



**Spoor:**

## **A3a2 : Impact Hervorming Verkeersbelastingen**

### **Simulatiemodel voor de hervorming van de verkeersbelastingen**

Inge Mayeres  
Marlies Vanhulsel

VITO rapport 2014/TEM/R/16  
VITO nv  
Unit Transitie Energie en Milieu  
2014

**Algemeen secretariaat – Steunpunt beleidsrelevant Onderzoek  
Fiscaliteit & Begroting**

Henleykaai 84 – 9000 Gent – België

Tel: 0032 (0)9 243 29 06 – E-mail: [vanessa.bombecck@ugent.be](mailto:vanessa.bombecck@ugent.be)

[www.steunpuntfb.ugent.be](http://www.steunpuntfb.ugent.be)

Inge Mayeres, Marlies Vanhulsel, Spoor A3a2: Impact Hervorming Verkeersbelastingen.  
Simulatiemodel voor de hervorming van de verkeersbelastingen.  
VITO rapport 2014/TEM/R/16

Deel A3a2 van het Steunpunt Fiscaliteit en Begroting II heeft als doelstelling om de effecten van een hervorming van de verkeersbelastingen na te gaan, met het oog op de vergroening van de autofiscaliteit.

In dit rapport wordt een model geschat voor de vraag naar nieuwe auto's op basis van gedetailleerde informatie op marktniveau van de auto's die aangekocht worden. Auto's zijn een typisch voorbeeld van gedifferentieerde producten. De methode is gebaseerd op de literatuur van industriële organisatie. Er wordt een discrete keuze model geschat voor de vraag naar gedifferentieerde producten met behulp van een nested multinomial logit model, waarbij er gebruik gemaakt wordt van een instrumentele variabele methode. De keuze van een bepaald type van auto wordt verklaard aan de hand van de autokenmerken.

Het model wordt geschat voor de nieuwe inschrijvingen van auto's in Vlaanderen door natuurlijke personen en niet-leaseauto's door rechtspersonen. Een automodel wordt hierbij gedefinieerd in termen van merk, model, brandstof en cilinderinhoud.

Uit de schattingen blijkt dat het marktaandeel van een automodel kleiner wordt naarmate de netto actuele waarde van de vaste kosten (incl. belastingen) van het automodel t.o.v. het bbp per capita stijgt en naarmate de brandstofkost per kilometer stijgt. Het marktaandeel wordt positief beïnvloed door de cilinderinhoud, de grootte en een lagere sportiviteit. Noord- en Zuid-Europese auto's hebben, ceteris paribus, een hoger marktaandeel. De voorkeuren voor automodellen zijn gecorreleerd tussen auto's van dezelfde brandstofklasse (maar het gaat om imperfecte substituten). Daarnaast zijn de voorkeuren ook gecorreleerd volgens groepen van autosegmenten.

Vervolgens wordt het geschat model geïntegreerd in een simulatiemodel. Met dat model kan de Vlaamse administratie de effecten simuleren van een hervorming van de verkeersbelasting. Het model heeft betrekking op de auto's die ingeschreven zijn in Vlaanderen door natuurlijke personen en de niet-leaseauto's van rechtspersonen. Het simulatiemodel berekent de evolutie van het autopark en de samenstelling ervan voor de periode 2013-2020. Het laat toe om een BAU-scenario te vergelijken met alternatieve scenario's.



**Spoor:**

## **A3a2: Impact Hervorming Verkeersbelastingen**

### **Simulatiemodel voor de hervorming van de verkeersbelastingen**

Inge Mayeres  
Marlies Vanhulsel

VITO rapport 2014/TEM/R/16  
VITO nv  
Unit Transitie Energie en Milieu  
2014

**Algemeen secretariaat – Steunpunt beleidsrelevant Onderzoek  
Fiscaliteit & Begroting**  
Henleykaai 84 – 9000 Gent – België  
Tel: 0032 (0)9 243 29 06 – E-mail: [vanessa.bombecck@ugent.be](mailto:vanessa.bombecck@ugent.be)  
[www.steunpuntfb.be](http://www.steunpuntfb.be)



---

## Steunpunt Fiscaliteit en Begroting

### Spoor A3a2

# SIMULATIEMODEL VOOR DE HERVORMING VAN DE VERKEERSBELASTINGEN

Inge Mayeres  
Marlies Vanhulsel

VITO

Unit Transitie, Energie en Milieu

2014

Eindrapport

## *Steunpunt Fiscaliteit en Begroting II – Spoor A3a2: Impact Hervorming Verkeersbelastingen*

### *Simulatiemodel voor de hervorming van de verkeersbelastingen*

Inge Mayeres, Marlies Vanhulsel

Studie uitgevoerd in opdracht van: Steunpunt Fiscaliteit en Begroting II  
2014/TEM/R/16

Maart 2014



**VITO NV**

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

---

**INHOUD**

<b>Inhoud</b>	<b>I</b>
<b>Lijst van tabellen</b>	<b>III</b>
<b>Lijst van figuren</b>	<b>IV</b>
<b>Lijst van afkortingen en begrippen</b>	<b>V</b>
<b>HOOFDSTUK 1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
<b>HOOFDSTUK 2. HET VRAAGMODEL</b>	<b>3</b>
2.1. <i>Inleiding</i>	3
2.2. <i>Het nested logit model</i>	3
2.3. <i>Data</i>	6
2.3.1. Bronnen en dataverwerking	6
2.3.2. Beschrijving van de data voor de econometrische schattingen	7
2.4. <i>Econometrische schattingen</i>	9
2.5. <i>Algemene bemerkingen bij het empirisch model</i>	11
<b>HOOFDSTUK 3. HET SIMULATIEMODEL</b>	<b>16</b>
3.1. <i>Inleiding</i>	16
3.2. <i>Het simulatiemodel</i>	16
3.2.1. Aantal en samenstelling van de inschrijvingen van nieuwe auto's	17
3.2.2. Het gewenste aantal auto's	18
3.2.3. Overblijvende auto's uit het vorige jaar	18
3.2.4. Bijkomende auto's uit het lease park of de andere gewesten/buitenland	19
3.2.5. Het autopark in jaar T	19
3.3. <i>Veronderstellingen over de exogene evoluties</i>	19
3.3.1. Brandstofprijs	20
3.3.2. Autokenmerken	20
3.3.3. bbp per capita	21
<b>HOOFDSTUK 4. MODELCODE</b>	<b>22</b>
4.1. <i>Inleiding</i>	22
4.2. <i>Deel 1: Voorbereidende stappen</i>	22
4.3. <i>Deel 2: Opladen van de data en enkele basisbewerkingen</i>	22
4.3.1. Structuur van Deel 2	22
4.3.2. Overzicht van de datafiles	23
4.3.3. Scenario-specifieke input	23
4.4. <i>Deel 3: Voorbereiding van de data voor de simulaties</i>	24
4.5. <i>Deel 4: Simulaties voor de inschrijvingen van nieuwe auto's</i>	25
4.6. <i>Deel 5: Simulaties voor totaal autopark</i>	25

4.7. <i>Deel 6: Rapportage</i>	25
--------------------------------	----

<b>Literatuurlijst</b>	<b>26</b>
------------------------	-----------

---



---

**LIJST VAN TABELLEN**

Tabel 1: Interpretatie van de waarden van $\sigma_1$ en $\sigma_2$	5
Tabel 2: Kenmerken van de automodellen die nieuw ingeschreven zijn in de periode 2008-2012 (Vlaanderen; natuurlijke personen + rechtspersonen niet-lease)	8
Tabel 3: Gemiddelde van een aantal variabelen per voertuigklasse (2008-2012)	9
Tabel 4: Schattingsresultaten (model op basis van segmenten)	13
Tabel 5: Schattingsresultaten (model op basis van sportiviteitsklassen)	15
Tabel 6: Overzicht van de inputfiles	23

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Overzicht van de modelstructuur _____	17
Figuur 2: Historische schrappingsgraad (per brandstoftype) _____	19
Figuur 3: De vooruitzichten voor de evolutie van de reële benzine- en diesel prijzen (incl. belastingen) (2011=1) _____	20
Figuur 4: De vooruitzichten voor het gemiddeld brandstofverbruik per km van benzineauto's - per cilinderklasse (2011 =1) _____	21
Figuur 5: De vooruitzichten voor de evolutie van het bbp per capita in Vlaanderen (euro 2011) _	21

## LIJST VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN

BAU	Business-as-Usual
bbl	“barrel”, vat
bbp	Bruto binnenlands product
CO <sub>2</sub>	koolstofdioxide
DIV	Dienst Inschrijving Voertuigen, FOD Mobiliteit en Vervoer
HCNO <sub>x</sub>	vluchtige koolwaterstoffen + stikstofoxiden
IEA	Internationaal Energieagentschap
Fiscale PK	Fiscaal vermogen
MPV	Multi-purpose vehicle (Monovolume auto)
NO <sub>x</sub>	stikstofoxiden
PM	deeltjes
SUV	Sports Utility Vehicle



## HOOFDSTUK 1. INLEIDING

---

Deel A3a2 van het Steunpunt Fiscaliteit en Begroting II heeft als doelstelling om de effecten van een hervorming van de verkeersbelastingen na te gaan, met het oog op de vergroening van de autofiscaliteit. Op dit ogenblik hangen de verkeersbelastingen af van de fiscale PK van een auto. Hoe wordt het aankoopgedrag beïnvloed indien de milieukeurmerken van de auto's mee de verkeersbelastingen bepalen? Op basis van een verkenning van de beschikbare data werd bij de start van het project beslist om twee benaderingen te gebruiken.

In de eerste benadering worden de beslissingen over het autobezit en autogebruik op het niveau van de individuele gezinnen empirisch geanalyseerd. Dit gebeurt met behulp van een gecombineerd discreet/continu keuzemodel. Hiermee wordt er nagegaan welke factoren een invloed uitoefenen op het aantal auto's en het type auto's in het bezit van een gezin en op het aantal kilometers dat het gezin met die auto's aflegt. De beïnvloedende factoren omvatten gezinskenmerken (aantal personen, leeftijdsklasse, inkomen, ...), technische autokenmerken en autokosten (incl. belastingen of subsidies). De methodologie en de resultaten worden beschreven in Franckx & Michiels (2014).

In de tweede benadering schatten we een discrete keuze model voor de vraag naar nieuwe auto's per type op basis van gedetailleerde informatie op marktniveau van de auto's die aangekocht worden. Auto's zijn een typisch voorbeeld van gedifferentieerde producten. De methode is gebaseerd op de literatuur van industriële organisatie. In deze benadering wordt de keuze van een bepaald type van auto verklaard aan de hand van de autokenmerken. Op basis van de empirische analyse werd vervolgens een simulatiemodel ontwikkeld dat moet toelaten om de effecten van een hervorming van de verkeersbelastingen te berekenen. Dit rapport bespreekt de verschillende stappen in de ontwikkeling van het model.

