



KATHOLIEKE  
UNIVERSITEIT  
LEUVEN

# **Welvaartskosten van maatregelen ter reductie van CO<sub>2</sub>-emissies in de transportsector**

PBO98/KUL/23

Bart Van Herbruggen  
Stef Proost

januari 2002

# Inhoudstafel

<b>Inhoudstafel</b> .....	<b>1</b>
<b>Inleiding</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Verwachte evolutie van de emissies in Vlaanderen</b> .....	<b>3</b>
1.1. De autonome evolutie van de CO <sub>2</sub> -emissies .....	3
1.2. De implementatie van het Europese beleid.....	3
<b>2. Welvaartskosten van maatregelen m.b.t. het transport per personenwagen</b> .....	<b>7</b>
2.1. Een eenvoudige transportmarkt.....	7
2.2. De invloed van taksen.....	9
2.3. Welvaartskosten van brandstofnormen en brandstoftaksen (zonder externe effecten) .....	10
2.3.1. <i>Een brandstofnorm</i> .....	10
2.3.2. <i>Een verhoging van de brandstoftaks</i> .....	12
2.3.3. <i>Kosten voor de consument</i> .....	14
2.3.4. <i>Welvaartskostenberekening voor Vlaanderen</i> .....	14
2.4. Welvaartskosten van CO <sub>2</sub> -redukatie in de transportsector: De rol van externe kosten.....	15
2.4.1. <i>Inleiding</i> .....	15
2.4.2. <i>Brandstofnormen</i> .....	15
2.4.3. <i>Brandstoftaksen</i> .....	17
2.4.4. <i>Kilometerheffingen en rekeningrijden</i> .....	19
2.4.5. <i>Subsidies voor het vervangen van oude personenwagens</i> .....	22
<b>3. Welvaartskosten van meer globale transportmaatregelen</b> .....	<b>23</b>
3.1. Maatregelen m.b.t. het publiek transport.....	23
3.2. Maatregelen m.b.t. het goederentransport.....	25
3.3. Een geïntegreerd takseringsbeleid voor de gehele transportsector .....	26
<b>4. Kosten-effectiviteit van nieuwe technologieën in de transportsector en in andere sectoren</b> .....	<b>29</b>
<b>5. Mogelijke beleidslijnen ter reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies in de transportsector</b> .....	<b>31</b>
<b>Referenties</b> .....	<b>33</b>



---

## Inleiding

Sinds het begin van de jaren '90 wordt de reductie van de emissies van broeikasgassen gezien als een van de belangrijkste voorwaarden om te komen tot een duurzame ontwikkeling. In December 1997 werd overeenstemming bereikt over het Protocol van Kyoto. Dit Protocol legt bindende reductiedoelstellingen voor de broeikasgasemissies vast. De gassen waarvoor de doelstellingen gelden zijn koolstofdioxide, methaan, distikstofoxide, onvolledig gefluoreerde koolwaterstoffen, perfluorkoolwaterstoffen en zwavelhexafluoride. Van al deze gassen heeft koolstofdioxide veruit de grootste impact op het broeikas effect. De geïndustrialiseerde landen verplichten er zich toe hun emissies zodanig te reduceren dat de gezamenlijke emissies in de periode van 2008 tot 2012 gemiddeld ten minste 5% onder het niveau van 1990 uitkomen. De verplichtingen verschillen echter van land tot land. De lidstaten van de EU hebben overeenstemming bereikt over de interne lastenverdeling binnen de Unie. Deze lastenverdeling houdt voor België een reductie met 7,5% ten opzichte van 1990 in.

In een beslissing van de Vlaamse regering (d.d. 20/04/01) werd als tussentijdse doelstelling vastgelegd dat de broeikasgasemissies in Vlaanderen in het jaar 2005 gestabiliseerd moeten worden op het niveau van 1990. Voorts wordt gesteld dat CO<sub>2</sub>-emissies de kern van het probleem vormen en dat er bij selectie van gewestelijke maatregelen vooral gelet dient te worden op kosteneffectiviteit.

Dit werk heeft als doel een overzicht te bieden van de mogelijke maatregelen voor het verminderen van CO<sub>2</sub>-emissies in de transportsector en de kosten die met dergelijke maatregelen gepaard gaan. In het eerste deel van dit rapport wordt ingegaan op de verwachte evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies van de Vlaamse transportsector. Vervolgens wordt uiteengezet hoe de welvaartskosten van maatregelen ter reductie van de emissies van personenwagens kunnen worden bepaald. Deze uiteenzetting wordt aangevuld met illustratieve berekeningen voor de welvaartskosten van enkele maatregelen. In een derde deel worden meer globale maatregelen in de transportsector ter vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en hun kosten besproken. Vervolgens wordt de kosten-effectiviteit van de introductie van nieuwe technologieën in de transportsector geëvalueerd. In het vijfde en laatste deel wordt tenslotte een overzicht gegeven van de mogelijke beleidslijnen m.b.t. het vermijden van CO<sub>2</sub>-emissies in de transportsector.

# 1. VERWACHTE EVOLUTIE VAN DE EMISSIES IN VLAANDEREN

## 1.1. De autonome evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies

De autonome evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies in Vlaanderen is weergegeven in tabel 2 (pagina 4). De gegevens m.b.t. de emissies in 1990 en van 1994 tot 1999 werden overgenomen uit de energiebalansen van VITO. De cijfers voor de jaren vanaf 2000 zijn prognoses. Ze zijn voornamelijk afgeleid uit de prognoses in het MIRA-S 2000 rapport voor de evolutie van het energiegebruik volgens een scenario zonder bijkomende specifieke reductiemaatregelen (Business As Usual scenario). Een aantal aanpassingen werden doorgevoerd gebaseerd op inzichten binnen de afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie van het Ministerie van Leefmilieu en Landbouw. Voor 2010 voorspelt het MIRA-S 2000 rapport een totale CO<sub>2</sub>-emissie van 87.521 kton, waarvan 18.624 kton t.g.v. transport.

Uit deze gegevens blijkt dat de transportsector verantwoordelijk is voor een belangrijk aandeel in de totale CO<sub>2</sub>-emissies. Bovendien blijkt dit aandeel te stijgen, van 16,9% in 1990 tot 17,3% in 1999 en, volgens de huidige prognoses, 19,8 % in 2005 en 21,3% in 2010. Er wordt immers geschat dat de CO<sub>2</sub>-emissies gerelateerd aan het brandstofgebruik jaarlijks met gemiddeld 1,5% zullen blijven toenemen, omdat de toename omwille van de stijgende mobiliteit slechts gedeeltelijk zal worden gecompenseerd door de verbetering van de energie-efficiëntie van voertuigen. Voor de andere sectoren die van belang zijn m.b.t. CO<sub>2</sub>-emissies (transformatie, industrie en huishoudens/tertiair) is de verwachte stijging van de emissies heel wat lager.

## 1.2. De implementatie van het Europese beleid

De bovenstaande prognose voor 2010 gaat uit van een verlaging van de gemiddelde uitstoot van CO<sub>2</sub> door het personenwagenpark tot 140 g per km. Deze veronderstelling is gebaseerd op een overeenkomst tussen de Europese Gemeenschap en de automobielenindustrie.

De strategie van de Europese Gemeenschap had oorspronkelijk als doel de gemiddelde specifieke emissie van nieuwe personenwagens te verlagen tot 120 g CO<sub>2</sub> per km ten laatste tegen 2010. Deze streefdatum zal echter niet worden gehaald. De strategie is gebaseerd op drie maatregelen:

1. De overeenkomst met de Europese, Japanse en Koreaanse automobielenindustrie om de gemiddelde specifieke emissie voor nieuwe personenwagens te verlagen tot 140 g CO<sub>2</sub> per km tegen 2008/2009<sup>1</sup>.
2. De 'labelling-richtlijn' die tot doel heeft te verzekeren dat informatie i.v.m. brandstofverbruik en CO<sub>2</sub>-emissies van personenwagens beschikbaar wordt gemaakt voor consumenten.
3. De promotie van zuinige wagens m.b.v. fiscale maatregelen.

---

<sup>1</sup> In 2003/2004 zal de industrie een evaluatie maken van het potentieel van verdere efficiëntieverbeteringen om het objectief van 120 g CO<sub>2</sub> per km te halen in 2012.

Wat betreft de overeenkomst met de automobiellndustrie stelde men in de periode 1995-2000 reeds een reductie van de gemiddelde specifieke CO<sub>2</sub>-emissie vast in de 15 lidstaten. Deze evolutie wordt weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 : Gemiddelde specifieke CO<sub>2</sub>-emissie van nieuwe personenwagens in de E.U.

EU-15	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1995-2000
	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)	Wijziging (%)
Benzinewagens	189	186	184	182	180	178	-5,8%
Dieselwagens	179	178	175	171	165	163	-8,9%
Beide	186	184	182	180	176	172	-7,5%

Bron : Europese Commissie (2001)

Om de overeengekomen emissiereductie tot 140 g CO<sub>2</sub> per km te behalen, zal de jaarlijkse reductiesnelheid, die in de periode 1995-2000 ca. 1,5% bedroeg, moeten stijgen tot 2% in de komende jaren. Men verwacht echter dat de automobiellndustrie het nodige zal doen om deze doelstelling te halen.

Het is belangrijk op te merken dat bovenstaande cijfers werden gemeten op testbanken, volgens de door Europa opgelegde meetprocedure. De effectieve emissies van wagens op de weg zijn echter hoger. De reden hiervoor is drievoudig :

1. De acceleraties die worden voorgeschreven door de meetprocedures, zijn lager dan de acceleraties die worden gemeten in het verkeer .
2. De autoconstructeurs stellen hun testvoertuigen af om de gemeten emissies volgens de opgelegde procedure zo laag mogelijk te houden.
3. De metingen worden uitgevoerd met standaard (smalle) banden en met wagens zonder opties zoals airconditioning, die een significante impact kunnen hebben op de emissies.

In Nederland zou het verschil tussen de emissie-cijfers bekomen uit de meetprocedure en de effectieve emissiecijfers gemiddeld 10% bedragen. In Duitsland meet men een hoger verschil (17%), omdat daar sneller wordt gereden op de autosnelwegen (Van den Brink, Van Wee (2001)) .

Ondertussen bereidt de Europese Commissie een voorstel voor om ook lichte commerciële voertuigen te betrekken in de overeenkomst met de automobiellndustrie.

De 'labelling-richtlijn' heeft als eerste resultaat gehad dat meerdere lidstaten een website m.b.t. brandstofverbruik en CO<sub>2</sub>-emissies van personenwagen hebben geopend. Recent verschenen ook de CO<sub>2</sub>-labels, die het brandstofverbruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van wagens vermelden, op autobeurzen en bij autodealers.

Om te komen tot de Europese doelstelling van 120 g/km zullen ook fiscale maatregelen noodzakelijk zijn. Op dit ogenblik voert de Commissie de nodige studies uit. Voorlopige resultaten lijken uit te wijzen dat significante CO<sub>2</sub>-emissie-reducties zouden kunnen worden

behaald d.m.v. gedifferentieerde voertuigbelastingen die de aankoop en het gebruik van zuinige personenwagens bevorderen.

Hoewel de initiële Europese doelstelling niet zal worden gehaald tegen 2010, zullen de drie Europese maatregelen zorgen voor een verdere afname van de emissies van wagens. Dit neemt echter niet weg dat de CO<sub>2</sub>-emissies van de transportsector bij ongewijzigd beleid zullen blijven stijgen t.g.v. de toenemende transportvraag.

