de externe experts voorgesteld. Daarna volgt per beleidsoptie (initieel in het project doelstelling genoemd) een kort verslag van de workshop en de resultaten. Hierbij worden tevens de gemaakte veronderstellingen opgesomd, evenals de geraadpleegde bronnen.

2.5 Het Ozon94 model

Voor het berekenen van ozonconcentraties werd door Vito het OZON94 model ontwikkeld; dit is een vereenvoudigd en snel model voor beleidsondersteuning inzake de ozonproblematiek. Met Ozon94 kunnen voorspellingen worden gemaakt van de langetermijneffecten van emissiereducties op ozonconcentraties. Het model is gebaseerd op de uitkomst van LOTOS modelberekeningen [11] voor de zomerperiode van 1994 (1 mei – 31 augustus) en maakt gebruik van een meervoudige lineaire regressie [12]. Het model werkt met de meteorologische omstandigheden van de periode mei-augustus 1994, omdat het een warme zomer was en de randvoorwaarden voor ozonvorming dus goed waren. Verder variëren daarbij de emissies (in 37 landen) volgens de verschillende scenario's. Het model berekent voor 13 ozonindicatoren de gemiddelde waarde over roostercellen van ongeveer 60 x 60 km. Vervolgens worden de waarden in de roostercellen geaggregeerd tot één jaargemiddelde voor heel België. Voor meer details over Ozon94 wordt verwezen naar Bijlage 9. Voor deze studie werden enkel de indicatoren AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb ~ vegetatie), AOT60 (Accumulated exposure Over a Threshold of 60 ppb ~ volksgezondheid) en NET60 (Number of Exceedances of Threshold of 60 ppb ~ gezondheidsdoelstelling) geëvalueerd.

Het Ozon94 model werd gevalideerd aan metingen voor het jaar 1994, de overeenkomst was zeer goed [13].

2.6 Ozonwerktabellen

Voor elk van de drie ozoncriteria werden werktabellen opgesteld voor de scenario's: 1994 BAU-scenario 2000, BAU-scenario 2005 en BAU-scenario 2010; zie Tabel 1 en Bijlage 9. Tabel 1 toont de gemiddelde AOT60 (ppm x h) in België voor bijkomende NO_x- en VOS-reducties op emissies volgens het BAU-scenario voor 2010. Het getal in de grijze cel komt overeen met de

waarde voor de AOT60 onder het overeenkomstige BAU-scenario. De overige getallen zijn de AOT60-waarden met reducties in NO_x- en/of VOS-emissies (met intervallen van 5%) bijkomend aan het BAU-scenario.

Tabel 1: Ozonwerktabel voor AOT60 (ppm x h) voor het jaar 2010.

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	% NO _x - reductie
0	0,780	0,788	0,793	0,797	0,799	0,799	0,797	0,793	0,787	0,778	0,768	
5	0,768	0,776	0,782	0,786	0,788	0,788	0,786	0,782	0,776	0,768	0,758	
10	0,756	0,764	0,771	0,775	0,777	0,777	0,776	0,772	0,766	0,758	0,748	
15	0,745	0,753	0,759	0,764	0,766	0,767	0,765	0,761	0,756	0,748	0,738	
20	0,733	0,741	0,748	0,753	0,755	0,756	0,754	0,751	0,745	0,738	0,728	
25	0,721	0,730	0,737	0,741	0,744	0,745	0,744	0,740	0,735	0,728	0,718	
30	0,709	0,718	0,725	0,730	0,733	0,734	0,733	0,730	0,725	0,718	0,708	
35	0,698	0,707	0,714	0,719	0,722	0,723	0,722	0,719	0,714	0,707	0,698	
40	0,686	0,695	0,703	0,708	0,711	0,712	0,712	0,709	0,704	0,697	0,688	
45	0,674	0,684	0,691	0,697	0,700	0,702	0,701	0,698	0,694	0,687	0,679	
50	0,663	0,672	0,680	0,686	0,689	0,691	0,690	0,688	0,683	0,677	0,669	

% VOS-reductie

Voor elke beleidsoptie kan aan de hand van de percentages reductie in NO_x- en VOS-emissies ten opzichte van het BAU-scenario de overeenkomstige waarde voor de ozonparameters worden afgelezen in de ozonwerktabellen. Gezien de reducties in de tabellen per interval van 5% zijn opgegeven, kunnen niet altijd de exacte waarden worden afgelezen. Wanneer de emissiereductie van de beleidsoptie kleiner is dan de helft van het interval, wordt de waarde genomen overeenkomstig de onderste grens van het interval. Wanneer de emissiereductie van de beleidsoptie gelijk of groter is dan de helft van het interval, wordt de waarde overeenkomstig de bovenste grens van het interval genomen.

Dit principe wordt geïllustreerd met een voorbeeld. Tabel 1 toont hoe de AOT60-waarde voor 2010 wordt bepaald voor een maatregel die een reductie in NO_x en VOS zou impliceren die respectievelijk 8% en 21% bedraagt t.o.v. het BAU. De NO_x-reductie ligt in het interval 5% - 10%, de helft hiervan is 7,5%. De VOS-reductie ligt in het interval 20% - 25%, de helft hiervan is 22,5%. De overeenkomstige waarde voor AOT60 wordt in de Tabel 1 afgelezen bij een NO_x-emissiereductie van 10% (8% > 7,5%) en een VOS-reductie van 20% (21% < 22,5%) of dus: 0.748 ppm x h.

De werktabellen werden opgesteld met gegevens van 37 Europese landen. De opgegeven reducties per 5% worden doorgevoerd op de emissies van al deze landen. Wanneer effecten van beleidsopties worden afgeleid zoals hierboven besproken, wordt verondersteld dat in de andere landen een zelfde reductieniveau wordt behaald (eventueel met maatregelen in andere sectoren).

2.7 Kosten/baten analyse

Er werd een raming gemaakt van de kosten en de baten van de verschillende beleidsopties. Onder kosten wordt verstaan de investerings- en/of operationele kosten, die met de toepassing van de

verschillende maatregelen worden gedaan. Onder baten wordt verstaan: de rechtstreekse en meetbare baten als gevolg van brandstofbesparing alsook eventuele min-investeringen door de maatregelen. Wijzigingen in de externe kosten, die het gevolg zijn van de implementatie van de beleidsopties, werden niet in overweging genomen.

De som van de verdisconteerde toekomstige kosten, als gevolg van de toepassing van de beleidsopties, werd aangegeven als de kost van een beleidsoptie. Maatregelen gaan doorgaans gepaard met een investering die nadien ook gevolgd wordt door brandstofbesparing. Er werd gewerkt met een interestvoet van 5 %.

Er werd een onderscheid gemaakt tussen maatschappelijke kosten en private kosten. De eerste benadering geeft de werkelijke kost voor de maatschappij, zonder rekening te houden met allerlei transfers. Alle berekeningen gebeurden in constante euro 2000. De kosten van de beleidsopties hebben meestal betrekking op investeringsuitgaven die zich meestal in de periode 2000-2012 voordoen, terwijl het merendeel van de rechtstreekse baten zich situeert in de besparing op brandstoffen. Sommige beleidsopties hebben weerslag tot ver buiten de simulatieperiode. Dit is o.m. het geval bij een vervroegde vervanging van een deel van het wagenpark en bijgevolg moest de evaluatie over een langere periode gebeuren. Mede door de verdiscontering van kosten en baten dooft het effect uiteindelijk uit.

Het onderscheid tussen de private en de maatschappelijke kosten situeert zich bij het al dan niet in rekening brengen van accijnzen, BTW en subsidies. Zo werd bijvoorbeeld benzine in de private benadering gewaardeerd tegen een eenheidsprijs van 1,04 euro/l, het bedrag dat de automobilist werkelijk aan pomp betaalt. In deze prijs zit echter voor 0,18 euro BTW en voor 0,49 euro accijns. In de maatschappelijke benadering werd benzine gewaardeerd aan 0,37 euro/l. Deze prijs dekt de importkost van ruwe olie, de raffinage en de distributiekosten en de winstmarges bij de raffinage en de distributie. In enkele gevallen is het onderscheid tussen maatschappelijke en private kost niet relevant. Dit is bijvoorbeeld het geval bij maatregelen waarbij geen accijnzen worden verrekend en waarbij de kosten worden gedragen door bedrijven die de BTW recupereren.

Naast de kosten van de maatregel werden ook de eenheidsreductiekosten gepresenteerd. Deze werden bepaald als het quotiënt van de verdisconteerde kosten en de cumulatieve reductie van de emissies over de hele simulatieperiode (2001-2012). Dit gaf een eerste indicatie van de economische efficiëntie van bepaalde beleidsopties. Als één van deze quotiënten een waarde heeft die vergelijkbaar of lager is dan reeds geïmplementeerde of geplande maatregelen om emissies te reduceren in andere sectoren of door maatregelen die eerder in de transportsector werden toegepast, kan de maatregel als kosteneffectief beschouwd worden. Als alle quotiënten hoge waarden aannemen kan echter moeilijk een conclusie getrokken worden. Bij sommige maatregelen zijn de baten groter dan de kosten. Dit zijn eigenlijk no-regret maatregelen waarvoor de eenheidsreductiekost negatief is. Omdat dit weinig betekenis heeft worden deze maatregelen met no-regret aangeduid.

Enkele referentiewaarden die hierbij werden gehanteerd, zijn [14,15,16]:

- CO₂ : studies ter voorbereiding op Kyoto geven verschillende resultaten van 15 tot 60 euro/ton;

- NO_x: Rains kostencurve op MFR (Maximum Feasible Reduction) niveau 15000 euro/ton, op 80 % reductiepotentieel 8000 euro/ ton;
 - SO₂: Rains kostencurve op MFR niveau 28000 euro/ton, op 80 % 15000 euro/ton;
 - VOS: MFR niveau stationaire bronnen 18000 euro/ton, op 80 % 2500 euro/ton.
- Maatregelen in het verkeer, NO_x : Euro 1 benzine wagens: 6500 euro/ton. [15]

Een alternatief om de kosteneffectiviteit van verschillende beleidsopties te beoordelen zou zijn door de effecten op verschillende polluenten te wegen. Een mogelijke denkpiste is om externe kosten van verschillende polluenten als gewicht te gebruiken. De ozonproblematiek is in België echter dermate complex probleem (invers effect van NO_x emissies op ozonconcentratie) en de onzekerheid over het inschatten van milieuschade door het broeikas effect is zo groot, dat de bekomen resultaten geen significante betekenis zouden hebben. Om die reden werd niet gekozen voor deze aanpak.

2.8 Sociale analyse

Er werd een sociale kaart uitgetekend met vijf groepen stakeholders die belangen hebben bij het mobiliteitsvraagstuk: gebruikers, leveranciers, administraties en openbare instellingen, onderzoeksinstellingen en verenigingen en federaties actief in het mobiliteitsgebeuren. In elke groep werden de organisaties geconsulteerd over het onderwerp door middel van een vragenlijst (de vragenlijst was opgesteld in beide landstalen. Deze, tezamen met de lijst van de stakeholders, zijn terug te vinden in Bijlage 10). In een eerste reeks vragen werd gepeild naar de algemene haalbaarheid van de verschillende beleidsopties in verschillende tijdsperspectieven. De sociale haalbaarheid werd opgesplitst in twee componenten: maatschappelijke wenselijkheid en politieke haalbaarheid. Bij maatschappelijke wenselijkheid worden de beleidsopties bekeken vanuit het perspectief van de maatschappij, m.a.w. zijn er signalen afkomstig uit de maatschappij die doen aannemen dat het implementeren van een bepaalde beleidsoptie gewenst is. Daarnaast staat dan de politieke haalbaarheid waar gepeild wordt naar de haalbaarheid van het implementeren (het in wetten en uitvoeringsbesluiten gieten) van een bepaalde beleidsoptie. Naast deze vragen werd ook gepeild naar de politieke relevantie van het mobiliteitsprobleem ten opzichte van andere actuele maatschappelijke problemen.

De resultaten afkomstig van de enquête werden eerst en vooral verwerkt door middel van een tweedimensionale stochastiek. De verkregen resultaten waren afhankelijk van elkaar in die zin, dat bij het vragen naar de haalbaarheid van een beleidsoptie in de toekomst, de respondent hoogstwaarschijnlijk deze zaak meer haalbaar vindt binnen 10 jaar dan nu. Het toepassen van deze stochastiek moest ons in staat stellen te zien of de respondenten hun mening dan wel of niet veranderde in de beschouwde tijdspanne.

Daarna werden de verschillende beleidsopties vergeleken om te zien welke het meest haalbaar is, zowel op politiek als op maatschappelijk vlak. Daarvoor werd voor elke beleidsoptie de mediaan berekend, die dan voor de verschillende beleidsopties vergeleken werd.

2.9 ARGUS multicriteria methodologie

Voor de multicriteria analyse (MCA) werd gebruik gemaakt van het ARGUS model, dat ontwikkeld werd door de Vrije Universiteit Brussel [17]. De redenen voor het gebruik van ARGUS waren:

- het kan zowel met kwantitatieve als kwalitatieve gegevens overweg (sociale haalbaarheid versus gemeten emissies);
- het vraagt een serieuze input van besluitnemers (o.a. beleidsmakers), zij geven hun voorkeur weer voor de verschillende criteria.

Het doel van de ARGUS-oefening was om aan de beleidsopties een rangorde toe te kennen per besluitnemer. Hiervoor werden evenwichtige criteria gedefinieerd voor de verschillende disciplines (effectiviteit naar emissies en ozon, economische en sociale haalbaarheid). De criteria voor de effectiviteit naar emissies en ozon, en sociale haalbaarheid, werden gemaximaliseerd. De economische kost, daarentegen, werd geminimaliseerd.

De inbreng van de besluitnemers gebeurde via twee consultatierondes, waarop de onderzochte beleidsopties werden geëvalueerd op de verschillende criteria. Elke besluitnemer vulde hiertoe een evaluatieboekje in (zie Bijlage 11). De resultaten werden verder verwerkt met behulp van de ARGUS-software.

Meer uitleg over multicriteria analyse methoden en de ARGUS-methode wordt gegeven in Bijlage 12.

2.10 Criteria gebruikt bij de evaluatie van beleidsopties

De beleidsopties werden geëvalueerd op basis van 8 criteria. Daar er geen lineair verband is tussen NO_x en VOS emissiereductie enerzijds en daling in de ozonconcentratie anderzijds, werden de twee ozonprecursoren ook opgenomen als criteria bij de discipline emissies, naast CO_2 . Initieel werd tevens NET60 opgenomen als criterium voor effectiviteit naar ozonconcentratie. Daar de NET60 waarde voor de verschillende beleidsopties hetzelfde bleek, werd dit criterium niet meegenomen in de uiteindelijke multicriteria analyse (MCA). In Tabel 2 worden de 8 criteria opgelijst die werden opgenomen in de MCA-oefening.

Tabel 2: Overzicht van de criteria voor de MCA-oefening.

Nr.	Criterium
1	Cumulatieve CO_2 (koolstofdioxide) emissiereductie
2	Cumulatieve NO_x (stikstofdioxide) emissiereductie
3	Cumulatieve VOS (Vlucht. Org. Stoffen) emissiereductie
4	AOT40* – vegetatie
5	AOT60* – volksgezondheid
6	Maatschappelijke (~ nationale) kosten
7	Maatschappelijke wenselijkheid

8	Politieke haalbaarheid
---	------------------------

* AOT = Accumulated (ozon) exposure Over a Threshold of 40 or 60 ppb.

Criteria 1, 2 en 3: Cumulatieve emissiereductie van respectievelijk CO₂, NO_x en VOS. Het betreft hier de cumulatieve emissiereductie van respectievelijk CO₂, NO_x en VOS ten opzichte van het Business-As-Usual (BAU) scenario voor de periode 2001-2012 bij een realistisch implementatieniveau van een beleids optie.

Criterion 4: AOT40 – vegetatie. Het gecumuleerde ozonoverschot boven 40 ppb (parts per billion) of 80 µg/m³ (de drempelwaarde voor de bescherming van gewassen en halfnatuurlijke vegetatie) voor alle uurswaarden gedurende een kalenderjaar. Voor deze MCA-oefening werd het gemiddelde genomen van de jaren 2005 en 2010.

Criterion 5: AOT60 – volksgezondheid. Het gecumuleerde ozonoverschot boven 60 ppb (parts per billion) of 120 µg/m³ (de drempelwaarde voor de bescherming van de gezondheid) voor alle uurswaarden gedurende een kalenderjaar. Voor deze oefening werd het gemiddelde genomen van de jaren 2005 en 2010.

Criterion 6: Maatschappelijke kosten (~ nationale kosten). Onder maatschappelijke kosten van een maatregel moet worden verstaan de som van de kosten die door de verschillende economische agenten (overheid, particulieren, bedrijven) worden gedragen, verminderd met de baten die aan de maatregel verbonden zijn. Voorbeelden van kosten zijn: infrastructuraanpassingen, technische verbeteringen aan voertuigen enz. Voorbeelden van baten zijn: brandstofbesparingen, minder investeringen in nieuwe voertuigen. Alle prijzen van goederen en diensten worden gewaardeerd exclusief taksen en accijnzen. Het betreft hier de kosten voor de periode 2001-2012, verdisconteerd naar 2000.

Er dient vermeld dat de externe kosten van verkeer (milieuschade, ongevallen) niet werden opgenomen in de kost; om verwarring te vermijden is het gebruik van de term nationale kost hier misschien beter geplaatst dan maatschappelijke kost.

Criterion 7: Maatschappelijke wenselijkheid. De wenselijkheid, bekeken vanuit maatschappelijk oogpunt, bij het invoeren van de voorgestelde beleids optie. Hoe graag zou de maatschappij deze beleids optie gerealiseerd zien? Zijn er signalen afkomstig uit de maatschappij die doen aannemen dat het implementeren van een bepaalde beleids opties gewenst is?

Criterion 8: Politieke haalbaarheid. De haalbaarheid van het vertalen van de beleids optie op beleids politiek vlak, d.i. de haalbaarheid om op het politieke vlak, concrete beleids beslissingen te nemen die de voorgestelde beleids optie zullen realiseren.

2.11 Group Decision Making

Group Decision Making is een proces waarin de individuele rangschikking van de beleids opties door de verschillende besluitnemers wordt verwerkt tot één groepsrangschikking [18]. Dit proces wordt beschouwd als een nieuw multicriteria probleem, waarbij de verschillende besluitnemers staan voor de verschillende criteria. Voor meer uitleg wordt verwezen naar Bijlage 12.

3 BELEIDSOPTIES

3.1 Algemeen

Op basis van een inventarisatie van maatregelen [19, 20-49] werden 12 beleidsopties geformuleerd, die in deze studie verder werden geëvalueerd. Voor meer details over de afzonderlijke maatregelen en de maatregelen gerelateerd aan een beleidsoptie, alsook de classificatie van de maatregelen, wordt verwezen naar Bijlage 4.

In Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de 12 gedefinieerde beleidsopties.

Tabel 3: Overzicht van de 12 beleidsopties.

Nr.	Omschrijving beleidsoptie
1	Versnelde introductie van milieuvriendelijke benzine- en dieselveertuigen;
2	Versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieven;
3	Versnelde vervanging van oude personenwagens;
4	Conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven: retrofit;
	Introductie van elektrische personenwagens;
5	Verbeteren van inspectie en onderhoud;
6	Meer milieuvriendelijke rijstijl;
7	Terugdringen van het autogebruik voor woon-werk verkeer door meer carpooling
8	en telewerk;
	Terugdringen van het autogebruik door promoten van openbaar vervoer;
9	Terugdringen van het autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan;
10	Terugdringen van het vrachtvervoer over de weg door spoortransport;
11	Terugdringen van het vrachtvervoer over de weg door binnenvaart.
12	

Per beleidsoptie werden er twee doorrekeningen uitgevoerd, één met het maximaal implementatieniveau en één met een realistisch implementatieniveau. Voor de opties 4 en 5 werden, omwille van de complexiteit van de berekeningen, enkel het realistisch implementatieniveau doorgerekend. Indien niet nader gespecificeerd, werden alle maatregelen geïmplementeerd vanaf 2001.

Het maximale implementatieniveau geeft een indicatie van het reductiepotentieel dat in optimale omstandigheden zou kunnen gehaald worden. Dit is bij het implementeren en effectief uitvoeren van de beleidsoptie overal waar mogelijk, dus zonder rekening te houden met economische en sociale factoren. Voor de modale verschuivingen van weg (auto, vrachtwagen) naar andere modi werd het duurzaam scenario uit MIRA-S 2000 als maximum genomen, omdat dit een drastische trendbreuk inhoudt qua mobiliteitsvraag en qua gebruik van modi.

De invulling van het realistische implementatieniveau gebeurde op basis van de resultaten van de workshop 'Randvoorwaarden emissiemodellering transport', zie Bijlage 6.

Vooraleer de verschillende beleidsopties meer in detail te omschrijven, wordt het Business-As-Usual (BAU) scenario, dat als referentiescenario dienst deed, toegelicht.

3.2 Business-As-Usual (BAU) scenario

Voor de evolutie in mobiliteit werd een trendscenario aangehouden, zoals gedefinieerd in MIRA-S 2000 [50]. Dit werd overgenomen in onderhavige studie, maar aangevuld met een aangepaste groei vanaf 2011. Voor 2011 en 2012 werd de groei verlaagd, rekening houdend met een lagere economische groei voor deze jaren: 2,2% in plaats van 2,6% [51]. Tabel 4 geeft een overzicht van de jaarlijkse groei in mobiliteit voor de verschillende voertuigcategorieën.

