

## **Socio-economische effecten en aanvaardbaarheid van rekeningrijden in Vlaanderen**

Steffi Deprez

Masterscriptie voorgedragen tot het bekomen  
van de graad van:

Master in de Toegepaste Economische Wetenschappen  
Handelsingenieur

Promotor:  
Prof. Dr. Bruno De Borger



## **Socio-economische effecten en aanvaardbaarheid van rekeningrijden in Vlaanderen**

Steffi Deprez

Masterscriptie voorgedragen tot het bekomen  
van de graad van:

Master in de Toegepaste Economische Wetenschappen  
Handelsingenieur

Promotor:  
Prof. Dr. Bruno De Borger

## Woord vooraf

Een thesis schrijven is een omvangrijk proces dat je de kans geeft erg veel te leren op korte termijn. Terwijl mijn inhoudelijke kennis over een interessant onderwerp als rekeningrijden toenam, werd ook een onafhankelijke en kritische onderzoekshouding aangescherpt. Hoewel ik blij ben dat ik heel dit proces doorlopen heb, zou ik liegen als ik zou zeggen dat alles over rozen is gelopen. Elk proces kent zijn hoogtes en laagtes, zo ook dit. Piekmomenten waarop je een doorbraak bereikt of een bepaald inzicht verwerft, hebben geen begeleiding nodig. Maar in periodes dat het wat moeilijker ging, was ik erg blij met de ondersteuning en aanmoedigingen die ik kreeg. Bij deze wil ik graag mijn ouders en vrienden bedanken voor de tientallen schouderklopjes en gemoedelijke babbels gedurende het voorbije jaar en bij uitbreiding gedurende de voorbije 5 jaar. Zonder hen was het nooit gelukt om dit resultaat te bereiken. Daarnaast ook een welgemeend woord van dank aan de professoren en assistenten die de moeite hebben gedaan om naast het overbrengen van kennis ook het menselijke aspect niet uit het oog te verliezen. Specifiek met betrekking tot deze thesis bedank ik prof. Dr. Bruno De Borger voor de aangename samenwerking en relevante feedback. Tot slot hoop ik dat ik bij iedereen die deze thesis ter hand neemt, de interesse kan wekken voor rekeningrijden. Wie weet wordt het binnen x aantal jaar wel echt geïmplementeerd in Vlaanderen.

Steffi Deprez  
15 mei 2015

## Abstract

Het toenemende verkeersvolume aan passagiersvoertuigen in Vlaanderen doet de negatieve externaliteiten van wegverkeer toenemen. Rekeningrijden kan een oplossing bieden. In deze thesis onderzoek ik het korte termijn effect van rekeningrijden op Vlaamse gezinnen, ingedeeld volgens inkomen, zowel wat betreft afgelegde afstanden als te betalen belastingen. Vervolgens bekijk ik hoe deze resultaten de aanvaardbaarheid van het systeem kunnen beïnvloeden. Rekeningrijden, gedefinieerd als een variabele tolheffing afhankelijk van tijd, plaats en andere elementen die de negatieve effecten van wegverkeer bepalen, werd nog nergens in Europa geïmplementeerd. De drie hypothetische scenario's voor het invoeren ervan in Vlaanderen gaan er allemaal vanuit dat de inkomsten gebruikt zullen worden om de huidige belastingen op wagenbezit en brandstofheffingen te verlagen. Dit kan de over het algemeen lage aanvaardbaarheid van rekeningrijden positief beïnvloeden. Bij elk scenario worden de toltarieven proportioneel aan de marginale externe congestiekosten verondersteld. Het blijkt dat de implicaties van rekeningrijden op de vervoersvraag van Vlaamse gezinnen naargelang het gezinsinkomen, afhankelijk zijn van de precieze modaliteiten van het beschouwde systeem. Rekeningrijden zorgt in geval van de drie beschouwde scenario's steeds voor een belastingvermindering van gezinnen met een maandelijks netto inkomen lager dan € 2 000 terwijl voor alle andere gezinnen de te betalen belastingen toenemen. Hoe meer het gebruik van de wagen belast wordt i.p.v. het bezit ervan, hoe meer lasten er op de schouders van rijkere gezinnen terechtkomen. Rekeningrijden staat volgens elk scenario garant voor een eerlijkere belastingverdeling dan nu het geval is. Dit resultaat is erg positief naar de aanvaardbaarheid van het systeem toe. Om deze te verhogen is het van belang dat de overheid rekeningrijden presenteert als een onderdeel van een pakket aan maatregelen. Duidelijk communiceren over de te verwachten effecten is aangewezen. Een testfase kan de Vlaamse bevolking vertrouwd maken met het systeem waardoor de aanvaardbaarheid ervan toeneemt.

## Executive summary

As the traffic volume of passenger cars in Belgium is expected to increase by 23% between 2008 and 2030, its negative externalities experienced by the population will grow too. Road pricing may offer a way to limit these. This thesis examines the short term effects of road pricing in Flanders on Flemish households, classified according to their income, in terms of the change in covered distances and taxes they have to pay. Furthermore I link these results to the acceptability of the system.

Making car users pay for the external congestion costs they cause, would benefit the Flemish community. Market imperfections and budgetary constraints for the public authorities render marginal social cost pricing, the first-best solution, impossible in practice. Therefore the government needs to make use of second-best solutions to realize its policy goals taking into account existing constraints. No member state of the European Union already applied road pricing, defined as a variable toll dependent on time, place and other elements determining the adverse effects of car driving. Other toll systems do have been implemented, especially for heavy goods vehicles.

Whereas transport economist have been emphasizing the advantages of road pricing for years, the general acceptability of the system turns out to be low. A lowering of the welfare of road users, potentially negative effects on equity, perceived ineffectiveness of the system and the use of the toll income, are the most important reasons for this. The three different scenario's to implement road pricing in Flanders analysed here, account for worries concerning the use of the revenues. Each scenario supposes toll revenues are used to lower existing taxes on car ownership and fuel.

Flemish household incomes are not homogenously spread. 80% of the households has a nett monthly income between € 1 000 and € 4 000. 12% has a higher and 8% a lower income. Current taxes on transport by car mostly affect mid income households. In proportion to their income, both richer and poorer households pay less taxes.

During my research, I always supposed tolls of road pricing would be set according to the scaled marginal external congestion costs. Scenario 1 assumes toll revenues are sufficient to abolish the existing taxes on car ownership in Flanders, keeping government budget constant. Scenario 2 additionally supposes a correction of fuel taxes to mirror marginal external environmental costs. With the third scenario I no longer presume an abolishment of taxes on car ownership. Instead these taxes are lowered by 40%. Scenario 3 also incorporates a correction of fuel taxes. For each scenario I focused on short-term effects.

Road pricing designed according to scenario 1 and 2, makes households with low incomes reducing their transport demand more than households with higher incomes. Scenario 3 shows for the greater part the inverted image. Effects of road pricing on the transport demand of households classified according to their income, depend on the exact characteristics of the implemented system. The revenues the government wants to get from road pricing and the precise taxes lowered, turn out to be crucial.

Road pricing causes in all analysed cases a decrease in due taxes for households with monthly incomes below € 2 000. Taxes payable by all other households increase. Richer families pay more, the more car use is taxed instead of its ownership. Road pricing implemented in accordance to the three studied scenarios, always gives rise to a more equitable tax distribution than the current system does. This is a very favourable feature against the backdrop of acceptability concerns. Equity issues can largely differ because of region specific characteristics. Potentially negative impacts on equity aspects are a factor explaining the low acceptability level of road pricing. This research however showed a positive effect on the distribution of welfare in Flanders.

The use of toll revenues to lower taxes on car ownership and fuel, both having a less guiding role in steering human behaviour, is a feature of all analysed scenario's which can positively affect the acceptability of road pricing. In the meantime the system guarantees the welfare of car drivers. Ideally road pricing is just one element of a whole package solution. Other components can be: a diminishing of other taxes, improvements of public transportation and infrastructure investments for pedestrians and cyclists. As well other transport taxes as for example labour taxes are candidates to be reduced. Most important is that revenues do not just benefit the general budget. A specific allotment of the revenues is recommended.

To persuade the public opinion of the positive social effects of road pricing, communication is particularly important. The general increase in welfare and the positive equity effects are elements that can be stressed. Communication can also affect social norms. As social pressure to accept road pricing increases, people effectively will take a more positive view of it. To accept the system, they must be convinced of its effectiveness in reducing traffic volumes and congestion. Again, high-quality communication on the positive effects is appropriate. Starting the implementation with a test phase familiarises Flemish households with the characteristics and positive effects on traffic volume and general welfare of the road pricing system.

This thesis gives rise to some follow-up projects. During the research I did not take into account potential differences in value of time for households with different incomes. Some partial results may be affected if different values of time are included. An investigation into the effects of road pricing on the use of company cars (and visa-versa), can be interesting too. Furthermore it is worth the effort to examine the influence of this system on cross border (freight) transport. I also suggest some research incorporating substitution possibilities of car use by public transportation in the models. Finally I recommend to examine the influence of road pricing on other economic sectors in a general equilibrium model and to look into the longer term effects of road pricing in Flanders.



## Lijst van Figuren

Figuur 1: Samenhang tussen de centrale onderzoeksvraag en de verschillende deelvragen .....	17
Figuur 2: Grafische voorstelling van de economische theoretische basis van rekeningrijden .....	19
Figuur 3: Werking van GNSS en DSRC technologie .....	27
Figuur 4: Taxatie van zware voertuigen (> 3,5 ton) in de EU .....	29
Figuur 5: Taxatie van lichte privévoertuigen (< 3,5 ton) in de EU .....	30
Figuur 6: Grafische voorstelling van de economische theoretische basis van rekeningrijden .....	33
Figuur 7: Evolutie van de accijnstarieven in België (€/liter) .....	47
Figuur 8: Samenstelling maximumprijs brandstof .....	49

## Lijst van Tabellen

Tabel 1: Vormen van rekeningrijden in steden in de EU .....	31
Tabel 2: Verdeling Vlaamse gezinnen over inkomenscategorieën .....	42
Tabel 3: Wagenbezit en afgelegde afstanden per gezin naargelang inkomen .....	43
Tabel 4: BIV per jaar per gezin naargelang inkomen .....	44
Tabel 5: Tarieven JVB .....	45
Tabel 6: JVB per gezin naargelang inkomen .....	46
Tabel 7: Accijnsontvangsten op brandstoffen in België in miljard € .....	48
Tabel 8: Bijdragen Apetra, Fapetro en Bofas in € / 1000 l .....	48
Tabel 9: Brandstofheffingen per jaar per gezin naargelang inkomen .....	50
Tabel 10: BTW .....	51
Tabel 11: Aandeel in het gezinsinkomen jaarlijks betaald aan BIV, JVB en brandstofheffingen .....	52
Tabel 12: Aandeel in het gezinsinkomen jaarlijks betaald aan BIV, JVB .....	52
Tabel 13: Aandeel in het gezinsinkomen jaarlijks betaald aan brandstofheffingen .....	53
Tabel 14: Variabele en vaste kosten .....	53
Tabel 15: Totale jaarlijkse variabele kosten per gezin .....	53
Tabel 16: Waarde van tijd .....	54
Tabel 17: Huidige tijdskosten (€/100 km/voertuig) .....	54
Tabel 18: Marginale Externe Congestiekosten .....	55
Tabel 19: Marginale Externe Milieukosten .....	56
Tabel 20: Opdeling wegtypes, dagtypes en tijdvakken .....	56
Tabel 21: Tijdvakken .....	56
Tabel 22: Procentuele aandeel jaarlijks verkeersvolume per dagtype, wegtype en tijdvak .....	57
Tabel 23: Verkeersvolume personenwagens in Vlaanderen per dagtype, wegtype en tijdvak (voertuigkm/u) .....	57
Tabel 24: Inkomenselasticiteit .....	67
Tabel 25: Inkomenselasticiteiten per inkomenscategorie .....	68
Tabel 26: Eigen en kruiselingse prijselasticiteiten gebruikt door De Borger e.a. .....	69
Tabel 27: Basisprijselasticiteiten .....	70
Tabel 28: Vereenvoudigde gegevens .....	73
Tabel 29: Resultaten eenvoudig model; proportionele regel .....	73

Tabel 30: Resultaten eenvoudig model; optimale tariefformule.....	74
Tabel 31: Eenvoudig model: vergelijking tarieven bepaald volgens proportionele versus optimale regel .....	75
Tabel 32: Tarieven scenario 1.....	75
Tabel 33: Aanpassing van de gereden voertuigkilometers bij rekeningrijden scenario 1 t.o.v. huidige situatie.....	77
Tabel 34: Aanpassing in afgelegde afstanden per gezin; scenario 1.....	77
Tabel 35: Verandering in belastingbetaling per gezin; scenario 1 .....	78
Tabel 36: Belastingen voor en na rekeningrijden t.o.v. jaarinkomen; scenario 1 .....	79
Tabel 37: Tarieven scenario 2.....	80
Tabel 38: Aanpassing van de gereden voertuigkilometers bij rekeningrijden scenario 2 t.o.v. huidige situatie.....	80
Tabel 39: Aanpassing in afgelegde afstanden per gezin; scenario 2.....	81
Tabel 40: Verandering in belastingbetaling per gezin; scenario 2 .....	81
Tabel 41: Belastingen voor en na rekeningrijden t.o.v. jaarinkomen; scenario 2 .....	82
Tabel 42: Tarieven scenario 3.....	82
Tabel 43: Aanpassing van de gereden voertuigkilometers bij rekeningrijden scenario 3 t.o.v. huidige situatie.....	83
Tabel 44: Aanpassing in afgelegde afstanden per gezin; scenario 3.....	84
Tabel 45: Verandering in belastingbetaling per gezin; scenario 3 .....	84
Tabel 46: Belastingen voor en na rekeningrijden t.o.v. jaarinkomen; scenario 3 .....	85
Tabel 47: Sensitiviteit resultaten m.b.t. inkomenselasticiteit .....	86
Tabel 48: Sensitiviteit resultaten m.b.t. prijselasticiteit .....	87
Tabel 49: Effecten Rekeningrijden volgens elk scenario.....	89
Tabel 50: Gemiddeld maandelijks netto-inkomen van het Vlaamse gezinnen .....	103
Tabel 51: Verdeling Vlaamse gezinnen over inkomenscategorieën .....	103
Tabel 52: BIV per jaar per gezin naargelang inkomen .....	105
Tabel 53: JVB per gezin naargelang inkomen .....	106
Tabel 54: Brandstofheffingen per jaar per gezin naargelang inkomen.....	107
Tabel 55: BTW .....	108
Tabel 56: Samenstelling variabele kosten .....	109
Tabel 57: Kosten bij aankoop van een wagen op jaarbasis .....	110
Tabel 58: Jaarlijks terugkerende vaste kosten.....	110
Tabel 59: Reistijden autosnelweg (uur/100 km) .....	111
Tabel 60: Reistijden regionale weg (uur/100 km) .....	111
Tabel 61: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 1 .....	114
Tabel 62: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 2 .....	114
Tabel 63: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 3 .....	115
Tabel 64: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 4 .....	115
Tabel 65: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 5 .....	116
Tabel 66: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 6 .....	116

## Lijst van Afkortingen

ANPR	Automatische Nummerplaatherkenning
Apetra	Agence de Pétrole-Petroleum Agentschap
BIV	Belasting op Inverkeerstelling
Bofas	Bodemsaneringsfonds voor tankstations
BTW	Belasting op Toegevoegde Waarde
CEDR	Conference of European Directors on Roads
DSRC	Dedicated Short Range Communication
ERP	Electronic Road Pricing
EU	Europese Unie
Fapetro	Fonds voor de Analyse van Aardolieproducten
FOD	Federale Overheidsdienst
GK	Gemiddelde Kosten
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
JVB	Jaarlijkse Verkeersbelasting
LT	Lange Termijn
MECK	Marginale Externe Congestiekosten
MEK	Marginale Externe Kosten
MEMK	Marginale Externe Milieukosten
MPK	Marginale Private Kosten
MSK	Marginale Sociale Kosten
OBU	On Board Unit
VPS	Vehicle Positioning System

## Inhoud

Woord vooraf.....	4
Abstract.....	5
Executive summary .....	6
Lijst van Figuren .....	9
Lijst van Tabellen.....	9
Lijst van Afkortingen .....	11
Inhoud.....	12
Probleemstelling .....	15
Onderzoeksvraag .....	16
I. Theoretisch Kader .....	18
1. Wat is rekeningrijden? .....	18
1.1. Theoretische basis.....	18
1.2. Verschillende vormen van externaliteiten van wegvervoer .....	22
1.3. Praktische implementatie.....	23
2. Waarom is rekeningrijden niet meer wijdverspreid? .....	32
2.1. Factoren die de aanvaardbaarheid beïnvloeden .....	32
2.2. Toenemende aanvaarding na implementatie.....	39
2.3. Succesfactoren om de aanvaardbaarheid te verhogen .....	40
II. Huidige Vlaamse situatie .....	42
1. Verdeling Vlaamse bevolking over inkomenscategorieën .....	42
2. Wagenbezit en afgelegde afstanden .....	42
3. Huidige belastingen op het bezit en het gebruik van personenwagens in Vlaanderen ..	43
3.1. Belasting op Inverkeerstelling (BIV).....	43
3.2. Jaarlijkse Verkeersbelasting (JVB).....	45
3.3. Heffingen en bijdragen op brandstof.....	46
3.4. Belasting op Toegevoegde Waarde (BTW) .....	50
3.5. Huidige taxatie: progressief of degressief?.....	51
4. Kosten van autogebruik.....	53
4.1. Variabele en vaste kosten.....	53
4.2. Tijdskosten .....	54

4.3.	Externe kosten.....	55
5.	Verdeling voertuigkilometers naargelang dag, tijdstip en wegtype .....	56
III.	Rekeningrijden: analytisch model .....	57
1.	Bepaling tarieven.....	58
1.1.	Theoretisch optimale tariefbepaling .....	58
1.2.	Tariefbepaling proportioneel aan de marginale externe kosten .....	60
2.	Formulering analytisch model .....	61
3.	Tijdskosten .....	63
3.1.	Tijdskosten als deel van variabele kosten.....	64
3.2.	Aanpassing marginale externe congestiekosten t.g.v. verkeersvolume .....	65
3.3.	Praktische implementatie.....	65
4.	Elasticiteiten van de bevolkingsgroepen .....	66
4.1.	Inkomenselasticiteiten .....	66
4.2.	Prijselasticiteiten .....	68
5.	Geanalyseerde scenario's.....	71
5.1.	Scenario 1: Afschaffen BIV en JVB .....	71
5.2.	Scenario 2: Afschaffen BIV en JVB en corrigeren brandstofheffingen .....	71
5.3.	Scenario 3: Verminderen BIV en JVB en corrigeren brandstofheffingen .....	71
IV.	Rekeningrijden: Resultaten .....	72
1.	Tariefbepaling proportioneel aan MECK versus volgens de optimale regel .....	72
2.	Effect rekeningrijden .....	75
2.1.	Scenario 1: Budgetneutraliteit t.o.v. BIV en JVB .....	75
2.2.	Scenario 2: Budgetneutraliteit t.o.v. BIV, JVB en Brandstofheffingen (H).....	79
2.3.	Scenario 3: Verminderen BIV en JVB en corrigeren brandstofheffingen .....	82
3.	Sensitiviteitsanalyse .....	86
3.1.	Sensitiviteit inkomenselasticiteit .....	86
3.2.	Sensitiviteit prijselasticiteit.....	87
4.	Interpretatie simulatieresultaten .....	87
5.	Link met aanvaardbaarheid.....	90
V.	Conclusies, beleidsaanbevelingen en suggesties voor vervolgonderzoek .....	91
	Bibliografie .....	94
	Appendix 1: Uitgebreide data .....	103
	Appendix 2: Ramsey's <i>Inverse elasticity rule</i> .....	112

Appendix 3: Afleiding formule aanpassing MECK t.g.v. veranderend verkeersvolume .....	113
Appendix 4: Prijselasticiteiten per inkomenscategorie .....	114
Appendix 5: Uitwerking formules van elk scenario .....	117

## Probleemstelling

Het Federaal Planbureau<sup>1</sup> geeft aan dat in de periode van 2000 tot 2011 het vervoer van personen in België met 16,5 procent toenam terwijl in diezelfde periode het vrachtvervoer een stijging kende van 7%. Voor wat het wegverkeer in zijn geheel betreft, verwacht het planbureau een stijging van het aantal voertuigkilometers van 95,6 miljard in 2008 tot 126,6 miljard in 2030, een stijging van 32%. De verwachte toename in het aantal voertuigkilometers bedraagt 81% voor de bestelwagens, 59% voor de vrachtwagens en 23% voor de personenwagens. Deze laatste categorie staat in voor 75% van het totale aantal voertuigkilometers.

Deze cijfers geven reeds een beeld van de voorbije en de te verwachten toename van het wegverkeer in België. Samen met het wegverkeer nemen ook de externaliteiten toe. Deze omvatten congestie, milieuhinder, lawaaihinder, veiligheidsrisico's enzovoort. Om de negatieve impact van het verkeer op de samenleving te beperken, staan er de overheid een aantal instrumenten ter beschikking. Het gaat hierbij o.a. om sensibiliseringscampagnes, emissienormen, belastingvoordelen voor de gebruikers van bepaalde vervoerstypes, subsidies voor de aanschaf van milieuvriendelijkere voertuigen en belastingen op het bezit of het gebruik van de wagen. Dit laatste vormt precies het onderwerp van dit onderzoek. Er zijn immers stemmen die opgaan voor het invoeren van "Rekeningrijden".

Gedurende het voorjaar van 2014 vond er nog een proefproject plaats in het Brusselse om de invloed van rekeningrijden op het gedrag van mensen in kaart te brengen. Hoewel het systeem voordelen biedt, zijn er nog heel wat tegenstanders. Eén van de mogelijke factoren die een invloed hebben op de aanvaardbaarheid, is de verschillende impact van het systeem op gezinnen naargelang het gezinsinkomen. Het empirische luik van deze thesis onderzoekt het effect van rekeningrijden op de belastinguitgaven van, en de afgelegde afstanden door, gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën.

---

<sup>1</sup> De cijfergegevens zijn gebaseerd op: (Federaal Planbureau 1, 2014; Federaal Planbureau 2, 2014; Federaal Planbureau 3, 2012; Federaal Planbureau en Federaal Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, 2012)

## Onderzoeksvraag

De centrale onderzoeksvragen van dit project luiden als volgt: “Wat is het effect van rekeningrijden op Vlaamse gezinnen ingedeeld naargelang gezinsinkomen in termen van belastinguitgaven en afgelegde afstanden? Wat is de invloed van de verschillende impact van het systeem op gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën op de aanvaardbaarheid ervan?”

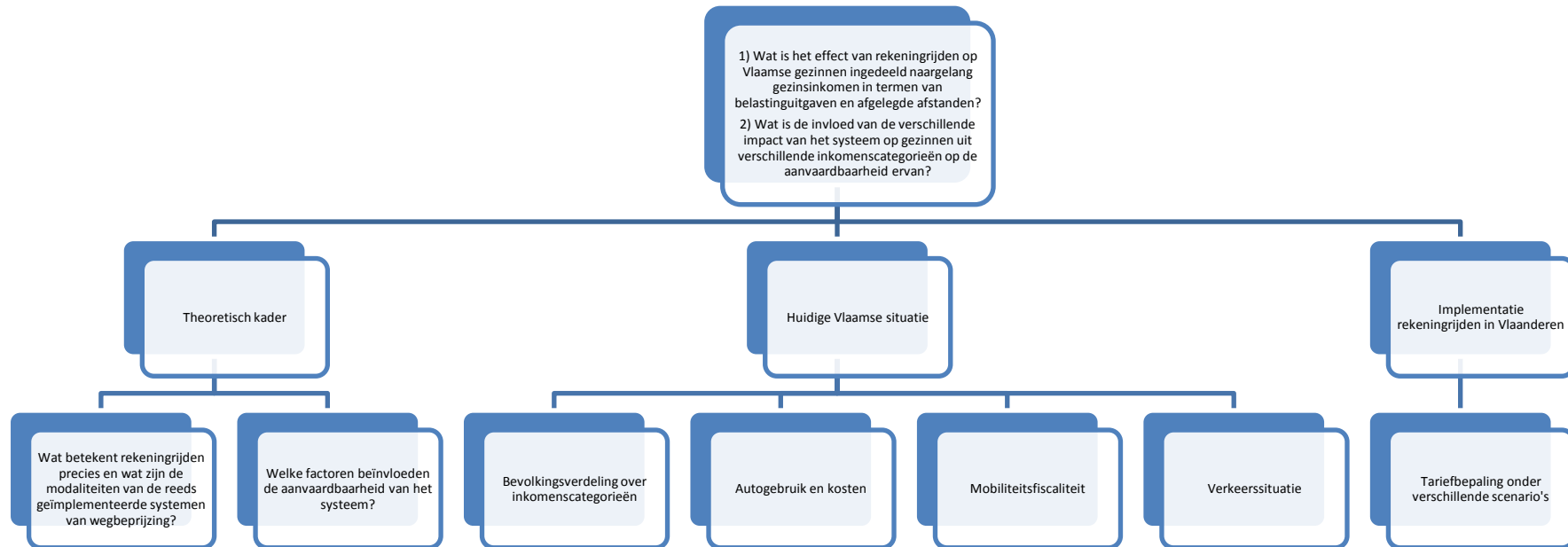
Uiteraard zijn er hierbij nog een heel aantal deelvragen te onderscheiden. Deze thesis valt uiteen in 3 grote delen. Eerst en vooral is het belangrijk het theoretisch kader van dit onderzoek te schetsen. Dit begint met duidelijk te stellen wat rekeningrijden precies betekent. Hiervoor is het nuttig de modaliteiten van verschillende reeds geïmplementeerde vormen van wegbeprijzing in kaart te brengen. Een volgend deelonderzoek peilt naar de factoren die de aanvaardbaarheid van het systeem beïnvloeden.

Eens het theoretisch kader duidelijk is, bekijken we de huidige Vlaamse situatie. Dit begint met het nagaan van de Vlaamse bevolkingsstructuur op basis van gezinsinkomen. Vervolgens komen het autogebruik en de daarmee samenhangende kosten aan bod. Ten derde is het onmogelijk de verandering in situatie in kaart te brengen zonder eerst dieper in te gaan op de huidige mobiliteitsfiscaliteit in Vlaanderen. Ten slotte bekijken we de huidige verkeerssituatie in Vlaanderen.

Het derde deel is empirisch van aard. Het is de bedoeling om aan de hand van alle verzamelde gegevens de impact van rekeningrijden na te gaan onder een aantal hypothetische scenario's. Deze scenario's vertrekken allemaal vanuit de huidige verkeerssituatie met de momenteel geldende belastingen. Elk scenario houdt één of enkele aanpassingen in van deze belastingen en gaat uit van een specifieke hoogte van de geheven tol. Het vereenvoudigd berekenen van deze toltarieven behoort ook tot de scope van deze thesis. Na de bespreking van de resultaten, eindigt dit werk met een beknopte conclusie, enkele beleidsaanbevelingen en een suggestie voor een volgende onderzoek. Figuur 1 geeft een visuele voorstelling van de samenhang tussen de centrale onderzoeksvraag en de verschillende deelvragen.



Figuur 1: Samenhang tussen de centrale onderzoeksvraag en de verschillende deelvragen



## I. Theoretisch Kader

### 1. Wat is rekeningrijden?

Om weggebruikers aan te zetten hun gebruik van vervoer over de weg in te perken, kan de overheid gebruik maken van het prijssignaal. Er zijn verschillende manieren om weggebruik betalend te maken. De term “rekeningrijden” wordt gebruikt voor heel wat verschillende systemen die weliswaar een gemeenschappelijke basis hebben, maar toch verschillen in heel wat voorname aspecten. Eerst geef ik een korte duiding van de gemeenschappelijke, theoretische basis. In deze thesis zal ik de term “rekeningrijden” enkel gebruiken voor één van de variaties. Alle andere systemen zorgen wel voor wegbeprizing, maar bevatten niet alle kenmerken van rekeningrijden. Daarna komt een overzicht van de belangrijkste soorten externaliteiten van wegvervoer aan bod. Ten slotte volgen enkele voorbeelden van Europese steden en regio’s waar al een vorm van wegbeprizing werd geïmplementeerd of waar reeds belangrijke proefprojecten werden opgezet.

#### 1.1. Theoretische basis<sup>2</sup>

In het boek “Wealth and Welfare”, reeds daterend uit 1912, maakt de econoom Arthur Cecil Pigou het onderscheid tussen het sociale marginale product en het private marginale product. Hij legt duidelijk de grondslagen bloot van wat men in de huidige economische terminologie behandelt als marginale sociale kosten/baten, marginale private kosten/baten en externaliteiten. (Pigou, 1912, p. 149 )

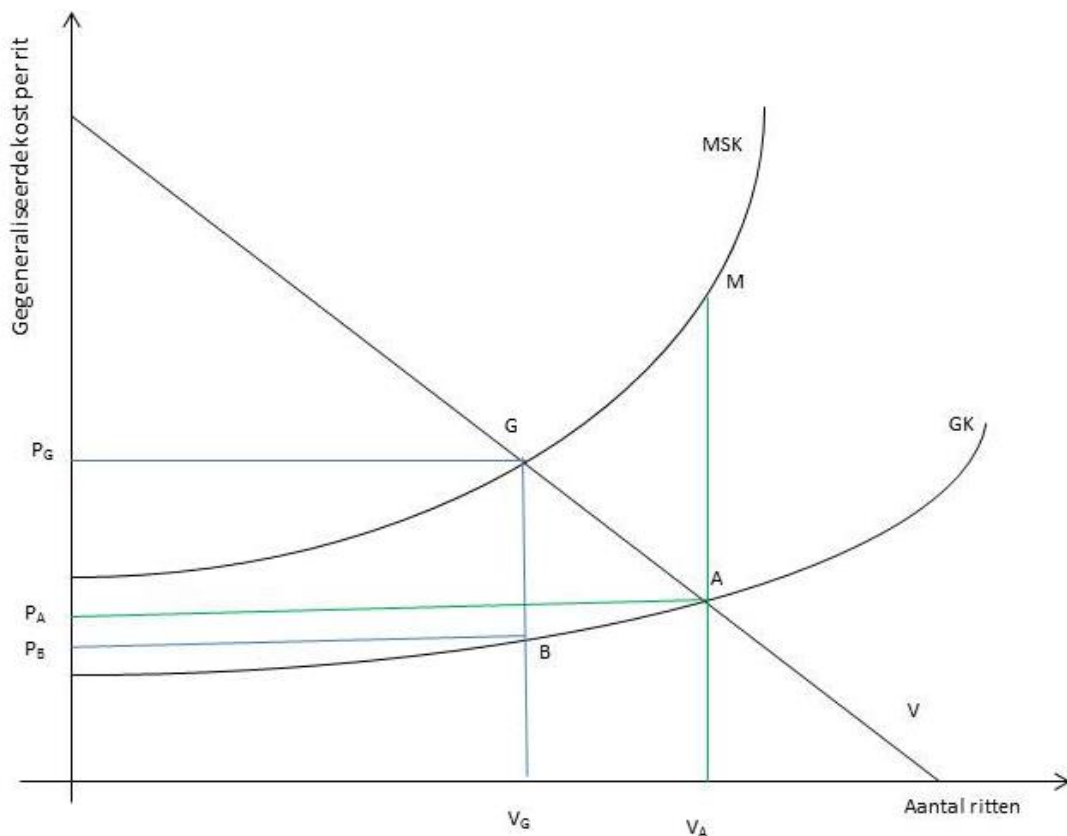
Bij het nemen van economische beslissingen stelt een persoon private marginale baten gelijk aan private marginale kosten zodat hij zijn persoonlijke welvaart maximaliseert. Voor de maatschappij als geheel is het echter optimaal marginale sociale baten gelijk te stellen aan marginale sociale kosten. Het bestaan van externaliteiten geeft aan dat er een verschil kan bestaan tussen de marginale private kosten/baten en de marginale sociale kosten/baten. Positieve externaliteiten ontstaan als een derde onbedoeld voordelen ontvangt van een ander zijn optimaliserend gedrag. In geval van onbedoelde nadelen voor derden spreken we van negatieve externaliteiten. Indien er in het vervolg van deze thesis sprake is van externaliteiten, zal het steeds gaan om negatieve externaliteiten tenzij expliciet anders vermeld. (Pigou, 1912, p. 149 )

---

<sup>2</sup> Tenzij anders vermeld is dit onderdeel gebaseerd op: (Yang & Huang, 1998; Rouwendal & Verhoef, 2006; De Borger & Proost, 2001, pp. 9-36; Lindsey & Verhoef, 2000)

Een voorbeeld kan de terminologie verduidelijken: stel dat Marie beslist elke dag met de auto naar het werk te gaan, laat ons zeggen 20 km verderop. Vermits Marie rationeel optimaliserend handelt, verkiest ze de auto zolang ze impliciet haar subjectieve waarde van een extra autorit hoger inschat dan de kost van het gebruik van de auto tezamen met de kost die zij toekent aan haar reistijd. Marie houdt echter geen rekening met de extra kosten die zij oplegt aan de maatschappij door met haar auto te rijden. Het gaat hierbij om de milieukosten (luchtvervuiling e.d.), lawaaihinder, de marginale extra congestie die zij op de weg veroorzaakt, enzovoort. Al deze extra kosten opgelegd aan de maatschappij maken wel deel uit van de sociale kosten, doch niet van Marie's private kosten. Voor de maatschappij als geheel zou het optimaal zijn indien Marie haar eigen marginale private baten (subjectieve waarde van haar extra autorit) gelijk zou stellen aan de marginale sociale kosten bij het maken van haar vervoerskeuze. Grafisch kan het theoretisch kader van bovenstaand voorbeeld weergegeven worden zoals Figuur 2 toont.