De tweede benadering heeft het voordeel dat ze een onderscheid kan maken tussen een groot aantal autotypes. Ze heeft echter de beperking dat ze enkel betrekking heeft op de nieuwe aankopen en dat gezinskenmerken niet mee worden opgenomen bij de verklarende factoren. Daarom werd ervoor gekozen om ook de eerste benadering uit te werken, die minder detail voor de autotypes kan opnemen, maar die beter kan ingaan op de rol van gezinskenmerken (zie Franckx & Michiels, 2014).

Het simulatiemodel berekent de evolutie van het autopark en de samenstelling ervan voor de periode 2013-2020. Het laat toe om een BAU-scenario te vergelijken met alternatieve scenario's. Het model heeft betrekking op de auto's die ingeschreven zijn in Vlaanderen door natuurlijke personen en de niet-leaseauto's van rechtspersonen.

Hoofdstuk 2 gaat in op het vraagmodel voor nieuwe auto's. Na een overzicht van de relevante literatuur, wordt het theoretisch kader geschetst. Vervolgens worden de data besproken. Daarna komt de econometrische schatting van het vraagmodel aan bod. Hoofdstuk 3 beschrijft de algemene structuur van het simulatiemodel. Daarnaast bespreekt het de achterliggende veronderstellingen over de exogene evoluties in de periode 2013-2020. Hoofdstuk 4 geeft meer informatie over het praktisch gebruik van het model. Het beschrijft de structuur van de modelcode en de data die nodig zijn om het simulatiemodel te draaien.



---

## HOOFDSTUK 2. HET VRAAGMODEL

---

### 2.1. INLEIDING

De impact van een hervorming van de verkeersbelastingen op de nieuwe aankopen van auto's wordt bepaald met behulp van een empirisch geschat vraagmodel.

De schattingsmethode is gebaseerd op de literatuur rond industriële organisatie. We schatten een discrete keuze model voor de vraag naar gedifferentieerde producten. In de literatuur worden hiervoor verschillende benaderingen gebruikt, waaronder de logit/nested logit modellen en random coefficients modellen. Beiden worden frequent toegepast om de vraag en het marktevenwicht te schatten in markten voor gedifferentieerde producten, en meer bepaald de automarkt. De tweede benadering (zie bv. Berry et al., 1995) is meer flexibel, maar vereist ook meer rekenwerk. Nested logit en gerelateerde modellen werden ondermeer gebruikt in Berry (1994), Verboven (1996), Fershtman & Gandal (1998), Fershtman et al. (1999), Van Biesebroeck (2006), Brenkers (2006), Mariuzzo et al. (2009), Vance & Mehlin (2009) en Adamou et al. (2012a,b). Enkele studies passen dergelijke vraagmodellen toe voor de analyse van een groenere autofiscaliteit. Brenkers (2006) vergelijkt de effecten van een hogere brandstofprijs met het opleggen van een CO<sub>2</sub>-emissiestandaard; Adamou et al. (2012a, b) analyseren de effecten van een zogenaamd "feebate" schema met een hoge belasting op voertuigen met een hoge CO<sub>2</sub>-uitstoot en een korting voor voertuigen met een lage CO<sub>2</sub>-uitstoot in Duitsland en Griekenland; Huse & Lucinda (2013) analyseren de effecten van een korting voor groene auto's in Zweden.

Wij volgen de benadering die gebruikt werd door Adamou et al. (2012a) voor Duitsland. We schatten een discrete keuze model voor de vraag naar gedifferentieerde producten met behulp van een nested multinomial logit model, waarbij er gebruik gemaakt wordt van een instrumentele variabele methode.

### 2.2. HET NESTED LOGIT MODEL

Voor de beschrijving van de theorie van het nested logit model baseren we ons o.a. op Verboven (1996) en Adamou et al. (2012a). We starten van een microeconomisch model voor het rationeel gedrag van individuele consumenten/gezinnen dat vervolgens wordt geaggregeerd om te komen tot de vraag op marktniveau.

De consument kan kiezen tussen  $J$  verschillende automodellen. Het nut dat consument  $i$  bekommt door de aankoop van automodel  $j$  is gegeven door:

$$u_{ij} = \delta_j + \mu_{ij}$$

De eerste term is een gemeenschappelijke nutscomponent voor alle consumenten (het gemiddeld nut). De tweede term is een persoons specifieke component. Het gemiddeld nut wordt gegeven als een functie van de kenmerken van automodel  $j$  (met inbegrip van prijs- en technische kenmerken):

$$\delta_j = x_j\beta - \alpha p_j + \varphi_j$$

Hierbij is  $x_j$  een vector van technische kenmerken,  $p_j$  is de prijs en de laatste term omvat niet-geobserveerde kenmerken. Er wordt verondersteld dat de persoonspecifieke component een Type I extreme waarde verdeling volgt. In de meest beperkte vorm zijn de  $\mu_{ij}$ 's onafhankelijk en worden de marktaandelen gegeven door:

$$s_j = \frac{e^{\delta_j}}{\sum_{k=1}^J e^{\delta_k}}$$

Dit logit-model legt evenwel een aantal beperkingen op, waardoor het minder aantrekkelijk wordt. Zo zijn bv. de prijselasticiteiten gelijk voor producten met dezelfde prijs en hetzelfde marktaandeel.

Het nested logit model verlaat de veronderstelling van onafhankelijke  $\mu_{ij}$ 's en laat correlatie toe tussen de voorkeuren van een consument voor gelijkaardige automodellen. In deze benadering wordt de verdeling van automodellen in gelijkaardige categorieën opgelegd door de onderzoeker.

In studies voor de automarkt wordt er vaak gewerkt met autosegmenten. Automodellen binnen een bepaald segment hebben gelijkaardige kenmerken die een zeker nutsniveau geven. Men kan dummies gebruiken voor deze segmenten om het gemiddeld nut per segment te vatten. Een alternatief is om een nested logit model te gebruiken dat toelaat dat het nutsniveau verschilt tussen de consumenten. Die laatste benadering zal hier gebruikt worden.

In deze studie analyseren we meerdere nested logit modellen, tot en met 2 niveaus. In het model met 2 niveaus worden de automodellen verdeeld in subgroepen en kunnen de voorkeuren gecorreleerd zijn voor automodellen binnen dezelfde subgroep. De  $J$  automodellen worden verdeeld in  $G+1$  exhaustieve en elkaar uitsluitende groepen met index  $g$ . Elke groep wordt verder onderverdeeld in  $Hg$  subgroepen met index  $hg$ . De variantie component structuur van  $\mu_{ij}$  wordt gegeven door:

$$\mu_{ij} = v_{ig}^1 + (1 - \sigma_2)v_{igh}^2 + (1 - \sigma_1)\varepsilon_{ij}$$

De eerste term geeft het nut van consument  $i$  door het kopen van een automodel in groep  $g$ . De tweede term geeft het nut van het kopen van een automodel in subgroep  $h$  van groep  $g$ . De laatste term geeft de idiosyncratische voorkeur van consument  $i$  voor automodel  $j$ .

Vertrekkend van dit nuts kader kan men de volgende vergelijking afleiden (Verboven, 1996):

$$\ln(s_j) - \ln(s_0) = x_j\beta - \alpha p_j + \sigma_1 \ln(s_{j|h}) + \sigma_2 \ln(s_{h|g}) + \varphi_j$$

$s_j$  is het marktaandeel van automodel  $j$  en  $s_0$  is het aandeel van het zogenaamde "outside" goed (d.w.z. geen nieuwe auto). Het marktaandeel wordt berekend t.o.v. de bevolking of het totaal aantal gezinnen.  $s_{j|h}$  is het aandeel van automodel  $j$  in subgroep  $h$  en  $s_{h|g}$  is het aandeel van alle automodellen uit subgroep  $h$  in groep  $g$ . Het model is consistent met random nutsmaximalisatie als  $0 \leq \sigma_2 \leq \sigma_1 \leq 1$ .

Tabel 1 vat samen hoe de waarde van  $\sigma_1$  en  $\sigma_2$  moeten geïnterpreteerd worden.



Tabel 1: Interpretatie van de waarden van  $\sigma_1$  en  $\sigma_2$ 

Waarden van $\sigma_1$ en $\sigma_2$	Betekenis
$\sigma_1 = \sigma_2 = 0$	De individuele voorkeuren zijn niet gecorreleerd tussen de automodellen; het model is een multinomial logit model.
$\sigma_1 > 0$ en $\sigma_2 = 0$	De individuele voorkeuren zijn gecorreleerd tussen auto's van dezelfde subgroep.
$\sigma_1 > 0$ en $\sigma_2 > 0$	De individuele voorkeuren zijn ook gecorreleerd tussen auto's van verschillende subgroepen in eenzelfde groep.
$\sigma_1$ benadert $\sigma_2$	De individuele voorkeuren zijn gelijk gecorreleerd tussen alle auto's van dezelfde groep (het tweede niveau is niet nodig).
$\sigma_1$ benadert 1	Auto's die behoren tot dezelfde subgroep zijn perfecte substituten.
$\sigma_1$ benadert 1 en $\sigma_2$ benadert 1	Ook de auto's in dezelfde groep zijn perfecte substituten.

In onze studie hebben we daarnaast een generalisatie van het model bekeken waarbij de parameter die de mate van substitutie aangeeft binnen een subgroep kan variëren tussen de subgroepen (Van Biesebroeck, 2006).

Het nested logit model met 2 niveaus leidt tot de volgende elasticiteiten ten opzichte van de prijs (waarbij we hier veronderstellen dat  $\sigma_1$  en  $\sigma_2$  hetzelfde zijn voor alle (sub)groepen)(Verboven, 1996):

Eigen prijselasticiteit:

$$e_{jj} = -\alpha p_j \left[ \frac{1}{1 - \sigma_1} - \left( \frac{1}{1 - \sigma_1} - \frac{1}{1 - \sigma_2} \right) s_{j|h} - \frac{\sigma_2}{1 - \sigma_2} s_{j|h} s_{h|g} - s_j \right]$$

Kruiselingse prijselasticiteiten voor automodellen  $j$  en  $k$  die tot dezelfde subgroep behoren:

$$e_{jk} = \alpha p_k \left[ \left( \frac{1}{1 - \sigma_1} - \frac{1}{1 - \sigma_2} \right) s_{k|h} + \frac{\sigma_2}{1 - \sigma_2} s_{k|h} s_{h|g} + s_k \right]$$

Kruiselingse prijselasticiteiten voor automodellen  $j$  en  $k$  die tot dezelfde groep behoren, maar niet tot dezelfde subgroep:

$$e_{jk} = \alpha p_k \left[ \frac{\sigma_2}{1 - \sigma_2} s_{k|h} s_{h|g} + s_k \right]$$

Kruiselingse prijselasticiteiten voor automodellen  $j$  en  $k$  die tot een verschillende groep behoren:

$$e_{jk} = \alpha p_k s_k$$

Elasticiteit van de "outside" optie ten opzichte van de prijs van automodel  $k$ :

$$e_{0k} = \alpha p_k s_k$$

### 2.3. DATA

#### 2.3.1. BRONNEN EN DATAVERWERKING

Dit deel beschrijft de bronnen en de verwerking van de data die gebruikt zijn in het model. De belangrijkste gegevensbron is de databank met de inschrijvingen van de nieuwe voertuigen in 2008-2012, die werd bekomen bij de DIV (Dienst Inschrijving Voertuigen, FOD Mobiliteit en Vervoer). Deze gegevens omvatten de kenmerken van elke nieuwe ingeschreven auto in België, met inbegrip van het autotype, het brandstoftype, de cilinderinhoud, het merk, het model, het vermogen, informatie rond de emissiekenmerken, voertuiglengte en -breedte, euronorm, postcode van de eigenaar, eigenaarstype (natuurlijke persoon, rechtspersoon) en of het al dan niet een leaseauto betreft.

