

Verkennde studie naar prijs- en inkomens-elasticiteiten van milieugerelateerde goederen en diensten in Vlaanderen

Sarah Bogaert*, Lieven De Smet*, Frederik Verdonck*, Karl Van Biervliet*
Steven Logghe**, Laurent Franckx**, Johan Eyckmans***
Simon De Jaeger***

* ECOLAS, ** TMLEUVEN, *** EHSAL

Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA

MIRA/2006/10

November 2006



Dit rapport verschijnt in de reeks MIRA Ondersteunend Onderzoek van de Vlaamse Milieumaatschappij. Deze reeks bevat resultaten van onderzoek gericht op de wetenschappelijke onderbouwing van het Milieurapport Vlaanderen.

Dit rapport is ook beschikbaar via www.milieurapport.be

Contactadres:

Vlaamse Milieumaatschappij
Milieurapportering (MIRA)
Van Benedenlaan 34
2800 Mechelen
tel. 015 45 14 66
mira@vmm.be

Wijze van citeren:

Bogaert S.*, De Smet L.*, Verdonck F.*, Van Biervliet K.*, Logghe S.***, Franckx L.***, Eyckmans J.*** & De Jaeger S.*** (2006), Verkennde studie naar prijs- en inkomenselasticiteiten van milieugerelateerde goederen en diensten in Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/10, * ECOLAS, ** TMLEUVEN, *** EHSAL.

INHOUDSTAFEL

1	DOELSTELLING	1
2	SCHATTEN VAN ELASTICITEITEN	3
2.1	Het begrip elasticiteiten	3
2.1.1	<i>Wat zijn elasticiteiten?</i>	3
2.1.2	<i>Waarvoor kunnen elasticiteiten gebruikt worden?</i>	4
2.1.2.1	Gedragsreacties inschatten	4
2.1.2.2	Hoogte van een prijsinstrument bepalen om een gegeven hoeveelheidsdoelstelling te bereiken.....	4
2.1.2.3	Effecten op belastingontvangsten of overheidsuitgaven inschatten.....	4
2.1.2.4	Neveneffecten inschatten.....	5
2.1.3	<i>Soorten elasticiteiten</i>	5
2.1.3.1	Boogelasticiteiten	5
2.1.3.2	Puntelasticiteiten	6
2.2	Datavereisten	6
2.2.1	<i>Beschikbaarheid van data</i>	6
2.2.2	<i>Soorten data</i>	6
2.2.2.1	Tijdreeksen (time series)	6
2.2.2.2	Doorsneden (crosssecties).....	7
2.2.2.3	Herhaalde doorsneden met identieke subjecten (panel data).....	7
2.2.2.4	Herhaalde doorsneden met verschillende subjecten	7
2.3	Schatten van elasticiteiten op basis van 2 observaties	8
2.4	Econometrische schattingen van elasticiteiten.....	10
2.4.1	<i>Theoretische achtergrond van het regressiemodel</i>	10
2.4.2	<i>Logaritmische transformatie van het regressiemodel</i>	11
2.4.3	<i>Functionele vormen van vraagvergelijkingen</i>	12
2.4.4	<i>Schattingen op basis van een crosssectie</i>	12
2.4.5	<i>Schattingen op basis van panel data</i>	12
2.4.6	<i>Vraagsystemen voor consistente schatting van complementen/substituten</i>	13
2.4.7	<i>Discrete keuzemodellen</i>	13
3	HAALBAARHEIDSONDERZOEK VOOR VLAANDEREN	15
3.1	Watergebruik	15
3.1.1	<i>Beleidsrelevantie</i>	15
3.1.2	<i>Huishoudelijke vraag naar water</i>	16
3.1.2.1	Literatuuronderzoek	16
3.1.2.2	Interpretatie van de waarden uit de literatuur	19
3.1.2.3	Haalbaarheid m.b.t. de huishoudelijke vraag naar water	20
Optie 1: gebruik van de VMM databank	20	
Optie 2: NIS Huishoudbudgetenquête.....	24	
3.1.3	<i>Industriële vraag naar water</i>	25
3.1.3.1	Literatuuronderzoek	25
3.1.3.2	Haalbaarheid m.b.t. de vraag naar leidingwater	25
3.1.3.3	Haalbaarheid m.b.t. de vraag naar grondwater	25
Interventie met andere beleidsinstrumenten	25	
Invloed van andere elementen op de beslissing.....	25	
3.2	Energiegebruik.....	26
3.2.1	<i>Beleidsrelevantie</i>	26
3.2.2	<i>Literatuuronderzoek</i>	27
3.2.2.1	Internationaal onderzoek	27
3.2.2.2	België	28
Markal	28	
Hermes	28	
3.2.3	<i>Interpretatie van de waarden uit de literatuur</i>	30
3.2.4	<i>Haalbaarheid</i>	30

3.3	Transport.....	30
3.3.1	<i>Personenverkeer</i>	30
3.3.2	<i>Vrachtvervoer</i>	32
3.3.3	<i>Interpretatie van de waarden uit de literatuur</i>	32
3.3.4	<i>Haalbaarheid van een case voor Vlaanderen</i>	33
3.4	Afval	35
3.4.1	<i>Beleidsrelevantie</i>	35
3.4.2	<i>Literatuuronderzoek - Haalbaarheid</i>	35
4	UITVOERING VAN DE GEVALSTUDIE M.B.T. HUISHOUELIJK WATERGEBRUIK	37
4.1	Beschrijving van de dataset	37
4.2	Uitvoering van de regressieanalyse.....	38
4.2.1	<i>Verklarende variabelen</i>	38
4.2.2	<i>Testen van de quasi-multicollineariteit</i>	39
4.2.3	<i>Logaritmische transformatie van het model</i>	41
4.3	Interpretatie van de resultaten	42
5	UITVOERING VAN DE GEVALSTUDIE M.B.T. TRANSPORT	44
5.1	<i>Toelichting REMOVE</i>	44
5.2	Toelichting Belgische simulaties	45
5.2.1	<i>Scenario 1</i>	45
5.2.2	<i>Scenario 2</i>	45
5.2.3	<i>Scenario 3</i>	46
5.3	Berekening van elasticiteiten	48
6	CONCLUSIES	51
7	LITERATUURLIJST	54

1 DOELSTELLING

Elasticiteiten zijn kengetallen die de gevoeligheid van een afhankelijke (endogene) variabele voor veranderingen in een onafhankelijke (exogene) variabele meten. Elasticiteiten worden bijvoorbeeld gebruikt om de gevoeligheid van het consumentengedrag te meten voor prijs-, of inkomensveranderingen, reclame-uitgaven, seizoensinvloeden enz. Algemeen gesteld meten elasticiteiten de mate waarin een schok in de exogene variabele (de oorzaak) vertaald wordt in een verandering van de endogene variabele (het gevolg). Een prijselasticiteit van -1,5 betekent bijvoorbeeld dat een prijsstijging met 10% - gegeven dat de andere bepalende variabelen ongewijzigd blijven - zal leiden tot een daling van de gevraagde hoeveelheid met $-1,5 \times 10\% = -15\%$.

Elasticiteiten zijn nuttig om de effecten van een geplande beleidsmaatregel in te schatten, bijvoorbeeld in het kader van vergroening van de fiscaliteit, voorspelling van toekomstige vraagpatronen, belastingopbrengsten, effecten op de inkomensverdeling, enz...

In de bedrijfseconomie worden elasticiteiten bijvoorbeeld gebruikt om het effect van een prijsverandering op de verkoopsomzet in te schatten: de maximale omzet wordt bereikt indien men een verkoopprijs zet zodanig dat de bijbehorende prijselasticiteit van de vraag gelijk is aan -1, of om de winstmaximaliserende prijszetting van een producent met marktmacht te berekenen: de mark up van de winstmarge t.o.v. de prijs (d.w.z. de ratio van prijs min marginale productiekost over prijs) gelijk moet zijn aan de inverse van de prijselasticiteit van de vraag.

In de overheidseconomie worden elasticiteiten gebruikt om het effect van een belastinghervorming op de belastingontvangsten in te schatten, of in de zogenaamde Ramsey regel die de optimale (indirecte) belastingstructuur kenmerkt: belastingvoeten moeten invers proportioneel zijn aan de prijselasticiteit van de vraag opdat het welvaartsverlies van de belastingen minimaal zou zijn.

Het onderzoek van prijs- en inkomenselasticiteiten van milieugerelateerde goederen en diensten is opgesplitst in de volgende onderdelen:

- Methodologische onderbouw van het schatten van elasticiteiten¹;
- Keuze van te onderzoeken elasticiteiten en inventaris van bestaande studies, ramingen en informatie;
- Beoordeling van de relevantie van bestaande ramingen voor Vlaanderen en identificatie van de kloof tussen beschikbare en gewenste informatie;
- Voorstel van acties om hiaten op te vullen;
- Uitwerking van enkele gevalstudies; concrete berekening en bepaling van enkele elasticiteiten voor Vlaanderen voor een aantal beleidsvragen;
- Samenvatting en conclusies.

Bij de start van het onderzoek werden een aantal algemene milieuthema's afgebakend waarop het onderzoek zich focust: watergebruik, energiegebruik, transport en afval. Binnen deze milieuthema's zal voor elasticiteiten m.b.t. de volgende concrete beleidsvragen meer in detail getreden worden:

- Elasticiteiten m.b.t. watergebruik:
 - Elasticiteiten in het kader van een gedifferentieerde heffing (per laag en per gebied) op grondwater;
 - Elasticiteiten in het kader van huishoudelijk watergebruik.

¹ Deze bijdrage werd geleverd door Johan Eyckmans en Simon De Jaeger.

- Elasticiteiten m.b.t. transport, meer bepaald in het kader van een aanpassing van de Belasting op Inverkeerstelling en de verkeersbelasting, in functie van de milieueigenschappen van de (personen- en vracht)wagen.
- Elasticiteiten m.b.t. energie, meer bepaald voor elektriciteit- en brandstofverbruik in de residentiële sector.

Gezien prijselasticiteiten in een milieucontext relevanter beschouwd kunnen worden dan inkomenselasticiteiten, wordt in voorliggend rapport meer nadruk gelegd op het eerstgenoemde type elasticiteiten.

2 SCHATTEN VAN ELASTICITEITEN

2.1 HET BEGRIP ELASTICITEITEN²

2.1.1 Wat zijn elasticiteiten?

De micro-economische theorie kan zeer behulpzaam zijn voor de analyse van gedragsreacties van doelgroepen, tenminste voor zover we de individuen van die doelgroepen als “rationele” of “optimaliserende” instanties kunnen interpreteren. In de micro-economische consumententheorie worden consumenten verondersteld om een bundel goederen en diensten te kiezen zodanig dat hun “nut” maximaal is voor een gegeven, en beperkt, totaal budget. Formeel kunnen we het consumentenprobleem schrijven als:

$$\max_{(x_1, K, x_m)} U_i(x_1^1, x_1^2, K, x_1^m) \quad \text{zodanig dat} \quad \sum_{k=1}^m p^k x_1^k = y_i$$

waarbij y_i het beschikbare budget of inkomen van consument i voorstelt en de x_1^k variabelen de hoeveelheden die consument i van goed k consumeert. In de context van deze studie gaan we ervan uit dat het laatste goed in de rij, goed “ m ”, een milieugoed is zoals bijvoorbeeld de consumptie van drinkwater of electriciteit. De prijzen van de verschillende goederen stellen we voor door p^k . De functie $U_i(x_1^1, x_1^2, K, x_1^m)$ tenslotte is een index die het “nut” voorstelt dat consument i bereikt als hij de gegeven bundel goederen en diensten kan aankopen en consumeren. De consument wordt dus verondersteld een consumptiebundel te kiezen die zijn nut maximaal maakt maar die nog net binnen zijn beschikbare budget ligt.

De oplossing van het bovenstaande nutsmaximaliseringsprobleem voor een individuele consument kan voorgesteld worden door *individuele vraagfuncties*, d.w.z. een functioneel verband tussen de gevraagde hoeveelheid van een goed of dienst enerzijds, en de prijzen, beschikbaar inkomen en andere relevante verklarende factoren (voorgesteld door vector \mathbf{z}_i , bijvoorbeeld de leeftijd, woonplaats, gezinssamenstelling enz.) anderzijds: $x_1^k = f_i^k(p^1, p^2, K, p^m, y_i, \mathbf{z}_i)$. De *totale marktvraag* is de som van alle individuele vraagfuncties.

De informatie die in deze vraagfuncties vervat zit, wordt soms vereenvoudigend voorgesteld door het concept *elasticiteit*. Algemeen gesproken kunnen we een elasticiteit definiëren als de *mate waarin een relatieve verandering in een onafhankelijke (of exogene) variabele leidt tot een relatieve verandering van de afhankelijke (of endogene) variabele*. Voorbeelden zijn de prijs- en inkomenselasticiteit van de vraag naar een goed, de (verkoop)prijselasticiteit van het aanbod van een sector, de omzetelasticiteit van de reclameuitgaven of zelfs de temperatuurelasticiteit van de vraag naar frisdranken.

De elasticiteit van de vraag naar drinkwater door gezinnen bijvoorbeeld is een grootheid die ons zegt met hoeveel procent de vraag naar drinkwater zou veranderen indien de prijs ervan verandert (als gevolg van een subsidie of een taks bijvoorbeeld) met een gegeven percentage. Indien de vraagelasticiteit voor drinkwater $-0,5$ zou bedragen, dan betekent dit dat een toename van de consumentenprijs met 10% (als gevolg van een nieuwe heffing bijvoorbeeld) zou leiden tot een afname van de vraag naar drinkwater met een half maal tien, met 5% dus. De elasticiteitscoëfficiënt kan dus geïnterpreteerd worden als de mate waarin de schok in de oorzaak (de prijs) doorgegeven wordt naar het gevolg (de vraag naar drinkwater). Een schok met $x\%$ in de prijs vertaalt zich in een verandering van $-0,5 x\%$ van de vraag in het bovenstaand voorbeeld. De volgende opmerkingen zijn relevant bij het uitdrukken en interpreteren van elasticiteiten:

² Dit deel is grotendeels gebaseerd op Berlage en Decoster (2000). De meer wiskundig-formele benadering van nutsmaximerende consumenten en winstmaximerende bedrijven kan men vinden in bijvoorbeeld Varian (2005).

- Noteer dat elasticiteiten dimensieloze grootheden zijn. Ze worden niet gemeten in eenheden zoals €, kg of liter. Dit is een groot voordeel van het concept omdat hierdoor gemakkelijk vraagreacties vergeleken kunnen worden tussen verschillende goederen en tussen verschillende landen bijvoorbeeld. Elasticiteiten zijn onafhankelijk van de eenheden waarin prijzen en kwantiteiten gemeten worden.
- Het teken van de elasticiteit geeft aan of oorzaak (prijzverandering) en gevolg (vraagverandering) in dezelfde of in tegengestelde richting evolueren. Een positief teken geeft aan dat oorzaak en gevolg in dezelfde richting evolueren. Typische voorbeelden zijn de verkoopprijselasticiteit van het aanbod van goederen en diensten door winstmaximerende bedrijven. Een negatief teken geeft aan dat oorzaak en gevolg in tegengestelde richting evolueren. Typische voorbeelden zijn de prijselasticiteit van de vraag naar goederen.
- Een belangrijke referentiewaarde voor een elasticiteit is de waarde 1. Indien een elasticiteit (in absolute waarde) groter is dan één, dan betekent dit dat de schok in de onafhankelijke variabele tot een meer dan proportionele verandering van de afhankelijke variabele leidt. We spreken in dat geval van een elastisch verband. Omgekeerd spreken we van een inelastisch verband indien de absolute waarde van de elasticiteit minder dan één bedraagt.

2.1.2 Waarvoor kunnen elasticiteiten gebruikt worden?

2.1.2.1 Gedragsreacties inschatten

Een eerste voor de hand liggend gebruik van elasticiteiten bestaat erin om de reactie van doelgroepen op een verandering in prijzen, inkomen of een andere omgevingsvariabele in te schatten. Kennis van de prijselasticiteit van de vraag naar stookolie voor huisverwarming laat bijvoorbeeld toe om in te schatten met hoeveel procent de vraag zal toenemen indien er een bepaalde belastingverlaging wordt doorgevoerd. Prijselasticiteiten zijn met andere woorden onontbeerlijk om in te schatten of überhaupt, en in welke mate, een milieuheffing of milieusubsidie het gedrag van vervuilers kan beïnvloeden.

2.1.2.2 Hoogte van een prijsinstrument bepalen om een gegeven hoeveelheidsdoelstelling te bereiken

Omgekeerd kan men via de elasticiteit ook berekenen met hoeveel de prijs moet stijgen om een gegeven hoeveelheidsdoelstelling te bereiken. Indien de overheid het gebruik van drinkwater wil doen dalen met 10% en dat via een extra waterheffing wil realiseren, dan moet ze een heffing opleggen die de prijs met +20% verhoogt indien de prijselasticiteit -0,5 bedraagt. Hoe prijsongevoeliger de vervuilers zijn, hoe sterker de prijsprikkel moet zijn om een gegeven hoeveelheidsdoelstelling te bereiken.

2.1.2.3 Effecten op belastingontvangsten of overheidsuitgaven inschatten

Een derde gebruik van elasticiteiten is het inschatten van het effect van een prijsmaatregel op de belastingontvangsten van de overheid. Indien de overheid bijvoorbeeld het belastingtarief op stookolie wenst te verlagen, dan leidt dit tot een grotere vraag van de consumenten naar stookolie. Qua overheidsontvangsten zijn er dus twee effecten:

- Vooreerst zullen de belastingontvangsten dalen omdat per liter die verkocht wordt, een lager belastingtarief geheven wordt. We noemen dit het prijseffect.
- Anderzijds neemt de belastingbasis toe. Er wordt meer stookolie geconsumeerd omdat de prijs lager is en dat zorgt voor extra belastinginkomsten. Dit noemen we het hoeveelheidseffect.

Welk van deze twee effecten domineert, kan voorspeld worden door middel van de prijselasticiteit van de vraag naar stookolie. Indien deze elasticiteit meer dan 1 bedraagt (in absolute waarde) dan zullen de overheidsontvangsten toenemen. De prijsverlaging leidt immers tot een meer dan proportionele toename van de vraag, het positieve hoeveelheidseffect domineert met andere woorden het negatieve prijseffect. Omgekeerd zullen de overheidsontvangsten afnemen indien de prijselasticiteit minder dan 1 bedraagt (in absolute waarde) omdat in dat geval het negatieve prijseffect het positieve hoeveelheidseffect domineert.

2.1.2.4 Neveneffecten inschatten

Vaak leidt een prijsverandering in de markt van een bepaald product tot vraagreacties in gerelateerde markten van goederen die sterk lijken op het product in kwestie (substituten, bijvoorbeeld openbaar en privaat vervoer voor woon-werk verkeer) of goederen die samen met het goed in kwestie geconsumeerd worden (complementen, bijvoorbeeld privaat vervoer voor woon-werk verkeer en de vraag naar dieselbrandstof). Kennis van dit soort neveneffecten van prijsveranderingen is belangrijk om een volledig beeld te krijgen van de gedragsreacties van de doelgroepen. Het zwaarder belasten van een bepaald vervuילend product leidt soms tot het vervangen van dat product door een ander vervuילend product zodat er nauwelijks milieuwinst geboekt wordt. Kennis van kruiselingse prijselasticiteiten, dat wil zeggen, de vraagreactie voor goed x als de prijs van goed y wijzigt, is essentieel om dit soort neveneffecten in te schatten.

2.1.3 Soorten elasticiteiten

Er wordt vaak een onderscheid gemaakt tussen boog- en puntelasticiteiten, maar het verschil is eerder van theoretisch dan van praktisch belang. In de praktijk worden meestal puntelasticiteiten gebruikt. Boogelasticiteiten worden enkel gebruikt wanneer men een beperkt aantal observaties heeft en enkel een eerste benadering kan of wil maken van de verwachte gedragsverandering van een consument of producent.

Voor beide concepten neemt de nauwkeurigheid van de inschatting van het gedragseffect af naarmate men grotere sprongen in de verklarende variabele, de prijs, beschouwt. Zo is de foutenmarge voor de op basis van een elasticiteit ingeschatte aankoopsterugval als gevolg van een verdriedubbeling van de prijs veel groter dan voor een prijsstijging van bijvoorbeeld 10%.

2.1.3.1 Boogelasticiteiten

Boogelasticiteiten hebben als voordeel dat je ze kan berekenen op basis van slechts 2 observaties. Daar tegenover staat dat ze vaak minder betrouwbaar zijn, zeker indien de twee observatiepunten ver uit elkaar liggen.

Boogelasticiteiten verwijzen steeds naar “discrete” of relatief grote veranderingen in de onafhankelijke variabele. Formeel wordt een boogelasticiteit gedefiniëerd als volgt:

$$e_p^m = \frac{\frac{x_i^{m,1} - x_i^{m,0}}{x_i^{m,0}}}{\frac{p^{m,1} - p^{m,0}}{p^{m,0}}} = \frac{\frac{Dx_i^m}{x_i^{m,0}}}{\frac{Dp^m}{p^{m,0}}} = \frac{\%Dx_i^m}{\%Dp^m}$$

De boogelasticiteit wordt gemeten in de overgang van een uitgangspunt (punt “0” in de formule) naar een nieuw punt (punt “1” in de formule). De boogelasticiteit is niets anders dan de procentuele verandering in de vraag gedeeld door de procentuele verandering van de prijs in de overgang van situatie 0 naar situatie 1.

2.1.3.2 Puntelasticeiten

Terwijl boogelasticeiten gaan over een segment van de vraagfunctie, spreken we in een punt over de puntelasticeit. Puntelasticeiten daarentegen verwijzen naar “kleine” (zogenaamd infinitesimale) veranderingen:

$$e_p^m = \lim_{Dp^m \rightarrow 0} \frac{\frac{Dx_i^m}{x_i^{m,0}}}{\frac{Dp^m}{p^{m,0}}} = \lim_{Dp^m \rightarrow 0} \frac{Dx_i^m \cdot p^{m,0}}{Dp^m \cdot x_i^{m,0}}$$

Noteer dat de term tussen haakjes kan geïnterpreteerd worden als de (partiële) afgeleide van de vraagvergelijking naar de eigen prijs van goed m. Maar de prijselasticeit is niet gelijk aan de afgeleide omdat die afgeleide eenheidsafhankelijk is. Om die afhankelijkheid van eenheden (kg, €, enz.) kwijt te raken, wordt nog eens navermenigvuldigd met de verhouding prijs over hoeveelheid.

