

**DIENSTEN VAN DE EERSTE MINISTER**  
**FEDERALE DIENSTEN VOOR WETENSCHAPPELIJKE,**  
**TECHNISCHE EN CULTURELE AANGELEGENDHEDEN**

**DWTC Project Contract Nummer MD/67/030**

**MAATREGELEN IN DE TRANSPORTSECTOR VOOR DE**  
**VERMINDERING VAN CO<sub>2</sub> EN TROPOSPHERISCHE OZON**

**Synthese**

**Augustus 2001-08-28**

**Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (Vito)**

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

**Vrije Universiteit Brussel (VUB)**

**W. De Keyser en P. Peeters**

*In het kader van het Federale programma 'Duurzame Mobiliteit' (1996-2001) heeft Vito het project 'Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO<sub>2</sub> 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 Algemene context**

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 toename 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 (CO<sub>2</sub>)-uitstoot, dat in hoeveelheid nog steeds het belangrijkste broeikasgas is. De bijdrage van het verkeer in de voornaamste ozonprecursoren, met name stikstofdioxiden (NO<sub>x</sub>) en niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS), bedroeg respectievelijk 53 % en 31 % [2].

In deze studie lag het accent op de vermindering van CO<sub>2</sub> 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.

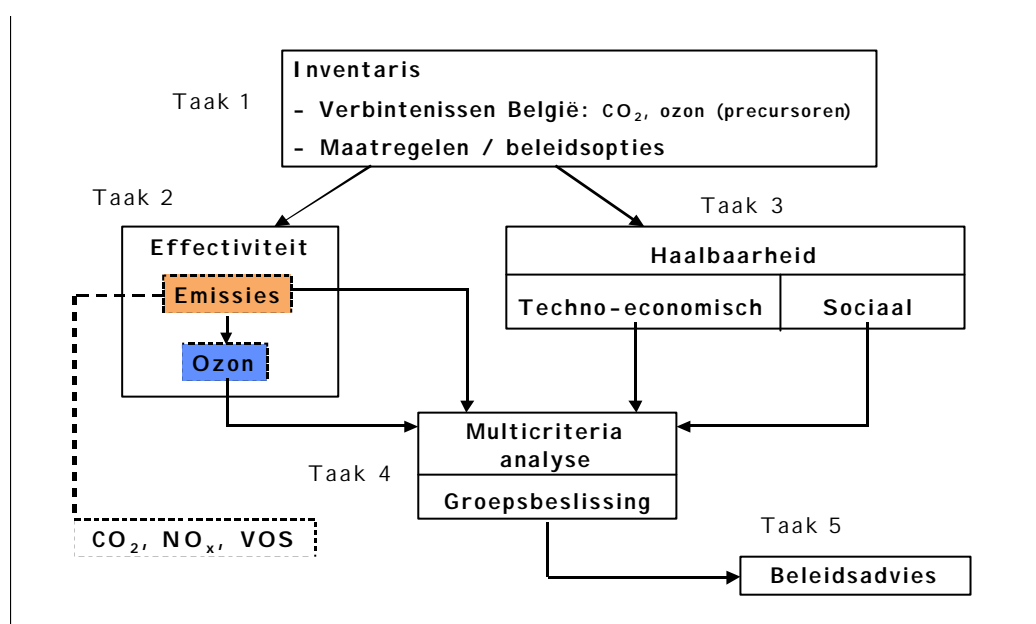
Het Protocol van Kyoto richt zich op de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. België heeft zich geëngageerd om de uitstoot van broeikasgassen met 7,5 % te verminderen in de periode 2008-2012 ten opzichte van 1990. Er werden geen doelstellingen opgesteld voor de verschillende sectoren, dus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

Het Protocol van Göteborg legt nationale emissieplafonds op voor NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> (zwaveldioxide) en VOS in 2010. Deze werden vertaald naar specifieke emissieplafonds voor het verkeer in België (68 kton NO<sub>x</sub>, 2 kton SO<sub>2</sub> 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. In 2004 voorziet de richtlijn een herziening van de emissieplafonds.

In deze context is het aangewezen beleidsmakers in te lichten over mogelijke beleidsopties binnen de transportsector om emissiereductiestrategieën voor CO<sub>2</sub> en troposferische ozon uit te werken.