Tabel 2 : Autonome evolutie van de CO<sub>2</sub>-emissies tot 2005 (business-as-usual scenario), berekening d.d. 1 mei 2001

CO <sub>2</sub> -uitstoot [kton]	REELE EVOLUTIE								PROGNOSE					
	1990	1994	1995	1996	1997	1.998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
<b>TRANSFORMATIESECTOR</b>	<b>22.001</b>	<b>22.394</b>	<b>23.154</b>	<b>23.500</b>	<b>22.787</b>	<b>25.952</b>	<b>22.289</b>	<b>22.632</b>	<b>22.843</b>	<b>23.054</b>	<b>23.265</b>	<b>23.476</b>	<b>23.687</b>	
Elektriciteit en warmte	16.352	17.759	17.477	17.494	16.866	19.954	16.699	16.910	17.121	17.332	17.543	17.754	17.965	
Raffinaderijen	4.709	4.008	5.154	5.582	5.617	5.718	5.351	5.484	5.484	5.484	5.484	5.484	5.484	
Cokesfabrieken	349	223	234	179	158	169	166	164	164	164	164	164	164	
Andere	591	404	289	245	147	112	74	74	74	74	74	74	74	
<b>EINDVERBRUIKERS</b>	<b>45.813</b>	<b>50.916</b>	<b>51.461</b>	<b>54.576</b>	<b>52.703</b>	<b>53.790</b>	<b>52.854</b>	<b>54.631</b>	<b>55.036</b>	<b>55.442</b>	<b>55.848</b>	<b>56.254</b>	<b>56.659</b>	
niet-energetisch eindverbruik	1.900	5.041	5.433	4.881	5.388	4.910	5.394	5.201	5.201	5.201	5.201	5.201	5.201	
Industrie	15.396	14.448	14.208	14.298	14.493	15.118	13.583	15.171	15.223	15.276	15.329	15.382	15.434	
Huishoudens en tertiair	14.260	15.894	16.168	19.471	16.657	17.114	16.624	16.744	16.864	16.984	17.104	17.224	17.344	
land- en tuinbouw	2.472	2.592	2.433	2.499	2.405	2.375	2.393	2.421	2.421	2.421	2.421	2.421	2.421	
Transport	11.785	12.940	13.220	13.427	13.760	14.273	14.861	15.094	15.327	15.560	15.793	16.026	16.259	
<b>NIET-ENERGIEGEBONDEN</b>	<b>1.623</b>	<b>1.473</b>	<b>1.543</b>	<b>1.985</b>	<b>1.933</b>	<b>1.668</b>	<b>2.124</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	<b>1.851</b>	
<b>TOTAAL</b>	<b>69.437</b>	<b>74.783</b>	<b>76.157</b>	<b>80.061</b>	<b>77.423</b>	<b>81.410</b>	<b>77.267</b>	<b>79.114</b>	<b>79.730</b>	<b>80.347</b>	<b>80.964</b>	<b>81.581</b>	<b>82.197</b>	

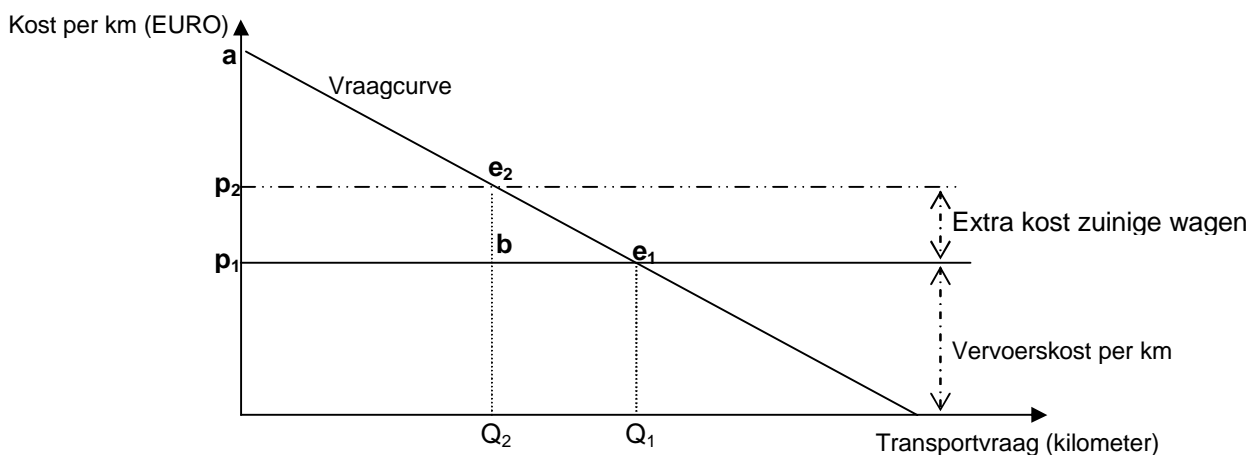
Bron : Ministerie van leefmilieu en landbouw, Mededeling aan de Vlaamse Regering 07/11/2001

## 2. WELVAARTSKOSTEN VAN MAATREGELEN M.B.T. HET TRANSPORT PER PERSONENWAGEN

In dit deel wordt uiteengezet hoe de welvaartskosten van maatregelen ter reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies in de transportsector kunnen worden berekend. De voorgestelde methode wordt vervolgens toegepast om op brandstofnormen, brandstofaksen en kilometerheffingen.

### 2.1. Een eenvoudige transportmarkt

Veronderstel een eenvoudige transportmarkt. We nemen aan dat er slechts één type personenwagen wordt gebruikt, dat elke wagen eenzelfde aantal jaren wordt gebruikt en dat er geen belastingen of taksen worden betaald. Bovendien nemen we aan dat personen geen belang hechten aan de tijdsduur van een rit. Figuur 1 stelt de vraag naar transport voor in een bepaald gebied met een gegeven infrastructuur.



Figuur 1 : Een vereenvoudigde transportmarkt

De vervoerskost per km bestaat o.a. uit de kosten van brandstof, de aankoopprijs, verzekeringskosten, ... Voor de eenvoud nemen we aan dat al deze kosten (exclusief belastingen of taksen) kunnen worden uitgedrukt per km en dat de totale vervoerskost per km onafhankelijk is van de transportvraag. De vraagcurve daalt omdat de transportvraag zal afnemen naarmate de vervoerskost stijgt.

Veronderstel nu dat het gebruik van duurdere wagens met een lager brandstofverbruik wordt verplicht. Enerzijds neemt de aankoopprijs van wagens toe, anderzijds nemen de brandstofkosten per km af. Het netto resultaat van deze beide effecten is een stijging van de vervoerskosten per km<sup>2</sup>. De stijging van de vervoerskosten leidt tot een afname van het aantal gereden kilometers van  $Q_1$  naar  $Q_2$ . Door de stijging van de transportkosten, zullen consumenten immers geneigd zijn minder te rijden.

Economisten meten het welvaartsverlies dat gepaard gaat met deze maatregel via de verandering in consumentensurplus. Het consumentensurplus is per definitie het verschil tussen de bereidheid tot betalen van de consument (oppervlakte onder de vraagcurve) en de

<sup>2</sup> Het is belangrijk twee effecten duidelijk te onderscheiden. Enerzijds is er de technologische evolutie zonder de verplichting tot brandstofbesparing. Dit kan reeds zorgen voor een brandstofbesparing en een kostprijsreductie in een jaar  $t + x$  t.o.v. het jaar  $t$ . Anderzijds is er de technologische evolutie mét verplichting tot brandstofbesparing. Dit zal een lagere kostprijsreductie inhouden (of het toegeven op andere gewaardeerde karakteristieken, bijvoorbeeld het vermogen) in het jaar  $t + x$ . Het is dit verschil in kostprijsreductie dat we beschouwen als meerkost.

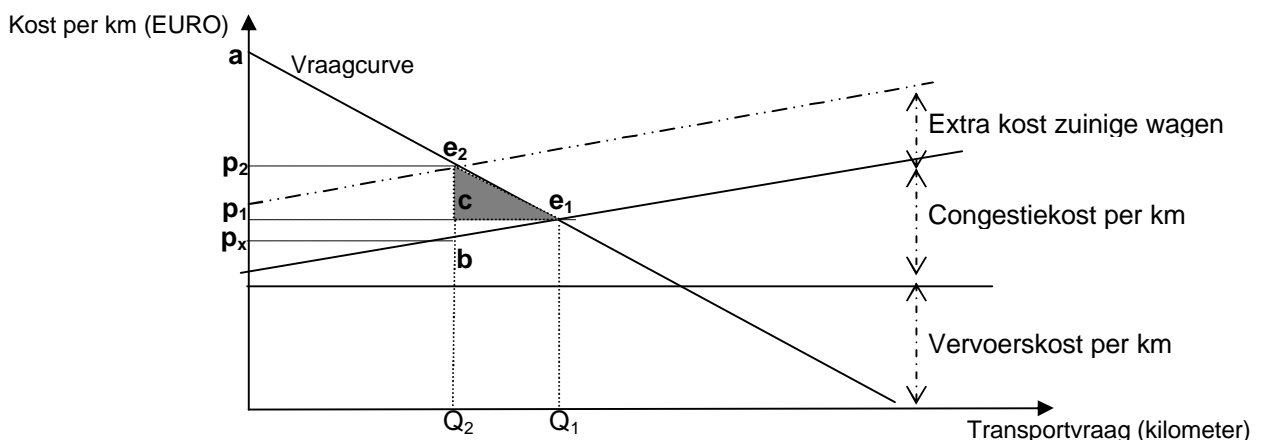
prijs die hij in werkelijkheid betaalt. In dit voorbeeld was het initiële consumentensurplus gelijk aan de oppervlakte  $a e_1 p_1$ . Na de introductie van de zuinige wagen is het consumentensurplus gelijk aan  $a e_2 p_2$ . Het welvaartsverlies is gelijk aan het verschil tussen beide oppervlakten, hier  $p_2 e_2 e_1 p_1$ .

Dit welvaartsverlies bestaat uit twee componenten :

- Het welvaartsverlies voor de consumenten die niet meer rijden ( $e_2 e_1 b$ )
- De verhoogde kosten voor de consumenten die blijven rijden ( $p_2 e_2 b p_1$ )

*Ter illustratie vermelden we enkele resultaten uit een onderzoek van Proost (1997). Hij bestudeerde de welvaartseffecten in België van een fictieve Europese maatregel die het gemiddelde brandstofverbruik van nieuwe wagens zou beperken tot 5 liter per 100 km voor benzinewagens en 4,5 liter per 100 km voor dieselwagens vanaf 2005 t.o.v. de situatie waarin er geen Europese maatregelen zou worden genomen. Deze brandstofnormen zouden resulteren in een gemiddelde CO<sub>2</sub>-uitstoot van 120 g per km en komen aldus overeen met de oorspronkelijke doelstelling van Europa voor 2010. Voor een kleine benzinewagen (type Opel Astra 1,4l of VW Golf 1,4l), waarvan wordt verondersteld dat hij bij ongewijzigd beleid in 2005 15.372 km zal afleggen, 6,5 liter benzine per 100 km zal verbruiken en 10 jaar zal worden gebruikt, voorspelt men dat in 2005 de vervoerskosten per km (excl. brandstof en brandstoftaks) met 0,0198 EURO<sup>3</sup> zullen toenemen als de brandstofnorm wordt opgelegd. De brandstofkosten (excl. taksen) zouden afnemen met 0,0060 EURO per km<sup>4</sup>. De vervoerskosten per km (excl. brandstoftaksen) nemen aldus toe met 0,0138 EURO per km.*

In de realiteit hechten reizigers echter belang aan de tijdsduur van een rit. Een pendelaar die dagelijks een uur onderweg is, zou maar al te graag dit uur op een andere wijze doorbrengen. Zo zou hij één uur per dag meer kunnen werken en dus een hoger inkomen bereiken als hij geen tijd zou verliezen op de weg. Hij zal bijgevolg een kost associëren met elk uur dat hij onderweg is (tijdskost of congestiekost). De congestieproblemen op onze wegen zorgen er echter voor dat de benodigde tijd om één km af te leggen toeneemt naarmate er meer wordt gereden in een gebied. De congestiekost per km neemt dus toe naarmate de transportvraag stijgt. Figuur 2 stelt onze eenvoudige transportmarkt voor, waarbij nu wel congestiekosten worden beschouwd.



Figuur 2 : Een vereenvoudigde transportmarkt met congestiekosten

<sup>3</sup> Alle bedragen worden uitgedrukt in EURO (koopkracht in 2000). De gehanteerde discontovoet voor de investeringen bedraagt 5%.

<sup>4</sup> Per km wordt 0,015 liter benzine bespaard, de kost van benzine (excl. taks) bedraagt 0.329 ECU per liter (tabel 3)

Het welvaartsverlies dat gepaard gaat met de introductie van de zuinige wagen is weer het verschil tussen het consumentensurplus voor  $(a e_1 p_1)$  en na  $(a e_2 p_2)$  de implementatie van de maatregel. Het welvaartsverlies is dus de grijze oppervlakte. Dit welvaartsverlies bestaat nu uit drie componenten :

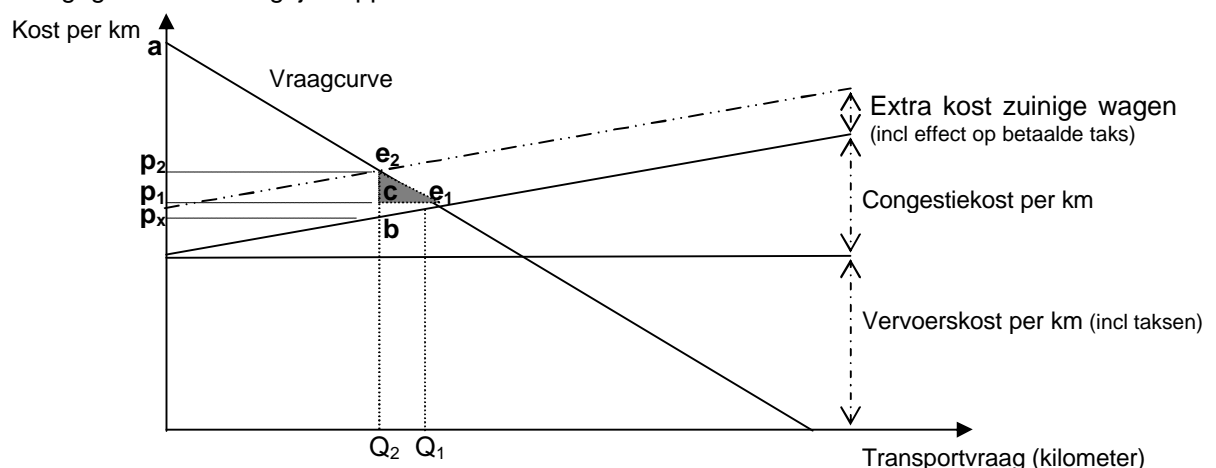
- Het welvaartsverlies voor de consumenten die niet meer rijden  $(e_2 e_1 c)$
- De verhoogde kosten voor de consumenten die blijven rijden  $(p_2 e_2 b p_x)$
- De reductie van de congestiekost voor de consumenten die blijven rijden  $(p_1 c b p_x)$

De verhoogde kosten die gepaard gaan met de zuinige wagen, worden dus deels gecompenseerd door tijdswinsten t.g.v. de daling van de transportvraag.