**Figuur 2: Grafische voorstelling van de economische theoretische basis van rekeningrijden**



Bron: o.b.v. (Yang & Huang, 1998; Lindsey & Verhoef, 2000; De Borger & Proost, 2001, pp. 9-36)

Op de horizontale as staat het totaal aantal ritten dat alle weggebruikers samen maken in een bepaald gebied. Dit fungeert in deze grafiek als vereenvoudigde maatstaf voor de verkeersdruk. De verticale as toont de kostprijs per rit. Deze gegeneraliseerde kostprijs omvat zowel reële uitgaven zoals bijvoorbeeld de onderhoudskosten van de auto en de kosten voor de brandstof, als de minder direct in monetaire termen uit te drukken tijds-kost. De GK-curve geeft de kost per autorit weer, afhankelijk van hoeveel autoritten er plaatsvinden in een bepaald gebied. Naarmate het aantal gemaakte autoritten toeneemt, stijgt de kost per autorit. Dit is te wijten aan het feit dat meer auto's op de baan zorgen voor meer congestie, waardoor de kost voor elk individu om een trip te maken in termen van tijd toeneemt.<sup>3</sup> De V-curve geeft de vraag naar autoritten weer. Onderliggend aan deze vraagcurve zijn de verschillende subjectieve vraagfuncties van de weggebruikers. Ze geeft bij elke prijs per rit, het totale aantal ritten weer dat de weggebruikers willen maken. Of omgekeerd geeft ze weer wat de maximale betalingsbereidheid voor een extra rit is bij elk totaal aantal gemaakte ritten. Deze betalingsbereidheid geeft met andere woorden de marginale opbrengst van een rit weer voor de (potentiële) weggebruiker. Deze wil immers maximaal een prijs betalen voor een extra rit die precies gelijk is aan zijn opbrengst ervan.

Volgens één van de belangrijkste basisprincipes uit de micro-economie, komt er een marktevenwicht tot stand daar waar de prijs die de individuen willen betalen voor een autorit gelijk is aan de prijs die ze hiervoor moeten betalen, met andere woorden daar waar marginale private opbrengst gelijk is aan marginale private kost. Adam Smith's *invisible hand* brengt een marktevenwicht tot stand bij een aantal ritten gelijk aan  $V_A$  voor een ritprijs van  $P_A$ .

Sociaal gezien is dit echter niet optimaal. Het is immer zo dat elke individuele weggebruiker bij het maken van zijn vervoersbeslissing enkel rekening houdt met zijn private kosten en niet met de externe kosten die hij oplegt aan de maatschappij als geheel. De marginale sociale kosten in functie van het aantal ritten zijn in Figuur 2 weergegeven door de MSK-curve. Het is duidelijk te zien dat de MSK-curve zich steeds boven de GK-curve bevindt. De marginale sociale kosten

---

<sup>3</sup> Deze GK-curve is een gemiddelde kostencurve in termen van het geaggregeerde aantal trips in het gebied, maar kent eveneens de interpretatie van geaggregeerde individuele marginale kostencurve. De verklaring hiervoor ligt in het feit dat elke individuele weggebruiker het reeds aanwezige verkeer en dus het reeds aanwezige congestieniveau als gegeven beschouwt. De gemiddelde kost in functie van het geaggregeerde aantal trips van de individuen is met andere woorden gelijk aan de kost voor een extra trip voor het individu. Een kleine opmerking is hierbij op zijn plaats: voorgaande gelijkheid is een zeer goede, doch niet volledig exacte benadering van de werkelijkheid. De redenering houdt immers geen rekening met de marginale extra congestie die het individu ondervindt ten gevolge van zijn eigen beslissing om een autorit te maken.

van het verkeer zijn met andere woorden steeds hoger dan de gemiddelde ofwel de marginale private kosten ervan. Het intercept van de MSK-curve ligt hoger dan dit van de GK-curve door de aanwezigheid van marginale externe kosten die quasi onafhankelijk zijn van het verkeersvolume (bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-uitstoot). Marginale congestie-externaliteiten nemen toe bij toenemend verkeersvolume zodat dat MSK-curve een steiler verloop kent dan de GK-curve. De precieze positionering van de MSK-curve ten opzichte van de GK-curve hangt af van de concrete waarde die de maatschappij hecht aan milieu, tijd, een rustige en veilige leefomgeving enzovoort.

Om het sociaal wenselijk aantal ritten te bekomen, dient men de marginale opbrengst per rit (die volledig privaat is, marginale private opbrengst is in dit geval gelijk aan marginale sociale opbrengst) gelijk te stellen aan de marginale sociale kost per rit. Grafisch geeft het snijpunt tussen de MSK- en de V-curve aan dat het aantal ritten dat de maatschappelijke welvaart maximaliseert, gelijk is aan  $V_G$  bij een ritprijs van  $P_G$ . Dit sociaal optimum zal echter nooit automatisch tot stand komen net omdat de individuele weggebruiker geen rekening houdt met de extra kosten die hij oplegt aan de maatschappij bij het maken van een extra rit.

De overheid kan de weggebruiker er wel toe aanzetten rekening te houden met de sociale kost van zijn gedrag. Zij kan de externe kost (verschil tussen marginale sociale kost en marginale private kost) rechtstreeks aan de betrokken weggebruiker doorrekenen in de vorm van een taks. Dit zorgt ervoor dat de kost waarmee de individuele autobestuurder geconfronteerd wordt, gelijk is aan de sociale kost. Het doorrekenen van de externe kost, zorgt ervoor dat het marktevenwicht verschuift naar het sociale optimum en dat de totale welvaart toeneemt met een waarde die in de grafiek weergegeven wordt door de oppervlakte AMG. De hoogte van optimale taks die de overheid best invoert om tot dit marktevenwicht te komen wordt weergegeven door de lengte van het lijnstuk BG (=  $P_G - P_B$ ). Dit is het verschil tussen de marginale sociale kost en de marginale private kost in het sociale optimum.

Voorgaande analyse behandelt transportprijszetting volledig vanuit een economisch efficiëntiestandpunt. Economische efficiëntie is een belangrijk concept. Het is immers zo dat er in een economie die zich niet in een zogenaamd Pareto-efficiënte staat bevindt, steeds mogelijkheden zijn om de welvaart van ten minste één van de actoren te verhogen zonder daarvoor de welvaart van anderen te verlagen. Enkel in een op en top efficiënte economie bestaat deze mogelijkheid niet meer. Pareto-efficiëntie impliceert welvaartsmaximalisatie voor

de samenleving als geheel, doch de verdeling van deze welvaart kan maatschappelijk gezien ongelijk zijn. Verdeling van de welvaart over verschillende maatschappelijke groepen vormt een zeer belangrijk thema binnen de discussies over rekeningrijden. Dit thema houdt nauw verband met het centrale onderwerp van deze thesis en zal in het vervolg van dit werk nog uitgebreid aan bod komen. (Rietveld, 2001; Rosen & Gayer, 2010)

## **1.2. Verschillende vormen van externaliteiten van wegvervoer**

De externaliteiten die samengaan met mobiliteit over de weg, kunnen niet beschouwd worden als één homogeen probleem. Grofweg kunnen ze ingedeeld worden in 4 categorieën: (Rietveld, 2001; De Borger & Proost, 2001, p. 137)

- Geluidsoverlast
- Ongevallenrisico
- Emissies
- Congestie

Bovenstaande theoretische analyse focuste vooral op de externe congestiekosten. Deze focus was niet toevallig. Het is immers zo dat van bovenstaande externaliteiten geluidsoverlast, ongevallenrisico en emissies (marginale externaliteiten die maar in beperkte mate gerelateerd zijn aan het verkeersvolume) best door de overheid aangepakt worden met een combinatie van regulerende normen zoals emissienormen, snelheidsbeperkingen en het plaatsen van geluidsschermen bijvoorbeeld. Deze maatregelen zorgen voor een daling van de marginale sociale kosten (een verschuiving naar onder van de MSK-curve in Figuur 2). Daarbovenop blijft het echter wel aangewezen tolheffing in te voeren ter remediëring van de congestie (sterk gerelateerd aan de hoeveelheid verkeer). In het vervolg van deze thesis zal de focus uitgaan naar het aanpakken van het congestieprobleem via rekeningrijden. Een gedetailleerde bespreking van de maatregelen om de andere externaliteiten in de dijken, valt buiten het bestek van deze masterproef. Uiteraard zullen de geluidsoverlast, het ongevallenrisico en de emissies ook dalen ten gevolge van de invoering van rekeningrijden, doch dit is niet het meest efficiënte systeem om deze externaliteiten aan te pakken. (De Borger & Proost, 2001, pp. 21-22)

### 1.3. Praktische implementatie<sup>4</sup>

De theoretische basis van rekeningrijden gaat uit van ongelimiteerde mogelijkheden voor de overheid om de markt te reguleren, hetgeen typisch is voor een *first best* analyse. In de praktijk moet de overheid echter rekening houden met een heel aantal beperkingen. Een voorbeeld hiervan is een budgetbeperking. De overheid heeft immers inkomsten nodig om haar algemeen beleid te voeren. Verder geldt bovenstaande regel die voorschrijft dat de door de overheid bepaalde prijs voor weggebruik optimaal gelijk is aan de marginale sociale kost, enkel indien er ook in de rest van de economie marginale-kosten prijszetting plaatsvindt. Dit is in de praktijk niet steeds het geval.<sup>5</sup> Daarnaast moet de overheid haar beslissingen baseren op onvolledige informatie over marginale kostencurves en vraagpatronen. Er zijn ook limieten wat betreft de praktisch haalbare instrumenten. Deze kunnen het ideale theoretische instrument slechts benaderen. Ten slotte streeft de overheid ook steeds meerdere doelen na dan enkel het corrigeren van marktexternaliteiten.

Daarom dient ze haar toevlucht te nemen tot suboptimale maatregelen, *second-best policies*. Deze maken de beleidsdoelstellingen zo goed mogelijk waar gegeven de bestaande imperfecties en beperkingen. Het is niet verwonderlijk dat er in praktijk niet één maar heel veel verschillende vormen van wegbeprijzing bestaan. Het is voor overheden immers aanzienlijk moeilijker een second-best policy uit te tekenen gegeven de beperkingen die er in de realiteit zijn, dan om uit te kunnen gaan van een ideale economie bij het bepalen van beleidsmaatregelen.

Een instrument om wagengebruik te belasten is efficiënter naarmate het meer variabiliteit toelaat. Des te meer het mogelijk is het aangerekende tarief te differentiëren naar tijd en plaats van het gebruik van de wagen, des te efficiënter zal het instrument blijken en des te meer zal het beleid de first-best policy benaderen. Externe effecten zijn immers tijd- en plaatsafhankelijk.

---

<sup>4</sup> De bespreking van wat second-best policies zijn, is gebaseerd op: (Rouwendal & Verhoef, 2006; De Borger & Proost, 2001, p. 26).

<sup>5</sup> Bijvoorbeeld ten gevolge van marktmacht.

### *1.3.1. Vormen van mobiliteitstaxatie en definitie rekeningrijden*

In België maakt de overheid momenteel gebruik van registratie- en aankooptaksen, jaarlijkse belastingen op het bezit van een voertuig en brandstofheffingen. Voor de auto-eigenaar/autogebruiker voegen registratie- en aankooptaksen tezamen met de jaarlijkse belastingen gewoon een extra component toe aan zijn vaste kosten. Zij hebben geen ontradend effect op het gebruik van de auto. Brandstoftaksen verhogen de kost per kilometer van het gebruik van een wagen. Ze zijn echter inefficiënt wat betreft het regelen van het congestieniveau. Brandstoftaksen veroorzaken geen differentiatie naar tijd en naar plaats waar de brandstof gebruikt wordt. Buitenlandse overheden maken daarnaast nog gebruik van andere systemen. Hierbij denken we aan vignetten, cordonheffingen<sup>6</sup> en kilometerheffingen. (De Borger & Proost, 2001, pp. 36-50; van Essen, et al., 2012, pp. 11-42; Toye, 2007)

Rekeningrijden verenigt idealiter een kilometerheffing met een variabilisatie naar tijdstip. Verder is het mogelijk te differentiëren aan de hand van voertuigkenmerken. Volgens Blauwens impliceert het systeem van rekeningrijden het heffen van “een belasting die afhangt van de plaats of van het tijdstip van weggebruik, of van het type voertuig of van andere elementen die de schadelijkheid van wegverkeer bepalen, maar in de brandstofbelasting niet tot uiting komen (Blauwens, 2005)”. In die zin probeert men met rekeningrijden de weggebruikers aan te zetten tot sociaal verantwoord gedrag door de geheven belasting zo dicht als mogelijk te laten aanleunen bij de veroorzaakte externe kost in het sociale optimum. Rekeningrijden vormt idealiter echter slechts één van de maatregelen in een heel beleidspakket gericht op het remediëren van de externe mobiliteitskosten. Andere componenten van dit pakket kunnen zijn: emissienormen, geluidsschermen, snelheidsbeperkingen, enz. (De Borger & Proost, 2001, pp. 36-50; Blauwens, 2005)

---

<sup>6</sup> In dit geval definieert men een cordon (een afzetting) rond een bepaald gebied, bijvoorbeeld een stad. Telkens een autobestuurder de afzetting passeert en het gebied inrijdt, betaalt hij een prijs. Een variatie hierop is de gebiedsgebaseerde heffing waarbij ook autobestuurders die enkel binnen het afgezet gebied rijden, een heffing dienen te betalen. (De Borger & Proost, 2001, p. 42; Charging Concepts)



### 1.3.2. Technologie

Om rekeningrijden in de praktijk mogelijk te maken, is er nood aan een betrouwbare technologie om differentiatie naar tijd, plaats en voertuigkenmerken mogelijk te maken. Hieronder bespreek ik 1 zeer eenvoudig systeem en 3 meer geavanceerde technische mogelijkheden (vormen van *Electronic Road Pricing* (ERP)). De bedoeling is een realistisch beeld te geven van de stand van de technologie.

#### A) Conventioneel systeem met wegversperring en manuele betaling

Veruit het minst geavanceerde systeem om weggebruikers te doen betalen bij het gebruik van de weginfrastructuur, is het plaatsen van slagbomen over de weg (bijvoorbeeld het systeem van de Franse *péage* op een aantal autosnelwegen). Bij het binnenrijden van de zone waar de automobilist moet betalen, dient hij een ticket te nemen. Bij het uitrijden van de zone geeft hij dit ticket af (via automaat of aan een bediende die de transactie manueel afhandelt) en betaalt hij een tarief dat gedifferentieerd is naargelang voertuigtype (vrachtwagen/personenwagen) en de route die afgelegd werd. Differentiatie naargelang tijdstip is in principe mogelijk. Bij elektronische betalingen wordt de identiteit van de bestuurder geregistreerd, hetgeen enige privacyproblemen teweeg kan brengen. Een back-up voor niet-betalers bestaat uit een flitspalensysteem. In Europa is deze technologie het meest wijdverspreid voor het innen van tolgelden. Een nadeel is dat het stoppen aan de tolhuizen op zichzelf ook congestie creëert met tijdsverliezen tot gevolg. Verder is er ook heel wat ruimte nodig om deze tolhuizen te installeren. (De Borger & Proost, 2001, pp. 36-50; Centre des études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2007)

#### B) Automatische Nummerplaatherkenning (ANPR)

Automatische Nummerplaatherkenning (Automatic Number Plate Recognition) is een relatief eenvoudig systeem. Concreet gaat het om een soort flitspalen die de nummerplaat van het voertuig registreren. Hier kunnen er wel privacyproblemen optreden omdat in essentie elk voertuig dat een bepaalde zone binnen- of buitenrijdt geregistreerd wordt. Het grote voordeel van dit systeem ten opzichte van andere systemen (zie verder) is echter dat het niet nodig is een speciaal apparaat aan boord te hebben van het voertuig. In London gebruikt men het ANPR-systeem. (Centre des études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2007; Transport for London; Santos & Fraser, 2006)

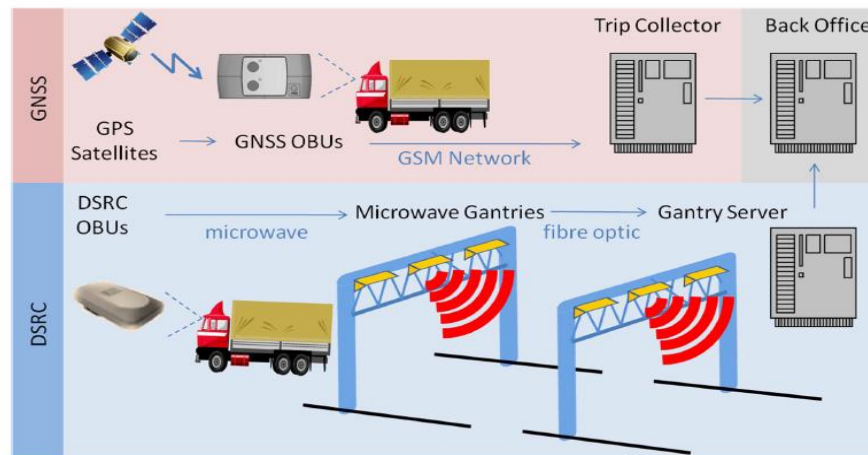
### C) Dedicated Short Range Communication (DSRC)

Bij implementatie van het systeem van Dedicated Short Range Communication zijn er 2 soorten apparatuur nodig die met elkaar communiceren. Het gaat om een apparaat aanwezig in de auto (OBU = On Board Unit) dat communiceert met een “lezer” aan de kant van de weg. Op die manier is het mogelijk een aangepast tarief aan te rekenen naargelang welke auto waar en wanneer rijdt. De lezer aan de kant van de weg zendt dit tarief door naar de OBU. De OBU debiteert op zijn beurt een *smart card* die men in de OBU kan aanbrengen. Een alternatief voor deze laatste stap is dat de OBU een rekeningnummer terugstuurt naar de lezer zodat er via domiciliëring betaald wordt. Indien dit alles goed werkt, is er geen noodzaak om gegevens bij te houden over welke auto precies waar rijdt op welk moment en zijn er geen problemen met privacy te verwachten. Uiteraard is er wel een back-up systeem nodig voor mensen wiens OBU al dan niet met opzet, niet naar behoren werkt. Dit kan opgevangen worden met een systeem analoog aan de huidige flitspalen. Het onderste gedeelte van Figuur 3 geeft de werking van dit systeem weer. (Centre des études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2007; Hong Kong Government, 2001; Fumes, Ruja, & Voss, 2011)

### D) Vehicle Positioning System (VPS) of Global Navigation Satellite System (GNSS)

Het VPS/GNSS werkt, zoals de naam reeds doet vermoeden, nauw samen met het *Global Positioning System (GPS)*. Ook hier is er nood aan een OBU, doch het is onder dit systeem niet nodig lezers te plaatsen langs de kant van de weg. De taak van de lezer wordt immers overgenomen door de GPS. Alle gegevens over de tijd en tarieven geldend in bepaalde zones en tijdsperiodes zitten opgeslagen in de OBU. Via een draadloos kanaal (GSM-netwerk) geeft het controlecentrum regelmatig de actuele tarieven door aan de OBU. Opnieuw maakt men gebruik van een smart card die gedebiteerd wordt. Indien men echter liever met domiciliëring werkt, is het noodzakelijk dat de OBU regelmatige gegevens doorzendt aan een centrale *processing unit*. Controles worden uitgevoerd door controlestations op een aantal vaste plaatsen, aangevuld met mobiele controles. Dit systeem is te vergelijken met het huidige systeem in België voor controle op het al dan niet betaald hebben van verkeersbelasting. In geval van problemen, treedt er opnieuw een systeem analoog aan het flitsen van auto's die te snel rijden, in werking. Het bovenste gedeelte van Figuur 3 geeft de werking van het systeem weer. (Hong Kong Government, 2001; Fumes, Ruja, & Voss, 2011; Centre des études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 2007; Hiura, et al., 2013)

Figuur 3: Werking van GNSS en DSRC technologie



Bron: (Fumes, Ruja, & Voss, 2011)

### 1.3.3. Geïmplementeerde systemen in Europa

#### A) Lidstaten

De Europese Commissie heeft de Europese lidstaten tot doel gesteld het principe “de gebruiker betaalt” toe te passen in de belastingen op mobiliteit. De bedoeling is de heffingen zo te construeren dat ze zo effectief en sociaal correct zijn als mogelijk, terwijl ze duidelijk de externe kosten van het vervoer internaliseren in de private kosten van de weggebruiker. Op die manier kunnen ze een efficiënter gebruik van de weginfrastructuur bewerkstelligen en het congestieprobleem remediëren. (European Commission 1, 2014)

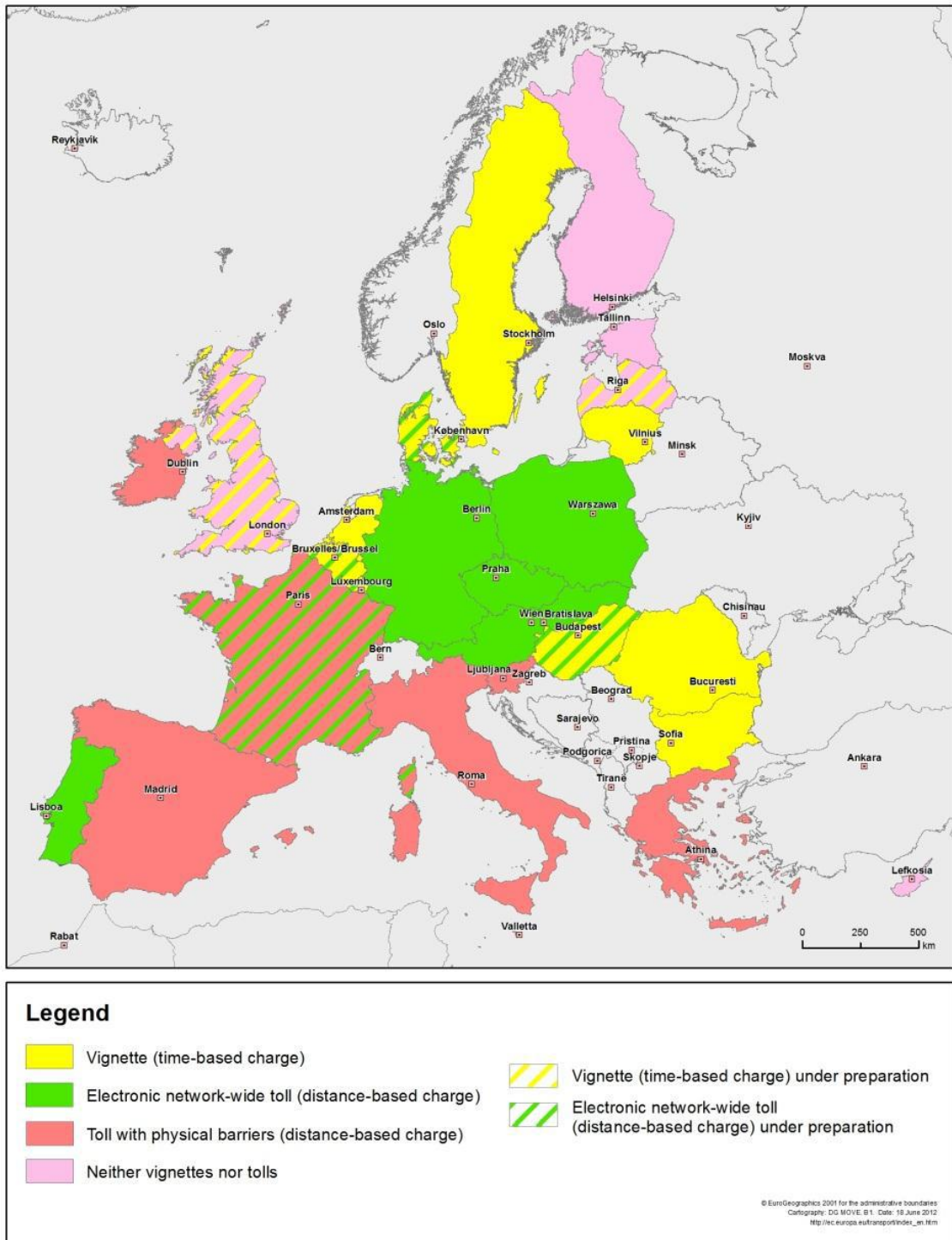
Momenteel verplicht de Europese Unie geen enkele lidstaat tot het implementeren van tol of vignetten op haar grondgebied. Er zijn echter wel enkele richtlijnen indien een lidstaat beslist het betalen van een tol of het beschikken over een vignet verplicht te maken. Op dit moment hebben deze richtlijnen enkel betrekking op heffingen voor voertuigen van meer dan 3,5 ton (*heavy goods vehicles*). Enerzijds is het de bedoeling de interne markt in de EU te beschermen door een homogenisering van de systemen in de verschillende lidstaten. Anderzijds beoogt de EU een verdergaande differentiatie van de tarieven naargelang de kosten geassocieerd met het betreffende weggebruik. (European Commission 2, 2013)

Binnen het huidige kader van de EU bestaan er geen richtlijnen voor het beprijzen van privaat personenvervoer (voertuigen van minder dan 3,5 ton). De reden hiervoor is het principe van subsidiariteit. De Commissie beschouwt het beprijzen van privaat vervoer als een bevoegdheid die toekomt aan de lidstaten. Voor voertuigen van meer dan 3,5 ton ziet ze wel een bevoegdheid voor zichzelf weggelegd vermits het creëren van een *level playing field* voor de

goederentransportmarkt een doel is van de Europese Unie. Het enige waar de Europese Commissie op dit moment rekening mee houdt bij het beoordelen van systemen voor het beprijzen van vervoer met voertuigen van minder dan 3,5 ton, is het principe van proportionaliteit van de heffingen en dat van niet-discriminatie. Het eerste principe houdt bijvoorbeeld in dat in geval van vignetten de prijs voor een korte termijnvignet in proportie moet zijn met dat voor lange termijn gebruik. Niet-discriminatie vloeit voort uit de betrachting van de EU om de interne markt voor goederen en diensten zo homogeen mogelijk te maken alsook het vrij verkeer van personen te bevorderen. (European Commission 3, 2012; booz&co, 2012)

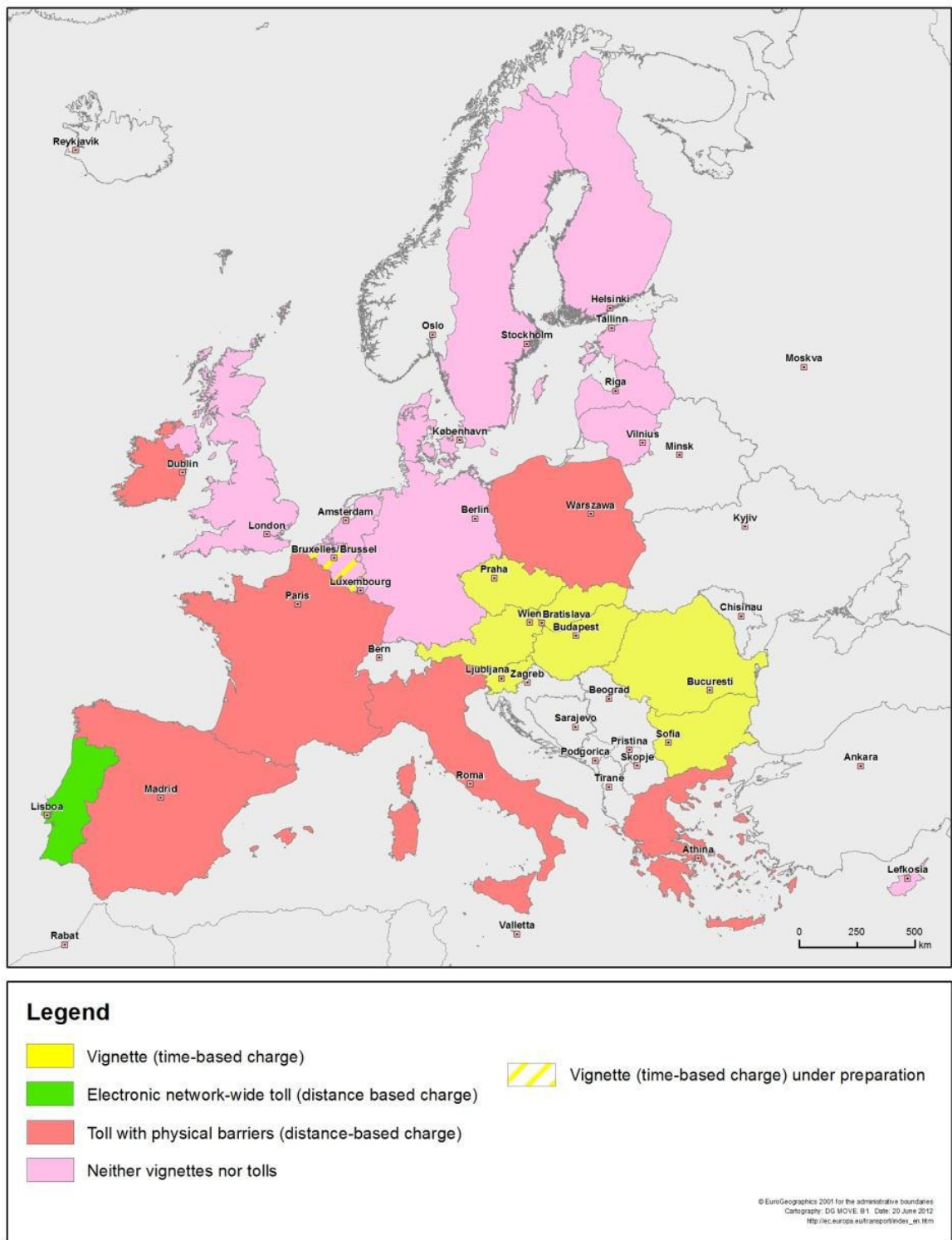
Onderstaande figuren geven een beeld van de systemen die in 2012 in werking waren in de toenmalige lidstaten van de EU. Figuur 4 behandelt de situatie voor voertuigen van meer dan 3,5 ton terwijl Figuur 5 hetzelfde doet voor voertuigen met een massa lager dan 3,5 ton. Het is al onmiddellijk duidelijk dat de situatie in vele lidstaten grondig verschilt voor beide voertuigtypes. Voor zware voertuigen zijn er aanzienlijk meer landen die tol heffen dan voor lichte voertuigen. Bovendien verschillen ook de systemen van tolheffing. Voor zware voertuigen zijn er reeds systemen in werking die gebruik maken van ERP. Dit is meer bepaald het geval in Duitsland, Oostenrijk, Tjechië, Slowakije en Portugal. Enkel Portugal past reeds een ERP-systeem toe voor lichte voertuigen, al verdient dit toch enige nuancering: het betreft enkel een aantal snelwegen. Portugal is echter wel een Europese pionier in het implementeren van een nationaal geldend DSRC-systeem. Dit is meteen ook de reden waarom Portugal in beide onderstaande figuren groen is ingekleurd. Wat België betreft, staat er op beide figuren aangegeven dat een systeem in voorbereiding is. Voor zware voertuigen gaat het om een kilometerheffing die zou ingaan op 1 april 2016. Voor personenwagens zijn er op het moment van schrijven nog geen concrete maatregelen voorzien. (van Essen, et al., 2012; RDW & EReg, 2012; Viapass, 2015)

Figuur 4: Taxatie van zware voertuigen (> 3,5 ton) in de EU



Bron: (van Essen, et al., 2012)

Figuur 5: Taxatie van lichte privévoertuigen (< 3,5 ton) in de EU



Bron: (van Essen, et al., 2012)

## B) Steden

Tabel 1 geeft enkele Europese steden aan waar automobilisten een heffing dienen te betalen. Voor elke stad werd de taxatievorm, het doel van de heffing, de gebruikte technologie en het gebruik van de inkomsten vermeld.