2.2 DATAVEREISTEN

2.2.1 Beschikbaarheid van data

Om prijselasticeiten te kunnen schatten zijn minimum data nodig over de prijs (p) en de kwantiteit of hoeveelheid (q). Vaak zijn deze gegevens niet zomaar onder deze vorm beschikbaar. Bijvoorbeeld in de Budgetenquête van het Nationaal Instituut voor de Statistiek, is meestal enkel de uitgaven (bedrag in €) gekend maar niet de fysieke hoeveelheden (aantallen, kg, liter enz). Toch is het vaak mogelijk de nodige data zelf af te leiden. Indien men uitgavegegevens heeft, kan men namelijk op basis van extra prijs- (of hoeveelheidsgegevens) de ontbrekende variabele gemakkelijk berekenen via de regel “uitgaven = p x q”.

2.2.2 Soorten data

Gegevens kunnen in verschillende vormen voorkomen. We bespreken kort de belangrijkste types die voor het schatten van elasticiteiten relevant zijn.

2.2.2.1 Tijdreeksen (time series)

Een tijdreeks bestaat uit gegevens van één variabele verzameld op verschillende tijdstippen. Een voorbeeld hiervan is de evolutie van de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid restafval van de stad Leuven van 2000 tot 2004:

Tabel 1: Evolutie van het huishoudelijk restafval van de stad Leuven

Jaar	Huishoudelijk restafval in kg per inwoner
2000	128
2001	128
2002	134
2003	127
2004	133

2.2.2.2 Doorsneden (crosssecties)

Bij doorsnedegegevens wordt, in tegenstelling tot bij tijdreeksen, gekeken naar een bepaald moment in de tijd. Voor dit ene moment in de tijd worden gegevens verzameld van meerdere individuen. Een voorbeeld hiervan is de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid restafval in het jaar 2004 per Vlaamse stad:

Tabel 2: Huishoudelijk restafval per stad in 2004

	Huishoudelijk restafval in kg per inwoner
AALST	122
ANTWERPEN	174
BRUGGE	212
GENK	154
GENT	190
HASSELT	131
LEUVEN	133
MECHELEN	168
OOSTENDE	243
ROESELARE	171
SINT-NIKLAAS	201
TURNHOUT	141

2.2.2.3 Herhaalde doorsneden met identieke subjecten (panel data)

Wanneer we tijdreeks- en doorsnedegegevens combineren tot één dataset bekomen we als het ware herhaalde doorsneden of momentopnames op verschillende tijdstippen. Wanneer de data van de verschillende crosssecties telkens van dezelfde subjecten afkomstig zijn, beschikken we over zogenaamde panel data. De dataset uit het vorige voorbeeld (zie Tabel 2) kan omgevormd worden tot panel data door de dataset uit breiden met waarnemingen voor meerdere jaren voor dezelfde steden:

Tabel 3: Panel data van het huishoudelijk restafval

	2000	2001	2002	2003	2004
AALST	170	154	136	139	122
ANTWERPEN	286	174	174	179	174
BRUGGE	226	208	204	196	212
GENK	148	159	153	144	154
GENT	184	180	180	175	190
HASSELT	133	128	131	128	131
LEUVEN	128	128	134	127	133
MECHELEN	188	171	170	173	168
OOSTENDE	271	257	238	235	243
ROESELARE	207	209	206	166	171
SINT-NIKLAAS	273	259	216	224	201
TURNHOUT	165	148	125	125	141

2.2.2.4 Herhaalde doorsneden met verschillende subjecten

Bij heel wat onderzoeken wordt gebruik gemaakt van steekproeven. De data afkomstig van dergelijke steekproef kunnen we als een crosssectie zien. Wanneer wordt beslist om bijvoorbeeld jaarlijks een nieuwe steekproef uit te voeren om zo de evolutie te bestuderen, kan de steekproef bestaan uit dezelfde subjecten of uit andere subjecten. In eerste geval kunnen de verschillende crosssecties gecombineerd worden tot panel data. In het tweede geval kunnen we strikt genomen niet meer over panel data spreken. De term “herhaalde doorsneden” is hier eerder van toepassing. In de literatuur wordt echter niet altijd even consequent omgegaan met deze benamingen.

2.3 SCHATTEN VAN ELASTICITEITEN OP BASIS VAN 2 OBSERVATIES

Wanneer we niet beschikken over de vraagvergelijking, kunnen we de elasticiteiten schatten door twee observaties te vergelijken. We onderscheiden hier 2 mogelijkheden:

- De observaties slaan op hetzelfde subject (of groep van subjecten) maar zijn gemeten op twee verschillende momenten in de tijd.
- De observaties slaan op verschillende subjecten. In dit geval wordt getracht 2 vergelijkbare subjecten te vinden.

Wanneer de observaties op hetzelfde subject slaan (eerste mogelijkheid), kan het resultaat sterk vertekend zijn door trends in de gevraagde hoeveelheid die niet te verklaren zijn voor veranderingen in de prijs. In de meeste gevallen is het moeilijk te achterhalen wat nu de impact is van de prijs en wat de impact is van andere factoren. Ter illustratie wordt een voorbeeld uitgewerkt in Kader 1.

Kader 1: Prijselasticiteiten van de vraag naar ophalen en verwerken van huishoudelijk afval

De gemeenten Holsbeek en Bierbeek zijn qua bevolkingsomvang en ligging (provincie Vlaams-Brabant) vergelijkbaar. Ook het gemiddeld inkomen per belastingaangifte en andere socio-demografische kenmerken zijn min of meer overeenstemmend. Voor beide gemeenten beschikken we over observaties op twee tijdstippen van:

- de gemiddelde hoeveelheid huishoudelijk restafval;
- de prijs voor de afvalzakken.

Tabel 4: Huishoudelijk restafval en retributies voor Holsbeek en Bierbeek

	2000		2002	
	p (retributies)	q (Kg/inw.)	p (retributies)	q (Kg/inw.)
HOLSBEEK	1,25	80,02	1,5	78,22
BIERBEEK	1,25	69,88	2	60,74

We beginnen met het berekenen van de prijselasticiteit van de vraag naar ophalen en verwerken van huishoudelijk afval via de eerste methode (op basis van 2 observaties van dezelfde gemeente). De prijselasticiteit wordt dan als volgt berekend:

$$\varepsilon = \frac{(q_{2002} - q_{2000}) / q_{2000}}{(p_{2002} - p_{2000}) / p_{2000}}$$

Voor Holsbeek vinden we op die manier een elasticiteit van -0,11 en voor Bierbeek is dit -0,22. Dit betekent dat voor een stijging van de prijs met bijvoorbeeld 10% de gemiddelde hoeveelheid huishoudelijk restafval met slechts 1,1% (= 10% x 0,11) afneemt voor Holsbeek en met 2,2% (= 10% x 0,22) afneemt voor Bierbeek. De vraag naar ophalen en verwerken van huishoudelijk afval is met andere woorden sterk inelastisch.

Maar de daling van de gemiddelde hoeveelheid huishoudelijk restafval wordt zo goed als zeker niet alleen veroorzaakt door een verandering in de prijs. Een groeiend milieubewustzijn bij zowel de regionale beleidsmakers als de bevolking zou bijvoorbeeld een groot deel van de dalende trend kunnen verklaren. Om dergelijke tijdsgebonden evoluties op te vangen, kunnen we Holsbeek met een gelijkaardige gemeente vergelijken (hier Bierbeek) op een gegeven tijdstip (hier 2002). De prijselasticiteit wordt dan als volgt berekend.

Vertrekkend vanuit Bierbeek:

$$\varepsilon = \frac{(q_b - q_h) / q_h}{(p_b - p_h) / p_h} = \frac{-0.2235}{0.3333} = -0.6706$$

Vertrekkend vanuit Holsbeek:

$$\varepsilon = \frac{(q_h - q_b) / q_b}{(p_h - p_b) / p_b} = \frac{0.2878}{-0.25} = -1.1511$$

Aangezien door deze berekeningswijze een mogelijk gemeenschappelijke dalende trend in de gemiddelde hoeveelheid huishoudelijk restafval (als gevolg van maatregelen die door de intercommunale of Vlaamse overheid werden genomen) wordt opgevangen, verwachten we dat de prijselasticiteit nu nog dicht bij de waarde nul zal liggen. Uit het resultaat blijkt echter dat de prijselasticiteit in absolute waarden toeneemt. Dit resultaat is natuurlijk sterk afhankelijk van de gemeente waarmee vergeleken wordt. Het is dan ook van cruciaal belang dat beide subjecten zo veel mogelijk gelijkenissen vertonen. Eventueel kan met correctiefactoren gewerkt worden om bepaalde verschillen op te vangen. In dit voorbeeld zien we duidelijk dat de berekening geen betrouwbaar resultaat oplevert. Een korte vergelijking met de gegevens uit het jaar 2000 leren ons dat ondanks een gelijke retributie in beide gemeenten de gemiddelde hoeveelheid huishoudelijk restafval toch verschilt. Dit is een duidelijke indicatie dat beide gemeenten niet zonder meer met elkaar kunnen vergeleken worden.

Dit laatste voorbeeld is enkel illustratief bedoeld om aan te geven welke verschillende basisveronderstellingen aan de basis liggen van schattingen van prijselasticiteiten via tijdreeksen of doorsnedes. In de realiteit zal nooit met slechts twee observaties gewerkt worden. Indien met meer observaties gewerkt wordt, moet men meer gesofistikeerde technieken gebruiken zoals regressie-analyse. Dat is het onderwerp van volgende paragraaf.

2.4 ECONOMETRISCHE SCHATTINGEN VAN ELASTICITEITEN

2.4.1 Theoretische achtergrond van het regressiemodel

Zoals eerder besproken, kunnen we nog een stap verder gaan en de elasticiteiten op basis van regressieanalyse schatten. Bij deze techniek wordt de te verklaren variabele (= afhankelijke variabele) voorspeld aan de hand van een (veelal lineaire) functie van de verklarende variabelen (= onafhankelijke variabelen):

$$y_i = \beta^0 + \beta^1 x_i^1 + \beta^2 x_i^2 + \dots + \beta^m x_i^m + u_i$$

Regressie analyse is met andere woorden een statistische techniek waarbij de onbekende parameters β^k van bovenstaande lineaire relatie worden bepaald in functie van de beschikbare observaties van de te verklaren variabele y en de verklarende variabelen x^k . Veelal wordt een dergelijke relatie geschat door middel van de *kleinste kwadraten techniek* die de onbekende parameters β^k zoekt waarvoor de som van de gekwadrateerde afwijkingen van de geobserveerde en de voorspelde waarden van y minimaal is. De u_i term in bovenstaande uitdrukking is de zogenaamde storingsterm waarvan aangenomen wordt dat die gemiddeld over alle observaties, de waarde nul heeft. Dit betekent dat gemiddeld genomen de bovenstaande relatie (zonder storingsterm) geldt, maar dat individuele afwijkingen kunnen voorkomen. De sterkte van regressieanalyse is dat men de geschatte parameters β^k kan interpreteren als het effect van verklarende variabele x^k op de te verklaren variabele y . Hoewel het eindresultaat een causaal verband weergeeft, ligt de bewijsvoering van dit oorzakelijke verband volledig in handen van de onderzoeker.

Onder deze vorm geven de parameters β^k de **absolute** toename / afname van de te verklaren variabele weer bij een stijging / daling van de verklarende variabele met 1 eenheid. Uit de definitie weten we echter dat we om de elasticiteiten te kennen naar de **relatieve** veranderingen moeten kijken (zie paragraaf 2.1.3). Dit probleem is eenvoudig op te vangen door het model logaritmisch te transformeren. Zoals zal blijken uit de volgende paragraaf, kunnen de parameters β^k hierdoor direct als elasticiteiten geïnterpreteerd worden.

2.4.2 Logaritmische transformatie van het regressiemodel

Beschouw bijvoorbeeld de volgende eenvoudige regressievergelijking die de vraag naar een bepaald goed (q) relateert aan de prijs van het goed (p) en het inkomen van de consument (y):

$$q_i = \alpha_0 + \alpha_1 p_i + \alpha_2 y_i + u_i$$

Met de logaritmische transformatie van deze regressievergelijking bedoelen we:

$$\ln(q_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(p_i) + \beta_2 \ln(y_i) + v_i$$

We nemen dus van alle data de natuurlijke logaritme 'ln' met grondtal $e=2,718281\dots$. Na deze transformatie bekomen we een nieuwe regressievergelijking die lineair is in $\ln(q_i)$, $\ln(p_i)$ en $\ln(y_i)$. De coëfficiënten van deze vergelijking kunnen door middel van de kleinste-kwadraten methode geschat worden.

Het interessante aan de loglineaire specificatie is dat aan de geschatte coëfficiënten β_1 en β_2 rechtstreeks de prijs- en inkomenselasticiteit afgelezen worden. De logica hierachter is de volgende. De (punt)elasticiteit van y (afhankelijke of endogene variabele) ten opzichte van x (onafhankelijke of exogene variabele) wordt gegeven door:

$$\varepsilon_x^y = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y}$$

De elasticiteit van y ten opzichte van x geeft aan in welke procentuele mate de afhankelijke veranderlijke y verandert na een gegeven procentuele wijziging in de onafhankelijke variabele x . Aangezien:

$$\frac{d\ln(y)}{dy} = \frac{1}{y} \quad \text{en} \quad \frac{d\ln(x)}{dx} = \frac{1}{x}$$

kunnen we de elasticiteitsformule in logaritmische termen herschrijven als volgt:

$$\varepsilon_x^y = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y} = \frac{d\ln(y)}{d\ln(x)} = \beta_1$$

Uiteraard is deze lineaire transformatie niet mogelijk bij de dummy (of wissel) variabelen omdat, wiskundig gezien, de logaritme van 0 niet gedefinieerd is. Stel dat we in plaats van het inkomen, het geslacht van de consument als verklarende variabele willen opnemen in onze regressie waarbij $d_i=0$ staat voor een man en $d_i=1$ voor een vrouw. Men kan dan op twee manieren deze dummy variabele meenemen in de regressie.

Ofwel neemt men de niet getransformeerde dummy variabelen op in de loglineaire specificatie:

$$\ln(q_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(p_i) + \alpha_2 d_i + v_i$$

Ofwel neemt men eerst een exponentiële transformatie van de dummy variabele:

$$\ln(q_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(p_i) + \beta_2 \exp(d_i) + v_i$$

Het verschil tussen beide benaderingen is dat in de tweede formulering, de coëfficiënt β_2 rechtstreeks geïnterpreteerd kan worden als de groeifactor van hoeveelheid q wanneer de consument een vrouw is. In de eerste formulering echter geeft de geschatte coëfficiënt aan wat het effect is van man zijn op $\ln(q)$ wat veel moeilijker concreet te interpreteren valt.

2.4.3 Functionele vormen van vraagvergelijkingen

Het is belangrijk erop te wijzen dat regressievergelijkingen van de bovenstaande vorm heel specifieke hypothesen belichamen over de functionele vorm van de vraagvergelijkingen (en bijgevolg de nutsfuncties). Met name is de log-lineaire vraagvergelijking een vraagfunctie waarbij langs elke punt van de vraagcurve dezelfde, constante, elasticiteit geldt. In de praktijk kan echter de elasticiteit van de vraag verschillen naargelang het prijsniveau. Dit laatste is bij voorbaat uitgesloten indien men een log-lineaire specificatie van de vraagvergelijking schat. Meer over functionele vormen van vraagvergelijkingen volgt in paragraaf 2.4.6.

2.4.4 Schattingen op basis van een crosssectie

In het onderzoeksrapport De Jaeger et al (2005) trachten onderzoekers de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid huishoudelijk restafval te verklaren door middel van een log-lineaire regressieanalyse. Hiervoor werden bijna uitsluitend gegevens uit het jaar 2002 gebruikt. Naast enkele afvalvariabelen werden eveneens een kostprijsvariabele en een hele reeks socio-demografische variabelen opgenomen waaronder het jaarlijkse inkomen. Over de resultaten van het onderzoek volgt meer in paragraaf 3.3.1.

2.4.5 Schattingen op basis van panel data

In de vorige paragrafen werd besproken hoe op basis van crosssectie gegevens of op basis van tijdreeks gegevens schattingen kunnen uitgevoerd worden. Aangezien panel data bestaan uit een combinatie van beide soorten gegevens (herhaalde crosssecties), is het nuttig zowel de variatie per individu tussen de verschillende periodes als ook de variatie per periode tussen de verschillende individuen mee te nemen in de regressie. Hiervoor bestaan enkele specifieke technieken. Voor een overzicht van deze technieken verwijzen we naar Verbeek (2000) of Yaffee (2003). Binnen dit rapport beperken we ons tot een korte toelichting van het onderscheid tussen twee vormen van lineaire regressie die zeer vaak terugkomen bij het bewerken van panel data: het fixed effects model en het random effects model.

- Bij het fixed effects model is er een dummyvariabele die de crosssectie eenheid en/of de tijdsperiode aanduidt. Aangezien het om een dummyvariabele gaat, uit zich dat grafisch in verschillende intercepten per crosssectie-eenheid en/of per tijdsperiode. Bijvoorbeeld, indien we voor een periode van 10 jaar observaties zouden hebben voor alle 308 Vlaamse gemeenten van het restafvalniveau (variabele $y_{i,t}$) en enkele exogene variabelen zoals bevolking, inkomen, prijs voor een kg restafval enz. (vector $\mathbf{x}_{i,t}$), dan kunnen we een fixed effect model schrijven als:

$$y_{i,t} = \sum_{j=1}^N \alpha_j d_{i,j} + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_{i,t} + u_{i,t}$$

Waarbij $d_{i,j}$ een dummy variabele is die de gemeente voorstelt ($d_{i,j} = 1$ indien $i = j$ en $d_{i,j} = 0$ anders). Anders gezegd, het fixed effects model is een regressievergelijking met intercepten die per individu verschillen. Dat kan interessant zijn indien men, naast het effect op de gehele populatie van gemeenten, ook geïnteresseerd is in de effecten op individuele gemeenten op zich.

- Bij het random effects model is er random constante term per individu (of tijdsperiode). Hierdoor bestaat de storingsterm uit twee componenten $v_i + u_{i,t}$ waarbij $u_{i,t}$ de gewone storingsterm is (uniek per subject) en waarbij v_i aangeeft in welke mate de constante term per crosssectie-eenheid afwijkt van de algemene constante term.

$$y_{i,t} = \alpha + v_i + \beta'x_{i,t} + u_{i,t}$$

Bij random effects modellen is men meer geïnteresseerd in de effecten op de gehele populatie van individuen tesamen dan op specifieke individuen.

Noteer dat het schatten van beide types van modellen niet meer zo evident is. De standaard kleinste kwadraten methode geeft vaak onbetrouwbare resultaten zodat meer gesofistikeerde methodes gebruikt moeten worden. De meeste statistische softwarepakketten hebben standaard voorgeprogrammeerde procedures om beide types van modellen zonder technische problemen toch betrouwbaar te schatten.

Los van de indicaties die we hierboven gegeven hebben, zijn er specifieke omstandigheden waaronder beide modellen, fixed en random effects, best wel of niet gebruikt worden. Er zijn een aantal statistische testen voorhanden die de keuze van het model kunnen vergemakkelijken. Een veelgebruikte toets is de Hausman test die de twee modellen tegen elkaar toetst. Voor verdere informatie omtrent het gebruik van deze en andere testen, alsook een diepere analyse van de verschillende modellen bruikbaar voor het onderzoek van panel data verwijzen we naar de gespecialiseerde literatuur. We halen hier Verbeek (2000) en Greene (1997) aan.

2.4.6 Vraagsystemen voor consistente schatting van complementen/substituten

Bij het schatten van vraagvergelijkingen moet de nodige aandacht besteed worden aan de mogelijke relatie tussen verschillende goederen. Ten eerste moeten deze relaties expliciet meegenomen worden. Bijvoorbeeld, bij het schatten van de vraag naar gerecycleerd papier moet niet alleen de prijs van gerecycleerd papier maar ook de prijs van nieuw papier (een substituuut voor gerecycleerd papier) meegenomen worden als verklarende variabele. Indien we dat niet doen, is er een duidelijke vertekening in de geschatte prijselasticiteit van gerecycleerd papier als er in dezelfde periode zich ook prijsveranderingen voor nieuw papier voorgedaan hebben.

Ten tweede moeten er theoretische restricties gelden tussen de prijs- en inkomenseffecten van verschillende goederen op basis van de consumententheorie. Prijsveranderingen hebben ook een impact op het budget dat een consument kan besteden. Bijgevolg kan het totale effect van een prijsverandering op de vraag naar een goed opgedeeld worden in een zogenaamd substitutie-effect en een inkomenseffect. Het verschil tussen beide geeft aanleiding tot twee soorten elasticiteiten: gecompenseerde (= enkel substitutie-effect, ook wel Hicksiaanse elasticiteiten genoemd) en niet gecompenseerde (= substitutie- en inkomenseffect tesamen, ook wel Marshalliaanse elasticiteiten genoemd).

Een ander voorbeeld van een theoretische beperking die in principe zou moeten gelden in een systeem van gerelateerde vraagvergelijkingen is symmetrie: het (gecompenseerde) effect van de prijs van goed x op de gevraagde hoeveelheid van goed y moet gelijk zijn aan het (gecompenseerde) effect van de prijs van goed y op de vraag naar goed x. Indien de vraagvergelijkingen voor goederen x en y apart geschat worden, dan is het helemaal niet zeker of de symmetrie van de substitutie-effecten zal opgaan.

Wanneer goederen complementen of substituten zijn, kunnen afzonderlijke regressie-analyses voor elk goed afzonderlijk minder consistentie resultaten opleveren. De oplossing bestaat erin om alle vraagvergelijkingen simultaan als een compleet vraagstelsel te schatten, waarin de verschillende theoretische restricties expliciet worden opgelegd aan de te schatten parameters. Het opstellen van een dergelijk systeem en afleiden van de elasticiteiten vergt naast enige ervaring een grondige kennis van de verschillende modellen. Het is dan ook aan te raden deze schattingen over te laten aan specialisten terzake. We verwijzen de geïnteresseerde lezers naar het standaardwerk van Deaton en Muelbauer (1980).