Aan de hand van bovenstaande figuren kan men ook de impact van andere maatregelen dan het verplicht introduceren van zuinige wagens analyseren. Zo kan de welvaartskost van een vermindering van de maximumsnelheid gemeten worden door de wijziging in het consumentensurplus die voortkomt uit een opwaartse verschuiving van de congestiekostencurve. Verbeteringen aan de weginfrastructuur hebben het omgekeerde effect.

## 2.2. De invloed van taken

Tot hertoe zijn we uitgegaan van een situatie zonder belastingen en taken. In de realiteit vormen taken op brandstof, inschrijvingstaken en dergelijke echter een belangrijk deel van de kost van transport. In wat volgt bespreken we opnieuw de welvaartskost van een maatregel waarbij het gebruik van duurere wagens met een lager brandstofverbruik wordt verplicht, maar nu nemen we ook taken mee op in de analyse. We veronderstellen dat ook de taken kunnen worden uitgedrukt als een kost per km. De verplichting tot het gebruik van een zuiniger wagen heeft nu de volgende effecten op de kost voor automobilisten : enerzijds neemt de aankoopprijs (waarin nu ook taken vervat zijn) van wagens toe, anderzijds nemen de brandstofkosten en de brandstoftaken per km af. Het netto resultaat van deze beide effecten is nog steeds een stijging van de vervoerskosten per km. De reden is eenvoudig : moest een (nog) energiezuiniger wagen leiden tot een lagere kost voor de consument per voertuigkm, dan zou hij reeds op de markt gebracht zijn. De kosttoename die voortkomt uit het gebruik van de zuinige wagens zal leiden tot een afname van de transportvraag en dus ook tot een afname van de congestiekosten per km (Figuur 3). De afname van het consumentensurplus op de markt wordt weergegeven door de grijze oppervlakte.



Figuur 3 : Een vereenvoudigde transportmarkt met congestiekosten en taken

De maatregel heeft echter ook een belangrijke invloed op de totale inkomsten van de overheid. De overheidsinkomsten uit brandstoftaksen nemen immers af, zodat het beschikbaar budget van de overheid daalt. Laten we nu veronderstellen dat de overheid dit verlies compenseert door een uniforme verhoging van de belastingen op arbeid, zodat het overheidsbudget gelijk blijft aan het budget dat beschikbaar was voor de implementatie van de transportmaatregel. Het totale arbeidsinkomen van de consumenten zal dan dalen met een bedrag dat gelijk is aan de totale bespaarde brandstoftaksen. Dit heeft een negatieve impact op de welvaart van de bevolking. Hieruit kan men twee belangrijke conclusies trekken :

- De bespaarde brandstoftaksen mogen niet (volledig) worden beschouwd als een welvaartswinst, want ze worden vroeg of laat gecompenseerd door een verhoging van belastingen op andere goederen en dit is een welvaartsverlies.
- De consumenten en autoconstructeurs schatten de netto-kosten van een brandstofbesparing veel te laag in. Ook de milieu-minister gaat de kosten van de maatregel onderschatten. Een wakkere minister van financiën zal de kostprijs wel hoger inschatten.

Analoge resultaten worden bekomen als de overheid de daling van de brandstoftaksinkomsten niet compenseert met een verhoging van andere belastingen en het overheidsbudget dus daalt. De overheid zal dan moeten besparen op haar uitgaven (bv een reductie van de overheidsinvesteringen of van toelagen), wat ook zal leiden tot een welvaartsverlies voor de consumenten.

In deze context kunnen we de subsidies voor het openbaar vervoer beschouwen als negatieve taken. De consument krijgt een zeker bedrag per km die hij aflegt per bus, trein of metro in plaats van een taks te betalen per km, zodat de prijs die hij betaalt lager is dan de werkelijke kost van zijn verplaatsing. De overheid verliest een deel van haar budget, door de betaling van de subsidies, dat zal gecompenseerd worden door besparingen of extra belastingen op andere posten.

## **2.3. Welvaartskosten van brandstofnormen en brandstoftaksen (zonder externe effecten)**

### *2.3.1. Een brandstofnorm*

We berekenen nu ter illustratie de welvaartskost per kg bespaarde CO<sub>2</sub>-emissie voor de brandstofnorm die werd onderzocht in het werk van Proost (1997). Daartoe berekenen we de welvaartskost die wordt veroorzaakt als één automobilist een zuiniger kleine benzinewagen moet aankopen en delen deze door de behaalde emissie-reductie. We nemen hierbij voorlopig aan dat de maatregel geen invloed heeft op de congestiekosten voor de automobilist. Tevens gaan we uit van de volgende assumpties :

Tabel 3 : Assumpties voor de illustratieve berekeningen

Benzineprijs (excl. brandstoftaks, incl BTW)	0,406 EURO/liter
Benzinetaks (taks + BTW op taks)	0,670 EURO/liter
Vervoerskost (excl. brandstof) van een conventionele wagen in 2005 ) (discontovoet 20%, verbruik 6,5l/100 km)	0,245 EURO/km
Vervoerskost (excl. brandstof) van een zuinige wagen in 2005 ) (discontovoet 20%, verbruik 5l/100 km)	0,271 EURO/km
Elasticiteit van het autogebruik m.b.t. de vervoerskosten	-0,5
Marginale externe kost van luchtvervuiling (excl. CO <sub>2</sub> ) <i>Agglomeraties</i> <sup>5</sup>	0,005 EURO/km
Marginale externe kost van luchtvervuiling (excl. CO <sub>2</sub> ) <i>Buiten agglomeraties</i>	0,001 EURO/km
Marginale externe kost van ongevallen en geluid <i>Agglomeraties</i>	0,043 EURO/km
Marginale externe kost van ongevallen en geluid <i>Buiten agglomeraties</i>	0,057 EURO/km
Marginale externe kost van congestie <i>Grote agglomeraties</i>	0,558 EURO/km
Marginale externe kost van congestie <i>Buiten grote agglomeraties</i>	0,123 EURO/km

Bron : Proost (1997), Mayeres en Van Dender (2001)

De lezer herinnert zich dat, als een automobilist een zuiniger wagen moet aankopen, zijn vervoerskosten (excl. brandstoftaksen) stijgen met 0,0138 EURO per km. Deze kostentoeename werd berekend m.b.v. de 'sociale' discontovoet van 5%, die zal worden gebruikt om de welvaartskosten te berekenen. In de realiteit houdt een automobilist echter rekening met een discontovoet van ca. 20% bij het bepalen van het aantal kilometer dat hij rijdt. Zodoende houdt hij bij zijn beslissingen rekening met een stijging van de vervoerskosten (excl. brandstof) met 0,026 EURO per km en een daling van de brandstofkosten (excl. taks) met 0,006 EURO per km. Hij zal ook 0,010 EURO per km minder aan brandstoftaksen betalen<sup>6</sup>, zodat zijn totale vervoerskost met 0,010 EURO per km toeneemt. Door deze kostentoeename zal hij nog slechts 15.138 km per jaar rijden, een afname met 234 km per jaar<sup>7</sup>.

De afname van het consumentensurplus en de betaalde brandstoftaksen in de vereenvoudigde transportmarkt (cfr. figuur 3) werden berekend in tabel 4.

<sup>5</sup> De externe kosten voor agglomeraties zijn afgeleid op basis van berekeningen voor Brussel. De assumpties voor de gebieden buiten de agglomeraties zijn afgeleid uit berekeningen voor België. (cfr. Mayeres en Van dender (2001))

<sup>6</sup> Per km wordt 0,015 liter benzine bespaard, de taks op benzine bedraagt 0.670 EURO per liter (tabel 3)

<sup>7</sup> [Afname autogebruik (in %) / Toename vervoerskost (in%)] = Elasticiteit van het autogebruik m.b.t. de vervoerskosten

Tabel 4 : Afname van het consumentensurplus bij invoering van een brandstofnorm (in 2005) zonder rekening te houden met externe kosten

	EURO per km	EURO per jaar
<b>Wijzigingen in de kosten van het autogebruik (15.138 km per jaar)</b>		
Toename vervoerskost (excl. brandstof)	0,0198	<b>299,7</b>
Afname brandstofkost	-0,006	<b>-90,8</b>
<u>Afname brandstoftaks</u>	-0,010	<u>-151,4</u>
Afname consumentensurplus (oppervlakte $p_2p_1e_2c$ )		57,5
<b>Wijzigingen door afname van het autogebruik (-234 km per jaar)</b>		
Afname consumentensurplus (oppervlakte $e_2ce_1$ )		<b>+1,2<sup>8</sup></b>
Afname brandstoftaks		<u>-10,2<sup>9</sup></u>
<b>Welvaartskost van de brandstofnorm per voertuig</b>		<b>210,1</b>
<b>Welvaartskost van de brandstofnorm per ton CO<sub>2</sub>-reductie</b>	<b>363 EURO per ton CO<sub>2</sub></b>	

Bron : Proost (1997)

Als we er van uit gaan dat de daling van de overheidsinkomsten uit brandstoftaksen wordt gecompenseerd door een reductie van de overheidsuitgaven of een toename van belastingen op andere markten, mogen we de afname van de betaalde brandstoftaksen niet opnemen in de welvaartskost. De welvaartskost die wordt veroorzaakt als een automobilist een zuiniger wagen moet aankopen is dan gelijk aan 210,1 EURO per jaar (= 299,7 – 90,8 + 1,2). Het gebruik van de efficiëntere wagen en de afname van het autogebruik zullen resulteren in een afname van de CO<sub>2</sub>-emissies met naar schatting 577,7 kg per jaar<sup>10</sup>. De welvaartskost per ton bespaarde CO<sub>2</sub>-emissie is bijgevolg ca. 363 EURO per ton CO<sub>2</sub>.

Een consument (automobilist) zal echter wel rekening houden met de afname van de taksen die hij betaalt, bij het beoordelen van de kost van de maatregel. De kost van de maatregel voor de consument is derhalve slechts 48,5 EURO per jaar (= 299,7 – 90,8 – 151,4 + 1,2 – 10,2) of 84 EURO per ton CO<sub>2</sub>. De maatregel lijkt dus minder nadelig voor de consument dan hij in werkelijkheid is, omdat de consument rekening houdt met het feit dat hij brandstoftaksen bespaart. Voor de gemeenschap is deze besparing echter geen voordeel, deze afname van de overheidsinkomsten moet immers worden gecompenseerd door besparingen of belastingverhogingen in andere sectoren!

### 2.3.2. Een verhoging van de brandstoftaks

Naast het opleggen van een brandstofnorm kan ook een verhoging van de taks op benzine de automobilist aanzetten tot het gebruik van een efficiëntere wagen. In wat volgt berekenen we dan ook de welvaartskost die zou gepaard gaan met een maatregel die de taks op benzine zou

<sup>8</sup> Oppervlakte  $e_2ce_1 = \frac{1}{2} * 234 \text{ km} * 0,0077 \text{ EURO/km} = 1,2$

<sup>9</sup> Afname brandstoftaks (234 km) = benzineverbruik per km \* # km per jaar \* taks per liter = 0,065 \* 234 \* 0,670 = 10,2

<sup>10</sup> Het brandstofverbruik neemt af met 227,07 liter (=0,015 \* 15.138) vanwege het gebruik van een zuiniger wagen en met 15,21 liter (=0,065 \* 234) vanwege de daling van het autogebruik. Per liter benzine wordt ca. 2,384 kg CO<sub>2</sub> geëmitteerd. De emissiedaling bedraagt derhalve : (227,07 + 15,21) \* 2,384 kg CO<sub>2</sub> = 577,7 kg CO<sub>2</sub>

verhogen met 1 EURO in 2005. Een taksverhoging van deze ordergrootte zou nodig zijn om producenten en consumenten er toe aan te zetten wagens te produceren en te gebruiken die slechts 5 liter per 100 km verbruiken. Zoals reeds vermeld leidt het gebruik van zulk een wagen tot een verhoging van de vervoerskosten (excl. brandstoftaks) met 0,0138 EURO per km. Voorts kan men berekenen dat t.g.v. de maatregel de betaalde brandstoftaks per km zal verhogen met 0,040 EURO<sup>11</sup>. De totale vervoerskosten nemen bijgevolg toe met 0,054 EURO per km. De automobilist die rekening houdt met een discontovoet van 20% bij zijn beslissingen, neemt echter een stijging van zijn vervoerskosten met 0,060 EURO per km waar<sup>12</sup>. Hierdoor zal hij nog slechts 13.912 km rijden, een afname met 1.460 km per jaar<sup>13</sup>.