Tabel 4: Jaarlijkse mobiliteitsgroei per voertuigcategorie in procenten [50,51].

Modus	1999-2000	2011-2012
Wegverkeer*		
PW	2,68	2,28
LDP	2,68	2,28
HDP-bus	- 0,46	- 0,46
HDP-coaches	- 0,70	- 0,70
LDG	3,4	3,0
HDG	3,4	3,0
Spoorverkeer		
Reizigers	1,22	1,03
Goederen	2,95	2,50
Binnenvaart	2,57	2,17

* PW =personenwagens, LDP = light duty personen (minibussen), HDP = heavy duty personen, LDG = light duty goederen (lichte vrachtwagens), HDG = heavy duty goods (zware vrachtwagens)

In het BAU-scenario werden technologische maatregelen opgenomen die werden vastgelegd in de periode 01/01/1990 – 31/06/2000. Ook maatregelen, die in werking treden na 31/06/2000, werden geïntegreerd.

Opgenomen milieumaatregelen zijn hier samengevat:

- Alle reeds gekende Europese Richtlijnen inzake emissienormen voor nieuwe wegvoertuigen tot 2012, zie Tabel 5;
- Alle reeds gekende Europese Richtlijnen inzake normen voor motorbrandstoffen tot 2012. Voor onderhavige studie was vooral Richtlijn 98/70/EG van belang;
- De vrijwillige verbintenis van de automobielconstructeurs om de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe wagens te verminderen, maar dan wel naar een voor Vito haalbaar niveau bij ongewijzigd beleid.

In Tabel 6 wordt het verloop van de CO₂-, NO_x- en VOS-emissies door het verkeer in België weergegeven, evenals de procentuele veranderingen t.o.v. 1990.

Een meer uitgebreide beschrijving van het BAU-scenario, alsook de resultaten van dit scenario zijn opgenomen in Bijlage 7. Algemene resultaten van het BAU-scenario, worden verder in onderhavig rapport samen met deze van de beleidsopties besproken.

Tabel 5: Overzicht van de Europese Richtlijnen voor voertuigemissies.

Voertuigcategorie	Richtlijn	Introductie	Voertuiggeneratie
Personenwagens	91/441/EEG	01/01/1993	Euro 1
	94/12/EG	01/01/1997	Euro 2
	98/69/EG	01/01/2000	Euro 3
		01/01/2005	Euro 4
Light duty voertuigen	93/59/EG	01/10/1994	Euro 1
	96/69/EG	01/01/1998	Euro 2
	98/69/EG	01/01/2000	Euro 3
		01/01/2005	Euro 4
Heavy duty voertuigen	88/77/EEG	01/10/1990	Euro 0
	91/542/EEG	01/10/1993	Euro 1
		01/10/1996	Euro 2
		01/10/2001	Euro 3
	1999/96/EG	01/10/2006	Euro 4
		01/10/2009	Euro 5

Tabel 6: CO₂, NO_x en VOS uitstoot door de totale transportsector en veranderingen t.o.v. 1990 onder het BAU-scenario.

	Uitstoot in kton					% veranderingen t.o.v. 1990			
	1990	2000	2005	2010	2012	2000	2005	2010	2012
CO ₂	19 229	25 466	27 608	30 118	31 160	+ 32	+ 44	+ 57	+ 62
NO _x	156	134	104	71	61	- 14	- 34	- 55	- 61
VOS	144	76	42	25	22	- 47	- 71	- 82	- 85

3.3 Beleidsoptie 1: versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen

Beleidsoptie 1 (BO1) moet resulteren in een verhoogd marktaandeel nieuwe benzine- en dieselvoertuigen, die voldoen aan lagere emissiewaarden dan de huidige emissienormen voorschrijven.

In de scenario's, berekend voor BO1, lag de introductiegraad van milieuvriendelijke conventionele voertuigen hoger dan in het BAU-scenario.

Bij het maximaal implementatiescenario werd vanaf het jaar dat de nieuwe technologie beschikbaar is, deze technologie geïntroduceerd in alle nieuw aangekochte voertuigen. Hierbij werden één à twee overgangsjaren in rekening gebracht.

Het realistisch implementatieniveau hield rekening met het feit dat nog niet alle merken beschikken over de meer milieuvriendelijke technologie. Bovendien zou, eenmaal de technologie beschikbaar naast de oude zonder een meerkost, ca. 75% van de gebruikers kiezen voor deze nieuwe, meer milieuvriendelijke, conventionele technologie.

In Bijlage 8 wordt het aandeel nieuw gekochte voertuigen met meer milieuvriendelijke technologie dan door de huidige wetgeving voorgeschreven, weergegeven per voertuigcategorie.

3.4 Beleidsoptie 2: versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieven

Beleidsoptie 2 (BO2) moet resulteren in een verhoogd marktaandeel alternatieve voertuigen, die voldoen aan lagere emissiewaarden dan de huidige emissienormen voorschrijven. Onder alternatieven wordt hier gedefinieerd:

- ⇒ hybride voertuigen: deze hebben twee aandrijfsystemen: een combinatie van een elektrische aandrijving (nul-emissie in de stad) met een conventionele verbrandings-motor (maakt lange afstanden mogelijk);
- ⇒ voertuigen op LPG en aardgas, waarbij de installatie bij de constructeurs wordt ingebouwd;
- ⇒ voertuigen op biodiesel.

In de scenario's berekend voor BO2 lag de introductiegraad van milieuvriendelijke conventionele en alternatieve voertuigen hoger dan in het BAU-scenario.

Bij het maximaal implementatiescenario werd vanaf dat de nieuwe technologie beschikbaar is, deze technologie geïntroduceerd in alle nieuw aangekochte voertuigen, met één à twee overgangsjaren. Daar uitlaatgassen in deze studie in eerste instantie gerelateerd zijn aan de emissienormering is het maximale implementatiescenario analoog aan dat voor BO1.

Het realistisch implementatieniveau houdt rekening met het feit dat nog niet alle merken beschikken over een milieuvriendelijke alternatieve technologie en bovendien de bereidheid om te kiezen voor een alternatieve technologie kleiner is dan voor conventionele technologie. Eenmaal de technologie beschikbaar naast de oude zonder een meerkost, zal ca. 55% van de gebruikers kiezen voor deze alternatieve technologie en dat na een 5 à 10 jaar.

Zie Bijlage 8 voor meer details over de aannames voor de emissieberekeningen voor BO2.

3.5 Beleidsoptie 3: versnelde vervanging van oude personenwagens

Beleidsoptie 3 (BO3) moet leiden tot een vervroegd vervangen van een oud voertuig door:

- ⇒ een nieuw voertuig dat aan de huidige emissienormen voldoet;
- ⇒ een tweedehands voertuig uitgerust met een meer recente technologie dan het voertuig dat het vervangt, met uitzondering van vervanging door een niet-katalysator benzinevoertuig.

Bij het maximaal implementatie scenario werd verondersteld dat vanaf 2001 alle oude niet katalysatorwagens en Euro 0 wagens in het algemeen, vervangen worden door een voertuig met een meer recente technologie.

In het realistisch implementatieniveau werd een maatregel doorgerekend die geïmplementeerd wordt over twee jaar, dit naar analogie van wat reeds in Frankrijk en Griekenland is gebeurd [52]. De maatregel is van kracht in 2001 en 2002. Verder bleek uit de gesloten workshop dat de bereidheid tot versnelde vervanging van personenwagens rond de 17,5% zou liggen. De overlevingscurven werden in die zin aangepast in het TEMAT-model.

3.6 Beleids optie 4: conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven - retrofit

Beleids optie 4 (BO4) beoogt dat benzine- en dieselveertuigen geconverteerd worden naar alternatieve voertuigen of uitgerust worden met uitlaatgasbehandelingsystemen: retrofit.

- ⇒ benzinewagens omvormen tot gasvoertuigen (LPG of aardgas);
- ⇒ benzinewagens uitrusten met een katalysator en vervanging van oudere katalysatoren;
- ⇒ dieselveertuigen uitrusten met oxydatiekatalysator (oxykat) of CRT-roetfilter (Continuous Regeneration Trap).

Voor deze beleids optie werd, omwille van de complexiteit van de doorrekening, enkel het realistische implementatieniveau doorgerekend (zie ook Bijlage 8).

Voor personenwagens en Light Duty (LD)-voertuigen werd verondersteld dat de maatregelen voor retrofit uitgevoerd werden gedurende de eerste 2 jaar nadat strengere emissienormen van kracht worden voor nieuwe personenwagens. Euro 3 is van kracht vanaf 1 januari 2000, daar het beleid maar kan inspelen vanaf 2001, werd de periode 2001-2002 als eerste implementatiefase opgenomen in de doorrekeningen. In 2005 wordt Euro 4 van kracht; een tweede fase van de maatregel gaat bijgevolg door in de periode 2005-2006. In de doorrekeningen werd verondersteld dat ca. 20% van de wagens die in aanmerking komen voor conversie worden geconverteerd. Dit komt overeen met ca. 5% per jaar dat de maatregel loopt (looptijd in totaal 4 jaar). Verder gold als randvoorwaarde dat een voertuig tijdens zijn levensduur slechts eenmaal wordt geconverteerd en dat het na conversie nog minstens drie jaar rijdt.

Voor Heavy Duty (HD)-voertuigen werd aangenomen dat ze kunnen geconverteerd worden vanaf hun 6^{de} levensjaar tot hun 21^{ste} levensjaar. Het voertuig moet na conversie nog minstens vijf jaar ingezet worden. De conversie kan gebeuren tijdens een revisie van het voertuig. Daar revisie normaal is bij HD-voertuigen, werd aangenomen dat met de juiste ondersteunende maatregelen de bereidheid om te kiezen voor een meer milieuvriendelijke technologie bij revisie 50% bedraagt. Een continue spreiding over de conversieperiode (16 jaar) heeft jaarlijks een conversie van ca. 4,4% HD-voertuigen. Ook hier werd verondersteld dat een voertuig tijdens zijn levensduur slechts eenmaal wordt geconverteerd.

3.7 Beleidsoptie 5: introductie van elektrische personenwagens

Beleidsoptie 5 (BO5) beoogt een verhoogd marktaandeel elektrische voertuigen. De actieradius van de huidige elektrische voertuigen is eerder beperkt, omwille van de beperkte energie-inhoud van de batterijen en de aanzienlijke laadtijd. Hierdoor kunnen elektrische voertuigen nog niet penetreren in het volledige voertuigenpark. Wel zijn zij geschikt voor enkele niche markten. Hun toepassingsgebied moet vooral gezocht worden in een stedelijke omgeving.

Beschikbare elektrische voertuigen liggen voornamelijk in de klasse van kleine stadswagens (Peugeot 106, Renault Clio, Citroën Saxo, Fiat Seicento). Bijgevolg werd in BO5 verondersteld dat de elektrische voertuigen de kleine benzine-wagens gedeeltelijk zullen substitueren. De bereidheid tot aankoop van een elektrische wagen gedurende de komende 10 jaar kan stijgen van nagenoeg geen op heden tot ca. 5%, dit bij een meerkost van 5 à 10% (zie Bijlage 6).

Voor deze beleidsoptie werd enkel het realistische implementatieniveau doorgerekend. In Bijlage 8 worden aannames bij de doorrekening van BO5 meer in detail gerapporteerd.

3.8 Beleidsoptie 6: verbeteren van inspectie en onderhoud

Via Europese richtlijnen worden minimumeisen vastgelegd voor periodieke inspectie van voertuigen. Een land mag evenwel strenger optreden, wat o.a. in België gebeurt. Daar nieuwe voertuigen steeds minder vervuilen, is het belangrijk voertuigen goed op te volgen naar veroudering en slijtage om ook op termijn de voertuigen milieuvriendelijk te houden. Een goed onderhoud van het voertuig speelt hierbij een belangrijke rol. Beleidsoptie 6 (BO6) moet resulteren in een optimale wisselwerking tussen onderhoud en inspectie.

Bij het doorrekenen van BO6 werd verondersteld dat een aangepaste, eventueel meer frequente, inspectie gebeurt op verplichte basis. Omwille van praktische en organisatorische redenen gebeurt de implementatie van BO6 pas vanaf 2003. Verder werd verondersteld dat de eerste inspectie van personenwagens reeds na twee jaar is. Als het voertuig niet voldoet moet het in orde gebracht worden en opnieuw naar de inspectie. Bovendien moet het voertuig na 6 maanden opnieuw naar de inspectie. Voertuigen die voldoen, moeten zich slechts één jaar later opnieuw aan te melden.

Voor het doorrekenen van emissies door het personenwagenpark werd rekening gehouden met de veroudering (zie Bijlage 7) van de initiële emissiefactoren – i.e. emissiefactoren van nieuwe voertuigen. Het effect van verbeterde inspectie vertaalt zich in een verlaging van de verouderingsfactoren. Op basis van de uitgebreide Europese JCS-studie [53], werd voor benzine-wagens een correctiefactor voor verbeterde inspectie afgeleid, deze is gelijk aan 0,73 en dient vermenigvuldigd te worden met de normale verouderingsfactoren voor CO, NO_x en VOS uit het BAU-scenario. Voor dieselwagens werd de veroudering voor CO en deeltjes gehalveerd; verbeterde inspectie heeft minder weerslag op de andere pollutanten [5]. Bij de correctie van de verouderingsfactoren werd gecontroleerd of de nieuwe emissiefactor minstens even hoog is als deze voor een nieuw voertuig.

3.9 Beleidsoptie 7: meer milieuvriendelijke rijstijl

Beleidsoptie 7 (BO7) beoogt een meer zuinige en milieuvriendelijke rijstijl van de bestuurders van een wegvoertuig.

In deze studie wordt enkel een indicatie gegeven van het mogelijke effect van een aangepaste rijstijl op het brandstofverbruik en de emissies. Een goed onderbouwd onderzoek naar effect van rijstijl is echter een studie op zich. In dat kader kan vermeld worden dat de VUB samen met TNO werkt aan het op punt stellen van een methodologie om het effect van rijstijl te integreren in emissieberekeningen van het verkeer; deze studie gebeurt in opdracht van de Vlaamse Gemeenschap (AMINAL).

De bereidheid van de autobestuurders om hun rijstijl aan te passen werd geschat op 10% (zie Bijlage 6). Deze bereidheid werd opgebouwd op vier jaar tijd: 0% in 2000, 1% in 2001, 3% in 2002, 6% in 2003 tot 10% in 2004%. Ruwe inschattingen van het effect van een verbeterde rijstijl op brandstofverbruik (~ CO₂) volgen uit Vito metingen [54,55]. De inschattingen voor NO_x en VOS komen uit de literatuur [56]. Een samenvatting van de reductiepercentages voor maximaal en realistisch implementatieniveau wordt gegeven in Tabel 7. Dieselloertuigen zijn minder gevoelig voor rijstijl, vandaar twee cijfers voor het brandstofverbruik. In de literatuur werd slechts één cijfer gegeven voor het effect op emissies, bijgevolg werd geen onderscheid gemaakt tussen benzine en diesel.

Tabel 7: Procentuele reductiepercentages door verbeterde rijstijl op CO₂, NO_x en VOS voor personenwagens [54,55,56].

In %	Maximaal Impl. niveau	Realistisch implementatieniveau			
		2001	2002	2003	2004-2012
CO ₂					
Benzine	15	0,15	0,45	0,9	1,5
Diesel	5	0,05	0,15	0,3	0,5
NO _x	49	0,49	1,47	2,94	4,9
VOS	22	0,22	0,66	1,32	2,2

3.10 Beleidsoptie 8: terugdringen van het autogebruik door meer carpooling en telewerken

Beleidsoptie 8 (BO8) moet resulteren in minder autogebruik voor woon-werk verkeer door meer carpooling en telewerk.

Er werd reeds aangehaald dat voor BO8 het duurzaam scenario zoals gedefinieerd in MIRA-S 2000 werd aangenomen als maximaal implementatieniveau. De basis voor het realistisch implementatieniveau werd afgeleid uit cijfers van Febiac (gedeeltelijke afgeleid uit onderzoek aan de VUB) [57] en de mobiliteitsenquête België [58].

Bij de berekeningen van het realistisch scenario inzake meer telewerk en carpooling werd tegen 2012 het totaal aantal autokilometers verminderd met ruim 10% t.o.v. 2012 in het BAU-scenario. Rekeninghoudend met de Febiac cijfers [57] inzake evolutie in het aandeel telewerkers van 5% in 2000 naar 27,5% in 2015, en met 2000 als referentiejaar, werd een jaarlijkse absolute procentuele lineaire stijging verondersteld van 1,5%. Tegen 2012 zouden ongeveer 23% van de werknemers aan telewerken doen. Het aantal dagen telewerken bedraagt t.e.m. 2005 gemiddeld één dag per werkweek, daarna is er een jaarlijkse stijging met 0,1 dagen t.e.m. 2010. In de periode 2010-2012 blijft het gemiddeld aantal dagen telewerken constant op 1,5 werkdagen. Er werd verondersteld dat een gemiddelde telewerker 4 maal verder woont van het werk dan een gemiddelde werknemer (ca. 17 km enkele rit: bestuurder 17,7 km en passagier 14,4 km [58]), die per auto gaat werken.

Voor carpooling werd vertrokken van de reductie in autopendelverkeer zoals gerapporteerd door Febiac: telewerken 8,9% reductie in de periode 2000-2020 en 3,9% voor carpooling [57]. Dezelfde verhouding werd hier aangehouden, maar dan met een aangepaste waarde voor telewerken, zoals hoger vermeld. In de berekeningen werd aangenomen dat 35% van het autoverkeer bestaat uit pendelverkeer.

Tabel 8: Evolutie van de procentuele reductie in autokilometers door telewerken en carpooling in autopendelkilometers en totaal aantal autokilometers t.o.v. het BAU-scenario in hetzelfde jaar.

% reductie in km	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Telewerken autopendelkm	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,9	10,1	12,5	15,1	18,0	19,8	21,6
Carpooling autopendelkm	0,5	1,1	1,6	2,1	2,6	3,5	4,4	5,5	6,6	7,9	8,7	9,5
Autopendelkm	1,7	3,5	5,2	6,9	8,6	11,4	14,5	17,9	21,7	25,9	28,5	31,1
Totaal autokm	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	4,0	5,1	6,3	7,6	9,1	10,0	10,9

3.11 Beleidsoptie 9: terugdringen van het autogebruik door promoten van openbaar vervoer

Beleidsoptie 9 (BO9) moet resulteren in meer gebruik van openbaar vervoer (bus en trein) door de autogebruikers.

Volgens Febiac kan het Gewestelijk Expres Net (GEN), maar dan wel voor alle grote steden in België, het aantal autopendelkilometers verlagen met 6,6% tegen 2020 t.o.v. 2000 [57]. Voor Vito lijkt dat te optimistisch, vandaar werd in de berekeningen het aantal autopendelkilometers constant gehouden, dit is reeds een belangrijke verbetering t.o.v. van het BAU-scenario. Voor de overige autokilometers werd een jaarlijkse mobiliteitsstijging verondersteld met 2,5%, tegen 2,68 % in het BAU-scenario.

In de praktijk komt dit neer op het substitueren van ongeveer 15 miljard autoreizigerskilometers naar bus en trein. Er werd verondersteld dat het aantal voertuigkilometers, afgelegd met bus en trein, jaarlijks toeneemt met 5%. Verder moeten voor beide modi de bezettingsgraad verdubbelen tegen 2012. De bussen vangen in dit scenario ongeveer 1/3 van de autoreizigers op die kiezen voor verandering van modus, de rest wordt opgevangen door het spoor.

3.12 Beleidsoptie 10: terugdringen van het autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan

Beleidsoptie 10 (BO10) beoogt dat voor korte afstanden (tot 10 km) minder de auto gebruikt wordt en meer gefietst of te voet gegaan wordt.

Vito schat het aandeel autokilometers voor korte ritten (tot 10 km) op ongeveer 10% van het totaal aantal kilometers afgelegd door het autopark. In de doorrekening werd verondersteld dat 50% van de kilometers door korte ritten substitueerbaar zijn door de fiets of te voet. Ritten die niet of moeilijk kunnen vermeden worden, zijn bv. kettingverplaatsingen of het meevoeren van een grote hoeveelheid bagage, zoals bij het doen van grote inkopen of het afleveren van afval aan het containerpark.

Verder werd verondersteld dat van die substitueerbare kilometers slechts een gedeelte effectief zal afgelegd worden met de fiets of te voet; dit omwille van de bereidheid van de autogebruiker om over te schakelen op de fiets of te voet (zie Bijlage 6). De bereidheid stijgt van 10% in 2001 naar 30% in 2006 tot 60% in 2012. Voor de tussenliggende jaren werd een lineaire extrapolatie uitgevoerd.

3.13 Beleidsoptie 11: terugdringen van vrachtvervoer over de weg door spoortransport

Beleidsoptie 11 (BO11) moet resulteren in een vermindering van het vrachtvervoer over de weg door meer spoortransport. Intermodaal transport moet hierbij een belangrijke rol spelen.

Tabel 9 toont de modelinput inzake het aantal vermeden kilometers voor goederentransport over de weg, opgesplitst naar LD- en HD- voertuigen. Bij de doorrekening werd verondersteld dat Light Duty goederen (LDG)-voertuigen een gemiddelde laadcapaciteit hebben van 1 ton. Voor HDG-voertuigen is dat 15 ton [59]. Er werd gewerkt met een beladingsgraad van 40% [60]. Verder werd verondersteld dat voor LD de vermeden kilometers volledig worden opgevangen door een betere coördinatie van de vervoersstromen en een hogere bezettingsgraad van de lichte vrachtwagens.