## 1.2 Opbouw 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 CO<sub>2</sub> en troposferische ozon. Verschillende beleidsopties voor de transportsector werden onderzocht op hun effectiviteit voor de reductie van CO<sub>2</sub> en ozon, en op hun technisch-economische en sociale haalbaarheid. De resultaten van deze multidisciplinaire studie moesten resulteren in wetenschappelijk onderbouwde beleidsadviezen. Figuur 1 toont een overzicht van de verschillende taken binnen de studie.



*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 CO<sub>2</sub>- en ozonprobleem. Tevens werden de doelstellingen voor de ozonprecursoren NO<sub>x</sub> en VOS opgesteld. Verder werd een overzicht gegeven van de mogelijke maatregelen ter vermindering van deze pollutanten door transport. Op basis van deze inventaris van maatregelen werden 12 beleidsopties gedefinieerd, zie Tabel 1. 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 CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- en VOS-emissies door het verkeer (weg, spoor, binnenvaart) geëvalueerd. Vervolgens werd hun effect op de ozonconcentraties in de atmosfeer ingeschat.

*Tabel 1: Overzicht van de 12 beleidsopties.*

Nr.	Onderzochte beleidsopties
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;
5	Introductie van elektrische personenwagens;
6	Verbeteren van inspectie en onderhoud;
7	Meer milieuvriendelijke rijstijl;
8	Terugdringen van het autogebruik voor woon-werk verkeer door meer carpooling en telewerk;
9	Terugdringen van het autogebruik door promoten van openbaar vervoer;
10	Terugdringen van het autogebruik door meer fietsgebruik en te voet gaan;
11	Terugdringen van het vrachtvervoer over de weg door spoortransport;
12	Terugdringen van het vrachtvervoer over de weg door binnenvaart.

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 (MCA) in Taak 4, waarbij verschillende besluitnemers werden betrokken. Dit laatste gebeurde via het organiseren van twee consultatierondes. Per besluitnemer werd een rangschikking van de beleidsopties bepaald. Vervolgens werden deze individuele rangschikkingen verwerkt tot één groepsbeslissing. De acht criteria gebruikt bij de evaluatie en rangschikking worden weergegeven in Tabel 2.

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

Nr.	Criterium
1	Cumulatieve CO <sub>2</sub> (koolstofdioxide) emissiereductie
2	Cumulatieve NO <sub>x</sub> (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.

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 CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS werden hierbij in rekening gebracht.

## 1.3 Resultaten

### *Wetenschappelijke evaluatie-instrumenten*

In de studie werden enerzijds bestaande instrumenten aangepast en anderzijds enkele bijkomende instrumenten ontwikkeld en geoperationaliseerd:

- TEMAT model: Transport Emission Model to Analyse (non-) Technological measures. Met dit model kunnen emissieberekeningen gemaakt worden voor niet-technische en technische maatregelen voor het wegtransportsector. Dit model werd operationeel gemaakt voor België (voordien enkel voor Vlaanderen). Verder werden inputgegevens geactualiseerd en werden verfijningen aan het model aangebracht;
- Ozon94 model: een vereenvoudigd en snel model voor beleidsondersteuning inzake de ozonproblematiek. Er kunnen voorspellingen worden gemaakt van de langetermijneffecten van emissiereducties op ozonconcentraties. Dit model werd uitgebreid en operationeel gemaakt voor België;
- Ozonwerktabellen: er werden algemeen bruikbare (ook voor de overheid) werktabellen opgesteld voor de inschatting van de ozoneffectiviteit (AOT40, AOT60 en NET60<sup>1</sup>) van maatregelen en beleidsopties;
- ARGUS-software: de software werd aangepast en operationeel gemaakt om te voldoen aan de noden van het project. Analoog voor de GDSS (Group Decision Support System) software, die operationeel werd gemaakt om van de individuele rangschikkingen tot één groepsbeslissing te komen.

De gevolgde methodologie en de beschikbare instrumenten kunnen in toekomstige studies inzake duurzaamheidsvaluatie van transport en/of andere sectoren ingezet worden.

### *Rangschikking van de 12 beleidsopties*

Tabel 3 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.