De afname van het consumentensurplus en de betaalde brandstoftaksen op de vereenvoudigde transportmarkt (cfr. figuur 3) werden berekend in tabel 5.

*Tabel 5 : Afname van het consumentensurplus bij een verhoging van de brandstoftaks (in 2005) zonder rekening te houden met externe kosten*

	EURO per km	EURO per jaar
<b>Wijzigingen in de kosten van het autogebruik (13.912 km per jaar)</b>		
Toename vervoerskost (excl. brandstof)	0,0198	<b>275,5</b>
Afname brandstofkost	-0,006	<b>-83,5</b>
<u>Toename brandstoftaks</u>	<u>0,040</u>	<u>556,5</u>
Afname consumentensurplus (oppervlakte $p_2p_1e_2c$ )		748,5
<b>Wijzigingen door afname van het autogebruik (-1.460 km per jaar)</b>		
Afname consumentensurplus (oppervlakte $e_2ce_1$ )		<b>+43,8</b> <sup>14</sup>
Afname brandstoftaks		<b>-63,6</b> <sup>15</sup>
<b>Welvaartskost van de brandstoftaks per voertuig</b>		<b>235,8</b>
<b>Welvaartskost van de brandstoftaks per ton CO<sub>2</sub>-reductie</b>	<b>326 EURO per ton CO<sub>2</sub></b>	

Indien we de toename van de betaalde brandstoftaksen niet opnemen in de welvaartskost, is de welvaartskost die wordt veroorzaakt als één automobilist de hogere brandstoftaks moet betalen en als gevolg daarvan de zuiniger wagen gebruikt, gelijk aan 235,8 EURO per jaar (=275,5 – 83,5 + 43,8). De maatregel resulteert in een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie met 723,7 kg<sup>16</sup>. De

<sup>11</sup> Bij de oorspronkelijke brandstoftaks : taks per km = verbruik per km \* taks per liter = 0,065 \* 0,670 = 0,044 EURO/km  
Bij de verhoogde brandstoftaks : taks per km = verbruik per km \* taks per liter = 0,050 \* 1,670 = 0,084 ECU/km

<sup>12</sup> Toename vervoerskost = 0,026 (toename kost excl. brandstof) - 0,006 (afname brandstofkost) + 0,040 (toename brandstoftaks)

<sup>13</sup> [Afname autogebruik (in %) / Toename vervoerskost (in%)] = Elasticiteit van het autogebruik m.b.t. de vervoerskosten

<sup>14</sup> Oppervlakte  $e_2ce_1$  =  $\frac{1}{2}$  \* 1.460 km \* 0,060 EURO/km = 43,8

<sup>15</sup> Afname brandstoftaks (1460 km) = benzineverbruik per km \* # km per jaar \* taks per liter = 0,065 \* 1.460 \* 0,670 = 63,6

<sup>16</sup> Het brandstofverbruik neemt af met 208,68 liter (=0,015 \* 13.912) vanwege het gebruik van een zuiniger wagen en met 94,90 liter (=0,065 \* 1.460) vanwege de daling van het autogebruik. Per liter benzine wordt ca. 2,384 kg CO<sub>2</sub> geëmitteerd. De emissiedaling bedraagt derhalve : (208,68 + 94,90) \* 2,384 kg CO<sub>2</sub> = 723,7 kg CO<sub>2</sub>

welvaartskost per ton bespaarde CO<sub>2</sub>-emissie is bijgevolg ca. 326 EURO per ton en is dus lager dan de welvaartskost per ton bespaarde CO<sub>2</sub>-emissie voor de efficiëntiestandaard (363 EURO).

Voor het berekenen van de kosten van de maatregel voor een consument (automobilist) moeten we de wijzigingen in de betaalde brandstoftaksen wel opnemen. De kost van de maatregel voor de consument loopt derhalve op tot 728,7 EURO per jaar (= 275,5 – 83,5 + 556,5 + 43,8 – 63,6) of 1006 EURO per ton CO<sub>2</sub>. Deze maatregel lijkt voor de consument dus duurder dan hij in werkelijkheid is, omdat de consument rekening houdt met de toename van de brandstoftaksen die hij betaalt. Voor de gemeenschap is deze toename echter geen nadeel. Ze zorgt immers voor een toename van het overheidsbudget, waardoor belastingreducties in andere sectoren (bv. arbeidsbelasting) of extra overheidsuitgaven (bv. subsidies aan de sociale zekerheid) mogelijk worden.

### 2.3.3. *Kosten voor de consument*

In het voorgaande berekenden we zowel de welvaartskosten (zonder externe effecten) van twee beleidsmaatregelen, als de kosten die consumenten associëren met deze maatregelen. Tabel 6 geeft de bekomen resultaten weer.

*Tabel 6 : Welvaartskosten (zonder externe effecten) en kosten voor de consument*

	Brandstofnorm	Brandstoftaksverhoging
Welvaartskost	363 EURO per ton CO <sub>2</sub>	326 EURO per ton CO <sub>2</sub>
Zichtbare kost voor de consument	84 EURO per ton CO <sub>2</sub>	1006 EURO per ton CO <sub>2</sub>

Uit de tabel blijkt dat een consument (automobilist) het invoeren van een brandstofnorm als een meer kosten-effectieve maatregel zal beschouwen dan een verhoging van de brandstoftaks. Zowel de brandstofnorm als de brandstoftaksverhoging zullen de consument er toe aanzetten de zuinige wagen te gebruiken, zodat beide maatregelen tot eenzelfde daling van de vervoerskosten excl. brandstoftaks per km leiden. De verhoging van de brandstoftaks zorgt echter voor een toename van de betaalde brandstoftaksen per km, zodat de totale vervoerskosten meer toenemen. Dit is niet het geval voor de brandstofnorm, waarbij de betaalde brandstoftaksen per km dalen. Bijgevolg lijkt de brandstofnorm de voordeligste maatregel voor de consument. In wat volgt zal echter blijken dat een brandstoftaksverhoging voor de gemeenschap kosten-effectiever is dan een brandstofnorm. Het feit dat consumenten rekening houden met de (brandstof)taksen die ze betalen bij het beoordelen van de kosten van een maatregel, zorgt er aldus voor dat zij de maatschappelijke kosten van de maatregelen verkeerd inschatten.

### 2.3.4. *Welvaartskostenberekening voor Vlaanderen*

In de voorgaande berekening is gewerkt onder de hypothese dat er maar één overheidsniveau is dat belastingen heft en uitgeeft.

Indien in het geval van Vlaanderen de bespaarde accijnzen en voertuigbelastingen niet volledig gecompenseerd worden door hogere belastingen of minder uitgaven in Vlaanderen, moet een andere berekening gemaakt worden. Er is wellicht geen volledige gelijkheid tussen federale

minder-inkomsten uit Vlaanderen en effectief welvaartsverlies in Vlaanderen. Indien Vlaanderen de enige zou zijn die energiezuinige auto's zou promoten, zou de federale minderontvangst tot 50% mee gedragen worden door de andere gewesten. In dit geval zou het verschil tussen de welvaartskost en de zichtbare kost voor de consument slechts de helft bedragen van het verschil in tabel 6. Indien echter alle gewesten gelijkaardige maatregelen nemen is de kans klein dat er een groot onevenwicht zal zijn.

## **2.4. Welvaartskosten van CO<sub>2</sub>-redukatie in de transportsector: De rol van externe kosten**

### *2.4.1. Inleiding*

Een transportmaatregel zal een invloed hebben op het aantal en de lengte van de files op onze wegen (en in principe ook waterwegen en treinsporen), op het aantal transportongevallen en op de geluidsoverlast en milieuvervuiling t.g.v. transport. Elke consument zal in al zijn beslissingen, dus ook buiten de transportsector, rekening houden met het tijdsverlies dat hij oploopt in files, met het risico dat hij loopt in een ongeval betrokken te raken en met de geluidsoverlast en milieuvervuiling die zijn rust of gezondheid beïnvloedt. Deze nefaste effecten of kosten t.g.v. van het verkeer zijn dan ook vervat in zijn totaal consumentensurplus (totaal over transport- en andere markten). Een consument zal echter geen rekening houden met het feit dat elke verplaatsing die hij maakt een extra tijdverlies betekent voor al de personen die hij hindert tijdens zijn verplaatsing, met het feit dat hij zorgt voor een verhoogd risico op ongevallen voor alle andere personen en met de hinder die andere personen hebben t.g.v. het geluid en de vervuiling die hij veroorzaakt. Deze 'externe' effecten van het transport en de externe kosten die ermee worden geassocieerd, zijn niet vervat in het consumentensurplus, maar hebben wel een invloed op de welvaart van een samenleving. De mate waarin deze externe kosten worden beïnvloed door een transportmaatregel moet dan ook worden opgenomen in de berekening van de totale welvaartskosten van de maatregel.

### *2.4.2. Brandstofnormen*

We berekenen nu de welvaartskosten van de invoering van de efficiëntiestandaard van 5l per 100 km voor benzinewagens, waarbij we nu ook rekening houden met de mate waarin de externe kosten worden beïnvloed. De externe kosten van CO<sub>2</sub>-emissies worden echter niet opgenomen, omdat we de kosten per eenheid CO<sub>2</sub>-reductie willen bepalen. Dankzij de maatregel nemen enerzijds de kosten van luchtvervuiling per gereden km af omwille van het gebruik van een zuiniger wagen en anderzijds nemen de kosten van ongevallen, congestie, geluid én luchtvervuiling af omdat er minder wordt gereden. De afname van de kosten verschilt echter naargelang de automobilist in agglomeraties (bv. Brussel of Antwerpen) of buiten de agglomeraties rijdt. In agglomeraties worden niet alleen veel meer personen gehinderd door het geluid en de emissies van het verkeer, ook de congestieproblemen zijn er groter dan buiten de agglomeraties. De externe kosten van het verkeer in agglomeraties zijn bijgevolg groter dan de externe kosten van het verkeer buiten de agglomeraties. Tabel 7 bevat schattingen voor de afnames van de externe kosten als de maatregel wordt opgelegd aan een automobilist die enkel in agglomeraties rijdt of aan een automobilist die enkel buiten de agglomeraties rijdt.

Voor de berekeningen werd gebruik gemaakt van de schattingen voor de marginale externe kosten per km uit tabel 3.

Tabel 7 : Wijziging van de externe kosten bij invoering van een brandstofnorm (in 2005)

	Grote agglomeratie EURO per jaar	Buiten de grote agglomeraties EURO per jaar
<b>Wijzigingen door gebruik van een zuiniger wagen (15.138 km per jaar)</b>		
Afname van de kosten van luchtvervuiling <sup>17</sup>	17,4	3,5
<b>Wijzigingen door afname van het autogebruik (-234 km per jaar)</b>		
Afname van de kosten van luchtvervuiling	1,2	0,2
Afname van de kosten van ongevallen en geluid	10,1	13,3
Afname van de kosten van congestie	<u>130,6</u>	<u>28,8</u>
<b>Totale afname van de externe kosten</b>	<b>159,3</b>	<b>45,8</b>
<i>Effect op de welvaart (zonder externe kosten)</i>	<u>-210,1</u>	<u>-210,1</u>
<b>Effect op de welvaart (met externe kosten)</b>	<b>-50,8</b>	<b>-164,3</b>
<b>Welvaarts<u>k</u>ost van de brandstofnorm per ton CO<sub>2</sub>-reductie</b>	<b>88 EURO</b>	<b>284 EURO</b>

Bron : Proost (1997), Mayeres en Van Dender (2001)

Indien we de daling van de externe kosten in mindering brengen van de welvaartskost (210,1 ECU per jaar) die we voorheen berekenden, stellen we vast dat het verplichten van de zuinige wagen gepaard gaat met een welvaartsverlies van 50,8 EURO per jaar indien de automobilist enkel rijdt in grote agglomeraties en een welvaartsverlies van 164,3 EURO indien de automobilist buiten de grote agglomeraties rijdt. Dit verschil is vooral te wijten aan de sterkere afname van de congestiekosten in agglomeraties. Er van uitgaande dat de vlaamse automobilisten gemiddeld 15% van hun kilometers afleggen in grote agglomeraties, gaat het verplichten van de zuinige wagen gepaard met een welvaartsverlies van ca. 147,3 EURO<sup>18</sup> of 255 EURO per ton CO<sub>2</sub>.