2.4.7 Discrete keuzemodellen

Individen moeten vaak een discrete keuze maken. Een veelgebruikt voorbeeld is de keuze dat iemand maakt tussen de verschillende alternatieven om zich te verplaatsen van punt a naar b (auto, bus, trein,

te voet,...). Wanneer we deze keuze willen voorspellen aan de hand van een model, kan econometrie een uitkomst bieden. Aangezien ook hier verschillende benaderingen en varianten beschikbaar zijn (logit, probit, nested logit,...), is de keuze van de juiste methode uiterst belangrijk. In de volgende alinea geven we heel summier het onderscheid mee tussen enkele modellen.

Wanneer iemand de keuze heeft tussen twee alternatieven, bijvoorbeeld deelnemen - niet deelnemen of kopen - niet kopen, kan door middel van een logistische regressie een model geschat worden dat de waarschijnlijkheid inschat dat de gebeurtenis zal plaatsvinden. In ons voorbeeld waar een individu moet kiezen hoe hij zich zal verplaatsen, zijn er duidelijk meer dan 2 mogelijkheden. Het model moet in dit geval aangepast worden naar bijvoorbeeld een “multinomiaal logit model”. Als de verschillende alternatieven tegelijk nog een logische volgorde hebben (bijvoorbeeld niet kopen, 1 kopen, 2 kopen of 3 kopen), is het “logit ordered model” eerder van toepassing.

Wanneer op basis van de discrete keuzemodellen elasticiteiten worden geschat, is het van belang rekening te houden met enkele aandachtspunten. In de eerste plaats moet de nodige oplettendheid aan de dag gelegd worden bij de interpretatie van de berekende coëfficiënten, aangezien de te verklaren variabele een waarschijnlijkheid is. Voorts zijn er heel wat auteurs die op mogelijke tekortkomingen van de basismodellen wijzen bij onder andere het interpreteren van elasticiteiten. We gaan hier niet verder op in en beperken ons tot een verwijzing naar twee artikels: Hausman en Leonard (2005) en Akerberg en Rysman (2005).

In Kader 2 beschrijven we kort een milieugerelateerd voorbeeld waar gebruik wordt gemaakt van discrete keuzemodellen.

Kader 2: Discrete keuzemodellen

Knockaert (2005) gebruikt discrete keuzemodellen om marktaandelen te simuleren van nieuwe alternatieve technologieën van personenwagens. Concreet wordt gebruik gemaakt van een “nested logit model”. Hierbij worden de alternatieven ingedeeld in subgroepen (of nests). Uit de resultaten blijkt dat mensen rekening houden met heel wat variabelen, onder andere de uitstoot. De mensen zijn met andere woorden bereid extra te betalen voor een meer milieuvriendelijke wagen.

In het kader van dit onderzoek werden echter geen elasticiteiten berekend.

3 HAALBAARHEIDSONDERZOEK VOOR VLAANDEREN

In dit hoofdstuk wordt nagegaan wat de haalbaarheid is van het berekenen van elasticiteiten voor de verschillende soorten milieugerelateerde goederen en diensten in Vlaanderen op korte termijn en op langere termijn.

Bij de start van het onderzoek werden een aantal algemene milieuthema's afgebakend waarvoor in algemene termen moet worden nagegaan hoe mogelijke knelpunten m.b.t. het berekenen van elasticiteiten voor Vlaanderen (bv. databeschikbaarheid) aangepakt kunnen worden: watergebruik, energiegebruik, transport en afval. Binnen deze milieuthema's zal voor elasticiteiten m.b.t. de volgende concrete beleidsvragen meer in detail getreden worden:

- Elasticiteiten m.b.t. watergebruik:
 - Elasticiteiten in het kader van een gedifferentieerde heffing (per laag en per gebied) op grondwater;
 - Elasticiteiten in het kader van huishoudelijk watergebruik.
- Elasticiteiten m.b.t. transport, meer bepaald in het kader van een aanpassing van de Belasting op Inverkeerstelling en de verkeersbelasting, in functie van de milieueigenschappen van de (personen- en vracht)wag.
- Elasticiteiten m.b.t. energie, meer bepaald voor elektriciteit- en brandstofverbruik in de residentiële sector.

3.1 WATERGEBRUIK

3.1.1 Beleidsrelevantie

Water wordt steeds meer gezien als een schaars goed en als antwoord hierop kunnen typisch twee soorten beleidsmaatregelen ingezet worden:

- Enerzijds is er de respons die aanbodgerelateerd is en die gericht is op de exploitatie van nieuwe bronnen en de uitbreiding van de netwerk infrastructuur. Dit gedrag wordt aangedreven door de notie dat water een noodzakelijk goed is.
- De andere benadering is vraaggerelateerd en richt zich op de ontwikkeling van waterbehoud en beheersprogramma's die trachten in te spelen op de vraag naar water en de duurzaamheid van watergebruik. Vraaggedreven oplossingen worden steeds meer gezien als een noodzakelijke aanvulling op, of zelfs substitueert voor, aanbodgerichte beleidsmaatregelen. Waterbehoud en waterbeheersprogramma's houden o.m. de bevordering in van de aankoop van watersparende toestellen, sensibilisering, ecolabelling en prijs- en heffingsmaatregelen.

Een duidelijke kosten-baten analyse van programma's voor duurzaam watergebruik is enkel mogelijk op basis van een goed inzicht van de respons die consumenten hebben op veranderingen in prijs en inkomen. Wanneer de overheid een bijkomende bijdrage wil vragen in functie van de capaciteitsbeperking of de schaarste van water, dan zou die bijdrage moeten worden vastgelegd op een niveau dat verzekert dat aan de bestaande vraag kan tegemoet kan gekomen worden met het bestaande wateraanbod. Dit vereist kennis van de prijselasticiteit van de vraag. Gegevens over prijselasticiteit zijn tevens relevant om de marginale impact op de inkomsten in te schatten van een prijsstijging bedoeld om de infrastructuur te financieren.

Voor nutsvoorzieningen wordt vanuit de efficiëntievereiste een tariefstructuur aanbevolen waarbij de prijs afhankelijk wordt gesteld van de gebruikte hoeveelheid. Volumegerelateerde prijsvorming kan echter geïmplementeerd worden op verschillende manieren:

- Constante eenheidsprijzen of een uniform tarief, gebaseerd op de gemiddelde (omwille van financiële redenen voor het dekken van kosten) of de marginale (ter bevordering van een

efficiënt gebruik van de hulpbron) kost van het wateraanbod, waarbij gezinnen onderworpen zijn aan één tarief per m³ water, ongeacht hun consumptieniveau;

- Niet-lineaire prijzen met tariefblokken (getrapte prijsbepaling):
 - Stijgende tariefblokken, waarbij de prijs constant is binnen een discreet interval van gebruiksvolume, met een hoger tarief voor een groter volume. Stijgende tariefblokken kunnen gehanteerd worden om potentiële schaarste of capaciteitsbeperkingen te signaleren
 - Dalende tariefblokken kunnen aangemoedigd worden wanneer sprake is van een natuurlijk monopolie..

In het geval van constante eenheidsprijzen maximaliseren consumenten hun nut onder de voorwaarde van de budgetbeperking, gebaseerd op een exogeen bepaalde (gemiddelde of marginale) prijs die onafhankelijk is van de hoeveelheid die ze verbruiken. Wanneer de (gemiddelde of marginale) prijzen echter afhangen van de reële hoeveelheid, wordt het micro-economische keuzeprobleem bemoeilijkt door een getrapte in plaats van een lineaire budget curve.

Bovenstaande tariefstructuren worden vaak gecombineerd met een vaste vergoeding voor dienstverlening, die in de literatuur vaak buiten beschouwing gelaten wordt. Het kan gaan om een vergoeding voor aansluiting op het netwerk, voor het dekken van kosten die niet gerelateerd zijn met het verbruikte volume (bv. meterhuur) of om kostendekking te garanderen in situaties waarbij de prijs verschilt van de gemiddelde kost. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat heffingen bijna altijd uitgesloten worden.

3.1.2 Huishoudelijke vraag naar water

3.1.2.1 Literatuuronderzoek

In een groot aantal empirische studies is reeds het gedrag van gezinnen onderzocht op basis van prijs- en inkomenselasticiteiten van hun vraag naar water. Omdat het moeilijk is om data te verkrijgen op gezinsniveau, baseren studies zich vaak op jaarlijkse geaggregeerde data op gemeentelijk niveau, die geconverteerd worden naar een typisch (representatief) gebruiksniveau.

In een publicatie van OECD (1999) wordt een overzicht gegeven van berekende prijselasticiteiten voor huishoudelijk watergebruik in verschillende OESO-landen voor de periode 1970-1997. Voor Europa zijn er schattingen voor Denemarken, Frankrijk, Italië en Zweden beschikbaar. De prijselasticiteit van het watergebruik voor deze landen varieert tussen -0,10 en -0,26.

Nauges & Thomas (2000) schatten de elasticiteit van huishoudelijk watergebruik voor Frankrijk in tussen -0,18 en -0,22.

Dalhuisen *et al.* (2001) maakte meer recentelijk een meta-analyse van bijna 300 prijselasticiteitsstudies tussen 1963-1998 op basis van een lineair model. De empirische schattingen geven een brede range aan van waarden. Prijselasticiteiten variëren van -7,5 tot +7,9 en inkomenselasticiteiten van -0,9 tot +7,8. De gemiddelde prijselasticiteit bedroeg -0,41.

Martinez-Espineira (2002) schat de elasticiteit van huishoudelijk watergebruik voor het Noord-Westen van Spanje in tussen -0,12 en -0,16. De elasticiteiten verhogen sterk wanneer enkel de waarden in de zomer onderzocht worden³. In zijn onderzoek standaardiseerde hij gebruiksgegevens voor periodes van 2, 3 of 4 maanden in maandelijks equivalenten. Dit is niet gebruikelijk, aangezien de meeste studies zich baseren op jaarlijkse geaggregeerde data op gemeentelijk niveau (Martins & Fortunato, 2005).

Olmstead *et al.* (2005) hebben een empirische analyse van de invloed van de prijs en de prijsstructuur op de residentiële vraag naar water gemaakt, met gebruik van de meest prijs-diverse, gedetailleerde vraagdata op gezinsniveau die hiervoor beschikbaar zijn. Ze baseerden zich op data van 1082 gezinnen in 11 stedelijke gebieden in VS en Canada, bediend door 16 watermaatschappijen. Dagelijks gebruik

³ In de literatuur bestaat consensus over het belang van seizoensinvloed voor de vraag.

en weersomstandigheden werden met geplaatste meters geobserveerd gedurende 2 periodes van 2 weken (waarvan een periode met en een zonder bewatering van de tuin). Demografische data van de gezinnen werden verzameld op basis van een enquête.

Wanneer de volledige steekproef bekeken wordt, is een prijselasticiteit bekomen van ongeveer -0,33. Wanneer de steekproef verdeeld werd over de verschillende prijsstructuren, bleek een significant verschil in elasticiteit. Bij stijgende tariefblokken werd een prijselasticiteit bekomen van -0,64. Bij een marginale prijs⁴ werd een elasticiteit bekomen van -0,33 (deze laatste is insignificant, een resultaat dat gelijkaardig is aan andere literatuur).

Ook het onderzoek van Mazzanti en Montini (2005) vormt een interessant voorbeeld. In deze studie wordt de prijselasticiteit van de vraag naar water (door residentiële gebruikers) in de Italiaanse regio Emilia-Romagna geschat door middel van gemeentelijke panel data. De uitkomst van de berekeningen suggereert een elasticiteit die tussen de -0,99 en -1,33 ligt. De inkomenselasticiteit komt uit op een waarde die tussen de 0,40 en 0,71 ligt.

Martins & Fortunato (2005) onderzochten een Portugese gevalstudie en bekwamen bij een gemiddelde marginale prijs en een gemiddeld verbruik een prijselasticiteit van -0,558.

Hanemann (1997) bekomt in een meta-analyse van inkomenselasticiteitstudies tussen 1951 en 1991 waarden tussen 0,18 en 2,14, waarbij de meeste schattingen vielen tussen 0,2 en 0,6.

⁴ prijs per bijkomende eenheid watergebruik

Tabel 5: Overzicht van de elasticiteiten van de huishoudelijke vraag naar water

	Gemiddelde waarden	Minimale waarden	Maximale waarden	Korte/Lange termijn	Land	Jaar
Prijselasticiteiten						
OESO (1999)		-0,10	-0,26	LT	Denemarken, Frankrijk, Italië en Zweden	1970-1997 (meta-analyse)
Dalhuisen <i>et al.</i> (2001)	-0,41	-7,5	+7,9	LT	Europa	1963-1998 (meta-analyse)
Martinez-Espineira (2002)		-0,12	-0,16	KT	Noord-Westen Spanje	2000
Olmstead <i>et al.</i> (2005)	-0,33		-0,64	KT	Verenigde Staten en Canada	2003
Nauges & Thomas (2000)		-0,18	-0,22	LT	Frankrijk	1998
Mazzanti en Montini (2005)		-0,99	-1,33	LT	Italiaanse regio Emilia-Romagna	2003
Martins & Fortunato (2005)	-0,558			LT	Portugal	2003
Inkomenselasticiteiten						
Hanemann (1997)		0,2	0,6	LT	Europa	1951 en 1991 (meta-analyse)
Dalhuisen <i>et al.</i> (2001)		-0,9	+7,8	LT	Europa	1963-1998 (meta-analyse)
Mazzanti en Montini (2005)		0,40	0,71	LT	Italiaanse regio Emilia-Romagna	2003

Uit bovenstaand overzicht kunnen de volgende besluiten gedestilleerd worden:

- De gemiddelde prijselasticiteiten liggen tussen -0,33 en -0,56.
- Wanneer we bij de minimale prijselasticiteiten de uitschieters uitsluiten, bekomen we een range van waarden tussen -0,10 en -0,18.
- Wanneer we bij de maximale prijselasticiteiten de uitschieters uitsluiten, bekomen we een range van waarden tussen -0,16 en -0,26.
- Wanneer we bij de inkomenselasticiteiten de uitschieters uitsluiten, bekomen we een range van waarden tussen 0,2 en 0,71.

De elasticiteit zijn vrij variabel; desondanks kan gesteld worden dat de resultaten uit de literatuur tot gelijkaardige ranges komen van prijs- en inkomenselasticiteiten wanneer uitschieters uitgesloten worden. Voor wat de prijselasticiteit betreft, is er een duidelijk negatieve invloed van de prijs op het watergebruik (negatief teken), maar de elasticiteit is eerder zwak. Uit de literatuur blijkt dat inkomenselasticiteiten binnen meta-analyses veel meer variëren, wat te wijten zou zijn aan de kwaliteit van de gehanteerde inkomensparameters.

3.1.2.2 Interpretatie van de waarden uit de literatuur

Vergelijkingen van prijselasticiteiten op Europese schaal zijn complex omwille van verschillende redenen: de diversiteit in waterprijsbeleid, de diversiteit in waterbeheersystemen en de invloed van andere niet-prijsgerichte beleidsmaatregelen m.b.t. de vraag naar water, zoals bv. promotie van watersparende toestellen, sensibiliseringscampagnes, enz.

De algemeen zwakke prijsinelasticiteiten en inkomenselasticiteiten kunnen verschillende redenen hebben:

- Er is een gebrek aan substituten en water is een vitaal goed, in die zin dat een basishoeveelheid water niet vermeden kan worden (zeker voor wat betreft gebruik binnenshuis). Studies waar het mogelijk was om het effect van watergebruik in de winter binnenshuis te vergelijken met de vraag in de zomer naar water voor besproeiing van de tuin, leiden tot een verschillende invloed van de prijs, met een aanzienlijker effect van het tweede type gebruik.
- De kost van het watergebruik vormt een zeer beperkt aandeel in het budget van het gezin. De absolute waterprijs is vaak ook zo laag dat een kleine verhoging nauwelijks effect heeft op de gevraagde hoeveelheid. Uit de literatuur blijkt ook dat een hoger verbruik meer prijselastisch is: het lijkt alsof gezinnen met een relatief laag verbruik weinig moeite willen doen om rekening te houden met de marginale kost van hun verbruik. Het inkomen blijkt hierom vaak ook geen significant effect te hebben op het watergebruik.
- De manier waarop de waterprijzen bepaald worden, zendt een verwarrend signaal uit naar de consument. De waterprijs heeft vaak een complexe structuur met een combinatie van verschillende componenten, waardoor het moeilijk is voor de verbruiker om de grootte van de rekening te relateren aan het volume water dat wordt aangekocht. De grootste bron van ergernis komt gelijktijdig van het veralgemeend gebruik van een combinatie van aangerekende bedragen voor diensten en stijgende tariefblokken, die een tegengestelde rol hebben. Het gebruik van stijgende tariefblokken is geoorloofd omdat het tegemoetkomt aan de doelstelling van het behoud van water als hulpbron (ontraden van een hoge consumptie). Anderzijds zijn de vaste bijdragen voor dienstverlening onafhankelijk van de hoogte van het verbruik. Consumenten zijn vaak onwetend en verward en reageren daarom niet zoals geanticipeerd.
- Uit literatuuronderzoek (o.m. Achttienribbe, 1998) blijkt dat korte termijn prijselasticiteiten kleiner zijn dan lange termijn elasticiteiten. Dit betekent dat consumenten tijd nodig hebben om hun watergebruikende toestellen aan te passen eenmaal ze de effecten van hun gebruik op hun rekening ten volle vatten. Het is inderdaad zo dat de vraag van de consument vooral afhankelijk is van de capaciteit van diens watergebruikende toestellen (wasmachines, toiletten). Vervanging van dergelijke toestellen vindt zelden plaats onmiddellijk na een stijging van de waterprijs, maar veel later wanneer het toestel versleten is. Anderzijds kan bij gebruik van maandelijkse cijfers in combinatie met een korte termijn studie een overreactie

gemeten worden, waarbij de consument tijdelijk zijn verbruik aanpast ten gevolge van een shockeffect n.a.v. de prijsstijging.

- Een negatieve prijselasticiteit op basis van marginale prijzen kan ook het gevolg zijn van een algemene tendens van een stijging van de vraag naar water in combinatie met een daling van de waterprijs in reële termen (in een aantal gevallen steeg de waterprijs trager dan de inflatie).

Uit de literatuur blijkt dat gezinnen onder een regime van stijgende tariefblokken gevoeliger zijn voor prijsstijgingen dan gezinnen onder een regime van uniforme of lineaire marginale prijzen (zie Olmstead et al., 2005; Dalhuisen et al., 2003; Hewitt & Hanemann, 1995).

3.1.2.3 Haalbaarheid m.b.t. de huishoudelijke vraag naar water

Zoals reeds gesteld, zijn vergelijkingen van prijselasticiteiten op Europese schaal moeilijk omwille van de diversiteit in waterprijsbeleid, de diversiteit in waterbeheersystemen en de invloed van andere niet-prijsgerichte beleidsmaatregelen m.b.t. de vraag naar water, zoals bv. promotie van watersparende toestellen, sensibiliseringscampagnes, enz.

Bovendien zijn de beschikbare prijselasticiteiten uit de literatuur voornamelijk gebaseerd op studies in Zuid-Europa en de Verenigde Staten, waar een ander gedrag bestaat m.b.t. watergebruik ten gevolge van o.m. klimatologische factoren. Voor inkomenselasticiteiten daarentegen zijn wel waarden beschikbaar die getransfereerd zouden kunnen worden naar Vlaanderen.

Onderstaand gaan we de haalbaarheid na van een case voor Vlaanderen rond de prijselasticiteit van de vraag naar huishoudelijk water. Binnen de literatuur bestaat een zekere consensus over de variabelen die in een gevalstudie rond de prijselasticiteit van de vraag naar huishoudelijk water in rekening gebracht moeten worden (Martins & Fortunato, 2005):

- *Te verklaren variabele* is de hoeveelheid gemeten leidingwatergebruik per gezin⁵;
- *Prijsgerelateerde verklarende variabelen*: gemiddelde prijs, tariefblok, marginale prijs, combinatie.
- *Niet-prijsgerelateerde verklarende variabelen*⁶: demografische variabelen (bv. grootte van het gezin, % bevolking ouder dan 65 jaar), klimatologische variabelen (bv. neerslag in mm/maand en normale maximale temperatuur per maand en per gemeente), inkomen (bv. gemiddeld gezinsinkomen per gemeente of koopkrachtindices gedefleerd naar een startjaar), eigenschappen van de woning (bv. aantal badkamers, grootte van huis en perceel, leeftijd huis) en andere variabelen (bv. voorkomen van een sensibiliseringscampagne).

OPTIE 1: GEBRUIK VAN DE VMM DATABANK

Watergebruik

In de VMM-databank zijn per adres jaarlijkse verbruiksgegevens opgenomen. De VMM krijgt deze gegevens doorgestuurd van de drinkwatermaatschappijen. Voor de uitwerking van de case zijn we dus verplicht om te werken met jaarlijkse cijfers.

Maandelijks data laten daarentegen toe om verbruik preciezer te meten, seizoenseffecten te testen, dynamische effecten te vatten waar dit niet mogelijk is met jaarlijkse data en zijn fouten kunnen eenvoudiger gecorrigeerd worden.

⁵ Uitzonderlijk en minder aanbevolen is het gebruik van het verbruik per capita (Martins & Fortunato, 2005).

⁶ In het onderzoek van Martins & Fortunato (2005) hebben neerslag en inkomen geen significant effect op het watergebruik.

Prijsgerelateerde verklarende variabelen

De waterkost per gezin in Vlaanderen kan opgedeeld worden in verschillende onderdelen:

- De prijs voor de levering van drinkwater door de drinkwatermaatschappijen;
- De gewestelijke milieuheffing op het lozen van huishoudelijk afvalwater op oppervlaktewater en in openbare riolen geïnd door de VMM⁷;
- De gemeentelijke belasting voor waterzuivering en aanleg van riolering (zogenaamde rioleringsbijdrage), die we buiten beschouwing wensen te laten omwille van de beperkte link met het watergebruik. Het gaat meestal om verhaalbelastingen, zodat de gemeente de uitrustingswerken i.v.m. riolering kan terugvorderen.