In een eerste stap werden de data aangevuld met informatie over de emissies, autoprijzen, segmentatie, de bedrijvengroep en het land van herkomst van het model:

- De emissie-informatie is gebaseerd op de typegoedkeuringstesten voor de modellen die worden aangeboden op de Europese markt, zoals verzameld door de Nederlandse Rijksdienst voor Wegverkeer (RDW).
- De gegevens over de autoprijzen werden aangekocht bij FEBIAC. Het betreft de catalogusprijzen. Er wordt geen rekening gehouden met kortingen of met de kostprijs van bepaalde opties. Omdat er geen unieke koppeling bestaat tussen de modelvarianten in de FEBIAC-data en de geregistreerde kenmerken van personenwagens in de DIV-data, werd een procedure uitgeschreven om deze gegevens toch te combineren. Hiervoor werd onder andere gebruik gemaakt van de merk- en modelcodes, het vermogen en cilinderinhoud. De merk- en modelcodes werden omgezet naar unieke merk/modelnamen zodat verschillende merk/modelcodecombinaties van hetzelfde merk/model ook dezelfde prijs toegewezen krijgen. Voor een aantal automodellen zijn er geen prijsgegevens beschikbaar voor bepaalde jaren. In dat geval werd de prijs benaderd door de prijs van hetzelfde automodel voor de omliggende jaren (max. 2 jaar eerder of later). Indien dit niet mogelijk was, werd het automodel niet opgenomen in de analyse.
- Voor de autosegmenten wordt er een onderscheid gemaakt tussen de volgende categorieën: Cabriolet, Coupé, Executive, Grote Middenklasse, Kleine Middenklasse, MPV Grote Middenklasse, MPV Kleine Middenklasse, MPV Stadswagen, MPV Executive, MPV Van, Stadswagens en SUV. MPV staat hierbij voor monovolume auto's. De indeling naar segmenten gebeurt op basis van een tabel die voor elke unieke combinatie van merk en model het overeenkomstige segment weergeeft. Deze conversielijst is in eerste instantie semiautomatisch samengesteld op basis van:
  - voor de segmenten Cabriolet en Coupé: het autotype in de DIV-databank (CarKindCODE);
  - voor het segment SUV: bestaande merk/modellijsten;
  - voor de segmenten Executive, Grote en Kleine Middenklasse en Stadswagens: de oppervlakte, berekend op basis van de gegevens over de lengte en breedte in de DIV-databank.Daarna werden de segmenten manueel gecontroleerd, aangevuld en gecorrigeerd op basis van expert judgment.
- De bedrijvengroep groepeerde alle merken die door eenzelfde groep op de markt worden gebracht.
- Het land van oorsprong geeft aan waar het merk vandaan komt. Bijvoorbeeld, voor het merk Renault is dat Frankrijk, voor het merk Dacia is het Roemenië. Beiden behoren tot dezelfde bedrijvengroep, namelijk Renault.

In de tweede stap werden de data gecontroleerd en verder verwerkt. Het programma voor de dataverwerking werd geschreven in R (<http://www.r-project.org/>). Bij de controle van de data werden de oorspronkelijke data vergeleken met aanvaardbare waarden voor minimum- en maximumgrenzen en geldende regulering. De data werden gecorrigeerd of weggelaten waar nodig. Ontbrekende waarden voor de euronormen werden aangevuld op basis van de bepalingen in de regulering.

Het R-programma berekent een aantal nieuwe variabelen, zoals de oppervlakte (het product van lengte en breedte) en de efficiëntieklasse. Deze laatste wordt bepaald op basis van de CO<sub>2</sub>-emissies, rekening houdend met het brandstoftype, de euronorm en de cilinderinhoud.

De databank werd aangevuld met gegevens rond de autobelastingen en -subsidies, de energieprijzen en informatie rond de fiscale behandeling van bedrijfswagens. De belastingen en subsidies zijn gebaseerd op het Fiscaal Memento (FOD Financiën, meerdere jaargangen) en Vlaanderen (2012). De energieprijzen zijn overgenomen uit de publicatie van het IEA rond de energieprijzen en -belastingen.

Op basis van de gecontroleerde en verwerkte dataset werden de automodellen gedefinieerd als de unieke combinatie van merk, model, brandstoftype en cilinderklasse (per 200cc en per 400 cc). Vermits er met deze definitie nog verschillende versies van een automodel bestonden, werd de meest frequent gekochte versie bepaald op basis van het vermogen, de CO<sub>2</sub>-emissies, de fiscale PK, de breedte, de lengte en het gewicht. De kenmerken van deze meest verkochte versie werden toegewezen aan het automodel. Indien de resterende autokenmerken nog verschillende waarden hadden, werd ofwel de gemiddelde waarde gebruikt (bij continue variabelen) ofwel de meest frequente waarde (voor categorische variabelen). Voor elke automodel, werden tenslotte een aantal bijkomende variabelen berekend: belastingen, annuïteiten en netto actuele waarde van de vaste autokosten.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de verschillende jaren in de periode 2008-2012, de 3 gewesten (Vlaanderen, Wallonië, Brussel) en België, en 3 verschillende eigenaarscategorieën (Natuurlijke personen, Rechtspersonen leaseauto, Rechtspersonen niet-leaseauto). Er werd gekozen om de dataverzameling niet te beperken tot het studiedomein van deze studie, omdat de informatie nuttig kan zijn voor latere analyses en overzichten.

### **2.3.2. BESCHRIJVING VAN DE DATA VOOR DE ECONOMETRISCHE SCHATTINGEN**

Voor deze studie worden de data gebruikt voor de nieuwe inschrijvingen van auto's in Vlaanderen door natuurlijke personen en niet-leaseauto's door rechtspersonen. Enkel de auto's waarvan er minstens 50 worden verkocht, worden opgenomen. Voor 2012 betekent dit dat slechts 67,3% van de automodellen wordt opgenomen, maar wel 97,6% van de nieuw ingeschreven auto's voor de twee eigenaarscategorieën. De auto's met een catalogusprijs van meer dan 100 000 euro worden weggelaten. Voor de schattingen nemen we daarnaast ook enkel de benzine- en dieselauto's mee. De categorie van de benzineauto's omvat daarbij ook de hybrideauto's.

Een automodel wordt gedefinieerd in termen van merk, model, brandstof en cilinderinhoud (met klassen van 200 cc), bv. Peugeot.207.diesel.1400-1600. Het aantal automodellen varieert tussen 428 (in 2008) en 483 (in 2012).

Tabel 2 geeft een overzicht van de kenmerken van de automodellen die opgenomen zijn in de databank voor de econometrische schatting.

*Tabel 2: Kenmerken van de automodellen die nieuw ingeschreven zijn in de periode 2008-2012 (Vlaanderen; natuurlijke personen + rechtspersonen niet-lease)*

(Totaal: 2309 observaties)

	Aantal nieuwe inschrijvingen	Vermogen (kW)	Cilinder- inhoud (l)	Gewicht (kg)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )
<b>Min</b>	50	33	0.796	0.825	4.202
<b>1<sup>ste</sup> Qu.</b>	101	66	1.396	1.265	6.933
<b>Mediaan</b>	215	84	1.598	1.439	7.832
<b>Gemiddelde</b>	459	90	1.758	1.485	7.742
<b>3<sup>de</sup> Qu</b>	539	103	1.995	1.650	8.427
<b>Max</b>	5202	368	4.806	2.770	10.525
	CO <sub>2</sub> -uitstoot (g/km)	Prijs excl. belastingen (euro 2011)	Verkeers- belasting (euro 2011)	Netto actuele waarde incl. belastingen (euro 2011)	Brandstofkost (euro 2011 /100 km)
<b>Min</b>	27	5372	92.26	8343	1.98
<b>1<sup>ste</sup> Qu.</b>	125	13140	215.59	18339	6.57
<b>Mediaan</b>	146	17790	257.18	24854	8.37
<b>Gemiddelde</b>	150	20428	329.80	28803	8.53
<b>3<sup>de</sup> Qu</b>	169	23735	386.21	33380	10.29
<b>Max</b>	332	80500	2204.16	131674	22.53

Tabel 3 geeft een overzicht van de kenmerken van de automodellen per segment en brandstoftype. Gemiddeld werden er over de beschouwde periode 211 793 nieuwe auto's ingeschreven per jaar (natuurlijke personen + niet-leaseauto's rechtspersonen).

Tabel 3: Gemiddelde van een aantal variabelen per voertuigklasse (2008-2012)

Voertuigen waarvan er minstens 50 verkocht worden  
 Auto's aangekocht door natuurlijke personen + niet-leaseauto's rechtspersonen

Klasse	Nieuwe inschrijvingen per jaar	Modellen per jaar	Cilinderinhoud (l)	CO <sub>2</sub> - emissie (g/km)	Vermogen (kW)	Prijs excl. belastingen (euro 2011)	Grootte (m <sup>2</sup> )	Sportiviteit (kg/PK)
<b>Diesel</b>								
Cabriolet & Coupé	2119	11	2.19	149	117	31651	8.34	10.92
Executive	7795	20	2.30	154	123	35961	9.12	10.91
Grote middenklasse	39769	81	1.86	143	92	22826	8.49	13.37
Kleine middenklasse	45699	56	1.59	126	73	16358	7.71	14.64
Stads	25233	36	1.44	108	61	13040	6.73	15.10
SUV	23879	56	2.12	174	110	27711	8.43	12.31
<b>Benzine</b>								
Cabriolet & Coupé	1595	14	1.90	166	124	28352	7.62	9.24
Executive	176	2	2.74	186	174	44334	8.96	7.91
Grote middenklasse	4753	33	1.70	162	95	19960	8.15	12.08
Kleine middenklasse	17876	63	1.47	147	73	14545	7.50	13.97
Stads	38312	72	1.20	127	56	10182	6.39	14.60
SUV	4588	17	1.76	162	98	18406	7.78	11.33

#### 2.4. ECONOMETRISCHE SCHATTINGEN

Voor de schattingen werden verschillende modelformuleringen uitgetest. Voor de definitie van de groepen en subgroepen werd er gekeken naar brandstoftype en verschillende bijkomende classificaties van auto's: segmenten, cilinderklasse ( $\leq 1400$ ,  $1400-2000$ ,  $\geq 2000$ ), en mate van sportiviteit (gedefinieerd als kg/PK). Voor de segmenten werd er gestart van een vrij gedetailleerde classificatie (met verschillende subklassen voor MPV's (monovolumes)), die uiteindelijk teruggebracht werd tot een classificatie met 6 segmenten: Cabriolet + Coupé, Executive, Grote middenklasse, Kleine middenklasse, Stadswagen en SUV.