Dit resultaat moet echter met de nodige omzichtigheid worden bekeken. In onze vereenvoudigde berekening van de welvaartskost, hielden we immers geen rekening met enkele neveneffecten van de maatregel. Zo hielden we geen rekening met de bestaande interacties tussen de verschillende transportmarkten. De toenemende kosten van het transport per wagen zullen namelijk een positieve invloed hebben op het gebruik van andere vervoersmodi (o.a. transport per motorfiets, bus, tram of trein). Daardoor zal de behaalde reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies en de andere externe effecten in de realiteit kleiner zijn dan we berekenden. Daarnaast gingen we er bij de berekening van de welvaartskost van uit dat slechts één automobilist werd verplicht de zuinige wagen aan te kopen. Als alle automobilisten

<sup>17</sup> Het verbruik daalt met 0,015 liter per km (23%), we nemen aan dat ook de emissies per km dalen met 23%

<sup>18</sup>  $0,15 * 50,8 \text{ EURO} + 0,85 * 164,3 \text{ EURO}$

verplicht worden gebruik te maken van de zuinige wagens zal dit leiden tot een belangrijke reductie van het autoverkeer op onze wegen. Dit zal resulteren in een belangrijke daling van de tijdskosten per km voor automobilisten, die dan weer zal leiden tot een toename van het autoverkeer, die de initiële reductie deels zal compenseren. Ook hierdoor zullen de behaalde reducties van de externe kosten in de realiteit kleiner zijn dan we berekenden

Een nauwkeurige berekening van de welvaartskost die gepaard gaat met het verplichten van de zuinige wagen voor alle automobilisten in Brussel vinden we in een studie van Proost en Van Dender (2001). Zij voorspelden d.m.v. het Trenen-model<sup>19</sup> de impact van een Europese maatregel die het brandstofverbruik zou beperken tot 5 l/100 km voor benzinewagens en 4,5 l/100 km voor dieselwagens in 2005 op de welvaart in Brussel, t.o.v. een business as usual scenario waarin het brandstofverbruik in 2005 gelijk zou zijn aan respectievelijk 7,5 l/100 km en 7 l/100 km.. De maatregel zou resulteren in een toename van de kosten voor het bezit van een wagen met 19,5% voor benzinewagens en 17% voor dieselwagens. Het welvaartsniveau van de inwoners en pendelaars in Brussel, uitgedrukt in geldtermen, zou dalen met 15,4 EURO per capita in 2005.

### 2.4.3. Brandstoftaksen

Tabel 8 bevat schattingen voor de afnames van de externe kosten die zich voordoen bij het verhogen van de taks op benzine met 1 EURO per liter.

Tabel 8 : Wijziging van de externe kosten bij een verhoging van de brandstoftaks (in 2005)

	<b>Grote Agglomeratie</b> <i>EURO per jaar</i>	<b>Buiten de grote agglomeraties</b> <i>EURO per jaar</i>
<b>Wijzigingen door gebruik van een zuiniger wagen (15.138 km per jaar)</b>		
Afname van de kosten van luchtvervuiling <sup>20</sup>	16,0	3,2
<b>Wijzigingen door afname van het autogebruik (-234 km per jaar)</b>		
Afname van de kosten van luchtvervuiling	7,3	1,5
Afname van de kosten van ongevallen en geluid	62,8	83,2
Afname van de kosten van congestie	<u>814,7</u>	<u>179,6</u>
<b>Totale afname van de externe kosten</b>	<b>900,8</b>	<b>267,5</b>
<i>Effect op de welvaart (zonder externe kosten)</i>	<u>-235,8</u>	<u>235,8</u>
<b>Effect op de welvaart (met externe kosten)</b>	<b>+665,0</b>	<b>+31,7</b>
<b>Welvaartswinst bij de brandstoftaks per ton CO<sub>2</sub>-reductie</b>	<b>919 EURO</b>	<b>44 EURO</b>

<sup>19</sup> TRENEN is een statisch partieel evenwichtsmodel voor de transportsector, ontwikkeld voor het Transport Research Program van de Europese Commissie. De Borger B., Proost S. (2001)

<sup>20</sup> Het verbruik daalt met 0,015 liter per km (23%), we nemen aan dat ook de emissies per km dalen met 23%

Indien we deze daling van de externe kosten aftrekken van de welvaartskost (235,8 EURO per jaar) die we voorheen berekenden, stellen we vast dat het verhogen van de brandstoftaks gepaard gaat met een welvaartswinst van 665,0 EURO per jaar indien de automobilist enkel in grote agglomeraties rijdt en een kleinere welvaartswinst van 31,7 EURO indien de automobilist niet grote agglomeraties rijdt. De sterke afname van de congestiekosten in grote agglomeraties (-814,7 EURO) zorgt dus voor een duidelijke welvaartswinst in de grote agglomeraties. Er van uit gaande dat de vlaamse automobilisten gemiddeld 15% van hun kilometers afleggen in grote agglomeraties, gaat het verhogen van de brandstoftaks met 1 EURO gepaard met een welvaartswinst van ca. 126,7 EURO per jaar of 175 EURO per kg CO<sub>2</sub>.

Ook dit resultaat moet echter met de nodige omzichtigheid worden bekeken. Ook in deze berekening hielden we immers geen rekening met enkele neveneffecten van de maatregel, zoals de toename van de vraag naar andere vervoersmodi en het positieve effect van de afname van de tijdskosten op het autoverkeer. Bovendien namen we aan dat een verhoging van de brandstoftaks met 1 EURO per liter zou volstaan om consumenten aan te zetten de zuinige wagen te gebruiken.

Meer nauwkeurige berekeningen bevestigen echter dat het verhogen van de brandstoftaksen kan leiden tot welvaartswinsten in stedelijke gebieden met veel congestie.

In het voorgaande haalden we reeds de studie van Proost en Van Dender aan die het welvaartseffect bestudeerden van een maatregel die het brandstofverbruik zou beperken tot 5 l/100 km voor benzinewagens en 4,5 l/100 km voor dieselwagens in 2005 in Brussel. In dezelfde studie gaan de auteurs ook na wat het effect zou zijn van een verhoging van de brandstoftaksen, die aanleiding zou geven tot eenzelfde reductie van het brandstofverbruik (tot respectievelijk 5 l en 4,5 l). Daartoe zouden verhogingen nodig zijn van 1,02 EURO/l voor benzine en 1,26 EURO/l voor diesel. Het verhogen van de taksen zou leiden tot een verhoging van het welvaartsniveau van de inwoners en pendelaars in Brussel met 4,7 EURO per capita in 2005. Gelijkaardige resultaten werden bekomen uit simulaties met verhoogde brandstoftaksen in het kader van het Auto-Oil II programma van de Europese Commissie. De simulaties werden uitgevoerd met behulp van het Tremove model<sup>21</sup>. Verhoogde brandstoftaksen leveren simultaan een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies en een verhoogde welvaart op.

In tegenstelling tot het opleggen van maximale emissiefactoren leidt de verhoging van de brandstoftaksen dus niet tot een welvaartsverlies, maar tot een welvaartswinst! Om dit te verklaren moeten we de invloed van de verhoogde taksen op de transportmarkt bekijken. Door de verhoging van de brandstoftaks zal men enerzijds beginnen investeren in (dure) technologieën om zwaar belaste brandstof te besparen. Anderzijds wordt transport per wagen duurder waardoor minder zal worden gereden. Een belangrijk neveneffect hiervan is een significante reductie van de congestieproblemen in de piekperiode. Voor stedelijke consumenten wordt de daling van de koopkracht door de hoge kost van zuinige wagens bijna volledig gecompenseerd door een afname van het tijdsverlies dat ze voorheen opliepen in files. Daarenboven resulteert de maatregel in een sterke reductie van de emissies, geluidsoverlast en

---

<sup>21</sup> TREMOVE is een model gebaseerd op TRENEN dat ook de samenstelling van het wagenpark, het brandstofverbruik en de emissies per pollutant gedetailleerd modelleert. Het werd ontwikkeld in het kader van het Auto-Oil II Programma van de Europese Commissie, dat werd beëindigd in 1999.

ongevallen en kunnen de verhoogde taksinkomsten gebruikt worden om de belastingen in andere sectoren te reduceren.

Wat betreft brandstoftaksen kunnen we aldus besluiten dat ze in stedelijke gebieden met veel congestie een meer kosten-effectieve maatregel zijn dan het verplichten van nieuwe zuinige technologieën, omdat de transportvraag sterker zal afnemen vanwege de grotere toename van de vervoerskosten en aldus een belangrijke reductie van de kosten van ongevallen, geluid, pollutie en vooral congestie mogelijk is. Als gevolg van de verhoogde brandstoftaksen zal er echter toch (vrijwillig) worden geïnvesteerd in nieuwe technologieën. Dit leidt tot inefficiënties omdat de bespaarde brandstofkosten en externe kosten de meerkost van deze technologieën niet kunnen compenseren. In wat volgt zal blijken dat het verhogen van de vervoerskosten d.m.v. andere middelen dan brandstoftaksen, dezelfde voordelen heeft maar deze inefficiënties vermijdt.

#### *2.4.4. Kilometerheffingen en rekeningrijden*

Het verhogen van de taks op benzine met 1 EURO veroorzaakt in feite een stijging van de vervoerskost met 0,065 EURO per km voor de consumenten die gebruik maken van een conventionele wagen (verbruik : 6,5 liter per 100 km). Het gevolg daarvan is dat zij enerzijds zullen overschakelen naar zuinige, maar duurdere voertuigen en anderzijds minder zullen rijden. In deze context is het erg interessant om de gevolgen te bestuderen van een maatregel die een kilometerheffing van 0,065 EURO per km zou invoeren. Zulk een taks zal automobilisten er niet toe aanzetten om over te schakelen naar zuinige, duurdere wagens, maar zal wel leiden tot een afname van het aantal afgelegde kilometers. Door de verhoging van de vervoerskost per km met 0,065 EURO per km zal een automobilist namelijk 1.589 km minder rijden<sup>22</sup>.

De afnames van het consumentensurplus, de betaalde brandstoftaks en de externe kosten (cfr. figuur 3) worden weergegeven in tabellen 9 en 10.

---

<sup>22</sup> [Afname autogebruik (in %) / Toename vervoerskost (in%)] = Elasticiteit van het autogebruik m.b.t. de vervoerskosten

Tabel 9 : Afname van het consumentensurplus bij invoering van een kilometerheffing (in 2005) zonder rekening te houden met externe kosten

	EURO per km	EURO per jaar
<b>Wijzigingen in de kosten van het autogebruik (13.783 km per jaar)</b>		
Kilometerheffing	0,065	<u>895,9</u>
Afname consumentensurplus (oppervlakte $p_2p_1e_2C$ )		895,9
<b>Wijzigingen door afname van het autogebruik (-1.589 km per jaar)</b>		
Afname consumentensurplus (oppervlakte $e_2ce_1$ ) <sup>23</sup>		<b>51,6</b>
Afname brandstoftaks <sup>24</sup>		<u>- 69,2</u>
<b>Welvaartskost van de kilometerheffing per voertuig zonder externe effecten</b>		<b>51,6</b>
<b>Welvaartskost van de kmheffing per ton CO<sub>2</sub>-reductie zonder externe effecten</b>	<b>210 EURO per ton CO<sub>2</sub></b>	

Tabel 10 : Wijziging van de externe kosten bij invoering van een kilometerheffing (in 2005)

	<b>Grote agglomeratie</b> <i>EURO per jaar</i>	<b>Buiten de grote agglomeraties</b> <i>EURO per jaar</i>
<b>Wijzigingen door afname van het autogebruik (-1.589 km per jaar)</b>		
Afname van de kosten van luchtvervuiling	7,9	1,6
Afname van de kosten van ongevallen en geluid	68,3	90,6
Afname van de kosten van congestie	<u>886,7</u>	<u>195,4</u>
<b>Totale afname van de externe kosten</b>	<b>962,9</b>	<b>287,6</b>
<i>Effect op de welvaart (zonder externe kosten)</i>	<u>-51,6</u>	<u>-51,6</u>
<b>Effect op de welvaart (met externe kosten)</b>	<b>+911,3</b>	<b>+236,0</b>
<b>Welvaartswinst bij de kilometerheffing per ton CO<sub>2</sub>-reductie</b>	<b>3700 EURO</b>	<b>958 EURO</b>

Net als veranderingen in de betaalde brandstoftaksen, maken de betaalde kilometerheffingen geen deel uit van de welvaartskost. De invoering van de heffing gaat aldus gepaard met een welvaartswinst van 911,3 EURO per jaar (= -51,6 + 962,9) indien de automobilist enkel in grote agglomeraties rijdt en 236,0 EURO per jaar (= -51,6 + 287,6) indien de automobilist enkel buiten

<sup>23</sup> Oppervlakte  $e_2ce_1 = \frac{1}{2} * 1589 \text{ km} * 0,065 \text{ EURO per km} = 51,6$

<sup>24</sup> Afname brandstoftaks (1965 km) = benzineverbruik per km \*# km per jaar \*taks per liter = 0,065 \* 1.589 \* 0,670 =69,2

de grote agglomeraties rijdt. Dit komt overeen met een welvaartswinst van ca. 337,3 EURO indien de heffing wordt opgelegd aan een gemiddelde vlaamse automobilist die 85% van zijn kilometers buiten de grote agglomeraties aflegt. De afname van het autogebruik resulteert in een vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 246,3 kg per jaar<sup>25</sup>. De welvaartswinst per kg CO<sub>2</sub>-besparing is dus ca. 1370 EURO per ton CO<sub>2</sub>, dit is meer dan het zevenvoudige van de welvaartswinst per ton CO<sub>2</sub>-reductie bij een verhoging van de brandstoftaks.