Tabel 1: Vormen van rekeningrijden in steden in de EU

Stad	Taxatievorm	Doel	Technologie	Gebruik inkomsten
Stockholm	Cordonheffing op werkdagen tussen 6:30 en 8:30 met tijdsdifferentiatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verminderen van het aantal voertuigen dat de zone inrijdt tijdens de spits met 10 à 15%</li> <li>- Congestie op drukke straten verminderen</li> <li>- Emissievermindering</li> <li>- Verbetering van de levenskwaliteit van de inwoners</li> </ul>	ANPR	Nationaal budget; Het parlement beslist of het investeert in de regio/openbaar vervoer
Noorse steden (Namsos, Bergen, Stavanger, Oslo, Kristiansand, Tonsberg)	Cordonheffing	Financiering van projecten om transport in de stad te verbeteren	ANPR en DSRC	Projecten om transport in de stad te verbeteren: constructie, onderhoud en openbaar vervoer.
London	Gebiedgebaseerde heffing op werkdagen tussen 7:00 en 18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Congestie verminderen</li> <li>- Verbetering busvervoer</li> <li>- Verbeteren van de tijdsbetrouwbaarheid voor een trip</li> <li>- Efficiëntere verdeling van goederen en diensten</li> </ul>	ANPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbetering openbaar vervoer</li> <li>- Fiets- en wandelinfrastructuur</li> </ul>
Rome	Vignet nodig op werkdagen tussen 6:30 en 18:00 en op zaterdagen van 14:00 tot 18:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meer gebruik van openbaar vervoer</li> <li>- Minder congestie</li> <li>- Minder luchtvervuiling</li> </ul>	ANPR en DSRC	Mobiliteitsprojecten

Bron: (Santos & Fraser, 2006; RDW & EReg, 2012; Cities; Joint Expert Group on Transport and Environment on urban road pricing schemes in European cities of the EU Commission, 2010)

### C) Conclusie implementatie

Het voorgaande toont dat er reeds veel meer systemen in werking zijn om bestuurders van zware voertuigen te doen betalen voor het gebruik van hun voertuig dan het geval is voor lichte privévoertuigen. Verder blijkt er een grote diversiteit te bestaan in gehanteerde systemen, gaande van wegvignetten over conventionele systemen met wegversperring tot meer gesofisticeerde ERP-systemen. Uit de voorbeelden van stadssystemen hierboven blijkt bovendien de populariteit van cordonheffingen.

De belangrijkste conclusie is echter dat er in geen enkele EU-lidstaat reeds een systeem in werking is dat elk weggebruik betalend maakt met tijdsgedifferentieerde tarieven die bovendien gevariabiliseerd zijn op basis van voertuigkenmerken. Een volledig systeem van rekeningrijden dat de tariefstructuur nauw doet aansluiten bij de veroorzaakte externe (congestie)kosten is momenteel nog nergens operationeel. Er werden echter wel reeds enkele veldtesten ondernomen om de haalbaarheid van een dergelijk systeem te onderzoeken. 2 van die veldtesten vonden plaats in België, namelijk in en om Leuven en Brussel.

## 2. Waarom is rekeningrijden niet meer wijdverspreid?

Op basis van de uitleg in bovenstaande paragraaf kan men zich afvragen waarom er nog niet in meer steden, landen, regio's, enz. een vorm van rekeningrijden werd geïmplementeerd. Immers, door marginale sociale kostenprijszetting toe te passen, zou de gemeenschap als geheel erop vooruit gaan. Toch blijkt de aanvaardbaarheid van het systeem over het algemeen zeer laag te zijn. In een democratisch politiek systeem is het essentieel dat er binnen de bevolking een meerderheid ontstaat die pro rekeningrijden is, om het systeem ook daadwerkelijk te kunnen implementeren. Paradoxaal genoeg blijkt dat er na implementatie van een (test)systeem meer mensen voorstander worden. (Schuitema, Steg, & Forward, 2010; Jaensirisak, Wardman, & May, 2005)

### 2.1. Factoren die de aanvaardbaarheid beïnvloeden

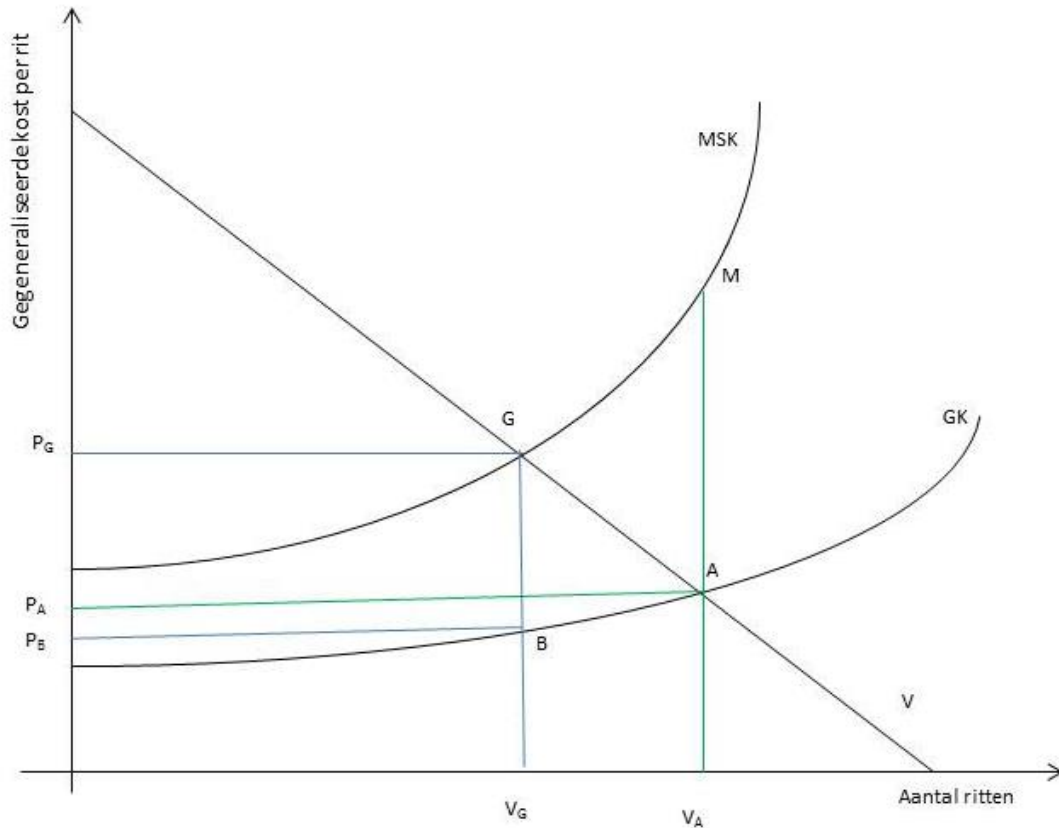
#### 2.1.1. Welvaart weggebruikers en verdelingsaspecten

Op basis van de theoretische onderbouw van rekeningrijden, kwamen we tot de conclusie dat het systeem zorgt voor een welvaartstoename voor de samenleving. In Figuur 2 die hernomen wordt in Figuur 6 hieronder, komt deze welvaartstoename overeen met het gebied AMG. Hoewel de samenleving als geheel wint bij de invoering van rekeningrijden, lijden de weggebruikers welvaartsverlies. Hun aantal gereden voertuigkilometers daalt van  $V_A$  tot  $V_G$  en daarbovenop stijgt de prijs voor het overblijvende verkeersvolume  $V_G$  van  $P_A$  tot  $P_G$ .



Deze welvaartsverliezen vormen een erg rationele reden waarom vele weggebruikers geen voorstanders zijn van het systeem. (Lindsey & Verhoef, 2000)

Figuur 6: Grafische voorstelling van de economische theoretische basis van rekeningrijden



Bron: Eigen werk o.b.v. (Yang & Huang, 1998; Lindsey & Verhoef, 2000; De Borger & Proost, 2001, pp. 9-36)

Voorgaande theoretische analyse hield echter helemaal geen rekening met de tijdsdimensie van congestie-opbouw. Indien deze dimensie wel meegenomen wordt en in de veronderstelling van gelijke tijdswaardering voor iedereen, is het theoretisch mogelijk het schema van de tolheffing zodanig aan te passen dat alle weggebruikers hetzelfde welvaartsniveau bereiken als voor de tolheffing. Als we echter de assumptie van gelijke waarde van tijd voor elke weggebruiker verlaten, blijkt dat rekeningrijden voordelig kan zijn voor weggebruikers met een hogere tijdswaardering. Waarde van tijd is meestal positief gecorreleerd met inkomen. Dit impliceert bijgevolg dat rekeningrijden regressief zou zijn, hetgeen problematisch is voor de maatschappelijke aanvaardbaarheid van het systeem. Small kwam reeds in 1983 tot dezelfde conclusie. De overheid kan echter een oplossing bieden via een verstandig gebruik van de inkomsten uit de tolheffing. (Lindsey & Verhoef, 2000; Small, 1983)

Santos en Rojey geven een ander beeld. Zij tonen aan dat een cordonheffing zelfs voor herverdeling van de inkomsten, niet noodzakelijk regressief is. Deze auteurs benadrukken de noodzaak om rekening te houden met de specifieke situatie van het betreffende gebied (socio-economische en geografische factoren). Richardson trok reeds in 1974 het debat verder open. In plaats van enkel te kijken naar autogebruikers, neemt hij ook gebruikers van het openbaar vervoer mee in zijn analyse. Hij concludeert eveneens dat het onmogelijk is om algemene uitspraken te doen over de progressiviteit dan wel degressiviteit van de tolheffing vermits het waarschijnlijk is dat de armste zowel als de rijkste groepen een winst of tenminste een minimaal verlies lijden terwijl de grootste verliezen ten laste komen van de middenklasse. Ook Richardson ziet echter belangrijke opportuniteiten in het gebruik van de tolinkomsten. (Santos & Rojey, 2004; Richardson, 1974)

Levinson (2010) concludeert vanuit zijn meta-analyse van de bestaande literatuur dat “hoewel er zeker potentiële problemen omtrent welvaartsverdeling zijn, deze problemen opgelost kunnen worden door een intelligente opzet van het systeem dat correcte aansporingen geeft aan weggebruikers en dat de opgehaalde tolgelden gebruikt om de verdeling meer rechtvaardig te maken. Dit omvat het verlagen van andere belastingen en het investeren in infrastructuur en diensten. (p. 33)” Verder stelt hij dat de keuze voor een bepaalde vorm van wegbeprijzing en herverdeling van de tolgelden sterk afhankelijk is van de inkomensverdeling en de tijdsallocatie van de getroffen burgers. (Levinson, 2010)

Uit het rapport van mei 2009 dat werd opgesteld in opdracht van de CEDR (Conference of European Directors on Roads), blijkt dat er geen gegeneraliseerde uitspraken gedaan kunnen worden over de invloed van tolheffing op welvaartsverdeling. De auteurs van dit rapport concluderen bijgevolg dat verdelingsaspecten plaatsgebonden zijn en geval per geval onderzocht moeten worden. Het empirisch onderzoek dat in het vervolg van deze thesis aan bod komt, sluit hier mooi bij aan. Het is immers de bedoeling na te gaan welke bevolkingsgroepen zouden winnen/verliezen ten opzichte van de huidige situatie. (CEDR's Project Group Funding, 2009)

Parry en Bento benadrukken dat het belangrijk is rekening te houden met andere taken, subsidies, externaliteiten, enzovoort om de welvaartsimpact van rekeningrijden te beoordelen. Zij vermelden ook het belang van interacties tussen verschillende markten zoals de interactie tussen de transport- en de arbeidsmarkt, om de welvaartsimpact in te schatten. Deze auteurs geven aan dat het gebruik van de taksinkomsten om de lasten op arbeid te verlagen zeer voordelig kan zijn. (Parry & Bento (1), 2000; Parry & Bento (2), 2001)

Hun stelling wordt bevestigd door de LIMOBEL-studie uit 2009. Deze studie concludeert specifiek voor België dat het gebruik van de inkomsten om de belastingen op arbeidsinkomsten te verminderen een positieve impact kan hebben op de algemene welvaart. Een gewone toevoeging van de inkomsten aan het algemene budget met een algemene belastingverlaging tot gevolg heeft in hun analyse een negatief welvaartseffect. Ook zij benadrukken het belang van het gebruik van de inkomsten om de welvaartsimpact van tolheffing in te schatten. (De Vlieger, et al., 2009, p. 11)

Jakobsson e.a. (2000) geven in hun overzicht van voorgaand onderzoek aan dat de idee dat de heffing niet eerlijk zou zijn op gebied van regionale en inkomensverschillen, kan bijdragen tot de lage aanvaardbaarheid van het systeem. Bamberg en Rolle (2003) tonen aan dat de gepercipieerde eerlijkheid van het systeem een enorme invloed heeft op de aanvaardbaarheid. (Jakobsson, Fujii, & Gärling, 2000; Bamberg & Rolle, 2003)

Samengevat kunnen we stellen dat het zeker van belang is rekening te houden met de verdelingsaspecten van rekeningrijden. Het heffen van tol staat echter niet op zich. Het gebruik van de opgehaalde inkomsten heeft een erg belangrijk effect op de uiteindelijke welvaartsverdeling.

### ***2.1.2. Gebruik van de taksinkomsten***

In de studies die Jaensirisak e.a. (2005) opnemen in hun overzicht van de reeds bestaande literatuur, bleek de gemiddelde aanvaardbaarheid 35% te bedragen in geval er geen specifieke bestemming werd vooropgesteld voor de inkomsten en 55% indien dit wel het geval was. Opvallend is de stijgende aanvaardbaarheid naarmate er een equivalente verlaging is van andere autobelastingen. Dit wordt ook bevestigd door onderzoek in opdracht van de Europese Commissie in 2010. Het blijkt uit deze studie dat in België 60% van de burgers akkoord zouden gaan met het vervangen van de huidige autobelastingen door rekeningrijden. Hiermee behoort België tot de top 5 van Europese landen die het systeem het meest steunen. Onder de Belgen

die de auto als voornaamste transportmiddel gebruiken is volgens deze studie zelfs 66% te vinden voor deze verandering. (Jaensirisak, Wardman, & May, 2005; Gallup Organisation, 2011)

Ook Ubbels en Verhoef (2006) concluderen uit hun onderzoek in Nederland dat het vervangen van de huidige autobelastingen de voorkeur geniet. De Borger e.a. (2012) vermelden dat meer kiezers geneigd zouden zijn voor rekeningrijden te stemmen indien de inkomsten gebruikt zouden worden om het openbaar vervoer te verbeteren dan indien de inkomsten in het algemene budget terecht zouden komen. Kottenhoff en Brundell Feij (2009) merken op dat in het geval van Stockholm het linken van wegbeprijzing met een verbetering van het openbaar vervoer, positief heeft bijgedragen aan de aanvaardbaarheid van het systeem. Jones (2002) benadrukt dat de aanvaardbaarheid toeneemt als de inkomsten gebruikt worden om verbeteringen aan te brengen in transportsystemen, hetzij wegverkeer of openbaar vervoer. Uit het proefproject in het Brusselse in 2014 bleek echter dat hoewel de aanvaardbaarheid toenam bij het investeren van de inkomsten in betere infrastructuur voor fietsers en voetgangers, deze afnam indien men de inkomsten zou gebruiken om investeringen uit te voeren in weginfrastructuur. (De Borger & Proost, 2012; Ubbels & Verhoef, 2006; Jones, 2002; Mayeres, et al., 2014; Kottenhoff & Brundell Freij, 2009)

### *2.1.3. Perceptie van het onderliggende probleem*

De andere belangrijke factor die de aanvaardbaarheid van rekeningrijden beïnvloedt, is de perceptie van het onderliggende probleem. Jakobsson e.a. (2000) stellen dat vele mensen wel zien dat er een probleem is (file), maar dat zij dit vooral zien als een gevolg van het gedrag van de anderen en niet (ook) van hun eigen gedrag. Rienstra et.al. (1999) tonen in hun studie uitgevoerd in Nederland, aan dat hoe meer mensen de huidige situatie als problematisch ervaren, hoe meer ze open staan voor implementatie van wegbeprijzing. (Jakobsson, Fujii, & Gärling, 2000; Rienstra, Rietveld, & Verhoef, 1999)

Het federaal planbureau voorspelt een toename van de congestie in België tegen 2030 met een daling van de gemiddelde snelheid in de spits met 31% en in de daluren met 17% ten opzichte van de situatie in 2005. De OESO haalde eveneens reeds in 2013 aan dat de verkeerssituatie in België problematisch is en dat er dringend actie ondernomen dient te worden. Ook uit de jaarlijkse Traffic Scorecard van het Amerikaanse Inrix bleek in 2014 dat België het Europese land is met de meeste files. Volgens de Eurobarometer 2013 (Special Eurobarometer 406) ervaart drie kwart van de Belgische inwoners congestie in stadsgebieden

als een belangrijk probleem. Het feit dat mensen zich bewust moeten zijn van het congestieprobleem om open te staan voor een mogelijke oplossing, blijkt in België dus niet verantwoordelijk voor de lage aanvaardbaarheid. (Federaal Planbureau 4, 2009; Mobimix 1, 2013; Mobimix 2, 2014; Belga, 2014; TNS Opinion & Social, 2013)

#### **2.1.4. Effectiviteit**

Om wegbeprijzing aanvaardbaar te maken, is het noodzakelijk dat het systeem als effectief gezien wordt om het probleem te remediëren. Harrington e.a. (2001) voerden een studie uit in het zuiden van Californië (VS) waarbij ze een positieve correlatie vonden tussen gepercipieerde effectiviteit van het systeem en aanvaardbaarheid ervan. Deze stelling wordt bevestigd door Schade en Schlag (2003). Ook PATS consortium (2001) stelt in haar aanbevelingen naar de Europese Commissie dat het noodzakelijk is dat de burgers ervan overtuigd zijn dat een systeem effectief is in het bereiken van zijn doel, in dit geval dus het reduceren van het fileleed. Schuitema e.a. (2010) concluderen uit hun onderzoek in Nederland dat het geloof in de effectiviteit van transportbeleid over het algemeen laag is. (Harrington, Krupnick, & Alberini, 2001; PATS, 2001; Schuitema, Steg, & Rothengatter, 2010; Schade & Schlag, 2003)

Vermits rekeningrijden een nieuw systeem is, zijn er geen voorgaande ervaringen. De reeds hiervoor vermelde Eurobarometer geeft aan dat slechts 12% van de Belgen geloven dat wegbeprijzing effectief kan zijn in het verhelpen van mobiliteitsproblemen in de stad. Dit blijkt dus een factor die de aanvaardbaarheid in België negatief beïnvloedt. (TNS Opinion & Social, 2013)

#### **2.1.5. Persoonlijke vrijheid en privacy**

Jakobsson et.al. (2000) tonen het belang aan van de factor “gepercipieerde inbreuk op persoonlijke vrijheid” op de aanvaardbaarheid van rekeningrijden op basis van een steekproef in Zweden. Hoe meer de proefpersonen het systeem aanzien als een inbreuk op persoonlijke vrijheid, hoe minder ze bereid zijn het te aanvaarden. Ze geven eveneens aan dat andere onderzoekers reeds in het verleden het belang van deze factor blootlegden. Zo gaf Seale (1993) bijvoorbeeld aan dat een inbreuk op de persoonlijke vrijheid een belangrijke factor is in de lage aanvaardbaarheid. Mensen zijn immers niet geneigd te betalen voor iets wat zij altijd als gratis hebben ervaren. (Jakobsson, Fujii, & Gärling, 2000; Seale, 1993; Jaensirisak, Wardman, & May, 2005)

Een factor die eveneens samenhangt met inbreuk op persoonlijke vrijheid, is de zorg om de privacy. Reeds bij de bespreking van enkele verschillende technologische opties om rekeningrijden in de praktijk mogelijk te maken, kwam het privacy-onderwerp kort aan bod. Sandford (1988) was erg sceptisch over of ERP ooit realiteit zou worden. Hij gaf aan dat reeds eind jaren '80 het systeem in Hong-Kong voldoende op punt stond om te implementeren, maar dat zorgen over privacy één van de factoren vormde om dit niet te doen (naast o.a. de specifieke situatie in Hong-Kong op dat moment). Zangui e.a. (2013) stellen op basis van literatuuronderzoek dat er heel wat verschillen bestaan in hoeveel belang mensen hechten aan hun privacy. Het blijkt dat sommigen er helemaal geen probleem mee hebben dat iemand weet waar en wanneer ze rijden, terwijl anderen het totaal onaanvaardbaar vinden dat er steeds een *big brother* meekijkt. Sager (1998) is zich ook zeer bewust van de mogelijke bedreiging die ERP vormt voor de privacy. Hij ziet echter een mogelijkheid in smart card technologie om dit probleem op te lossen. Balash e.a. (2010) geven aan dat er ondertussen technologische mogelijkheden bestaan om de privacy van de weggebruiker voldoende te beschermen. Zelf voeg ik hier graag aan toe dat men vragen kan stellen met betrekking tot deze privacybezorgdheden vermits dezelfde bemerkingen gemaakt kunnen worden voor GSM-verkeer en GPS-technologie; 2 systemen die ondertussen wijdverspreid zijn en door een meerderheid van de Belgische bevolking gebruikt worden. (Borins, 1988; Zangui, Yin, Lawphongpanich, & Chen, 2013; Balasch, et al., 2010)

#### **2.1.6. Socio-economische factoren**

Uiteraard zijn er vele persoonlijke factoren gerelateerd aan het niveau van aanvaardbaarheid dat iemand heeft ten opzichte van tolheffing. Puur individuele factoren komen hier niet aan bod. Doch het kan met het oog op het eigen empirisch onderzoek in het vervolg van deze thesis nuttig zijn te bekijken welke bevolkingsgroepen momenteel meer pro dan wel contra rekeningrijden zijn op basis van socio-economische kenmerken. Op haar webpagina "Lessons Learned From International Experience in Congestion Pricing", geeft het US Department of Transportation een overzicht over belangrijke wetenschappelijke literatuur met betrekking tot tolheffingen. Hieruit blijkt dat er geen duidelijke verschillen op te merken zijn in aanvaardbaarheid op basis van inkomenscategorieën. Schade en Schlag (2003) concludeerden uit hun en voorgaand onderzoek dat socio-economische factoren zeer weinig impact hebben op aanvaardbaarheid van rekeningrijden. Zij geven eveneens aan dat voorgaande onderzoekers vaak geen inkomenseffecten vonden. Ook Jaensirisak e.a. (2005) besluiten uit hun review van voorgaand onderzoek dat socio-economische factoren een lagere impact

hebben op aanvaardbaarheid dan attitudegebonden factoren. (United States Department of Transportation - Federal Highway Administration, 2013; Jaensirisak, Wardman, & May, 2005; Schade & Schlag, 2003)

### **2.1.7. Sociale normen**

Uit het reeds vermelde rapport van mei 2009 dat werd opgesteld in opdracht van de CEDR, blijkt dat sociale normen eveneens een grote invloed hebben op de aanvaardbaarheid van tolheffing. Hoe meer sociale normen een druk opleggen om tolheffing te aanvaarden, hoe hoger de effectieve aanvaardbaarheid ook is. Schade en Schlag (2003) toonden ook aan dat sociale normen een zeer belangrijke variabele vormen in het verklaren van het aanvaardbaarheidsniveau. Zij drukken op het belang van een goede communicatie om de sociale norm te beïnvloeden in de richting van een meer positieve houding ten opzichte van rekeningrijden. (CEDR's Project Group Funding, 2009; Schade & Schlag, 2003)

### **2.2. Toenemende aanvaarding na implementatie**

Een opvallend feit met betrekking tot rekeningrijden, is dat de aanvaarding (= na implementatie) van het systeem groter blijkt dan de aanvaardbaarheid (voor implementatie). Schuitema e.a. (2010) toonden aan dat de aanvaarding in Stockholm hoger was dan de aanvaardbaarheid omdat de inwoners de kans hadden gekregen de positieve effecten van de tolheffing te ondervinden. De Borger e.a. wijzen eveneens op deze veranderende houding over tijd. Een belangrijke implicatie hiervan is dat het nuttig blijkt een testfase van rekeningrijden in te voeren, zelfs tegen de wil van de meerderheid van de bevolking in. Ex ante is het immers waarschijnlijk dat wegens verschillende vormen van onzekerheid, een meerderheid van de kiezers tegen het systeem (al dan niet in testfase) zou stemmen in een referendum, terwijl het perfect mogelijk is dat na het wegnemen van de onzekerheden (na het experiment) een meerderheid voor zou zijn. Schade en Baum (2007) bewijzen op basis van een onderzoek in Duitsland met betrekking tot de invoering van een tol op de snelwegen, dat mensen die ervan overtuigd zijn dat er een tol ingevoerd zal worden, hier positiever tegenover staan dan mensen die geloven dat er nog een manier is om te vermijden dat de tol wordt ingevoerd. Een theoretische verklaring uit de psychologie stelt dat dit een voorbeeld is van cognitieve dissonantie. Deze theorie stelt dat mensen hun houding aanpassen indien hun oorspronkelijke attitude te ver afstaat van wat zich in de onveranderbare realiteit voordoet. (De Borger & Proost, 2012; Schuitema, Steg, & Forward, 2010; Baum & Schade, 2007)

### 2.3. Succesfactoren om de aanvaardbaarheid te verhogen

Veruit het belangrijkste punt dat naar boven komt uit voorgaand onderzoek, is de noodzaak tot het invoeren van zogenaamde “package solutions”. Dit betekent dat het geen goed idee is om één maatregel alleen in te voeren, maar dat het beter is om verschillende maatregelen tegelijk te implementeren. De case-study in Stockholm vormt hier een goed voorbeeld van. Op het moment dat men daar een cordonheffing invoerde, verbeterde tegelijkertijd de service van het openbaar vervoer, hetgeen de aanvaarding van het systeem een boost gaf. Dit hangt uiteraard nauw samen met de aanbeveling om de inkomsten uit de tolheffing te gebruiken voor het verlagen van de huidige (forfaitaire) autobelastingen of het uitbouwen van openbaar vervoer en weginfrastructuur. (Kottenhoff & Brundell Freij, 2009; CEDR’s Project Group Funding, 2009)

Vanuit bovenstaande uitleg, ontstaat ook de suggestie om voor het definitief invoeren van rekeningrijden eerst een proefperiode in te lassen. Vermoedelijk zal er in eerste instantie geen meerderheid zijn voor dit proefproject. De testfase zorgt ervoor dat mensen het systeem met alle pro’s en contra’s echt kunnen leren kennen alvorens te beslissen om het al dan niet in te voeren. Waarschijnlijk zal de aanvaarding na dit proefproject hoger zijn dan de aanvaardbaarheid ervoor.

Naast het gebruik van een package-approach en het invoeren van een testfase, is de factor communicatie van niet te onderschatten belang. In de eerste plaats kan communicatie helpen om mensen, voor zover ze dat nog niet zijn, bewust te maken van de grootteorde van het fileprobleem. Daarna kan een degelijke informatieverstrekking over de modaliteiten en de te verwachten gevolgen (positief en negatief) van rekeningrijden helpen om het geloof in de effectiviteit bij de burgers op te krikken. Het is immers noodzakelijk dat de kiezers de grote lijnen van rekeningrijden begrijpen. Een heldere communicatie over wat er met de inkomsten gebeurt, zal de aanvaardbaarheid ook ten goede komen. Indien mensen de precieze bestemming van deze inkomsten niet kennen, gaan ze er immers vanuit dat deze ten goede komen van het algemene budget en zien ze de tolheffing als een extra belasting, hetgeen gewoonlijk niet geassocieerd wordt met positieve gevoelens. Ten slotte kan een doorgedreven informatiecampagne ook de sociale normen beïnvloeden zodat meer mensen enige sociale druk ervaren om het systeem ten minste al eens in overweging te nemen.