In Tabel 10 wordt het aantal tonkm, dat van HDG-voertuigen naar spoor gaat, weergegeven evenals het totale aantal tonkm per spoor voor het scenario BO11 met realistisch implementatieniveau. Voor 2012 betekent dit een verdubbeling van het aantal tonkm vervoerd per spoor t.o.v. van 2012 onder het BAU-scenario.

Tabel 9: Het aantal vermeden voertuigkilometers over de weg voor LD- en HD- vrachtvoertuigen.

In miljard km	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
LDG	0,12	0,26	0,39	0,61	0,83	1,07	1,42	1,79	2,17	2,67	3,14	3,61
HDG	0,07	0,14	0,22	0,34	0,47	0,60	0,80	1,01	1,22	1,50	1,76	2,03
Tot. goederen	0,19	0,40	0,62	0,95	1,30	1,67	2,22	2,79	3,39	4,18	4,90	5,64

Tabel 10: Modale shift van zwaar vervoer over de weg naar spoor en het totaal aantal tonkilometers vervoerd per spoor.

In miljard tonkm	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Surplus shift HD	0,42	0,86	1,33	2,05	2,81	3,60	4,79	6,03	7,32	9,03	10,58	12,19
Totaal spoor	8,42	9,10	9,82	10,79	11,80	12,86	14,32	15,84	17,42	19,43	21,24	23,11

3.14 Beleidsoptie 12: terugdringen van vrachtvervoer over de weg door binnenvaart

Beleidsoptie 12 (BO12) moet resulteren in een vermindering van vrachtvervoer over de weg door meer binnenvaart. Intermodaal transport moet hierbij een belangrijke rol spelen.

Voor BO12 werd analoog te werk gegaan als bij BO11, maar het aantal tonkilometers dat verschuift van zwaar vervoer over de weg werd hier per binnenschip getransporteerd in plaats van per trein.

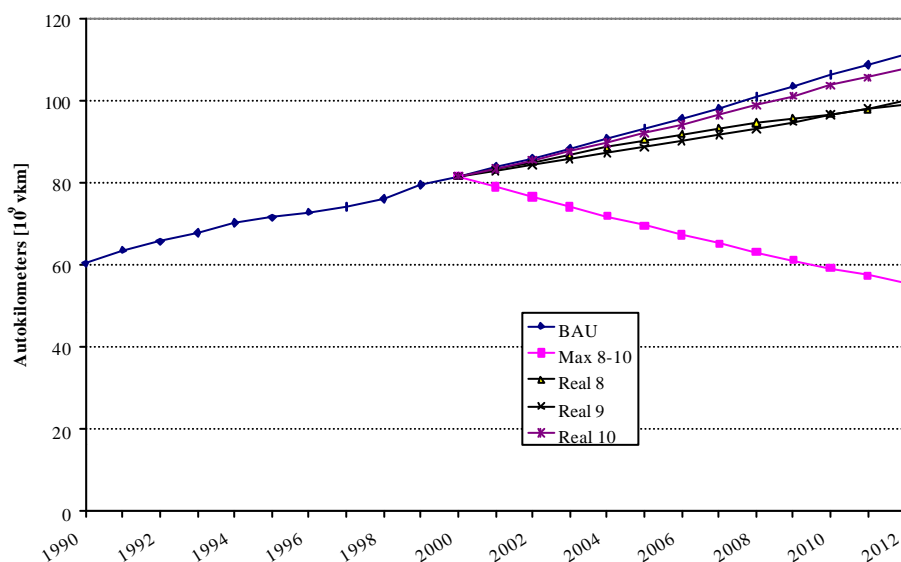
4 EVOLUTIE MOBILITEITSVRAAG PERSONENWAGENS EN VRACHTWAGENS

Vooraleer te komen tot de emissieresultaten, wordt een overzicht gegeven van de evolutie in mobiliteitsvraag voor het personenwagenpark en het vrachtvervoer over de weg. Dit gebeurt voor de verschillende beleidsopties die een modale shift of vermindering in kilometers voor wegvoertuigen inhouden. De overige opties zijn immers qua voertuigkilometers per modi gelijk aan dat in BAU-scenario.

In Figuur 2 wordt het totaal aantal autokilometers afgebeeld onder:

- het BAU-scenario, jaarlijkse groei 2,68%;
- het maximaal implementatieniveau, dat overeenstemt met het duurzaam scenario MIRA-S 2000, jaarlijkse groei $-3,16\%$ (daling);
- het realistisch implementatieniveau BO8, zie §3.10;
- het realistisch implementatieniveau BO9, zie §3.11;
- het realistisch implementatieniveau BO10, zie §3.12.

Figuur 2 toont duidelijk dat het duurzaam scenario zoals gedefinieerd in MIRA-S 2000 heel ver gaat: het aantal autokilometers zou tegen 2010 op het niveau van 1990 teruggebracht zijn en in 2012 ongeveer 8% onder dat van 1990 liggen. De realistische implementatieniveaus van BO8, 9 en 10 hebben veel minder impact op het aantal autokilometers. Zelfs als we deze drie beleidsopties samen zouden implementeren en veronderstellen dat ze onafhankelijk zijn van elkaar (wat niet volledig het geval is) zou het aantal autokilometers in 2012 nog iets hoger zijn dan in 2000 en ongeveer 1/3 hoger dan het aantal autokilometers in 1990.

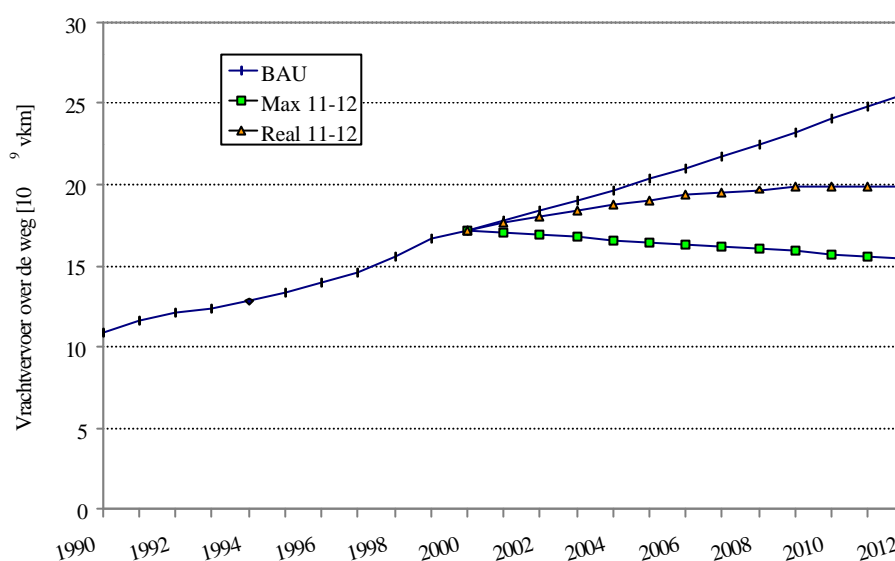


Figuur 2: De evolutie in het aantal voertuigkilometers (vkm) voor personenwagens onder het BAU-scenario, maximale modale shift (duurzaam MIRA-S 2000) en het realistisch implementatieniveau van BO8, BO9 en BO10.

In Figuur 3 wordt de evolutie in voertuigkilometers (vkm) weergegeven van vrachtwagens voor:

- het BAU-scenario, jaarlijkse mobiliteitsgroei +3,4%;
- het maximaal implementatiescenario, mobiliteitsverandering van duurzaam scenario MIRA-S 2000, jaarlijkse groei -0,89% (daling);
- het realistisch implementatieniveau BO11-12. Voor dit realistische niveau werd gewerkt met 4 fasen van 3 jaar, in de eerste fase kent het vrachtvervoer over de weg een jaarlijkse groei van 2,27%, in de tweede 1,17%, in de derde 1,09% om in de laatste te stagneren.

Voor het duurzaam scenario van MIRA-S 2000 ziet men dat het aantal voertuigkilometers van vrachtwagens in 2012 onder het niveau van 2000 komt te liggen, maar toch nog boven dat van 1990. Figuur 3 toont dat het realistisch scenario sterk is afgezwakt, maar toch nog ambitieus is.



Figuur 3: De evolutie in het aantal voertuigkilometers (vkm) voor vrachtvervoer over de weg onder het BAU-scenario, maximale modale shift van weg naar spoor of binnenvaart (duurzaam MIRA-S 2000) en het realistisch implementatieniveau.

5 EMISSIONRESULTATEN

5.1 CO₂-, NO_x- en VOS-emissies

In Figuur 4 worden de CO₂-, NO_x- en VOS-emissies door het verkeer weergegeven onder het BAU-scenario en bij maximaal en realistisch implementatieniveau van de beleidsopties. Let wel, de ordinaat-as voor CO₂ en NO_x begint pas vanaf respectievelijk 15.000 kton en 40 kton begint in plaats van 0 kton.

Uit Figuur 4 blijkt dat het grootste reductiepotentieel voor **CO₂-uitstoot** door het verkeer wordt verkregen met de beleidsopties:

- die het autogebruik verminderen (Max 8-10);
- het vrachtvervoer over de weg reduceren (Max 11-12);
- de rijstijl van automobilisten (Max 7) aanpakken.

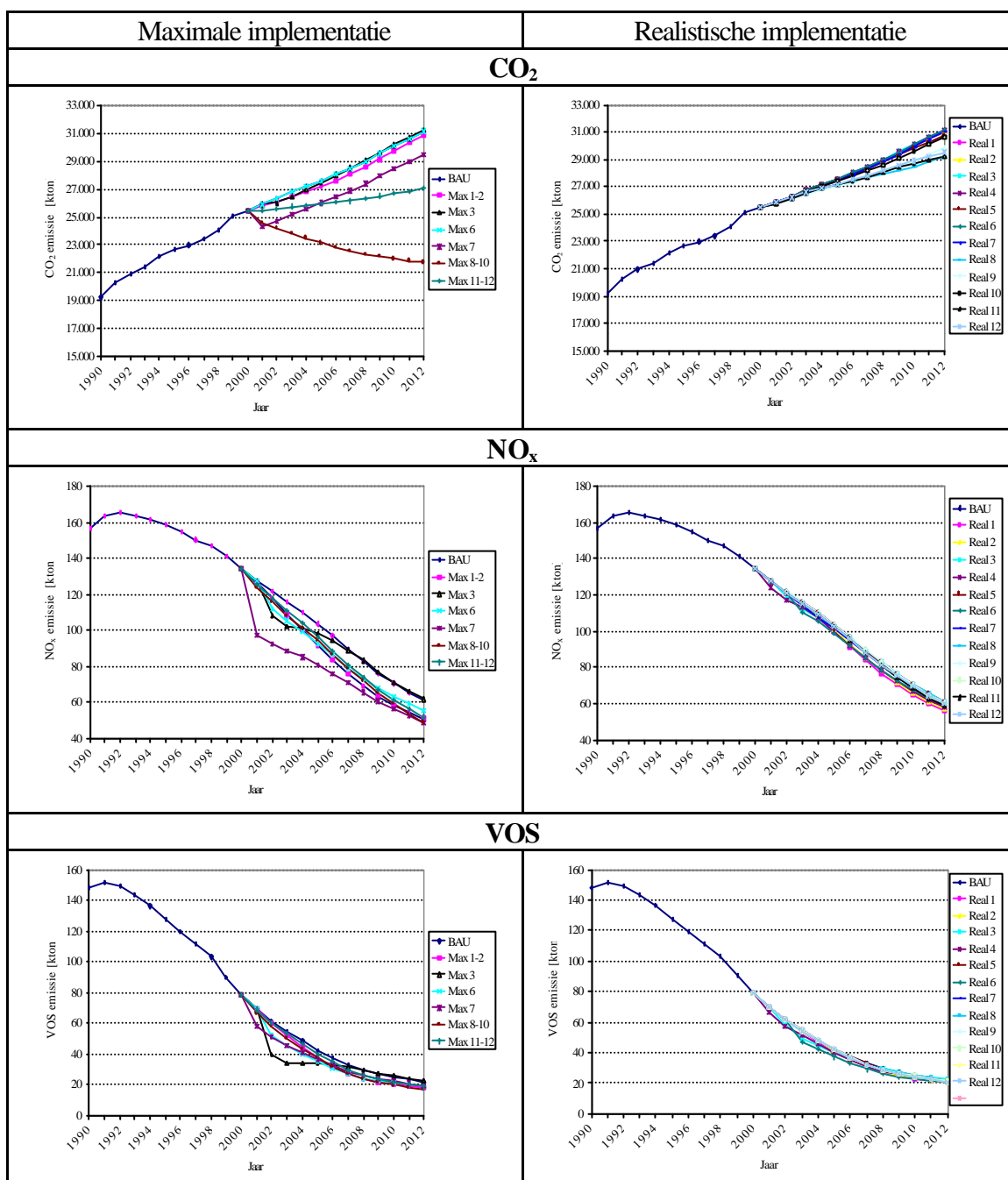
De resultaten voor CO₂-emissies bij de realistische scenario's, tonen een vork met twee tanden, de ene met een uitgesproken minder snelle stijging van de CO₂-uitstoot, de andere die eerder het BAU-scenario volgt. Evenals bij maximale implementatie - maar dan minder uitgesproken - zijn bij realistische implementatie de meest aangewezen beleidsopties om de CO₂-uitstoot door het verkeer te reduceren, deze die het autogebruik en het vrachtvervoer over de weg reduceren. De optie korte afstanden te voet of per fiets ligt op de tand met hogere CO₂-emissies, omdat het aantal substitueerbare autokilometers relatief klein is (cfr. § 3.12).

Uit Figuur 4 blijkt dat het aanpakken van de rijstijl van de automobilisten een groot potentieel heeft om de **NO_x-uitstoot** door het verkeer te reduceren. In realiteit kan de rijstijl evenwel niet zo snel veranderen, daar gedragspatronen moeilijk te wijzigen zijn. Technische hulpmiddelen zouden hier moeten ingezet worden. Verder dient gewezen te worden op de onzekerheden bij de inschattingen van het effect van aangepaste rijstijl, cfr. § 3.9. Met uitzondering op versnelde vervanging van oude auto's, wat snel maar slechts gedurende een korte periode resulteert in een significante verlaging van de NO_x-emissies, ligt het verloop van de overige scenario's tamelijk dicht bij elkaar. Dit is nog meer uitgesproken voor de evolutie in de NO_x-uitstoot bij het realistisch implementatieniveau van de beleidsopties.

Uit Figuur 4 blijkt dat bij de maximale implementatie van de beleidsoptie 'versnelde vervanging van oude personenwagens' de **VOS-uitstoot** door het verkeer snel naar beneden duikt om tegen 2008 opnieuw op het emissieniveau van het BAU-scenario te komen. De fikse daling is voornamelijk het gevolg van de vervanging van benzine-wagens zonder katalysator door een benzine-wagen met een geregelde driewegkatalysator (voor de uitlaatgassen) en een actieve koolstofpot (voor de VOS-verdampingsemisies). In realiteit zal evenwel niet elke automobilist met een oude wagen zijn voertuig vervangen, en onderscheidt zich deze maatregel minder van de overige.

Figuur 4 toont duidelijk dat de trend in NO_x- en VOS-emissies wordt gezet door het BAU-scenario en dat bijkomende maatregelen maar weinig effect hebben.

Voor meer gedetailleerde rapportering inzake de emissieresultaten wordt verwezen naar Bijlage 8.



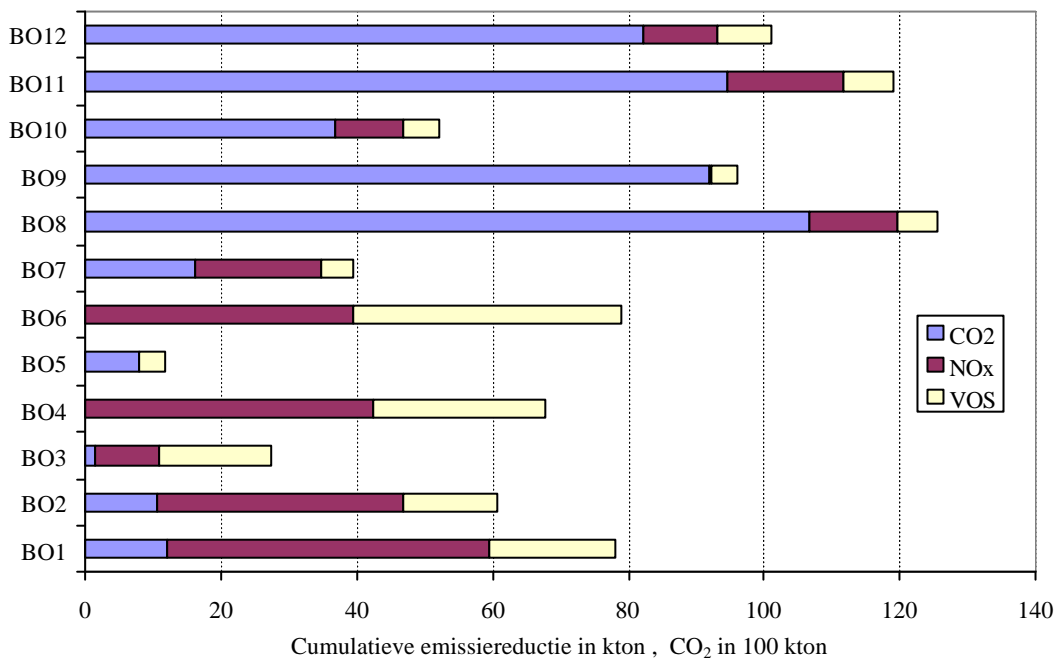
Figuur 4: Evolutie van de CO₂-, NO_x- en VOS-emissies door het verkeer onder het BAU-scenario en bij maximaal en realistisch implementatieniveau van de beleidsopties.

5.2 Cumulatieve emissiereducties bij realistisch implementatieniveau

Om tweeërlei redenen werden de emissieresultaten van de beleidsopties voor het realistisch implementatieniveau getransformeerd naar cumulatieve emissiereducties ten opzichte van het BAU-scenario voor de periode 2001-2012:

- voor de multicriteria analyse later in het project waren eenduidige evaluatieparameters (criteria) nodig voor de effectiviteit van beleidsopties naar de emissies. Daar niet alle beleidsopties over de ganse evaluatieperiode (2001-2012) lopen of bepaalde opties slechts tijdelijk effect hebben, werd gewerkt met cumulatieve emissiereducties;
- verder gaf paragraaf 5.1 aan dat de emissieresultaten bij realistisch implementatieniveau slechts kleine verschillen vertonen, het werken met cumulatieve emissiereducties moest deze verschillende beter visualiseren.

De resultaten van de cumulatieve CO₂-, NO_x- en VOS-emissiereducties bij realistisch implementatieniveau van de beleidsopties wordt weergegeven in Figuur 5. Let wel, dat voor CO₂ de resultaten in de figuur met een factor 100 moeten verhoogd worden.



Figuur 5: Overzicht van de cumulatieve CO₂-, NO_x- en VOS-emissiereducties (2001-2012) bij realistisch implementatieniveau van de beleidsopties, in 100 kton CO₂ en kton NO_x en VOS.

Figuur 5 toont duidelijk welke beleidsopties het meest aangewezen zijn om een reductie te verkrijgen in respectievelijk de CO₂-, NO_x- en VOS-uitstoot door het verkeer en vervoer. Let wel, deze keuze houdt geen rekening met de effectiviteit voor andere pollutanten en slechts in beperkte mate met economische en sociale aspecten van de beleidsopties.

De meest aangewezen beleidsopties om een CO₂-reductie van het verkeer te bekomen zijn:

- een combinatie van telewerken samen met car pooling;
- verschuiving van auto naar openbaar vervoer;
- verschuiving van vrachtverkeer langs de weg naar spoor of binnenvaart.

De substitutie van korte autoritten door te voet en per fiets, doet het ook nog redelijk goed.

Met uitzondering van versnelde vervanging van oude personenwagens en de introductie van elektrische voertuigen, blijken technische maatregelen het best (realistische inschatting) om de NO_x-emissies van het verkeer verder te reduceren

Met uitzondering van de introductie van elektrische voertuigen, blijken technische maatregelen eveneens het meest geschikt om VOS-reducties in het verkeer te realiseren.

5.3 Emissies opgesplitst per modus

Figuur 6 toont het aandeel van de verschillende modi in de CO₂-, NO_x- en VOS-uitstoot voor de verschillende beleidsopties onder realistisch implementatieniveau in het jaar 2012. Voor het BAU-scenario worden zowel het jaar 2012 als 1990 voorgesteld als referentiejaren. Voor alle duidelijkheid worden de afkortingen gebruikt in de legende van Figuur 6 opgelijst:

- PW personenwagens;
- LDP Light Duty personen (minibussen);
- LDG Light Duty goederen (bestelwagens, lichte vrachtwagens);
- HDP Heavy Duty personen (bussen en autocars);
- HDG Heavy Duty goederen (zware vrachtwagens).

Figuur 6 toont duidelijk dat voor alle scenario's (realistisch implementatieniveau) de **CO₂-uitstoot** in 2012 hoger is dan in 1990. Ook is duidelijk dat in alle scenario's de personenwagens het grootste aandeel hebben in de CO₂-uitstoot (56 tot 65 %), op de tweede plaats komen de zware vrachtwagens (15 tot 20 %) en op de derde de lichte vrachtwagens (9 tot 15 %). In alle scenario's blijft het aandeel van spoor onder de 4%, voor de meeste scenario's draait het aandeel rond de 2,7%. Voor de binnenvaart is dat nog lager, maximaal 3,5% en voor de meeste scenario's rond de 1,4%.