Vanaf 1 januari 2005 worden alle waterkosten samengebracht op één factuur. De VMM draagt het innen van de gewestelijke milieuheffing over aan de drinkwatermaatschappijen (zogenaamde 'saneringsbijdrage'). Voor het watergebruik tot en met 31 december 2004 waren een aantal overgangsmaatregelen van toepassing:

- Voor het drinkwatergebruik tot 31 december 2003, waarvoor nog geen heffing werd betaald, int de VMM nog een heffing.
- Voor het drinkwatergebruik van 2004 wordt de consument vrijgesteld van de heffing door VMM en van de saneringsbijdrage aan de drinkwatermaatschappijen.

Binnen de case is het omwille van deze overgangsregeling aangewezen om de data te bekijken binnen de periode 2000⁸-2004.

In de VMM-databank zijn per huisnummer o.m. de volgende gegevens opgenomen:

- Jaarlijks verbruik;
- Naam van de drinkwatermaatschappij die aan de gebruiker(s) factureert;
- Bedrag van de heffing gefactureerd door de VMM.

Om de kost te bekomen per adres van de levering van drinkwater door de drinkwatermaatschappijen, dient per adres manueel de berekening te gebeuren van het verbruik met het tarief van de betreffende maatschappij. De tarieven doorheen de tijd kunnen worden opgevraagd bij de drinkwatermaatschappijen.

Voor de uitwerking van een case zal minstens van de volgende hypothesen uitgegaan worden:

- We gaan ervan uit dat het verbruik over een jaar geldt. Verhuizingen van gebruikers in de loop van een jaar kunnen niet geïdentificeerd worden in de databank.
- Het is niet mogelijk om te onderscheiden welke rijen van de databank betrekking hebben op appartementsblokken met één gemeenschappelijke meter. Eventueel kan een selectie gemaakt worden van de rijen uit de databank die binnen bepaalde verbruiksgrenzen vallen.
- Het is niet mogelijk om een onderscheid te maken tussen gebruikers met en zonder budgetbegeleiding of –beheer bij OCMW.

⁷ Deze heffing wordt berekend op basis van het watergebruik dat de drinkwatermaatschappijen factureerden in het jaar voorafgaand aan het heffingsjaar.

⁸ Uit communicatie met de heer Vande Wiele, beheerder van de VMM-databank voor kleinverbruikers, blijkt dat de gegevens uit de databank voornamelijk betrouwbaar zijn vanaf het jaar 2000.

- In de databank zijn binnen de categorie van kleinverbruikers ook handelszaken opgenomen (bv. bakker, slager).

Om de haalbaarheid van een oefening na te gaan voor Vlaanderen, geven we een voorbeeld van de tariefstructuur van drinkwatermaatschappij PIDPA. De maatschappij werkt met een vaste vergoeding en meterkost in combinatie met een stijgend tariefblok. Deze structuur komt in de literatuur uitgebreid aan bod.

Tabel 6: PIDPA tariefstructuur voor huishoudelijk watergebruik

	Tarief tot 31/3/2003, excl. BTW	Tarief vanaf 1/4/2003 t/m 31/12/2004, excl. BTW	Tarief in 2005, excl. BTW	Tarief in 2006, excl. BTW
Vaste vergoeding per jaar per wooneenheid ⁹	28 €/7,44 €	42,76 €/7,44 €	42,76 €/7,44 €	42,76 €/7,44 €
Meterhuur per jaar	8 €	11,85 €	11,85 €	11,85 €
Watergebruik 0 – 250 m ³ /jaar	1,22 €/m ³	1,22 €/m ³	1,8805 €/m ³	1,8998 €/m ³
Watergebruik > 250 m ³ /jaar	1,34 €/m ³	1,34 €/m ³	2,0005 €/m ³	2,0198 €/m ³
Een korting van 15 m ³ per persoon per jaar wordt in mindering gebracht aan 1,22 € (excl. BTW)				

⁹ Er wordt een onderscheid gemaakt tussen klanten met en zonder budgetbegeleiding of –beheer bij OCMW.

Niet-prijsgerelateerde verklarende variabelen

Uit de literatuur blijkt dat klimatologische variabelen een significant effect hebben op het verbruik, maar dit effect is uiteraard sterker in warme en droge gebieden. Binnen de case studie voor Vlaanderen kunnen een aantal klimatologische variabelen toegevoegd worden die een jaar indelen in klassen (bv. warme/droge zomer).

De positieve relatie tussen het watergebruik en de variabelen gezinsgrootte en inkomen worden algemeen aanvaard in de literatuur. Binnen de VMM-databank is informatie beschikbaar m.b.t. het aantal gezinsleden. Voor wat de gegevens betreft m.b.t. het inkomen, kan beroep gedaan worden op gemiddelde inkomenscijfers per gemeente die beschikbaar zijn bij het NIS. Het is niet mogelijk om binnen de case individuele inkomensgegevens per gezin te koppelen aan het verbruik.

Een variabele ‘% bevolking ouder dan 65 jaar’ kan per gemeente toegevoegd worden op basis van cijfers van het NIS. Eventueel kan bij de VMM, de Afdeling Water of de drinkwatermaatschappijen informatie verzameld worden betreffende het (waar/wanneer) voorkomen van sensibiliseringscampagnes de voorbije jaren.

Het zal niet mogelijk zijn om binnen het model eigenschappen van woningen (bv. aantal badkamers, grootte van huis en perceel, leeftijd huis) in rekening te brengen.

OPTIE 2: NIS HUISHOUBBUDGETENQUÊTE

Een tekort van de VMM-databank is dat er weinig data in zijn opgenomen m.b.t. socio-demografische informatie op gezinsniveau. Een alternatief zou zijn om gegevens van de NIS huishoudbudgetenquête te gebruiken. Hierin zijn heel wat socio-demografische variabelen opgenomen, zoals o.m.:

- Gemeente;
- Beroep;
- Inkomen;
- Aantal gezinsleden/kinderen/ouderen;
- Aantal badkamers;
- Aanwezigheid van tuin, terras e.d..

Het watergebruik per geobserveerd gezin is gekend. De uitgaven voor ‘Verwarming, verlichting en water’ omvatten o.m. de ‘Kosten van watergebruik’ (code 3261). Hierin zijn alle uitgaven van het gezin opgenomen, op voorwaarde dat ze op één factuur (door één instantie) zijn doorgerekend. Dit betekent dat voor Vlaanderen de VMM-heffing niet is inbegrepen. Deze heffing wordt wel afzonderlijk weergegeven onder code 860207 ‘taksen voor waterzuivering’ in de nomenclatuur.

Om basisgegevens (beschikbaar van 1999 tot 2004) op gezinsniveau te verkrijgen, dient een instelling¹⁰ officieel een aanvraag in te dienen bij de Directeur-Generaal van het NIS die de aanvraag officieel moet laten goedkeuren door de Minister. Bij goedkeuring wordt een vertrouwelijkheidscontract opgemaakt en worden de data overgedragen. De kost van de gegevens bedraagt 500 Euro en het hele proces neemt ongeveer 2 maanden in beslag (persoonlijke communicatie van Mevr. Veronique Renard, NIS).

¹⁰ Er worden geen contracten afgesloten met privé-instellingen.

3.1.3 Industriële vraag naar water

3.1.3.1 Literatuuronderzoek

In de economische literatuur zijn heel wat gegevens beschikbaar omtrent de huishoudelijke en landbouw gerelateerde vraag naar water. Voor de industriële vraag naar water zijn zeer weinig publicaties beschikbaar. De meeste publicaties zijn afkomstig uit de Verenigde Staten. In één Franse publicatie (Reynaud, 2003) worden daarvoor twee mogelijke redenen aangegeven: (1) geschikte data voor inschatting van industrieel watergebruik zijn moeilijk in te schatten en (2) industriële bedrijven gebruiken water voor verschillende doeleinden en in verschillende intensiteiten.

3.1.3.2 Haalbaarheid m.b.t. de vraag naar leidingwater

Zoals reeds gesteld in paragraaf 3.1.2.3, worden in de VMM-databank per huisnummer o.m. de volgende gegevens opgenomen:

- Jaarlijks verbruik;
- Naam van de drinkwatermaatschappij die aan de gebruiker(s) factureert;
- Bedrag van de heffing gefactureerd door de VMM;
- Aanduiding of het gaat om een gezin dan wel een bedrijf.

Om de kost te bekomen per adres van de levering van drinkwater door de drinkwatermaatschappijen, dient per adres manueel de berekening te gebeuren van het verbruik met het tarief van de betreffende maatschappij. De tarieven doorheen de tijd kunnen worden opgevraagd bij de drinkwatermaatschappijen.

Niet-prijsgerelateerde variabelen zijn niet opgenomen in de VMM-databank, zodat het niet haalbaar is om op basis van deze cijfers de berekeningen te maken.

3.1.3.3 Haalbaarheid m.b.t. de vraag naar grondwater

Bij de start van het project werd verzocht om de haalbaarheid van een case na te gaan m.b.t. elasticiteiten in het kader van een gedifferentieerde heffing (per laag en per gebied) op grondwater. Uit navraag bij experts blijkt een dergelijke case in de praktijk echter niet zinvol omwille van verschillende redenen.

INTERVENTIE MET ANDERE BELEIDSINSTRUMENTEN

Om een beperking te bewerkstelligen van het gebruik van grondwater door bedrijven, kunnen verschillende beleidsinstrumenten ingezet worden. Zo kan een heffing ingesteld of verhoogd worden of anderzijds kan een beperking van het gebruik opgelegd worden via de milieuvergunning. Uit navraag bij experts blijkt dat dit laatste instrument in de praktijk veel effectiever is om het gebruik van grondwater te beperken in vergelijking met de instelling of verhoging van een heffing.

De kans is groot dat bij de evaluatie van het heffingsinstrument de invloed van het vergunningenbeleid mee zal spelen, wat het bekomen resultaat zou vertekenen. Het zal dus noodzakelijk zijn om een case af te bakenen voor een geografisch gebied waarbinnen geen actief vergunningenbeleid wordt gevoerd m.b.t. de afbouw van grondwateronttrekking. In de sokkel van Oost- en West-Vlaanderen wordt bv. wel een actief vergunningenbeleid gevoerd.

INVLOED VAN ANDERE ELEMENTEN OP DE BESLISSING

Door de toenemende onttrekking van grondwater verslechtert de algemene kwaliteit van dit grondwater, zodat het niet meer voldoet aan dezelfde kwaliteit als leidingwater. Dit betekent dat bedrijven zich genoodzaakt zien om het opgepompte grondwater voor te zuiveren. Voor hun beslissing zullen zij dus de kost van leidingwater vergelijken met de som van de kost van het onttrekken van grondwater en de kost van de installatie en operationalisering van een voorzuiveringsinstallatie. De

voorzuiweringskost verschilt echter van bedrijf(sector) tot bedrijf(sector) in functie van bv. het type vervuiling en het debiet dat gezuiverd moet worden.

Een ander element dat de keuze tussen leiding- en grondwater stuurt, is de technische haalbaarheid van de keuze voor leidingwater in een bedrijf. Wanneer niet voldoende leidingwater kan worden aangevoerd omwille van bv. een beperkte omvang van de leidingen, zal het bedrijf zich toch genoodzaakt zien om grondwater te blijven onttrekken, ondanks de ingestelde of verhoogde heffing.

Zowel op korte als op lange termijn is het moeilijk haalbaar om een algemene case voor Vlaanderen uit te werken, aangezien voor de afbakening ervan aan heel wat eisen moet worden voldaan:

- Afbakening van een geografisch gebied waarbinnen geen actief vergunningenbeleid wordt gevoerd m.b.t. de afbouw van grondwateronttrekking;
- Afbakening van een beperkt aantal type verbruikers (bv. welbepaalde sector);
- Kennis van de samenstelling van diepere waterlagen waarbij een teveel aan welbepaalde stoffen een welbepaald type voorzuivering vereist voor een welbepaalde sector;
- Binnen elk bedrijf dienen een aantal randvoorwaarden te worden afgebakend in termen van o.m. de kostprijzen van water en de kostprijzen van de voorzuiveringsapparatuur.

3.2 ENERGIEGEBRUIK

3.2.1 Beleidsrelevantie

Een eerste voor de hand liggend gebruik van elasticiteiten m.b.t. energiegelbruik bestaat erin om de reactie van doelgroepen op een verandering in prijzen, inkomen of een andere omgevingsvariabele in te schatten. Prijselasticiteiten zijn geschikt om in te schatten of en in welke mate een milieuheffing of milieusubsidie het gedrag van vervuilers kan beïnvloeden. Op basis van de prijselasticiteit van de vraag naar stookolie voor huisverwarming kan ingeschat worden met hoeveel procent de vraag zal toenemen wanneer een belastingverlaging wordt doorgevoerd.

Omgekeerd kan men via de elasticiteit ook berekenen met hoeveel de prijs moet stijgen om een gegeven hoeveelheidsdoelstelling te bereiken. Indien de overheid het energiegelbruik wil doen dalen met 10% en dat via een heffing wil realiseren, dan moet ze een heffing opleggen die de prijs met +20% verhoogt indien de prijselasticiteit -0,5 bedraagt. Hoe prijsongevoeliger de vervuilers zijn, hoe sterker de prijsprikkel moet zijn om een gegeven hoeveelheidsdoelstelling te bereiken.

Daarnaast kan op basis van elasticiteiten het effect ingeschat worden van een prijsmaatregel op de belastingontvangsten van de overheid. Indien de overheid bijvoorbeeld het belastingtarief op stookolie wenst te verlagen, dan leidt dit tot een grotere vraag van de consumenten naar stookolie. Qua overheidsontvangsten zijn er dus twee effecten:

- Vooreerst zullen de belastingontvangsten dalen omdat per liter die verkocht wordt, een lager belastingtarief geheven wordt. We noemen dit het prijseffect.
- Anderzijds neemt de belastingbasis toe. Er wordt meer stookolie geconsumeerd omdat de prijs lager is en dat zorgt voor extra belastinginkomsten. Dit noemen we het hoeveelheidseffect.

Welk van deze twee effecten domineert, kan voorspeld worden door middel van de prijselasticiteit van de vraag naar stookolie. Indien deze elasticiteit meer dan 1 bedraagt (in absolute waarde) dan zullen de overheidsontvangsten toenemen. De prijsverlaging leidt immers tot een meer dan proportionele toename van de vraag, het positieve hoeveelheidseffect domineert met andere woorden het negatieve prijseffect. Omgekeerd zullen de overheidsontvangsten afnemen indien de prijselasticiteit minder dan 1 bedraagt (in absolute waarde) omdat in dat geval het negatieve prijseffect het positieve hoeveelheidseffect domineert.

Tenslotte kunnen elasticiteiten gebruikt worden om na te gaan in welke mate een prijsverandering in de markt van een bepaald product leidt tot vraagreacties in gerelateerde markten van goederen die sterk lijken op het product in kwestie (substituten, bijvoorbeeld elektriciteit en aardgas) of goederen

die samen met het goed in kwestie geconsumeerd worden (complementen, bijvoorbeeld privaat vervoer voor woon-werk verkeer en de vraag naar dieselbrandstof). Kennis van dit soort neveneffecten van prijsveranderingen is belangrijk om een volledig beeld te krijgen van de gedragsreacties van de doelgroepen. Het zwaarder belasten van een bepaald vervuילend product leidt soms tot het vervangen van dat product door een ander vervuילend product zodat er nauwelijks milieuwinst geboekt wordt. Kennis van kruiselingse prijselasticiteiten, dat wil zeggen, de vraagreactie voor goed x als de prijs van goed y wijzigt, is essentieel om dit soort neveneffecten in te schatten.

3.2.2 Literatuuronderzoek

3.2.2.1 Internationaal onderzoek

Gang (2004) berekende prijs- en inkomenselasticiteiten op basis van panel data voor de periode 1978-1999 van de OESO landen (crosssectie). Uit het resultaat blijkt dat de inkomenselasticiteit van de vraag naar energie in het algemeen in absolute waarde lager is bij residentiële gebruikers dan bij industriële gebruikers. Bij de prijselasticiteit blijkt net het omgekeerde waar te zijn: in absolute waarde is de prijselasticiteit van de vraag naar energie hoger bij de residentiële gebruikers dan bij de industriële gebruikers.

We geven in onderstaande tabel de elasticiteiten voor de vraag naar elektriciteit weer.

Tabel 7: Elasticiteiten voor de vraag naar elektriciteit (Gang, 2004)

	Prijselasticiteit		Inkomenselasticiteit	
	Korte termijn	Lange termijn	Korte termijn	Lange termijn
Industriële sector	-0,01	-0,04	0,30	1,04
Residentiële sector	-0,03	-0,16	0,06	0,30

Bernstein & Griffin (2005) analyseerden in de Verenigde Staten de vraag naar energie voor drie markten (huishoudelijk elektriciteitsverbruik, industrieel elektriciteitsverbruik en huishoudelijk gasverbruik) alsook de geografische verscheidenheid in de energiemarkten per regio, staat en gebruik (voor huishoudelijk elektriciteitsverbruik).

Met behulp van panel data op het niveau van individuele staten werd het huishoudelijk en industrieel verbruik ingeschat tussen respectievelijk 1977-2004 en 1977-1999. Voor de analyse werd een fixed effects model gebruikt.

Voor wat huishoudelijk elektriciteitsverbruik betreft, werd een korte termijn prijselasticiteit berekend van -0,24. Inkomen en grootte van de bevolking zijn insignificant variabelen; klimaat daarentegen is significant. Voor wat huishoudelijk gasverbruik betreft, werd een korte termijn prijselasticiteit berekend van -0,132. Inkomen en grootte van de bevolking zijn significant en positief. De positieve (kleine) kruiselingse prijselasticiteit tussen elektriciteit en gas geeft aan dat het substituten zijn.

In Jeeninga & Boots (2001) wordt op basis van gegevens in de internationale literatuur (meestal uit de VS) een ruwe inschatting gemaakt van prijselasticiteiten voor de huishoudelijke vraag naar aardgas en elektriciteit voor Nederland:

	Korte termijn	Lange termijn
Aardgas	-0,10	-0,20
Elektriciteit	-0,15	-0,25

Met behulp van geaggregeerde data van 40 Zwitserse steden heeft Filippini (1999) de residentiële vraag naar elektriciteit ingeschat tussen 1987 en 1990. De bekomen prijselasticiteit bedroeg -0,30.

Labandeira et al (2005) gebruiken voor het schatten van de vraag naar energie huishoudelijke microdata. In het model worden onder andere een hele reeks energie goederen opgenomen zoals elektriciteit, natuurlijk gas, LPG, vloeibare brandstoffen enz. Qua vraagsysteem opteren zij voor een aangepaste versie van het zogenaamde Almost Ideal Demand System van Deaton en Muellbauer (1980). Uit de resultaten blijkt onder andere dat de prijselasticiteit van de vraag naar LPG hoger ligt dan de prijselasticiteit van de vraag naar natuurlijk gas. De prijselasticiteit van elektriciteit ligt dan weer een stuk lager dan die van LPG.

3.2.2.2 België

MARKAL

Voor de energievraag vanwege gezinnen en binnen de transportsector wordt binnen het partieel evenwichtsmodel MARKAL (KULeuven & VITO) gewerkt met een gemiddelde prijselasticiteit van -0,3. Voor de energievraag vanwege industriële sectoren wordt een prijselasticiteit gehanteerd van -0,35. Dit cijfer is gebaseerd op een studie waarbinnen productiefuncties werden ingeschat voor verschillende industriële sectoren in België. De prijselasticiteiten varieerden per sector tussen -0,4 en -0,8 (Van Regemorter, 2004).

HERMES

HERMES is het macro-sectorale model dat door het Federaal planbureau gebruikt wordt voor korte- en middellangetermijnanalyses op nationaal vlak. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de meest recente korte en middellange termijn prijs- en inkomenselasticiteiten die in 2003 met het model berekend zijn voor huishoudelijk energieverbruik. Elasticiteiten voor andere energiebronnen (bv. elektriciteit) zijn niet beschikbaar op het niveau van de gezinnen (vertrouwelijk document afkomstig van Ingrid Bracke, Planbureau). De gecompenseerde prijselasticiteiten beschrijven de reactie van de verbruikte hoeveelheden op de prijzen, terwijl de ongecompenseerde prijselasticiteiten ook de budgettaire effecten in rekening brengen die een verandering in prijzen kan hebben (Bossier et al., 2004).

Tabel 8: Overzicht van de HERMES prijs- en inkomenselasticiteiten voor huishoudelijk verbruik van brandstoffen voor verwarming

	Inkomenselasticiteiten		Niet-gecompenseerde prijselasticiteiten		Gecompenseerde prijselasticiteiten	
	t	t+4	t	t+4	t	t+4
<i>Brandstoffen voor verwarming</i>	0,71	0,77	-0,28	-0,43	-0,26	-0,42
Vaste brandstoffen	-0,56	0,94	-0,12	-0,89	-0,13	-0,89
Vloeibare brandstoffen	0,8	0,86	-0,33	-0,44	-0,32	-0,44
Gas	0,73	0,69	-0,29	-0,45	-0,28	-0,44

Tabel 9: Overzicht van de elasticiteiten van de huishoudelijke vraag naar energie

	Elektriciteit	Gas	Verwarming ¹¹	Korte/Lange termijn	Land	Jaar
Prijselasticiteiten						
Gang	-0,03/-0,16			KT/LT	OESO-landen	1978-1999
Bernstein & Griffin	-0,24	-0,132		KT	VS	1977-2004
Fillipini	-0,30			KT	Zwitserland	1987-1990
Ryan & Wang	-0,23	-0,25		LT	Canada (Ontario)	1962-1989
Akmal & Stern	-0,95	-0,70		LT	Australië	1970-1998
Jeeninga & Boots	-0,15/-0,25	-0,10/-0,20		KT/LT	VS	
MARKAL (KULeuven & VITO)	-0,30			LT	België	
HERMES (Federaal Planbureau)		-0,28/-0,44	-0,26/-0,42	KT/MLT	België	
Inkomenselasticiteiten						
Gang	0,06/0,30			KT/LT	OESO-landen	1978-1999
HERMES (Federaal Planbureau)		0,73/0,69	0,71/0,77	KT/MLT	België	

¹¹ Dit omvat vaste en vloeibare brandstoffen, alsook gas bestemd voor verwarming.