De schattingen gebeurden met behulp van LIMDEP ([www.limdep.com](http://www.limdep.com)) en R.

Om een consistente schatting te bekomen van de vraagvergelijking, moet er rekening gehouden worden met de endogeniteit van de prijzen en de aandelen  $s_{j/h}$  en  $s_{h/g}$ . Als bedrijven de niet-geobserveerde kwaliteit  $\varphi_j$  observeren, zullen ze deze opnemen in hun prijszetting. Dit zal leiden tot een positieve correlatie tussen de prijs en de foutenterm, wat een opwaartse vertekening van de coëfficiënt in een OLS regressie tot gevolg heeft. De andere endogene variabelen zijn ook positief gecorreleerd met de niet-geobserveerde kwaliteit, waardoor de coëfficiënten  $\sigma_1$  en  $\sigma_2$  ook

opwaarts vertekend zullen zijn. Daarom wordt het model geschat met de instrumentele variabelen (IV) methode.

Bij de keuze van de instrumenten hebben we ons gebaseerd op de literatuur en op de resultaten van de testen. Wij gebruiken de volgende instrumentele variabelen:

- de gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie van de andere automodellen van dezelfde bedrijvengroep,
- de gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie in het kwadraat van de andere automodellen van dezelfde bedrijvengroep;
- de gemiddelde grootte van de andere automodellen van dezelfde bedrijvengroep;
- de gemiddelde grootte in het kwadraat van de andere automodellen van dezelfde bedrijvengroep;
- het aantal andere automodellen in dezelfde subgroep;
- het aantal automodellen buiten de subgroep, maar in de groep;
- de gemiddelde cilinderinhoud van de andere automodellen van dezelfde bedrijvengroep.

Voor alle IV modellen worden een aantal tests gerapporteerd.

- Hausman-Wu-test (Wu-test in LIMDEP): deze test vergelijkt OLS en IV. De nulhypothese is dat de OLS regressie consistent en volledig efficiënt is. De waarde moet vergeleken worden met een kritische chi-kwadraat waarde voor een 95% significantieniveau en met het aantal endogene regressoren als vrijheidsgraden. Als de waarde groter is dan de kritische waarde, dan leidt OLS tot inconsistente resultaten.
- Hausman-test (LIMDEP): indien de waarde groter is dan de chi-kwadraat waarde met 95% significantieniveau en het aantal vrijheidsgraden gelijk aan het aantal endogene regressoren, dan is minstens één van de verondersteld endogene variabelen echt endogeen.
- Sargan-test: de waarde van de Sargan-test moet vergeleken worden met een chi-kwadraat met significantieniveau 95% waarbij het aantal vrijheidsgraden gelijk is aan het verschil tussen het aantal instrumenten en het aantal endogene variabelen. Als de waarde kleiner is dan de kritische waarde, dan zijn de instrumenten niet gecorreleerd met de residuen en zijn het geldige instrumenten. Als de waarde groter is, dan zijn sommige van de instrumenten (maar men kan niet zeggen welke) gecorreleerd met de residuen en zijn ze niet geldig.
- Test voor zwakke instrumenten: de nulhypothese van zwakke instrumenten wordt verworpen als de F-waarde die ermee geassocieerd is groter is dan 10.

Voor alle hieronder voorgestelde IV modellen geven deze testen aan dat:

- de nulhypothese dat de gebruikte instrumenten geldig zijn, niet kan verworpen worden;
- OLS leidt tot inconsistente resultaten, en IV dus verkiesbaar is;
- er geen indicatie is van zwakke instrumenten.

Tabel 4 en Tabel 5 geven de schattingsresultaten weer. De eerste tabel geeft de resultaten weer voor het model dat de subgroepen definieert in termen van segmenten. De tweede tabel gebruikt sportiviteitsklassen om de auto's onder te verdelen in subgroepen.

Bij de keuze van de modellen is er gewaakt over het feit dat  $0 \leq \sigma_2 \leq \sigma_1 \leq 1$ .

De absolute waarde van de prijscoëfficiënt neemt aanzienlijk toe als IV wordt gebruikt. Hetzelfde geldt voor  $\sigma_1$  en  $\sigma_2$ .

Uit Tabel 4 blijkt dat de marktaandeelen negatief beïnvloed worden door:

- de ratio van de netto actuele waarde van de vaste kosten (incl. belastingen) t.o.v. het bbp per capita;
- de brandstofkosten per 100 km.

Zij worden positief beïnvloed door:

- de cilinderinhoud;
- de grootte;
- een hogere ratio tussen gewicht en PK (dus een lagere sportiviteit);
- de dummy voor Noord- en Zuid-Europese auto's.

Uit het eerste model in Tabel 4 blijkt dat de voorkeuren gecorreleerd zijn tussen auto's van dezelfde brandstofklasse (maar dat het gaat om imperfecte substituten). Uit het tweede model blijkt dat  $\sigma_1$  en  $\sigma_2$  niet significant verschillend zijn indien er voor alle segmenten dezelfde coëfficiënt geldt. Uit het derde model blijkt dat  $\sigma_1$  voor de Cabriolet+Coupé+Executive significant hoger is dan voor de andere segmenten en dat de geschatte coëfficiënten bovendien significant verschillend zijn van  $\sigma_2$ .

Er werden nog een aantal andere definities uitgetest voor de segmenten. Ook werden een aantal andere classificaties uitgetest voor de subgroepen, waaronder cilinderklassen, vermogensklassen en sportiviteitsklassen. Enkel in het laatste geval was  $\sigma_1$  verschillend van  $\sigma_2$  en was  $\sigma_1$  strikt groter dan  $\sigma_2$ .

Tabel 5 geeft een aantal modellen waarbij de subgroepen gedefinieerd zijn op basis van sportiviteitsklassen, waarbij deze klassen als volgt gedefinieerd werden: bij de sportieve auto's is de verhouding tussen het gewicht in kg en het aantal PK kleiner of gelijk aan 10, bij onsportieve auto's is deze verhouding groter dan of gelijk aan 14. De interpretatie is in dit geval echter minder intuïtief. Eenzelfde sportiviteitsklasse kan immers sterk van elkaar verschillende auto's omvatten (bv. de onsportieve klasse omvat zowel stadswagens als grote monovolume-bestelwagens). Daarom wordt in het simulatiemodel het model uit de laatste kolom van Tabel 4 gebruikt.

## 2.5. ALGEMENE BEMERKINGEN BIJ HET EMPIRISCH MODEL

Het empirisch model kijkt slechts enkele aspecten van de beslissingen die genomen worden in de automarkt. De aankoop van tweedehandsauto's en de schrappingen van bestaande auto's worden bijvoorbeeld niet opgenomen. Men kan verwachten dat de primaire en secundaire markt (voor nieuwe en tweedehandsauto's) interageren. Om hiermee rekening te kunnen houden, moeten de beide markten samen gemodelleerd worden zoals bv. in Bento et al. (2009).

Een belangrijk kenmerk van de Belgische markt is het grote aandeel van de lease wagens. Het empirisch model werd hier geschat voor de niet-lease wagens. De geplande hervorming van de verkeersbelasting zal enkel betrekking hebben op de niet-lease wagens, terwijl het bestaande regime voorlopig zal blijven gelden voor de lease wagens. Er moet rekening gehouden worden met de interacties tussen deze twee deelmarkten. Hiervoor zal een onderzoeksplan worden voorgelegd.

De dataset voor de schatting van het model bevat enkel informatie over de autokenmerken. Thomassen (2010a, 2010b) gebruikt bijkomende informatie over de personen die de auto's aankopen (geslacht en leeftijdsklasse). Dit laat toe om na te gaan hoe de prijsgevoeligheid samenhangt met de persoonskenmerken. Daarnaast schat Thomassen een "random coefficients" model. Dit is een andere manier om het probleem van gelijke kruiselingse prijselasticiteiten uit het

logit model te vermijden. Deze strategie wordt ook toegepast in andere studies, zoals bv. Huse & Lucinda (2013).

Tot slot wijzen we erop dat deze analyse enkel kijkt naar de vraagzijde. De simultane schatting van een vraag- en aanbodmodel is een mogelijke uitbreiding van de analyse.



Tabel 4: Schattingsresultaten (model op basis van segmenten)