De verklaring voor dit resultaat is eenvoudig. De kilometerheffing doet de vervoerskosten voor de automobilisten stijgen, waardoor het autoverkeer en dus ook de kosten van congestie ongevallen, geluidsoverlast en vervuiling sterk afnemen. Het feit dat er kilometerheffingen moeten worden betaald hoeft echter niet gepaard te gaan met een welvaartsverhoging, omdat de overheid deze extra inkomsten nuttig kan aanwenden in andere sectoren. Hetzelfde geldt voor brandstoftaksen, maar brandstoftaksen zullen consumenten er tevens toe aanzetten om zuinigere wagens te gebruiken. De bespaarde brandstofkosten en externe kosten zullen de meerkosten van de zuinigere wagens niet kunnen compenseren, zodat het welvaartsverhogend effect van de daling van de transportvraag hierdoor deels teniet wordt gedaan.

Merk op dat bij de berekening van de welvaartsverhoging van de kilometerheffing geen rekening werd gehouden met de Europese overeenkomst met de autoconstructeurs om de emissies te beperken. Deze overeenkomst zal er toe leiden dat in 2005 het brandstofverbruik tot ca. 5,85 liter per 100 km zal zijn afgenomen. Hierdoor zal ook de kilometerheffing in de realiteit gepaard gaan met een investering in een zuinigere wagen (tot 5,85 liter) in 2005. Deze investering is echter een stuk kleiner dan in het geval van de brandstoftaks en de brandstofnorm (tot 5,00 liter), omdat de kost van een reductie van het brandstofverbruik meer dan evenredig toeneemt met de grootte van de reductie. Ook indien de Europese overeenkomst in de analyse wordt opgenomen zal de kilometerheffing dus leiden tot een grotere welvaartswinst per kg CO<sub>2</sub> dan de brandstoftaks en de brandstofnorm.

Zoals reeds vermeld hebben we bij bovenstaande illustratieve berekeningen ook geen rekening gehouden met enkele belangrijke neveneffecten. Simulaties met transportmodellen leveren echter gelijkaardige resultaten op. Zo werd in het kader van het Auto-Oil II programma, waarin de gevolgen van de overeenkomst met de auto-industrie wel in beschouwing werden genomen, met het Tremove-model een maatregel geëvalueerd die in de steden Athene en Lyon vanaf 2005 een kilometerheffing zou invoeren. De heffing zou voor wagens en lichte vrachtwagens 0,31 EURO per km bedragen in de piekuren en 0,05 EURO in de daluren. Voor zware vrachtwagens (boven 3,5 ton) zou respectievelijk 0,61 EURO en 0,10 EURO worden geïnd. De implementatiekosten voor de benodigde technologie zouden 83,72 EURO per voertuig bedragen en de jaarlijkse operationele kosten (incl. controles) zouden tot 24,50 EURO per voertuig oplopen, waarvan een deel zou worden gerecupereerd via boetes bij overtredingen. Het Tremove model voorspelt voor Lyon in 2005 een daling van het aantal passagierkilometers met 2%, die het netto-effect is van een daling van het transport per wagen (-14%) en een stijging van het transport met andere modi, nl. publiek transport (+6%) en motoren (+0,5%). Het goederentransport met zware vrachtwagens daalt (-5,5%), terwijl er geen daling zal zijn voor lichte vrachtwagens. Het welvaartsniveau van de inwoners en pendelaars stijgt met 44,33 EURO per capita in 2005, vooral door een reductie van de congestiekosten. De CO<sub>2</sub>-emissies

---

<sup>25</sup> Het brandstofverbruik neemt af met 103,3 liter (=0,065 \* 1.589) vanwege de daling van het autogebruik. Per liter benzine wordt ca. 2,384 kg CO<sub>2</sub> geëmitteerd. De emissiedaling bedraagt derhalve : 103,3 \* 2,384 kg CO<sub>2</sub> = 246,3 kg CO<sub>2</sub>

---

zouden dalen met 8%. Merk op dat door het innen van hogere bedragen in de spitsuren, tijdens dewelke reducties van het autoverkeer kunnen leiden tot belangrijke reducties van de congestiekosten, en lagere bedragen in de daluren, tijdens dewelke er nauwelijks sprake is van congestiekosten, ervoor wordt gezorgd dat de behaalde welvaartswinst per eenheid CO<sub>2</sub>-reductie nog groter is dan bij een ongedifferentieerde kilometerheffing.

#### *2.4.5. Subsidies voor het vervangen van oude personenwagens*

Uit het voorgaande blijkt dat maatregelen die zorgen voor een verhoging van de taksen op het transport per personenwagen, kunnen leiden tot enerzijds een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies en anderzijds een welvaartswinst. Maatregelen die er daarentegen voor zorgen dat de betaalde taksen afnemen zullen aanleiding geven tot ongewenste effecten.

Als voorbeeld bespreken we een maatregel die het vervangen van oude voertuigen door nieuwere milieuvriendelijkere modellen zou stimuleren, bijvoorbeeld met een subsidie bij het buiten gebruik stellen van een oude wagen. Zulk een subsidie kan echter ook beschouwd worden als een subsidie bij de aankoop van een nieuwe wagen, die wordt aangekocht om een oude wagen te vervangen. Zodoende maakt de maatregel het transport per wagen goedkoper, wat kan leiden tot een toename van het autoverkeer. Dit vermoeden wordt bevestigd door een studie in het kader van het Auto Oil II Programma, waarin met het Tremove model het effect van een subsidie van 1021 EURO voor het vervangen van wagens ouder dan 10 jaar werd gesimuleerd. De maatregel werd getest voor Athene tijdens de periode 2005 – 2010. De subsidies zouden in 2010 resulteren in een afname van het publiek transport en een toename van het autogebruik in vergelijking met de situatie bij ongewijzigd beleid. Dit zou een toename van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met 0,4% teweegbrengen. Bovendien gaat de maatregel gepaard met een belangrijke welvaarts-kost (34,09 EURO per capita in 2010), o.a. omdat ook de kosten van congestie en ongevallen toenemen.

### **3. WELVAARTSKOSTEN VAN MEER GLOBALE TRANSPORTMAATREGELEN**

De voorgaande theorie is niet enkel van toepassing op het transport per personenwagen, maar kan ook worden toegepast op andere modes (bus, trein,...) en vrachtvervoer. Nemen we bijvoorbeeld goederentransport met vrachtwagens. De vraagcurve verloopt eveneens dalend. Als de totale kost per km daalt, kunnen er voor bedrijven mogelijkheden ontstaan om hun kosten te reduceren door over te schakelen van andere modi (scheepvaart,...) naar transport over de weg of door reorganisaties die het vrachtwagentransport doen toenemen, maar het gebruik van andere productiefactoren doen dalen. Dit kan worden beschouwd als een daling van de totale productiekosten en dus als een welvaartswinst voor alle huishoudens, die minder zullen moeten betalen voor de goederen en diensten die ze consumeren.

Zoals reeds vermeld bestaan er interacties tussen de verschillende transportmarkten. Zo zal de kost van het transport per wagen een invloed hebben op de vraag naar transport per bus. Vele maatregelen in de transportsector spelen in op deze interacties. Zo kan men bijvoorbeeld de prijs van publiek transport verlagen, in de hoop dat automobilisten overschakelen op transport per bus, om een vermindering van de emissies van de transportsector te bekomen of om congestieproblemen in te dijken. De welvaartskost van zulk een maatregel kan niet worden gemeten in de markt voor transport per bus alleen. In principe zou men de welvaartskost wel kunnen berekenen door de wijzigingen in het consumentensurplus en de externe kosten op alle markten op te tellen. Dit is echter niet eenvoudig, daar de vraagcurves in de markten verschuiven. De vraagcurve voor het transport per wagen verschuift door de verlaging van de prijs van het transport per bus. De vraagcurve voor het transport per bus verschuift omdat de congestiekosten voor het transport per wagen dalen. Voor het bepalen van de welvaartskosten van zulke maatregelen wordt dan ook beroep gedaan op mathematische modellen, zoals *Trenen* en *Tremove*.

In dit deel gaan we in op maatregelen ter reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies die niet enkel ingrijpen op het transport per personenwagen. Naast het personenvervoer per auto, dat de belangrijkste bron van CO<sub>2</sub>-emissies in de transportsector is, dragen immers ook het publiek personenvervoer en het goederentransport bij tot de emissies. We gaan in wat volgt dan ook in op de welvaartskosten van mogelijke reductiemaatregelen die ingrijpen op het publiek transport en het goederenvervoer. Vervolgens wordt, uitgaande van de vaststelling dat kilometerheffingen voor personenwagens aanleiding kunnen geven tot een significante welvaartswinst, uiteengezet hoe een geïntegreerd takseringsbeleid voor de gehele transportsector kan leiden tot belangrijke emissiereducties én welvaartswinsten.

#### **3.1. Maatregelen m.b.t. het publiek transport**

Het publiek transport vormt een milieuvriendelijker alternatief voor het transport per personenwagen. Maatregelen die het aandeel van het openbaar vervoer in het totale personenvervoer doen stijgen ten nadele van het transport per wagen, zullen bijgevolg resulteren in een afname van de CO<sub>2</sub>-emissies. De aantrekkelijkheid van het publiek transport kan onder meer worden verhoogd door het verbeteren van de dienstverlening en het voeren van een stimulerend prijsbeleid. Deze maatregelen werden in Vlaanderen reeds genomen.

Wat betreft de dienstverlening denken we hierbij aan het verhogen van de frequentie, de snelheid en/of de stiptheid van het openbaar vervoer. Infrastructuurmaatregelen in steden zoals het aanleggen van rijvakken voor bussen of trams en het verlenen van voorrang aan bussen of trams op kruispunten kunnen hiertoe een belangrijke bijdrage leveren. Meerdere bronnen vermelden dat potentiële verhogingen van de snelheid van bussen en trams met 10% tot 20% en nog grotere toenames van de betrouwbaarheid mogelijk zijn in Europese steden<sup>26</sup>. Dergelijke infrastructuurmaatregelen hebben als belangrijk neveneffect dat de gemiddelde snelheid van wagens en vrachtwagens afneemt, waardoor de congestiekosten voor de gebruikers van deze modi stijgen. Dit neveneffect kan leiden tot significante welvaartskosten. Immers, een belangrijk percentage van de automobilisten en vrijwel alle transportbedrijven in de steden kunnen niet overschakelen op het openbaar vervoer, o.a. omdat niet elke plaats bereikbaar is met het openbaar vervoer en omdat de mogelijkheden van goederenvervoer met andere modi dan vrachtwagens in de steden erg beperkt zijn.

In de Auto Oil II studie werd geschat dat de snelheid van bussen in Athene met 15% kan worden verhoogd d.m.v. het afbakenen van rijvakken voor bussen en het verlenen van voorrang aan bussen op kruispunten. Dit zou een investeringskost van 71.417.000 EURO en een jaarlijkse operationele kost van 9.189.000 EURO vereisen. In 2005 zou de verbeterde infrastructuur leiden tot een toename van het vervoer per bus met 5,1% t.o.v. de voorspelde situatie in 2005 zonder de maatregel. Het transport per wagen (-1,1%) en per vrachtwagen (-0,1%) zou afnemen. De maatregel leidt tot een erg beperkte daling van de CO<sub>2</sub>-emissies t.g.v. het wegtransport in Athene (-0,3%) en een welvaartskost van 3,28 EURO per capita in 2005. De afname van de pollutie en ongevallen en de tijdwinsten voor bussen wegen immers niet op tegen de toename van de congestiekosten voor wagens en vrachtwagens en de infrastructuurkosten. De welvaartskost van de maatregel stijgt bovendien in latere jaren (bv. een kost van 9,63 EURO per capita in 2010), omdat een stijging van het wagen- en vrachtwagenverkeer verwacht wordt en het effect van de toenemende congestiekosten aldus belangrijker wordt.