3.2.3 Interpretatie van de waarden uit de literatuur

Uit de analyse blijkt dat de vraag naar energie over het algemeen elastischer is op lange termijn en eerder inelastisch op korte termijn. Immers, naar aanleiding van een prijsverhoging van energieproducten wordt op korte termijn niet verwacht dat consumenten hun energieverbruikende toestellen aanpassen, terwijl op lange termijn de prijsverhoging wel degelijk invloed kan hebben op hun aankoopbeslissing. Prijselasticiteiten kunnen echter substantieel verschillen van regio tot regio. Regio's waar een specifiek energiegebruik zeer waardevol is, bv. airconditioning in warme regio's of verwarming in koude regio's, kunnen zeer lage absolute prijselasticiteiten hebben. Airconditioning en verwarming worden er zeer waardevol beschouwd in periodes van extreme klimatologische omstandigheden, wat maakt dat consumenten niet bereid zijn om hun gebruiksniveau aan te passen naar aanleiding van een prijsverhoging.

Op korte termijn is de substitutiemogelijkheid voor energieproducten beperkt. Om te reageren op een prijsverhoging, kan de consument zijn gebruiksgedrag aanpassen (bv. verlaging thermostaat of beperking verlichting) of zijn uitgaven voor andere goederen beperken. Op langere termijn heeft de verbruiker de mogelijkheid om toestellen te kopen die werken op een andere energiebron en/of energie-efficiënter zijn.

Tenslotte blijkt uit de literatuur dat het niet eenvoudig is om significante variaties te detecteren in de relatie tussen de prijs en de vraag met betrekking tot energieproducten in het licht van de algemene trends van dalende (reële) energieprijzen, een dalend aandeel van de energiekost in het inkomen en een stijgend energiegebruik (voornamelijk van elektriciteit en gas), in combinatie met een beperkte variatie in de prijs en de vraag.

3.2.4 Haalbaarheid

Uit analyse van de modellen MARKAL en HERMES blijkt dat het haalbaar is om elasticiteiten voor Vlaanderen te berekenen binnen de residentiële sector.

Binnen het partieel evenwichtsmodel MARKAL (KULeuven & VITO) zijn de basisgegevens voor het bepalen van de nuttige energievraag in de residentiële sector afkomstig van een studie over de warmtevraag in gebouwen door het laboratorium van bouwfysica van de KULeuven, gecombineerd met gegevens van de volkstelling van 1991. Om de warmtevraag te berekenen, werd gesteund op aannames m.b.t. de karakteristieken van het woningbestand, de bevolking en de samenstelling van de gezinnen, verschillende types van woningen en de samenstelling van het woningbestand (Proost, s.d.).

Binnen het macro-sectorale model HERMES werd een allocatiemodule voor de particuliere consumptie econometrisch geschat op basis van cijferreeksen uit de nationale rekeningen. De samenstelling van het globale consumptiepakket hangt af van de verschillende directe en kruiselingse prijs- en inkomenselasticiteiten. Er wordt gebruik gemaakt van de COICOP-classificatie van individuele verbruiksfuncties, waarbinnen de totale consumptie van de gezinnen uitgesplitst wordt over verschillende consumptiecategorieën (hoofdzakelijk volgens de relatieve prijzen en het beschikbaar inkomen) (persoonlijke communicatie van Ingrid Bracke, Planbureau).

3.3 TRANSPORT

3.3.1 Personenverkeer

Voor personenvervoer geeft Tabel 10 een overzicht. Deze elasticiteiten zijn afkomstig uit een tiental studies die verder tijdens de bespreking toegelicht worden. Indirect gaan de cijfers terug op een honderdtal studies. De geraadpleegde TRACE studie bouwde elasticiteiten op, op basis van 3 modellen en een zeer uitgebreide literatuurstudie.

Tabel 10 geeft een waaier aan waarden voor elasticiteiten weer. Bovendien zijn heel wat elasticiteiten met betrekking tot transport zelfs niet opgenomen in de tabel. Dit maakt het duidelijk dat de materie vrij complex is.

Tabel 10 geeft het meest gedetailleerde overzicht van *brandstofprijzen elasticiteiten*. Dit gebeurt voor zowel de korte als de lange termijn. Verschillende onderzoekers geven aan dat lange termijn elasticiteiten over het algemeen in absolute waarde 2 à 3 maal hoger liggen dan de korte termijn elasticiteiten (TRACE 1999, Goodwin, Dargay and Hanly 2004). Naast de termijn beïnvloedt ook het motief van de trip de elasticiteit. Het Victoria Transport Policy Institute ziet een oplopende elasticiteit volgens volgende motieven (Litman, 2005): Noodgeval, woon werk verkeer, belangrijke inkopen, speciaal evenement, uitgaan eten, impuls inkopen, recreatie, joy riding.

Tabel 10 : overzicht van transportelasticiteiten voor personenvervoer

afhankelijke variabele		brandstofprijzen				andere taks	inkomen	parkeertarief
		korte termijn (KT)		lange termijn (LT)				
		min	max	min	max			
afgelegde km	totaal	-0.1	-0.16	-0.26	-0.33	-0.06	1.2	-0.07
	woon-werk	-0.12	-0.15	-0.23	-0.25			-0.04
	werk	-0.02	-0.02	-0.2	-0.26			-0.03
	school	-0.06	-0.09	-0.38	-0.41			-0.02
	andere	-0.2	-0.22	-0.47	-0.29			-0.15
openbaar vervoer km	totaal	0.2		0.12				0.02
	woon-werk	0.27		0.2				0.02
	werk	0.18		0.06				0.01
	school	0.02		0.01				0
	andere	0.24		0.14				0.04
afgelegde trips	totaal	-0.16	-0.18	-0.19	-0.22			-0.16
	woon-werk	-0.16	-0.2	-0.14	-0.16			-0.08
	werk	-0.03	-0.06	-0.06	-0.17			-0.02
	school	-0.16	-0.22	-0.29	-0.4			-0.1
	andere	-0.2	-0.26	-0.15	-0.28			-0.3
openbaar vervoer trips	totaal	0.16		0.12				
	woon-werk	0.26		0.18				
	werk	0.54		0.24				
	school	0.01		0.01				
	andere	0.21		0.12				
andere voertuigvloot			-0.08	-0.1	-0.25	-0.06	1	
brandstofverbruik/km		-0.15	-0.15	-0.4	-0.25	-0.11	0	
gemiddeld km/jaar/auto		-0.1		-0.2	-0.3	0.06	0.2	
brandstofvraag		-0.12	-0.25 (-0.6)	-0.58	-0.8	-0.11	1.2	

Brandstofprijzen beïnvloeden niet alleen het autogebruik maar ook de grootte van de voertuigvloot en het brandstofverbruik per kilometer. Dit verklaart waarom de prijselasticiteit van de vraag naar brandstof in absolute waarde groter is dan de prijselasticiteit van de afgelegde kilometers per wagen alleen. De brandstofvraag per voertuigkilometer is immers afhankelijk van verschillende parameters.

Daarnaast geeft de tabel ook een overzicht van *inkomenselasticiteiten en kruiselings prijselasticiteiten*. De inkomenselasticiteit geeft aan hoe het aantal afgelegde km, de brandstofvraag, ... evolueren bij een verandering van het inkomen. Inkomenselasticiteiten zijn over het algemeen in absolute waarde 1.5 tot 3 maal groter dan prijs elasticiteiten (Goodwin, Dargay and Hanly 2004) Het effect van wijzigende prijzen van autobrandstoffen op de vraag naar openbaar vervoer is een kruiselings prijselasticiteit.

Elasticiteiten met betrekking tot *parkeertarieven* komen ook aan bod. De cijfers hier hebben betrekking op een stedelijk gebied met een gemiddelde graad van autobezit en op een verhoging van bestaande parkeertarieven. Bij het "invoeren" van parkeertarieven zijn de elasticiteiten anders. (Feeney, 1989 cited in Pratt, 1999). De effecten van parkeertarieven op tijdverlies (congestie) en op aantal verplaatsingen met de wagen zijn in stedelijke gebieden zeer verschillend. Harvey and Daekin (1998) bestudeerden een geval van stijgende parkeertarieven waarbij het aantal verplaatsingen daalt met 2.8%, maar de congestie daalt met 8.5%. Dit komt omdat alternatieven gezocht worden zoals

hogere bezettingsgraad van voertuigen of reizen via een andere vervoerswijze. Verder is het zo dat de congestie een onderdeel is van de aanbodfunctie en dat dit niveau dus automatisch mee wijzigt met volumeveranderingen die door andere prijsveranderingen worden aangestuurd. Zeer interessant aan de parkeertariefelasticiteiten is ook dat ze een benadering vormen voor de effecten van een “*area of cordon based wegbeprijzingsysteem*”.

Nationaal zijn er nauwelijks transportelasticiteiten berekend in België. Wel zijn er veel accurate transportmodellen die enkele aspecten van transport in rekening brengen. Tijdens de calibratie en validatiefase worden wel vaak elasticiteiten berekend, maar nauwelijks gerapporteerd. Ook andere studies (marktonderzoek, logits op verkoopstatistieken) zijn beschikbaar, maar ook hier zonder elasticiteitgegevens.

Ook uit het HERMES model zijn, net zoals voor in energie in hoofdstuk 3.2.2.2, brandstofelasticiteiten voor België beschikbaar. Tabel 11 schetst deze waarden (zie ook tabel 8).

Tabel 11 : Brandstof elasticiteiten uit HERMES

	Inkomenselasticiteiten		Niet-gecompenseerde prijselasticiteiten		Gecompenseerde prijselasticiteiten	
	t	t+4	t	t+4	t	t+4
Gebruik van voertuigen	0.28	0.23	-0.23	-0.11	-0.22	-0.10
Benzine	0.30	0.19	-0.45	-0.23	-0.45	-0.22
Diesel	0.23	0.23	-0.26	-0.17	-0.26	-0.17

3.3.2 Vrachtvervoer

Prijselasticiteiten voor vrachtvervoer kunnen gelden voor tonkilometer of vrachtwagenkilometer. Hiertussen zit vaak een verschil. Bjørner (1999) toonde aan dat de prijselasticiteit voor Denemarken -0.47 is voor tonkilometer en -0.81 voor vrachtwagenkilometers. Een verhoging van vrachtwagenkosten leidt in dat opzicht ook tot een efficiëntere belading van vrachtwagens.

Hagler Bailly (1999) schat de lange termijn elasticiteit van vrachtverkeer over spoor en weg op -0.4. Er zit echter een grote spreiding rond dit gemiddelde afhankelijk van de goederencategorie.

Specifiek voor ons land zijn elasticiteiten berekend (Beuthe et al 2001) voor vrachttransport op basis van het Nodus model (Jourquin 1995). Dit model is een netwerkmodel en neemt de intermodale overslagcombinaties expliciet mee. Verder worden de verschillende goederencategorieën expliciet in rekening gebracht. Het model rekent met een vaste vraag naar goederentransport (een vaste HB matrix) zodat de waarden uit Tabel 12 als korte termijn elasticiteiten beschouwd moeten worden.

Tabel 12: Vrachtelasticiteiten uitgaande van (Beuthe 2001)

Tonkm	Variatie in totale kost	Variatie in vervoerskost	Korte afstand	Lange afstand
weg	-1.21	-1.10	-1.06	-1.31
rail	-1.25	-1.14	-1.77	-1.19
water	-1.72	-1.53	-2.62	-1.38

Met de totale kost wordt ook overslagkosten meegenomen, dit zijn de kosten bij het laden en lossen. De grens tussen korte en lange afstanden ligt op 300 kilometer. Uit deze gegevens valt op dat vrachtvervoer – uitgedrukt in tonkilometer - elastisch is. Dit wijkt af van de hoger vermelde Deense cijfers.

3.3.3 Interpretatie van de waarden uit de literatuur

Alle prijselasticiteiten met betrekking tot passagiertransport zijn kleiner dan één wat erop wijst dat transport een prijsinelastisch goed is. Het is belangrijk dit te nuanceren. Hierboven komen hoofdzakelijk brandstofprijselasticiteiten aan bod en de brandstofprijs maakt slechts tussen 15 en 25%

van de autotransportkost uit. De brandstofprijselasticiteit verbergt daarom een veel *grotere prijselasticiteit van autotransport*. De totale prijselasticiteit zou omtrent de -1.2 liggen (Litman 2005).

Algemene prijs elasticiteiten geven niet noodzakelijk voldoende informatie. COWI berekende dat bij een *gelijkblijvende totale belasting* op auto's er toch een *shift* naar energiezuinigere auto's kan bekomen worden. Het middel hiertoe is een differentiatie van de autobelasting naar brandstofverbruik (COWI 2004). TML berekende eveneens dat het mogelijk is zonder verhoging van de belasting op auto's, wel met een differentiatie, de uitstoot van fijn stof van dieselauto's te verminderen (Logghe, Van Herbruggen, Van Zeebroeck 2006).

De elasticiteiten die in verschillende studies berekend worden vallen steeds binnen bepaalde grenzen, maar er is meestal een verschil tussen boven en benedengrenzen. Dit toont aan dat er ook een aantal andere voorwaarden en assumpties meespelen bij het maken van de keuzes in de transport wereld.

Het valt op dat in de grote beschikbaarheid van transportonderzoeken relatief weinig studies beschikbaar zijn die elasticiteiten rapporteren. Een eerste verklaring hiervoor is de inherente complexiteit van transport. De prijs van transport is namelijk een complexe interactie van verschillende kostencomponenten. Zo zijn er voor de gebruiker aankoopkosten, jaarlijkse kosten, brandstof kosten, variabele kosten, parkeerkosten etc. Op elk van deze elementen is er bovendien een grote spreiding tussen de verschillende gebruikers. Aankoopkosten verschillen naargelang de grootte van het voertuig, de invloed van jaarlijkse kosten hangt sterk af van de jaarlijkse kilometrage, de brandstofkosten verschillen dan weer per type brandstof en de variabele kosten kunnen dan nog verschillen naargelang het aantal passagiers per wagen of het aantal ton per vrachtwagen. Bovendien is er naast de financiële prijs ook een tijds kost voor de gebruiker. Deze tijds kost verschilt sterk naargelang het reismotief, het type goederen, het tijdstip van de dag (spits of buiten de spits), de locatie of zelfs de specifieke route. Ook de beschikbaarheid van alternatieve verplaatsingswijzen is sterk afhankelijk van tijd en plaats.

Om deze complexe interacties te ontrafelen en aangepast beleid voor te stellen, wordt relatief veel transportonderzoek uitgevoerd. Dit resulteert in modelontwikkeling en surveys voor specifieke beleidsmaatregelen. In de praktijk ontbreekt dan meestal de doorvertaling van de resultaten naar dimensieloze elasticiteiten.

In Vlaanderen zijn bijgevolg verschillende modellen beschikbaar waaruit elasticiteiten zouden kunnen berekend worden. Afhankelijk van de focus en rekening houdend met de aannames van de verschillende modellen kunnen uit zowel verkeerskundige modellen (bv het multimodaal model van de Vlaamse overheid), macro economische modellen (vb planbureau) of milieumodellen elasticiteiten berekend worden.

Verder zijn ook diverse statistische gegevens en modellen op basis van verplaatsingsgedrag, aankoopgegevens van voertuigen of de volkstelling beschikbaar. Ook hiervoor geldt dat de berekening van elasticiteiten nauwelijks gebeurt.

3.3.4 Haalbaarheid van een case voor Vlaanderen

Vanuit de stuurgroep kwam het voorstel om een case uit te werken rond een differentiatie van de aankoopbelasting van nieuwe voertuigen en de verkeersbelasting. Binnen de Vlaamse administratie wordt een aanpassing van deze belasting in functie van milieueigenschappen van voertuigen onderzocht. Dit past in het stimuleren van milieuvriendelijke voertuigen. De differentiatie zouden ingrijpen in functie van de CO₂ uitstoot of van de Ecoscore (een ecologische labeling) van een voertuig (Timmermans et al 2005).

Het opstellen van elasticiteiten voor dit specifiek beleid vanuit de literatuur is moeilijk. Eerst en vooral zijn er weinig specifieke elasticiteiten beschikbaar. Daarnaast spelen verschillende mechanismen die afhangen van de kenmerken van de transportvraag en van de gedetailleerde kostenstructuur. Hierdoor zijn elasticiteiten uit de literatuur per definitie moeilijk overdraagbaar naar Vlaanderen.

Specifiek onderzoek rond prijsdifferentiatie van milieuvriendelijke voertuigen in het buitenland bestaat. Recent ontwikkelde COWI een aankoopmodel van nieuwe voertuigen (COWI 2002). In

Nederland werd een gelijkaardige maatregel met stated preference onderzocht (Muconsult (2000) en Annema *et al* (2002)). In beide studies is er echter geen doorvertaling van de resultaten naar elasticiteiten.

Specifiek voor ons land bestaat het TREMOVE model (De Ceuster *et al* 2005b, Proost *et al* 2004) waarmee recent een gelijkaardig beleidsvoorstel werd doorgerekend (Logghe *et al* 2006) voor Febiac en de Federale overheid. Dit model lijkt momenteel het beste vertrekpunt voor beleid dat inspeelt op milieukeurmerken van voertuigen. Dit model wordt ook binnen Europa gebruikt voor oa het opzetten van de nieuwe Euro V norm, het doorrekenen van de National Emission Ceilings en de evaluatie van de White Paper on Transport (De Ceuster *et al* 2005a).

Eerst en vooral worden in de modelstructuur verschillende interagerende beslisprocessen uitgewerkt:

- Er is een aankoopmodel van nieuwe voertuigen op basis van verschillende voertuigkenmerken op basis van een logitmodel (Knockaert 2005, De Vlieger *et al* 2005)
- Er is een model voor het schrappen en vervangen van oudere voertuigen. Dit submodel werd specifiek voor de doorgerekende emissiesimulaties endogeen aangepast.
- Verder wordt de leeftijdsverdeling en de milieukeurmerken specifiek bijgehouden en door de tijd gemodelleerd.
- Er is een transportvraag module die de keuzes tussen de verschillende opties van goederen en personen transport reconstrueert. Hierin worden wegtypes, tijdsperiodes, vervoerswijzen, reismotief, goederencategorieën en de regio meegenomen. Hierbij wordt rekening gehouden met de prijs van elke optie. Ook congestie wordt daarin meegenomen.
- Er is een emissie module die de impact op emissies (oa CO₂) rechtstreeks berekent en dat volgens de recentste emissiemodellen.
- Er is een welvaartmodule die de invloed op taksinkomsten, externe kosten, consumenten- en producentensurplus berekent.

Verder is de callibratie afgestemd op de meest recente data :

- Gegevens uit het COWI model (COWI 2002) zijn geïntegreerd in het scrappage en aankoopmodel.
- De verkeersvolumes per vervoerswijze zijn consistent met de statistieken van de Federale overheid
- De samenstelling van het wagenpark zijn gebaseerd op de meest recente en accurate gegevens van DIV/FEBIAC
- De samenstelling van de prijzen (voor consumenten en verladers) worden vanuit de gedetailleerde kostencomponenten samengesteld, met inbegrip van de verschillende belastingen.
- De taksinkomsten zijn consistent met de overheidsontvangsten.

Zoals in elk model zijn er beperkingen die bij de interpretatie van de resultaten in rekening gebracht moeten worden. Dit zijn ook punten waar aanvullend onderzoek mogelijk is :

- De beslissingen van de aanbieders van voertuigen kan nog verbeterd worden. Hun prijszetting en hun verandering in het aanbod van nieuwe voertuigen zou expliciet opgenomen kunnen worden.
- De jaarlijkse kilometrage per voertuigtype en per leeftijd ligt exogeen vast. Door een verandering van de samenstelling van het wagenpark kan dus wel een verandering in kilometrage meegenomen worden. In werkelijkheid hangt de kilometrage echter af van complexe interactie tussen de aankoopbeslissing van een voertuig en de variabele kosten.
- De transportvraag module laat consumenten en vrachtvervoerders reageren op gemiddelde kosten ipv marginale kosten. Dit is deels gerelateerd aan de exogene kilometrage. Voordeel is wel dat op deze manier een consistentie met taksinkomsten mogelijk is.
- De effecten worden op middellange termijn (5 jaar) berekent. Voor korte en lange termijn effecten kunnen hierdoor afwijkingen ontstaan.
- TREMOVE is een partieel evenwichtsmodel met exogene aannames rond de inkomenselasticiteit.
- Inkomensverdeling wordt niet meegenomen.

Om de specifieke maatregel van variabele aankoopbelastingen te evalueren lijkt een simulatie op maat aangewezen. Hiervoor zou eventueel bijkomende modelverbeteringen uitgewerkt kunnen worden.

Deze aanpak ligt echter buiten deze studie. Daarom wordt voorgesteld om gedetailleerde prijselasticiteiten te berekenen met het TREMOVE model op basis van de eerder uitgevoerde simulatie. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de potenties van deze maatregel. Elasticiteiten kunnen dan specifiek per voertuigtype, brandstofverbruik, CO₂ emissies, modale verschuivingen, etc berekend worden. Wel is het zo dat het TREMOVE model deels met substitutieelasticiteiten uit de literatuur gevoed werd en dat de bekomen prijselasticiteiten mee beïnvloed worden door deze invoergegevens.

3.4 AFVAL

3.4.1 Beleidsrelevantie

Elasticiteiten i.v.m. afval kunnen zeer ruim bekeken worden. Er kan gekeken worden naar elasticiteiten van goederen en diensten die afval veroorzaken en naar hun substituten die minder afval veroorzaken. Gezien het huidige lopende Vlaams afvalbeleid van selectieve inzameling, wordt deze studie voor huishoudens beperkt tot elasticiteiten i.v.m. ophaling en verwerking van restafval.