Bezorgdheden over privacy kunnen verholpen worden door technologische oplossingen die deze garanderen aan de weggebruiker. Bovendien geeft een meerderheid van de bevolking door vrijwillig gebruik van GSM en GPS aan dat deze bezorgdheden geenszins overroepen mogen worden. Met betrekking tot persoonlijke vrijheid, verwijs ik graag terug naar het communicatie-instrument om te benadrukken dat er misschien op één gebied wel iets minder persoonlijke vrijheid ontstaat, maar dat er anderzijds door het gebruik van de inkomsten meer vrijheden ontstaan in bijvoorbeeld het gebruik van openbaar vervoer. Bovendien zorgt rekeningrijden voor een afname van de files, hetgeen ook bevorderend kan zijn voor de vrijheid op gebied van mobiliteit. Het is absoluut noodzakelijk om ter remediëring van negatieve gepercipieerde effecten, de positieve duidelijk in de verf te zetten.

Als laatste punt: wat met rechtvaardigheid en verdelingsaspecten? Aanbevelingen met betrekking tot deze factoren, komen later in dit werk aan bod. Het is immers precies hierover dat het eigen empirisch onderzoek in deze thesis zal handelen.

## II. Huidige Vlaamse situatie

### 1. Verdeling Vlaamse bevolking over inkomenscategorïën

Het onderzoek in deze thesis peilt naar het effect van rekeningrijden op Vlaamse gezinnen uit verschillende inkomenscategorïën. Om deze effecten juist te kunnen inschatten, moeten we eerst een zicht krijgen op de verdeling van de gezinnen naargelang het netto maandelijks gezinsinkomen. Uit de Beldam-enquête kon ik de verdeling van Vlaamse gezinnen naargelang inkomen afleiden. De spreiding van de Vlaamse gezinsinkomens is weergegeven in Tabel 2. De inkomenscategorïën werden zo gekozen dat het maximaal verschil tussen het hoogste en laagste gezinsinkomen per categorie voor elke categorie € 1000 bedraagt. Meer gedetailleerde gegevens zijn opgenomen in Appendix 1.

Tabel 2: Verdeling Vlaamse gezinnen over inkomenscategorïën

Inkomenscategorïe	Aandeel (1)	Aantal Vlaamse gezinnen (2)	Gemiddeld netto inkomen per maand (€)
1: € 0 - 1000	8%	207 710	687.00
2: € 1000 – 2000	36%	934 695	1 457.83
3: € 2000 – 3000	28%	726 985	2 463.79
4: € 3000 – 4000	17%	441 384	3 499.50
5: € 4000 – 5000	9%	233 674	4 499.50
6: € 5000 – 10 000	3%	77 891	7 499.50
<b>Totaal</b>	<b>100%</b>	<b>2 622 338</b>	<b>2 469.80</b>

Bron: (1) op basis van (Cornelis, et al., 2012, p. 25); (2) op basis van (Cornelis, et al., 2012, p. 22)

### 2. Wagenbezit en afgelegde afstanden

Over de inkomenscategorïën heen zijn er zowel verschillen in het wagenbezit<sup>7</sup> van de gezinnen als in het aantal kilometer dat per wagen afgelegd wordt. Tabel 3 geeft deze verschillen weer. Uit de tabel blijkt dat naarmate het gezinsinkomen toeneemt, de gezinnen zowel meer wagens bezitten als dat ze meer kilometers per wagen afleggen. Gemiddeld wordt er jaarlijks zo'n 15 000 km per auto afgelegd. Het totale jaarlijkse aantal kilometer afgelegd door Vlaamse personenwagens bedraagt zo'n 47 à 48 miljard.<sup>8</sup> Deze cijfers komen naar voren uit een eigen bottom-up berekening en worden bevestigd door het Directoraat-generaal Duurzame Mobiliteit en Spoorbeleid. (Directoraat-generaal Duurzame Mobiliteit en Spoorbeleid, 2014, pp. 16-19)

<sup>7</sup> Inclusief bedrijfswagens. In deze thesis worden bedrijfswagens (zo'n 10% van het Belgische wagenpark) behandeld als private wagens. Impliciet veronderstel ik dat gezinnen die beschikken over een bedrijfswagen, zelf de belastingen op bezit en gebruik van de wagen betalen. (Vonck, 2014; Janssens, Declercq, & Wets, 2014, p. 61)

<sup>8</sup> In deze thesis veronderstel ik dat Vlaamse wagens enkel in Vlaanderen rijden.

Tabel 3: Wagenbezit en afgelegde afstanden per gezin naargelang inkomen

Inkomenscategorie	Aantal wagens per gezin (1)	Aantal kilometer per wagen per jaar* (2)	Aantal kilometer per jaar
<b>1: € 0 - 1000</b>	0.19 <sup>9</sup>	7 553.75	1 438.92
<b>2: € 1000 – 2000</b>	0.81	11 072.68	8 997.48
<b>3: € 2000 – 3000</b>	1.33	15 405.50	20 435.81
<b>4: € 3000 – 4000</b>	1.70	16 545.74	28 084.02
<b>5: € 4000 – 5000</b>	1.92	17 892.93	34 324.44
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	2.22	20 205.32	44 767.32

\* Voor wagens die meer dan 30 000 km per jaar reden werd een gemiddeld jaarkilometrage van 35 000 km gebruikt.

Bron: (1): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, p. 29); (2): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, pp. 57-58)

### 3. Huidige belastingen op het bezit en het gebruik van personenwagens in Vlaanderen

Het huidige belastingsysteem voor personenwagens in Vlaanderen omvat taksen bij de ingebruikname van de auto, een jaarlijkse belasting en heffingen op het gebruik van de brandstof. Concreet gaat het om de Belasting op Inverkeerstelling (BIV), de Jaarlijkse Verkeersbelasting (JVB) en accijnzen en bijdragen op het brandstofgebruik. Daarbovenop komt nog de BTW bij de aankoop van de wagen en bij het aanschaffen van de brandstof.

Het Vlaamse Gewest is bevoegd voor de Belasting op Inverkeerstelling en de Jaarlijkse Verkeersbelasting. De Vlaamse Belastingdienst zorgt ervoor dat de BIV en de JVB naar behoren geïnd worden. De Federale overheid is bevoegd op het gebied van BTW en brandstofbelastingen. (Agentschap Binnenlands Bestuur, 2013; Van Hese, 2012)

#### 3.1. Belasting op Inverkeerstelling (BIV)

De BIV is een belasting die de auto-eigenaar éénmalig betaalt op het moment dat hij de auto voor het eerst gebruikt op de openbare weg. Dit geldt zowel voor het in gebruik nemen van nieuwe als van tweedehandswagens. (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (1); Vlaamse Belastingdienst (1))

<sup>9</sup> Gegevens afkomstig van OVG 4.5. "OVG 4 is het vierde onderzoek naar het verplaatsingsgedrag in Vlaanderen. OVG 4 is een continu onderzoek waarvan het veldwerk (d.i. de effectieve bevraging van het onderzoek) over 5 jaar (2008-2013) verspreid is. Op die wijze is OVG 4 onderverdeeld in OVG 4.1 tot en met OVG 4.5 (Departement Mobiliteit en Openbare Werken)." De data gebruikt in deze thesis zijn afkomstig van de meest recente versie, namelijk OVG 4.5. Wat betreft wagenbezit, zijn de gegevens in OVG 4.5 in lijn met deze van OVG 4.1 – OVG 4.2. Enkel voor het wagenbezit van gezinnen uit de laagste inkomenscategorie (€ 0 - € 1000), zien we in OVG 4.4 en OVG 4.5 een aanzienlijke daling t.o.v. de voorgaande jaren. OVG 4.4: 0.32; OVG 4.3.: 0.43; OVG 4.2: 0.38; OVG 4.1: 0.39.

Vanaf 1 maart 2012 zijn er 2 mogelijke berekeningswijzen voor de BIV mogelijk. De eerste berekeningswijze is deze zoals van kracht voor 1 maart 2012 en is gebaseerd op het vermogen van de wagen. De tweede manier van berekenen houdt rekening met de milieukeurmerken van de auto. Milieukeurmerken die in aanmerking worden genomen zijn de CO<sub>2</sub>-uitstoot, uitstoot fijn stof, al dan niet beschikken over een roetfilter, de brandstofsoort en de Euronorm. In functie van de ouderdom van een tweedehandswagen, wordt er een correctie toegepast. (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (1); Vlaamse Belastingdienst (1))

Momenteel is het zo dat zowel natuurlijke personen als rechtspersonen die een nieuwe of tweedehandse personenwagen in het verkeer brengen, een BIV betalen die berekend is aan de hand van de milieukeurmerken van de wagen. Indien een leasingonderneming echter de eigenaar is van de wagen, wordt de BIV nog berekend op basis van het vermogen. (Vlaamse Belastingdienst (1))

Omdat er nog geen gegevens beschikbaar zijn over de betalingen van gezinnen aan, en de inkomsten van, de Staat uit de BIV berekend op basis van milieukeurmerken, was ik genoodzaakt gebruik te maken van licht gedateerde kwantitatieve gegevens uit 2009. Om de data toch enigszins te updaten, heb ik de bedragen uit 2009 wel geïndexeerd zodanig dat ze uitgedrukt worden in €<sub>2013</sub>. Tabel 4 geeft weer hoeveel een typisch gezin in een bepaalde inkomenscategorie betaalt aan BIV per jaar. Voor meer informatie over de berekeningswijze hiervan, verwijs ik naar Appendix 1. De totale inkomsten voor de overheid uit deze BIV-betalingen van de Vlaamse gezinnen bedragen jaarlijks € 307 945 247.44.

**Tabel 4: BIV per jaar per gezin naargelang inkomen**

Inkomenscategorie	BIV per jaar per gezin (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	18.72
<b>2: € 1000 – 2000</b>	79.86
<b>3: € 2000 – 3000</b>	130.37
<b>4: € 3000 – 4000</b>	166.81
<b>5: € 4000 – 5000</b>	188.53
<b>6: €5000 – 10000</b>	217.74

Bron: (1): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, p. 29; Cornelis, et al., 2012, pp. 38-39; Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance, 2014; Delhay, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 48)

### 3.2. Jaarlijkse Verkeersbelasting (JVB)

Om gebruik te mogen maken van de openbare weginfrastructuur, moet een auto-eigenaar jaarlijks een verkeersbelasting betalen. Deze belasting wordt voor personenwagens berekend op basis van het aantal fiscale pk van de wagen. Deze fiscale pk is op zijn beurt afhankelijk van de cilinderinhoud van de motor en de massa van de wagen. (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (2))

De tarieven voor de JVB zijn wettelijk vastgelegd en worden jaarlijks geïndexeerd. De jaarlijkse verkeersbelasting wordt verhoogd met een opdecim van 10% ten gunste van de gemeente waar de wagen is ingeschreven. Tabel 5 geeft een overzicht van de tarieven die geldig zijn van 01/07/2014 tot en met 30/06/2015. (Agentschap Binnenlands Bestuur, 2013; Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (2))

Tabel 5: Tarieven JVB

Cilinderinhoud (in liter)	Fiscale paardekracht (PK)	Bedrag Verkeersbelasting (VKB) (inclusief opdecim)
0 tot 0,7	4 en minder	€ 76,96
0,8 tot 0,9	5	€ 96,23
1 tot 1,1	6	€ 139,13
1,2 tot 1,3	7	€ 181,76
1,4 tot 1,5	8	€ 224,93
1,6 tot 1,7	9	€ 267,83
1,8 tot 1,9	10	€ 310,33
2 tot 2,1	11	€ 402,73
2,2 tot 2,3	12	€ 495,13
2,4 tot 2,5	13	€ 587,40
2,6 tot 2,7	14	€ 679,80
2,8 tot 3	15	€ 772,20
3,1 tot 3,2	16	€ 1.011,38
3,3 tot 3,4	17	€ 1.250,96
3,5 tot 3,6	18	€ 1.490,28
3,7 tot 3,9	19	€ 1.729,20
4 tot 4,1	20	€ 1.968,52
vanaf 4,2 tot...	vanaf 20 tot ...	telkens + € 107,18 per PK hoger dan 20 PK

Bron: (Vlaamse Belastingdienst, 2014)

Tabel 6 geeft weer welk bedrag een gezin aan JVB betaalt naargelang het gezinsinkomen. Opnieuw verwijst ik naar Appendix 1 voor meer informatie over de berekeningswijze hiervan. Voor de overheid leveren deze JVB-betalingen een bedrag van € 1 011 011 790.79 aan inkomsten op.

**Tabel 6: JVB per gezin naargelang inkomen**

Inkomenscategorie	JVB per gezin (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	61.46
<b>2: € 1000 – 2000</b>	262.18
<b>3: € 2000 – 3000</b>	428.00
<b>4: € 3000 – 4000</b>	547.65
<b>5: € 4000 – 5000</b>	618.94
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	714.87

Bron: (1): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, p. 29; Cornelis, et al., 2012, p. 39; Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance, 2014; Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 56)

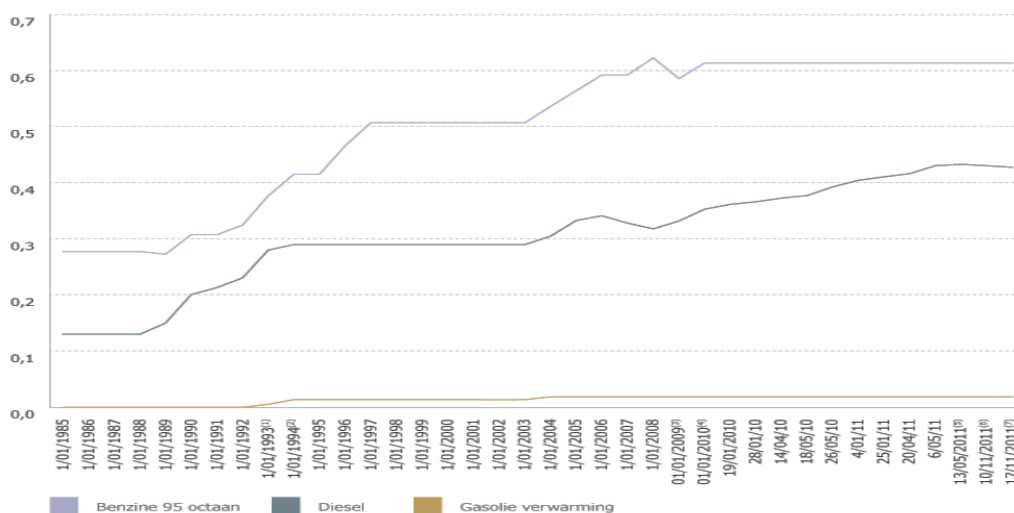
### 3.3. Heffingen en bijdragen op brandstof

Op de brandstoffen die de wagen gebruikt (laat ons het voor de eenvoud bij benzine en diesel houden) heft de federale overheid accijnsheffingen. Het gaat om de gewone en de bijzondere accijns, en de energiebijdrage. (Algemene Administratie van de Douane en Accijnzen, 2013, p. 16; FOD Financiën (1))

Diesel en benzine zijn accijnsproducten die op communautair vlak geharmoniseerd zijn. Dit betekent dat de regelgeving en toepassing rond accijnzen op diesel en benzine in de lidstaten van de Europese Unie uniform is. De specifieke tarieven kunnen wel van land tot land verschillen. Op dit soort accijnsproducten is een gewone en een bijzondere accijns van toepassing. De gewone accijns is de gemeenschappelijke accijns in de Belgische-Luxemburgse Economische Unie. De bijzondere accijns is op nationaal Belgisch vlak bepaald. (FOD Financiën (1); Aerts, 2006, p. 19; Exsu BVBA)

Figuur 7 geeft de evolutie van de accijnstarieven op diesel en benzine in België weer van 1985 tot 2011.<sup>10</sup> Tabel 7 toont voor de jaren 2008 tot en met 2013 de ontvangsten van de Belgische Staat uit accijnzen op benzine en diesel. Deze omvatten zowel de gewone en de bijzondere accijns als de energiebijdrage. In de tabel is ook een correctieterm opgenomen. Deze term geeft de teruggave weer aan bepaalde categorieën vervoerders die een deel van de accijnzen op de door hen verbruikte diesel mogen terugvorderen. Uit Tabel 7, tezamen met de accijnstarieven in Figuur 7, blijkt duidelijk dat in België het aandeel van diesel als transportbrandstof is toegenomen. (Belgische Petroleumfederatie (4); Gabriëls & Co; UPTR, 2013)

**Figuur 7: Evolutie van de accijnstarieven in België (€/liter)**



Bron: (Belgische Petroleumfederatie (3))

<sup>10</sup> Van 2003 tot 2011 maakte de regering regelmatig gebruik van het positieve en negatieve klijksysteem. Het positieve klijksysteem zorgt voor een verhoging van de bijzondere accijns op brandstof als de maximumprijs van de brandstof onder een bepaalde drempel zakt. Het negatieve klijksysteem werkt precies omgekeerd: als de maximumprijs stijgt tot boven een bepaald niveau, dalen de accijnzen. De maximumprijs van de brandstoffen wordt dagelijks bepaald door de FOD Economie overeenkomstig de zogenaamde programmaovereenkomst tussen de Belgische Staat en de Belgische Petroleumfederatie. Bij deze berekening houdt de FOD Economie rekening met de prijzen van afgewerkte olieproducten op de internationale markten en met de wisselkoers van de Amerikaanse dollar t.o.v. de Euro. (Belgische Petroleumfederatie (5); Belgische Petroleumfederatie (6); Belgische Petroleumfederatie (7); UPTR, 2013)

Tabel 7: Accijnsontvangsten op brandstoffen in België in miljard €

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Benzine</b>	1,16	1,03	1,09	0,96	0,94	0,94
<b>Diesel</b>	2,68	2,71	3,30	3,42	3,35	3,28
<b>Correctie (incl. professionele diesel)</b>				-0,16	-0,12	-0,18
<b>Totaal</b>	3,84	3,74	4,39	4,22	4,17	4,04

Bron: (Belgische Petroleumfederatie (4)) op basis van FOD Financiën, Douane & Accijnzen

Naast deze accijnzen en de energiebijdrage, zijn ook nog de Apetra- en Bofasbijdragen verschuldigd op het gebruik van diesel en benzine. Apetra (Agence de Pétrole-Petroleum Agentschap) is het Belgische agentschap dat instaat voor het beheren van de nationale veiligheidsvoorraad van olie. Volgens overeenkomsten op Europees niveau is elke EU-lidstaat ertoe verplicht een strategische oliereserve te voorzien overeenkomstig het binnenlandse verbruik van 90 dagen. Tabel 8 geeft de Apetrabijdragen zoals ze van toepassing zijn tussen 1 april en 30 juni 2015. De Apetrabijdragen worden rechtstreeks doorgerekend aan de consument en worden elk trimester geïndexeerd. (Belgische Petroleumfederatie (1); Belgische Petroleumfederatie (2))

De Bofasbijdragen zijn bestemd voor het bodemsaneringsfonds (Bofas) dat instaat voor de bodemsanering van tankstations. Bofas wordt deels gefinancierd door de petroleumsector en deels door de gebruiker van de brandstof. De tarieven zoals vermeld in Tabel 8 geven deze opsplitsing van de totale bijdrage per 1000 l weer. (Aerts, 2006, p. 25; Belgische Petroleumfederatie (2); FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie (1))

Tabel 8: Bijdragen Apetra, Fapetro en Bofas in € / 1000 l

Brandstoftype	Apetra	Bofas petroleumsector	Bofas consument
<b>Benzine</b>	7,23	5,20	3,22
<b>Diesel</b>	8,06	3,20	1,97

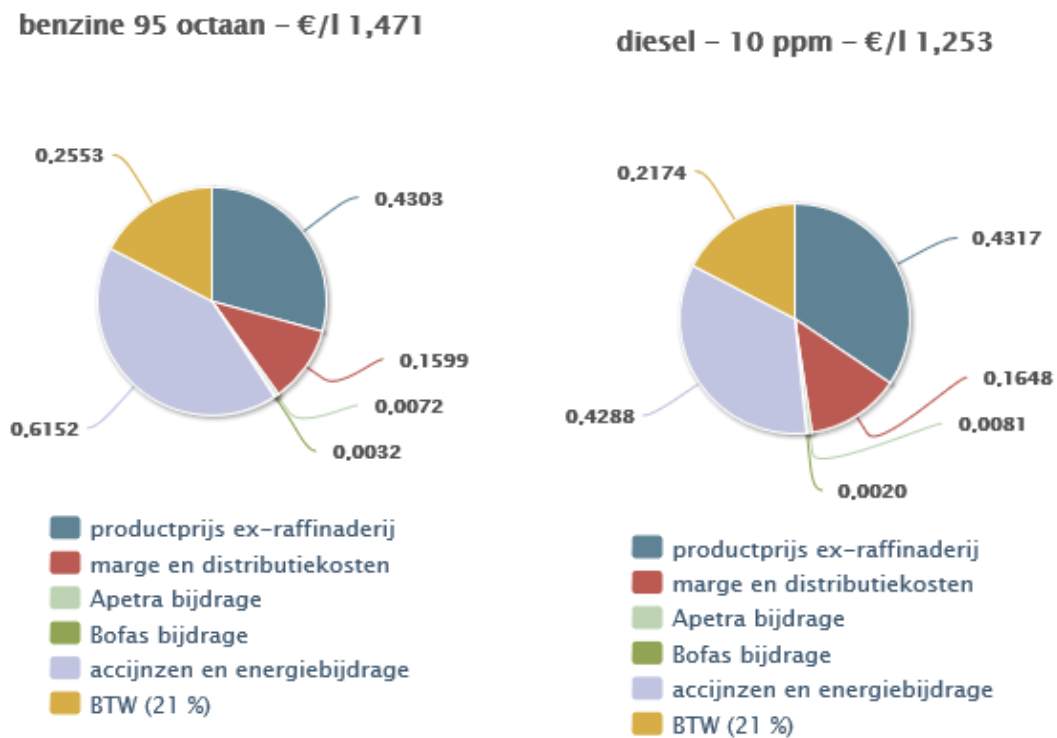
Bron: (Apetra; FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie (1); FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie (2), 2006)

Ten slotte is er ook nog een BTW-tarief van 21% van toepassing op de totale brandstofprijs. Deze totale brandstofprijs omvat alle hierboven reeds vermelde heffingen. (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 36; Belgische Petroleumfederatie (6))



Figuur 8 geeft voor benzine 95 en voor diesel de maximumprijs weer zoals die vastgesteld was op 11 april 2015. De taartdiagrammen geven de elementen weer waaruit deze maximumprijs voor de consument is opgebouwd. Naast de productieprijs ex-raffinaderij, de marge en de distributiekosten, is het aandeel van de accijnzen, bijdragen en BTW duidelijk aangegeven. Deze diagrammen tonen aan dat voor benzine meer dan de helft en voor diesel nagenoeg de helft van de maximumverkoopprijs bestaat uit allerlei belastingen.

Figuur 8: Samenstelling maximumprijs brandstof



Bron: (Belgische Petroleumfederatie (2))

Tabel 9 geeft weer welk bedrag een typisch gezin uit elke inkomenscategorie jaarlijks betaalt aan brandstofheffingen. De tabel geeft de heffingen weer exclusief BTW. Meer informatie is beschikbaar in Appendix 1. De gemiddelde brandstofheffing per 100 voertuigkilometer bedraagt € 2.72. De overheid haalt jaarlijks € 1 290 556 005.49 aan inkomsten uit deze heffingen.

Tabel 9: Brandstofheffingen per jaar per gezin naargelang inkomen

Inkomenscategorie	Brandstofheffing per jaar (€)
1: € 0 - 1000	39.12
2: € 1000 – 2000	244.62
3: € 2000 – 3000	555.60
4: € 3000 – 4000	763.53
5: € 4000 – 5000	933.19
6: € 5000 – 10 000	1 217.11

Bron: (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, pp. 29 en 57-58; Cornelis, et al., 2012, p. 39; Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance, 2014; Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 40)

### 3.4. Belasting op Toegevoegde Waarde (BTW)

De Belasting op Toegevoegde Waarde is verschuldigd op de aankoopprijs van de wagen, op de aankoopprijs van de brandstof (inclusief andere heffingen, zie hiervoor) en op de prijs van onderhoud. Bij aankoop van een nieuwe wagen betaalt de koper normaal gezien een BTW-tarief van 21% op de aankoopprijs. Enkel bij aankoop van een nieuwe personenwagen door een mindervalide geldt een BTW-percentages van 6%. Indien men echter een tweedehandswagen aankoopt bij een particulier is er helemaal geen BTW verschuldigd. De aankoop van een occasie wagen bij een handelaar genereert wel een BTW-verplichting van 21% op de verkoopprijs of op de winstmarge van de verkoper. (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 46; FOD Financiën (1))

De BTW is echter geen echte verkeersbelasting. Het gaat eerder om een algemene belasting op consumptie. Daarom heb ik ervoor gekozen om de BTW buiten beschouwing te laten bij het bepalen of de huidige taxatie progressief dan wel degressief is (zie verder). De BTW op de aankoopprijs vormt echter wel een onderdeel van de vaste kosten die een auto-eigenaar heeft. Naar analogie hiermee maakt ook de BTW op de aangekochte brandstof en het onderhoud deel uit van de relevante variabele kosten van autogebruik. Tabel 10 geeft een overzicht van de gemiddelde BTW per 100 voertuigkilometer. Uitgebreidere gegevens zijn terug te vinden in Appendix 1.

Tabel 10: BTW

BTW-categorie	
Gemiddelde BTW op aankoopprijs in € (2013) per 100 voertuigkilometer	2.65
Gemiddelde BTW op brandstof in € (2013) per 100 voertuigkilometer	1.57
Gemiddelde BTW onderhoud in € (2013) per 100 voertuigkilometer	0.01
<b>Gemiddelde totale BTW in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>4.23</b>

Bron: op basis van (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 34-68)

### 3.5. Huidige taxatie: progressief of degressief?

Op basis van de gegevens over BIV, JVB en brandstofheffingen tezamen met informatie over de gemiddelde gezinsinkomens per inkomenscategorie, is het mogelijk te bepalen of het huidige systeem met BIV, JVB en brandstofheffingen progressief dan wel degressief is. Tabel 11 geeft weer welk percentage van het inkomen een gezin uit elke inkomenscategorie gemiddeld per jaar betaalt aan BIV, JVB en brandstofheffingen<sup>11</sup>. De verschillen in dit percentage tussen de verschillende inkomenscategorieën (met uitzondering van de laagste inkomenscategorie) zijn relatief klein. Dit kan deels verklaard worden door de vereenvoudigende assumpties waartoe ik bij gebrek aan meer gedetailleerde gegevens genoodzaakt was. Het gaat dan met name om de assumptie dat elke inkomenscategorie gemiddeld gezien hetzelfde type wagen met dezelfde aankoopfrequentie aanschaft. Als we er bijvoorbeeld vanuit zouden gaan dat rijkere gezinnen gemiddeld gesproken krachtigere wagens aankopen met een hogere aankoopfrequentie, is het zeer waarschijnlijk dat het aandeel dat deze rijkere gezinnen aan belastingen betalen, zou toenemen.

Uit Tabel 11 blijkt dat gezinnen uit de laagste inkomenscategorie procentueel t.o.v. hun inkomen het minst belastingen betalen en gezinnen uit de derde inkomenscategorie (inkomen tussen € 2000 en € 3000) het meest. Het is niet mogelijk een eenduidige conclusie te trekken uit Tabel 11 m.b.t. de progressiviteit dan wel degressiviteit van de huidige belastingen. Tot een gezinsinkomen tussen € 2000 en € 3000 gedragen de belastingen zich progressief. Naar hogere inkomens toe zien we een licht degressieve trend. Dit betekent dat naarmate het inkomen stijgt, gedragswijzigingen ervoor zorgen dat de betaalde transportbelastingen meer dan proportioneel t.o.v. de inkomsten stijgen over de inkomenscategorieën 1 tot 3. Als het gezinsinkomen echter toeneemt over de hogere categorieën, nemen de betaalde transportbelastingen minder dan proportioneel toe met het inkomen. We kunnen stellen dat de middenklasse proportioneel gezien de grootste lasten draagt.

<sup>11</sup> Het gaat hier om alle brandstofheffingen die een gezin betaalt (op de brandstof gebruikt voor de afgelegde afstanden op autosnelwegen regionale én gemeentelijke wegen; dit is van belang naar het vervolg van deze thesis toe).

Tabel 11: Aandeel in het gezinsinkomen jaarlijks betaald aan BIV, JVB en brandstofheffingen

Inkomenscategorie	Totaal BIV + JVB + brandstofheffingen nu per gezin (€)	Gemiddeld inkomen per jaar (€)	BIV + JVB + brandstofheffingen t.o.v. jaarinkomen
<b>1: € 0 - 1000</b>	119.30	8 244.00	1.45%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	586.66	17 494.00	3.35%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	1 113.97	29 565.43	3.77%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	1 477.99	41 994.00	3.52%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	1 740.66	53 994.00	3.22%
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	2 149.72	89 994.00	2.39%

In het licht van de verschillende scenario's van rekeningrijden die in het vervolg van deze thesis uitgewerkt worden, is het nuttig een blik te werpen op meer uitgesplitste gegevens. Tabel 12 geeft het relatief aandeel weer van BIV en JVB alleen in het gezinsbudget. Tabel 13 toont het aandeel in het gezinsinkomen dat jaarlijks besteed wordt aan brandstofheffingen. De tendensen die uit Tabel 12 en Tabel 13 naar voren komen, zijn gelijkaardig aan deze die ook in Tabel 11 te zien zijn. Opvallend is dat armere gezinnen duidelijk meer getroffen worden door BIV en JVB dan door de brandstofheffingen. Dit is te wijten aan het forfaitaire karakter van de BIV en JVB. Deze 2 belastingen hangen enkel af van het aantal wagens dat men bezit. Ze zijn onafhankelijk van het aantal gereden kilometer, terwijl er wel een duidelijk verband bestaat tussen brandstofheffingen en afgelegde afstand. Vermits gezinnen met een hoger inkomen typisch meer kilometers met de wagen rijden, betalen zij meer brandstofbelastingen dan armere gezinnen. Rijkere gezinnen bezitten ook meer wagens dan armere gezinnen, doch het verschil tussen de inkomenscategorieën in termen van afgelegde afstand is veel groter dan in termen van wagenbezit (zie ook Tabel 3).