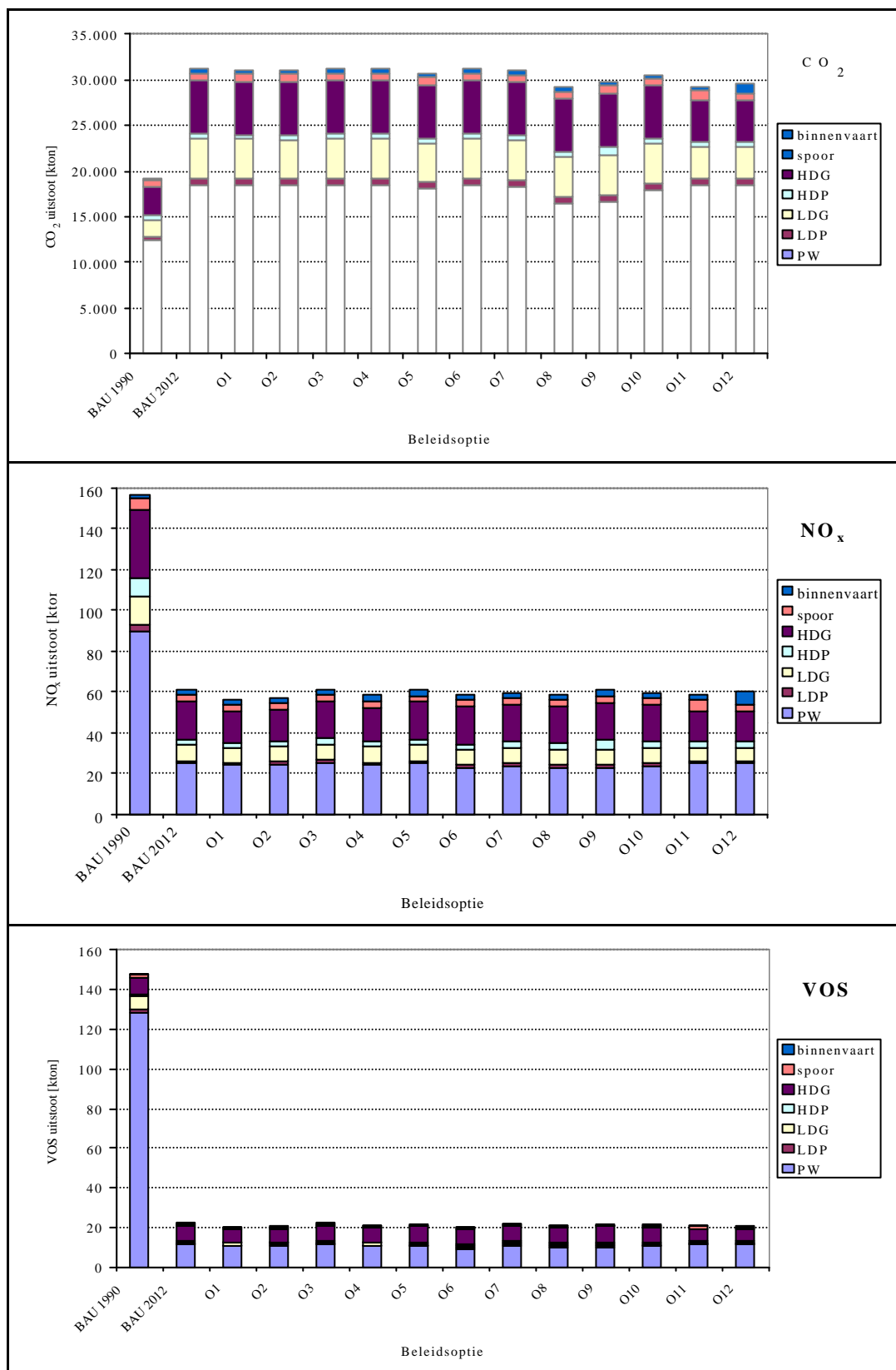
De groei in 2012 t.o.v. 1990 is vooral te wijten aan de toename van personenvervoer per auto en goederenvervoer over de weg. De figuur toont, zoals reeds hoger werd vermeld, dat de beleidsopties met modale verschuiving of het verminderen van het aantal verplaatsingen het meeste effect hebben op de CO₂-uitstoot van het verkeer.

In 1990 waren de personenwagens binnen het verkeer de hoofdverantwoordelijke voor de **NO_x-uitstoot**, op de tweede en derde plaats kwamen respectievelijk de zware en lichte vrachtwagens. In de 2012 ziet men dat zowel voor de verschillende beleidsopties als het BAU-scenario:

- de NO_x-uitstoot sterk terugvalt;
- het aandeel van personenwagens sterk afneemt;
- het goederen vervoer over de weg (zware en lichte vrachtwagens samen) even belangrijk of zelfs belangrijker zijn geworden in aandeel dan de personenwagens.

Het aandeel van het spoorverkeer in de NO_x-uitstoot varieert naargelang het scenario van 3 tot 10 %. Voor de meeste scenario's draait het aandeel rond de 5,5 % in 2012. Voor de binnenvaart varieert dat van 1 tot 10 %, maar voor de meeste scenario's draait het aandeel rond de 4,5 % in

2012. De hoogste cijfers komen overeen met respectievelijk BO11 en 12 waar de verschuiving gebeurt van vrachtvervoer over de weg naar respectievelijk spoor en binnenvaart.



Figuur 6: Per beleidsoptie het aandeel van de verschillende modi in de emissies in 2012 en BAU 1990 en 2012.

Ook in de **VOS-uitstoot** door het verkeer hadden in 1990 de personenwagens de grootste bijdrage. Op de tweede en derde plaats, maar nagenoeg gelijkwaardig, kwamen respectievelijk de zware en lichte vrachtwagens. In de 2012 ziet men dat zowel voor de verschillende beleidsopties als het BAU-scenario:

- de VOS-uitstoot sterk terugvalt;
- het aandeel van personenwagens sterk afneemt;
- het zwaar vervoer over de weg wordt even belangrijk als de personenwagens: het stijgt van 5,5 % in 1990 tot 30 à 40 % in 2012 alnaargelang beleidsoptie.

Het aandeel van het spoorverkeer in de VOS-uitstoot varieert naargelang het scenario van 1,5 tot 7 %. Voor de meeste scenario's draait het aandeel rond de 3,7 % in 2012. Voor de binnenvaart wordt het aandeel hoogstens 4%, maar voor de meeste scenario's draait het aandeel rond de 1,6 % in 2012. De hoogste cijfers komen overeen met respectievelijk BO11 en 12 waar de verschuiving gebeurt van vrachtvervoer over de weg naar respectievelijk spoor en binnenvaart.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat, wegens gebrek aan gegevens inzake technologische evolutie van treinen en schepen, de emissies (CO₂, NO_x, VOS) door deze modi mogelijk overschat werden.

5.4 Toetsing emissieresultaten aan internationale verbintenissen

Alle scenario's (BAU, beleidsopties met maximaal en realistisch implementatieniveau) werden getoetst op het nakomen van internationale verbintenissen. Voor deze studie waren het Protocol van Kyoto en het Protocol van Göteborg relevant. De engagementen voor transport afgeleid uit het Protocol van Göteborg zijn analoog aan deze beschreven in de Richtlijn over nationale emissiemaxima (NEC-richtlijn). Deze richtlijn heeft meer juridische waarde dan een protocol. In wat volgt wordt evenwel de term Protocol van Göteborg gebruikt.

Voor een uitgebreide beschrijving van het tot stand komen van internationale engagementen en de vertaling naar Federaal en Gewestelijk niveau wordt verwezen naar Bijlage 3.

5.4.1 Protocol van Kyoto

Binnen het Kyoto Protocol engageert België zich tot een reductie van broeikasgassen met gemiddeld 7,5% in de periode 2008-2012 ten opzichte van 1990. Een verdeling over de verschillende sectoren is nog niet gebeurd, daarom werd in onderhavig rapport in eerste instantie nagegaan of dit reductiepercentage haalbaar is voor de transportsector.

Uit onderhavige studie bleek dat geen enkele van de afzonderlijke scenario's in staat is de reductie zoals voorgeschreven door Kyoto na te komen, zelfs niet voor het maximale implementatieniveau. Met de combinatie van maximaal implementatieniveau modale shift personen (Max 8-10) en goederen (Max 11-12) is het halen kritisch. Verder dient opgemerkt dat deze scenario's met maximale implementatiegraad overeenstemmen met het duurzaam scenario van MIRA-S 2000, en de haalbaarheid hiervan op middellange termijn zeer onwaarschijnlijk is. Bijgevolg zal het voor de sector verkeer zonder ingrijpende maatregelen en grote technologische innovaties inzake beperking

van het brandstofverbruik ($\sim \text{CO}_2$), onmogelijk zijn het vooropgestelde reductiepercentage van 7,5% te halen.

Voor meer gedetailleerde cijfers over de toetsing aan het Protocol van Kyoto wordt verwezen naar Bijlage 8.

5.4.2 Protocol van Göteborg

Het Protocol van Göteborg legt emissieplafonds op voor NO_x , SO_2 en VOS in 2010. Vertaald naar het verkeer in België geeft dit emissieplafonds van 68 kton voor NO_x , 2 kton voor SO_2 en 35,6 kton voor VOS. In onderhavige studie werden de verschillende scenario's enkel getoetst op het nakomen van de vastgelegde emissieplafonds voor NO_x en VOS.

Het VOS-emissieplafond wordt in alle scenario's gehaald, zelfs in het BAU-scenario. Bovendien daalt de VOS-uitstoot verder van 2010 naar 2012. Voor NO_x is de haalbaarheid minder duidelijk. Voor de realistische implementatiescenario's schommelen de NO_x -waarden rond het emissieplafond. Het best onder de realistische scenario's scoort BO1, de waarde ligt 5% onder het plafond. Men dient zich evenwel bewust te zijn van de vele onzekerheden inzake emissieberekeningen. De volgende jaren daalt de NO_x -uitstoot voor alle scenario's, maar blijft toch tamelijk dicht bij het plafond. Ook hier zullen voldoende maatregelen moeten genomen worden. Zeker als men weet dat in 2004 een herziening van de emissieplafonds is voorzien.

Voor meer gedetailleerde cijfers over de toetsing aan het Protocol van Göteborg wordt verwezen naar Bijlage 8.

6 EFFECTIVITEIT NAAR OZONCONCENTRATIES

6.1 Resultaten BAU-scenario met Ozon94

De inputgegevens voor de NO_x- en VOS-emissies van het verkeer werden eerder in deze studie bepaald (zie Bijlage 7). Deze gegevens moesten aangevuld worden met gegevens voor emissies die niet van het verkeer afkomstig zijn (industrie, gebouwenverwarming, solventgebruik, ...):

- Voor 1994 werden de emissies van de overige Belgische bronnen voor Brussel en Wallonië afgeleid van de meest recente EMEP-gegevens [61] en voor Vlaanderen uit het MIRA-rapport [62] waarin EIVR-gegevens met bijstellingen werden gebruikt. Buitenlandse emissiegegevens werden eveneens gehaald uit het meest recente EMEP-rapport.
- De emissiegegevens voor 2010 zijn voor België afkomstig uit het Protocol van Göteborg, opgesplitst naar de drie gewesten en verkeer [63]. Ook buitenlandse emissies komen uit dit Protocol. Voor de landen die niet in het Protocol zijn opgenomen, maar die wel nodig zijn als invoer in het model, werden de gegevens gehaald uit het EMEP-rapport.
- Voor de tussenliggende jaren 2000 en 2005 werden de Belgische emissiegegevens afgeleid door interpolatie tussen de gegevens van 1994 en 2010. Voor de buitenlandse gegevens werd de interpolatie uitgevoerd tussen de gegevens van het laatste vermelde jaar in het EMEP-rapport, 1997, en de gegevens voor 2010.

De resultaten voor de 3 beschouwde ozonparameters – AOT60, AOT40 en NET60 – voor 1994 en onder het BAU-scenario voor de jaren 2000, 2005 en 2010 worden samengevat in Tabel 11.

Tabel 11: Overzicht van de AOT60, AOT40 en NET60 waarden voor 1994 en het BAU-scenario.

	AOT40 (ppm×h)	AOT60 (ppm×h)	NET60 (aantal dagen)
1994	8,969	1,982	19
BAU 2000	8,357	1,559	18
BAU 2005	7,679	1,187	15
BAU 2010	6,811	0,780	11

Uit de resultaten voor het BAU-scenario blijkt duidelijk een gunstige evolutie van de drie ozonparameters van 1994 naar 2010. Zowel de gecumuleerde overschotten boven een ozonconcentratie van 80 µg/m³ (AOT40) als boven een ozonconcentratie van 120 µg/m³ (AOT60), als het aantal dagen waarop de drempel van 120 µg/m³ wordt overschreden (NET60), kennen een dalende trend.

6.2 Resultaten beleidsopties met ozonwerktabellen

Om de verschillende beleidsopties te evalueren op hun effectiviteit voor ozon werden ozonwerktabellen opgesteld op basis van het OZON94 model. Deze tabellen vormen een handig werkinstrument voor beleidsmensen bij het evalueren van maatregelen op hun effectiviteit voor ozon. De ozonwerktabellen en de visualisering ervan zijn opgenomen in Bijlage 9.

Tabel 12 toont het effect van de verschillende beleidsopties (onder realistisch implementatieniveau) op de AOT60, AOT60 en NET60 waarden voor de jaren 2005, 2010 en het gemiddelde. Per parameter en jaar worden eerst de absolute waarden gegeven en vervolgens de vermindering t.o.v. het BAU-scenario (een negatieve waarde betekent een toename van de ozonparameter).

Tabel 12: Effectiviteit van de beleidsopties naar ozon voor 2005 en 2010 en het gemiddelde.

Scenario	2005						2010						gemiddelde 2005 - 2010					
	AOT40		AOT60		NET60		AOT40		AOT60		NET60		AOT40		AOT60		NET60	
	ppm*h	% red.	ppm* h	% red.	dagen	% red.	ppm* h	% red.	Ppm* h	% red.	Dagen	% red.	ppm* h	% red.	ppm* h	% red.	dagen	% red.
BAU	7,679		1,187		15		6,811		0,780		11		7,245		0,984		13	
BO1	7,667	0,16	1,193	-0,51	15	0	6,769	0,62	0,771	1,15	11	0	7,218	0,37	0,982	0,15	13	0
BO2	7,667	0,16	1,193	-0,51	15	0	6,791	0,29	0,776	0,51	11	0	7,229	0,22	0,985	-0,10	13	0
BO3	7,651	0,36	1,170	1,43	15	0	6,811	0,00	0,78	0,00	11	0	7,231	0,19	0,975	0,86	13	0
BO4	7,667	0,16	1,193	-0,51	15	0	6,791	0,29	0,776	0,51	11	0	7,229	0,22	0,985	-0,10	13	0
BO5	7,679	0,00	1,187	0,00	15	0	6,811	0,00	0,780	0,00	11	0	7,245	0,00	0,984	0,00	13	0
BO6	7,613	0,86	1,160	2,27	15	0	6,773	0,56	0,764	2,05	11	0	7,193	0,72	0,962	2,19	13	0
BO7	7,679	0,00	1,187	0,00	15	0	6,811	0,00	0,780	0,00	11	0	7,245	0,00	0,984	0,00	13	0
BO8	7,679	0,00	1,187	0,00	15	0	6,792	0,28	0,768	1,54	11	0	7,236	0,13	0,978	0,61	13	0
BO9	7,679	0,00	1,187	0,00	15	0	6,811	0,00	0,780	0,00	11	0	7,245	0,00	0,984	0,00	13	0
BO10	7,679	0,00	1,187	0,00	15	0	6,811	0,00	0,780	0,00	11	0	7,245	0,00	0,984	0,00	13	0
BO11	7,679	0,00	1,187	0,00	15	0	6,791	0,29	0,776	0,51	11	0	7,235	0,14	0,982	0,20	13	0
BO12	7,679	0,00	1,187	0,00	15	0	6,792	0,28	0,768	1,54	11	0	7,236	0,13	0,978	0,61	13	0

Wanneer het effect van de verschillende beleidsopties op de drie ozonparameters wordt vergeleken met het BAU-scenario dan valt onmiddellijk op dat er in parameter NET60 geen reductie bekomen wordt. Ook voor de parameters AOT40 en AOT60 zorgen de meeste beleidsopties niet voor een bijkomende reductie van de parameters ten opzichte de waarde bekomen met het BAU-scenario. Enkele beleidsopties (BO1, BO2 en BO4) zorgen zelfs voor een verhoging van de AOT60 in 2005. In 2010 zorgen deze beleidsopties dan wel voor een reductie van zowel de AOT40 als de AOT60. Wanneer het gemiddelde van beide jaren wordt beschouwd, veroorzaken BO2 en BO4 toch nog een verhoging van de AOT60. Het beste resultaat wordt verkregen met beleidsoptie 6 die de AOT40 reduceert met 0,72% en de AOT60 met 2,19% (gemiddelde waarden) ten opzichte van de situatie in het BAU-scenario. Wat minder reductie ten opzichte van het BAU-scenario wordt bekomen met beleidsoptie 3 (AOT40 0,19% en AOT60 0,86%).

De dalende trend in zowel AOT40, AOT60 als NET60 wordt gezet door het BAU-scenario. De individuele beleidsopties resulteren slechts in marginale of zelfs geen bijkomende reducties van de drie ozonparameters. Meest uitgesproken daling van zowel AOT40 als AOT60 werd verkregen met optie 6, welke een verhoogde inspectie en onderhoud van de wagens inhoudt. Deze daling is evenwel kleiner dan 3%, wat weinig is.

Om in de multicriteria-analyse evenveel belang te hechten aan de effectiviteit van de maatregelen naar ozonconcentraties als naar andere parameters werden voor ozon slechts drie criteria in de analyse opgenomen. Het was bijgevolg niet mogelijk om het effect van de criteria op de ozonparameters in zowel 2005 als 2010 in rekening te brengen. Dit zou leiden tot 6 criteria voor ozon, waardoor hieraan te veel belang zou worden gehecht in vergelijking met de overige parameters. Toch kunnen we vaststellen dat sommige maatregelen wel een verschil maken ten opzichte van het BAU-scenario in 2005, maar echter niet in 2010. Om dit toch in rekening te kunnen brengen, werd niet alleen gekeken naar het effect in 2010, maar werd er voor de drie ozonparameters (AOT40, AOT60 en NET60) een gemiddelde waarde berekend uit de waarden voor 2005 en 2010.

Uit Tabel 12 is duidelijk dat de beleidsopties geen bijkomende reducties ten opzichte van het BAU-scenario veroorzaken voor het criterium NET60. Dit criterium werd dan ook niet opgenomen in de ARGUS-oefening.

7 ECONOMISCHE EVALUATIE

7.1 Gehanteerde hypothesen

7.1.1 Brandstofprijzen

Aannames met betrekking tot de brandstofprijzen worden samengevat in Tabel 13. De prijs aan de pomp wordt ontbonden in BTW, de accijns en de productiekost voor de brandstof. De BTW en de accijns zijn transfers van de private sector naar de overheidssector. In de maatschappelijke kosten werden deze niet meegerekend, bij de private kostenbenadering wel.

Tabel 13: Toegepaste brandstofprijzen (euro/l).

Euro/l	Prijs pomp	BTW	Accijns	Kost
Benzine	1,04	0,18	0,49	0,37
Diesel	0,87	0,15	0,29	0,43
LPG	0,44	0,08	0,00	0,36
CNG	0,44	0,08	0,00	0,36
Gemiddeld	0,96	0,17	0,39	0,40

Bron: MEZ, januari 2001.

7.1.2 Karakteristieken van voertuigen

De gemiddelde prijs (exclusief BTW) en het gemiddelde verbruik van verschillende wagentypes wordt weergegeven in Tabel 14.

Tabel 14: Kostprijs en verbruikscijfers van personenwagens [19,64].

	Euro	L /100 km
Kleine benzinewagen	9 916	7
Kleine dieselwagen	11 155	5,5
Kleine LPG wagen	12 147	8
Middelgrote benzinewagen	16 113	8
Middelgrote dieselwagen	17 353	6,5
Middelgrote LPG wagen	18 344	9
Grote benzinewagen	23 550	10
Grote dieselwagen	24 789	7,2
Grote LPG wagen	25 781	12
Benzinewagen gemiddeld	16 113	8
Dieselwagen gemiddeld	17 353	6,5
LPG wagen gemiddeld	18 344	9
Elektrische wagen	19 831	
Hybride wagen	21 071	5,5

Voor nieuwe generaties van voertuigen werden schattingen gemaakt van de meerkost, zie Tabel 15. Het prijsverschil wordt telkens uitgedrukt als een verschil t.o.v. de vorige generatie. Zo kost een Euro 1 wagen gemiddeld 620 euro meer dan een Euro 0 en een Euro 2 gemiddeld 868 euro (620 + 248).

Tabel 15: Meerkost voor verschillende generaties voertuigtechnologieën [19,64].