3.4.2 Literatuuronderzoek - Haalbaarheid

In het onderzoeksrapport De Jaeger *et al* (2005) trachten onderzoekers met behulp van een schatting op basis van een crossectie de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid huishoudelijk restafval te verklaren. Voor de log-lineaire regressieanalyse werden bijna uitsluitend gegevens uit het jaar 2002 gebruikt. Naast enkele afvalvariabelen werden eveneens een kostprijsvariabele en een hele reeks socio-demografische variabelen opgenomen waaronder het jaarlijkse inkomen. De kostprijsvariabele werd overgenomen uit een studie, in opdracht van OVAM, naar gemeentelijke huisvuilbelastingen en retributies uitgevoerd door X. Gellynck en P. Verhelst van de UGent in 2005. Het resultaat van de analyse wordt samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 13: Regressie-analyse m.b.t. jaarlijkse hoeveelheid huishoudelijk restafval

Variabele	Coëfficiënt
Constante	4,471
Ophaalfrequentie	0,343
Inkomen per capita	0,103
Kostprijs	-0,140
Kustgemeente	0,639
Intekenniveau 2	-0,150
R ²	0,604

Aangezien het model een logaritmische transformatie heeft ondergaan (niet voor de dummyvariabelen) ziet het geschatte regressiemodel er als volgt uit:

$$\ln(y) = 4,471 + 0,343(\text{ophaalfrequentie}) + 0,103 \ln(\text{Inkomen}) - 0,140 \ln(\text{Kostprijs}) + 0,639(\text{Kustgemeente}) - 0,150(\text{Intekenniveau2})$$

De variabele “Ophaalfrequentie” is een dummyvariabele die overeenkomt met de waarde 1 wanneer in de gemeente wekelijks afval wordt opgehaald. Ook de variabele “Kustgemeente” is een dummyvariabele (met waarde 1 wanneer het om een kustgemeente gaat). “Intekenniveau 2” slaat op de samenwerkingsovereenkomst tussen de gemeenten en de Vlaamse overheid voor de cluster vaste stoffen. Aangezien deze variabele voor ons van minder belang is, gaan we hier niet dieper op in. De geïnteresseerde lezer verwijzen we door naar het onderzoeksrapport van De Jaeger et al (2005).

De coëfficiënt van $\ln(\text{inkomen per capita})$ komt overeen met de inkomenselasticiteit. De waarde +0,10 van de coëfficiënt betekent dat bij een toename van het inkomen per capita met 10%, de gemiddelde hoeveelheid restafval zal toenemen met 1,0%. Dit betekent dat we afvalophaling en verwerking als een 'normaal' en 'noodzakelijk' goed kunnen beschouwen.

De coëfficiënt van $\ln(\text{kostprijs})$ is de prijselasticiteit van restafval. De waarde -0,14 duidt op een zeer inelastische vraag. Met andere woorden bij een toename van 10% in de prijs zal de gemiddelde hoeveelheid restafval slechts afnemen met 1,4%. De gezinnen reageren dus zeer beperkt op bijvoorbeeld prijsveranderingen van de restafvalzakken.

4 UITVOERING VAN DE GEVALSTUDIE M.B.T. HUISHOUELIJK WATERGEBRUIK

4.1 BESCHRIJVING VAN DE DATASET

Zoals aangegeven in paragraaf 3.1.2.3, gaat de voorkeur uit naar het gebruik van de NIS huishoudbudgetenquête voor de opzet van een case. In deze dataset zijn heel wat socio-demografische variabelen opgenomen die onontbeerlijk zijn voor de analyse.

De gegevens aangeleverd door het NIS hebben betrekking op het jaar 2004. De steekproef bevat 3.785 Belgische gezinnen, waarvan de 1.810 Vlaamse gezinnen in beschouwing worden genomen binnen de gevalstudie. De huishoudbudgetenquête bevat voor deze gezinnen gegevens over:

- Beschikbaar inkomen;
- Bestedingen;
- Eigenschappen van een gezin bv. samenstelling, woonplaats;
- Eigenschappen van de woning;
- Bezit van duurzame goederen;
- Jaarlijks verbruik van o.m. water.

De kwaliteit en beschikbaarheid van de niet-prijsgerelateerde verklarende variabelen in de dataset zijn goed. Een aantal variabelen is niet opgenomen in de Huishoudbudgetenquête, terwijl deze een duidelijke relatie hebben met het watergebruik, zoals o.m. bezit van een of meer auto's, bezit van een zwembad of sauna, aanwezigheid van een regenwaterput.

Uit onderstaande tabel blijkt dat in de enquête heel wat waardevolle informatie is opgenomen aangaande de prijsgerelateerde verklarende variabelen.

Tabel 14: Opbouw van de data m.b.t. watergebruik en –kost in de NIS huishoudbudgetenquête

	Euro/jaar	m ³ /jaar
Vaste vergoeding		
Milieuheffing		
Variabel tarief 1		
Variabel tarief 2		
Variabel tarief 3		
Sociaal tarief		
BTW		
Totaal		

De beschikbaarheid van deze gegevens in de dataset was echter niet optimaal. Vaak is enkel het totale jaarlijkse bedrag opgegeven. De te verklaren variabele, het totale jaarlijkse verbruik, was ook niet voor ieder gezin beschikbaar.

De gezinnen met ontbrekende waarden werden uit de dataset gefilterd, wat maakte dat de dataset kromp van 1.810 tot 1.135 gezinnen. Twee afzonderlijke datasets werden gevormd: een dataset rond de totale kost van watergebruik per jaar (1.135 gezinnen) en een dataset rond de variabele kost van watergebruik per jaar. Uit de literatuur is immers gebleken dat de consument gevoeliger kan zijn voor het variabele gedeelte van de waterfactuur, omdat er een nauwere band bestaat met het

verbruiksvolume. Voor veel huishoudens was het variabele gedeelte echter niet afzonderlijk opgegeven, wat ertoe leidde dat de tweede dataset 655 gezinnen omvat.

4.2 UITVOERING VAN DE REGRESSIEANALYSE

Met behulp van een schatting op basis van een crossectie werd getracht enerzijds het totale jaarlijkse watergebruik te verklaren. Voor de log-lineaire regressie-analyse werden uitsluitend gegevens uit 2004 gebruikt.

In wat volgt wordt enkel de meest uitgebreide dataset beschouwd rond de totale kost van watergebruik per jaar. Uitvoering van de regressie analyse op de tweede dataset rond de variabele kost van watergebruik per jaar gaf aan dat het niet mogelijk was om een waardevol model op te zetten.

4.2.1 Verklarende variabelen

In de literatuur bestaat een zekere consensus betreffende de opname van volgende verklarende variabelen: gezinsinkomen, grootte en samenstelling van het gezin, gemiddelde prijs per m³ water en eigenschappen van de woning.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verklarende variabelen die in het model werden opgenomen en hun correlatie met het watergebruik, zoals deze berekend werden uit de dataset.

Tabel 15: Overzicht van de opgenomen verklarende variabelen

Symbool	Omschrijving	Verwacht teken	Correlatie
X ₁	Gezinsinkomen	positief	0,273
X ₂	Aantal gezinsleden	positief	0,376
X ₃	Aandeel kinderen in het gezin	niet duidelijk	0,2019
X ₄	Aandeel ouderen ¹² in het gezin	negatief	- 0,068
X ₅	Aantal inwoners per km ²	negatief	0,109
X ₆	Aantal wasmachines	positief	0,124
X ₇	Aantal vaatwasmachines	positief	0,156
X ₈	Gemiddelde prijs per m ³ water	negatief	- 0,203
X ₉	Type woning	negatief	- 0,030
X ₁₀	Aantal keukens	positief	0,023
X ₁₁	Aantal badkamers	positief	0,074
X ₁₂	Tuin	positief	0,057
X ₁₃	Groentetuin	positief	- 0,013

We verwachten dat water een *noodzakelijk goed* is, wat wil zeggen dat de inkomenselasticiteit positief is maar kleiner dan 1. Dit betekent dat, als het inkomen toeneemt, de uitgaven voor water ook zullen toenemen, maar dat het budgetaandeel (% aandeel van wateruitgaven in totale consumentenbudget) kleiner wordt. In tegenstelling tot noodzakelijke goederen, is de inkomenselasticiteit van luxegoederen groter dan 1: het budgetaandeel neemt toe bij een hoger inkomen.

Er wordt verwacht dat het *gezinsinkomen* een positieve invloed heeft op het jaarlijkse watergebruik, wat zich ook uit in de berekende correlatie. Hoe hoger het inkomen dat men ter beschikking heeft, hoe minder aandacht men schenkt aan het besparen van water. De relatie tussen de *grootte van het gezin* en

¹² Ouderen worden gedefinieerd als +65 jaar.

het jaarlijkse verbruik is zoals verwacht positief. Hoe meer gezinsleden er zijn, hoe meer water een gezin zal verbruiken. Uitgaande van de literatuur kan een negatieve coëfficiënt voor het *aandeel ouderen* in het gezin verwacht worden, wat ook blijkt uit de correlatiecoëfficiënt. De berekende correlatie tussen het *aandeel kinderen in het gezin* en het watergebruik is positief. Mogelijks bestaat een correlatie tussen het aantal gezinsleden en het percentage kinderen en/of ouderen. Ook het gezinsinkomen correleert mogelijks met het aantal gezinsleden. De coëfficiënt van de *gemiddelde prijs per m³* heeft zoals verwacht een negatief teken.

De variabele *aantal inwoners per km²* heeft zoals verwacht een positieve correlatie met het jaarlijks watergebruik. In verstedelijkte gebieden zijn de tuinen immers kleiner of hebben de mensen geen tuin, zodat het watergebruik voor het bevoeien ervan minder waarschijnlijk is in gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid.

Zoals verwacht kon worden, bestaat er een positieve correlatie tussen het aantal (vaat)wasmachines en het jaarlijks watergebruik.

De huishoudbudgetenquête bevat verscheidene relevante indicatoren met betrekking tot de eigenschappen van de woning:

- Het *type woning* wordt in de enquête voorgesteld met een score van 1 tot 8 (1 = open bebouwing, 2 = halfopen bebouwing, 3 = rijwoning, 4 tot 8 = verschillende types appartementen). Uit de negatieve correlatie blijkt dat hoe groter de woning, hoe hoger het watergebruik. Mogelijks bestaat een correlatie tussen het type woning en het aantal gezinsleden of tussen het type woning en het inkomen.
- Hoe groter het aantal badkamers, hoe hoger het watergebruik;
- Hoe groter het aantal keukens, hoe hoger het watergebruik;
- De aanwezigheid van een tuin heeft zoals verwacht een positieve correlatie met het watergebruik.
- De aanwezigheid van een groentetuin heeft een negatieve correlatie met het watergebruik. Een mogelijke verklaring is dat mensen hun groentetuin besproeien met water uit een waterput of regenput. Naar verwachting bestaat een grote correlatie tussen de aanwezigheid van een tuin en van een groentetuin en tevens tussen het type woning en beide variabelen.

4.2.2 Testen van de quasi-multicollineariteit

Quasi-multicollineariteit treedt op wanneer verklarende variabelen onderling een sterke correlatie vertonen. Omdat quasi-multicollineariteit schattingen minder precies en minder stabiel maakt, dienen hoge correlaties tussen de verschillende verklarende variabelen vermeden te worden. Daarom kan het aangewezen blijken om bepaalde variabelen niet in het model op te nemen. Onderstaande tabel geeft de correlatiematrix weer van de verschillende verklarende variabelen die in het model zijn opgenomen.

Tabel 16: Correlatiematrix

	Gezinsinkomen	Aantal gezinsleden	Percentage kinderen	Percentage ouderen	Aantal inwoners per km ²	Aantal wasmachines	Aantal vaatwasmachines	Gemiddelde prijs per m ³ water	Type woning	Aantal keukens	Aantal badkamers	Tuin	Groentetuin
Gezinsinkomen	1,000												
Aantal gezinsleden	0,632	1,000											
Percentage kinderen	0,428	0,679	1,000										
Percentage ouderen	-0,260	-0,186	-0,115	1,000									
Aantal inwoners per km ²	0,116	0,019	0,026	-0,053	1,000								
Aantal wasmachines	0,157	0,216	0,076	-0,007	0,009	1,000							
Aantal vaatwasmachines	0,395	0,353	0,243	-0,090	0,039	0,158	1,000						
Gemiddelde prijs per m ³ water	-0,318	-0,482	-0,335	0,129	-0,003	-0,159	-0,167	1,000					
Type woning	-0,312	-0,264	-0,135	-0,035	0,237	-0,239	-0,202	0,154	1,000				
Aantal keukens	0,026	0,032	0,018	0,021	-0,045	0,058	-0,026	-0,028	-0,107	1,000			
Aantal badkamers	0,211	0,129	0,055	-0,027	0,043	0,072	0,189	-0,050	-0,122	0,074	1,000		
Tuin	0,287	0,246	0,139	0,039	-0,111	0,212	0,185	-0,146	-0,761	0,077	0,103	1,000	
Groentetuin	0,020	0,056	-0,020	0,114	-0,202	0,068	-0,039	-0,014	-0,231	-0,014	-0,005	0,187	1,000

De verwachte grote correlaties tussen bepaalde variabelen worden door de correlatiematrix bevestigd. Vooral de volgende correlaties verdienen onze aandacht:

- Er bestaat een sterke correlatie (63%) tussen het aantal gezinsleden en het beschikbaar inkomen. Omdat beide variabelen waardevol zijn, opteren we voor de opmaak van twee modellen: model A met het beschikbaar inkomen en model B met het aantal gezinsleden.
- Er bestaat een sterke correlatie (68%) tussen het aantal gezinsleden en het percentage kinderen. Omdat het verklarend vermogen van het aantal gezinsleden groter is dan die van het percentage kinderen, wordt de eerstgenoemde variabele in model B weerhouden. In model A wordt het percentage kinderen wel opgenomen.
- Er bestaat een vrij grote correlatie (48%) tussen het aantal gezinsleden en de gemiddelde prijs per m³ water. Beiden worden weerhouden. In model A stelt er zich geen probleem omdat het aantal gezinnen er niet in is opgenomen. In model B blijft een belangrijke correlatie bestaan tussen de gemiddelde prijs per m³ en het aantal gezinsleden.
- Er bestaat een aanzienlijke correlatie (76%) tussen de aanwezigheid van een tuin en het type woning. De variabele tuin wordt weerhouden omdat we verwachten dat dit een duidelijkere relatie heeft met het watergebruik dan het type woning.
- Er bestaat slechts een kleine correlatie (19%) tussen de aanwezigheid van een tuin en de aanwezigheid van een groentetuin. Men zou nochtans verwachten dat gezinnen met een groentetuin ook een tuin hebben. Toch krijgt het gezin in de enquête de mogelijkheid om beide opties tegelijk aan te duiden. Het NIS vermoedt dat deze bijzonderheid ligt aan de betrouwbaarheid van de gegevens die de gezinnen invullen, die niet altijd optimaal is (persoonlijke communicatie van Véronique Renard).

4.2.3 Logaritmische transformatie van het model

De prijs- en inkomenselasticiteiten worden ingeschat aan de hand van een loglineaire formulering van het model. De geschatte coëfficiënten bij de variabelen prijs en inkomen duiden respectievelijk rechtstreeks de prijs- en de inkomenselasticiteit van de vraag aan¹³.

Onderstaand worden de resultaten weergegeven van het model A op basis van het beschikbaar inkomen (zonder opname van aantal gezinsleden). Model B wordt minder stabiel geacht, omdat de correlatie tussen het aantal gezinsleden en de gemiddelde prijs per m³ water nog te sterk is (de resultaten werden daarom niet opgenomen in het rapport).

Tabel 17: Geschatte coëfficiënten van model A

Variabele	Coëfficiënt	Standaardafwijking	Significantie ¹⁴
Intercept	0,3965	0,4289	0,3555
Gezinsinkomen	0,3019	0,0412	0,0000
Percentage kinderen	0,0008	0,0010	0,4102
Percentage ouderen	-0,0003	0,0005	0,5556
Aantal inwoners per km ²	0,0808	0,0262	0,0021
Aantal wasmachines	0,2412	0,0595	0,0000
Aantal vaatwasmachines	0,1272	0,0391	0,0012
Gemiddelde prijs per m ³ water	-0,8400	0,0345	0,0000

¹³ De dummyvariabelen X12 en X13 en de discrete variabelen X3, X4, X6, X7, X10 en X11 die de waarde 0 kunnen aannemen, worden niet getransformeerd omdat de logaritme van 0 niet gedefinieerd is.

¹⁴ Variabelen kunnen als significant beschouwd worden wanneer het significantieniveau kleiner is dan 5%.

Aantal keukens	0,0616	0,0792	0,4295
Aantal badkamers	0,0974	0,0529	0,0661
Tuin	0,0124	0,0510	0,8079
Groentetuin	-0,1603	0,0457	0,0005

De coëfficiënten van de variabelen gezinsinkomen en gemiddelde prijs per m³ water en dus de inkomens- en prijselasticiteit bedragen respectievelijk 0,30 en -0,84. Dit betekent dat bij een toename van het gezinsinkomen met 10%, het watergebruik van een gezin gemiddeld met 3% zal toenemen en dat bij een prijsstijging van water met 10%, het watergebruik per gezin gemiddeld met 8,4% zal afnemen.

R² is een maat voor de verklarende en voorspellende kracht van een regressiemodel. R² is het percentage van de variantie van de te verklaren variabele verklaard door de verklarende variabelen. Deze R² is daarom nuttig bij het evalueren van een regressiemodel. Hoe groter de waarde van R², hoe groter de verklarende kracht van het regressiemodel, met $0 \leq R^2 \leq 1$. De R²-waarde bedraagt in dit model 51,72 % en is dus eerder beperkt.

Het is niet onze doelstelling om dit model verder uit te werken omdat wij enkel geïnteresseerd zijn in de prijs- en inkomenselasticiteit van de vraag. De bijdrage van de variabelen percentage kinderen, percentage ouderen, aantal keukens, aantal badkamers en de aanwezigheid van een tuin is niet significant. Daarom kan overwogen worden om deze uit het model te schrappen. Er wordt echter verwacht dat dit slechts een minimale invloed zal hebben op de coëfficiënten van de andere variabelen en dus ook op de berekende prijs- en het inkomenselasticiteit van de vraag.

Het model werd niet alleen getest op het optreden van multicollineariteit; statistische tests gaven ook aan dat het model homoscedastisch is en dat de residuen normaal verdeeld zijn.

4.3 INTERPRETATIE VAN DE RESULTATEN

De prijselasticiteit van de huishoudelijke vraag naar water bedraagt in deze gevalstudie -0,84, wat betekent dat bij een prijsstijging van water met 10%, het watergebruik per gezin gemiddeld met 8,4% zal afnemen.

Vergelijkingen van prijselasticiteiten op Europese schaal zijn moeilijk omwille van de diversiteit in waterprijsbeleid, de diversiteit in waterbeheersystemen en de invloed van andere niet-prijsgerichte beleidsmaatregelen m.b.t. de vraag naar water, zoals promotie van watersparende toestellen, sensibiliseringscampagnes, enz. Bovendien zijn de beschikbare prijselasticiteiten uit de literatuur voornamelijk gebaseerd op studies in Zuid-Europa en de Verenigde Staten, waar een ander gedrag bestaat m.b.t. watergebruik ten gevolge van o.m. klimatologische factoren. Algemeen blijkt uit de literatuur dat er een duidelijk negatieve invloed is van de prijs op het watergebruik (negatief teken), maar dat de prijselasticiteit eerder zwak is.

Het teken van de prijselasticiteit in deze gevalstudie komt overeen met deze bevindingen, maar de prijselasticiteit is sterker dan wat we in de literatuur terugvinden. Ook wanneer we de prijselasticiteit uit deze gevalstudie vergelijken met elasticiteiten uit de literatuur voor andere milieugoederen (huishoudelijke vraag naar energie, afval), is de elasticiteit in deze gevalstudie relatief hoog. De bekomen waarde wijst evenwel nog steeds op een relatief inelastische huishoudelijke vraag naar water.

De inkomenselasticiteit van de huishoudelijke vraag naar water bedraagt in deze gevalstudie 0,30, wat betekent dat bij een toename van het gezinsinkomen met 10%, het watergebruik van een gezin gemiddeld met 3% zal toenemen. Deze waarde ligt binnen de range van elasticiteiten die gelden voor noodzakelijke goederen. Er is een zwak positief verband met het inkomen: de consument zal in beperkte mate meer van het goed kopen wanneer zijn inkomen stijgt.

De inkomenselasticiteiten binnen meta-analyses van watergebruik uit de literatuur variëren nogal sterk, wat te wijten zou zijn aan de kwaliteit van de gehanteerde inkomensparameters. Uit de literatuur blijkt tevens dat het inkomen vaak geen significant effect heeft op het watergebruik. Binnen deze gevalstudie is het inkomen daarentegen wel significant. De inkomenselasticiteit bekomen in deze gevalstudie ligt in dezelfde grootte-orde als de minimale waarden gevonden in meta-analyses van Hanemann (1997) en Mazzanti & Montini (2005). Wanneer we de inkomenselasticiteit uit deze gevalstudie vergelijken met elasticiteiten uit de literatuur voor de huishoudelijke vraag naar energie, is de elasticiteit in deze gevalstudie relatief laag.

Samenvattend kan gesteld worden dat de geschatte coëfficiënten voor prijs en inkomen het verwachte teken hebben, maar wat hoger zijn (in absolute waarde) dan in de literatuur. Er zijn verschillende redenen die hier mogelijks spelen.

De meeste studies uit de literatuur baseren zich op jaarlijkse geaggregeerde data op gemeentelijk niveau, die geconverteerd worden naar een typisch (representatief) gebruiksniveau. Het valt op dat wanneer elasticiteiten berekend worden op basis van panel data op gezinsniveau (zie bv. Olmstead et al., 2005 en Mazzanti & Montini, 2005), deze een stuk hoger zijn (in absolute waarde).

De studies die zich baseren op panel data van individuele gezinnen, meten het watergebruik op via meters en berekenen op basis daarvan de uitgaven voor watergebruik. In het kader van de Belgische Huishoudbudgetenquête zijn gezinnen daarentegen verplicht om gedurende een periode hun uitgaven nauwgezet te noteren op basis van facturen, kasticketten e.d. De kans is reëel dat deze deelnemers meer prijsbewust (en dus prijsgevoelig) zijn dan de gemiddelde Belg, wat de sterkere elasticiteit kan verklaren. Er is echter diepergaand studiewerk¹⁵ nodig om na te gaan of deze verklaringen ook werkelijk gelden.

Het wordt aanbevolen om uitgebreidere statistische analyses te doen om op betrouwbare wijze elasticiteiten voor het huishoudelijke watergebruik te schatten. Idealiter zijn paneldata nodig waarin lange termijn evoluties opgevangen kunnen worden. Zo wordt het mogelijk om informatie op te nemen m.b.t. aankopen van duurzame consumptiegoederen op lange termijn (zo zijn wasmachines en vaatwassers veel zuiniger dan 20 jaar geleden), m.b.t. specifieke watertoepassingen (bv. beschikken over regenwatercaptatie, een eigen grondwaterput) e.d. In functie van de te onderzoeken beleidsvragen en de beschikbare budgetten, kan dan een meer gedetailleerde enquête overwogen worden.