Tabel 12: Aandeel in het gezinsinkomen jaarlijks betaald aan BIV, JVB

Inkomenscategorie	BIV+JVB per jaar per gezin (€)	Gemiddeld inkomen per jaar (€)	BIV + JVB t.o.v. jaarinkomen
<b>1: € 0 - 1000</b>	80.18	8 244.00	0.97%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	342.04	17 494.00	1.96%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	558.37	29 565.43	1.89%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	714.46	41 994.00	1.70%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	807.47	53 994.00	1.50%
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	932.61	89 994.00	1.04%

Tabel 13: Aandeel in het gezinsinkomen jaarlijks betaald aan brandstofheffingen

Inkomenscategorie	Brandstofheffingen per jaar per gezin (€)	Gemiddeld inkomen per jaar (€)	Brandstofheffingen t.o.v. jaarinkomen
<b>1: € 0 - 1000</b>	39.12	8 244.00	0.47%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	244.62	17 494.00	1.40%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	555.60	29 565.43	1.88%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	763.53	41 994.00	1.82%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	933.19	53 994.00	1.73%
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	1 217.11	89 994.00	1.35%

## 4. Kosten van autogebruik

### 4.1. Variabele en vaste kosten

Los van belastingen, zijn er heel wat kosten verbonden aan de aankoop en het gebruik van de wagen. In Appendix 1 is een uitgebreid overzicht opgenomen van de samenstelling van variabele en vaste kosten (exclusief tijdskosten). Tabel 14 vat de conclusies samen. Het blijkt dat de gemiddelde totale variabele kost per 100 voertuigkilometer € 9.07 bedraagt. De vaste kosten heb ik uitgesplitst in de kosten voor de aankoop van de wagen en de jaarlijks terugkerende vaste kosten (verzekering en keuring). Deze bedragen respectievelijk € 15.25 en € 3.11 per 100 voertuigkilometer. Tabel 15 geeft de bedragen weer die een gemiddeld gezin uit elke inkomenscategorie jaarlijks aan variabele en vaste kosten betaalt.

Tabel 14: Variabele en vaste kosten

Kostencategorie	
Gemiddelde totale variabele kost in € (2013) per 100 voertuigkilometer	9.07
Gemiddelde totale aankoopkost in € (2013) per 100 voertuigkilometer	15.25
Gemiddelde totale jaarlijks terugkerende vaste kost in € (2013) per 100 voertuigkilometer	3.11

Bron: op basis van (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 34-68)

Tabel 15: Totale jaarlijkse variabele kosten per gezin

Inkomenscategorie	Totale variabele kost per jaar (€)	Totale aankoopkost op jaarbasis (excl. BIV) (€)	Totale jaarlijks terugkerende vaste kost (excl. JVB) (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	130.56	219.46	44.71
<b>2: € 1000 – 2000</b>	816.39	1 372.24	279.57
<b>3: € 2000 – 3000</b>	1 854.26	3 116.75	634.99
<b>4: € 3000 – 4000</b>	2 548.23	4 283.21	872.64
<b>5: € 4000 – 5000</b>	3 114.46	5 234.96	1 066.54
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	4 062.01	6 827.65	1 391.03

## 4.2. Tijdskosten

Typisch voor de transportmarkten is dat de prijs voor deze diensten voor een groot deel uit tijdskosten bestaat. Vandaar ook het belang te werken met gegeneraliseerde prijzen. De tijdskosten kunnen berekend worden aan de hand van een concreet bedrag dat de waarde van tijd uitdrukt. Deze tijdswaardering is opgenomen in Tabel 16. Vanzelfsprekend gaat het hier over gemiddelde waarden. Het is immers zo dat de waarde van tijd sterk kan verschillen van individu tot individu. Daarbovenop zijn er ook verschillen in de waarde van tijd naargelang het doel en de omstandigheden van de trip.

Tabel 16: Waarde van tijd

Tijdvak	Waarde van tijd (€/uur/voertuig)
Spits	14.60
Dal	12.28

Bron: (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 88)

Op basis van gemiddelde huidige reistijden (zie Appendix 1) op elk type weg in spits- en dalperiodes kon ik de tijdskosten berekenen die weergegeven zijn in Tabel 17. Ik ga uit van 2 wegtypes (autosnelweg en regionale weg) en 2 tijdvakken (spits en dal). Daarnaast maak ik nog een onderscheid tussen weekdays en zaterdag-, zon- en feestdagen. Op weekdays zijn er spits- en dalperiodes terwijl ik ervan uitga dat zaterdagen, zondagen en feestdagen volledig bestaan uit dalperiodes. De gehele dag wordt beschouwd als een dalperiode met dezelfde karakteristieken als de dalperiode op weekdays.

Tabel 17: Huidige tijdskosten (€/100 km/voertuig)

Tijdskosten (€/100 km/voertuig)		
Autosnelweg		
	Weekdag	Zaterdag, zon- en feestdagen
Spits	16.38	
Dal	12.95	12.95
Regionale weg		
	Weekdag	Zaterdag, zon- en feestdagen
Spits	31.63	
Dal	25.59	25.59

Bron: eigen berekeningen o.b.v. (Maerivoet & Yperman, 2008; Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010)

### 4.3. Externe kosten

Het doel van rekeningrijden is om door internalisering van externe kosten te komen tot een maatschappelijk verantwoord verkeersvolume. Om de externe kosten te kunnen internaliseren, moeten we de externe kosten eerst kwantificeren. In deze thesis houd ik rekening met 2 verschillende soorten externe kosten, namelijk externe congestiekosten en externe milieukosten (luchtvervuiling en klimaatverandering). Tabel 18 geeft de geïndexeerde marginale externe congestiekosten (MECK) weer bij het verkeersvolume in 2008<sup>12</sup>.

Tabel 18: Marginale Externe Congestiekosten

		MECK (€/100 km)	
Weekdagen	Spits	Autosnelweg	3.04
		Regionale weg	5.68
	Dal	Autosnelweg	2.62
		Regionale weg	3.33
Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Autosnelweg	2.62
		Regionale weg	3.33

Bron: op basis van (Delhay, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 95)

De tweede beschouwde soort externe kosten, marginale externe milieukosten (MEMK), omvat de kosten van luchtvervuiling en klimaatverandering. Deze MEMK zijn onafhankelijk van het verkeersvolume. Uit Tabel 19 blijkt duidelijk dat de MEMK voor dieselwagens gevoelig hoger is dan voor benzine-wagens. Dit wordt echter niet gereflecteerd in de aandelen van beide types wagens in het totale wagenpark, waardoor de MEMK hoger zijn dan indien er meer benzine- en minder dieselwagens zouden zijn. Merk op dat de MEMK minder dan de helft bedragen van de huidige brandstofheffingen. In werkelijkheid zijn de MEMK sterk afhankelijk van de plaats en het tijdstip van de rit. Binnen het empirisch model in het vervolg van deze thesis is het echter meer aangewezen gebruik te maken van één bedrag dat de verschillen in MEMK uitmiddelt. De marginale externe congestiekosten zullen in het empirisch model dienen als basis voor het vaststellen van de tarieven in het systeem van rekeningrijden. De marginale externe milieukosten geven een indicatie van de sociaal optimale brandstofheffingen.

<sup>12</sup> In deze thesis beschouw ik dit als gelijk aan het huidige verkeersvolume. Delhay, De Ceuster en Maerivoet splitsen de autosnelwegen nog op in snelwegen binnen en buiten de Vlaamse ruit. Ik gebruik de MECK op autosnelwegen buiten de Vlaamse ruit hier als proxy voor de MECK op alle autosnelwegen. Op de autosnelwegen blijkt het verschil in MECK tussen spits en dal relatief klein. Dit is het gevolg van de gebruikte schattingsmethodes op basis van geaggregeerde gegevens door Delhay, De Ceuster en Maerivoet.

Tabel 19: Marginale Externe Milieukosten

	MEMK (€/100 km)
MEMK in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzine­wag­en	0.82
MEMK in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor diesel­wag­en	1.33
Aandeel benzine­wag­en in aantal km	0.22
Aandeel diesel­wag­en in aantal km	0.78
<b>Gemiddelde externe milieukosten in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>1.22</b>

Bron: op basis van (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 106)

## 5. Verdeling voertuigkilometers naargelang dag, tijdstip en wegtype

Een systeem van rekeningrijden hanteert idealiter variabele tarieven afhankelijk van dag, tijdstip en wegtype. De bedoeling is de verkeersvolumes op elk moment en op elke plaats aan te passen in de richting van het sociale optimum. Hier bekijken we eerst de huidige verkeerssituatie. Tabel 20 geeft weer welke opdeling ik in deze thesis hanteer. Jaarlijks ga ik uit van 240 werkdagen en 125 zaterdag, zon- en feestdagen. In Tabel 21 is aangegeven welke periodes ik beschouw als spits en dal.

Tabel 20: Opdeling wegtypes, dagtypes en tijdvakken

	Deze thesis
<b>Wegtypes</b>	Autosnelweg Regionale weg
<b>Dagtypes</b>	Weekdag Zaterdag, zon- of feestdag
<b>Tijdvakken</b>	Spits Dal

Bron: gebaseerd op (Maerivoet & Yperman, 2008)

Tabel 21: Tijdvakken

	Weekdag	Zaterdag, zon- en feestdagen
	Spits	Dal
	6u-9u en 16u-19u	19u-6u en 9u-16u
		Dal
		Heel de dag

Bron: gebaseerd op (Maerivoet & Yperman, 2008)

Op basis van het onderzoek van Maerivoet en Yperman (2008) heb ik voor elke combinatie van dagtype, wegtype en tijdvak het procentuele aandeel in het totale jaarlijkse verkeersvolume berekend. Tabel 22 geeft de resultaten van deze berekening weer. Ik ga uit van de veronderstelling dat de verdeling van verkeersvolumes van een gezin over de verschillende dag- en wegtypes en tijdvakken onafhankelijk is van het gezinsinkomen. Tabel 23 toont het zelf



berekende verkeersvolume van personenwagens in Vlaanderen per dagtype, wegtype en tijdvak.<sup>13</sup>

Tabel 22: Procentuele aandeel jaarlijks verkeersvolume per dagtype, wegtype en tijdvak

	Werkdag		Zaterdag, zon- en feestdagen
	Spits	Dal	Dal
<b>Autosnelwegen</b>	9%	14%	8%
<b>Regionale wegen</b>	13%	20%	11%
<b>Gemeentelijk</b>	7%	11%	6%

Bron: gebaseerd op (Maerivoet & Yperman, 2008)

Tabel 23: Verkeersvolume personenwagens in Vlaanderen per dagtype, wegtype en tijdvak (voertuigkm/u)

	Werkdag		Niet-werkdag
	Spits	Dal	Dal
<b>Autosnelwegen</b>	3 042 882.36	1 559 486.80	1 209 305.75
<b>Regionale wegen</b>	4 312 207.69	2 206 084.29	1 706 518.57
<b>Gemeentelijk</b>	2 452 405.63	1 254 567.75	970 518.01

### III. Rekeningrijden: analytisch model

Uit het theoretische gedeelte van deze thesis, was reeds duidelijk dat er veel verschillende manieren zijn om rekeningrijden in te voeren. De essentie is echter het variabiliseren van tarieven naar plaats en ruimte. In deze thesis ga ik uit van de situatie dat de overheid rekeningrijden zou invoeren in Vlaanderen. Ze heft een gedifferentieerde tol op het gebruik van autosnelwegen en regionale wegen die bovendien niet gelijk is in spits- en dalperiodes. Op gemeentelijke wegen wordt geen tol geheven. Verder ga ik ervan uit dat het verkeer op gemeentelijke wegen niet beïnvloed wordt door het invoeren van tol op autosnelwegen en regionale wegen. Daarbovenop veronderstel ik dat de overheid de inkomsten uit de tolheffingen gebruikt om de bestaande belastingen op vervoer (BIV, JVB en eventueel brandstofheffingen) te verlagen. De overheid voert rekeningrijden in op budgetneutrale wijze. Dit betekent m.a.w. dat BIV, JVB en brandstofheffingen in meerdere of mindere mate zullen verminderen en dat de inkomsten die de overheid hierdoor misloopt, gecompenseerd zullen worden door de inkomsten uit tolheffing. Hiermee speel ik in op het feit dat de aanvaardbaarheid van rekeningrijden toeneemt als de inkomsten gebruikt worden om andere autobelastingen te verlagen.

<sup>13</sup> Ik veronderstel dat Vlaamse personenwagens enkel in Vlaanderen rijden en maak abstractie van buitenlands verkeer en vrachtwagens. In 2008 vertegenwoordigden Belgische personenwagens in België 96% van het verkeersvolume aan personenwagens en 75% van het totale. (Eurostat, 2014)

## 1. Bepaling tarieven

### 1.1. Theoretisch optimale tariefbepaling

De hiervoor beschreven hypothetische situatie kan eenvoudig beschreven worden door een welvaartsoptimalisatie onder budgetbeperking. De overheid zal immers proberen de tarieven zo vast te stellen dat de welvaart van de Vlaamse bevolking gemaximaliseerd wordt onder de beperking voldoende ontvangsten te verkrijgen om de gemiste inkomsten t.g.v. de verlaging van BIV, JVB en brandstofbelastingen te compenseren.

In het eerste theoretische gedeelte van deze thesis, heb ik grafisch aangetoond dat het *first best* optimum impliceert dat de gestelde toltarieven precies gelijk moeten zijn aan de marginale externe kosten in het optimum (zie Figuur 2). Als de overheid echter rekening moet houden met een bepaalde budgetbeperking, moeten we overstappen naar een *second best* analyse.<sup>14</sup> De probleemstelling is een duidelijk voorbeeld van de situatie waar Ramsey vanuit ging bij het uitwerken van hetgeen we nu kennen als Ramsey-prijszetting. (Ramsey, 1927)

Oum en Tretheway bouwden verder op Ramsey's werk. Hun analyse vertrekt vanuit een sociale welvaartsfunctie die gemaximaliseerd moet worden met betrekking tot de prijzen inclusief taks van de betrokken goederen. Net zoals Ramsey houden Oum en Tretheway geen rekening met verdelingsaspecten. Zij gaan m.a.w. uit van een gelijk marginaal sociaal nut voor elke bevolkingsgroep. In het kader van deze thesis kunnen we ons afvragen of dit wel realistisch is. Om echter rekening te kunnen houden met verdelingsaspecten in de sociale welvaartsfunctie, hebben we een specifieke welvaartsfunctie nodig. Dit valt buiten het bestek dit thesiswerk. Concreet stellen Oum en Tretheway het probleem als volgt<sup>15</sup>: (Oum & Tretheway, 1988)

---

<sup>14</sup> Ik beschouw in deze thesis enkel de markt voor voertuigkilometers zonder daarbij bijvoorbeeld de effecten op de arbeidsmarkt in beschouwing te nemen. Het gaat hier m.a.w. om een *partial equilibrium model*.

<sup>15</sup> Deze algemene formulering van de te maximeren functie sluit het rekening houden met verdelingsaspecten in feite nog niet uit. We maken pas abstractie van verdelingsaspecten wanneer we een gelijk marginaal sociaal nut voor elke bevolkingsgroep veronderstellen.

$$Max_{P_j} L = SB(X_1, \dots, X_n) - SK(X_1, \dots, X_n) + \lambda \left[ \sum_{j=1}^n P_j X_j - PK(X_1, \dots, X_n) - K \right]$$

$SB(X_1, \dots, X_n) =$  Sociale batenfunctie

$SK(X_1, \dots, X_n) =$  Sociale variabele kostenfunctie

$X_j =$  Hoeveelheden van elk goed

$P_j =$  Prijzen inclusief taks van elk goed

$PK(X_1, \dots, X_n) =$  Private variabele kostenfunctie

$K =$  Budgetbeperking

$\lambda =$  Lagrangemultipliator; schaduwprijs van de budgetbeperking

In tegenstelling tot Ramsey veronderstellen Oum en Tretheway geen gelijkheid tussen de sociale en de private (marginale) kosten omwille van externaliteiten. Als uiteindelijke formule ter bepaling van de prijzen inclusief taks bekomen zij: (Oum & Tretheway, 1988)

$$\frac{P_i - MPK_i - \frac{1}{1+\lambda} MEK_i}{P_i} = \frac{-\lambda}{1+\lambda} \frac{1}{\varepsilon_{ii}} - \sum_{j \neq i} \frac{\varepsilon_{ji}}{\varepsilon_{ii}} * \frac{P_j X_j}{P_i X_i} * \left( \frac{P_j - MPK_j - \frac{1}{1+\lambda} MEK_j}{P_j} \right)$$

$MPK_i =$  Marginale private kost van goed  $i$

$MEK_i =$  Marginale externe kost van goed  $i$

$\varepsilon_{ji} =$  kruiselingse prijselasticiteit

$\varepsilon_{ii} =$  eigen prijselasticiteit

Deze formule laat toe om, gebruik makend van een geschikt softwarepakket, de optimale tolheffingen te bepalen rekening houdend met externaliteiten, budgetneutraliteit en onderlinge afhankelijkheid van de vraag naar bepaalde goederen. Indien we de vraag naar bepaalde goederen onafhankelijk van elkaar zouden veronderstellen, zijn de kruiselingse elasticiteiten ( $\varepsilon_{ji}$ ) gelijk aan nul. De tweede term in het rechterlid valt dan weg. In dat geval zien we duidelijk het effect van een budgetbeperking op de optimale prijszetting. Als de budgetbeperking erg belangrijk is t.o.v. de gegenereerde externaliteiten ( $\lambda \rightarrow \infty$ ), dan reduceert bovenstaande formule tot Ramsey's oorspronkelijke inverse elasticity rule<sup>16</sup>. Als de budgetbeperking in verhouding tot de externaliteiten niet belangrijk is ( $\lambda \rightarrow 0$ ), is de optimale

<sup>16</sup> Appendix 2 bevat een beknopte bespreking van deze regel.

prijs inclusief taks precies gelijk aan de som van marginale private en externe kosten (= marginale sociale kosten). Vermits Oum en Tretheway ervan uitgingen dat de prijzen exclusief taks de marginale private kosten weerspiegelen, dekt de optimale heffing in dat geval precies de marginale externe kosten. We bevinden ons dan terug in de grafisch weergegeven theoretische startsituatie waarmee deze thesis aanving. (Oum & Tretheway, 1988)

De overheid beïnvloedt de prijzen ( $P_i$ ) uiteraard slechts indirect via het aanrekenen van heffingen bovenop de private prijzen. Daarom vormen we bovenstaande formule (bij  $\varepsilon_{ii} = 0$ ) om tot een formule waaruit de optimale taksen ( $t_i$ ) afgeleid kunnen worden.

$$t_i = \frac{1}{\lambda + (1 + \lambda)\varepsilon_{ii}} (-\lambda MPK_i + \varepsilon_{ii} * MEK_i)$$

Ook uit deze formule komt duidelijk naar voren dat de optimale taks steeds meer de marginale externe kosten benadert naarmate de budgetbeperking minder bindend wordt ( $\lambda \rightarrow 0$ ).

## 1.2. Tariefbepaling proportioneel aan de marginale externe kosten

Bovenstaande formules leiden tot optimale tolheffing onder budgetbeperking indien aan de opgelegde voorwaarden voldaan is. De praktische implementatie van deze formules is in het kader van deze thesis echter problematisch. Dit is zeker het geval indien de kruiselingse prijselasticiteiten niet gelijk aan nul verondersteld worden en we uitgaan van verschillende bevolkingsgroepen (inkomenscategorieën). Daarom zal ik voor de empirische toepassingen in het vervolg van deze thesis gebruik maken van een veel eenvoudigere regel ("proportionele regel"), die echter niet tot volledig optimale tolheffing zal leiden<sup>17</sup>.

De proportionele regel vertrekt vanuit het theoretische *first best* resultaat dat stelt dat het tarief best precies gelijk is aan de marginale externe kosten. Door deze absoluut optimale regel toe te passen bij het vastleggen van de tolniveaus is er echter geen enkele garantie dat er aan de budgetbeperking van de overheid voldaan zal worden. Daarom gaat de proportionele regel ervan uit dat de overheid de tarieven zo kiest dat zij gelijk zijn aan de marginale externe kosten geschaald met een factor  $x$ . Of in formulevorm:

$$t_i = \frac{MEK_i}{x}$$

---

<sup>17</sup> Gebruik maken van de software Microsoft Excel laat me toe het model dat ik in deze thesis gebruik, helemaal zelf van de grond af op te bouwen en volledig te begrijpen. Meer gespecialiseerde software zou optimale tariefbepaling wel mogelijk maken. In dat geval zou ik echter niet meer in staat zijn het model zelf helemaal op te bouwen en de werking ervan binnen het kader van een thesis tot in de kleinste details te doorgronden.

Net zoals dat het geval is bij optimale tariefbepaling, zal ook volgens deze regel het gestelde tarief steeds meer de marginale externe kosten benaderen als de budgetbeperking minder stringent wordt ( $\lambda \rightarrow 0$  in de optimale formule is equivalent met  $x \rightarrow 1$  in de proportionele formule).

## 2. Formulering analytisch model

Bij de empirische toepassing van het analytisch model veronderstellen we dat de overheid 4 verschillende tarieven toepast, afhankelijk van het wegtype (autosnelweg/regionale weg) en het tijdstip (spits/dal). De formulering van dit volledige analytische model is relatief complex. Vandaar licht ik het analytische model toe in de veronderstelling dat er enkel tariefdifferentiatie is afhankelijk van het tijdstip van het weggebruik. Daarbovenop maak ik hier de assumptie dat de overheid BIV en JVB volledig afschaft, maar dat de brandstofheffingen in hun huidige vorm behouden blijven. Ten slotte worden ook de kruiselingse prijselasticiteiten voorlopig gelijk gesteld aan nul.

We vertrekken vanuit volgende gelijkheid: de inkomsten die de overheid momenteel haalt uit BIV en JVB (BIV + JVB) moeten gecompenseerd worden door de tolheffing op de verschillende momenten (i). De inkomsten uit de tolheffing zijn gelijk aan de som over alle momenten van de tol ( $t_i$ ) vermenigvuldigd met het totaal aantal voertuigkilometer dat op dat moment wordt afgelegd na het invoeren van rekeningrijden ( $V_{r,i}$ ).

$$\text{BIV} + \text{JVB} = \sum_i [t_i * V_{r,i}]$$

Het totaal aantal voertuigkilometers dat gereden wordt na invoeren van rekeningrijden, zal verschillen van hetgeen nu gereden wordt. Rekeningrijden beoogt immers precies om via de prijszetting een sturende invloed uit te oefenen op het gedrag van de weggebruikers. Er is echter wel een link met het huidige aantal afgelegde voertuigkilometers via de inkomens- en prijselasticiteiten van de vraag. Laat ons in 2 stappen van de huidige situatie naar deze met rekeningrijden gaan. We vertrekken vanuit het huidige aantal afgelegde kilometers. In een eerste stap schaffen we de BIV en JVB af. Dit komt overeen met een inkomenstoename voor de gezinnen<sup>18</sup>. Via de inkomenselasticiteit zal er een effect zijn op het aantal afgelegde kilometer. In een tweede stap voeren we rekeningrijden in. Op die manier verandert de

---

<sup>18</sup> Vermits ik uitga van het gemiddeld aantal km dat een gezin in een bepaalde inkomenscategorie rijdt, zitten hier ook de gezinnen zonder wagen bij (rijden dus niet) en kan ik uitgaan van een inkomenstoename voor het gemiddelde gezin uit een bepaalde inkomenscategorie.

variabele kost van een rit. Via de prijselasticiteit kunnen we bepalen hoe het verkeersvolume verandert.

Volgende 2 formules geven bovenstaande redenering in omgekeerde volgorde weer. Het verkeersvolume na invoeren van rekeningrijden ( $V_{r,i}$ ) is gelijk aan het hypothetisch verkeersvolume na afschaffen van BIV en JVB maar voor het invoeren van rekeningrijden ( $V_{a,i}$ ) plus de verandering in verkeersvolume die voortkomt uit de tolheffing ( $dV_{r,i/i}$ )<sup>19</sup>. Deze verandering is op haar beurt gelijk aan het hypothetisch verkeersvolume na afschaffen van de huidige belastingen vermenigvuldigd met de eigen prijselasticiteit ( $\varepsilon_i$ ) en de procentuele verandering (toename) van de variabele kosten ( $\frac{t_i+dv_i}{v_i}$ )<sup>20</sup>.

$$\begin{aligned} \text{BIV} + \text{JVB} &= \sum_i [t_i * (V_{a,i} + dV_{r,i/i})] \\ \text{BIV} + \text{JVB} &= \sum_i [t_i * (V_{a,i} + V_{a,i} * \varepsilon_i * \frac{t_i + dv_i}{v_i})] \\ \text{BIV} + \text{JVB} &= \sum_i [t_i * V_{a,i} * (1 + \varepsilon_i * \frac{t_i + dv_i}{v_i})] \end{aligned}$$

Het hypothetisch verkeersvolume na afschaffen van BIV en JVB maar voor het invoeren van rekeningrijden ( $V_{a,i}$ ) wordt bepaald door het huidige verkeersvolume ( $V_{0,i}$ ), de procentuele inkomstenstoeiname bij afschaffen van BIV en JVB ( $\frac{dI}{I_0}$ ) en de inkomenselasticiteit ( $ei$ ).

$$\text{BIV} + \text{JVB} = \sum_i [t_i * V_{0,i} * (1 + ei * \frac{dI}{I_0}) * (1 + \varepsilon_i * \frac{t_i + dv_i}{v_i})]$$

Tot hertoe hebben we nog geen enkele assumptie genomen wat betreft het bepalen van de tarieven. Om de vergelijking te kunnen oplossen is dat echter wel noodzakelijk. Ik veronderstel dat de tarieven proportioneel aan de MECK bepaald worden.

$$\text{BIV} + \text{JVB} = \sum_i \left[ \frac{\text{MECK}_i}{x} * V_{0,i} * (1 + ei * \frac{dI}{I_0}) * \left( 1 + \varepsilon_i * \frac{\frac{\text{MECK}_i}{x} + dv_i}{v_i} \right) \right]$$

<sup>19</sup> Vermits alle kruiselingse prijselasticiteiten hier nul verondersteld werden, gaat het enkel om een verandering van verkeersvolume t.g.v. de eigen prijs. In symbolen: een verandering van verkeersvolume op wegtype i op tijdstip j ten gevolge van het invoeren van een tarief op wegtype i op tijdstip j.

<sup>20</sup> Variabele kosten veranderen t.g.v. het invoeren van het tarief ( $t_i$ ) en de verandering in tijdskosten ( $dv_i$ ) doordat het verkeersvolume verandert t.g.v. het heffen van tol.

Op die manier komen we tot een eenvoudige kwadratische vergelijking met als enige onbekende de schaalfactor  $x$ .

$$(BIV+JVB) * x^2 - \sum_i \left[ MECK_i * V_{0,i} * \left( 1 + e_i * \frac{dI}{I_0} \right) * \left( 1 + \varepsilon_i * \frac{dv_i}{v_i} \right) \right] * x - \sum_i \left[ MECK_i * V_{0,i} * \left( 1 + e_i * \frac{dI}{I_0} \right) * \left( \varepsilon_i * \frac{MECK_i}{v_i} \right) \right] = 0$$

Eens de waarde voor  $x$  bepaald is, kunnen de tarieven eenvoudigweg berekend worden via de proportionele regel. Inkomens- en prijselasticiteiten laten vervolgens toe de aanpassing in verkeersvolumes te berekenen. Vanuit kennis over de aangepaste verkeersvolumes en de geldende tarieven is het vervolgens mogelijk te bepalen welke inkomenscategorieën meer en welke minder belastingen betalen na het invoeren van rekeningrijden t.o.v. de huidige situatie. Ten slotte kunnen we vaststellen of het beschouwde systeem progressief dan wel degressief zou zijn.

### 3. Tijdskosten

MPK en MEK bestaan voor een groot deel uit tijdskosten. Uiteraard variëren de MPK en MEK afhankelijk van de verkeersdrukke. Het is echter net deze verkeersdrukke die we willen beïnvloeden door tolheffing in te stellen. Met andere woorden: de optimale heffing wordt bepaald door MPK en MEK, maar MEK en MPK zijn via het verkeersvolume (congestiefuncties) afhankelijk van deze optimale heffing. Met gespecialiseerde software is het geen probleem deze kringafhankelijkheid te vatten en het stelsel op te lossen naar de optimale heffingen. Omdat ik binnen het kader van deze thesis echter werk met Excel, ben ik genoodzaakt om uit te gaan van een aantal vereenvoudigingen, die ik zo dadelijk zal uitleggen.

De waarden die ik zal gebruiken voor de huidige marginale externe congestiekosten, werden reeds weergegeven in Tabel 18. De MPK bestaan enerzijds uit uitgaven voor aankoop van de wagen, brandstof, onderhoud, ... en anderzijds uit tijdskosten. Wat de uitgaven betreft, zal ik hier enkel rekening houden met de variabele. De reden hiervoor is dat de prijselasticiteiten waar ik gebruik van zal maken, gedefinieerd zijn ten opzichte van een verandering in de variabele kost van het autogebruik<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Ik beschouw de prijselasticiteiten als zijnde uitgedrukt t.o.v. de variabele gegeneraliseerde kosten (dus inclusief variabele tijdskosten).

### 3.1. Tijdskosten als deel van variabele kosten

Op basis van de geschatte congestiefuncties door Delhay, De Ceuster & Maerivoet (2010), kan ik het functioneel verband uitdrukken tussen de waarde van de rijtijd en het verkeersvolume. Onderstaande formule geeft dit verband weer: (Delhay, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 89-94)

$$T = T_{ff} * \left[ 1 + \alpha * \left( \frac{V}{C} \right)^\beta \right]$$

$T =$  tijdskost

$T_{ff} =$  tijdskost free flow

$\alpha, \beta, C =$  parameters congestiefunctie

$V =$  verkeersvolume

Vanuit deze formule is het mogelijk de waarde van de initiële rijtijd ( $T_0$ ) uit te drukken als functie van het initieel verkeersvolume ( $V_0 =$  huidige verkeersvolume zonder rekeningrijden).

$$T_0 = T_{ff} * \left[ 1 + \alpha * \left( \frac{V_0}{C} \right)^\beta \right]$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_0}{T_{ff}} - 1 = \alpha * \left( \frac{V_0}{C} \right)^\beta$$

Uiteraard kan ook het verkeersvolume na invoeren van rekeningrijden ( $T_1$ ) uitgedrukt worden als functie van het verkeersvolume op dat moment ( $V_1$ ).

$$T_1 = T_{ff} * \left[ 1 + \alpha * \left( \frac{V_1}{C} \right)^\beta \right]$$

Enkele verdere wiskundige bewerkingen laten toe het verband tussen  $T_1$ ,  $q_1$ ,  $q_0$  en  $T_0$  weer te geven.

$$T_1 = T_{ff} * \left[ 1 + \alpha * \left( \frac{V_1/V_0 * V_0}{C} \right)^\beta \right]$$

$$T_1 = T_{ff} * \left[ 1 + (V_1/V_0)^\beta * \alpha * \left( \frac{V_0}{C} \right)^\beta \right]$$

$$\frac{T_1}{T_{ff}} - 1 = (V_1/V_0)^\beta * \alpha * \left( \frac{V_0}{C} \right)^\beta$$



$$\frac{T_1}{T_{ff}} - 1 = \left( \frac{V_1}{V_0} \right)^\beta * \left( \frac{T_0}{T_{ff}} - 1 \right)$$

Uiteindelijk bekomen we volgende formule die ons toelaat rekening te houden met de veranderende tijdskost als het verkeersvolume verandert:

$$T_1 = T_{ff} * \left[ \left( \frac{V_1}{V_0} \right)^\beta \left( \frac{T_0}{T_{ff}} - 1 \right) + 1 \right]$$

De geschatte waarde van  $\beta$  bedraagt 1.74 voor autosnelwegen en 1.00 voor regionale wegen. De huidige kosten van de rijtijd werden reeds vermeld in Tabel 17. (Delhay, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 89-94)

### 3.2. Aanpassing marginale externe congestiekosten t.g.v. verkeersvolume

Op analoge wijze is het mogelijk de MECK na invoering van rekeningrijden in verband te brengen met de huidige MECK en de verschillende verkeersvolumes. Na volledige uitwerking bekomen we volgende formulering (zie Appendix 3): (Delhay, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 89-94)

$$MECK_1 = \left( \frac{V_1}{V_0} \right)^\beta * MECK_0$$

### 3.3. Praktische implementatie

T en MECK in het optimum hangen af van het verkeersvolume in het optimum. Dit verkeersvolume hangt af van de gestelde tarieven die op hun beurt afhankelijk zijn van T en MECK in het optimum. Het is onmogelijk om dit stelsel met Excel opgelost te krijgen. Ik voer de iteratie dus manueel uit.  $\alpha, \beta, C, T_0, T_{ff}$  en  $MECK_0$  zijn gekend uit de literatuur. Ik vertrek vanuit een arbitrair gekozen verhouding  $V_1/V_0$  (ik stel deze initieel gelijk aan 1<sup>22</sup>). Vervolgens reken ik het gehele model door en bekom ik een berekende verhouding  $V_1/V_0$ . Deze gebruik ik opnieuw als input. Zo ga ik door tot de ingevoerde en de uitgerekende verhouding tot op voldoende nauwkeurigheid ( $10^{-13}$ ) gelijk zijn. Op die manier houden de gestelde tarieven rekening met de tijdskosten en de MECK in het optimum.