Afhankelijke variabele: In marktaandeel (relatief t.o.v. outside optie)						
Variabelen	Nested logit – 1 niveau (brandstof)		Nested logit – 2 niveaus (brandstof – segment)		Nested logit – 2 niveaus (brandstof – segment) verschillende sigma's	
	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV
Constante	-4.18882*** (0.05295)	-7.98930*** (0.31973)	-4.19491*** (0.05303)	-7.98619*** (0.3182)	-4.18612*** (0.05305)	-7.45492*** (0.33705)
Netto actuele waarde vaste kosten/bbp per capita	-0.13404*** (0.02223)	-1.80057*** (0.35790)	-0.14210*** (0.02264)	-1.77001*** (0.34195)	-0.12736*** (0.02322)	-1.43844*** (0.32286)
Brandstofkost per 100 km	-0.12738*** (0.00177)	-0.11385*** (0.00694)	-0.12760*** (0.00178)	-.11495*** (0.00653)	-0.12854*** (0.00180)	-0.13219*** (0.00952)
Cilinderinhoud (l)	0.45641*** (0.01996)	1.32853*** (0.26316)	0.46171*** (0.02015)	1.30532*** (0.25079)	0.45318*** (0.02035)	1.13859*** (0.23308)
Grootte (m <sup>2</sup> )	0.09932*** (0.00551)	0.16139*** (0.02159)	0.09814*** (0.00555)	0.15674*** (0.02000)	0.09689*** (0.00556)	0.12918*** (0.02155)
Onsportiviteit (kg/PK)	0.02320*** (0.00194)	0.01885** (0.00947)	0.02380*** (0.00197)	0.02126** (0.00827)	0.02345*** (0.00197)	0.01488* (0.00868)
Ln (aandeel automodel in brandstof)	0.95291*** (0.00384)	0.45563*** (0.04757)				
Ln (aandeel automodel in segment, gegeven brandstof)			0.95414*** (0.00389)	0.45682*** (0.04853)		
Ln (aandeel automodel in segment, gegeven brandstof) voor executives + sport					0.96850*** (0.00646)	0.77011*** (0.14590)
Ln (aandeel automodel in segment, gegeven brandstof) voor alle andere segmenten					0.95339*** (0.00389)	0.50498*** 0.04832
Ln (aandeel segment in brandstof)			0.94470*** (0.00586)	0.43350*** (0.04306)	0.93515*** (0.00678)	0.30966*** (0.07838)
Dummy Noord- Europees	0.02392** (0.0100)	0.43744*** (0.06155)	0.02267** (0.01002)	0.42691*** (0.05612)	0.02477** (0.01003)	0.42985*** (0.05471)
Dummy Zuid-Europees	0.04221*** (0.00978)	0.19538*** (0.03937)	0.04332*** (0.00979)	0.19479*** (0.03932)	0.04511*** (0.00980)	0.21755*** (0.04088)
Dummy 2008	0.13827*** (0.01245)	0.10727** (0.04399)	0.13680*** (0.01247)	0.10599** (0.04454)	0.13827*** (0.01246)	0.12802*** (0.04281)
Dummy 2009	-0.09357*** (0.01219)	-0.06451 (0.04012)	-0.09480*** (0.01220)	-0.06837* (0.03975)	-0.09552*** (0.01219)	-0.08486** (0.03852)
Dummy 2010	0.08309*** (0.01188)	0.01610 (0.03907)	0.08197*** (0.01189)	0.01388 (0.03912)	0.08168*** (0.01188)	0.01314 (0.03740)
Dummy 2011	0.18019*** (0.01185)	0.13820*** (0.03879)	0.17932*** (0.01185)	0.13649*** (0.03879)	0.17947*** (0.01184)	0.14132*** (0.03701)
Wald test (Prob F > F*)						
$\sigma_1 = \sigma_2$				0.39124		
$\sigma_1$ (sport+executive) = $\sigma_2$						0.02644
$\sigma_1$ (andere) = $\sigma_2$						0.03078
$\sigma_1$ (sport + executive) = $\sigma_1$ (andere)						0.02470
Algemene informatie						

## HOOFDSTUK 2 HET VRAAGMODEL

---

Aantal endogene variabelen		2		3		4
Aantal instrumenten		3		4		7
F-test	6398.59	425.7	5912.91	397.5	5507.24	420.8
Test zwakke instrumenten		63.371		457.13		293.39
Wu-Hausman-test		14449.02		9560.26		5120.96
Hausman-test		200.47		200.32		213.62
Sargan-test		0.15		0.24		6.66
Significantieniveaus: ***: 1%, **: 5%, *: 10%						

Tabel 5: Schattingsresultaten (model op basis van sportiviteitsklassen)

Afhankelijke variabele: In marktaandeel (relatief t.o.v. outside optie)		
Variabelen	Nested logit – 1 niveau (brandstof)	Nested logit – 2 niveaus (brandstof-sportiviteitsklasse)
	IV	IV
Constante	-6.85036*** (0.26854)	-7.19292*** (0.28900)
Netto actuele waarde vaste kosten/bbp per capita	-1.96707*** (0.34897)	-2.07604*** (0.35486)
Brandstofkost per 100 km	-.11548*** (0.00641)	-0.11906*** (0.00707)
Cilinderinhoud (l)	1.30494*** (0.22999)	1.28287*** (0.24954)
Gewicht (kg)	.72074*** (0.11980)	0.82351*** (0.11143)
Ln (aandeel automodel in brandstof)	.51326*** (0.05606)	
Ln (aandeel automodel in sportiviteitsklasse, gegeven brandstof)		0.50308*** (0.06004)
Ln (aandeel sportiviteitsklasse in brandstof)		0.37017*** (0.05597)
Dummy Noord-Europees	0.42548*** (0.05214)	0.43471*** (0.05464)
Dummy Zuid-Europees	0.18599*** (0.03380)	0.20168*** (0.03412)
Dummy 2008	0.08922** (0.04189)	0.09056* (0.04655)
Dummy 2009	-0.07003* (0.03772)	-0.07041* (0.03865)
Dummy 2010	0.00570 (0.03698)	0.00075 (0.03876)
Dummy 2011	0.12751*** (0.03669)	0.12290*** (0.03832)
D_onsportief	-0.11424 (0.11997)	
D_mediumsportief	-0.20837* (0.10674)	
Wald test (Prob F > F*) $\sigma_1 = \sigma_2$		.00056
Algemene informatie		
Aantal endogene variabelen	2	3
Aantal instrumenten	3	4
F-test	460.9	452.4
Test zwakke instrumenten	49.546	299.45
Wu-Hausman-test	11258.81	7404.53
Hausman-test		
Sargan-test	2.70	2.92
Significantieniveaus: ***: 1%, **: 5%, *: 10%		

### HOOFDSTUK 3. HET SIMULATIEMODEL

---

#### 3.1. INLEIDING

In dit hoofdstuk beschrijven we de kenmerken van het model dat opgesteld werd voor de simulatie van de effecten van een hervorming van de verkeersbelasting op de aankopen van nieuwe voertuigen en het voertuigenpark in Vlaanderen. Daarnaast bespreken we enkele onderliggende veronderstellingen voor het model. In het volgende hoofdstuk bespreken we kort de structuur van de modelcode.

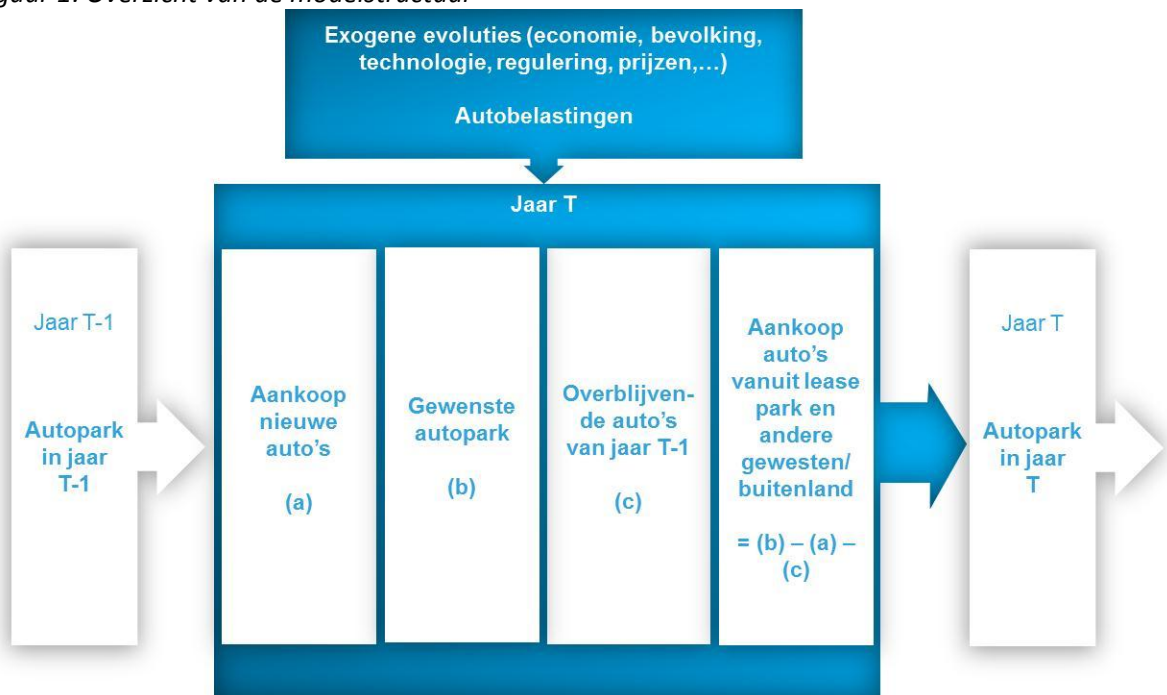
Het model is gebruikt om een Business-as-Usual (BAU) scenario te construeren voor de periode 2013-2020. Daarnaast kan het gebruikt worden om een aantal alternatieve scenario's uit te rekenen. Deze kunnen enerzijds betrekking hebben op een hervorming van de autobelastingen, maar anderzijds ook wijzigingen omvatten in de achterliggende evoluties zoals economische groei, bevolking, energieprijzen, enz. Het doel is om de alternatieve scenario's te vergelijken met het BAU-scenario.

Het model omvat de auto's die ingeschreven zijn in het Vlaams Gewest. Enkel de auto's in het bezit van natuurlijke personen en de niet-leaseauto's in het bezit van rechtspersonen worden beschouwd. Leaseauto's worden niet opgenomen. Het keuzeproces van die auto's wordt beïnvloed door bijkomende factoren die niet konden worden opgenomen in de scope van dit project. Wel zal in de nabije toekomst een onderzoeksplan worden voorgelegd voor deze auto's.

#### 3.2. HET SIMULATIEMODEL

Het simulatiemodel doorloopt verschillende stappen die worden weergegeven in Figuur 1. De stappen worden zowel voor het BAU-scenario als voor de alternatieve scenario's gevolgd.

Figuur 1: Overzicht van de modelstructuur



Voor elk jaar en scenario gaat het model uit van een aantal exogene veronderstellingen. Deze hebben betrekking op (i) de economische groei, de evolutie van de totale bevolking en de gezinnen, de energieprijzen, (ii) de autobelastingen en (iii) de exogene evolutie van de autokenmerken.

In elk simulatiejaar T vertrekt het model van het autopark in het voorgaande jaar (T-1). In een eerste stap wordt dan het aantal en de samenstelling van de inschrijvingen van nieuwe auto's bepaald.

### 3.2.1. AANTAL EN SAMENSTELLING VAN DE INSCHRIJVINGEN VAN NIEUWE AUTO'S

De kans dat een bepaald automodel wordt gekozen en het totaal aantal inschrijvingen van nieuwe auto's, wordt berekend als een functie van de technische autokenmerken en de autokosten, inclusief belastingen en subsidies. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het empirisch model dat werd beschreven in Hoofdstuk 2 (laatste kolom van Tabel 4). De keuzeset bestaat uit de automodellen die beschikbaar waren in 2012. Indien men verwacht dat de kenmerken van de automodellen veranderen tegen 2020, kan dit worden opgenomen in de simulaties.

Bij een hervorming van de verkeersbelastingen zal de netto actuele waarde van de vaste autokosten veranderen, wat een invloed heeft op de keuze die de consumenten maken.

In de simulatie wordt er verondersteld dat de prijzen (voor belastingen) van de nieuwe auto's niet veranderen. Dit is een eerste benadering. De parameters van het vraagmodel zouden ook gebruikt kunnen worden om het effect te berekenen van de belastinghervorming op de prijzen van de wagens, gegeven een veronderstelling rond het prijszettingsgedrag van de bedrijven. In ons geval is er echter een bijkomende complicatie dat er slechts een deel van de automarkt in België is opgenomen (enkel Vlaanderen en geen leaseauto's). Men kan verwachten dat de prijszetting dan

gecompliceerder kan zijn dan in de gebruikelijke benaderingen. Dit kon echter niet verder onderzocht worden in het kader van dit project.