¹⁵ Zo zou getracht kunnen worden om een correctie voor selection bias door te voeren in de steekproef.

5 UITVOERING VAN DE GEVALSTUDIE M.B.T. TRANSPORT

Voor transport is gekozen om gedetailleerde elasticiteiten te berekenen op basis van het REMOVE model. In deze sectie wordt dit model eerst toegelicht. Daarna komen de verschillende simulaties aan bod die recent werden doorgerekend voor de Federale overheid en Febiac (Logghe, Van Herbruggen, en Van Zeebroeck 2006). Uitgaande van deze simulaties worden daarna verschillende elasticiteiten berekend en geïnterpreteerd.

5.1 TOELICHTING REMOVE

TREMOVE is een transport en emissie model waarmee zowel transport- als milieumaatregelen mee doorgerekend worden. Het is een geïntegreerd simulatiemodel dat ontwikkeld is om strategische analyses van een breed scala aan beleidsinstrumenten en maatregelen door te rekenen op zowel regionaal, nationaal als Europees niveau.

De eerste versie van het REMOVE model werd eind de jaren negentig door de KULeuven en Standard & Poor's DRI ontwikkeld (EC et al 1999). De maatregelen van het Europese Auto-Oil II programma van de Europese commissie werden er analytisch mee onderbouwd. Ondertussen is REMOVE verder ontwikkeld voor ondermeer de Europese commissie in het kader van het CAFE (Clean Air For Europe) programma. Hiermee wordt het Europese milieubeleid voor de transportsector voorbereid. Het model wordt ondertussen eveneens gebruikt voor de evaluatie van de Europese White Paper on transport (De Ceuster G ed. 2005a). Ook voor nationale overheden wordt het ingezet om het fiscaal, milieu en transportbeleid mee vorm te geven (Proost, Meire en Knockaert 2004). Het REMOVE 2.3 model (De Ceuster 2005b) is ontwikkeld voor 21 Europese landen. Het model wordt per land en per jaar (1995-2020) opgezet. Dit houdt in dat relevante gegevens verzameld werden, modelparameters gekalibreerd zijn en dat verschillende scenario's doorgerekend worden. Recent werd het bijkomend gecallibreerd voor België. Gedetailleerde informatie en documentatie vindt u op de website (www.tremove.org).

Het REMOVE model bestaat uit afzonderlijke modellen per land. Telkens worden de transportstromen (passagiers en goederen) en emissies in drie regio's beschreven : een gebied rond een grote metropool, een aggregaat van alle andere stedelijke omgevingen en de rurale gebieden. Verplaatsingen in het niet-stedelijke gebied worden verder opgesplitst in korte (-500km) en lange (+ 500 km) verplaatsingen. Het model neemt expliciet in rekening, dat vervoerswijzen en wegtypes verschillen per gebied. De numerieke waarden verschillen telkens per land, maar de modelstructuur is gelijk voor alle landen.

Figuur 1 schets de structuur van het model dat uit verschillende gekoppelde modules bestaat.

De **transport vraag module** geeft weer welke verkeersvolumes afgelegd worden. Het is een economisch partieel evenwichtsmodel waarbij de transporthoeveelheden een functie zijn van de prijzen en tijdskosten van alle vervoerswijzen. In het volgende hoofdstuk wordt deze module verder toegelicht.

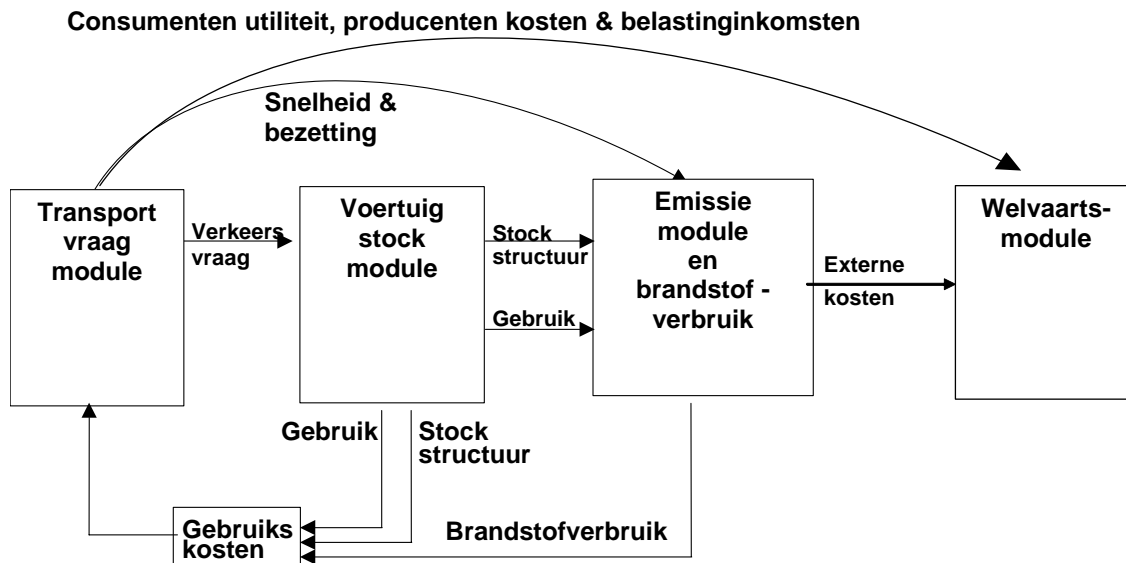
De **voertuigstock module** houdt bij hoe de voertuigvloot evolueert. Dit gebeurt voor verschillende typevoertuigen (vb kleine benzinevoertuigen, grote vrachtwagens, LDV's, ...) maar ook voor andere vervoerswijzen (vb treinen).

Per jaar wordt dan berekend hoeveel en welke voertuigen verschroot worden en hoeveel nieuwe voertuigen aangekocht worden. De samenstelling en leeftijd van het wagenpark beïnvloedt op zijn beurt de gebruikerskost die in de transportvraag module gebruikt wordt.

In de **emissiemodule** wordt op basis van de voertuigvloot en de snelheden uit de transportvraag module, de emissies per regio gemodelleerd. Hieruit vloeit ook het brandstofgebruik voort dat de prijs in de transportvraag module beïnvloedt.

De **welvaartmodule** schetst hoe de totale welvaart van een land evolueert. Hier worden externe kosten, consumenten en producenten surplus en de belastingontvangsten uit de transportsector verrekend.

Figuur 1: Structuur van het TREMOVE II model



De TREMOVE model voor België werd recent bijgesteld. Voertuigkilometers en wagenpark gegevens voldoen aan de meest recente statistieken. Het brandstofverbruik in het model is gevalideerd met statistieken. Voor meer informatie rond het trendscenario voor transport, wagenpark en emissies verwijzen we naar (Logghe 2006).

5.2 TOELICHTING BELGISCHE SIMULATIES

Om de specifieke maatregel van variabele aankoopbelastingen te evalueren lijkt een simulatie op maat aangewezen. Hiervoor zou eventueel bijkomende modelverbeteringen uitgewerkt kunnen worden. Deze aanpak ligt echter buiten deze studie. Daarom worden elasticiteiten berekend met het TREMOVE model op basis van eerder uitgevoerde simulaties. Hier worden drie verschillende scenario's toegelicht die recent met het TREMOVE model voor België werden doorgerekend (Logghe et al 2006). Alle scenario's focussen op de hervorming van de de prijs van het wegverkeer.

Figuur 2 geeft een overzicht van de impact van de scenario's.

5.2.1 Scenario 1

Mobiliteitstaks van 25% leidt tot 1% minder verkeer en tot 1,5% minder uitstoot

Veronderstel dat alle accijnzen op brandstoffen en alle relevante verkeersbelastingen op het wegverkeer stijgen met 25%. Rijden met een personenwagen, motorfiets, bestelwagen of vrachtwagen wordt dus fiks duurder. De overheidsinkomsten stijgen gevoelig: 8 tot 10%.

Het gevolg is dat er ongeveer 1% minder wegverkeer zal zijn dan eerst verwacht. Een klein deel daarvan wordt opgevangen door de bus, trein en binnenschip, het overgrote deel verdwijnt gewoon.

Door de vermindering van het aantal afgelegde kilometers daalt de uitstoot van uitlaatgassen met 1,5%.

5.2.2 Scenario 2

Hogere brandstofprijzen: 3% daling van de uitstoot

Wat gebeurt er als de brandstofprijzen sterker stijgen dan verwacht? Veronderstel een stijging door een hogere ruwe olieprijs én door hogere taken tot 1,6 euro per liter voor zowel benzine als diesel in 2030 (zonder rekening te houden met inflatie).

Dat leidt tot 3% minder wegverkeer dan onder normale omstandigheden. Ook hier weer zal maar een klein deel worden opgevangen door alternatieven.

De overheidsinkomsten stijgen, maar de geldstroom naar het buitenland groeit door de duurdere ruwe olie. Hierdoor ontstaat een negatief effect op onze welvaart.

Door de vermindering van het aantal afgelegde kilometers daalt de uitstoot van vervuilende uitlaatgassen. Door de hogere brandstofprijzen worden er ook zuinigere voertuigen gekocht, zoals hybride voertuigen, voertuigen op aardgas en kleine dieselwagens. Deze voorkeur voor zuinige voertuigen zorgt voor een bijkomende daling van de emissies. De totale vermindering is 2 tot 5%.

5.2.3 Scenario 3

Differentiatie van de voertuigbelasting leidt tot verjonging wagenpark en reductie van fijn stof

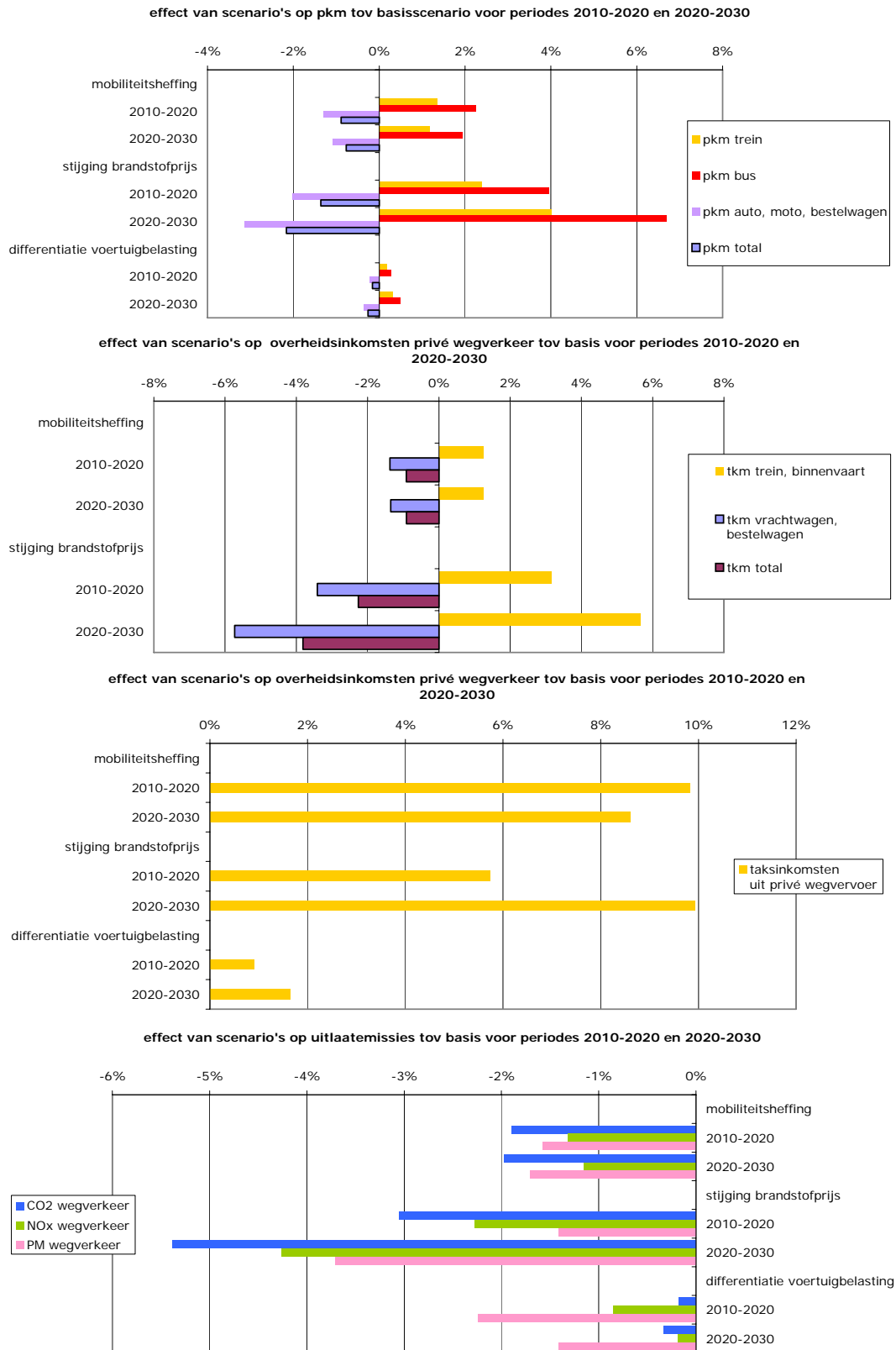
In het derde scenario worden de huidige jaarlijkse verkeersbelasting en de belasting bij inverkeerstelling van nieuwe wagens vervangen door een gedifferentieerde jaarlijkse taks. De taks is afhankelijk van cilinderinhoud en milieuprestaties van de wagen.

Wagens met een lage uitstoot aan stikstofdioxide en fijn stof, en zuinige wagens met lage CO₂ emissies betalen relatief weinig taksen. Oudere wagens, die minder milieuvriendelijk zijn, worden zwaarder belast. Dit motiveert automobilisten tot het vervangen van hun oude wagens door nieuwere wagens, met een voorkeur voor de milieuvriendelijke types.

De belastingsniveaus worden zo bepaald dat de totale belastingsinkomsten voor de overheid nagenoeg ongewijzigd blijven.

Zo'n belastinghervorming heeft weinig tot geen invloed op het aantal afgelegde kilometers, maar het leidt wel tot een verminderde uitstoot van uitlaatgassen. In 2020 wordt er 4% minder fijn stof (PM₁₀) uitgestoten dan in het basisscenario. Dat komt door de veranderingen in de samenstelling van het wagenpark. Wagens die voldoen aan de nieuwe euro 5-norm (auto's met roetfilter) zullen veel eerder dan tegen het geplande 2008 in het wagenpark verschijnen. Tegen 2030 is het effect uitgewerkt: dan zullen er in elk geval nog nauwelijks dieselwagens zijn zonder roetfilter. Indien intussen een nieuwe, strengere emissienorm wordt uitgevaardigd zou het effect kunnen doorlopen.

Figuur 2 : Effecten van scenario's tov basisscenario voor de periodes 2010-2020 en 2020-2030



5.3 BEREKENING VAN ELASTICITEITEN

Voor de berekening van de elasticiteiten worden prijsveranderingen en volumeveranderingen voor de verschillende opties uit de drie scenario's bestudeerd. Belangrijk daarbij is dat de berekende elasticiteiten kunnen afwijken van de echte prijselasticiteiten :

- Een scenario is gedefinieerd als een globaal pakket beleidsmaatregelen. De maatregelen grijpen dan ook in op verschillende transportopties. Zo wordt de volumeverandering van een transportoptie (bv verkeersvolume met grote personenwagens) ook beïnvloedt door de prijsverandering van alternatieven (vb prijsverandering van kleine wagens).
- De manier waarop prijsveranderingen worden doorgevoerd beïnvloeden het resultaat (verandering van vaste kosten, verandering van variabele kosten, ...). In de scenario's komen ook gecombineerde prijsveranderingen voor (vb dalen van vaste kosten en stijging van variabele kosten).
- Een scenario is gedefinieerd als een evolutie van beleidsmaatregelen door de tijd. Deze tijdsevolutie zorgt voor veranderende prijzen en dat voor de verschillende transportopties. Op die manier wordt een globale beleidsaanpak bekeken.

De gehanteerde scenario's maken het bijgevolg moeilijk om éénduidig prijselasticiteiten te berekenen. In twee verschillende stappen wordt hiervoor een uitwerking gemaakt.

In een eerste stap worden prijselasticiteiten berekend in 2010. Hierin wordt de relatieve volumeverandering in 2010 gedeeld door de relatieve prijsverandering in 2010. Tabel 18 geeft de verschillende elasticiteiten weer voor de activiteitvolumes (personenkilometers en tonkilometers). De elasticiteiten op basis van de voertuigkilometers worden weergegeven in Tabel 19.

Tabel 18: Prijselasticiteit voor tonkilometers en passagierkilometers voor de drie scenario's

Wagen	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kleine wagen	-0.81	-0.53	-1.52
Grote wagen	-0.68	-0.74	-1.29
Bestelwagen	-0.76	-0.78	-1.41
Vrachtwagen	-0.56	-0.56	-0.03

Tabel 19: Prijselasticiteit voor voertuigkilometers voor de drie scenario's

Wagen	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kleine wagen	-0.80	-0.53	-1.54
Grote wagen	-0.67	-0.74	-1.31
Bestelwagen	-0.77	-0.80	-1.47
Vrachtwagen	-0.63	-0.63	-0.30

Het valt op dat de elasticiteiten verschillen naargelang de scenario's. Dit geeft aan hoe gevoelig de scenario definitie de resultaten beïnvloedt. Tabel 20 schetst de prijselasticiteiten voor voertuigkilometers in de drie scenario's per wegtype. Zo geeft de tabel aan dat een prijsstijging van 10% voor kleine wagens op stedelijke wegen resulteert in een volume daling van 9.5% voor scenario 1.

Tabel 20: Prijselasticiteit voor voertuigkilometers per wegtype en wagen categorie

Wagen	Weg	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Kleine wagen	Stedelijk	-0.95	-0.72	-1.52
	Gewestelijk	-0.70	-0.36	-1.63
	Snelweg	-0.74	-0.46	-1.46
Grote wagen	Stedelijk	-0.84	-0.86	-1.39
	Gewestelijk	-0.55	-0.64	-1.33
	Snelweg	-0.62	-0.68	-1.21
Bestelwagen	Stedelijk	-0.76	-0.78	-1.40
	Gewestelijk	-0.74	-0.77	-1.60
	Snelweg	-0.78	-0.80	-1.34
Vrachtwagen	Stedelijk	-0.42	-0.45	-0.16
	Gewestelijk	-0.62	-0.62	-1.29
	Snelweg	-0.63	-0.63	-0.62

In het derde scenario wordt in absolute waarde de grootste elasticiteit bekomen. Dit komt omdat dit scenario een combinatie van maatregelen inhoudt: een vervanging van vaste taksen door andere milieugebaseerde vaste taksen. Dit brengt een verandering in de kostenstructuur van verkeer met zich mee die echter per kilometer gering is. De verandering van deze kostenstructuur leidt dus tot grotere volumeveranderingen dan wat met een gelijkaardige prijsverandering (zoals in de andere scenario's) verwacht zou worden.

Voor de verschillende wegtypes zien we een iets grotere elasticiteit voor personenwagens op stedelijke wegen. Hierbij kan congestie en het type verplaatsing (afstand, motief,...) een rol in spelen.

In een tweede stap is een complexere berekening gemaakt. Daarbij wordt ook voertuigtechnologie meegenomen. De elasticiteiten zullen hierdoor rekening houden met het voertuigkeuzemodel (een geschat logit model zoals toegelicht in Knockaert 2005) uit de voertuigstockmodule. Daarnaast is ook een tijdsevolutie van de maatregel in rekening gebracht.

Tabel 21 geeft verduidelijking bij de relatieve voertuigvolumes en de impact van de prijzen in het gesimuleerde scenario. De eerste kolom geeft het aandeel van de verschillende voertuigtypes in de totale volume voertuigkilometers in 2010. Deze volumes zijn onderdeel van het referentie scenario. In de simulatie worden de prijzen van de voertuigkilometers gewijzigd. De tweede kolom toont aan wat de gemiddelde prijsverandering is door de maatregel in de periode 2006-2010. Met andere woorden deze waarden geven aan hoe de prijs per voertuigkilometer verschilt tussen de referentie en in het scenario. We moeten opmerken dat deze prijsverandering tweevoudig is.

Een primair prijseffect is een onderdeel van de scenario definitie. Zo worden de inschrijvingstaks en registratietaks vervangen door een taks in functie van de vervuiling.

Dit heeft een secundair effect tot gevolg. De veranderende prijs in 2006 leidt namelijk tot minder voertuigkilometers en tot een andere scrappage (verschroten) en aankoopgedrag in 2007. Dit zal op zijn beurt de gemiddelde kost per voertuigkilometer wijzigen.

Daarnaast speelt ook nog de invloed in de prijsverandering van alternatieven een rol.

Tabel 22 geeft de elasticiteiten weer met een verandering van voertuigvolumes in 2010 met de gemiddelde prijsverandering tussen 2006-2010. Het is duidelijk dat deze waarden niet altijd representatief kunnen zijn wanneer men ze wil gebruiken voor andere beleidsdoelen. Hiervoor vatten ze een te complexe werkelijkheid weer waarin tijdsevoluties, de relatieve prijszetting tov alternatieven zwaar doorwegen.

Alle waarden zullen onderhevig zijn aan de verschillende prijsveranderingen (zowel rechtstreeks prijseffect door de maatregel, geïnduceerd prijseffect over de tijd en de prijsverandering van alternatieven). De verschillende veranderingen kunnen elkaar soms in omgekeerde richting beïnvloeden, zeker doordat ze over verschillende jaren opgeteld worden. Dit speelt waarschijnlijk bij de kleine benzinewagens waar een gemiddelde prijsverhoging tot een volumeverhoging leidt.

Verder valt in Tabel 21 op dat de prijsverandering voor grote dieselwagens heel klein is. Dit leidt tot een grote numerieke onzekerheid bij het berekenen van de elasticiteit. De vermelde 9.21 in Tabel 22 is bijgevolg heel onzeker.

Tabel 21 : Prijsveranderingen binnen de personenwagens.