Tijdskosten en MECK zijn uiteraard afhankelijk van weg- en tijdstip. De MECK op de autosnelweg in de spits zouden bijgevolg berekend moeten worden a.d.h.v. de verhouding tussen het verkeersvolume voor en na invoeren van rekeningrijden ( $V_1/V_0$ ) op de autosnelweg

---

<sup>22</sup> Veronderstelling van constante MECK.

in de spits. Een vereenvoudiging in deze thesis bestaat eruit dat ik voor  $V_1/V_0$  steeds uitga van de verhouding tussen het totale verkeersvolume over alle weg- en tijdstippen heen voor en na rekeningrijden.

#### 4. Elasticiteiten van de bevolkingsgroepen

Elasticiteiten geven weer hoe mensen hun gedrag aanpassen als reactie op een veranderende realiteit. De elasticiteiten die bij dit onderzoek van toepassing zijn, zijn inkomenselasticiteiten van de verschillende bevolkingscategorieën en de eigen en kruiselingse prijselasticiteiten die de aanpassing van verkeersvolumes ten gevolge van de verschillende tolheffingen bepalen.

Bij het berekenen van het gemiddeld aantal auto's per gezin per inkomenscategorie heb ik ook rekening gehouden met de gezinnen die geen auto bezitten. Daarom kunnen we het afschaffen of verminderen van BIV en JVB beschouwen als een inkomenstoename voor het gemiddeld gezin uit elke inkomenscategorie. Dit gemiddeld gezin beschouwen we dan als representatief voor alle gezinnen in die bepaalde inkomenscategorie. De reactie van de representatieve gezinnen voor elke inkomenscategorie op deze inkomenstoename in termen van aanpassing van het aantal kilometers dat zij op elk dag- en wegtype in dal en spits rijden, is afhankelijk van hun inkomenselasticiteiten en hun relatieve inkomenstoename.

De reactie op de gedifferentieerde tolheffing op het gebruik van de wegen, is afhankelijk van de eigen en kruiselingse prijselasticiteiten van de verkeersvolumes en de relatieve toename van de variabele kosten (inclusief tijdskosten) van het weggebruik.

##### 4.1. Inkomenselasticiteiten

De inkomenselasticiteit van de vraag naar voertuigkilometers geeft weer met hoeveel procent de vraag toeneemt indien het inkomen met 1% toeneemt. Graham & Glaister en Goodwin, Dargay & Hanly<sup>23</sup> schatten deze inkomenselasticiteit voor de bevolking als geheel in 2004 op basis van gegevens uit de UK. Hun schattingen staan weergegeven in Tabel 24. Basso en Oum bevestigen in 2007 de grootteorde van deze schattingen in hun review van verschillende empirische methodes die gebruikt werden om elasticiteiten te schatten. Ook de LIMOBEL-studie maakte gebruik van elasticiteiten van dezelfde grootteorde. Zoals gebruikelijk, maken deze studies een onderscheid tussen elasticiteiten op korte en op lange termijn. Op lange termijn kunnen mensen immers aanpassingen doen in hun gedrag en gewoontes die op korte

---

<sup>23</sup> Beide studies (meta-analyses van empirische studies sinds 1990) werden onafhankelijk van elkaar uitgevoerd in opdracht van het *UK Department of the Environment, Transport and the Regions* (nu gekend als *Department for Transport*), maar komen tot dezelfde bevindingen.

termijn niet haalbaar zijn. In deze thesis ben ik vooral geïnteresseerd in de impact op korte termijn, zodat ik gebruik zal maken van de korte termijn inkomenselasticiteit. We gaan ervan uit dat de locaties van woningen, bedrijven, ontspanningsgelegenheden enz. constant blijft, hetgeen realistisch is op korte termijn. Op lange termijn is het echter wel te verwachten dat gezinnen en bedrijven herlokalisieren ten gevolge van veranderde prijzen voor vervoer per wagen. (Graham & Glaister, 2004; Goodwin, Dargay, & Hanly, 2004; Basso & Oum, 2007; De Vlieger, et al., 2009, p. 24)

Tabel 24: Inkomenselasticiteit

	Inkomenselasticiteit
<b>Korte termijn</b>	0,30
<b>Lange termijn</b>	0,73

Bron: (Graham & Glaister, 2004; Goodwin, Dargay, & Hanly, 2004)

Bovenstaande schattingen geven echter weer wat de veranderingen in de vraag ten gevolge van een inkomenstoename zijn op basis van empirische observaties bij gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën. Ze houden er m.a.w. geen rekening mee dat gezinnen met een lager inkomen typisch een hogere inkomenselasticiteit hebben dan gezinnen met een hoger inkomen.<sup>24</sup> Omdat deze thesis precies gaat over de impact van rekeningrijden op gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën, is het toch wenselijk dit effect mee op te nemen in de analyse.

Ik heb ervoor gekozen de variërende inkomenselasticiteit via een eenvoudige transformatie op te nemen in het empirisch model<sup>25</sup>. Uit Tabel 2 blijkt dat het gemiddeld gezinsinkomen per maand in Vlaanderen € 2 469.80 bedraagt. Daarom kies ik inkomenscategorie 3 (maandinkomen tussen € 2000 en € 3000) als basis en ga ik ervan uit dat de inkomenselasticiteit van deze groep gelijk is aan de hierboven vermelde geschatte waarde van 0.30. De inkomenselasticiteiten van gezinnen uit de andere inkomenscategorieën, relateer ik aan deze basis via een eenvoudig lineair verband. De richtingscoëfficiënt van dit lineair verband werd initieel gelijk gesteld aan 0.08, maar zal later als onderdeel van een

<sup>24</sup> Deze stelling wordt bevestigd door het onderzoek van Dargay, Cately & Sommer uit 2007. Zij leggen de link tussen de inkomenselasticiteit van autobezit en inkomen per capita op basis van onderzoek in 45 landen die tezamen 75% van de wereldbevolking omvatten. (Dargay, Gately, & Sommer, 2007)

<sup>25</sup> Volgens de regels van de kunst zouden deze verschillende inkomenselasticiteiten uiteraard geschat moeten worden op basis van empirische observaties. Omdat deze gegevens echter niet beschikbaar zijn en omdat het zelf schatten ervan buiten het bestek van deze thesis valt, ben ik genoodzaakt gebruik te maken van enigszins arbitraire methode om toch enige variatie in inkomenselasticiteiten te kunnen opnemen.

sensitiviteitsanalyse ook andere waarden aannemen. De gebruikte inkomenselasticiteiten staan vermeld in Tabel 25. Een mogelijke kritiek op de gebruikte waarden is dat de inkomenselasticiteit voor de laagste inkomenscategorieën klein verondersteld werd. Dit is een gevolg van de keuze voor een lineair verband waarbij de inkomenselasticiteit van gezinnen uit de hoogste categorie 0.06 bedraagt. In de sensitiviteitsanalyse zal ik de assumptie van een volledig lineair verband verlaten en veronderstellen dat de inkomenselasticiteit voor gezinnen uit de laagste inkomenscategorie groter is dan 1, hetgeen impliceert dat deze gezinnen rijden met de wagen aanzien als een luxegoed.

**Tabel 25: Inkomenselasticiteiten per inkomenscategorie**

Inkomenscategorie	Inkomenselasticiteit
<b>1: € 0 - 1000</b>	0.46
<b>2: € 1000 – 2000</b>	0.38
<b>3: € 2000 – 3000</b>	0.30
<b>4: € 3000 – 4000</b>	0.22
<b>5: € 4000 – 5000</b>	0.14
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	0.06

#### 4.2. Prijselasticiteiten

Prijselasticiteiten kunnen gebruikt worden om de verandering in de vraag naar voertuigkilometers op een bepaald tijdstip op een bepaald type weg ten gevolge van een prijsverandering in te schatten. De eigen prijselasticiteit geeft deze wijziging weer t.g.v. een verandering van de eigen prijs. De kruiselingse prijselasticiteit doet hetzelfde maar dan voor een verandering in de prijs van voertuigkilometers op een ander tijdstip of/en wegtype.

Idealiter zouden we gebruik maken van recente schattingen van deze elasticiteiten, maar vooral voor de kruiselingse prijselasticiteiten is er een belangrijk probleem van databeschikbaarheid. Weinig wetenschappers maken tegenwoordig nog schattingen van prijselasticiteiten. Voor de eigen prijselasticiteiten zijn er wel mogelijkheden om relatief recente schattingen te gebruiken. Ik heb er echter voor gekozen om voor de prijselasticiteiten consequent gebruik te maken van dezelfde bron voor eigen en kruiselingse prijselasticiteiten.

De Borger, Ochelen, Proost en Swysen maakten in 1997 een welvaartsanalyse voor België in 2005 onder de assumptie van verschillende schema's van potentiële regulering en prijszetting voor transport. Hiervoor maakten zij gebruik van zowel eigen als kruiselingse prijselasticiteiten. Als basis maak ik gebruik van de waarden die zij gebruikten voor de elasticiteiten van de vraag

naar voertuigkilometers in niet stedelijke zones (zie Tabel 26). Ik beschouw deze als een benadering voor de elasticiteiten van de vraag naar voertuigkilometers in Vlaanderen.

Tabel 26: Eigen en kruiselingse prijselasticiteiten gebruikt door De Borger e.a.

Tijdvak toltarief	Tijdvak beïnvloed verkeersvolume	Spits	Dal
<b>Spits</b>		-0.329	0.068
<b>Dal</b>		0.073	-0.489

Bron: (De Borger, Ochelen, Proost, & Swysen, 1997, p. 195)

Om de prijselasticiteiten toch enigszins up-to-date te maken, vergelijk ik de waarden voor de eigen prijselasticiteiten gebruikt door De Borger e.a. met iets recentere gegevens. Graham & Glaister (2004) en Goodwin, Dargay & Hanly (2004) geven in hun meta-analyses waarden voor de eigen prijselasticiteit die in de grootteorde liggen van de helft van de gebruikte waarden door De Borger e.a.. Dit komt overeen met wat ook vermeld wordt door Delsaut (2014). Goodwin, Dargay & Hanly geven bovendien aan dat elasticiteiten op lange termijn 2 tot 3 keer hoger zijn dan elasticiteiten op korte termijn. Verder concluderen zij uit hun onderzoek dat inkomenselasticiteiten in absolute waarde typisch 1,5 tot 3 maal groter zijn dan prijselasticiteiten. (De Borger, Ochelen, Proost, & Swysen, 1997; Graham & Glaister, 2004; Goodwin, Dargay, & Hanly, 2004; Delsaut, 2014)

Vermits de analyse van De Borger e.a. over een tijdspanne van 8 jaar ging, maakten zij gebruik van LT-elasticiteiten. Door de waarden die zij gebruikten te delen door 2.5, bekom ik een mooie benadering voor de actuele elasticiteiten op korte termijn. De berekende waarden liggen in lijn met de prijselasticiteit van -0.12 die gebruikt werd in een studie van Febiac/PwC uit 2013 rond het invoeren van rekeningrijden in België. (Febiac/PwC, 2013)

Hoewel De Borger e.a. wel schattingen geven voor de kruiselingse prijselasticiteiten tussen spits en dal, geven ook zij geen informatie over de effecten van prijsstijgingen op het ene type weg op de vraag naar voertuigkilometers op het andere wegtype. Deze werden voor het gebruik in deze thesis ingeschat op basis van een aantal vuistregels. Zo zijn kruiselingse elasticiteiten in absolute waarde typisch lager dan de eigen prijselasticiteit en konden we ervan uitgaan dat ze ook verschillend waren van nul<sup>26</sup>. Op die manier werden deze kruiselingse prijselasticiteiten, enigszins arbitrair, gelijk gesteld aan 0,020. De kruiselingse elasticiteiten

<sup>26</sup> Impliciet veronderstel ik hier dat het substitutie-effect tussen de verschillende wegtypes groter is dan het effect van vraagverandering doordat de vraag naar voertuigkilometers op de verschillende wegtypes (deels) complementair is.

waarbij er zowel een verschil is in ruimtelijke als in tijdsdimensie tussen de beïnvloedende prijs en de betrokken vraag, werden wel gelijk aan nul verondersteld. In Tabel 27 staan alle gebruikte prijselasticiteiten weergegeven. Verder werd er verondersteld dat de vraag naar vervoer op weekdays onafhankelijk is van de vraag op zaterdag, zon- en feestdagen (en omgekeerd).

Tabel 27: Basisprijselasticiteiten

		Prijselasticiteiten							
		Weekdagen				Zaterdag, zon- en feestdagen			
		Spits		Dal		Dal			
		Autosnelweg	Regio-nale weg	Autosnelweg	Regio-nale weg	Autosnelweg	Regio-nale weg		
tgV Tarifiering	Weekdagen	Spits	Auto-snelweg	-0.132	0.020	0.027	-	-	
			Regio-nale weg	0.020	-0.132	-	0.027	-	
		Dal	Auto-snelweg	0.029	-	-0.196	0.020	-	
			Regio-nale weg	-	0.029	0.020	-0.196	-	
	Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Auto-snelweg	-	-	-	-	-0.196	0.020
			Regio-nale weg	-	-	-	-	0.020	-0.196

Bron: op basis van (De Borger, Ochelen, Proost, & Swysen, 1997; Graham & Glaister, 2004; Goodwin, Dargay, & Hanly, 2004; Delsaut, 2014) en eigen schattingen

Het is echter ook niet erg realistisch om te veronderstellen dat de prijselasticiteiten gelijk zullen zijn voor gezinnen uit alle bevolkingscategorieën. De redenering is geheel analoog aan diegene die ik maakte voor de inkomenselasticiteiten. De manier waarop ik toch een mogelijkheid in het model zal inbouwen om de elasticiteiten te laten variëren over de verschillende inkomenscategorieën, is bijgevolg ook analoog aan hetgeen ik heb toegepast voor de inkomenselasticiteiten. Hier veronderstel ik een initiële richtingscoëfficiënt van 0.03. Deze methode pas ik echter enkel toe op de eigen prijselasticiteiten. Voor de kruiselingse prijselasticiteiten veronderstel ik dat de verhouding tussen eigen en kruiselingse prijselasticiteiten ten gevolge van een bepaalde tarifiering voor elke inkomenscategorie gelijk is. Prijsgevoeligheid t.o.v. een bepaald tarief verandert over de inkomenscategorieën heen in dezelfde proportie voor de vraag naar het goed waarvan de prijs verandert als voor de substituten. De gebruikte prijselasticiteiten per inkomenscategorie zijn opgenomen in Appendix 4.

## 5. Geanalyseerde scenario's

In deze thesis komen er 3 basisscenario's voor het invoeren van rekeningrijden aan bod die alle zullen zorgen voor een andere tarifiering van het weggebruik. De scenario's verschillen onderling in de overheidsinkomsten die zij verwacht worden te genereren. Ik ga er immers vanuit dat bij het invoeren van rekeningrijden, er andere transportbelastingen zullen afgeschaft of toch ten minste verminderd zullen worden.

### 5.1. Scenario 1: Afschaffen BIV en JVB

In het eerste scenario ga ik er vanuit dat de overheid inkomsten wil halen uit de tolheffing op de wegen die ervoor zorgen dat BIV en JVB volledig afgeschaft kunnen worden. Ik houd enkel rekening met de rechtstreeks gemiste inkomsten uit BIV en JVB. Er wordt dus abstractie gemaakt van de inkomsten die de overheid misloopt door verminderde inkomsten uit brandstofheffingen en uit de BTW op brandstof (deze laatste worden beschouwd als consumptiebelastingen, geen echte transportbelastingen). De volledig uitgewerkte formules onderliggend aan dit model zijn terug te vinden in Appendix 5.

### 5.2. Scenario 2: Afschaffen BIV en JVB en corrigeren brandstofheffingen

Het tweede scenario schaft net zoals het eerste de BIV en JVB volledig af, maar houdt ook rekening met het feit dat de huidige brandstofheffingen meer dan dubbel zo hoog zijn als de marginale externe milieukosten (MEMK). Brandstofheffingen zijn echter een goede kandidaat om de MEMK te internaliseren.<sup>27</sup> Idealiter zouden de brandstofheffingen precies gelijk zijn aan de MEMK. In dit scenario stel ik de brandstofheffingen gelijk aan de MEMK. Om het gehele systeem budgetneutraal te houden, moeten de inkomsten uit BIV, JVB en de huidige brandstofheffingen gecompenseerd worden door de inkomsten uit de gecorrigeerde brandstofheffingen en uit de tolheffing op de wegen. Ik maak abstractie van de inkomsten die de overheid misloopt doordat er minder BTW-inkomsten zullen zijn indien mensen minder met de wagen rijden ten gevolge van de tolheffingen. Opnieuw bevat Appendix 5 alle formules onderliggend aan dit model.

### 5.3. Scenario 3: Verminderen BIV en JVB en corrigeren brandstofheffingen

Bij het derde scenario benader ik het first-best optimum. Een vermindering van BIV en JVB met 40% i.p.v. een volledige afschaffing, gecombineerd met brandstofheffingen die net zoals in scenario 2 gelijk gesteld worden aan de MEMK, laat toe de tarieven nagenoeg gelijk te stellen aan de MECK. Het derde scenario is bijgevolg heel wat minder radicaal dan de eerste twee. Dit

---

<sup>27</sup> (Fullerton & West, 2002)

laatste scenario vormt analytisch gezien slechts een kleine aanpassing van het model onder scenario 2. De formules achterliggend aan dit model zijn volledig analoog aan deze van scenario 2. Appendix 5 omvat wat meer uitleg hierover.

## **IV. Rekeningrijden: Resultaten**

### **1. Tariefbepaling proportioneel aan MECK versus volgens de optimale regel**

Alvorens over te gaan tot de bespreking van de effecten van rekeningrijden ingevoerd volgens de 3 besproken scenario's, maak ik eerst gebruik van een sterk vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid om de werking van het model op basis van tarieven proportioneel aan de MECK te tonen. Bovendien is het mogelijk om uitgaande van deze vereenvoudigde situatie, een vergelijking te maken met de tarieven berekend volgens de optimale regel van Oum en Tretheway.<sup>28</sup>

Bij deze vergelijking maak ik abstractie van alle verschillen tussen mensen uit de verschillende inkomenscategorieën. Dit model kan bijgevolg geen enkele directe bijdrage leveren aan het beantwoorden van de onderzoeksvraag van deze thesis. Het is echter wel nuttig om een idee te krijgen van de verschillen in tolniveau op basis van de proportionele regel en de formule voor optimale tariefbepaling. Ik hou in dit eenvoudige model rekening met de vraag naar 2 types voertuigkilometers: in de spits en in het dal. De vraag naar kilometers in de spits/dal omvat zowel de vraag op autosnelwegen als op regionale wegen. De vraag naar kilometers in de dalperiode aggregeert de dalvraag op weekdays met deze op zaterdagen, zon- en feestdagen voor zowel de autosnelwegen als de regionale wegen. Verder neem ik aan dat alle kruiselingse prijselasticiteiten gelijk zijn aan nul. De vraag naar voertuigkilometers in de spits is dus onafhankelijk van de vraag naar voertuigkilometers in het dal verondersteld.

Bij de vergelijking gaan we uit van volgend scenario: de overheid beslist om in Vlaanderen de BIV en JVB volledig af te schaffen en deze belastingen te vervangen door een gedifferentieerde tolheffing naargelang tijdstip. De vereenvoudigde gegevens waar ik gebruik van maak, zijn gebaseerd op de reële data. Ze zijn weergegeven in Tabel 28.

---

<sup>28</sup> De sterke vereenvoudiging zorgt ervoor dat het stelsel aan vergelijkingen dat resulteert uit de optimale tariefbepaling, gereduceerd kan worden tot één vergelijking die wel oplosbaar is met Excel.



Tabel 28: Vereenvoudigde gegevens

Vereenvoudigde gegevens	
<b>Huidig jaarlijks verkeersvolume (100 voertuigkm)</b>	
Spits	105 913 296.72
Dal	250 147 400.39
<b>Private kosten (€/100 voertuigkm, tijdskosten constant verondersteld)</b>	
Spits	34.40
Dal	29.43
<b>Externe kosten (€/100 voertuigkm, constant verondersteld)</b>	
Spits	4.59
Dal	3.04
<b>Budgetbeperking (€)</b>	1 318 957 038.24
<b>Prijselasticiteit</b>	
Spits	-0.13
Dal	-0.20
<b>Inkomenselasticiteit</b>	0

Om beide methoden van tariefbepaling te vergelijken, maak ik gebruik van het analytisch model zoals beschreven op pagina 61. De oplossing van deze vergelijking met tarieven bepaald proportioneel aan de MECK, geeft een waarde voor de schaalfactor  $x$  op basis waarvan we de tarieven kunnen berekenen. Ik benadruk dat deze tarieven geen enkele betekenis hebben. Het enige doel is deze te vergelijken met de tarieven berekend uitgaande van dezelfde veronderstellingen, maar gebruik makend van een vereenvoudigde optimale formule. De berekende schaalfactor en tarieven staan in Tabel 29.

Tabel 29: Resultaten eenvoudig model; proportionele regel

<b>Berekenen schaalfactor</b>	
<b>x</b>	0.92
<b>Tarifering (€/100 km)</b>	
<b>Tarief spits</b>	4.96
<b>Tarief dal</b>	3.28

Om de vergelijking te kunnen oplossen uitgaande van tarieven bepaald volgens een vereenvoudigde versie van de optimale regel van Oum en Tretheway, vertrekken we vanuit volgende gelijkheid (budgetbeperking)<sup>29</sup>:

$$BIV + JVB = \sum_i [t_i * K_{0,i} * \left(1 + e_i * \frac{dI}{I_0}\right) * \left(1 + \varepsilon_i * \frac{t_i + dv_i}{v_i}\right)]$$

Het tarief is nu echter niet langer proportioneel aan de MECK, maar volgt de optimale regel:

$$t_i = \frac{1}{\lambda + (1 + \lambda)\varepsilon_i} (-\lambda v + \varepsilon_i * MECK_i)$$

Als we deze uitdrukking voor  $t_i$  invoeren in de budgetbeperking, bekomen we volgende formule:

$$BIV + JVB = \sum_j \frac{1}{\lambda + (1 + \lambda)\varepsilon_i} (-\lambda v + \varepsilon_i * MECK_i) * K_{0,i} * \left(1 + e_i * \frac{dI}{I_0}\right) * \left(1 + \varepsilon_i * \frac{\frac{1}{\lambda + (1 + \lambda)\varepsilon_i} (-\lambda v + \varepsilon_i * MECK_i) + dv_i}{v_i}\right)]$$

De enige onbekende in deze niet-lineaire vergelijking is  $\lambda$ . Via de *Solver-tool* in Excel is het mogelijk deze vergelijking op te lossen en vervolgens de optimale tarieven te bepalen. De berekende factor  $\lambda$  en tarieven staan in Tabel 30.

Tabel 30: Resultaten eenvoudig model; optimale tariefformule

Berekenen factor	
$\lambda$	0.002
Tarifiering (€/100 km)	
Tarief spits	5.08
Tarief dal	3.23

Vanuit Tabel 31 blijkt duidelijk dat de verschillen in berekende tarieven volgens beide formules minimaal zijn. De tarieven wijken ook slechts in beperkte mate af van de externe kosten. Dit betekent dat de budgetbeperking in dit specifieke voorbeeld niet erg beperkend blijkt te zijn ( $\lambda \rightarrow 0$  en  $x \rightarrow 1$ ). Het is m.a.w. mogelijk het *first-best* sociaal optimum met tarieven gelijk aan de externe (congestie)kosten, in dit geval erg dicht te benaderen.

<sup>29</sup> Deze gelijkheid werd ook gebruikt bij implementatie van de proportionele regel.

Tabel 31: Eenvoudig model: vergelijking tarieven bepaald volgens proportionele versus optimale regel

	Optimaal tarief (€/100 km)	Proportioneel tarief (€/100 km)	Externe kosten (€/100 km)
Tarief spits	5.08	4.96	4.59
Tarief dal	3.23	3.28	3.04

## 2. Effect rekeningrijden

### 2.1. Scenario 1: Budgetneutraliteit t.o.v. BIV en JVB

#### *Vaststellen tarieven*

Tabel 32 geeft de tarieven weer indien we uitgaan van de situatie beschreven als scenario 1. We zien duidelijk dat de tarieven niet veel afwijken van de MECK, hetgeen aantoont dat de budgetbeperking niet erg bindend is (schaalfactor  $x = 0.93$ ). Om te zorgen dat rekeningrijden genoeg inkomsten genereert voor de overheid om de gemiste inkomsten uit de afgeschafte BIV en JVB te compenseren, stelt de overheid tarieven die niet veel afwijken van de MECK, het first-best resultaat. De tol op regionale wegen is steeds hoger dan deze op autosnelwegen ten gevolge van de hogere MECK op regionale wegen. De spitstarieven zijn logischerwijze ook steeds hoger dan de daltarieven. Rijden op regionale wegen tijdens de spits is het duurst terwijl de tol op autosnelwegen tijdens dalperiodes het laagst is.

Tabel 32: Tarieven scenario 1

			Marginale externe congestiekosten (€ per 100 km)	Tarief * (€ per 100 km)
<b>Weekdagen</b>	<b>Spits</b>	<b>Autosnelweg</b>	2.98	3.23
		<b>Regionale weg</b>	5.63	6.09
	<b>Dal</b>	<b>Autosnelweg</b>	2.58	2.79
		<b>Regionale weg</b>	3.30	3.57
<b>Zaterdag, zon- en feestdagen</b>	<b>Dal</b>	<b>Autosnelweg</b>	2.58	2.79
		<b>Regionale weg</b>	3.30	3.57
* $x = 0.93$				

### *Aanpassing voertuigkilometers*

Met rekeningrijden heeft de overheid de bedoeling het aantal afgelegde voertuigkilometer te reduceren in de richting van het sociale optimum. Tabel 33 geeft de aanpassing van het verkeersvolume weer t.o.v. huidige situatie. Op elk wegtype en tijdstip zien we een daling in verkeersvolume ten gevolge van het invoeren van rekeningrijden. De grootste absolute daling zien we tijdens de spits op de regionale weg, een gevolg van de erg hoge tol. Het verkeersvolume tijdens de spits op de autosnelweg neemt het minst af, vermits de prijsgevoeligheid (prijselasticiteit) op dat moment relatief laag is. Dit is meteen ook de verklaring voor de lagere procentuele afname in de spits t.o.v. de dalperiode.

Op weekdays tijdens dalperiodes is er een grotere afname in verkeersvolume op de autosnelweg dan op de regionale weg (absoluut en procentueel). Dit is tegengesteld aan hetgeen we zouden verwachten op basis van de hoogte van de tarieven. Er zijn echter 2 verklaringen voor deze vaststelling. Ten eerste zijn er de substitutie-effecten. Door de hoge tolheffing op regionale wegen tijdens de spits, verschuift een gedeelte van dit verkeersvolume naar de regionale wegen tijdens de dalperiode. Bovendien blijkt dat de tarieven op regionale wegen dan wel steeds hoger liggen dan deze op autosnelwegen, dit betekent echter niet dat de toename in variabele kosten op regionale wegen procentueel gezien steeds groter is dan deze op autosnelwegen<sup>30</sup>. De tijdskosten op regionale wegen zijn immers hoger dan deze op autosnelwegen. Dit betekent hier concreet dat de procentuele prijstoename (van de gegeneraliseerde prijs, inclusief tijdskosten) van het rijden op regionale wegen in het dal, ondanks de hogere tarieven, lager is dan deze op autosnelwegen.

In het weekend blijkt de afname in absoluut verkeersvolume net iets groter op regionale wegen dan op autosnelwegen. Uitgedrukt in percentages zien we echter een omgekeerd beeld. Wederom biedt het verschil in tijdskosten op regionale versus autosnelwegen een verklaring.

Rekeningrijden volgens scenario 1 zorgt globaal gezien voor een afname in afgelegde afstanden<sup>31</sup> met iets minder dan 1%, dit komt overeen met een vermindering in afgelegde kilometers van 342 091 568.15 km. Deze afname is klein hetgeen te wijten is aan 2 kenmerken van het model gebruikt in deze thesis. Ten eerste maak ik gebruik van lage prijselasticiteiten

---

<sup>30</sup> De procentuele toename van de prijs bepaalt tezamen met de prijselasticiteit de verandering in verkeersvolume.

<sup>31</sup> We beschouwen hier enkel regionale wegen en autosnelwegen.

vermits ik focus op korte termijn effecten. Deze prijselasticiteiten zijn bovendien lager (in absolute waarde) voor gezinnen uit hogere inkomenscategorieën dan voor gezinnen met een lager inkomen. Het zijn net de gezinnen met het hoogste inkomen die de meeste kilometers afleggen. Daarenboven beschouw ik enkel de markten voor voertuigkilometers per wagen. Ik liet de markten voor openbaar vervoer buiten beschouwing. De mogelijkheden tot substitutie van voertuigkilometers per wagen door het gebruik van openbaar vervoer werden bijgevolg niet opgenomen in het model.

Tabel 33: Aanpassing van de gereden voertuigkilometers bij rekeningrijden scenario 1 t.o.v. huidige situatie

			Verandering in verkeersvolume (voertuigkm/u)	Verandering t.o.v. huidige situatie
Weekdagen	Spits	Autosnelweg	-11 577.75	-0.38%
		Regionale weg	-32 196.73	-0.75%
	Dal	Autosnelweg	-20 307.38	-1.30%
		Regionale weg	-17 414.64	-0.79%
Zaterdag, zonen feestdagen	Dal	Autosnelweg	-19 293.18	-1.60%
		Regionale weg	-19 405.88	-1.14%
<b>Totaal</b>				<b>-0.96%</b>

### *Aanpassing voertuigkilometers per gezin*

Rekeningrijden heeft een verschillende impact op gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën. Tabel 34 toont de jaarlijkse afname in afgelegde afstanden voor een typisch gezin uit elke inkomenscategorie. We zien duidelijk dat armere gezinnen hun transportvraag procentueel gezien sterker reduceren dan rijkere. Dit is te wijten aan de hogere prijsgevoeligheid van gezinnen met een lager inkomen.