Generatie	Prijsverschil in euro
Gemidd. Euro 0	0
Gemidd. Euro 1	620
Gemidd. Euro 2	248
Gemidd. Euro 3	248
Gemidd. Euro 4	496
Gemidd. Euro 5	496
Gemidd. LDP Euro 3	0
Gemidd. LDP Euro 4	744
HDP Euro 3	0
HDP Euro 4	2 479
HDP Euro 5	2 479
HDP Euro EEV	2 479
LDG Euro 3	0
LDG Euro 4	744
HDG Euro 3	0
HDG Euro 4	2 479
HDG Euro 5	2 479
HDG Euro EEV	2 479

7.2 Resultaten

Tabel 16 vat de maatschappelijke- en private kosten van alle beleidsopties samen. De meeste maatregelen impliceren een brandstofbesparing zodat de kosten kleiner zijn dan de investeringskost.

Globaal genomen scoren modal-shift maatregelen (beleidsopties 8 tot 12) veel beter dan de zuiver technologische maatregelen, ook wanneer deze maatregelen aanzienlijke investeringen vereisen. Hierbij moeten we wel opmerken dat investeringskosten en brandstofbesparingen werden in rekening genomen, maar bijvoorbeeld niet de meertijd die nodig is om een versplaatsing te voet, met de fiets of met het openbaar vervoer te doen. Evenmin werd rekening gehouden met het consumentenverlies. Het consumentensurplus is het verschil in prijs tussen wat de consument bereid is te betalen voor een product (of dienst) en de prijs van het product (of dienst). Als het product (of dienst) duurder wordt, zal dit verschil verkleinen.

Tabel 16: Kosten (in miljoen euro) en kosteneffectiviteitsramingen van diverse maatregelen.

	Maatschappelijke kost			Private kost			Brandstof- beparing in kton	Eenheidsreductiekost - Euro/ton		
	Investering	Brandstof	Kost	Investering	Brandstof	Kost		CO ₂	NO _x	VOS
Beleidsoptie 1:										
Personenwagens	197	80	117	239	191	48	277	174	9788	24163
Minibussen	4	2,2	1,8	4,8	4,5	0,3	7,2	92	4258	27953
Bussen	11	3,3	7,7	13,4	6,8	6,6	11,8	246	2218	8101
Licht vrachtvervoer	23	13,2	9,8	27,8	26,7	1,1	43	86	3949	28244
Zwaar vrachtvervoer	169,4	38,8	130,6	205	78,5	126,5	137	359	4502	10581
Beleidsoptie 2:										
Personenwagens	950	34	916	1149	218	931	110	3426	167904	411213
Minibussen	11,4	1	10,4	13,8	2	11,8	3	1532	56460	367351
Bussen	23	3	20	28	6	22	11	661	5860	21742
Licht vrachtvervoer	77	5	72	93	11	82	17	1539	62469	453441
Zwaar vrachtvervoer	243	32	211	294	65	229	114	692	8208	20098
Beleidsoptie 3	629	24	605	762	58	704	63	3941	64790	36352
Beleidsoptie 4:										
Personenwagens	172		172	208		208	0	Nvt	6763	7791
Minibussen	4		4	4,8		4,8	0	Nvt	4258	27953
Bussen	11		11	13,4		13,4	0	Nvt	2218	8101
Licht vrachtvervoer	23		23	27,8		27,8	0	Nvt	3949	28244
Zwaar vrachtvervoer	126		126	153		153	0	Nvt	7508	42976
Beleidsoptie 5	1217	21	1196	1472	143	1329		1494	Nvt	310532
Beleidsoptie 6	1788		1788	2163		2163	0	Nvt	33463	25961
Beleidsoptie 7 :										
1. Rijopleiding	102	195	-93	124	467	-343	663	no-regret	no-regret	no-regret
2. In car apparatuur	335	195	140	405	467	-62	663	86	7483	30013
Beleidsoptie 8	-6188	1145	-7333	-7487	2741	-10228	4375	no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 9			-2961			-10049		no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 10			nvt					no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 11			-869					no-regret	no-regret	no-regret
Beleidsoptie 12			-1228					no-regret	no-regret	no-regret

opm.: nvt= niet van toepassing; no-regret: eenheidsreductiekost is negatief, zie § 2.7

Van de technologische oplossingen scoren beleidsoptie 1 (Versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen), beleidsoptie 4 (Conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven), en beleidsoptie 7.2 (rijstijl via In-car apparatuur) redelijk. De bekomen emissiereducties voor beleidsoptie 1 en 4 zijn echter niet duurzaam. Beleidsopties 2, 3,5 en 6 kunnen als onredelijk duur worden beschouwd.

Beleids optie 1: versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen. Milieuvriendelijke conventionele voertuigen hebben een meerkost die de investeringskost van de maatregel uitmaakt. Daar tegenover staat dat deze voertuigen ook op het vlak van energieëfficiëntie beter presteren wat vertaald wordt in een brandstofbesparing. Deze brandstofbesparing wordt gerealiseerd over de hele levensduur van de wagen. Ook naar emissies toe heeft de maatregel effecten op langere periode. De keuze van de interestvoet heeft slechts een beperkte invloed op het eindresultaat. In het segment personenwagens bedragen de netto-maatschappelijke kosten bij een interestvoet van 10 % bedragen, 110 miljoen euro i.p.v. 117 miljoen euro.

Beleids optie 2: invoering van milieuvriendelijke alternatieven. Milieuvriendelijke alternatieven zijn duurder dan conventionele wagens wat zich vertaalt in een grotere investeringskost. Er is wel een grote onzekerheid m.b.t. de evolutie van de prijzen van alternatieve voertuigen. Vermits het om nieuwe technologieën gaat is er wellicht een potentieel voor een daling van de prijs.

Beleids optie 3: versnelde vervanging van oude voertuigen. De kosten van deze maatregel werden volgens twee methodes ingeschat. De eerste bestond er in een residuele waarde toe te kennen aan de vervroegd afgeschreven wagens en deze in rekening te brengen. Het bepaalde van deze waarde is echter arbitrair.

Een tweede methode bestond er in de investeringsstromen van het referentiescenario en het alternatief met elkaar te vergelijken en de verschillen tussen deze twee tijdsreeksen te verdisconteren naar het basisjaar. Alhoewel de maatregel slechts twee jaar wordt aangehouden, heeft deze maatregel gevolgen voor de nieuwe inschrijvingen gedurende vele jaren. Immers, een oud voertuig dat vervroegd vervangen wordt (toename in investering), zou zonder de maatregel enkel jaren later toch vervangen worden (afname in investering). Op deze wijze genereert deze maatregel een cyclische beweging in de investeringsstroom die zich nog tientallen jaren verder zet. In het emissiemodel TEMAT werden geen cijfers inzake het voertuigenpark voor de jaren volgend op 2012 gegenereerd. Door de verdiscontering hebben kosten in een verre toekomst slechts een klein gewicht zodat hierdoor slechts een kleine fout gemaakt wordt.

Beleids optie 4: conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven - retrofit. De kosten hebben enkel betrekking op de aanpassingswerken van het voertuig. Deze aanpassingswerken hebben geen invloed op de CO₂-emissies. De kostprijs per wagen werd geraamd op 382 euro.

Beleids optie 5: introductie van elektrische voertuigen. Het verschil tussen de kostprijs van een elektrische wagen en een benzinewagen maakt de investeringskost van deze maatregel. De opbrengst van de brandstofbesparing was gering omdat de elektriciteitskosten in mindering werd gebracht tegen 0,25 euro/km.

Beleids optie 6: verbeteren van inspectie en onderhoud. De kost voor een jaarlijkse extra inspectiebeurt werd geraamd op 30 euro en werd toegepast op alle personenwagens van meer dan twee jaar. Een nieuwe katalysator kost gemiddeld 750 euro.

Beleids optie 7: Rijopleiding en in-car apparatuur. De kostprijs van een rijopleiding energiezuinig rijden werd vastgelegd op 250 euro en in-car apparatuur kost 625 euro.

Beleids optie 8: terugdringen van het autogebruik door meer carpooling en telewerken. Het inschatten van de investeringskosten van deze maatregel is zeer onzeker. De centrale vraag is immers of verminderd autogebruik ook zal leiden tot verminderde autoverkoop. De beleids optie kreeg een positieve beoordeling, omdat hoe dan ook een belangrijke brandstofbesparing wordt gerealiseerd.

Beleids optie 9: terugdringen van het autoverbruik door promoten van het openbaar vervoer. Omdat er grote onzekerheid bestaat over het feit dat de maatregel leidt tot een daling van het aantal personenwagens, dan wel tot een daling van de gemiddelde kilometrage werd geopteerd om de evaluatie van de vermindering van de kosten voor privaat vervoer te evalueren aan 0,25 euro/km.

Voor de uitbreiding van het spoorwegnet werd gerekend met een investeringskost van 7,44 miljard euro. Het gaat om duurzame investeringen met een werkelijke levensduur van meer dan 30 jaar. Omdat de periode van de evaluatie slechts 12 jaar bedroeg, werd slechts 72 % van deze investeringskost in rekening genomen.¹

De uitbatingkosten van de NMBS werden geraamd op 0,141 euro/km op basis van de jaarresultaten van de NMBS. Voor de private benadering werd gerekend dat de prijs van tickets en spoorabbonnementen de werkelijke kostprijs voor 37 % dekt.

De investeringen en het meerverbruik van autobussen werd afgeleid uit de resultaten van TEMAT model.

Tabel 17 geeft een overzicht van de kosten voor BO9.

Tabel 17: Kosten en baten (miljoen euro) van beleids optie 9.

	Maatschappelijk	Privaat
1. Privaat vervoer 0.25 Euro/km	-12 240	-12 240
2. Investerings autobussen	369	447
3. Infrastructuurwerker NMBS	5 355	0
4. Meerverbruik autobussen	259	524
5. Uitbatingkosten NMBS	3 295	1 219
Totaal	-2 961	-10 049

Op basis van deze assumpties blijken de baten van de beleids optie positief. De optie resulteerde in negatieve kosten (-2961 miljoen euro), bijgevolg zijn ook de eenheidsreductiekosten negatief en worden ze hier niet weergegeven.

¹ Dit percentage werd bekomen als de actuele waarde van twaalf jaar annuïteiten op een lening op 30 jaar.

Beleids optie 10: terugdringen van het autogebruik door meer fietsgebruik en te voet te gaan. De positieve effecten van deze maatregel zijn triviaal zodat een economische evaluatie overbodig is.

Beleids optie 11 en 12: terugdringen van vrachtvervoer over de weg door spoortransport en watertransport. Voor deze maatregelen werden ramingen gemaakt op basis van vervoersprijzen per km die in de literatuur werden gevonden. De gehanteerde cijfers zijn [65]:

Over de weg : 6,16 euro/100 tonkm

Spoor : 3,97 euro/100 tonkm

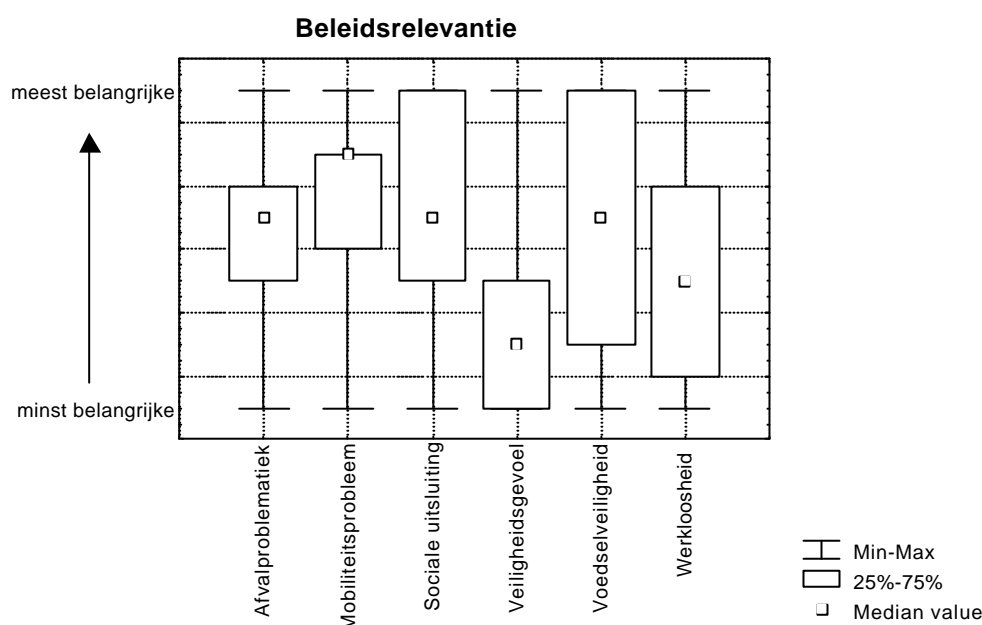
Water : 3,06 euro/100 tonkm.

8 RESULTATEN SOCIALE HAALBAARHEID

8.1 Beleidsrelevantie van het mobiliteitsprobleem

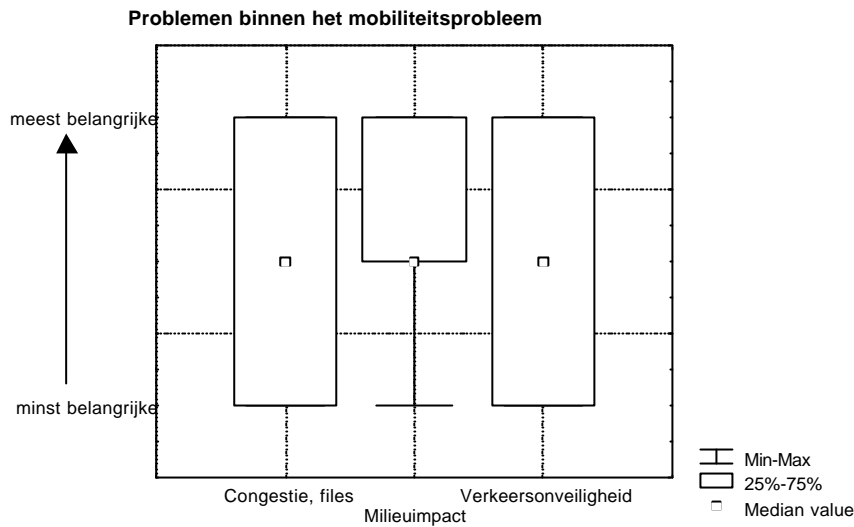
In de enquête inzake sociale haalbaarheid werd gepeild naar de beleidsrelevantie van het mobiliteitsprobleem ten opzichte van andere actuele maatschappelijke problemen zoals voedselveiligheid, werkloosheid, enz. De resultaten worden weergegeven in Figuur 7.

Figuur 7 toont dat het mobiliteitsprobleem nog steeds één van de meest prangende problemen is op dit moment, samen met sociale uitsluiting. Eén van de opmerkingen op deze vraag was dat de belangrijkheid van een onderwerp sterk bepaald wordt door gebeurtenissen op een bepaald moment. Ondanks de recente dioxinecrisis (op het ogenblik van de bevraging), scoorde het mobiliteitsprobleem echter nog steeds hoog.



Figuur 7: Situering van de beleidsrelevantie van het mobiliteitsprobleem ten opzichte van andere actuele maatschappelijke problemen.

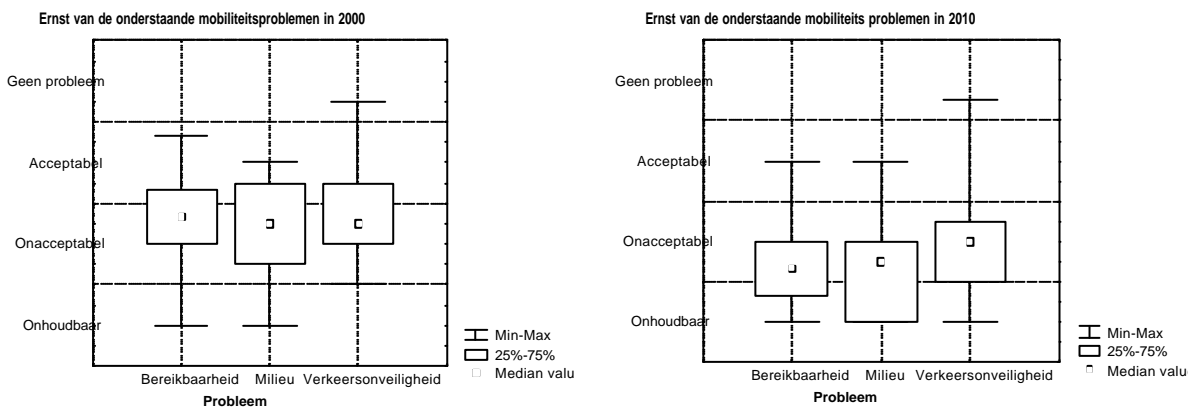
Binnen het mobiliteitsprobleem werden verkeersonveiligheid, congestie of filevorming en de milieuimpact van verkeer als even grote knelpunten ervaren, zie Figuur 8. Dit wordt weerspiegeld in het strategisch plan mobiliteit en de beleidsnota voor de Vlaamse Regering, waar de drie problemen als evenwaardig worden beschouwd. Eén respondent merkte op dat het belangrijkste probleem neerkwam op de inefficiëntie van de transportsystemen, omdat deze blijven falen ondanks de zware investeringen. Iemand anders merkte op dat de menselijke tol die het verkeer eist ook een belangrijk punt is binnen het mobiliteitsvraagstuk.



Figuur 8: Rangschikking van de problemen binnen het mobiliteitsvraagstuk.

In Nederland werd een gelijkaardige enquête uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer [66]. Hieruit bleek dat de Nederlanders het fileprobleem als het probleem bij uitstek ervaren binnen het mobiliteitsvraagstuk. Verkeersonveiligheid werd niet zo sterk als een probleem ervaren als het geval in België was. Wat het verschil in mening kan verklaren is het feit dat een open vraag was gesteld aan de Nederlanders, terwijl in onze enquête een rangschikking van drie problemen gebeurde. Opmerkelijk is ook dat de milieu-impact van het verkeer niet vermeld werd als probleem in de Nederlandse enquête.

Bij de raadpleging van de experts werd ook gepeild naar verschillende specifieke problemen binnen België en hoe deze problemen evolueren als er geen acties worden ondernomen. De meeste respondenten vinden dat de drie problemen binnen het mobiliteitsvraagstuk waarnaar gepeild werd, nu reeds onacceptabel zijn. Indien de regering geen maatregelen neemt (voor oplossingen zorgt) zullen deze problemen steeds verergeren, zie Figuur 9. De meeste van deze problemen worden op lange termijn zonder ingrijpen onhoudbaar met in het bijzonder de filevorming in de binnensteden en op de autowegen (zie Bijlage 10).



Figuur 9: Evolutie van de verkeersproblemen, 2010 versus 2000.

8.2 Haalbaarheid van de 12 beleidsopties

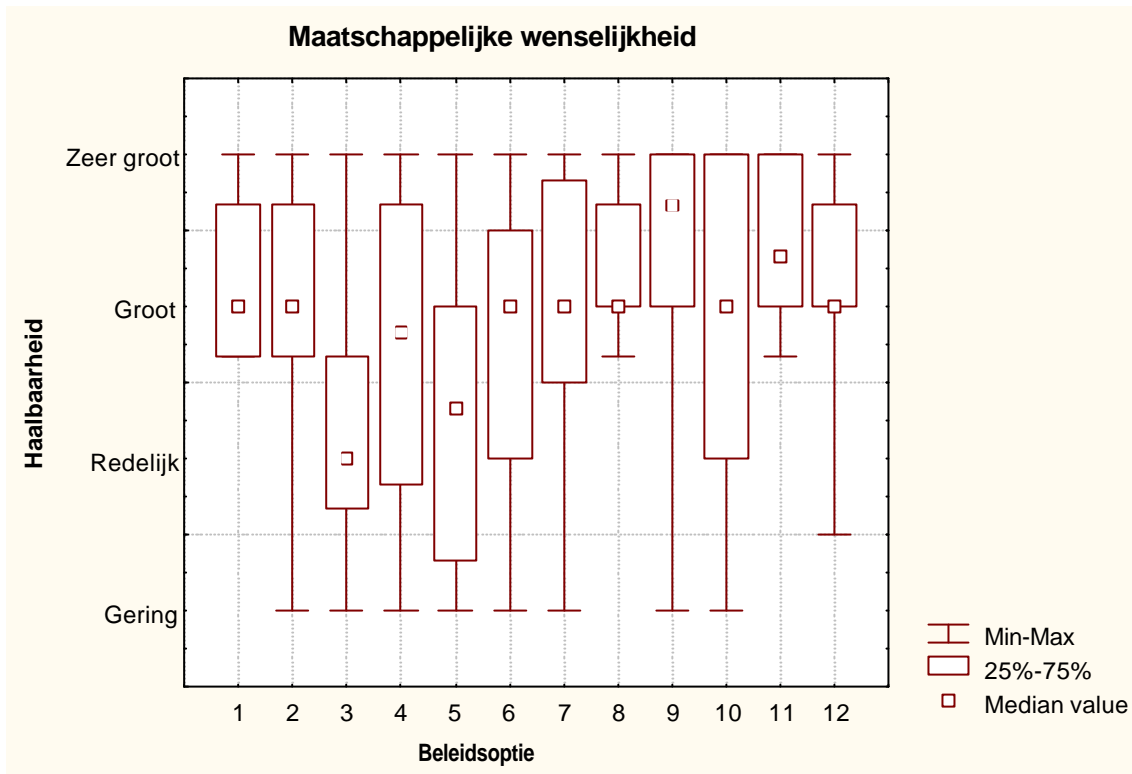
Voor uitgebreide rapportering over resultaten van de statistische analyse van de bevraging naar sociale haalbaarheid wordt verwezen naar Bijlage 10.