De output van deze modelstap is het totaal aantal nieuwe auto's en de samenstelling van de nieuwe inschrijvingen voor de verschillende jaren en scenario's. Daarnaast worden de inkomsten van de BIV en de jaarlijkse verkeersbelastingen berekend. De gemiddelde kenmerken van de nieuwe autoaankopen worden ook gegeven.

### **3.2.2. HET GEWENSTE AANTAL AUTO'S**

In het volgende deel van het simulatiemodel wordt het gewenste aantal auto's gesimuleerd voor de periode 2013-2020. Zoals eerder gezegd, gaat het enkel over de auto's in het bezit van natuurlijke personen en de niet-leaseauto's in het bezit van rechtspersonen.

De benadering is gebaseerd op Schipper et al. (2010) die voor 9 OESO landen de relatie hebben geschat tussen het autopark, de brandstofprijs, het inkomen en de bevolkingsdichtheid. Zij maken een onderscheid tussen 2 verschillende tijdsperiodes: 1973-1992 en 1993-2007. Voor de laatste periode, die het meest relevant is voor dit project, vinden zij dat de bevolkingsdichtheid en de brandstofprijs geen significante factoren zijn en dat de elasticiteit t.o.v. deze factoren dus nul is. De elasticiteit t.o.v. het bbp per capita wordt geschat op 0,085. Dit zijn de centrale waarden die in het simulatiemodel gebruikt worden. Het model laat echter toe om een sensitiviteitsanalyse uit te voeren t.o.v. deze veronderstelling.

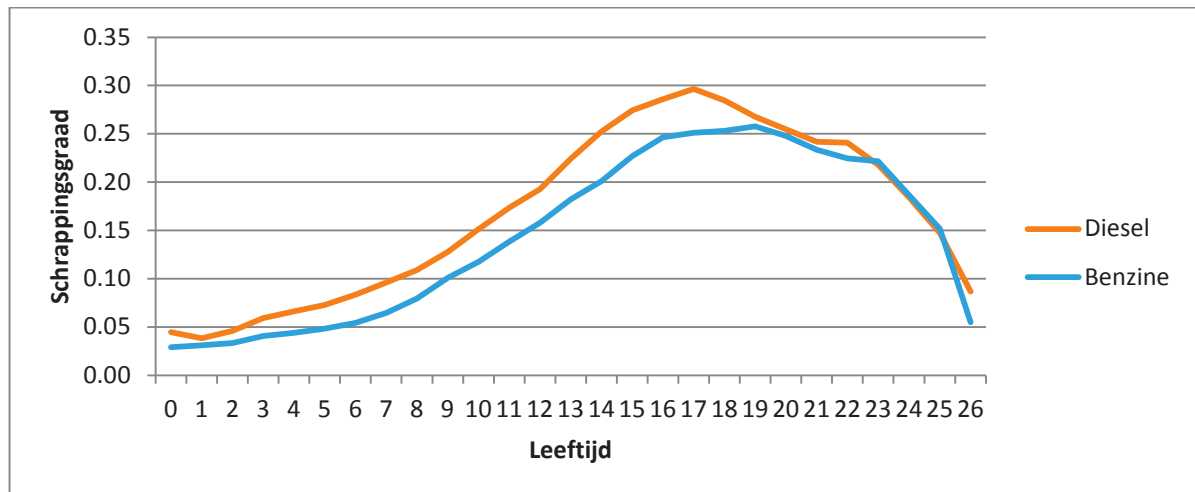
### **3.2.3. OVERBLIJVENDE AUTO'S UIT HET VORIGE JAAR**

In elk jaar vertrekt het simulatiemodel van het autopark in het vorige jaar, zoals gegeven door de DIV-cijfers. Vervolgens bepaalt het model het aantal auto's dat geschrapt wordt. De kans dat een auto geschrapt wordt is een functie van het brandstoftype, de cc-klasse, de euronorm en de leeftijd van de auto. De leeftijd van de auto zal een impact hebben op de reparatie- en onderhoudskosten, en de herverkoopwaarde. Omdat men kan verwachten dat deze beïnvloed worden door de belastinghervorming, zou men bij voorkeur ook rekening moeten houden met de impact van de belastinghervorming.

Bij een kort overzicht van de beschikbare literatuur is gebleken dat er recent veel aandacht is voor de markt van de tweedehandsauto's, waarbij er onder andere wordt ingegaan op de invloed van een prijsverandering op de schrappingsgraad (zie bv. Bento et al., 2013; Jacobson & van Benthem, 2013). In de context van dit project is het echter niet mogelijk om een gelijkaardige analyse te doen voor België. Bij een eerste verkenning van de beschikbare gegevens is ook gebleken dat zij niet voorhanden zijn in een vorm die gemakkelijk en tegen een redelijke kostprijs kan gelinkt worden aan de DIV-gegevens.

Voor deze studie gebruiken we daarom exogene schrappingsfuncties. Deze zijn afgeleid op basis van historische DIV data voor de periode 2008-2012.

Figuur 2: Historische schrappingsgraad (per brandstoftype)



Bron: Eigen berekeningen op basis van DIV; Nota: de leeftijd 26 staat voor auto's van 26 jaar en ouder

De geschrapte auto's worden afgetrokken van het autopark van het jaar T-1. Dit geeft het aantal overblijvende auto's van het vorige jaar. Het model berekent daarnaast de inkomsten uit de verkeersbelastingen op deze auto's.

#### 3.2.4. BIJKOMENDE AUTO'S UIT HET LEASE PARK OF DE ANDERE GEWESTEN/BUITENLAND

De overblijvende auto's uit T-1 worden afgetrokken van het totaal aantal gewenste auto's in T. Dit geeft het totaal aantal auto's dat moet aangekocht worden in T. Het aantal nieuwe auto's dat bepaald werd in Paragraaf 3.2.1 wordt hiervan afgetrokken. Het verschil bestaat uit auto's die worden aangekocht in de twee andere gewesten of het buitenland of uit leaseauto's die tweedehands worden aangekocht. De samenstelling van deze bijkomende auto's is gebaseerd op historische data. Het model houdt rekening met een exogene evolutie van de kenmerken van deze auto's.

Het model berekent daarnaast de inkomsten uit de verkeersbelastingen op deze auto's.

#### 3.2.5. HET AUTOPARK IN JAAR T

Tot slot wordt het autopark in het jaar T bepaald door de som te nemen van de auto's die overblijven uit het jaar T-1, de nieuwe inschrijvingen in het jaar T en de inschrijvingen in het jaar T van voertuigen afkomstig uit het leasepark of de andere gewesten/buitenland. Dit autopark is het beginpunt van de simulatie voor het jaar T+1.

De belastinginkomsten voor de verkeersbelasting worden berekend voor de drie categorieën. Er wordt ook een algemeen overzicht opgesteld van de kenmerken van de auto's.

### 3.3. VERONDERSTELLINGEN OVER DE EXOGENE EVOLUTIES

Voor de periode 2013-2020 gaat het model uit van een aantal exogene evoluties. Hier bespreken we de veronderstellingen die gemaakt zijn in de basisversie van het model. De veronderstellingen kunnen aangepast worden door de klant.

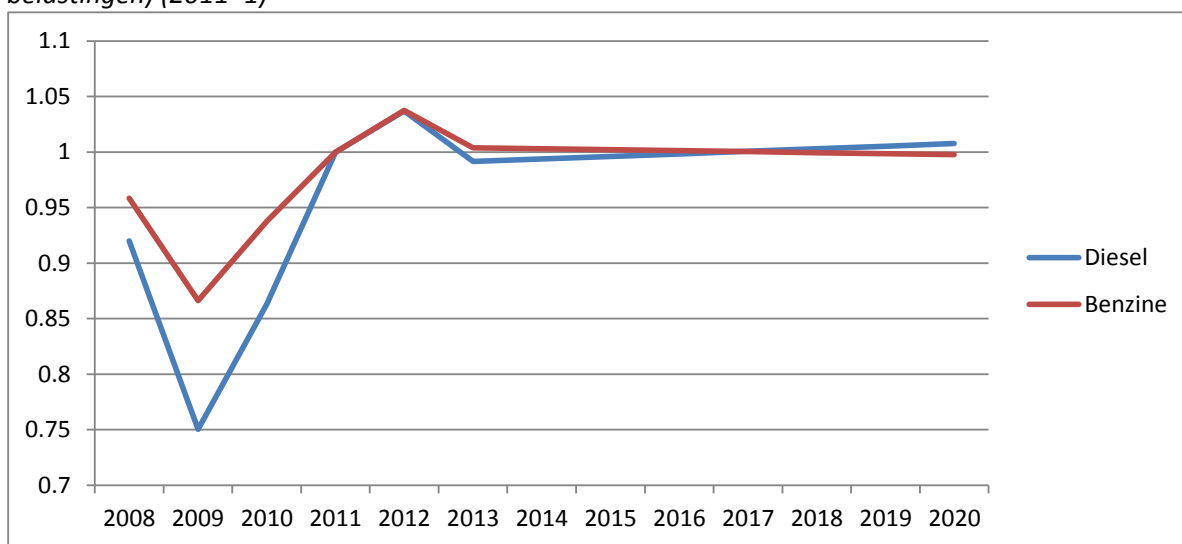
**3.3.1. BRANDSTOFFPRIJS**

Het IEA publiceert statistieken over de brandstofprijs in België tot 2013. Voor de evolutie van de brandstofprijs tussen 2013 en 2020 baseren we ons op het New Policies Scenario van de 2013 World Energy Outlook van het IEA (IEA, 2013) dat aangeeft dat de internationale olieprijs 120 \$/bbl (in reële termen) zou bedragen in 2020, tegenover \$110/bbl in 2011.

De accijnzen op benzine en diesel worden verondersteld constant te blijven in reële termen.

De resulterende prijsevolutie (in reële termen) wordt gegeven in Figuur 3. In de simulatieperiode worden er geen grote schommelingen van de brandstofprijzen verwacht.