		Aandeel voertuigvolume	□P [€/vkm]	□P/P [%]
Diesel	Groot	13.22%	0.0005	0.14%
	Medium	57.15%	0.0040	1.46%
	Klein	0.97%	-0.0032	-0.84%
Benzine	Groot	2.58%	0.0227	3.78%
	Medium	10.12%	0.0011	0.24%
	Klein	15.54%	0.0013	0.32%
LPG		0.41%	-0.0043	-1.19%
Totaal		100.00%		

Tabel 22: Prijselasticiteiten voor volumeveranderingen in 2010 met gecombineerde prijsmaatregel tussen 2006-2010

Brandstof	Type	Elasticiteit
Diesel	Groot	9.21
	Medium	-0.49
	Klein	-0.79
Benzine	Groot	-2.88
	Medium	-0.19
	Klein	0.64
LPG		-1.44

In een ideale berekening zou een eenduidig scenario gesimuleerd moeten worden. Daarin zou de prijs dan enkel voor 1 specifieke transportoptie veranderen en voor andere alternatieven gelijk blijven. Op basis van dergelijke simulaties kunnen juiste prijselasticiteiten uit het model gehaald worden. Dit viel echter buiten het bestek van deze studie.

Het is trouwens op te merken dat beleidsmaatregelen meestal op verschillende transportopties gelijktijdig inwerken. De relatieve prijszetting en de specifieke impact over de tijd weegt daarom zwaar door. In dat opzicht is het heel moeilijk om kentallen als elasticiteiten af te leiden uit een simulatie van een pakket maatregelen. Omgekeerd kan trouwens dezelfde redenering gemaakt worden: gedetailleerde elasticiteiten zijn op zich moeilijk bruikbaar om een compleet pakket aan beleidsmaatregelen in te schatten waar verschillende complementaire opties samen aangepakt worden.

6 CONCLUSIES

Binnen dit verkennend onderzoek werd beleidsrelevante informatie ingezameld betreffende prijs- en inkomenselasticiteiten van milieugerelateerde goederen en diensten. Bij de start van de studie werden een aantal algemene milieuthema's afgebakend waarop het onderzoek zich specifiek richt: watergebruik, energiegebruik, transport en afval. Binnen deze milieuthema's diende voor elasticiteiten m.b.t. de volgende concrete beleidsvragen meer gedetailleerd literatuuronderzoek te gebeuren:

- Elasticiteiten m.b.t. watergebruik:
 - Elasticiteiten in het kader van een gedifferentieerde heffing (per laag en per gebied) op grondwater;
 - Elasticiteiten in het kader van huishoudelijk watergebruik.
- Elasticiteiten m.b.t. transport, meer bepaald in het kader van een aanpassing van de Belasting op Inverkeerstelling en de verkeersbelasting, in functie van de milieueigenschappen van de (personen- en vracht)wag.
- Elasticiteiten m.b.t. energie, meer bepaald voor elektriciteit- en brandstofverbruik in de residentiële sector.

Gezien prijselasticiteiten in een milieucontext relevanter beschouwd kunnen worden dan inkomenselasticiteiten, wordt in dit onderzoek meer nadruk gelegd op het eerstgenoemde type elasticiteiten.

Voor elk type onderzoek naar elasticiteiten van milieugoederen zijn idealiter paneldata nodig waarin lange termijn evoluties opgevangen kunnen worden en waarbij uitgebreid gevraagd wordt naar socio-economische en –demografische variabelen. In functie van de te onderzoeken beleidsvragen en de beschikbare budgetten, kan dan een meer gedetailleerde enquête overwogen worden.

Meer in het algemeen kan aanbevolen worden dat verder onderzoek nodig is naar elasticiteiten voor alle milieugoederen (niet alleen voor de goederen die specifiek aandacht kregen in het kader van dit onderzoek, maar ook bv. voor water- en luchtmissies) en tevens voor hun milieuvriendelijke alternatieven (bv. aankoop van milieuvriendelijke(re) voertuigen, aankoop van elektriciteit uit hernieuwbare energiebronnen, gebruik van openbaar vervoer, hemelwatergebruik).

In het kader van het onderzoek werden 2 gevalstudies uitgewerkt: voor Vlaanderen, enerzijds rond elasticiteiten m.b.t. huishoudelijk watergebruik en anderzijds rond elasticiteiten m.b.t. transport.

Gevalstudie m.b.t. huishoudelijk watergebruik

De prijselasticiteit van de huishoudelijke vraag naar water bedraagt in deze gevalstudie -0,84, wat betekent dat bij een prijsstijging van water met 10%, het watergebruik per gezin gemiddeld met 8,4% zal afnemen.

Vergelijkingen van prijselasticiteiten op Europese schaal zijn moeilijk omwille van de diversiteit in waterprijsbeleid, de diversiteit in waterbeheersystemen en de invloed van andere niet-prijsgerichte beleidsmaatregelen m.b.t. de vraag naar water, zoals promotie van watersparende toestellen, sensibiliseringscampagnes, enz. Bovendien zijn de beschikbare prijselasticiteiten uit de literatuur voornamelijk gebaseerd op studies in Zuid-Europa en de Verenigde Staten, waar een ander gedrag bestaat m.b.t. watergebruik ten gevolge van o.m. klimatologische factoren. Algemeen blijkt uit de literatuur dat er een duidelijk negatieve invloed is van de prijs op het watergebruik (negatief teken), maar dat de prijselasticiteit eerder zwak is.

Het teken van de prijselasticiteit in deze gevalstudie komt overeen met deze bevindingen, maar de prijselasticiteit is sterker dan wat we in de literatuur terugvinden. Ook wanneer we de prijselasticiteit uit deze gevalstudie vergelijken met elasticiteiten uit de literatuur voor andere milieugoederen (huishoudelijke vraag naar energie, afval), is de elasticiteit in deze gevalstudie relatief hoog. De bekomen waarde wijst evenwel nog steeds op een relatief inelastische huishoudelijke vraag naar water.

De inkomenselasticiteit van de huishoudelijke vraag naar water bedraagt in deze gevalstudie 0,30, wat betekent dat bij een toename van het gezinsinkomen met 10%, het watergebruik van een gezin gemiddeld

met 3% zal toenemen. Deze waarde ligt binnen de range van elasticiteiten die gelden voor noodzakelijke goederen. Er is een zwak positief verband met het inkomen: de consument zal in beperkte mate meer van het goed kopen wanneer zijn inkomen stijgt.

De inkomenselasticiteiten binnen meta-analyses van watergebruik uit de literatuur variëren nogal sterk, wat te wijten zou zijn aan de kwaliteit van de gehanteerde inkomensparameters. Uit de literatuur blijkt tevens dat het inkomen vaak geen significant effect heeft op het watergebruik. Binnen deze gevalstudie is het inkomen daarentegen wel significant. De inkomenselasticiteit bekomen in deze gevalstudie ligt in dezelfde grootte-orde als de minimale waarden gevonden in meta-analyses van Hanemann (1997) en Mazzanti & Montini (2005). Wanneer we de inkomenselasticiteit uit deze gevalstudie vergelijken met elasticiteiten uit de literatuur voor de huishoudelijke vraag naar energie, is de elasticiteit in deze gevalstudie relatief laag.

Samenvattend kan gesteld worden dat de geschatte coëfficiënten voor prijs en inkomen het verwachte teken hebben, maar wat hoger zijn (in absolute waarde) dan in de literatuur. Er zijn verschillende redenen die hier mogelijk spelen.

De meeste studies uit de literatuur baseren zich op jaarlijkse geaggregeerde data op gemeentelijk niveau, die geconverteerd worden naar een typisch (representatief) gebruiksniveau. Het valt op dat wanneer elasticiteiten berekend worden op basis van panel data op gezinsniveau (zie bv. Olmstead et al., 2005 en Mazzanti & Montini, 2005), deze een stuk hoger zijn (in absolute waarde).

De studies die zich baseren op panel data van individuele gezinnen, meten het watergebruik op via meters en berekenen op basis daarvan de uitgaven voor watergebruik. In het kader van de Belgische Huishoudbudgetenquête zijn gezinnen daarentegen verplicht om gedurende een periode hun uitgaven nauwgezet te noteren op basis van facturen, kasticketten e.d. De kans is reëel dat deze deelnemers meer prijsbewust (en dus prijsgevoelig) zijn dan de gemiddelde Belg, wat de sterkere elasticiteit kan verklaren. Er is echter diepergaand studiewerk¹⁶ nodig om na te gaan of deze verklaringen ook werkelijk gelden.

Het wordt aanbevolen om uitgebreidere statistische analyses te doen om op betrouwbare wijze elasticiteiten voor het huishoudelijke watergebruik te schatten. Idealiter zijn paneldata nodig waarin lange termijn evoluties opgevangen kunnen worden. Zo wordt het mogelijk om informatie op te nemen m.b.t. aankopen van duurzame consumptiegoederen op lange termijn (zo zijn wasmachines en vaatwassers veel zuiniger dan 20 jaar geleden), m.b.t. specifieke watertoepassingen (bv. beschikken over regenwatercaptatie, een eigen grondwaterput) e.d. In functie van de te onderzoeken beleidsvragen en de beschikbare budgetten, kan dan een meer gedetailleerde enquête overwogen worden.

Gevalstudie m.b.t. transport

Voor transport werden elasticiteiten uit het TREMOVE model gehaald. Daaruit komen de volgende conclusies naar voor.

Het gebruik van bestaande simulaties is moeilijk om prijselasticiteiten te bepalen. Er spelen complexe wisselwerkingen in het model mee en de scenariodefinities zijn hiervoor niet specifiek genoeg. Zo grijpen maatregelen aan op verschillende kostencomponenten (zowel vast als variabel), op verschillende vervoerswijzen en hebben ze een specifiek verloop door de tijd. Specifieke simulaties met telkens slechts één specifieke maatregel kunnen tot juiste prijselasticiteiten leiden.

Verder is het door deze complexe interacties de vraag of specifieke elasticiteiten zinvol zijn voor rechtstreeks gebruik bij het beleid. Uitgewerkte beleidsvragen en gecombineerde maatregelen kunnen in dat opzicht beter rechtstreeks doorgerekend worden met een gekalibreerd model. De keerzijde hierbij is dat dergelijke kalibratie veel gegevens en elasticiteiten nodig heeft als input.

Om bestaande hiaten op te vullen zijn volgende opties aanbevolen voor wat betreft transport:

- Het uitvoeren van gedetailleerde modelberekeningen met specifieke nauwe scenario's. Daarin wordt de specifieke prijsverhoging voor één enkele transportoptie doorgerekend en de impact op het volume bekeken. Hiervoor kunnen verschillende Belgische / Vlaamse modellen gebruikt worden (het multimodaal model, Tremove, Hermes, ...). Cruciaal is dat elk model gevoed wordt

¹⁶ Zo zou getracht kunnen worden om een correctie voor selection bias door te voeren in de steekproef.

met gegevens die de elasticiteiten beïnvloeden. In dat opzicht is het berekenen van elasticiteiten met modellen ook een validatie van de modellen op zich.

- Gedetailleerde elasticiteiten kunnen met een verfijnd logit model geschat worden op aankoopgegevens van voertuigen. Dit lijkt heel relevant om de invloed van de inschrijvingstaks en registratiebelasting te onderzoeken. Dit zijn trouwens dezelfde methodes die autoproducenten bij hun prijszetting gebruiken. Hierdoor kunnen aan een logit-model ook bijkomende veronderstellingen rond het producentengedrag toegevoegd worden.
- Recent prijsbeleid bij openbaar vervoer geeft de mogelijkheid om prijselasticiteit te schatten op basis van de evolutie in reizigerskilometers.
- Doorvertalen van studies naar elasticiteiten gebeurt niet vaak. Vooral bij statistische onderzoeken en enquêtes (bv. onderzoek verplaatsingsgedrag) ligt een mogelijkheid om een doorvertaling naar elasticiteiten te maken.

7 LITERATUURLIJST

- Ackerberg, D.A en Rysman, M. (2005), Unobserved Product Differentiation in Discrete Choice Models: Estimating Price Elasticities and Welfare Effects, working paper Department of Economics UCLA, 27 p.
- Achtienribbe, G.E. "Water price, price elasticity and the demand for drinking water", J Water SRT – Aqua 47 (1998), p. 196-198
- Agras J., Chapman D., " The Kyoto protocol, CAFE Standards and gasoline taxes", Contemporary Economics Policy, 17-3,1999 cited in Oregon Dept of Transportation, Policy Section, " Policy Notes; A brief Reference on Fuel Costs and Fuel Efficiency," Vol5, Issue1, Jan 2001,
- Akmal, M. & Stern, D.I. (2001). Residential Energy Demand in Australia: an Application of Dynamic OLS, Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Centre for Resource and Environmental Studies
- Annema J.A., E. Bakker, Haaijer R., Perdok J. en J. Rouwendal (2001) Stimuleren van verkoop van zuinige auto's – RIVM rapport 773002018 – Bilthoven Nederland.
- Berlage, L. en A. Decoster (2000), *Inleiding tot de Economie* (Universitaire Pers, Leuven)
- Bernstein, M. A. & Griffin, J. (2005). „Regional Differences in the Price-Elasticity of Demand For Energy”, conducted by RAND Infrastructure, Safety, and Environment for the National Renewable Energy Laboratory under the auspices of the Environment, Energy, and Economic Development Program
- Beuthe, M., B. Jourquin, J.-F. Geerts and Ch. Koul à Ndjang' Ha (2001), Freight Transportation Demand Elasticities: A Geographic Multimodal Transportation Network Analysis, *Transportation Research -E*, 37, pp. 253-266.
- Bossier, F., Bracke, I. & Vanhorebeek, F., Een nieuwe versie van het HERMES-model, working paper 5-04 van het Federaal Planbureau
- COWI (2002) Fiscal Measures to Reduce CO2 Emissions from New Passenger Cars – study for European Commission's Directorate - General for Environment
- Dalhuisen, J. M., Florax, R. J. G. M., de Groot, H. L. F. M. & Nijkamp P. (2001). *Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: a meta-analysis*, Land Economics 79(2): 292-308
- Deaton, A. and J. Muellbauer (1980), *Economics and Consumer Behaviour* (Cambridge University Press, Cambridge UK)
- De Ceuster G. et al (2005a), ASSESS Final Report, DG TREN, European Commission.
- De Ceuster G. (ed.), Franckx L., (ed.), Van Herbruggen B., Logghe S., Van Zeebroeck B., Tastenhoye S, Proost S., Knockaert J., Williams I., Deane G., Martino A., Fiorello D. (2005b) *TREMOVE 2.30 Model and Baseline Description*, report to EC – DG Environment.
- De Jaeger, S., Eyckmans, J., Van Biervliet, K. en Van Puyenbroeck, T. (2005), *Eindrapport Case Afval in TWOL studie 2003-00164: Ontwikkeling van een coherent beleidskader voor de evaluatie van leefmilieugerelateerde financiële tegemoetkomingen (vooral subsidies) en toepassing van dit evaluatiekader op een aantal cases.*
- De Jong G., Gunn H., " Recent Evidence on Car Cost and Time elasticities of Travel Demand in Europe, " Journal of Transport Economics and Policy, Vol 35, Part2, May 2001, pp 137-160.
- De Vlieger, L. Pelkmans, S. Verbeiren, E. Cornelis, L. Schrooten, , L. Int Panis – VITO S. Proost, J. Knockaert – ETE-CES (2005) Sustainability assessment of technologies and modes in the transport sector in Belgium (SUSATRANS) – Final report, Research contracts n° CP/67/431, CP/01/432 sponsored by the Belgian Science Policy
- Filippini, M. (1999). *Swiss Residential Demand for Electricity*, Applied Economic Letters, 6 (8), 533
- FWR. (2000) Estimation of the residential price elasticity of demand for water by means of a contingent valuation approach. Executive summary. Report No 790/1/00.

- Gang, L. (2004), Estimating Energy Demand Elasticities for OECD Countries: A Dynamic Panel Data Approach, Discussion Papers Nr. 373, (Statistics Norway, Research Department, Oslo).
- Glaister, *Road Traffic Demand Elasticity Estimates: A Review*, Transport Reviews, Volume 24, Number 3 / May 2004, pp. 261 – 274.
- Glaister S., Graham D., The Effect of Fuel Prices on Motorists, AA Motoring Policy Unit and the UK Petroleum Industry Association, Sept. 2000
- Goodwin Phil, Joyce Dargay, Mark Hanly, *Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review*, Transport Reviews, Volume 24, Number 3 / May 2004, pp. 275 – 292.
- Greene, W.H. (1997), *Econometric Analysis* (Prentice Hall, Upper Saddle River NJ USA), 1075 p.
- Hanemann, W.M. (1997), “Price Rate and Structures,” in Baumann, D.D., J.J. Boland and W.M. Hanemann, eds., *Urban Water Demand Management and Planning* (McGraw-Hill, New York): 137-179.
- Hagler B., Potential for Fuel Taxes to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Transport, Transportation Table of the Canadian National Climate Change Process, 1999
- Harvey G., Deakin E., “ The STEP Analysis Package: Description and Application Examples,” Appendix B in USEPA, *Technical Methods for Analyzing Pricing Measures to Reduce Transportation Emissions*, USEPA Report #231-R-98-006, 1998
- Hausman, J.A. en Leonard G.K. (2005), Competitive Analysis Using a Flexible Demand Specification, *Journal of Competition Law and Economics* 1, 2005.
- Hewitt, Julie A. & W. Michael Hanemann (1995), “A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand under Block Rate Pricing,” *Land Economics* 71(2): 173-192.
- JEENINGA, H. & BOOTS, M.G. (2001), *Ontwikkeling van het huishoudelijk energieverbruik in een geliberaliseerde energiemarkt. Effecten op aankoop- en gebruiksgedrag*. ECN-C--01-002, 37 p.
- Johansson & Schipper, Measuring long run fuel demand of cars, *Journal of Transport Economics and Policy*, 1997
- Knockaert, J. (2005), The choice for alternative cars (draft paper ETE-CES KULeuven), 17 p.
- Labandeira, X. en Labeaga, J. M. en Rodríguez, M. (2005), A Residential Energy Demand System for Spain, *Economics Working Paper Archive EconWPA*.
- Litman T., Transportation elasticities How prices affect travel behavior, Victoria Transport Policy Institute, 2005
- Logghe S., Van Herbruggen B. and Van Zeebroeck B. (2006) *Emissions of road traffic in Belgium 1990-2030 – Report for FEBIAC and FPS Mobility and Transport*.
- Luk J., Hepburn S., New Review of Australian Travel Demand Elasticities, Australian Road Research Board (Victoria), December 1993.
- MARTINEZ-ESPIÑEIRA R. (2002), Residential Water Demand in the Northwest of Spain, *Environmental and Resource Economics* 21: 161–187, 2002.
- Martins, R. & Fortunato, A. (2005) *Residential water demand under block rates – a Portuguese case study*, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra
- Mazzanti, M. en Montini, A. (2005), The Determinants of Residential Water Demand: Empirical Evidence for a Panel of Italian Municipalities (Social Science Research Network Electronic Paper Collection: <http://ssrn.com/abstract=670234>).
- Metaxas, S. & Charalambous, E. “Residential price elasticity of demand for water”, *Water supply* Vol 5 2005 No 6 pp 183-188
- Monteiro, H. (2005). *Water Pricing Models: a survey*, Instituto Superior de Ciencias do Trabalho e da Empresa, augustus 2005

- Muconsult(2000) *Effectiviteit van differentiatie van BPM en alternatieve maatregelen ter stimulering van de verkoop van auto's met relatief lage CO2 uitstoot*. Amersfoort : Muconsult BV.
- NAUGES, C. and A. THOMAS (2000), 'Privately-Operated Water Utilities Municipal Price Negotiation, and Estimation of Residential Water Demand: The Case of France', *Land Economics* 76(1), 68–85.
- OECD (1999), *Household Water Pricing in OECD Countries*. Paris: OECD.
- Olmstead, S. E., Hanemann, W. M. & Stavins, R. N. (2005). "Do Consumers React to the Shape of Supply? Water Demand under Heterogeneous Price Structures"
- OVAM (2005) Onderzoek naar de gemeentelijke huisvuilbelasting- en retributiesysteem inclusief voor KMO's en zelfstandige ondernemers in Vlaanderen op 1 januari 2003. Studie uitgevoerd door X. Gellynck en P. Verhelst, Faculteit Bio-Ingeneurswetenschappen, Vakgroep Landbouweconomie (OVAM, Mechelen), 91 blz.
- Proost, S. MARKAL, een model ter ondersteuning van het broeikasgasbeleid, samenvatting van het eindrapport, CES-KU Leuven in opdracht van DWTC
- Proost S., Meire E., Knockaert J. (2004) *Hervorming Transportfiscaliteit in Vlaanderen*. Rapport voor de Vlaamse overheid.
- REYNAUD, A. (2003), An Econometric Estimation of Industrial Water Demand in France, *Environmental and Resource Economics* 25: 213–232, 2003.
- Sipes K., Mendelsohn R., "The Effectiveness of gasoline taxation to manage air pollution", *Ecological economics*, Vol.36, 2001, pp 299-369
- Small K., Winston C., "The Demand for Transportation: Models and Applications", in *Essays in Transportation Economics and Policy*, Brookings Institute, 1999
- Timmermans J-M., Van Mierlo J. et al. (2005). Eindverslag 'Ecoscore Taak 1 Methodologie' in opdracht van AMINAL.
- TRACE, *Elasticity Handbook: Elasticities for Prototypical Contexts*, TRACE; Costs of private road travel and their effects on demand, Including short and long term elasticities; Prepared for the European Commission, Directorate-General for Transport, Contract No: RO-97-SC.2035, 1999
- Travel Demand Encyclopedia: <http://www.vtpi.org/tdm/index.php>
- Van Regemorter, D. Implications of the Integration of Environmental Damage in Energy/Environmental Policy Evaluation. An analysis with the energy optimisation model MARKAL/TIMES. Paper presented at the Workshop "Environment: Risk and Modelling". Montreal, 6-7 May 2004.
- Varian, H. (2005), *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*, Seventh Edition (Norton, New York, USA and London UK).
- Verbeek, M. (2000), *A Guide to Modern Econometrics* (Wiley, Chichester UK), 386 p.
- Yaffee, R. (2003), A Primer for Panel Data Analysis, Connect Information Technology at NYU Fall 2003, (electronic paper: <http://www.nyu.edu/its/pubs/connect/archives/>). Daniel J. Graham And Stephen