De verwerking van de enquête inzake politieke en maatschappelijke haalbaarheid, toonde aan dat de respondenten de beleidsopties zowel haalbaar vinden in het heden als in de toekomst. Tabel 18 geeft het percentage van de respondenten weer met dezelfde mening voor de vermelde periodes, m.a.w. het percentage respondenten dat de haalbaarheid even groot schat in het heden als in de toekomst en dit voor de respectievelijke beleidsopties. Uit deze tabel en Bijlage 10 kan besloten worden dat er geen significant verschil is in de haalbaarheid nu dan wel binnen vijf of tien jaar.

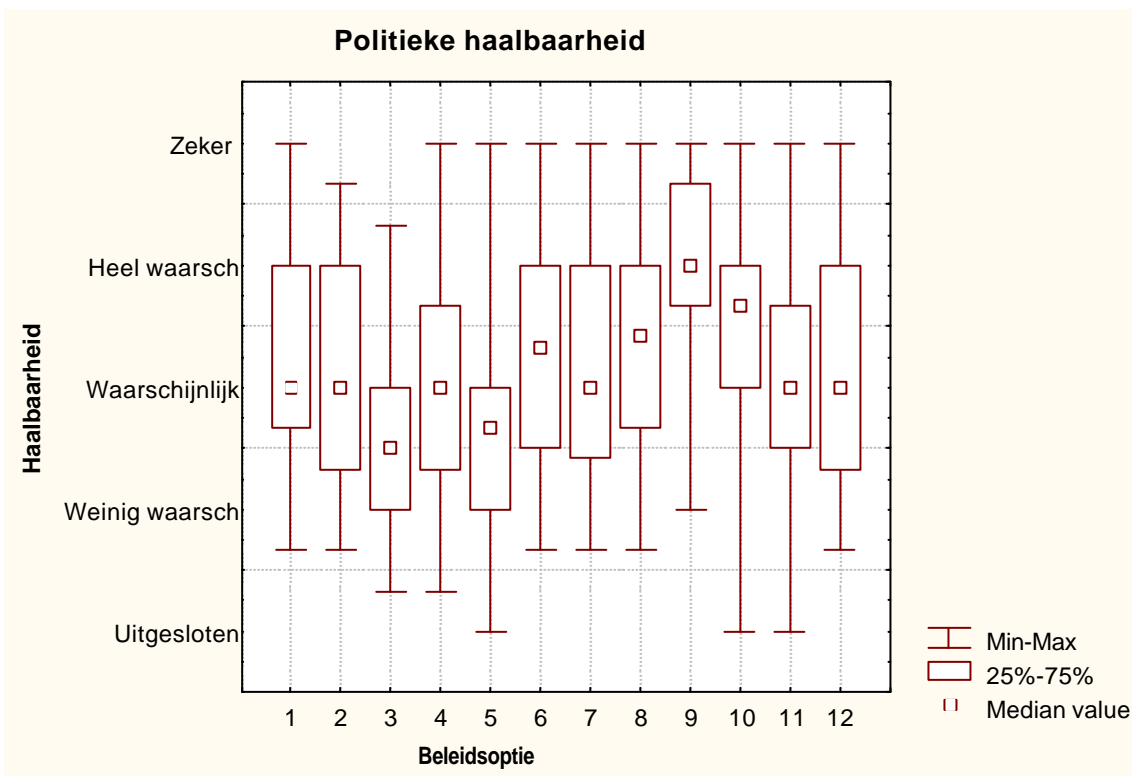
Tabel 18: Het percentage respondenten dat dezelfde mening heeft over de haalbaarheid van de beleidsopties voor de twee vermelde periodes.

Beleids optie	Politiek			Maatschappelijk		
	NU - VIJF	NU - TIEN	VIJF - TIEN	NU - VIJF	NU - TIEN	VIJF - TIEN
1	19,35	9,68	45,16	36,36	27,27	66,67
2	18,75	9,68	33,33	43,75	25,00	54,55
3	33,33	16,67	56,67	45,45	46,88	75,00
4	32,26	17,24	37,93	46,67	33,33	76,67
5	36,36	21,21	63,64	59,38	50,00	65,63
6	37,50	32,26	77,42	70,97	54,84	70,97
7	30,30	22,58	67,74	74,19	61,29	80,65
8	20,59	19,35	58,06	57,58	54,84	83,87
9	37,50	29,03	70,97	68,75	67,74	100,00
10	50,00	40,00	76,67	71,88	70,97	100,00
11	31,25	18,75	58,06	68,75	61,29	83,87
12	50,00	41,94	70,97	62,50	61,29	87,10

Figuur 10 en Figuur 11 leren welke beleidsopties meer of minder haalbaar zijn. Hier werd geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende tijdspannes aangezien er geen significant verschil was in de haalbaarheid tussen de verschillende tijdsperiodes.



Figuur 10: Overzicht van de maatschappelijke wenselijkheid van de 12 beleidsopties.



Figuur 11: Overzicht van de politieke haalbaarheid van de 12 beleidsopties.

Geen enkele beleidsoptie valt op door zijn uitgesproken resultaat of dit nu in positieve of negatieve zin is. Er kan wel vastgesteld worden dat beleidsoptie 9 (Terugdringen van het autogebruik door promoten van het openbaar vervoer) zowel de meest maatschappelijk wenselijke als de meest politiek haalbare maatregel is in het hele pakket. In de Nederlandse studie van Veling en van 't Hoff [66] kwam men tot dezelfde conclusie. Ook hier vonden de respondenten het verbeteren van openbaar vervoer een van de belangrijke oplossingen voor de vermelde mobiliteitsproblemen.

Beleids optie 3 (Versnelde vervanging van oude voertuigen) en beleidsoptie 5 (Introductie van elektrische voertuigen) daarentegen, blijken het minst maatschappelijk wenselijk en politiek haalbaar.

De andere beleidsopties hebben allemaal ongeveer dezelfde maatschappelijke wenselijkheid en politieke haalbaarheid.

Met uitzondering van beleidsopties 3 en 5, blijkt dat de maatschappelijke wenselijkheid en de politieke haalbaarheid in grote mate samen te lopen. In het perspectief van de implementeerbaarheid van de vooropgestelde beleidsopties is dit een belangrijk gegeven omdat dit impliceert dat het maatschappelijke draagvlak aanzienlijk blijkt te zijn. M.a.w. de maatschappelijke aanvaardbaarheid van de beleidsopties blijkt geen probleem te vormen bij de politieke uitvoering.

Er dient beklemtoond dat deze resultaten niets zeggen over de effectieve implementeerbaarheid ten velde van de voorgestelde beleidsopties. Het ging bij deze bevraging slechts over een momentopname bij een aantal geselecteerde actoren. Het uiteindelijke succes van de beleidsopties en maatregelen in termen van reductie van de milieuimpact (CO₂ en ozon) van de transportsector, zal afhangen van een veelvoud van factoren die in deze bevraging vanzelfsprekend niet aan bod kwamen. Niettegenstaande dit blijkt uit deze enquête wel overduidelijk dat de beleidsopties die voorgesteld worden zowel maatschappelijk wenselijk als politieke haalbaar worden ervaren.

9 RANGSCHIKKING BELEIDSOPTIES

9.1 Overzicht criteriawaarden

Tabel 19 geeft een overzicht van de waarden van de verschillende criteria voor de 12 beleidsopties. Deze waarden zijn het resultaat van de werkzaamheden binnen de verschillende disciplines in het project zie hoofdstukken 5, 6, 7 en 8. Voor nog meer details wordt verwezen naar Bijlage 8, 9, 10 en 12. De waarden van de verschillende criteria voor de verschillende beleidsopties vormen belangrijke input voor de multicriteria analyse.

Tabel 19: Waarden van de criteria voor de verschillende beleidsopties.

Optie	Crit 1: CO ₂ [kton]	Crit 2: NO _x [kton]	Crit 3: VOS [kton]	Crit 4: AOT40 [ppm*h]	Crit 5: AOT60 [ppm*h]	Crit 6: Nat. kost ¹	Crit 7: Maatschap. Wenselijk ²	Crit 8: Politieke haalbaar ³
1	1200	47,4	18,6	7,22	0,982	[]	+	[]
2	1060	36,2	13,9	7,23	0,985	--	+	[]
3	150	9,3	16,7	7,23	0,975	--	-	-
4	0	42,4	25,3	7,24	0,991	-	+	[]
5	800	~0	3,9	7,25	0,984	--	-	[]
6	0	39,6	39,3	7,19	0,962	--	+	[]
7	1620	18,7	4,7	7,25	0,984	[]	+	[]
8	10700	12,9	6,0	7,24	0,978	+	+	[]
9	9190	0,2	3,9	7,25	0,984	+, --	++	+
10	3680	9,9	5,3	7,25	0,984	+	+	+
11	9470	16,9	7,5	7,24	0,982	[] , --	+	[]
12	8220	10,8	8,2	7,24	0,978	[] , --	+	[]

¹ '--' staat voor zeer duur (> 500 miljoen euro); '-' staat voor duur (> 50 miljoen euro); '[]' staat voor niet duur, matige baten; '+' staat voor belangrijke baten.

Vanwege de grote onzekerheid op de investeringskost voor spoor en binnenvaart, wordt een schatting van de laagste en hoogste waarde opgenomen. Er wordt een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd om het effect van deze investeringskost op de rangschikking van de beleidsopties na te gaan.

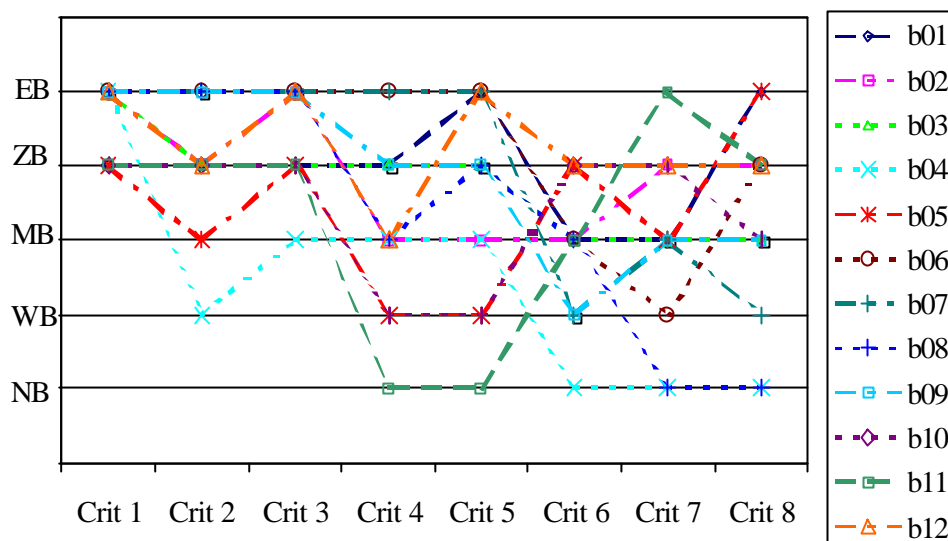
² '-' staat voor redelijk; '+' staat voor groot; '++' staat voor zeer groot.

³ '-' staat voor weinig waarschijnlijk; '[]' staat voor waarschijnlijk; '+' staat voor heel waarschijnlijk.

9.2 Belangrijkheid van criteria

Vooraleer over te gaan op de rangschikking van de verschillende beleidsopties, worden van de resultaten gegeven hoe belangrijk de verschillende criteria waren voor de afzonderlijke besluitnemers. Figuur 12 toont de belangrijkheid van de acht criteria voor elke deelnemer aan de consultatierondes (= besluitnemer, vandaar 'b' in de legende). De criteria CO₂ en VOS werden door alle deelnemers als belangrijk beschouwd. Aan CO₂ werden de 2 hoogste graden, nl. zeer belangrijk en extreem belangrijk, toegekend. Aan VOS de 3 hoogste graden, nl. matig belangrijk, zeer belangrijk en extreem belangrijk. Voor de criteria inzake effectiviteit naar ozon, economische

en sociale haalbaarheid was er een grote verdeeldheid inzake belangrijkheid. NO_x zat er zo wat tussenin.



Figuur 12: Overzicht van belangrijkheid van de criteria voor de 12 deelnemers

(NB = niet belangrijk; WB = weinig belangrijk; MB = matig belangrijk;
ZB = zeer belangrijk; EB = extreem belangrijk).

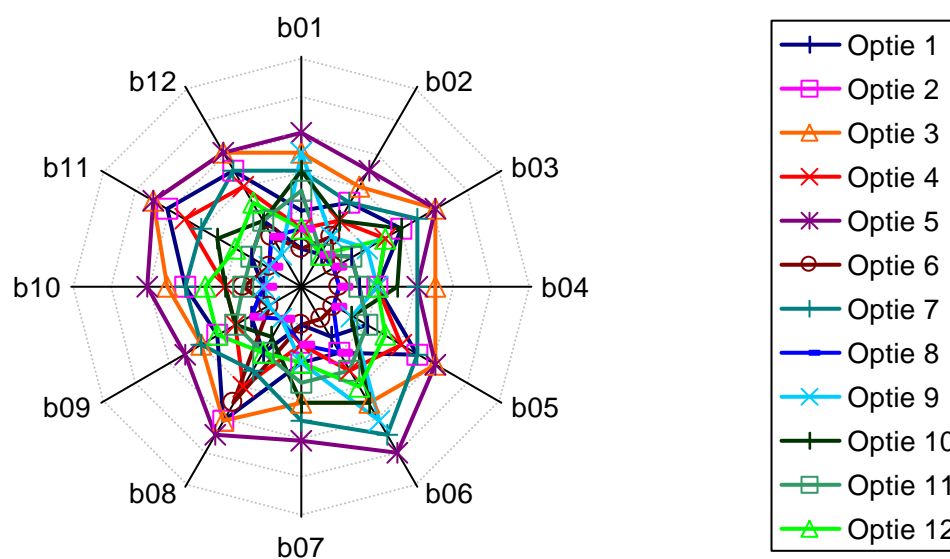
9.3 ARGUS-basisscenario

Het ARGUS-basisscenario hield bij het rangschikken van de beleidsopties rekening met alle 8 de criteria en er werd uitgegaan van de laagste investeringskost voor spoor en binnenvaart (= ARGUS-scenario 1). Tabel 20 geeft een overzicht van de rangschikking van de beleidsopties (BO) door enerzijds de 12 deelnemers individueel en anderzijds de groepsbeslissing. Deze groepsbeslissing werd op twee manieren bepaald: via een Group decision Making proces, klassieke benadering (zie Bijlage 12) waarbij ARGUS als globale methode werd gebruikt en via een Group decision Making proces, nieuwe benadering (zie Bijlage 12) waarbij ARGUS als individuele methode en Simulated Annealing [67] tijdens het globalisatieproces werden gehanteerd. De resultaten van de individuele deelnemers worden in Figuur 13 grafisch voorgesteld. Deze figuur moet als volgt geïnterpreteerd worden: hoe meer in het centrum van de roos hoe groter de voorkeur voor een beleidsoptie.

Tabel 20 toont dat het aantal rangen varieert tussen 6 en 9. Globaal gezien lagen de rangschikkingen van de beleidsopties van de verschillende besluitnemers in dezelfde lijn. De groepsbeslissing resulteert voor beide werkwijzen in een gelijklopende rangschikking van de beleidsopties. Daar de ARGUS-methode robuuster is, werd de hieraan gerelateerde groepsbeslissing als basis genomen voor de verdere bespreking.

Tabel 20: Overzicht rangschikking ARGUS-basisscenario (ARGUS-scenario 1) door de individuele besluitnemers en de groep.

	b01	b02	b03	b04	b05	b06	b07	b08	b09	b10	b11	b12	Groep	
													ARGUS	SimAn
Rang 1	Optie 1 Optie 6	Optie 1 Optie 8 Optie 11 Optie 12	Optie 6 Optie 8	Optie 6 Optie 8	Optie 6 Optie 8	Optie 6	Optie 1 Optie 6	Optie 8 Optie 9	Optie 6 Optie 9	Optie 1 Optie 8 Optie 9	Optie 6 Optie 8 Optie 9	Optie 9	Optie 1 Optie 6	Optie 6 Optie 8
Rang 2	Optie 4 Optie 8 Optie 12	Optie 6 Optie 9	Optie 1 Optie 11	Optie 1 Optie 11	Optie 9 Optie 10	Optie 1	Optie 4 Optie 8	Optie 10	Optie 1 Optie 8	Optie 6 Optie 11	Optie 1 Optie 11	Optie 6 Optie 8	Optie 8	Optie 1 Optie 11
Rang 3	Optie 2	Optie 4 Optie 10	Optie 9	Optie 2 Optie 4 Optie 9 Optie 12	Optie 1 Optie 11	Optie 2 Optie 8	Optie 2 Optie 9 Optie 12	Optie 1 Optie 11 Optie 12	Optie 4 Optie 10 Optie 11	Optie 4 Optie 10	Optie 12	Optie 1 Optie 10 Optie 11	Optie 11	Optie 9
Rang 4	Optie 11	Optie 2 Optie 7	Optie 4 Optie 12	Optie 10	Optie 12	Optie 4 Optie 11	Optie 11	Optie 7	Optie 2 Optie 12	Optie 12	Optie 10	Optie 12	Optie 9 Optie 12	Optie 4 Optie 12
Rang 5	Optie 7 Optie 10	Optie 3	Optie 2 Optie 10	Optie 5 Optie 7	Optie 4	Optie 12	Optie 3 Optie 10	Optie 4	Optie 3 Optie 7	Optie 2 Optie 7	Optie 7	Optie 4	Optie 4 Optie 10	Optie 2 Optie 10
Rang 6	Optie 3 Optie 9	Optie 5	Optie 7	Optie 3	Optie 2 Optie 7	Optie 3 Optie 10	Optie 7	Optie 6	Optie 5	Optie 3	Optie 4	Optie 2 Optie 7	Optie 2	Optie 7
Rang 7	Optie 5		Optie 3 Optie 5		Optie 3 Optie 5	Optie 9	Optie 5	Optie 2 Optie 3		Optie 5	Optie 2	Optie 3 Optie 5	Optie 7	Optie 3 Optie 5
Rang 8						Optie 7		Optie 5			Optie 3 Optie 5		Optie 3	
Rang 9						Optie 5							Optie 5	



Figuur 13: Grafische voorstelling van rangschikking ARGUS-basisscenario (=ARGUS-scenario 1) door de afzonderlijke besluitnemers.

Beleidsopties die goed scoorden in het ARGUS-basisscenario, zijn:

- BO1, versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen;
- BO6, verhoogde inspectie en onderhoud;
- BO8, terugdringen van autoverkeer (woon-werk) door meer carpooling en telewerk.

Beleidsopties die matig tot goed scoorden, zijn:

- BO9, terugdringen autogebruik door meer openbaar vervoer;
- BO11, terugdringen vrachtvervoer over de weg door spoortransport;
- BO12, terugdringen vrachtvervoer over de weg door binnenvaart.

De twee beleidsopties die het slechts scoorden, zijn:

- BO3, versnelde vervanging van oude personenwagens;
- BO5, introductie van elektrische auto's in stedelijke omgeving.

9.4 Sensitiviteitsanalyse

Eenzijds werd nagegaan wat het effect op de rangschikking van de beleidsopties zou zijn als één of meerdere criteria zouden wegvallen. Anderzijds werd de gevoeligheid bekeken voor veranderingen in investeringskosten in spoor en binnenvaart, omdat de gegevens inzake investeringskosten voor deze modale shifts grote onzekerheidsmarges vertoonden. In paragraaf 9.3 gebeurde de rangschikking rekeninghoudend met de ondergrens van investeringskosten. Tabel 21 geeft een overzicht van de opbouw van de verschillende ARGUS-scenario's.

Tabel 21: Overzicht ARGUS-scenario's voor sensitiviteitsanalyse op rangschikking van de beleidsopties.

Scenario	Opgenomen criteria*
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
2	1, 4, 6, 8
3	1, 5, 6, 8
4	6, 7, 8
5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
6	1, 2, 6, 8
7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (Max kost opties 9, 11 en 12)
8	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8
9	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 (Max kost opties 9, 11 en 12)

* Met minimale investeringskost voor spoor en binnenvaart, indien niet anders vermeld.

De resultaten voor de scenario's 2 t.e.m. 9 worden uitgebreid rapporteerd in Bijlage 12. De belangrijkste bevindingen kunnen als volgt worden samengevat:

- BO8 'Terugdringen autoverkeer (woon-werk) door meer carpooling en telewerk' scoorde in alle ARGUS-scenario's goed. Met uitzondering van ARGUS-scenario 4, stond BO8 steeds in

rang 1 of 2. Scenario 4 hield geen rekening met de milieucriteria. We zien dat in dat scenario BO9 (vermindering autogebruik door meer openbaar vervoer) en BO10 (vermindering autogebruik door meer fietsgebruik en te voet) in de hoogste rangen staan;

- Als naast CO₂ ook VOS moet aangepakt worden, scoorden ook BO1 'Versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen' en BO6 'Verhoogde inspectie en onderhoud' goed. BO6 is zeer gevoelig voor het VOS-gerelateerde criterium.
- Kijken we naar ARGUS-scenario's waarin het VOS-gerelateerde criterium niet voorkomt (PS: VOS is in eerste instantie geen probleem, cfr. paragraaf 5.4.2), dan zien we dat BO10 'Terugdringen autoverkeer door meer fietsen en te voet' ook goed begint te scoren. Dit naast BO8, 9, 11 en 12.
- Beleidsopties die niet goed scoren zijn:
 - BO2: Versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieve voertuigen;
 - BO4: Retrofit;
 - BO7: Meer milieuvriendelijke rijstijl.