Naast het verbeteren van de dienstverlening kan men ook door het verlagen van de tarieven of zelfs gratis openbaar vervoer het publiek transport aantrekkelijker maken. Zulk een maatregel zou zowel de pollutieproblemen als de congestieproblemen kunnen verlichten, maar zou een verhoging van de subsidies voor het publieke transport vereisen.

In Athene zou, volgens het Auto Oil II onderzoek, een verlaging van de bus- en metrotarieven met 30% in 2005 een afname van het vervoer per wagen met 3% en een toename van het openbaar vervoer met 15,3% voor bus en 13,2% voor tram opleveren. Het totaal aantal passagierkilometers zou stijgen met 2,1% en de CO<sub>2</sub>-emissies van het transport zouden in beperkte mate dalen (-1,2%). De reductie van de vervoerstarieven en de verminderde congestiekosten voor zowel passagier- als goederenvervoer leveren de consumenten een voordeel op dat de kosten t.g.v. de verhoogde subsidies ruimschoots compenseert. De maatregel leidt dan ook tot een welvaartstoename (+23,23 EURO per capita in 2005).

Hierbij moet echter een kanttekening worden gemaakt. Op dit ogenblik is er een onterecht kostenvoordeel voor wagens t.o.v. het openbaar vervoer omdat automobilisten niet betalen voor de externe kosten van congestie, luchtvervuiling, lawaai en ongevallen die ze veroorzaken.

---

<sup>26</sup> London Transport Buses, The London Bus Priority Network, 1997; DITS, TTR, Public transport prioritization, Transport Research APAS, Urban Transport, vol. 25, Luxembourg 1996.

Vanuit economisch standpunt wordt dit bij voorkeur verholpen door het verhogen van de taksen op het autoverkeer. Zodoende zal de vervoerskost nauwer aansluiten bij de kost die het transport werkelijk veroorzaakt. Het verlagen van de tarieven voor het publiek transport kan het onterechte concurrentiële voordeel voor wagens wel deels verhelpen, maar zorgt er voor dat ook de gebruikers van het openbaar vervoer minder betalen dan de kosten die werkelijk gepaard gaan met hun verplaatsing. Merk hierbij op dat dergelijke subsidies het openbaar vervoer goedkoper maken voor bepaalde groepen die zich op dit moment niet of zelden verplaatsen per auto (bv. studenten). Dankzij de verlaagde tarieven zullen zij meer gebruik maken van het openbaar vervoer en dus extra congestie, pollutie en ongevallen veroorzaken, hoewel zij niet bereid zijn deze kosten te vergoeden.

Wat betreft maatregelen die tot doel hebben het aandeel van het publiek transport in het personenvervoer te verhogen, kunnen we uit het voorgaande besluiten dat de mogelijke emissiereducties beperkt zijn én dat de welvaarts-kost van een maatregel in belangrijke mate afhangt van de invloed van de maatregel op de congestiekosten voor het transport met personenwagens en vrachtwagens. Dit betekent dat zij inderdaad tot een effectieve CO<sub>2</sub>-reductie kunnen leiden aan een lage kost in gebieden met veel congestie. In steden met weinig congestie kan er een toename zijn van CO<sub>2</sub>-emissies met daarbovenop een kost.

### **3.2. Maatregelen m.b.t. het goederentransport**

Als het luchtverkeer buiten beschouwing wordt gelaten, stelt men in Vlaanderen vast dat meer dan 95% van de CO<sub>2</sub>-emissies van de transportsector afkomstig is van het wegverkeer<sup>27</sup>. Naast personenwagens dragen ook vrachtwagens in belangrijke mate bij tot de emissies van het wegverkeer. Maatregelen die zorgen voor een afname van het transport per vrachtwagen kunnen aldus een belangrijk effect hebben op de totale emissies van de transportsector. Het aantal kilometers dat wordt afgelegd door vrachtwagens zou onder meer kunnen worden beperkt door verbeteringen van de logistieke organisatie van het vrachtvervoer of het verhogen van de aantrekkelijkheid van het transport per trein of schip.

Het verbeteren van de logistieke organisatie is idealiter gericht op het reduceren van het aantal kilometers dat wordt gereden met lege of halfvolle vrachtwagens. Over de mate waarin dit mogelijk is, bestaat onenigheid. Sommige studies halen aan dat er geen verbeteringen mogelijk zijn, omdat de transportbedrijven reeds zeer efficiënt zouden werken t.g.v. de harde concurrentie in de sector. Andere studies zien wel mogelijkheden, bijvoorbeeld d.m.v. de installatie van stadsterminals en vrachtdistributiecentra, verbeterde samenwerking tussen bedrijven en verbeterde leveringsvoorwaarden.

In het kader van het Auto-Oil II programma werd de impact van dergelijke maatregelen op het verkeer in Athene gesimuleerd. Daarbij ging men er van uit dat de gemiddelde ladingsfactor van vrachtwagens in Athene met 10% kan verhoogd worden. De benodigde maatregelen zouden gepaard gaan met een initiële kost van 67.386.000 EURO en een jaarlijkse operationele kost van 51.105.000 EURO. Door de verhoogde efficiëntie zou het goederentransport (in tonkm) over de weg in 2005 toenemen met 2%, terwijl het aantal gereden vrachtwagenkilometers zou afnemen met 7%. Dit resulteert in een vermindering van de

---

<sup>27</sup> Bron : Mobiliteitsplan Vlaanderen

congestiekosten voor alle wegverkeer, waardoor het transport per wagen lichtjes stijgt (+ 0,3%). De maatregel zou leiden tot een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies van het transport met 2,6% én een welvaartswinst van maar liefst 168,69 EURO per capita in 2005, die grotendeels voortkomt uit de vermindering van de kosten voor vrachtvervoer. Indien verbeteringen van de logistieke organisatie mogelijk zijn, kunnen deze dus niet alleen leiden tot belangrijke kostenreducties voor het vrachtvervoer, maar tevens tot verminderingen van de emissie- en congestieproblemen.

Het verhogen van de aantrekkelijkheid van het goederentransport per trein of per schip, kan net als het verhogen van het aandeel van het publiek personentransport gebeuren door enerzijds investeringen gericht op een betere dienstverlening en anderzijds subsidies ter vermindering van de transporttarieven. Net als voor het personentransport zijn de haalbare emissiereducties echter beperkt. De mogelijkheden om goederen die getransporteerd worden per vrachtwagen te transporteren per trein of schip zijn immers beperkt, onder meer omdat niet elke plaats bereikbaar is per trein of schip.

### **3.3. Een geïntegreerd takseringsbeleid voor de gehele transportsector**

Zoals reeds werd uiteengezet levert het invoeren van een kilometerheffing voor personenwagens een belangrijke welvaartswinst op per kg gereduceerde CO<sub>2</sub>-emissie. In principe heeft de overheid echter de mogelijkheid om een kilometerheffing in te voeren voor elke transportmodus. Het is dan ook interessant om na te gaan wat de optimale heffingen voor elk vervoermiddel zouden zijn, indien de overheid zonder enige beperking kilometerheffingen zou kunnen invoeren om aldus een maximaal welvaartsniveau te bereiken. We gaan er in wat volgt van uit dat de overheid alle bestaande taksen en subsidies in de transportsector schrapt en vervangt door kilometerheffingen. In zulk een situatie is het aangewezen dat de overheid ervoor zorgt dat de transportkosten (incl. heffingen) die worden betaald, gelijk zijn aan de totale kosten die in werkelijkheid gepaard gaan met het transport<sup>28</sup>. Immers, een consument of transportfirma die minder dan de totale kosten betaalt, zal een deel van de kosten afwimpelen op anderen en zal meer kilometers afleggen dan aangewezen omdat transport voor hem goedkoper lijkt dan het in werkelijkheid is voor de maatschappij. In deze totale kosten zijn naast de kosten die gepaard gaan met de aankoop en het gebruik van een voertuig ook de marginale externe kosten vervat. Zij stellen de extra hinder voor die iemand veroorzaakt door één kilometer meer te reizen met een bepaald vervoermiddel, m.a.w. de toename van de congestie, pollutie, lawaai en ongevallen. Een optimaal takseringsbeleid zal er aldus voor zorgen dat de consument ook de marginale externe kosten die hij veroorzaakt betaalt. Het gevolg hiervan is dat de optimale heffingen verschillen tussen transport in de piekuren en transport in de daluren, omdat een additioneel voertuig nauwelijks congestie veroorzaakt in de daluren, maar wel in de piekuren. Daarnaast impliceert dit ook dat vervuilende voertuigen zwaarder worden belast dan milieuvriendelijke alternatieven, dat transport op autosnelwegen anders wordt belast dan transport in de steden, dat subsidies voor het openbaar vervoer kleiner worden voor het spoor en dat het busvervoer belast wordt,... . Het is duidelijk dat de implementatie van zulk een

<sup>28</sup> Dit is slechts bij benadering correct. In principe hangt het optimale belastingsniveau ook af van onder meer de efficiëntie waarmee de verhoogde (of verlaagde) overheidsinkomsten worden gebruikt in andere sectoren...

prijspolitic een erg gesofisticeerd tolmechanisme vereist, doch we nemen voorlopig aan dat dit voorhanden is.

De Borger en Proost (2001) onderzochten de effecten van een optimale takseringspolitiek voor het transport in Brussel in 2005. De heffingen (uitgedrukt in EURO per km) voor alle vervoersmiddelen zouden stijgen, met grote toenames voor het transport per wagen in de piekuren (belangrijke marginale externe congestiekost) en een vervanging van de subsidies voor publiek transport in de daluren door een heffing. De transportkosten per km (incl. heffingen en congestiekosten) stijgen in mindere mate en dalen zelfs voor publiek transport in de piekuren, omdat de congestiekosten sterk afnemen. Tabel 11 geeft ter illustratie de veranderingen in de kosten voor transport met kleine benzine-wagens en per bus weer.

*Tabel 11 : Afwijking van de transportkosten per km bij optimale heffingen t.o.v. de verwachte kosten in 2005*

	Inwoners	Inwoners, betalend	Pendelaars	Pendelaars, betalend
<b>Wagen piekuren</b>	+78%	+39%	+56%	+39%
<b>Wagen daluren</b>	+65%	+18%	+36%	+17%
<b>Bus piekuren</b>	-15%	-15%	-17%	-17%
<b>Bus daluren</b>	+53%	+53%	+62%	+62%

*Opm : de stijging van de kosten is lager voor personen die voorheen betalend parkeerden, bij optimale heffingen betaalt immers iedereen voor de parkeerplaats die hij inneemt*

*Bron : De Borger en Proost (2001)*

De introductie van de optimale heffingen leidt tot een stijging van het welvaartsniveau in Brussel van 1,3% of 90 EURO per capita. Vanwege de verhoging van de vervoerskosten, daalt de totale transportvraag met 9,1%. Vooral in de piekperiode wordt een sterke afname vastgesteld. Ook wordt een verschuiving van transport per wagen naar publiek transport vastgesteld in de piek. In de transportsector weegt de daling van de congestiekosten en de kosten van pollutie, geluid en ongevallen (-13,4% voor deze drie) niet op tegen de verhoogde taksen. De totale welvaart over alle sectoren stijgt echter omdat de overheidsinkomsten uit de heffingen nuttig kunnen worden aangewend in andere markten. Simultaan met deze welvaartswinst wordt een belangrijke reductie van de schade door luchtverontreiniging bekomen (-12% voor alle pollutanten samen), voornamelijk dankzij de sterke afname van het autoverkeer.

Proost en Van Regenmorter (1999) berekenden de reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies die zou worden behaald in 2005 indien optimale heffingen zouden worden ingevoerd in heel België. Tabel 12 geeft de wijzigingen in de verkeersvolumes weer die zouden worden veroorzaakt door de heffingen.