Tabel 34: Aanpassing in afgelegde afstanden per gezin; scenario 1

Inkomenscategorie	Vermindering afgelegde afstand per gezin (km/jaar)	Vermindering afgelegde afstand t.o.v. huidige situatie
<b>1: € 0 - 1000</b>	-17.86	-1.65%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	-74.33	-1.10%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	-154.93	-1.01%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	-197.34	-0.94%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	-215.43	-0.84%
<b>6: € 5000 - 10 000</b>	-241.77	-0.72%

### *Verandering in belastingbetaling*

Naast een analyse van de invloed van rekeningrijden op Vlaamse gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën in termen van afgelegde afstanden, stelt deze thesis ook de vraag naar het effect van het systeem in termen van betaalde belastingen. Uit Tabel 35 blijkt dat gezinnen uit inkomenscategorieën 1 en 2 minder belastingen betalen dan nu als rekeningrijden volgens scenario 1 werkelijkheid wordt. De vermindering is het grootst voor gezinnen uit inkomenscategorie 2. Gezinnen uit de laagste inkomenscategorie bezitten veel minder wagens als gezinnen uit de hogere categorieën (zie Tabel 3). Daarom betalen zij momenteel niet zo veel aan BIV en JVB. De daling in te betalen belastingen t.o.v. de huidige situatie is bijgevolg minder groot dan voor gezinnen uit inkomenscategorie 2 die aanzienlijk meer wagens bezitten. Gezinnen uit alle andere inkomenscategorieën betalen meer dan nu. Hoe rijker het gezin, hoe hoger de toename in te betalen belastingen.

**Tabel 35: Verandering in belastingbetaling per gezin; scenario 1**

Inkomenscategorie	BIV + JVB (€)	Met rekeningrijden (€)	Hoeveel meer met rekeningrijden? (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	80.18	39.69	-40.49
<b>2: € 1000 – 2000</b>	342.04	249.62	-92.42
<b>3: € 2000 – 3000</b>	558.37	567.51	9.14
<b>4: € 3000 – 4000</b>	714.46	780.55	66.09
<b>5: € 4000 – 5000</b>	807.47	955.02	147.55
<b>6: € 5000 - 10 000</b>	932.61	1 247.14	314.53

### *Progressief of degressief?*

Verdelingsaspecten vormen een bepalende factor voor de aanvaardbaarheid van rekeningrijden. Laat ons daarom een blik werpen op de belastingen die gezinnen uit elke inkomenscategorie relatief t.o.v. hun inkomen moeten betalen indien rekeningrijden volgens scenario 1 wordt geïmplementeerd. Uit Tabel 36 blijkt dat gezinnen uit de middenklasse proportioneel de hoogste lasten dragen. Dit is momenteel met BIV en JVB ook het geval. Rekeningrijden volgens scenario 1 zorgt er echter wel voor dat armere gezinnen proportioneel minder moeten betalen dan nu terwijl rijkere gezinnen een groter deel van hun inkomen aan belastingen zullen spenderen. Dit is uiteraard het gevolg van een verschuiving van belastingen van bezit naar gebruik van de wagen. Gezinnen met een hoger inkomen leggen gemiddeld gezien grotere afstanden af per wagen dan gezinnen met een laag inkomen.

Tabel 36: Belastingen voor en na rekeningrijden t.o.v. jaarinkomen; scenario 1

Inkomenscategorie	BIV + JVB t.o.v. jaarinkomen	Tariefbetalingen t.o.v. jaarinkomen
1: € 0 - 1000	0.97%	0.48%
2: € 1000 – 2000	1.96%	1.43%
3: € 2000 – 3000	1.89%	1.92%
4: € 3000 – 4000	1.70%	1.86%
5: € 4000 – 5000	1.50%	1.77%
6: € 5000 – 10 000	1.04%	1.39%

## 2.2. Scenario 2: Budgetneutraliteit t.o.v. BIV, JVB en Brandstofheffingen (H)

### *Vaststellen tarieven*

Tabel 37 toont dat de ingestelde tarieven aanzienlijk hoger zijn wanneer de overheid naast gemiste inkomsten uit BIV en JVB ook de verminderde inkomsten uit brandstofheffingen compenseert via tolheffing. De budgetbeperking is in dit geval heel wat meer beperkend, we bekomen immers een schaalfactor (x) van 0.60. Dit geeft eveneens aan dat de tarieven zoals berekend in deze thesis waarschijnlijk afwijken van de tarieven zoals ze idealiter berekend zouden worden. De laatste kolom van Tabel 37 bevat de tarieven zoals ze berekend werden voor België door Febiac/Pwc in 2013. In deze studie werden de opbrengsten uit BIV, JVB en het accijzensurplus<sup>32</sup> in rekening gebracht voor het bepalen van een kilometerheffing. De overeenkomsten in grootteorde tussen de tarieven zoals berekend door Febiac/PwC en deze berekend in het kader van deze thesis, zijn duidelijk. Febiac/PwC bekomt enigszins lagere tarieven. Hiervoor bestaan 2 verklaringen. Ten eerste brachten Febiac en PwC enkel het accijzensurplus in rekening, terwijl ik ervan uitga dat de brandstofheffingen gelijkgesteld worden aan de MEMK. Maar de belangrijkste verklaring is de volgende: Febiac en PwC gaan er bij de berekening van hun basistarief (daltarief) vanuit dat automobilisten na het invoeren van rekeningrijden evenveel kilometers zullen afleggen als ervoor. Ze houden m.a.w. geen rekening met gedragsveranderingen<sup>33</sup>. Deze gedragsveranderingen werden via de inkomens- en prijselasticiteiten wel opgenomen in het model gebruikt in deze thesis, hetgeen zorgt voor een realistischere inschatting van de realiteit. (Netwerk Duurzame Mobiliteit, 2013; Febiac/PwC, 2013)

<sup>32</sup> “meeropbrengsten bovenop het Europees minimumtarief voor accijnzen op transportbrandstoffen (Febiac/PwC, 2013, p. 7).”

<sup>33</sup> In het vervolg van de studie wordt het basistarief nog wel aangepast a.d.h.v. milieukeurmerken van het voertuig etc. zodat de uiteindelijk resulterende tarieven volgens hun berekeningen toch de gemiste inkomsten uit BIV, JVB en accijzensurplus kunnen compenseren. (Febiac/PwC, 2013)

Tabel 37: Tarieven scenario 2

			MECK (€ per 100 km)	Tarief * (€ per 100 km)	Febiac / PwC (€ per 100 km) (1)
Weekdagen	Spits	Autosnelweg	2.98	4.99	8.70
		Regionale weg	5.62	9.42	
	Dal	Autosnelweg	2.57	4.31	3.70
		Regionale weg	3.29	5.52	
Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Autosnelweg	2.57	4.31	3.70
		Regionale weg	3.29	5.52	
* x = 0.60					

Bron: (1): (Febiac/PwC, 2013)

### Aanpassing voertuigkilometers

Tabel 38 geeft weer hoe het verkeersvolume verandert indien de overheid rekeningrijden invoert volgens de modaliteiten van scenario 2. Net zoals bij scenario 1 zien we een algemene daling in verkeersvolume. De interpretatie van de tabel is geheel analoog aan hetgeen ik reeds besprak bij scenario 1. Het totale verkeersvolume daalt met 1.10%, zijnde 392 788 726.37 km, ten opzichte van de huidige situatie. De dalingen in verkeersvolume onder scenario 2 zijn groter dan deze onder scenario 1. Dit is te wijten aan de sterkere variabilisatie van de belastingen naar tijdstip en moment van gebruik van de wegen bij scenario 2. De hogere toltarieven hebben een hoger sturend karakter. Enkel tijdens dalperiodes op autosnelwegen blijkt de afname in verkeersvolume groter onder scenario 1 dan onder scenario 2. Dit is te wijten aan de toegenomen substitutie van voertuigkilometers op regionale wegen door voertuigkilometers op autosnelwegen ten gevolge van de hogere tarieven bij scenario 2. De veranderingen t.o.v. de huidige situatie blijven echter klein om wille van dezelfde redenen als besproken bij scenario 1.

Tabel 38: Aanpassing van de gereden voertuigkilometers bij rekeningrijden scenario 2 t.o.v. huidige situatie

			Verandering in verkeersvolume (voertuigkm/u)	Verandering t.o.v. huidige situatie
Weekdagen	Spits	Autosnelweg	-12 616.75	-0.41%
		Regionale weg	-51 895.69	-1.20%
	Dal	Autosnelweg	-19 784.47	-1.27%
		Regionale weg	-20 137.31	-0.91%
Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Autosnelweg	-19 171.15	-1.59%
		Regionale weg	-23 305.09	-1.37%
<b>Totaal</b>				<b>-1.10%</b>



### *Aanpassing voertuigkilometers per gezin*

Tabel 39 geeft weer hoe gezinnen uit elke inkomenscategorie hun afgelegde afstanden verminderen indien rekeningrijden volgens scenario 2 geïmplementeerd wordt. De verminderingen zijn voor elke inkomenscategorie groter dan deze onder scenario 1 hetgeen eenvoudigweg verklaard wordt door de hogere tarieven geïmpliceerd door scenario 2. Ook hier zien we dat armere gezinnen hun vervoersvraag sterker reduceren dan rijkere.

Tabel 39: Aanpassing in afgelegde afstanden per gezin; scenario 2

Inkomenscategorie	Vermindering afgelegde afstand per gezin (km/jaar)	Vermindering afgelegde afstand t.o.v. huidige situatie
<b>1: € 0 - 1000</b>	-20.24	-1.88%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	-87.24	-1.29%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	-179.64	-1.17%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	-224.98	-1.07%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	-241.53	-0.94%
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	-265.82	-0.79%

### *Verandering in belastingbetaling*

Uit Tabel 40 kunnen we dezelfde kwalitatieve conclusies trekken als uit Tabel 35 (scenario 1). Ook hier zien we een belastingvermindering voor de laagste inkomenscategorieën, terwijl de belastingen voor rijkere gezinnen toenemen. Kwantitatief gezien, blijkt dat rekeningrijden volgens scenario 2 voor gezinnen die hun te betalen belastingen verminderd zien, een iets grotere daling impliceert. De belastingverhoging voor gezinnen uit categorie 3 blijkt lager dan onder scenario 1. Voor alle andere gezinnen is de belastingverhoging groter dan bij rekeningrijden volgens scenario 1.

Tabel 40: Verandering in belastingbetaling per gezin; scenario 2

Inkomenscategorie	Totaal BIV + JVB + brandstofheffingen* nu per gezin (€)	Met rekeningrijden en gecorrigeerde brandstofheffingen* (€)	Hoeveel meer met rekeningrijden? (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	119.30	78.48	-40.82
<b>2: € 1000 – 2000</b>	586.66	493.59	-93.07
<b>3: € 2000 – 3000</b>	1 113.97	1 122.57	8.60
<b>4: € 3000 – 4000</b>	1 477.99	1 544.48	66.49
<b>5: € 4000 – 5000</b>	1 740.66	1 890.33	149.67
<b>6: € 5000 - 10 000</b>	2 149.72	2 469.30	319.58

\* Inclusief brandstofheffingen voor kilometers gereden op gemeentelijke wegen

### *Progressief of degressief?*

Ook bij rekeningrijden volgens scenario 2 betalen gezinnen uit de middenklasse in verhouding tot hun inkomen de meeste belastingen. Net zoals we al concludeerden voor scenario 1, blijkt ook scenario 2 garant te staan voor een verlaging van de belastingen t.o.v. het inkomen van de armste gezinnen. Rijkere gezinnen zullen meer belastingen betalen dan nu het geval is.

Tabel 41: Belastingen voor en na rekeningrijden t.o.v. jaarinkomen; scenario 2

Inkomenscategorie	BIV+JVB +huidige brandstofheffingen* t.o.v. jaarinkomen	Tariefbetalingen + gecorrigeerde brandstofheffingen* t.o.v. jaarinkomen
<b>1: € 0 - 1000</b>	1.45%	0.95%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	3.35%	2.82%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	3.77%	3.80%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	3.52%	3.68%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	3.22%	3.50%
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	2.39%	2.74%

\* Inclusief brandstofheffingen voor kilometers gereden op gemeentelijke wegen

### 2.3. Scenario 3: Verminderen BIV en JVB en corrigeren brandstofheffingen

#### *Vaststellen tarieven*

Door de toltarieven nagenoeg gelijk te stellen aan de MECK ( $x = 0.997$ ) en de brandstofheffingen zodanig te corrigeren dat zij precies gelijk zijn aan de MEMK, heeft de overheid voldoende inkomsten om BIV en JVB met 40% te verminderen.

Tabel 42: Tarieven scenario 3

			Marginale externe congestiekosten (€ per 100 km)	Tarief * (€ per 100 km)
<b>Weekdagen</b>	<b>Spits</b>	<b>Autosnelweg</b>	3.02	3.03
		<b>Regionale weg</b>	5.67	5.69
	<b>Dal</b>	<b>Autosnelweg</b>	2.61	2.62
		<b>Regionale weg</b>	3.32	3.33
<b>Zaterdag, zonen feestdagen</b>	<b>Dal</b>	<b>Autosnelweg</b>	2.61	2.62
		<b>Regionale weg</b>	3.32	3.33

\*  $x = 0.997$

### *Aanpassing voertuigkilometers*

Uit Tabel 43 blijkt dat de lagere tarieven van scenario 3 een veel beperktere daling in aantal afgelegde voertuigkilometers veroorzaken dan de hogere tarieven van scenario 1 en 2. De totale daling is hier slechts 0.24% (86 973 617.36 km). Frappant is de toename van het verkeersvolume op de autosnelweg tijdens de spits, te wijten aan substitutie-effecten. Vooral de substitutie van rijden op regionale wegen door rijden op autosnelwegen is van doorslaggevend belang. De substitutie-effecten overcompenseren hier de daling in verkeersvolume ten gevolge van de prijszetting op autosnelwegen in de spits. Opnieuw is de verdere interpretatie van deze tabel gelijklopend met deze bij scenario's 1 en 2.

Tabel 43: Aanpassing van de gereden voertuigkilometers bij rekeningrijden scenario 3 t.o.v. huidige situatie

			Verandering in verkeersvolume (voertuigkm/u)	Verandering t.o.v. huidige situatie
<b>Weekdagen</b>	<b>Spits</b>	<b>Autosnelweg</b>	2 550.71	0.08%
		<b>Regionale weg</b>	-20 250.76	-0.47%
	<b>Dal</b>	<b>Autosnelweg</b>	-3 262.46	-0.21%
		<b>Regionale weg</b>	-3 380.65	-0.15%
<b>Zaterdag, zonen feestdagen</b>	<b>Dal</b>	<b>Autosnelweg</b>	-4 218.35	-0.35%
		<b>Regionale weg</b>	-6 710.76	-0.39%
<b>Totaal</b>				-0.24%

### *Aanpassing voertuigkilometers per gezin*

In tegenstelling tot bij scenario's 1 en 2, toont Tabel 44 dat rijkere gezinnen bij rekeningrijden volgens scenario 3 hun vervoersvraag sterker reduceren dan gezinnen uit de middenklasse. Enkel gezinnen uit de laagste inkomenscategorie verminderen hun vraag naar vervoer sterker dan de rijkste gezinnen. Dit heeft te maken met de elasticiteiten van de verschillende bevolkingsgroepen, die lager zijn voor gezinnen uit hogere inkomenscategorieën. Toenemende tarieven<sup>34</sup> hebben een groter effect op de vervoersvraag van gezinnen uit lagere inkomenscategorieën. In het geval van scenario 3 is het zo dat de armste gezinnen hun vervoersvraag sterker reduceren dan andere gezinnen vermits zij prijsgevoeliger zijn. De vervoersvraag van rijkere gezinnen neemt procentueel gezien sterker af omdat de lagere prijsgevoeligheid van deze gezinnen bij relatief lage tarieven het effect van hun eveneens

<sup>34</sup> De tarieven van scenario 2 en 1 zijn hoger dan die van scenario 3.

lagere inkomenselasticiteit niet kan compenseren.<sup>35</sup> De vervoersvraag van gezinnen uit lagere inkomenscategorieën neemt proportioneel meer toe ten gevolge van een vermindering van BIV en JVB dan deze van rijkere gezinnen. De toltarieven die lager zijn dan deze in voorgaande scenario's zorgen voor een kleinere afname in afgelegde afstanden.

Tabel 44: Aanpassing in afgelegde afstanden per gezin; scenario 3

Inkomenscategorie	Vermindering afgelegde afstand per gezin (km)	Vermindering afgelegde afstand t.o.v. huidige situatie
<b>1: € 0 - 1000</b>	-6.42	-0.59%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	-11.43	-0.17%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	-32.39	-0.21%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	-56.77	-0.27%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	-77.50	-0.30%
<b>6: € 5000 - 10 000</b>	-105.86	-0.32%

### Verandering in belastingbetaling

Ook uit Tabel 45 kunnen we dezelfde kwalitatieve conclusies trekken als uit Tabel 35 (scenario 1) en Tabel 40 (scenario 2). De veranderingen in te betalen belastingen zijn bij scenario 3 kleiner dan bij beide voorgaande scenario's. Dit is het gevolg van de minder radicale veranderingen t.o.v. het huidige systeem met BIV, JVB en brandstofheffingen die hoger zijn dan de MEMK. Scenario 3 gaat in immers slechts uit van een vermindering van BIV en JVB met 40%, terwijl beide andere scenario's een volledige afschaffing van BIV en JVB impliceren.

Tabel 45: Verandering in belastingbetaling per gezin; scenario 3

Inkomenscategorie	Totaal 40% BIV + 40% JVB + brandstofheffingen* nu per gezin (€)	Met rekeningrijden en gecorrigeerde brandstofheffingen* (€)	Hoeveel meer met rekeningrijden? (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	71.19	54.92	-16.27
<b>2: € 1000 – 2000</b>	381.43	344.79	-36.64
<b>3: € 2000 – 3000</b>	778.94	782.91	3.97
<b>4: € 3000 – 4000</b>	1 049.32	1 075.46	26.14
<b>5: € 4000 – 5000</b>	1 256.18	1 314.20	58.02
<b>6: € 5000 - 10 000</b>	1 590.15	1 713.99	123.84

\* Inclusief brandstofheffingen voor kilometers gereden op gemeentelijke wegen

<sup>35</sup> Hoe hoger de inkomenselasticiteit, hoe meer de vervoersvraag toeneemt indien BIV en JVB verminderd worden. Hoe hoger de prijselasticiteit, hoe meer de vervoersvraag afneemt t.g.v. het instellen van tol op het weggebruik.

### *Progressief of degressief?*

De conclusie die uit Tabel 46 naar voren komt is geheel analoog met deze uit Tabel 41 en Tabel 36. Opnieuw betalen middenklasse gezinnen proportioneel gezien de hoogste belastingen. Rekeningrijden zorgt er ook volgens scenario 3 voor dat gezinnen met de laagste inkomens minder belastingen zullen betalen dan nu, terwijl gezinnen met een hoog inkomen grotere lasten zullen dragen.

**Tabel 46: Belastingen voor en na rekeningrijden t.o.v. jaarinkomen; scenario 3**

Inkomenscategorie	40% BIV+40% JVB +huidige brandstofheffingen* t.o.v. jaarinkomen	Tariefbetalingen + gecorrigeerde brandstofheffingen* t.o.v. jaarinkomen
<b>1: € 0 - 1000</b>	0.86%	0.67%
<b>2: € 1000 – 2000</b>	2.18%	1.97%
<b>3: € 2000 – 3000</b>	2.63%	2.65%
<b>4: € 3000 – 4000</b>	2.50%	2.56%
<b>5: € 4000 – 5000</b>	2.33%	2.43%
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	1.77%	1.90%

\* Inclusief brandstofheffingen voor kilometers gereden op gemeentelijke wegen

### 3. Sensitiviteitsanalyse

De gebruikte inkomens- en prijselasticiteiten zijn essentiële bouwstenen van het gebruikte model. Zij modelleren immers de gedragsveranderingen van gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën. Om na te gaan hoe robuust de hiervoor besproken resultaten zijn ten opzichte van deze elasticiteiten, voer ik een sensitiviteitsanalyse uit. Ik ga na hoe de resultaten van het model veranderen ten gevolge van veranderingen in de richtingscoëfficiënt die weergeeft hoe prijs- en inkomenselasticiteiten variëren over de inkomenscategorieën heen.

#### 3.1. Sensitiviteit inkomenselasticiteit

Ik bekeek het effect van een gelijke inkomenselasticiteit voor gezinnen uit elke inkomenscategorie ( $\text{rico} = 0$ ). Daarnaast vergelijk ik ook de resultaten van het model met grotere verschillen in inkomenselasticiteit ( $\text{rico} = -0.10$ ) met deze van de basismodellen. In dit laatste geval ga ik er bovendien vanuit dat de inkomenselasticiteit ( $e_i$ ) van gezinnen uit inkomenscategorie 1 gelijk is aan 1.2, terwijl deze voor gezinnen uit inkomenscategorie twee 0.75 bedraagt. Uit Tabel 47 blijkt duidelijk dat een verandering in de gebruikte richtingscoëfficiënt om de inkomenselasticiteit te doen variëren over de inkomenscategorieën heen, nauwelijks effect heeft op de bekomen resultaten. Dit is het geval voor rekeningrijden volgens elk scenario<sup>36</sup>. We kunnen bijgevolg concluderen dat de resultaten robuust zijn ten opzichte van de inkomenselasticiteit.

Tabel 47: Sensitiviteit resultaten m.b.t. inkomenselasticiteit

Rico inkomenselasticiteit Scenario 1, 2 en 3	0	-0.10 met $e_{i_1} = 1.20$ en $e_{i_2} = 0.75$
<b>Vaststellen tarieven</b>	Nauwelijks effect	Nauwelijks effect
<b>Aanpassing voertuigkilometers</b>	Beperkt effect: totale afname iets kleiner	Beperkt effect: totale afname iets groter
<b>Aanpassing voertuigkilometers per gezin</b>	Beperkt effect: Vervoersvraag van armere gezinnen daalt sterker. Vervoersvraag van rijkere gezinnen daalt minder.	Beperkt effect: Vervoersvraag van armere gezinnen daalt minder. Vervoersvraag van rijkere gezinnen daalt sterker.
<b>Verandering in belastingbetaling</b>	Beperkt effect: Grotere belastingafname voor armere, grotere belastingtoename voor rijkere	Beperkt effect: Kleinere belastingafname voor armere, kleinere belastingtoename voor rijkere
<b>Progressief of degressief?</b>	Nauwelijks effect	Nauwelijks effect

<sup>36</sup> Voor scenario 3 gaan we in deze sensitiviteitsanalyse uit van een belastingvermindering van 40% voor BIV en JVB. Door het gebruik van andere inkomens- of prijselasticiteiten kan het zijn dat de berekende tarieven afwijken van de MECK.

### 3.2. Sensitiviteit prijselasticiteit

Tabel 48 toont dat de onderzoeksresultaten gevoeliger zijn aan wijzigingen van de prijselasticiteit dan aan veranderingen van de inkomenselasticiteit. Ik onderzocht het effect van een gelijke prijselasticiteit voor gezinnen uit alle inkomenscategorieën (rico = 0) en van een prijselasticiteit die sterker varieert over de inkomenscategorieën heen dan het geval is in de basisscenario's (rico = 0.04; in dit geval is de prijselasticiteit in de spits voor de hoogste inkomenscategorie gelijk aan 0). Hoe dan ook blijken de resultaten ook robuust ten opzichte van veranderingen in de prijselasticiteit.

Tabel 48: Sensitiviteit resultaten m.b.t. prijselasticiteit

Rico prijselasticiteit	0	0.04
<b>Scenario 1, 2 en 3</b>		
<b>Vaststellen tarieven</b>	Nauwelijks effect: sommige tarieven iets hoger	Nauwelijks effect: sommige tarieven iets lager
<b>Aanpassing voertuigkilometers</b>	Totale afname iets groter	Totale afname iets kleiner
<b>Aanpassing voertuigkilometers per gezin</b>	Vervoersvraag van armere gezinnen daalt minder. Vervoersvraag van rijkere gezinnen daalt sterker.	Vervoersvraag van armere gezinnen daalt sterker. Vervoersvraag van rijkere gezinnen daalt minder.
<b>Verandering in belastingbetaling</b>	Beperkt effect: kleinere belastingafname voor armere, kleinere belastingtoename voor rijkere	Beperkt effect: grotere belastingafname voor armere, grotere belastingtoename voor rijkere
<b>Progressief of degressief?</b>	Nauwelijks effect	Nauwelijks effect

## 4. Interpretatie simulatieresultaten

Uit bovenstaande bespreking van de effecten van rekeningrijden volgens elk van de drie beschouwde scenario's (samengevat in Tabel 49) kunnen we enkele conclusies trekken. De gebruikte regel voor tariefbepaling zorgt er steeds voor dat de verhouding tussen de ingestelde tarieven op de verschillende weg- en tijdstippen de verhouding tussen de MECK perfect weerspiegelt. Als de overheid voldoende inkomsten wil genereren om de inkomsten uit de afgeschafte BIV en JVB te compenseren (scenario 1), wijken de tarieven niet veel af van de MECK. Dit is ook het geval indien ze de brandstofheffingen corrigeert en BIV en JVB met 40% vermindert (scenario 3). Als er voldoende inkomsten moeten zijn om de gemiste inkomsten uit volledig afgeschafte BIV en JVB en verlaagde brandstofheffingen te compenseren (scenario 2), zijn de gestelde tarieven aanzienlijk hoger.

Rekeningrijden zorgt er in elk beschouwd scenario voor dat het verkeersvolume afneemt. Deze afname is groter, des te hoger de ingestelde tarieven. Hogere tarieven hebben immers een sterker sturend karakter. De toename in verkeersvolume op autosnelwegen tijdens de spits is opmerkelijk in de resultaten van scenario 3. De verklaring vinden we in substitutie-effecten die de afname ten gevolge van het toltarief op autosnelwegen in de spits in dit geval overcompenseren.

Bij scenario 1 en 2 verminderen armere gezinnen hun vervoersvraag sterker dan rijkere gezinnen, hetgeen te wijten is aan hun hogere prijselasticiteit. De resultaten van scenario 3 tonen echter een ander beeld. Hier heeft de lagere inkomenselasticiteit van rijkere gezinnen een doorslaggevende invloed.

De resultaten van elke scenario tonen een belastingvermindering voor gezinnen uit de twee laagste inkomenscategorieën. Voor gezinnen uit alle ander inkomenscategorieën resulteert rekeningrijden in een belastingverhoging. De verandering in belastingbetaling (vermindering én verhoging) zijn het grootst bij scenario 2 en het kleinst bij scenario 3. Dit is te verklaren vanuit de hoogte van de tarieven en de grootte van de aanpassingen van het belastingsysteem ten opzichte van het huidige. Scenario 2 zorgt voor de grootste variabilisatie van de prijszetting naar tijd en ruimte. Hier is de verschuiving van belastingen op bezit (zoals nu) naar belastingen op gebruik (rekeningrijden) het grootst. Rijkere gezinnen maken typisch veel meer gebruik van hun wagen dan armere gezinnen, terwijl de verschillen in wagenbezit over de verschillende inkomenscategorieën heen kleiner zijn. Hoe meer het gebruik van de wagen belast wordt, hoe meer de lasten op de schouders van rijkere gezinnen zullen terechtkomen.

Wat betreft de verdeling van de te betalen belastingen over gezinnen uit de verschillende inkomenscategorieën ten opzichte van hun inkomen, blijkt dat rekeningrijden volgens elk scenario garant staat voor een eerlijkere belastingverdeling dan het huidige systeem. Armere gezinnen zullen proportioneel ten opzichte van hun inkomen minder belastingen betalen dan nu, terwijl de situatie voor rijkere gezinnen net omgekeerd is. Net zoals dat nu het geval is, blijven gezinnen uit de middenklasse ook bij rekeningrijden proportioneel gezien de grootste lasten dragen.

Uit de sensitiviteitsanalyse kunnen we tenslotte besluiten dat de resultaten van het gebruikte model robuust zijn ten opzichte van veranderingen in inkomens- en prijselasticiteiten.



Tabel 49: Effecten Rekeningrijden volgens elk scenario

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Vaststellen tarieven	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Budgetbeperking niet erg bindend</li> <li>- De tol op regionale wegen steeds hoger dan op autosnelwegen</li> <li>- Spittarieven steeds hoger dan daltarieven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingestelde tarieven aanzienlijk hoger dan bij scenario 1</li> <li>- Budgetbeperking heel wat meer beperkend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toltarieven nagenoeg gelijk aan de MECK</li> </ul>
Aanpassing voertuigkilometers	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Op elk wegtype en tijdstip een daling in verkeersvolume</li> <li>- Afname in afgelegde afstanden met iets minder dan 1%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algemene daling in verkeersvolume</li> <li>- Totale verkeersvolume daalt met 1.10%,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daling in aantal afgelegde voertuigkilometers beperkt (-0.24%)</li> <li>- Toename verkeersvolume op de autosnelweg tijdens de spits</li> </ul>
Aanpassing voertuigkilometers per gezin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Armere gezinnen reduceren hun transportvraag sterker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verminderingen voor elke inkomenscategorie groter dan deze onder scenario 1</li> <li>- Armere gezinnen reduceren hun vervoersvraag sterker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rijkere gezinnen reduceren hun vervoersvraag sterker dan gezinnen uit de middenklasse.</li> <li>- Enkel gezinnen uit de laagste inkomenscategorie verminderen hun vraag naar vervoer nog sterker</li> </ul>
Verandering in belastingbetaling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gezinnen uit inkomenscategorieën 1 en 2 betalen minder belastingen dan nu</li> <li>- Hoe rijker het gezin, hoe hoger de toename in te betalen belastingen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Belastingvermindering voor de laagste inkomenscategorieën</li> <li>- Belastingverhoging voor rijkere gezinnen</li> <li>- Belastingvermindering of –verhoging groter dan bij rekeningrijden volgens scenario 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veranderingen in te betalen belastingen zijn kleiner dan bij scenario's 1 en 2</li> </ul>
Progressief of degressief?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Armere gezinnen betalen proportioneel t.o.v. hun inkomen minder dan nu</li> <li>- Gezinnen uit de middenklasse dragen proportioneel de hoogste lasten.</li> <li>- Rijkere gezinnen spenderen een groter deel van hun inkomen aan belastingen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verlaging van de belastingen t.o.v. het inkomen voor de armste gezinnen</li> <li>- Middenklasse draagt proportioneel de zwaarste lasten</li> <li>- Rijkere gezinnen betalen meer belastingen betalen dan nu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Middenklasse gezinnen dragen de grootste lasten</li> <li>- Gezinnen met de laagste inkomens betalen minder belastingen dan nu</li> <li>- Gezinnen met een hoog inkomen dragen grotere lasten dan nu</li> </ul>

## 5. Link met aanvaardbaarheid

Rekeningrijden wordt best ingevoerd als onderdeel van een pakket aan maatregelen, “package solutions”. Het gebruiken van de inkomsten uit de tolheffing op de wegen om de huidige forfaitaire transportbelastingen (BIV en JVB) en overdreven hoge brandstofheffingen te verlagen, kan de aanvaardbaarheid van het systeem verhogen. In die zin heeft rekeningrijden volgens bovenstaande drie scenario’s een hoge aanvaardingskans.