De gevoeligheidsanalyse op investeringskosten voor spoor en binnenvaart toonde aan dat bij hogere investeringen BO4 naar boven schuift in de rangschikking. Het uitsluiten van kostenaspect schoof BO4 eveneens naar boven. Dit was tevens het geval voor BO2 maar deze bleef slechter scoren dan BO4.

- De twee beleidsopties die globaal gezien het slechts scoorden, zijn:
 - BO3: Versnelde vervanging van oude personenwagens;
 - BO5: Introductie van elektrische auto's in stedelijke omgeving.

Er kan vermeld worden dat er geen fundamentele verschillen tussen de verschillende besluitnemers (kabinetten, administraties, universiteit en wetenschappers) kon worden vastgesteld.

BO7 'Meer milieuvriendelijke rijstijl' scoort maar heel matig. Het potentieel voor emissiereductie is hier wel hoog, maar een gedragsverandering is niet evident. Verder werd deze maatregel enkel voor personenwagens doorgerekend, een uitbreiding naar de overige voertuigcategorieën zou resulteren in hogere emissiereducties. Wenst men iets te doen aan het rijgedrag, dan zal dat hoogstwaarschijnlijk indirect moeten gebeuren via technologische hulpmiddelen, bv. in-car apparatuur en ISA (Intellegent Speed Adaptation).

De studie leert dat in een globaal beleid (op internationaal, federaal en gewestelijk niveau) inzake vermindering van CO₂ en troposferische ozon door transport, de introductie van elektrische auto's (BO5) geen geschikte optie is voor een tijdshorizon tot 2010 à 2012. In hoeverre dat elektrische voertuigen op lokaal niveau kunnen bijdragen tot andere specifieke doelstellingen aldaar (reductie geluid, deeltjesuitstoot, ...) werd hier niet onderzocht, er worden hierover dan ook geen uitspraken gedaan.

BO3 'Versnelde vervanging van oude personenwagens' moet men niet meer in overweging nemen. Deze optie scoort slecht en geeft enkel voor een korte periode effect. Verder is het zo dat deze optie vooral bedoeld was om niet-katalysator voertuigen uit het verkeer te halen. Een 5-tal jaar geleden was deze maatregel misschien nuttig geweest. Nu is het te laat, want tegen 2008 rijden er (nagenoeg) geen benzine wagens meer zonder katalysator.

10 BESLUITEN EN BELEIDSADVIEZEN

10.1 Besluiten

Hoewel het verkeer een belangrijke bijdrage levert aan verschillende milieuproblemen, lag in deze studie het accent op de broeikasgas- en ozonproblematiek. Voor CO₂, die in omvang nog steeds het voornaamste broeikasgas vormt, nam het verkeer in 1999 ongeveer 22 % van de totale-uitstoot voor zijn rekening. Voor de ozonprecursoren NO_x en NMVOS, was het verkeer verantwoordelijk voor respectievelijk 53 % en 31 % [2].

Bij een ongewijzigd beleid

Bij een ongewijzigd beleid (Business-As-Usual of BAU-scenario) zou tegen 2010 ten opzichte van 1990 de CO₂-uitstoot door het verkeer stijgen met 57 %, en tegen 2012 zelfs met 62 %. Voor NO_x en VOS wordt er een daling verwacht met respectievelijk 55 % en 82 %. De auto blijft binnen het verkeer de belangrijkste boosdoener, wel neemt tegen 2010 het belang van het vrachtverkeer over de weg sterk toe, en wordt ongeveer even belangrijk als de auto.

Toetsing van de CO₂-prognoses bij ongewijzigd beleid aan internationale verbintenissen toont dat voor het verkeer de verkeerde kant opgaat, nl. een continue stijging in de periode 1990-2012. In het Protocol van Kyoto engageert België zich er nochtans toe om de globale broeikasgasuitstoot in de periode 2008-2012 met 7,5 % te verminderen t.o.v. 1990.

De huidige technologische verbeteringen en de vrijwillige overeenkomst van de automobielconstructeurs met de Europese Commissie om de CO₂-uitstoot van nieuwe wagens te verlagen, volstaan niet om de CO₂-uitstoot door het verkeer te stagneren, laat staan te verminderen. Wel is er een minder snelle stijging van de CO₂-emissies door het verkeer, maar de gestage toename in mobiliteitsvraag compenseert ruimschoots alle technologische verbeteringen die vandaag en op korte termijn (2005) op de markt zijn.

Meer hoopgevend is de toetsing aan het Protocol van Göteborg dat nationale emissieplafonds oplegt voor 2010. Deze hebben naderhand in België geleid tot sectorale doelstellingen. Voor het verkeer in België werden volgende emissieplafonds vastgelegd: 68 kton NO_x, 35,6 kton VOS en 2 kton SO₂. In het trend-scenario ligt de NO_x-waarde er wat boven. Wel dient vermeld dat in 2004 de emissieplafonds zullen worden bijgesteld, minder optimisme is hier dus waarschijnlijk beter geplaatst. Voor VOS blijkt het trendscenario ruimschoots te voldoen. SO₂ werd niet besproken in deze studie.

Methodologie

Om bovenvermelde milieuproblemen aan te pakken werden in deze studie twaalf beleidsopties voor de transportsector geëvalueerd op hun effectiviteit voor de reductie van CO₂, NO_x, VOS en ozonconcentraties. Hierbij werd tevens rekening gehouden met de economische en sociale haalbaarheid van de beleidsopties. Er werden acht evaluatieparameters of criteria gebruikt: drie voor de effectiviteit naar emissies, twee voor de effectiviteit naar ozonconcentraties, één voor de economische haalbaarheid en twee voor de sociale haalbaarheid. Voor de geïntegreerde

evaluatie van de beleidsopties werd advies ingewonnen bij twaalf besluitnemers, waaronder ook beleidsmensen.

Rangschikking van de beleidsopties

Rekeninghoudend met alle 8 de criteria resulteerde de geïntegreerde evaluatie van de beleidsopties in de volgende rangschikking:

☞ *Beleidsopties die goed scoorden:*

- Versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen;
- Verbeterde inspectie en onderhoud;
- Terugdringen van autoverkeer (woon-werk) door meer carpooling en telewerk.

☞ *Beleidsopties die matig tot goed scoorden:*

- Terugdringen autogebruik door meer openbaar vervoer;
- Terugdringen vrachtvervoer over de weg door spoortransport;
- Terugdringen vrachtvervoer over de weg door binnenvaart.

☞ *Beleidsopties die heel matig tot matig scoorden:*

- Conversie van bestaande voertuigen (retrofitting);
- Meer milieuvriendelijke rijstijl
- Terugdringen van autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan;
- Versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieven.

☞ *De twee slechts scorende beleidsopties, waren:*

- Versnelde vervanging van oude personenwagens;
- Introductie van elektrische auto's in stedelijke omgeving.

De toetsing van de verkeersemisies (bij ongewijzigd beleid) aan het Protocol van Göteborg heeft aangetoond dat de VOS-uitstoot in het verkeer in eerste instantie geen probleem zou vormen. Daarom werd nagegaan welk effect het elimineren van het VOS-criterium bij de globale evaluatie van de beleidsopties voor het verkeer heeft.

☞ Naast de opties 'Terugdringen van autoverkeer (woon-werk) door meer carpooling en telewerk' scoorden volgende opties eveneens goed:

- Terugdringen van autogebruik door meer openbaar vervoer;
- Terugdringen van vrachtvervoer over de weg door spoortransport.

☞ Matige tot goede score voor:

- Terugdringen van autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan;
- Terugdringen vrachtvervoer over de weg door binnenvaart.

☞ Ook in deze configuratie scoorden de opties versnelde vervanging van oude personenwagens en de introductie van elektrische wagens het slechts.

Wel dient hier vermeld dat de nationale VOS-doelstelling over de sectoren heen moeilijk haalbaar zal zijn, en bijkomende maatregelen in het verkeer waarschijnlijk welkom zullen zijn.

De lage rangorde van de optie 'retrofitting' ligt vooral in het feit dat dit maatregelen inhoudt die de CO₂-uitstoot niet of weinig beïnvloeden. Let wel, dat in de evaluatie de effectiviteit naar de reductie van deeltjes niet werd opgenomen. Deeltjes blijken evenwel de belangrijkste impactfactor te zijn van het verkeer op de volksgezondheid [3]. Retrofitting van dieselveertuigen mag dus niet uitgesloten worden.

Hoewel een aangepaste rijstijl een hoog emissiereductie potentieel bezit, scoorde de optie ‘Meer milieuvriendelijke rijstijl’ maar heel matig. Een gedragsverandering is immers niet evident. Bovendien werd deze maatregel enkel voor personenwagens doorgerekend, een uitbreiding naar de overige voertuigcategorieën zou resulteren in hogere emissiereducties. Wenst men iets te doen aan het rijgedrag, dan zal dat hoogstwaarschijnlijk indirect moeten gebeuren via technologische hulpmiddelen, bv. in-car apparatuur, ISA (Intelligent Speed Adaptation), enz. Het kostenplaatje voor deze technologische oplossingen, is evenwel hoger dan voor een rijopleiding. De opvolging van de tips voor een aangepaste rijstijl kan evenwel laag liggen, vooral enkele jaren na de opleiding.

De matige score van de optie ‘Verminderen van autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan’, wordt verklaard door het beperkt aantal substitueerbare autokilometers (max. 5 %).

De optie ‘Versnelde vervanging van oude personenwagens’ is niet interessant. Deze optie scoorde slecht en geeft enkel voor een korte periode effect. Ook bleek de economische en sociale haalbaarheid van deze optie heel laag.

Verder leert de studie dat in een globaal beleid (op internationaal, federaal en gewestelijk niveau) inzake vermindering van CO₂ en troposferische ozon door transport, de introductie van elektrische auto's geen geschikte optie is voor een tijdshorizon tot 2010 à 2012. In hoeverre dat elektrische voertuigen op lokaal niveau kunnen bijdragen tot andere specifieke doelstellingen aldaar (reductie geluid, deeltjesuitstoot, ...) werd hier niet onderzocht, er worden hierover dan ook geen uitspraken gedaan.

Effectiviteit naar emissies

Iedere afzonderlijke beleids optie (realistisch implementatieniveau) leidde tot een CO₂-uitstoot door het verkeer, dat blijft stijgen in de periode 2001-2012. Wel treedt er, voor beleidscenari'o's die een modale shift impliceren, een afzwakking van de groei op.

Voor de NO_x- en VOS-uitstoot wordt de trend gezet door het BAU-scenario. Er werden maar beperkte bijkomende reducties gerealiseerd door de afzonderlijke beleids opties.

Een toetsing van de emissieresultaten van de afzonderlijke beleids opties aan het Protocol van Kyoto, geeft aan dat de doelstelling zeer moeilijk haalbaar zal zijn. Ingrijpende maatregelen en technologische verbeteringen ter vermindering van het brandstofverbruik (~ CO₂-emissie) dringen zich op.

Het VOS-emissieplafond vastgelegd in het kader van het Protocol van Göteborg lijkt geen probleem voor de transportsector, zelfs het BAU-scenario resulteert in een waarde onder het plafond. Voor NO_x is het niet zo duidelijk daar de uitstoot voor de verschillende beleids opties rond het emissieplafond schommelen. Rekening houdend met de verschillende onzekerheden bij emissieberekeningen, kan men stellen dat tevens voor NO_x zware inspanningen zullen moeten geleverd worden.

Effectiviteit naar ozonconcentraties

De dalende trend in ozonconcentraties, hier geëvalueerd door middel van de AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb ~ beschermingsdrempel voor de vegetatie) en AOT60 (Accumulated exposure Over a Threshold of 60 ppb ~ beschermingsdrempel voor de volksgezondheid) waarde, werd gezet door het scenario met een ongewijzigd beleid. De individuele beleidsopties resulteerden slechts in marginale of geen bijkomende reducties van de ozoncriteria. Het grootste effect werd verkregen met beleidsoptie ‘Verbeterde inspectie en onderhoud’. Deze daling was evenwel kleiner dan 3%, wat weinig is. De aanpak van de ozonproblematiek kan niet opgelost worden met één enkele beleidsoptie. Structurele en langdurige initiatieven in verschillende sectoren en op een grote ruimtelijke schaal (nationaal, Europees, mondiaal) zijn noodzakelijk.

Economische evaluatie

De economische evaluatie leerde dat globaal genomen beleidsopties die een modal-shift impliceren beter zijn dan de zuiver technologische maatregelen, ook wanneer deze maatregelen aanzienlijke investeringen vereisen. In de evaluatie werden investeringskosten en brandstofbesparingen in rekening genomen.

Uit de kostenevaluatie bleek dat aanpassing van de rijstijl van bestuurders via het volgen van een rijopleiding ook een haalbare optie is.

Van de technologische beleidsopties scoorden volgende opties redelijk: versnelde introductie van milieuvriendelijke conventionele voertuigen, conversie van bestaande voertuigen naar milieuvriendelijke alternatieven en aangepaste rijstijl via In-car apparatuur.

De volgende beleidsopties bleken zeer duur (> 500 miljoen euro over de periode 2001-2012) te zijn: (1) versnelde introductie van milieuvriendelijke alternatieven, (2) versnelde vervanging van oude voertuigen, (3) introductie van elektrische voertuigen en (4) verbeterde inspectie en onderhoud.

Sociale haalbaarheid

Er werd een enquête inzake sociale haalbaarheid van de twaalf beleidsopties uitgevoerd bij vijf groepen stakeholders: gebruikers, leveranciers, administraties en openbare instellingen, onderzoeksinstituten, en verenigingen en federaties actief in het mobiliteitsgebeuren. Uit de resultaten bleek dat de opties onderling naar haalbaarheid niet veel verschillen. Via de enquête werd echter alleen gepeild naar de wensen van de maatschappij en de haalbaarheid om deze maatregelen ook daadwerkelijk om te zetten in wetten. De maatschappelijke wenselijkheid en de politieke haalbaarheid bleken in grote mate samen te lopen. In het perspectief van de implementeerbaarheid van de vooropgestelde maatregelen is dit een belangrijk gegeven omdat dit impliceert dat het maatschappelijke draagvlak aanzienlijk blijkt te zijn. M.a.w. de maatschappelijke aanvaardbaarheid van de maatregelen blijkt geen probleem te vormen bij de politieke uitvoering.

Uitzondering hierop vormt de beleidsoptie ‘Versnelde vervanging van oude voertuigen’, voor dewelke de politieke haalbaarheid weinig waarschijnlijk werd geacht en de maatschappelijke wenselijkheid in vergelijking met de overige maatregelen als het minst wenselijk werd ingeschat. De opties waarbij het autogebruik zou verminderen door ‘meer openbaar vervoer’, en ‘meer

fietsgebruik en te voet gaan' scoorden erg hoog wat betreft zowel de politieke haalbaarheid als de maatschappelijke wenselijkheid. Voor de ondervraagde actoren komen deze beleidsopties dus duidelijk als prioritair uit deze bevraging.

10.2 Beleidsadviezen

De meest efficiënte manier om de negatieve gevolgen van het verkeer op het milieu en de volksgezondheid in te perken, is door ons met zijn allen minder te verplaatsen (met een gemotoriseerd voertuig). Beleidsmatig zijn initiatieven die de mobiliteitsvraag beheersen dus van primordiaal belang. Als men zich dan toch moet verplaatsen, dient dit op de meest milieuvriendelijke manier te worden ingevuld: meer nog op de meest duurzame wijze. Verder spelen ook onze persoonlijke perceptie inzake het omgaan ‘met’ en ‘in’ het verkeer een voorname rol in het ganse verkeersgebeuren en zijn gevolgen. Beleidsinitiatieven, die sturen naar een verandering van gedragpatronen, zijn dus tevens gewenst.

10.2.1 Beheersen van de mobiliteitsvraag

Een belangrijke doelstelling voor het beleid moet zijn het streven naar de ontkoppeling van de economische groei en de mobiliteitsbehoefte. Het beleid moet sturen naar meer verantwoorde verplaatsingen (naar doel en nut). Belangrijk in dit kader zijn een aangepast ruimtelijke ordeningsbeleid en de bewustmaking van de burger voor een meer duurzame mobiliteit en samenleving. Hoewel nu acties voor het beheersen van de mobiliteitsvraag dienen genomen te worden, zullen de effecten pas op lange termijn merkbaar worden. Het beleid mag zich hierdoor niet laten afschrikken.

Verder dient België op Europese fora te pleiten voor het implementeren (in de verschillende lidstaten) van maatregelen die een eerlijkere en doelmatigere prijssetting bewerkstelligen. Deze prijssetting beoogt de dekking van de externe kosten (althans gedeeltelijk) van het verkeer (het principe ‘De vervuiler betaalt’). Deze externe kosten houden onder meer de kosten in, veroorzaakt door milieuschade, ongevallen, slijtage van infrastructuur en verkeersopstopping.

Dit type van maatregelen viel buiten de scope van voorliggende studie, vandaar de beperkte bespreking. Wel wordt telewerken in paragraaf 10.2.2 besproken, omdat deze tezamen met het promoten van carpooling werd geëvalueerd.

10.2.2 Optimaal beheer van de mobiliteitsvraag

Niet-technische maatregelen

Uit de voorliggende studie bleek dat maatregelen ter bevordering van modal-shift het best geplaatst zijn om het optimale beheer van de mobiliteitsvraag in te vullen. De verschuiving van autogebruik naar openbaar vervoer bleek het meest sociaal haalbaar. Er moet dus dringend en continu werk gemaakt worden van een verbetering in aanbod, kwaliteit en betrouwbaarheid van het openbaar vervoer.

Carpooling en telewerken scoorde over de ganse lijn goed. Om carpooling aantrekkelijker te maken moeten in eerste instantie fiscale stimuli uitgewerkt worden. Hierbij kan gedacht worden om de meerrijders ook (gedeeltelijk) te vergoeden. Het terugdringen van het fiscaal voordeel voor

autosolisten is zeker een bijkomende stimuli. Verder moeten er meer carpoolparkings worden aangelegd, deze doen trouwens ook dienst als publiciteitstrekker. Daarnaast moeten bedrijven aangezet worden om carpoolen onder de werknemers te stimuleren. Dit onder meer door carpoolen een specifiek onderdeel van een bedrijfsvervoerplan te maken.

Voor het promoten van telewerken moet de overheid in eerste instantie de werkgevers aanmoedigen om open te staan voor deze nieuwe vorm van flexibiliteit voor de werknemers. Verder kan de overheid ondersteunende maatregelen uitwerken voor het stimuleren van satellietkantoren. Hierbij dient opgemerkt dat een Amerikaanse studie wijst op een gedeeltelijke opvulling van de vermeden kilometers door telewerk, door andere pendelaars die aangetrokken worden door de kortere reistijden en door een grotere spreiding van de bewoning wat resulteert in meer kilometers voor verplaatsing in de vrije tijd [69]. Er moeten dus maatregelen uitgewerkt worden om deze opvulling te minimaliseren. Dit geldt trouwens voor alle maatregelen die het wegverkeer afremmen

Om het fietsen en het te voet gaan te promoten moet het beleid onder meer volgende actiepunten bevatten:

- de aanleg van meer en veilige fietsstallingen, en mooie, veilige fiets- en voetpaden;
- het voorzien van goed uitgebouwde fietsherstellingsdiensten;
- gratis of goedkoop vervoer van fiets op de trein;
- eventueel op bepaalde tijdstippen rijstroken vrijmaken enkel en alleen voor fietsers;
- het uitwerken van fiscale stimuli voor 'groene woon-werk' verplaatsingen.

Bij het promoten van het vrachtvervoer per spoor en binnenvaart, moet in de eerste plaats aandacht gaan naar de verdere uitbouw van gecombineerd vervoer voor goederenvervoer (gebruik van containers die deels per trein of schip en deels per vrachtwagen vervoerd worden). Infrastructurele voorzieningen zijn hier belangrijk, evenals het uitwerken van onder meer fiscale stimuli voor bedrijven die een andere modi dan wegtransport stimuleren.

Technische maatregelen

Naast de bevordering van modal-shift zijn tevens technische maatregelen mogelijk. Zo kan men op korte termijn fiscale maatregelen uitwerken voor voertuigen die reeds aan toekomstige (dus nog niet van kracht zijnde) wetgeving voldoen. Een eerste maatregel die hieraan tegemoet komt, werd recent van kracht (augustus 2001). Parallel moet een actieplan uitgewerkt worden voor alternatieve motorbrandstoffen en -aandrijvingen, die pas op langere termijn vruchten naar emissiereducties (incl. CO₂) zal afwerpen. In dit plan moet in eerste instantie de nadruk gelegd worden op onderzoek, ontwikkeling en demonstratie.

Maatregelen die resulteren in een verbeterde inspectie en onderhoud van voertuigen zijn tevens zinvol in de strijd tegen de vervuiling door verkeer, maar deze blijken duur te zijn. Op korte termijn kan men voor personenwagens denken aan een soort bonus-systeem zoals met het KB van 1998 werd ingevoerd voor bedrijfsvoertuigen.

Meer fundamentele maatregelen kunnen doorgevoerd worden om meer effect te hebben. Hier is een snel resultaat niet mogelijk, maar het zal wel resulteren in grote effectiviteit op langere termijn.