*Figuur 3: De vooruitzichten voor de evolutie van de reële benzine- en diesel prijzen (incl. belastingen) (2011=1)*



Bron: Eigen berekeningen op basis van IEA (2013)

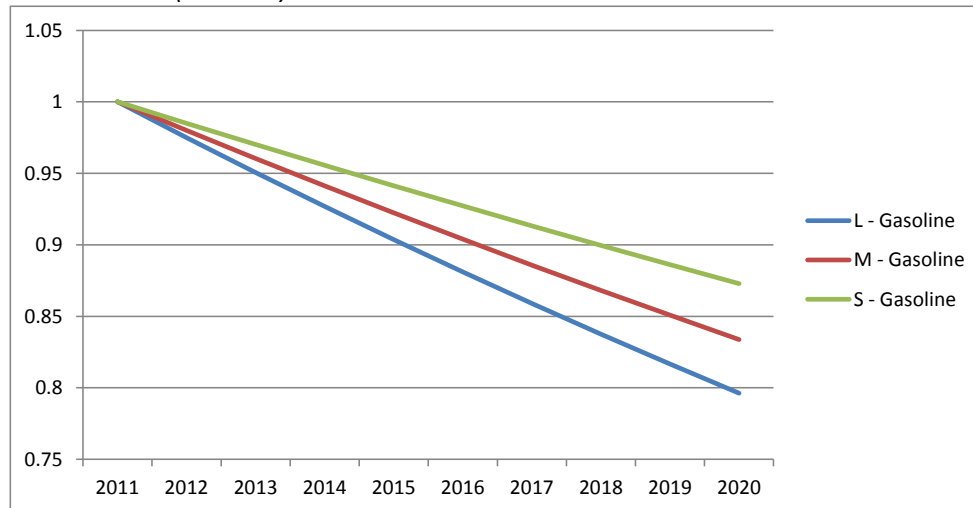
**3.3.2. AUTOKENMERKEN**

Sommige autokenmerken zullen veranderen in de periode 2013-2020. Meer bepaald wordt er verondersteld dat het brandstofverbruik per km en de emissiefactoren van CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> (de laatste enkel voor dieselauto's) zullen dalen. "Charge sustaining" hybrideauto's zijn opgenomen in de trends, plug-in elektrische auto's niet. De evolutie is gebaseerd op veronderstellingen gemaakt in een eerdere VITO studie rond de hervorming van de BIV voor Vlaanderen en gaat ook verder op historische dalingen die geobserveerd zijn in de ingeschreven wagens, maar die enigszins afgezwakt zijn (omdat ervan uitgegaan wordt dat een blijvende sterke daling niet realistisch is).

Figuur 4 vat de veronderstellingen samen voor het brandstofverbruik per km van benzineauto's, volgens cilinderklasse. Dezelfde evolutie wordt verondersteld voor dieselauto's. Tegen 2020 zouden de kleine benzineauto's 13% efficiënter zijn dan in 2011, de middelgrote 17% en de grote 20%.



Figuur 4: De vooruitzichten voor het gemiddeld brandstofverbruik per km van benzineauto's - per cilinderklasse (2011 =1)



Bron: VITO expertise

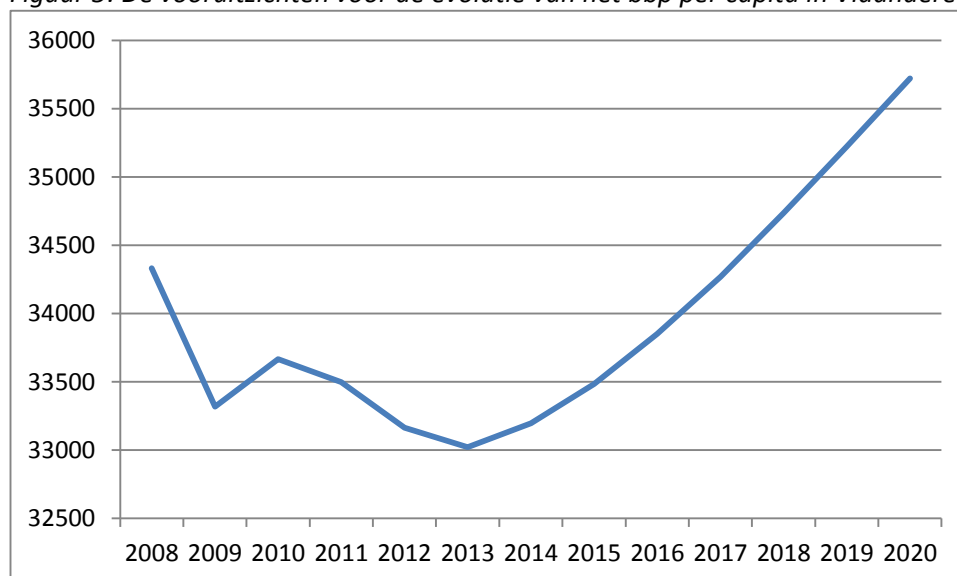
Nota: L = groot (≥ 2000cc), M = middelgroot (1400cc < cc < 2000cc), S = klein (≤ 1400cc)

Euro 6 auto's worden ingevoerd in 2015. Als gevolg daarvan zullen de NO<sub>x</sub>-emissiefactoren van dieselauto's dalen met 56% en die van HCNO<sub>x</sub> met 26%. Het model houdt ook rekening met een impact van de Euro 6 norm op de prijs excl. belastingen van dieselauto's.

### 3.3.3. BBP PER CAPITA

Figuur 5 geeft de vooruitzichten voor de evolutie van het bbp per capita. Het wordt verwacht toe te nemen na 2013. In 2020 zou het 7,7% hoger zijn dan in 2012.

Figuur 5: De vooruitzichten voor de evolutie van het bbp per capita in Vlaanderen (euro 2011)



Nota: Historische jaren: 2008-2012; Simulatiejaren: 2013-2020

Bron: eigen berekeningen op basis van FPB et al. (2013), en FPB & ADSEI (2013); na 2018 dezelfde bbp groeivoet als in 2018.

## HOOFDSTUK 4. MODELCODE

---

### 4.1. INLEIDING

Het simulatiemodel is geschreven in R (<http://www.r-project.org/>), een gratis en veel gebruikt software pakket. Men kan R downloaden via <http://cran.rstudio.com/>. Wij raden aan om RStudio ([www.rstudio.com](http://www.rstudio.com)) te installeren als user interface voor R. RStudio vereist R 2.11.1 (of hoger).

Naast de basisversie van R, wordt er ook gebruik gemaakt van de volgende R packages: reshape en ggplot2. Deze kunnen op een eenvoudige wijze worden geïnstalleerd in RStudio.

Hieronder wordt de algemene structuur van de modelcode aangegeven. Een meer gedetailleerde uitleg van de verschillende berekeningen wordt gegeven in de modelcode zelf.

Het simulatiemodel laat toe om simulaties uit te voeren voor meerdere jaren na 2012 en meerdere scenario's. Er worden 2 indices gebruikt voor de scenario's:

- De index S $\alpha$  heeft betrekking op scenario's die afhangen van de gevoeligheid van het totale autopark ten opzichte het bbp per capita en de gemiddelde brandstofprijs.
- De index SC heeft betrekking op scenario's die afhangen van de economische groei, de bevolking, de brandstofprijzen, de autokenmerken en de belastingen.

De modelcode voorziet dat er 3 alternatieve scenario's kunnen vergeleken worden met het BAU-scenario. Deze scenario's worden ALT1, ALT2 en ALT3 genoemd.

### 4.2. DEEL 1: VOORBEREIDENDE STAPPEN

Deel 1 laadt de benodigde R-packages op (1.1), definieert de werkdirectory (1.2) en definieert een aantal zelfgemaakte functies die in het model zullen gebruikt worden (1.3).

De werkdirectory is de plaats waar alle inputs voor het model staan (tenzij anders gespecificeerd in de rest van de modelcode) en waar alle modelresultaten zullen neergeschreven worden. De werkdirectory wordt bepaald door de klant.

### 4.3. DEEL 2: OPLADEN VAN DE DATA EN ENKELE BASISBEWERKINGEN

Deel 2 laadt de data op en voert enkele basisbewerkingen uit. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de input die hetzelfde is voor alle scenario's en de input die kan verschillen tussen de scenario's. Voor een gedetailleerd overzicht van de data verwijzen we naar de modelcode en de bronfiles.

#### 4.3.1. STRUCTUUR VAN DEEL 2

- 2.1: Data nodig voor simulaties voor nieuwe auto's
  - Input die hetzelfde is voor alle scenario's

- Input die kan verschillen tussen de scenario's
- 2.2: Bijkomende data nodig voor simulaties voor het hele park
  - Input die hetzelfde is voor alle scenario's
  - Input die kan verschillen tussen de scenario's

#### 4.3.2. OVERZICHT VAN DE DATAFILES

Tabel 6 geeft een overzicht van de inputfiles die moeten beschikbaar zijn voor het draaien van het model.

Tabel 6: Overzicht van de inputfiles

Filenaam	Inhoud
<b>FISC_data_maart2014.xlm</b>	Deze excel file bevat een groot aantal data die in het model gebruikt worden. Via de macro SaveAllCSV worden deze data omgezet in csv files die worden ingelezen door de modelcode. Het werkblad "Overzicht_FISC" geeft een overzicht van de inhoud van de andere werkbladen en documenteert ook de bronnen van de data. In de macro SaveAllCSV moet de definitie van de werkdirectory bepaald worden door de klant.
<b>data_VLA_NPLPNLcase2_Jan2014.csv</b>	DIV data voor inschrijvingen van nieuwe auto's in Vlaanderen door natuurlijke personen & rechtspersonen (niet-leasing) in 2008-2012
<b>data_VLA_NPcase2_Jan2014.csv</b>	DIV data voor inschrijvingen van nieuwe auto's in Vlaanderen door natuurlijke personen in 2008-2012.
<b>fleetcounts.txt</b>	DIV data voor het bestaande autopark in 2012 met een selectie van hun kenmerken.
<b>Secondfromelsewhere2012.txt</b>	DIV data voor voertuigen die aanwezig zijn in het Vlaamse park van 2012 (natuurlijke personen + niet-leaseauto's van rechtspersonen) en niet aanwezig waren in 2011, maar die geen nieuwe auto's zijn.
<b>Scraprates.txt</b>	Schrappingsgraad in 2012 per brandstoftype, cilinderklasse, efficiëntieklasse en leeftijd (op basis van DIV data).

De file "Bijlage1\_Inhoud datafile.xls" geeft meer informatie over de inhoud van de 5 laatste files.

#### 4.3.3. SCENARIO-SPECIEKE INPUT

De volgende input is specifiek voor de scenario's en kan aangepast worden door de klant (hierbij staat xxx telkens voor de scenarionaam):

- Verkeersbelastingen: Anntax\_XXX
- Demografische gegevens: POP\_XXX
- Economische gegevens: GDP\_XXX
- Exogene evolutie van autokenmerken: EXOG\_EV\_XXX
- Brandstofprijzen: FUEL\_XXX
- BTW: VAT\_XXX
- Elasticiteiten van het totale autopark: alpha

De waarden voor de verschillende scenario's moeten opgenomen worden in de file "FISC\_data\_maart2014.xml", waarna ze kunnen geïmporteerd worden in de R code. In de opgeleverde versie worden voor elk scenario de waarden van het BAU-scenario gebruikt voor alle input behalve de verkeersbelastingen.