*Tabel 3: Waarden van de criteria voor de verschillende beleidsopties.*

Optie	Crit 1: CO <sub>2</sub> [kton]	Crit 2: NO <sub>x</sub> [kton]	Crit 3: VOS [kton]	Crit. 4: AOT40 [ppm*h]	Crit 5: AOT60 [ppm*h]	Crit 6: Nat. kost <sup>1</sup>	Crit 7: Maatschap. Wenselijk <sup>2</sup>	Crit 8: Politieke haalbaar <sup>3</sup>
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	□, --	+	□

Legende bij Tabel 3, zie volgende pagina.

<sup>1</sup> NET60 = Number of Exceedances of Threshold of 60 ppb

Legende bij Tabel 3:

- <sup>1</sup> ‘--’ 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.
- <sup>2</sup> ‘-’ staat voor redelijk; ‘+’ staat voor groot; ‘++’ staat voor zeer groot.
- <sup>3</sup> ‘-’ staat voor weinig waarschijnlijk; ‘[]’ staat voor waarschijnlijk; ‘+’ staat voor heel waarschijnlijk.

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

☞ *Beleids-opties die goed scoorden:*

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

☞ *Beleids-opties 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.

☞ *Beleids-opties 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 lage rangorde van de optie 'retrofitting' ligt vooral in het feit dat deze optie maatregelen inhoudt die de CO<sub>2</sub>-uitstoot niet of weinig beïnvloeden. Let wel, in de evaluatie werd de effectiviteit naar de reductie van deeltjes niet 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 (snelheidsbegrenzers, cruise-control, black boxes), 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 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 CO<sub>2</sub> 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.

### ***Toetsing aan het Protocol van Kyoto en Göteborg***

Wat de emissieprognoses betreft, zijn vanuit de huidige inzichten vooral de CO<sub>2</sub>-uitstoot en in mindere mate de NO<sub>x</sub>-uitstoot van het verkeer verontrustend.

De huidige technologische verbeteringen en de vrijwillige overeenkomst van de automobielconstructeurs met de Europese Commissie om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van nieuwe wagens te verlagen, volstaan niet om de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het verkeer te stagneren, laat staan te verminderen. Wel is er een minder snelle stijging van de CO<sub>2</sub>-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.

Een toetsing van de emissieresultaten van de afzonderlijke beleidsopties 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 (~ CO<sub>2</sub>-emissie) dringen zich op. Voor het kunnen nakomen van het Protocol van Kyoto zal in andere sectoren de reductie in broeikasemissies 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<sub>x</sub>-emissies. De uitstoot van NO<sub>x</sub> voor de verschillende beleidsopties schommelen rond het emissieplafond. Rekening houdend met de verschillende onzekerheden bij emissieberekeningen en de het bijstellen van de emissieplafonds in 2004, kan men stellen dat tevens voor NO<sub>x</sub> zware inspanningen zullen moeten geleverd worden.

De VOS-uitstoot door het verkeer blijkt in eerste instantie geen probleem te zijn. Wel dient hier vermeld dat de nationale VOS-doelstelling over de sectoren heen moeilijk haalbaar zal zijn evenals de luchtkwaliteitsdoelstellingen. Bijgevolg zullen bijkomende maatregelen in het verkeer welkom zijn.

## ***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. Men moet streven naar een ontkoppeling van de economische groei en mobiliteitsbehoefte. Het stimuleren van telewerken, een optie die in de studie goed scoorde, moet voldoende aandacht krijgen in het beleid. Parallel moeten maatregelen uitgewerkt worden om opvulling van de vermeden kilometers te minimaliseren.

Als men zich dan toch moet verplaatsen, dient dit op de meest milieuvriendelijke manier te worden ingevuld: meer nog op de meest duurzame wijze. Verschuivingen in modal-shift moeten bewerkstelligd worden. Uit de studie bleek dat substitutie van autoverkeer door openbaar vervoer het meest sociaal haalbaar is. Verder kunnen ook technische maatregelen genomen worden, zoals het stimuleren meer milieuvriendelijke voertuigen en het uitwerken van een aangepast inspectie en onderhoudsprogramma voor voertuigen.

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 (aankoopgedrag, rijstijl, gebruik van luxe accessoires), zijn dus tevens gewenst.

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.

## **Referenties**

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.