Een verbetering van de inspectie kan voornamelijk via de introductie van een nieuwe testmethode waarbij de huidige stationaire testen vervangen worden door een korte dynamische test. Hiervoor dienen investeringen in de respectievelijke inspectiestations te gebeuren. Tevens is er in Europa weinig of geen ervaring met het gebruik van deze testen binnen het inspectiegebeuren. Het opbouwen van deze ervaring in België in een proefproject is dan ook nodig om tot een functioneel gegeven te komen. De problemen bij de introductie van de roetmeting voor diesels enkele jaren terug toont deze noodzaak aan. Deze strengere keuring kan dan aanleiding geven tot een stimulans naar een bijkomend onderhoud, de aankoop van een nieuwe wagen (met lagere emissies) of naar het plaatsen van een nieuwe katalysator of roetfilter of conversie met lagere emissies.

Parallel dient de inspectie met behulp van het OBD (On Board Diagnostic)-systeem in het voertuig onderzocht en uitgewerkt te worden. Deze nieuwe technologie, die nu op nieuwe voertuigen wordt ingebouwd, biedt de mogelijkheid om zonder metingen continue de toestand van het voertuig op te volgen en onderhoud te laten uitvoeren op de momenten dat er iets fout gaat met de werking van het voertuig. Hierdoor ontstaat een instrument waardoor niet moet gewacht worden tot de eerste technische controle. De praktische haalbaarheid van het gebruik van OBD in dit kader en hoe het kan geïmplementeerd worden of hoe OBD moet evolueren, moet evenwel onderzocht worden. Over enkele jaren kan dit gegeven dan geïntegreerd worden in de wetgeving met betrekking tot de periodieke inspectie.

Hoewel de conversie van bestaande voertuigen naar meer milieuvriendelijke voertuigen (retrofitting) geen of weinig antwoord biedt op de CO₂- en ozonproblematiek, biedt dit alternatief goede perspectieven voor de beperking van deeltjes door het verkeer. Deze deeltjes zijn tevens van belang bij de mobiliteitsproblematiek, daar zij een belangrijke impact hebben op de volksgezondheid. Men moet weten dat in België al jaren een verdieselijking van het voertuigenpark plaatsgrijpt (bij aankoop gaat de voorkeur steeds meer naar diesel- dan naar benzinevoertuigen). Het uitrusten van dieselvoertuigen met een roetfilter is dus positief voor de volksgezondheid. Op korte termijn is het haalbaar om conversie bij specifieke vloten en technologieën actief te ondersteunen. Hierbij moet in eerste instantie gedacht worden aan bussen en vrachtwagens.

Een versnelde vervanging van oude personenwagens is niet interessant. Deze optie heeft slechts over een korte periode effect. Ook blijkt de economische en sociale haalbaarheid van deze optie heel laag. Verder is het zo dat deze optie vooral bedoeld was om niet-katalysator voertuigen uit het verkeer te halen. Een 5-tal jaar geleden was deze maatregel misschien nuttig geweest. Nu is het te laat, want tegen 2008 rijden er geen (oude) wagens meer zonder katalysator.

Verder moet België het uitwerken van emissienormen voor treinen en schepen op de Europese agenda plaatsen.

10.2.3 Verandering van gedragspatronen

Het succes van bovenvermelde beleidsopties en maatregelen hangt in belangrijke samen met het gedrag van de burger. Deze moet bewust gemaakt worden van het belang van een duurzame mobiliteit en samenleving, en van de rol die hij/zij daarin speelt. Het stimuleren van alternatieven

voor de auto en het vrachtvervoer over de weg moet hier zoals hoger reeds vermeld hoog in het vaandel worden gedragen.

De huidige acties inzake het sensibiliseren voor en het stimuleren van de aankoop van zuinigere en meer milieuvriendelijke voertuigen moeten uitgebreid worden. Zeker als we weten dat er bij de aankoop van een voertuig nog steeds een trend is naar meer zware wagens en 4x4-voertuigen.

Een aangepaste rijstijl bezit een belangrijk potentieel voor de reductie van brandstofverbruik en emissies, daarom moeten er actiesplannen worden opgesteld die een aangepaste rijstijl stimuleren. Er kan hier gedacht worden aan specifieke rijopleidingen voor beroepschauffeurs en het inlassen van een gedeelte zuinig en ecologisch rijden in de huidige rijopleiding voor kandidaat automobilisten. Zeker niet minder belangrijk is het sturen van de rijstijl via technologische middelen, zoals in-car apparatuur (snelheidsbegrenzers, cruise-control, on-board computers, black boxes) en ISA (Intelligent Speed Adaptation). Momenteel zijn verscheidende technologische ontwikkelingen aan de gang die onmiddellijk of op korte termijn hun marktintrede zouden kunnen doen. De interesse van bedrijven om zulke systemen te commercialiseren moet gestimuleerd worden. In een volgende stap moet de burger gesensibiliseerd en gestimuleerd worden om deze technieken te gebruiken. Parallel kan België op Europese fora pleiten voor Europese acties inzake het sturen naar een energiezuinige en ecologische rijstijl, dit kan gekoppeld worden aan acties veiliger verkeer.

Vanwege het toenemende comfort in voertuigen, is het nuttig om bestuurders te sensibiliseren voor een verantwoord gebruik van luxe accessoires. Een verantwoord gebruik van airco's in voertuigen vormt hier een belangrijk actieterrein. Airco's kennen trouwens een grote opmars in voertuigen en het gebruik ervan kan resulteren in een aanzienlijk meerverbruik en verhoging van de emissies.

10.3 Slotconclusies

Voor het uitvoeren van de multidisciplinaire studie naar maatregelen in de transportsector voor de reductie van CO₂ en ozon, werden enerzijds bestaande instrumenten aangepast en anderzijds enkele bijkomende instrumenten ontwikkeld en geoperationaliseerd. De gevolgde methodologie en de beschikbare instrumenten kunnen in toekomstige studies inzake duurzaamheidsvaluatie van transport of andere sectoren ingezet worden.

Wat de emissieprognoses betreft, zijn vanuit de huidige inzichten vooral de CO₂-uitstoot en in mindere mate de NO_x-uitstoot van het verkeer verontrustend. Voor het kunnen nakomen van het Protocol van Kyoto zal in andere sectoren de CO₂-emissie reductie in de periode 1990-2010 meer dan 7,5 % moeten bedragen. Voor het halen van Göteborg voor het verkeer zullen voornamelijk inspanningen moeten geleverd worden naar NO_x-emissies.

Het is duidelijk dat grote beleidsinspanningen vereist zijn om te komen tot een duurzame mobiliteit. De verschillende beleidsniveaus moeten hun inspanningen focussen naar een gemeenschappelijk doel. Vertrekkende van een Europees beleid dat maximale ondersteuning vindt van de lidstaten, moeten de inspanningen op federaal, regionaal en lokaal niveau goed op elkaar afgestemd zijn en goed gecoördineerd worden. Verder is er nood aan een beleid dat milieubelangen en andere duurzaamheidsaspecten integreert in de besluitvorming over vervoer en aanverwant beleid. Er dient

een optimale afstemming nagestreefd te worden van het beleid naar Milieu, Mobiliteit, Ruimtelijke Ordening en Infrastructuurplanning.

BIJLAGE 1: Referentielijst

- [1] Verkeerstellingen 1999 (Nr. 17), Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, Bestuur van Wegverkeer en Infrastructuur, Dienst Wegennormen en Wegtoegankelijkheid, Brussel, Augustus 2000.
- [2] Lozingen in de lucht 1980-1999, VMM-rapport D/2000/6871/037, Erembodegem, 2000.
- [3] L. Int Panis, L. De Nocker, R. Torfs, I. De Vlieger Ina, G. Wouters, External environmental costs of transport in Belgium, A report for OSTC, Vito, 2001.
- [4] Friedrich and Bickel (ed.) (2001): Environmental External Costs of Transport, Springer Verlag Heidelberg, 2001.
- [5] De Keukeleere D., Cornu K., De Vlieger I., Van Poppel M., Evaluatie reductiepotentieel van mogelijke aanvullende maatregelen rond milieuvriendelijke motorvoertuigen en – brandstoffen, Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Gemeenschap (Aminal), Januari 2001.
- [6] MEET, *Methodology for calculating transport emissions and energy consumption*, Transport research, Fourth Framework Programme, Strategic Research, DG VII, ISBN 92-828-6785-4, 1999.
- [7] Copert III, 2000.
- [8] Resultaten van Vito-meetcampagnes 1993-1999, ENGVA (European Natural Gas Vehicle Association), IANGV (International Association for Natural Gas Vehicles), IEA/AMF (International Energy Agency, Alternative motor fuels agreement).
- [9] NIS, Binnenscheepvaart, pag. 7, Evolutie van de totale binnenvaart in 1000 tkm in België, 1997.
- [10] Frischknecht R. et al., *Ökoinventare von Energiesysteme*, ETH Zurich, 1996.
- [11] Builtjes P.J.H. and Boersen G., Model calculations to determine the influence of European emission reductions on ozone concentrations over Belgium, *TNO-report TNO-MEP-R 96/274*, Apeldoorn, 1996.
- [12] Aman M., Bertok, I., Cofala J., Gyarmas F., Heyes C., Klimont Z., en Schöpp W. (1999) Integrated Assessment Modeling for the Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone in Europe, IIASA, 1999.
- [13] Dumont E., Mensink C., Fotochemische luchtverontreiniging, Vlaams Natuur- en Milieurapport, MIRA-S, VMM-rapport, Garant, Leuven, 2000.

- [14] Prospective study of the emissions in Belgium until 2008/2012 of the greenhouse gasses included in the Kyoto Protocol, Cost and potential measures and policy instruments to reduce GHG emissions, Part B, CES-KUL/Vito report, Study for the Belgian Federal Ministry of Environment, December 1999.
- [15] Cofala J., Syri S., Nitrogen oxides emissions, abatement technologies and related costs for Europe in the RAINS model database, IIASA Interim report, IR-98-88, October 1998.
- [16] Klimont Z., Amann M., Cofala J., Estimating costs for controlling emissions of Volatile Organic Compounds (VOC) from stationary Sources in Europe, IIASA Interim report, IR-00-51, August 2000.
- [17] De Keyser W. and Peeters P., "ARGUS – A new multiple criteria method based on the general idea of outranking", in Applying Multiple Criteria Aid for Decision to Environmental Management, Paruccini M. (ed.), ECSC EEC EAEC Brussels and Luxembourg, 263 – 278, 1994.
- [18] Brans, J. P., Macharis, C. and Mareschal, B. The GDSS promethee procedure, *Internal Report CSOOTW/277*, Vrije Universiteit Brussel, 1997.
- [19] De Keukeleere D., Voertuigen met alternatieve aandrijfsystemen – praktische informatie voor kandidaat-gebruikers, Vito-rapport 1998/V&M/R/048, Studie uitgevoerd in opdracht van het Vlaams Gewest, 1998.
- [20] Akkoord tussen de Vereniging van Europese autoconstructeurs (ACEA) en de Europese Commissie van 29 juli 1998.
- [21] Brand C. et al., CANTIQUÉ – Cleaner air for Europe: the Role of Non-Technical Transport Measures, Draft Report 7 April 1999.
- [22] van den Brink R. en van Wee B., From Petrol-fuelled to Diesel –fuelled Cars: the Environmental Pros and Cons, Paper prepared for the European Energy Conference, 30 September – 1 October 1999, Paris, France.
- [23] Cornu K. et al., Beleid voor rationeel energieverbruik en het transport in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Vito, 1998.
- [24] Cornu K. et al., Evaluatie reductiepotentieel van mogelijke aanvullende maatregelen rond milieuvriendelijke motorvoertuigen en –brandstoffen, VITO-rapport, 1999/V&M/R/003, januari 1999.
- [25] Voorbereiding, CO₂-REG beleidsplan van het Vlaamse Gewest, 1998.

- [26] De Keukeleere D., De Vlieger I. en Vervoort I., Verbruiks- en emissiemetingen op diverse voertuigen en in kalme tot drukke verkeersomstandigheden, Vito-rapport 1998/V&M/R/011, april 1998.
- [27] De Vlieger I. et al., Resultaten van de Vlaamse werkgroep 'REG-vervoer-mobiliteit', Vito-rapport 1998/V&M/R/032, juli 1998.
- [28] De Vlieger en Mensink C., Evaluatie van de effectiviteit van ozon-zomermaatregelen voor verbetering van de luchtkwaliteit en de vermindering van hoge ozonconcentraties in België, VITO-rapport, 1998/V&M/R/018.
- [29] Elson D. M., Effectiveness of traffic management measures in improving air quality in European cities, Air Pollution Modelling Monitoring and Management, 1997.
- [30] Europese Wetgeving, <http://www.Europa.eu.int/eurlex>.
- [31] FEBIAC, Niet alleen LPG verdient fiscale stimulans, Persmededeling 3 april 1998 Brussel.
- [32] Germis J. en Vannieuwenhuyse B., Alternatieve modi voor goederenvervoer, VEV-CIB-enquête en onderzoek, oktober 1999.
- [33] Groenboek van de EG, Naar een eerlijke en doelmatige prijsstelling in het vervoer, december 1995.
- [34] Greening Paul, OBD: European Legislative Position, European Commission – DG III, 1998.
- [35] Grispen R. en De Vlieger I., energieverbruik en emissies bij het rijden in de stad, TRITEL/VITO-rapport in opdracht van het BHG, de Staatssecretaris voor Wetenschappelijk Onderzoek en Energie, Brussel, April 1998.
- [36] Jacobs E., Oplossingen voor stedelijke verkeersproblemen, DG 15/09/1997.
- [37] Labelling and its impact on fuel efficiency and CO₂-reduction, SAVE-Programme Final Report march 1999.
- [38] vzw Promotie Binnenvaart Vlaanderen, Persmededeling, <http://www.binnenvaart.be>.
- [39] Prospects for fuel saving devices in cars. The results of experiments with cruise controls, econometers and on-board computers, Novem-brochure.
- [40] Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering, Tweede Belgische Nationale mededeling, augustus 1997.
- [41] Rapportering uitvoering Nationaal CO₂-plan, Onderdeel Transport, 1998.

- [42] Sams T. et al., Exhaust Emission Reduction Strategies for Commercial Vehicle Engines, 8th Int. Symp. 'Transport and Air Pollution', Graz, 1999.
- [43] Schreurens M., marktintroductie van de econometer, Goudappel Coffeng BV, Colloquium Verkeer Milieu en Techniek, RIVM, Bilthoven, September 1997.
- [44] Siebens K., Wuyts H., De Vlieger I., Cornu K. en Smeekens K., Analyse van de maatregelen voorzien in het Vlaams CO₂:REG-beleidsplan en van de suggesties voor aanvullende acties. Bepalen van gekwantificeerde emissiereductiedoelstellingen, tijdsplan en van de financiële implicaties voor implementatie per deelactie, eindrapport, 1999/PPE/R/091, juli 1999.
- [45] Snelheidsgrenzing van bestelwagens en lichte trucks – effecten op milieu en economie, Centrum voor energiebesparing en schone technologie, Delft 23/3/98.
- [46] Vehicle Taxation in the European Union 1997, XXI/306/98-EN.
- [47] van de Weijer et al., The Representativity of Heavy Duty Approval Test Cycles in Relation to Real-Life Engine Load, 8th Int. Symp. 'Transport and Air Pollution', Graz, 1999.
- [48] Voorbereidende studie ter definiëring van een federaal plan voor duurzame mobiliteit, februari 1998.
- [49] Woestyn A. F., Ozonbeleid in België, Rapport over het Belgisch beleid inzake troposferisch ozon, december 1998.
- [50] Beyst V. at al., Bijdrage van UA-UFSIA, Vito, AMINAL en VMM aan MIRA-S 2000, Hoofdstuk 3.4 Verkeer en vervoer, synthesesetekst pag. 3-4, Juni, 2000.
- [51] Contacten met Prof. d'Alcantara, September 2000.
- [52] Second National Communication of France under the Climate Convention, November 1997.
- [53] JCS-studie, The Inspection of In -Use Cars in Order to Attain Minimum Emissions of Pollutants and Optimum Energy Efficiency, DG XI, DG VII and DG XVII of the European Commission, May 1998.
- [54] De Vlieger I. en Lenaers G., Emissie- en verbruiksmetingen aan benzine wagens in reële omstandigheden, VITO rapport ABS.RA9601, Mol, Mei 1996.
- [55] De Keukeleere D., De Vlieger I. en Vervoort I., Verbruiks- en emissiemetingen op diverse voertuigen en in kalme tot drukke verkeersomstandigheden, Eindrapport in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Economie, Afdeling ANRE, VITO-rapport 1998/V&M/R/011, April, 1998.

- [56] Van Beukel J., Van Dongen J.E.F., Pulles M.P.J., Steenbekkers J.H.M. en Van der Vliet J.M., Driving styles: how to minimize fuel consumption and emissions, TNO-IMW Report R 9/0943, P.O. Box 6033, Delft, Nederland, 1993.
- [57] 2020: Mens en Samenleving zijn mobiel als nooit tevoren!, Febiac Info, blz. 4-9, Brussel, maart 2000.
- [58] Pollet I., Nationale enquête over mobiliteit van huishoudens, Proceedings DWTC studiedag Duurzame Mobiliteit: De enquêtes: een kijk op mobiliteit en de bezigheid van de mensen, blz. 18, 30 maart 2000.
- [59] TRITEL, Mobiliteitsplan Vlaanderen, Fase 2: Modelopbouw – evaluatie trends scenario (1), Rapportage ½ Hoofdrapport, In opdracht van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Mobiliteitscel, Juli 1998.
- [60] Mailbach M., Peter D. & Seilen B. Ökoivertar Transporte, SPP Umwelt, Modul 5, INFRAS.
- [61] Noors Meteorologisch Instituut, 1999, EMEP emission data: status report 1999, Oslo.
- [62] VMM, 2000, MIRA-S 2000: Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen: Scenario's, Garant, Leuven.
- [63] AMINAL, 1999, Nota aan de MINA-Raad en de SERV: Protocol van het verdrag over grensoverschrijdende luchtverontreiniging ter bestrijding van verzuring, eutrofiëring en ozon in de omgevingslucht en De Europese Richtlijn nationale emissieplafonds.
- [64] De Autogids, tijdschriften uit de periode 1996-2000.
- [65] De Borger B., Proost S., Mobiliteit: de juiste prijs (ISBN 90-5350-611-X), Leuven, Garant, 1997.
- [66] Drs. Ipe Veling & Drs. Joris van 't Hoff (1998). Draagvlak voor SVVII-beleid. Onderzoek naar de houding van de Nederlandse bevolking ten aanzien van het verkeers- en vervoerbeleid van 1992 t/m 1998. TT98-30. Adviesdienst Verkeer & Vervoer.
- [67] De Keyser W., Peeters P., Group decision seen as a combinatorial optimisation problem, Conf. Proceedings, ORBEL 15, 15th Belgian Conference on Quantitative Methods and Decision making, Antwerpen, 29-30 January, 2001.
- [68] Policies and Measures of Reducing Energy Related Greenhouse Gas Emissions: Lessons from recent Literature, US Department of Energy, Office of Policy and International Affairs, Washington, D.C. July 1996.

BIJLAGE 2: Lijst van wetenschappelijke output die het onderzoek opleverde

Publicaties

- De Vlieger I., De Keukeleere D., Kretschmar J.G., Driving behaviour and congestion: Environmental effects by passenger cars, *Conf. Proceedings Papers, Traffic & Air Pollution*, pp. 137-145, 1999.
- Cornu K. en De Vlieger I, CO₂ reduction from transport – Kyoto a feasible target for Flanders, *Conf. Proceedings Poster presentations, Traffic & Air Pollution*, Section III, pp. 121-128, 1999.
- Mensink C., De Vlieger I. and Nys J., An urban transport emission model for the Antwerp area, *Conf. Proceedings Papers, Traffic & Air Pollution*, pp. 301-309, 1999.
- Dumont, G. en Mensink, C. (2000) Fotochemische luchtverontreiniging (hoofdstuk 14), in: M. Van Steertegem (red.): *MIRA-S 2000 Milieu en natuurrapport Vlaanderen: scenarios*, Vlaamse Milieumaatschappij en Garant, Leuven/ Apeldoorn, oktober 2000.
- De Keyser W., Peeters P., Group decision seen as a combinatorial optimisation problem, *Conf. Proceedings, ORBEL 15, 15th Belgian Conference on Quantitative Methods and Decision making*, Antwerpen, 29-30 January, 2001.
- De Vlieger I., Berloznik R., De Keyser W., Duerinck J. & Mensink C., Multidisciplinary study on reducing air pollution from transport – methodology and emission results, *Urban Transport VII, Urban Transport and the Environment in the 21st Century*, (Editors: L.J. Sucharov and C.A. Brebbia), pp. 429-440, ISBN 1-85312-865-1, WIT Press, Southampton, 2001.

Organisatie van evenementen

- Gesloten workshop ‘Randvoorwaarden voor de emissiemodellering in de transport’: Brussel 16 mei 2000 (organisator: Vito).
- Consultatierondes ‘Vorbereiding beleidsadvies voor prioriteiten inzake maatregelen in de transport ter reductie van CO₂ en troposferische ozon’: Brussel 1 en 12 februari 2001 (organisator Vito/DWTC).

Bijdragen tot DWTC-studiedagen

Van Poppel M., Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO₂ en troposferische ozon (Methodologie en stand van zaken), *DWTC-studiedag ‘Het transport: het milieu en de veiligheid’*, Brussel, 2 maart 2000.

De Vlieger Ina, Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO₂ en troposferische ozon (Resultaten)? *‘Studiedagen ‘Wetenschappelijke ondersteuning van het beleid in België inzake klimaatverandering en troposferische ozon, Lessen uit de onderzoeksprojecten voor beleidsondersteuning’*, Brussel, 5-6 maart 2001.

Deelrapporten binnen het project

Zie Bijlagen 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12.