Voor de verkeersbelastingen komen de waarden in het BAU-scenario overeen met het huidige systeem, waarin de verkeersbelasting enkel afhangt van de fiscale PK (Fiscaal memento). Voor de alternatieve scenario's wordt er uitgegaan van een generieke formule die aangeleverd is door de klant:

$$\text{Verkeersbelasting}_{b,e,j} = x_{b,e} * (a_{b,e} * CO_{2,j} + b_{b,e} * NOx_{lim_{b,e}} + c_{b,e} * PM_{lim_{b,e}})^{y_{b,e}} + f_{b,e} * \text{Verkeersbelasting}_{BAU_j}$$

Hierbij verwijst de index  $b$  naar het brandstoftype, de index  $e$  naar de euronorm en de index  $j$  naar het automodel.  $CO_{2,j}$  is de  $CO_2$ -emissie van het automodel  $j$ .  $NOx_{lim_{b,e}}$  en  $PM_{lim_{b,e}}$  zijn de  $NO_x$ - en PM-limietwaarden die overeenkomen met brandstoftype  $b$  en euronorm  $e$ .  $\text{Verkeersbelasting}_{BAU_j}$  is de verkeersbelasting op automodel  $j$  in het BAU-scenario.  $a_{b,e}$ ,  $b_{b,e}$ ,  $c_{b,e}$ ,  $y_{b,e}$  en  $f_{b,e}$  zijn parameters die kunnen gekozen worden door de klant en die kunnen afhangen van het brandstoftype en de euronorm. De waarden in de opgeleverde versie zijn voorlopige waarden. Daarnaast voorziet het model een minimum- en maximumwaarde, en kan er voor auto's ouder dan een bepaalde maximumleeftijd een apart bedrag ingesteld worden.

Indien de generieke formule verandert, moet de modelcode aangepast worden op een aantal plaatsen, namelijk bij de bepaling van de volgende dataframes:

- TAX;
- REMCARSaux;
- AUX3.

Hiervoor kan advies gegeven worden door VITO.

Men kan ervoor opteren om enkel een ander scenario te definiëren voor de verkeersbelastingen.

Bij het ingeven van de scenario's moet er voldoende aandacht zijn voor de "default"-waarden die moeten gebruikt worden in het geval van ontbrekende waarden van de parameters waarvan de verkeersbelasting afhangt. Voor de euronorm en de  $CO_2$ -emissiefactoren hanteert het model nu de "default"-waarden die ook voor de Ecoscore gebruikt worden ([www.ecoscore.be](http://www.ecoscore.be)). Deze waarden hangen af van het brandstoftype, de euronorm en de cc-klasse. Als de informatie over de cc-klasse ontbreekt, wordt de  $CO_2$ -emissiefactor van de hoogste cc-klasse gebruikt.

#### 4.4. DEEL 3: VOORBEREIDING VAN DE DATA VOOR DE SIMULATIES

Deel 3 verwerkt de data verder zodat zij als input kunnen dienen voor de simulaties. Ook wordt de structuur van een aantal dataframes voor de rapportage bepaald.

Belangrijk is dat in dit deel de kenmerken van de automodellen in de keuzeset voor de nieuwe auto's wordt bepaald voor de verschillende jaren en scenario's. Als vertrekbasis hiervoor worden de automodellen genomen die nieuw aangekocht zijn in 2012, waarbij er net zoals bij de econometrische schattingen enkel rekening gehouden wordt met benzine- en dieselauto's waarvan er minstens 50 verkocht werden in 2012 en met een prijs voor belastingen lager dan 100 000 euro.

Voor de simulatiejaren worden de kenmerken en kosten van deze auto's aangepast om rekening te houden met de veronderstellingen rond de exogene evolutie van de autokenmerken, brandstofprijzen, enz. (zie Paragraaf 3.3).

Ook wordt in de keuzeset de hervorming van de verkeersbelasting opgenomen voor de alternatieve beleidsscenario's en worden de netto actuele waarde en de annuïteit van de vaste autokosten herberekend, rekening houdend met de belastinghervorming.

#### **4.5. DEEL 4: SIMULATIES VOOR DE INSCHRIJVINGEN VAN NIEUWE AUTO'S**

Dit deel van de modelcode bestaat uit de volgende componenten:

- 4.1 Initialisatie van de dataframes waarin de simulatieresultaten zullen worden opgeslagen
- 4.2 Simulatie: Lus over jaren en scenario's voor de bepaling van het aantal en de samenstelling van de inschrijvingen van nieuwe auto's
- 4.3 Bijkomende berekeningen voor de nieuwe auto's

#### **4.6. DEEL 5: SIMULATIES VOOR TOTAAL AUTOPARK**

Dit deel van de modelcode bestaat uit de volgende componenten:

- 5.1: Initialisatie van de dataframes waarin de simulatieresultaten zullen worden opgeslagen
- 5.2: Simulatiemodel: Lus over jaren en scenario's voor de bepaling van het totale autopark (gegeven de resultaten uit Deel 4)
  - 5.2.1 - STAP 1: Bepaling van het gewenste totaal aantal auto's in het park
  - 5.2.2 - STAP 2: Bepaling van het aantal auto's uit het autopark van het vorig jaar die worden geschrapt, bepaling van de overblijvende auto's en bepaling van het nog aan te kopen aantal auto's
  - 5.2.3 - STAP 3: Aantal en samenstelling van bijkomende tweedehandsauto's vanuit het lease park of vanuit de andere gewesten/buitenland, rekening houdend met de nieuwe voertuigen zoals berekend in Deel 4
  - 5.2.4 - STAP 4: Totaal autopark en samenstelling
- 5.3 Bijkomende berekeningen voor het totale autopark

#### **4.7. DEEL 6: RAPPORTAGE**

In dit deel van de modelcode worden de dataframes met de simulatieresultaten weggeschreven als csv file. De files worden bewaard in de werkdirectory, tenzij anders gespecificeerd.

Daarnaast worden er een aantal overzichtsgrafieken geproduceerd

LITERATUURLIJST

Adamou, A., S. Clerides & T. Zachariadis (2012a), Designing Carbon Taxation Schemes for Automobiles: A Simulation Exercise for Germany, CEPR Discussion Paper no. 8782, Centre for Economic Policy Research.

Adamou, A., S. Clerides & T. Zachariadis (2012b), Trade-offs in CO<sub>2</sub>-oriented Vehicle Tax Reforms: A Case Study of Greece, Working Paper 12-33, The Rimini Centre for Economic Analysis.

Bento, A., L. Goulder, M. Jacobsen & R. von Haefen (2009), Distributional and Efficiency Impacts of Increased U.S. Gasoline Taxes, *American Economic Review* 99, 667-699.

Bento, A., K. Roth and Y. Zuo (2013), Vehicle Lifetime Trends and Scrapage Behavior in the U.S. Used Car Market, Working Paper Cornell University, Ithaca, NY.

Berry, S.T. (1994), Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation, *Rand Journal of Economics* 25 (2), 242-262.

Berry, S.T., J. Levinsohn & A. Pakes (1995), Automobile Prices in Market Equilibrium, *Econometrica* 63, 841-890.

Brenkers, R. (2006), Policy Reform in a Market with Differentiated Products, Applications To The Car Market, Ph.D. thesis, KU Leuven, Faculteit Economische en Toegepaste Economische Wetenschappen.

Fershtman, C. & N. Gandal (1998), The Effect of the Arab Boycott on Israel: The Automobile Market, *Rand Journal of Economics* 29 (1), 193-214.

Fershtman, C., N. Gandal & S. Markovich (1999), Estimating the Effect of Tax Reform in Differentiated Product Oligopolistic Markets, *Journal of Public Economics* 74, 151-170.

FOD Financiën, Fiscaal Memento, meerdere jaargangen.

FPB, BISA, SVR & IWEPS (2013), Regionale economische vooruitzichten 2013-2018, juni 2013.

FPB & ADSEI (2013), Bevolkingsvooruitzichten 2012-2060, mei 2013.

Franckx, L. en H. Michiels (2014), Wat drijft gezinnen in hun autokeuze? Een continu-discreet model op gezinsniveau, VITO Rapport 2014/TEM/R/15, Steunpunt Fiscaliteit & Begroting II.

Huse, C. and Cl. Lucinda (2013), The Market Impact and the Cost of Environmental Policy: Evidence from the Swedish Green Car Rebate, Working Paper, Stockholm School of Economics and University of Sao Paulo.

IEA (2013), World Energy Outlook 2013.

IEA, Energy Prices and Taxes, verschillende uitgaven.

Jacobson, M.R. & A.A. van Benthem (2013), Vehicle scrappage and gasoline policy, Working paper, University of California at San Diego & Wharton School, University of Pennsylvania.

---

Mariuzzo, F., P.P. Walsh & O. Van Parys (2009), Estimating the Price Overcharge from Cartelisation of the Irish Automobile Industry, *The Economic and Social Review* 40 (2), 165-182.

Schipper, L., P. Hand and K. Gillingham (2010), The Road from Copenhagen: Fuel Prices and Other Factors Affecting Car Use and CO<sub>2</sub> Emissions in Industrialized Countries. Presented at the World Conference for Transportation Research Society, Lisbon, July, 2010.

Thomassen, Ø. (2010a), Automobile engine variants and price discrimination, Center for Economic Studies, Discussions Paper 10.15, KU Leuven.

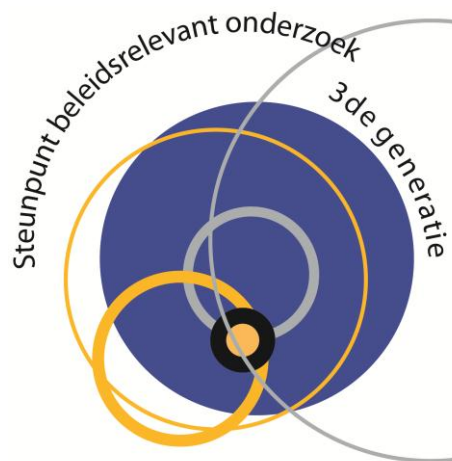
Thomassen, Ø. (2010b), A generalised nested-logit model of the demand for automobile variants, Center for Economic Studies, Discussions Paper 10.17, KU Leuven.

Vance, C. & M. Mehlin (2009), Tax Policy and CO<sub>2</sub> Emissions, An Econometric Analysis of the German Automobile Market, Ruhr Economic Paper no. 89, RWI Essen.

Verboven, F. (1996), International Price Discrimination in the European Car Market, *Rand Journal of Economics* 27 (2), 240-268.

Van Biesebroeck, J. (2006), The Canadian Automotive Market. <http://www.econ.kuleuven.be/public/N07057/CV/vb07dfait.pdf>

Vlaanderen (2012), Decreet houdende de wijziging van diverse bepalingen van het Wetboek van de met de inkomstenbelastingen gelijkgestelde belastingen betreffende de belasting op de inverkeerstelling op grond van milieukeurmerken, 17/2/2012. <http://codex.vlaanderen.be/Portals/Codex/documenten/1021277.html>



# Fiscaliteit en Begroting