Tabel 12 : Wijzigingen in de verkeersvolumes bij optimale heffingen in 2005

<u>Personentransport</u>		<u>Goederentransport</u>	
Personenwagens (korte afstand)	-0,7%	Vrachtwagens	-3,1%
Personenwagens (lange afstand)	-6,0%	Spoorwegen	+8,6%
Bus	+12,2%	Scheepvaart	+26,3%
Spoorwegen	+3,6%		

Bron : Proost en Van Regenmorter (2001)

De reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies die kan worden verwacht door deze verandering in het transportbeleid is vrij beperkt (-2,5% t.o.v. de emissies in 2005 zonder de maatregel). De hoofdreden daarvoor is dat de heffingen niet zozeer het totale transportvolume wijzigen, maar vooral de ongelijke spreiding ervan over piekuren en daluren. De congestiekosten zijn immers veruit de belangrijkste externe kosten en bepalen daardoor in sterke mate de optimale heffingen. De kleine emissie-reductie gaat echter gepaard met een maximale welvaartswinst, die niet kan worden gehaald met andere hervormingen van de taksen op het transport.

Optimale kilometerheffingen invoeren is in de praktijk niet haalbaar, maar haalbare maatregelen die ervoor zorgen dat de taksen in de transportsector evolueren in de richting van de optimale heffingen bieden ook gunstige perspectieven.

#### 4. KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN NIEUWE TECHNOLOGIEËN IN DE TRANSPORTSECTOR EN IN ANDERE SECTOREN

Zowel in de transportsector als in de andere sectoren zouden de CO<sub>2</sub>-emissies kunnen worden gereduceerd door de introductie van nieuwe technologieën. Hierbij kan men bijvoorbeeld denken aan elektrische wagens in de transportsector, windturbines in de electriciteitssector, verbeterde isolatie in de residentiële sector en hoogrendementsmotoren in de industriële sector. De vraag die we ons hierbij moeten stellen is of een introductie van nieuwe technologieën in de transportsector kosten-effectief is, rekening houdend met de mogelijkheden in de andere sectoren.

Het antwoord op deze vraag vinden we in het onderzoek van Proost en Van Regenmorter (1999). Zij toonden aan dat, indien de marktinefficiënties op de Belgische transportmarkt worden weggewerkt d.m.v. een optimaal takseringsbeleid, technologische maatregelen in de transportsector niet kosten-effectief zijn t.o.v. technologische verbeteringen in andere sectoren. Hiertoe gebruikten zij het MARKAL-model<sup>29</sup>, dat alle vraag- en aanbodprocessen voor energieproducten modelleert. De mogelijke technologieën voor alle sectoren in België zijn vervat in dit model. Voor de transportsector werden zowel zuiniger motoren, alternatieve brandstoffen als alternatieve motoren opgenomen voor de verschillende modi (auto, bus, vrachtwagen, spoorwegen en scheepvaart). Ter illustratie vermelden we in tabel 13 enkele karakteristieken van de mogelijke technologieën voor auto's.

Tabel 13 :Karakteristieken van auto-technologieën (korte afstand) voor de periode 1990 ? 2030

	Energie-efficiëntie-index <sup>30</sup>	Levensduur (jaren)	Investeringskost (ECU / voertuig)	Vaste onderhouds- en operationele kost (ECU / jaar)
Benzinewagen	1,00 ? 1,30	10	7115	456
Dieselwagen	1,11 ? 1,49	10	8626	470
LPG wagen	1,00 ? 1,30	10	7624	481
Ethanolwagen	1,11 ? 1,29	10	7263	473
Methanolwagen	1,11 ? 1,29	10	7432	473
CNG wagen	1,07 ? 1,29	10	8513	676
Waterstofwagen	1,12 ? 1,29	10	8324	676
Elektrische stadswagen	2,86 ? 3,31	10	115447? 12367	850 ? 693
Hybride wagen	2,86 ? 3,31	10	13429? 12367	818 ? 710
Waterstofcel wagen	2,46 ? 2,74	10	23648? 16418	574 ? 507

Bron : Proost en Van Regenmorter (1999)

<sup>29</sup> MARKAL is een energie-optimalisatie model dat werd ontwikkeld voor België door CES (KULeuven) en VITO in het kader van een IEA samenwerkingsverband.

<sup>30</sup> De efficiëntie geeft de verhouding weer tussen de verbruikte energie (die de CO<sub>2</sub>-emissies determineert) en de geleverde arbeid. De efficiëntie-index geeft de efficiëntie weer relatief t.o.v. de efficiëntie voor benzine-wagens in '90.

De auteurs gingen na welke technologieën zouden moeten worden geïntroduceerd om op een kosten-effectieve wijze vooropgestelde reductiedoelstellingen te halen. Uit het onderzoek blijkt dat zelfs indien men voor 2030 een reductie van de CO<sub>2</sub>-emissies met 45% t.o.v. de emissies in 1990 vooropstelt, een introductie van nieuwe technologieën in de transportsector niet kosten-effectief is. Voor wagens en vrachtwagens zou dus geen omschakeling naar andere technologieën dan benzine- en dieselmotoren moeten worden doorgevoerd. De doelstelling zou immers het goedkoopst bereikt worden door het introduceren van efficiëntere technologieën in de andere sectoren, voornamelijk de electriciteitssector en de industrie. Zo zouden in de electriciteitssector belangrijke emissie-reducties kunnen worden behaald d.m.v. het vervangen van steenkoolcentrales door STEG-centrales, omdat aardgas een veel lager CO<sub>2</sub>-gehalte per eenheid energie heeft, nl. 0,20 kg CO<sub>2</sub>/kWh t.o.v. 0,33 kg CO<sub>2</sub>/kWh voor steenkool.

Men kan hiervoor een verklaring zoeken in de verschillen tussen de taksering van transportbrandstoffen en brandstoffen voor andere sectoren. De goedkopere technieken voor het reduceren van het brandstofverbruik worden al gebruikt in onze hedendaagse voertuigen, vanwege de hoge taksen op brandstof. Om het brandstofverbruik verder te reduceren, zullen duurere technologieën moeten worden geïntroduceerd. De bespaarde brandstofkosten (excl. taksen) zullen deze meerkost niet kunnen compenseren. De taksen op brandstoffen die worden gebruikt in de electriciteitssector en de industrie zijn een stuk lager, waardoor in het verleden minder inspanningen om brandstof te besparen werden geleverd dan in de transportsector en verdere reducties van het brandstofverbruik kunnen worden behaald tegen lagere kosten.

## **5. MOGELIJKE BELEIDSLIJNEN TER REDUCTIE VAN DE CO<sub>2</sub>-EMISSIONS IN DE TRANSPORTSECTOR**

### **Het potentieel van een geïntegreerd takseringsbeleid**

Het invoeren van een geïntegreerd takseringsbeleid voor de gehele transportsector, waarbij de heffingen de marginale externe kosten van het transport weerspiegelen, is de meest kost-effectieve maatregel voor het reduceren van de CO<sub>2</sub>-emissies in de Vlaamse transportsector. Een dergelijk beleid zorgt door een afname van de transportvraag en een modale verschuiving immers niet enkel voor een reductie van de pollutie, maar resulteert ook in een afname van de congestieproblemen, geluidsoverlast en ongevallen en de kosten die daarmee gepaard gaan. Zodoende leidt dit takseringsbeleid tot een welvaartswinst en een gereduceerde CO<sub>2</sub>-emissie. De emissie-reductie die op deze wijze kan behaald worden is echter beperkt. In 2005 zou de maatregel leiden tot een emissie-reductie van naar schatting 2,5% t.o.v. de situatie in 2005 zonder een wijziging van het takseringsbeleid. Dit zou zich vertalen in een emissie van 15.853 kton CO<sub>2</sub> in 2005 of een toename van 7% t.o.v. de emissies van de transportsector in 1999 en van 34% t.o.v. 1990. De maatregel kan dus wel zorgen voor een vertraging in de groei van de emissies maar zal niet leiden tot een ombuiging van de stijgende trend. Bovendien is het opleggen van de optimale heffingen in de huidige situatie moeilijk, enerzijds omdat de technologie om de gedifferentieerde heffingen te innen nieuw is en anderzijds omdat de heffingen zouden leiden tot erg sterke en dus onpopulaire toenames t.o.v. van de huidige taksen. Wel kunnen er beperkte takshervormingen worden doorgevoerd die de betaalde transporttaksen nauwer doen aansluiten bij de optimale heffingen. Maatregelen zoals de introductie van een ongedifferentieerde kilometerheffing, zoals in Nederland, een vignet, zoals in o.m. Zwitserland en een verhoging van de parkeertarieven kunnen worden aangewend.

### **De beperkingen van andere niet-technologische maatregelen**

Om te komen tot substantiëlere reducties van de emissies in de transportsector zullen bijkomende maatregelen nodig zijn. Indien een geïntegreerd takseringsbeleid wordt ingevoerd is er echter geen plaats meer voor extra stimuli voor het openbaar vervoer en het vrachtvervoer per trein of schip. Infrastructuurmaatregelen ter bevordering van het aandeel van het publiek transport en het vrachtvervoer per spoor en schip hebben slechts een zeer beperkte invloed op de emissies en zijn bovendien enkel effectief in gebieden met een belangrijk congestieprobleem. De mogelijkheden voor verdere logistieke verbeteringen ter verhoging van de gemiddelde ladingsfactor van vrachtwagens, lijken beperkt omdat de sterke concurrentie in de Vlaamse transportsector in het verleden reeds aanleiding heeft gegeven tot voortdurende efficiëntieverbeteringen.

### **De hoge kosten van nieuwe technologieën in de transportsector**

Er zijn technologieën voorhanden die kunnen leiden tot significante reducties van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van voertuigen. Zo zou de energie-efficiëntie van hybride wagens (elektrische motor & verbrandingsmotor) en waterstofcelwagens minstens tweemaal zo hoog zijn als die van conventionele benzine wagens (Proost en Van Regenmorter (1999)). Een introductie van dergelijke technologieën zal echter leiden tot een belangrijke welvaarts-kost.

**Verhandelbare emissierechten**

Indien men absoluut wil dat de transportsector mee betaalt voor emissiereducties is de beste manier het aankopen van emissierechten in andere sectoren of in het buitenland. Deze emissiereducties worden dan best niet gefinancierd door belastingen die leiden tot energiezuiniger voertuigen (bijv. brandstofbelastingen). Zij zouden wel gefinancierd kunnen worden door kilometerheffingen, congestieheffingen of verhoogde voertuigbelastingen.

**Besluit**

Energiezuiniger voertuigen promoten via brandstofnormen of brandstofbelastingen is geen kosten-effektieve maatregel. Beperkte emissiereducties kunnen worden gehaald d.m.v. geïntegreerde takshervormingen die de betaalde taksen in de transportsector nauwer doen aansluiten bij de sociale kosten. De emissiereductie is dan een bijproduct.

Indien men absoluut wil dat de transportsector mee betaalt voor emissiereducties is de beste manier het aankopen van emissierechten in andere sectoren of in het buitenland. Deze emissiereducties worden dan best niet gefinancierd door belastingen die leiden tot energiezuiniger voertuigen (bijv. brandstofbelastingen). Zij zouden wel gefinancierd kunnen worden door kilometerheffingen, congestieheffingen of verhoogde voertuigbelastingen.

## REFERENTIES

- De Borger B., Proost S. (2001), 'Reforming transport pricing in the European Union – A modelling approach' Edward Elgar
- Europese Commissie, Standard & Poor's DRI – CES-KU Leuven (1999), 'Auto Oil Programme II Cost-effectiveness Study'
- Europese Commissie (2001), "Second annual report of the implementation of the community strategy to reduce CO<sub>2</sub>-emissions from cars"
- Eyckmans J., Van Regenmorter D., van Steenberghe V. (2001), "Is Kyoto fatally flawed? An analysis with MacGEM" ETE/CES working paper series n°2001-18
- Ministerie van Leefmilieu en Landbouw (2001), 'Mededeling aan de Vlaamse regering betreffende het Vlaams Klimaatsbeleid'
- Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen (2001)
- Ontwerp Vlaams Klimaatsbeleidsplan (2001)
- Proost S. (1997); "Economic evaluation of community options to limit CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions at the horizon 2005 and 2010 – Transport sector" study for the European Commission, internal document
- Proost S, Van Regenmorter D. (1999), "Are there cost-efficient CO<sub>2</sub>-reduction possibilities in the transport sector? – combining two modelling approaches" International Journal of Pollution Control, Vol 11 n°2/3
- Proost S, Van Regenmorter D. (2000), "How to Achieve the Kyoto Target in Belgium – Modelling Methodology and Some Results" Climneg/Climbel Working Paper n°41
- Proost S., Van Dender K. (2001), "The welfare impacts of alternative policies to address atmospheric pollution in urban road transport" Regional Science and Urban Economics n°31
- Van den Brink R., Van Wee B. (2001), "Why has car-fleet specific fuel consumption not shown any decrease since 1990? Quantitative analysis of Dutch passenger car fleet specific fuel consumption" Transportation Research Part D n°6
- VITO 1999), 'Analyse van de maatregelen voorzijn in het vlaamse CO<sub>2</sub>/REG beleidsplan en suggesties voor aanvullende acties' Studie uitgevoerd in het kader van VLIET-bis