De welvaart van de weggebruikers en de verdelingsaspecten van het systeem vormen belangrijke elementen die de aanvaardbaarheid van rekeningrijden bepalen. Door de opgehaalde tolinkomsten te gebruiken voor het verlagen van de huidige transportbelastingen slagen de beschouwde scenario’s erin de welvaart van de weggebruiker te waarborgen. Het onderzoek in deze thesis toont dat rekeningrijden in staat is de belastingen voor armere gezinnen te verlagen terwijl ze de hoogte ingaan voor rijkere gezin. Dit positieve resultaat op gebied van welvaartsverdeling kan bijdragen aan de aanvaardbaarheid van het systeem.

Een kanttekening is hier echter op zijn plaats: mijn onderzoek houdt immers geen rekening met de verschillen in tijdswaardering tussen gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën. De tijdswaardering is typisch hoger voor gezinnen met een hoger inkomen. Dit kan aanleiding geven tot volgend effect. De ingestelde toltarieven zijn voor rijkere gezinnen lager ten opzichte van hun tijdswaardering dan voor armere gezinnen. Dit zorgt ervoor dat rijkere gezinnen de tarieven als lager percipiëren dan armere en hun gedrag bijgevolg ook minder zullen aanpassen. Stel bovendien dat we de betaalde tol uitzetten ten opzichte van een inkomensmaatstaf die naast de inkomsten ook de waardering van de (vrije) tijd meeneemt. Het is dan te verwachten dat de bekomen verhouding voor gezinnen uit lagere inkomenscategorieën hoger uitvalt dan de verhouding tussen betaalde tarieven en inkomsten zoals berekend in deze thesis. Voor rijke gezinnen verwachten we net het omgekeerde effect.

Ik vermeldde reeds dat de Belgische bevolking zich sterk bewust is van het fileprobleem, hetgeen positief is voor de aanvaardbaarheid van een systeem dat de files kan verhelpen. Om rekeningrijden aanvaardbaar te maken is het bijgevolg noodzakelijk dat men dit systeem als effectief aanziet. De huidige perceptie van de Belgische bevolking is echter niet erg positief ten aanzien van de effectiviteit van rekeningrijden. De resultaten uit dit onderzoek tonen echter dat rekeningrijden zorgt voor een daling van het algemene verkeersvolume. Een degelijke communicatie van dit positief resultaat kan de aanvaardbaarheid verhogen.

Goede communicatie kan bovendien de sociale normen beïnvloeden. De effectieve aanvaardbaarheid van rekeningrijden neemt toe naarmate de sociale druk om het systeem te aanvaarden, hoger wordt. Communicatie is belangrijk naar alle bevolkingsgroepen toe. Socio-economische factoren zoals gezinsinkomen hebben zeer weinig impact op aanvaardbaarheid van rekeningrijden.

## **V. Conclusies, beleidsaanbevelingen en suggesties voor vervolgonderzoek**

Door de externe congestiekosten via tolheffing door te rekenen aan de autogebruikers, zou de Vlaamse gemeenschap als geheel erop vooruit gaan. De welvaart in Vlaanderen zou stijgen. In de praktijk is marginale sociale kostenprijszetting (first-best) echter niet mogelijk. Er zijn immers marktperfecties en de overheid moet ook steeds rekening houden met een budgetbeperking. Daarom is ze genoodzaakt haar toevlucht te nemen tot second-best oplossingen die de beleidsdoelstellingen zo goed mogelijk waar maken gegeven de bestaande beperkingen. Hoewel er verschillende technische mogelijkheden zijn, voerde geen enkele Europese lidstaat rekeningrijden reeds in. Andere systemen voor tolheffing op de wegen werden, vooral voor zwaar verkeer, wel reeds geïmplementeerd.

Niettegenstaande transporteconomen de voordelen van rekeningrijden reeds jaren in de verf zetten, blijkt de aanvaardbaarheid van het systeem over het algemeen laag te zijn. De belangrijkste redenen hiervoor zijn de daling in welvaart voor de weggebruikers, potentieel negatieve verdelingsaspecten, gepercipieerde ineffectiviteit van het systeem en het gebruik van de tolinkomsten. De drie verschillende scenario's om rekeningrijden te implementeren geanalyseerd in deze thesis, houden rekening met deze laatste factor. De inkomsten uit tolheffing werden immers steeds gebruikt om de bestaande belastingen (BIV, JVB en brandstofheffingen) te verminderen.

De inkomens van de Vlaamse gezinnen zijn niet homogeen verdeeld. Het gros van de gezinnen (80%) heeft een netto maandinkomen tussen € 1 000 en € 4 000. 12% heeft een hoger en 8% een lager inkomen. De huidige transportbelastingen in Vlaanderen treffen de middenklasse het zwaarst. Zowel rijkere als armere gezinnen betalen proportioneel t.o.v. hun inkomen minder belastingen.

In dit onderzoek ging ik er steeds vanuit dat de overheid bij het invoeren van rekeningrijden de tarieven proportioneel aan de MECK stelt. Bij scenario 1 veronderstelden we een tolheffing die voldoende inkomsten genereert zodat BIV en JVB volledig afgeschaft kunnen worden bij gelijkblijvend overheidsbudget. Scenario 2 ging bovendien uit van een correctie van de brandstofheffingen. Voor scenario 3 werd de assumptie van volledige afschaffing van BIV en JVB verlaten. Naast een correctie van de brandstofheffingen omvatte dit laatste scenario een vermindering van BIV en JVB met 40%. De focus van mijn onderzoek lag steeds op de effecten op korte termijn.

Rekeningrijden volgens scenario 1 en 2 zorgt ervoor dat gezinnen uit de lagere inkomenscategorieën hun vervoersvraag sterker reduceren dan gezinnen uit de hogere categorieën. Bij scenario 3 zien we grotendeels het omgekeerde effect. Concluderend kan ik stellen dat de implicaties van rekeningrijden op de vervoersvraag van gezinnen naargelang het gezinsinkomen afhankelijk zijn van de precieze modaliteiten van het beschouwde systeem. De verwachte inkomsten die de overheid uit rekeningrijden wil halen en de precieze belastingen die ze vermindert, blijken van doorslaggevend belang.

Rekeningrijden zorgt in geval van de drie beschouwde scenario's steeds voor een belastingvermindering voor gezinnen uit de twee laagste inkomenscategorieën terwijl voor alle andere gezinnen de te betalen belastingen toenemen. Hoe meer het gebruik van de wagen belast wordt i.p.v. het bezit ervan, hoe meer lasten er op de schouders van rijkere gezinnen terechtkomen. Rekeningrijden staat volgens elk scenario garant voor een eerlijkere belastingverdeling dan nu het geval is. Dit resultaat is erg positief naar de aanvaardbaarheid van het systeem toe. Verdelingsaspecten zijn sterk afhankelijk van de concrete situatie. Potentieel negatieve resultaten op dit gebied dragen bij tot de lage algemene aanvaardbaarheid van rekeningrijden. Dit onderzoek toonde echter een positief effect op de welvaartsverdeling in Vlaanderen.

Het gebruik van de inkomsten uit tolheffing voor het verlagen van andere transportbelastingen met een minder sturend karakter, vormt een kenmerk van de geanalyseerde scenario's dat positief kan bijdragen aan de aanvaardbaarheid van rekeningrijden. Op deze manier slaagt het systeem er tevens in de welvaart van de weggebruiker te waarborgen. Hoe dan ook maakt rekeningrijden idealiter steeds deel uit van een pakket aan maatregelen. Andere onderdelen van dit pakket kunnen zijn: een belastingvermindering elders, verbeteringen in het openbaar vervoer en investeringen in infrastructuur voor voetgangers en fietsers. Een

belastingvermindering elders kan zowel een reductie van andere transportbelastingen zoals geanalyseerd in deze thesis, als bijvoorbeeld een lastenverlaging op arbeid betekenen. Hoe dan ook is het met het oog op de aanvaardbaarheid van het systeem, van belang dat de inkomsten niet gewoon ten goede komen van het algemene budget, maar een specifieke bestemming hebben.

Om de publieke opinie te overtuigen van de positieve maatschappelijke effecten van rekeningrijden is het van uitermate belang dat de overheid duidelijk communiceert. Enkel op die manier is het mogelijk de Vlamingen te overtuigen van de gunstige effecten die rekeningrijden kan hebben. Hierbij denk ik bijvoorbeeld aan de algemene welvaartstoename en de eerlijkere verdeling van te betalen belastingen over gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën. Een degelijke communicatiestrategie vanuit de overheid kan bovendien zorgen voor een aanpassing van de sociale normen. Naarmate de sociale druk om het systeem te aanvaarden, toeneemt, groeit de effectieve aanvaardbaarheid ervan. Om rekeningrijden te accepteren, moeten mensen ervan overtuigd zijn dat het systeem effectief zorgt voor een vermindering van verkeersvolume en bijgevolg van de files. Opnieuw kan een duidelijke communicatie van de te verwachten gunstige effecten op het verkeersvolume uitkomst bieden. Een testfase van het systeem tenslotte laat toe de Vlamingen vertrouwd te maken met de modaliteiten en positieve gevolgen van rekeningrijden op het verkeersvolume en de algemene welvaart.

Ter afsluiting geef ik graag nog een aanzet voor mogelijke vervolgprojecten. Het onderzoek in deze thesis maakte abstractie van de verschillen in tijdswaardering voor gezinnen met hogere dan wel lagere inkomens. Het meenemen van deze verschillen in de analyse werpt mogelijk een ander licht op enkele deelresultaten. Verder verdient de problematiek van bedrijfswagens aandacht in het kader van een potentiële invoering van rekeningrijden in Vlaanderen. Ook een onderzoek van de effecten van tolheffing op onze wegen op het buitenlandse verkeer en het vrachtvervoer is erg zinvol. Voorts is het zeker de moeite waard de oefening uitgevoerd in deze thesis te herhalen rekening houdend met de mogelijke substitutie van wagengebruik door openbaar vervoer. Ten slotte verdienen de effecten op langere termijn en op andere economische sectoren (*general equilibrium analysis*) ook de nodige aandacht.

## Bibliografie

- Aerts, D. (2006). *Informatiepakket Douane: Accijnzen*. Mechelen: Wolters Kluwer Belgium NV.
- Agentschap Binnenlands Bestuur. (2013, januari 22). *Verkeersbelasting*. Opgeroepen op november 23, 2014, van binnenland.vlaanderen.be:  
<http://binnenland.vlaanderen.be/fiscaliteit/verkeersbelasting>
- Algemene Administratie van de Douane en Accijnzen. (2013). *Vademecum 01-03-2013*. Brussel: FOD Financiën.
- Apetra. (sd). *Bijdrage*. Opgeroepen op april 11, 2015, van Apetra.be:  
<http://www.apetra.be/nl/financiele-informatie/bijdrage>
- Balasz, J., Rial, A., Troncoso, C., Preneel, B., Verbauwhede, I., & Geuens, C. (2010). 19TH USENIX SECURITY SYMPOSIUM. *PrETP: Privacy-Preserving Electronic Toll Pricing*.
- Bamberg, S., & Rolle, D. (2003). Determinants of people's acceptability of pricing measures - replication and extension of a causal model. In J. Schade, & B. Schlag, *Acceptability of transport pricing strategies* (pp. 235-248). Oxford: Elsevier.
- Basso, L. J., & Oum, T. H. (2007). Automobile Fuel Demand: A Critical Assessment of Empirical Methodologies. *Transport Reviews*, Vol. 27, No. 4, July 2007, 449-484.
- Baum, M., & Schade, J. (2007). Reactance or acceptance? Reactions towards the introduction of road pricing. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 41, Issue 1, January 2007, 41-48.
- Belga. (2014, maart 4). *Brussel en Antwerpen bij top van Europese filesteden*. Opgeroepen op oktober 18, 2014, van De Redactie.be:  
<http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/binnenland/1.1899692>
- Belgische Petroleumfederatie (1). (sd). *Wat is Apetra?* Opgeroepen op november 24, 2014, van Petrolfed.be: <http://www.petrolfed.be/nl/veelgestelde-vragen/wat-apetra>
- Belgische Petroleumfederatie (2). (sd). *Samenstelling huidige maximumprijzen*. Opgeroepen op april 11, 2015, van Petrolfed.be:  
<http://www.petrolfed.be/nl/maximumprijzen/samenstelling-huidige-maximumprijzen>
- Belgische Petroleumfederatie (3). (sd). *Evolutie van de accijnstarieven op de voornaamste petroleumproducten*. Opgeroepen op november 24, 2014, van Petrolfed.be:  
<http://www.petrolfed.be/nl/petroleumindustrie/fiscaliteit/evolutie-van-de-accijnstarieven-op-de-voornaamste-petroleumproducten>
- Belgische Petroleumfederatie (4). (sd). *Accijnsontvangsten op brandstoffen in België*. Opgeroepen op november 24, 2014, van Petrolfed.be:  
<http://www.petrolfed.be/nl/petroleumindustrie/fiscaliteit/accijnsontvangsten-op-brandstoffen-belgi%C3%AB>

- Belgische Petroleumfederatie (5). (sd). *De Programmaovereenkomst*. Opgeroepen op november 24, 2014, van Petrolfed.be:  
<http://www.petrolfed.be/nl/maximumprijzen/achtergrondinformatie/de-programmaovereenkomst>
- Belgische Petroleumfederatie (6). (sd). *De maximumprijs van petroleumproducten begrijpen*. Opgeroepen op november 24, 2014, van Petrolfed.be:  
<http://www.petrolfed.be/nl/maximumprijzen/achtergrondinformatie/de-maximumprijs-van-petroleumproducten-begrijpen>
- Belgische Petroleumfederatie (7). (sd). *Accijnzen op motorbrandstoffen: het 'klikstelsel'*. Opgeroepen op november 24, 2014, van Petrolfed.be:  
<http://www.petrolfed.be/nl/maximumprijzen/achtergrondinformatie/accijnzen-op-motorbrandstoffen-het-klikstelsel>
- Blauwens, G. (2005). Waarom rekeningrijden? *Documentatieblad; 65e jaargang, nr 4, 4e kwartaal 2005*.
- booz&co. (2012). *Study on Impacts of Application of the Vignette Systems to Private Vehicles*. London: booz&co.
- Borins, S. F. (1988). Electronic road pricing: An idea whose time may never come. *Transportation Research Part A: General, Volume 22, Issue 1, January 1988, 37-44*.
- CEDR's Project Group Funding. (2009). *The socio-economic impacts of road-pricing*. CEDR.
- Centre des études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. (2007). *Urban Road Pricing The question of Acceptability*. France: Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer.
- Charging Concepts*. (sd). Opgeroepen op oktober 12, 2014, van Roadpricing:  
<http://www.roadpricing.biz/>
- Cities*. (sd). Opgeroepen op oktober 12, 2014, van Roadpricing: <http://www.roadpricing.biz/>
- Cornelis, E., Hubert, M., Huynen, P., Lebrun, K., Patriarche, G., De Witte, A., . . . Walle, F. (2012). *La mobilité en Belgique en 2010 : résultats de l'enquête BELDAM*. Brussel: SPF Mobilité & Transports; gefinancierd door BELSPO, de FOD Mobiliteit & Vervoer en andere cofinanciers; gecoördineerd door GRT (Université de Namur) in samenwerking met IMOB (Université Hasselt) en CES (FUSL).
- Dargay, J., Gatley, D., & Sommer, M. (2007). Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030. *The Energy Journal, Vol. 28, No. 4, 143-170*.
- De Borger, B., & Proost, S. (2001). *Reforming Transport Pricing in the European Union: A Modelling Approach*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited.

- De Borger, B., & Proost, S. (2012). A political economy model of road pricing. *Journal of Urban Economics*, Volume 71, Issue 1, January 2012, 79-92.
- De Borger, B., Ochelen, S., Proost, S., & Swysen, D. (1997). Alternative Transport Pricing and Regulation Policies: A Welfare Analysis for Belgium in 2005. *Transportation Research part D, Vol. 2, No. 3*, 177-198.
- De Vlieger, I., Mayeres, I., Michiels, H., Schrooten, L., Vanhulsel (VITO), M., Hoornaert, B., . . . Jourquin (FUCaM), B. (2009). *Long-run impacts of policy packages on mobility in Belgium (LIMOBEL) Final Report*. Brussel: Belgian Science Policy (Research Programme Science for a Sustainable Development).
- Delhaye, E., De Ceuster, G., & Maerivoet, S. (2010). *Internalisering van externe kosten van transport in Vlaanderen Eindrapport*. studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2010/10, Transport & Mobility Leuven.
- Delsaut, M. (2014). The effect of fuel price on demands for road and rail travel: an application to the French case. *Transportation Research Procedia 1*, 177-187.
- Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (1). (sd). *Belasting op de Inverkeerstelling*. Opgeroepen op november 23, 2014, van Ine.be: <http://www.ine.be/themas/milieu-en-mobiliteit/milieuvriendelijke-voertuigen/premies-belastingen-en-subsidies/verkeersbelasting/biv>
- Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (2). (sd). *Ine.be*. Opgeroepen op november 23, 2014, van Jaarlijkse Verkeersbelasting: <http://www.ine.be/themas/milieu-en-mobiliteit/milieuvriendelijke-voertuigen/premies-belastingen-en-subsidies/verkeersbelasting/jaarlijkse-verkeersbelasting/jaarlijkse-verkeersbelasting/#ACOB>
- Departement Mobiliteit en Openbare Werken. (sd). *Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen*. Opgeroepen op april 13, 2015, van Mobiel Vlaanderen: <http://mobielvlaanderen.be/ovg/ovg04.php>
- Directoraat-generaal Duurzame Mobiliteit en Spoorbeleid. (2014). *Kilometers afgelegd door Belgische voertuigen in het jaar 2013*. Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer.
- European Commission 1. (2014, mei 19). *Mobility and Transport*. Opgeroepen op oktober 12, 2014, van Road: Road charging: [http://ec.europa.eu/transport/modes/road/road\\_charging/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/modes/road/road_charging/index_en.htm)
- European Commission 2. (2013, januari 15). *Mobility and Transport*. Opgeroepen op oktober 12, 2014, van Road: Road Infrastructure Charging – Heavy Goods Vehicles: [http://ec.europa.eu/transport/modes/road/road\\_charging/charging\\_hgv\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/modes/road/road_charging/charging_hgv_en.htm)



- European Commission 3. (2012, oktober 9). *Mobility and Transport*. Opgeroepen op oktober 12, 2014, van Road: Road Infrastructure Charging - Private Vehicles: [http://ec.europa.eu/transport/modes/road/road\\_charging/charging\\_private\\_vehicles\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/modes/road/road_charging/charging_private_vehicles_en.htm)
- Eurostat. (2014, september 15). *Motor vehicle movements on national territory, by vehicles registration*. Opgeroepen op november 26, 2014, van Eurostat: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road\\_tf\\_vehmov&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road_tf_vehmov&lang=en)
- Exsu BVBA. (sd). *Accijnzen*. Opgeroepen op november 23, 2014, van exsu.be: [http://www.exsu.be/accijnzen\\_startpagina.html](http://www.exsu.be/accijnzen_startpagina.html)
- Febiac/PwC. (2013). *Slimme fiscaliteit voor betere mobiliteit*. Febiac/PwC.
- Federaal Planbureau 1. (2014, september 26). *Indicatoren Passenger Transport*. Opgeroepen op oktober 5, 2014, van Federaal Planbureau: [http://www.plan.be/databases/indicator\\_det.php?lang=nl&KeyPub=1285](http://www.plan.be/databases/indicator_det.php?lang=nl&KeyPub=1285)
- Federaal Planbureau 2. (2014, september 26). *Indicatoren Freight Transport*. Opgeroepen op oktober 5, 2014, van Federaal Planbureau: [http://www.plan.be/databases/indicator\\_det.php?lang=nl&KeyPub=1286](http://www.plan.be/databases/indicator_det.php?lang=nl&KeyPub=1286)
- Federaal Planbureau 3. (2012). *Data - Vooruitzichten Transportvraag (editie 2012) Statistische Bijlage*. Opgeroepen op oktober 5, 2014, van Federaal Planbureau: [http://www.plan.be/databases/database\\_det.php?lang=nl&DB=FORTRANSP\\_01&ID=41](http://www.plan.be/databases/database_det.php?lang=nl&DB=FORTRANSP_01&ID=41)
- Federaal Planbureau 4. (2009, april 24). *Langetermijnvoorzichten voor transport in België: referentiescenario*. Opgeroepen op oktober 18, 2014, van Nieuws: <http://www.plan.be/press/communique-812-nl-langetermijnvoorzichten+voor+transport+in+belgie+referentiescenario>
- Federaal Planbureau en Federaal Overheidsdienst Mobiliteit en Vevoer. (2012). *Vooruitzichten van de transportvraag in België tegen 2030*. Brussel: Federaal Planbureau en Federaal Overheidsdienst Mobiliteit en Vevoer.
- Federaal Planbureau. (sd). *Federaal Planbureau: Data*. Opgeroepen op april 12, 2015, van Transportdatabanken: [http://www.plan.be/databases/PVarModal.php?VC=HOUSE011&D1\[\]=T01VB&D2\[\]=ZZTOT&DB=TRANSP&lang=nl&XT=0](http://www.plan.be/databases/PVarModal.php?VC=HOUSE011&D1[]=T01VB&D2[]=ZZTOT&DB=TRANSP&lang=nl&XT=0)
- FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie (1). (sd). *Bofas*. Opgeroepen op november 24, 2014, van fgov.be: [http://economie.fgov.be/nl/ondernemingen/energie/Niet-hernieuwbare\\_energie\\_Aardolie/BOFAS/#.VHMIF-ktCM8](http://economie.fgov.be/nl/ondernemingen/energie/Niet-hernieuwbare_energie_Aardolie/BOFAS/#.VHMIF-ktCM8)

- FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie (2). (2006, oktober 9). *Technische bijlage bij de programma-overeenkomst Betreffende de regeling van de maximum verkoopprijzen der olieproducten*. Opgehaald van economie.fgov.be:  
[http://economie.fgov.be/nl/binaries/energy\\_prices\\_nl\\_002\\_tcm325-63739.pdf](http://economie.fgov.be/nl/binaries/energy_prices_nl_002_tcm325-63739.pdf)
- FOD Financiën (1). (sd). *Aankoop*. Opgeroepen op november 24, 2014, van minfin.fgov.be:  
<http://minfin.fgov.be/portail2/nl/themes/transport/vehicles-purchase.htm#B3>
- FOD Financiën (1). (sd). *Accijnzen*. Opgeroepen op november 23, 2014, van financien.belgium.be: <http://financien.belgium.be/nl/ondernemingen/accijnzen/>
- Fullerton, D., & West, S. (2002). Can taxes on cars and on gasoline mimic an unavailable tax on emissions? *Journal of Environmental Economics and Management* 43, 135-157.
- Fumes, P. J., Ruja, S., & Voss, S. (2011). TCL workshop - Asilomar – 27. – 29. June 2011. *Electronic Toll Collection Technologies for Road Pricing*. Asilomar: Q-Free.
- Gabriëls & Co. (sd). *Recuperatie professionel diesel*. Opgeroepen op november 24, 2014, van VABF vzw: <http://www.vabf.be/nieuws/nieuwsbericht.asp?id=1952>
- Gallup Organisation. (2011). *Flash Eurobarometer: Future of transport*. Hongarije: Gallup Organisation.
- Goodwin, P., Dargay, J., & Hanly, M. (2004). Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 24:3, 275-292.
- Graham, D. J., & Glaister, S. (2004, Mei). Road Traffic Demand Elasticities: A Review. *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, 261–274.
- Harrington, W., Krupnick, A. J., & Alberini, A. (2001). Overcoming public aversion to congestion pricing. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 35, Issue 2, February 2001, 87-105.
- Hiura, R., Mabuchi, Y., Iehara, M., Yamaguchi, T., Okazaki, T., & Fukase, T. (2013). System Evaluation Test of Global Navigation Satellite System-based Road Pricing System. *Mitsubishi Heavy Industries Technical Review Vol. 50 No. 4 (December 2013)*, 15-21.
- Hong Kong Government. (2001). *Feasibility Study on Electronic Road Pricing*. Hong Kong: Hong Kong Government.
- Jaensirisak, S., Wardman, M., & May, A. D. (2005). Explaining Variations in Public Acceptability of Road Pricing Schemes. *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 39, Part 2, May 2005, 127-153.
- Jakobsson, C., Fujii, S., & Gärling, T. (2000). Determinants of private car users' acceptance of road pricing. *Transport Policy*, Volume 7, Issue 2, April 2000, 153-158.

- Janssens, D., Declercq, K., & Wets, G. (2014). *Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen 4.5 (2012-2013): Tabellenrapport*. Diepenbeek: Instituut voor Mobiliteit (IMOB) Universiteit Hasselt in opdracht van Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Beleid, Mobiliteit en Verkeersveiligheid.
- Joint Expert Group on Transport and Environment on urban road pricing schemes in European cities of the EU Commission. (2010). *Urban road charge in European cities: A possible means towards a new culture for urban mobility?*
- Jones, P. (2002). MC-ICAM Dresden May 2002. *Acceptability of Transport Pricing Strategies: Meeting the Challenge*. Dresden.
- Kottenhoff, K., & Brundell Freij, K. (2009). The role of public transport for feasibility and acceptability of congestion charging – The case of Stockholm. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 43, Issue 3, March 2009*, 297-305.
- Levinson, D. (2010). Equity Effects of Road Pricing: A Review. *Transport Reviews, Vol. 30, No. 1, January 2010*, 33-57.
- Lindsey, C. R., & Verhoef, E. T. (2000). Traffic congestion and congestion pricing (No. 00-101/3). *Tinbergen Institute Discussion Paper*.
- Maerivoet, S., & Yperman, I. (2008). *Analyse van de verkeerscongestie in België*. Leuven/Brussel: Transport & Mobility Leuven in opdracht van Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer: Directoraat-generaal Mobiliteit en Verkeersveiligheid, Directie Mobiliteit, City Atrium.
- Mayeres, I., Dams, Y., Liekens, I., Vanhulsel, M., Ampe, F., Vanhaver, G., & Van Hoorebeeck, S. (2014). *Proefproject Kilometerheffing Systeem voor Lichte Voertuigen in de GEN-zone Onderdeel III – Evaluatie van de resultaten – Eindrapport – 9 juli 2014*. PWC.
- Mobimix 1. (2013, mei 14). *OESO: Belgische mobiliteit is problematisch*. Opgeroepen op oktober 18, 2014, van Mobimix: <http://mobimix.be/inhoud/2013/5/14/3858>
- Mobimix 2. (2014, maart 6). *België en Brussel blijven filekampioenen*. Opgeroepen op oktober 18, 2014, van Mobimix: <http://www.mobimix.be/inhoud/2014/3/6/4428>
- Netwerk Duurzame Mobiliteit. (2013). *Steeds meer stemmen voor een kilometerheffing personenwagens*. Opgehaald van duurzame-mobiliteit.be: <http://www.duurzame-mobiliteit.be/artikel/steeds-meer-stemmen-voor-een-kilometerheffing-personeuwagens>
- Oum, T. H., & Tretheway, M. W. (1988). Ramsey pricing in the presence of externality costs. *Journal of Transport Economics and Policy*, 307-317.

- Parry, I. W., & Bento (1), A. (2000). Estimating the Welfare Effect of Congestion Taxes: The Critical Importance of Other Distortions within the Transport System. *Resources for the Future, Discussion Paper 00-51, November 2000*.
- Parry, I. W., & Bento (2), A. (2001). Revenue Recycling and the Welfare Effects of Road Pricing. *Scand. J. of Economics 103(4)*, 645-671.
- PATS. (2001). *Recommendations on Transport Pricing Strategies*. PATS.
- Pigou, A. C. (1912). *Wealth and Welfare*. London: Macmillan and Co., Limited.
- Ramsey, F. P. (1927). A Contribution to the Theory of Taxation. *Economic Journal, vol. 37 (Maart)*, 47-61.
- RDW & EReg. (2012). *Road Pricing in Europe Second Version*. Zoetermeer (NL): RDW.
- Richardson, H. W. (1974). A Note on the Distributional Effects of Road Pricing. *Journal of Transport Economics and Policy Vol. 8, No. 1 (Jan., 1974)*, pp. 82-85.
- Rienstra, S. A., Rietveld, P., & Verhoef, E. T. (1999). The social support for policy measures in passenger transport.: A statistical analysis for the Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 4, Issue 3, May 1999*, 181-200.
- Rietveld, P. (2001). Pricing Mobility Experiences in the Netherlands. *EJTIR, 1, no. 1 (2001)*, 45-60.
- Rosen, H. S., & Gayer, T. (2010). *Public Finance, Ninth Edition, International Edition*. New York: McGraw-Hill .
- Rouwendal, J., & Verhoef, E. T. (2006). Basic economic principles of road pricing: From theory to applications. *Transport Policy, Volume 13, Issue 2, March 2006*, 106-114.
- Santos, G., & Fraser, G. (2006). Road Pricing Lessons from London. *Economic Policy, Volume 21, Issue 46, April 2006*, 263-310.
- Santos, G., & Rojey, L. (2004). Distributional impacts of road pricing: The truth behind the myth. *Transportation, 31(1)*, 21-42.
- Schade, J., & Schlag, B. (2003). Acceptability of urban transport pricing strategies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Volume 6, Issue 1, March 2003*, 45-61.
- Schuitema, G., Steg, L., & Forward, S. (2010). Explaining differences in acceptability before and acceptance after the implementation of a congestion charge in Stockholm. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 44, Issue 2, February 2010*, 99-109.

- Schuitema, G., Steg, L., & Rothengatter, J. A. (2010). The acceptability, personal outcome expectations, and expected effects of transport pricing policies. *Journal of Environmental Psychology, Volume 30, Issue 4, December 2010*, 587-593.
- SDD-FOD Financiën. (2015, maart 30). B.7. *FINANCIERING GEMEENSCHAPPEN EN GEWESTEN*. Opgehaald van Financiën.belgium.be: [http://financien.belgium.be/nl/binaries/B7.\\_nl\\_tcm306-254445.pdf](http://financien.belgium.be/nl/binaries/B7._nl_tcm306-254445.pdf)
- Seale, K. (1993). 21st PTRC Summer Annual Meeting, proceedings of seminar F. *Attitudes of politicians in London to road pricing*, (pp. 117-128). PTRC Education and Research Services Ltd., Glenthorne House, Hammersmith Grove, London W4.
- Small, K. (1983). The incidence of congestion tolls on urban highways. *Journal of Urban Economics*, 90-111.
- TNS Opinion & Social. (2013). *Special Eurobarometer 406 Attitudes of Europeans towards urban mobility*. TNS Opinion & Social.
- Toye, M. (2007). *Economische Analyse van het Rekeningrijden*. Masterproef, Universiteit Gent, Faculteit Economie en Bedrijfskunde.
- Transport for London. (sd). *Paying the Congestion Charge*. Opgeroepen op oktober 12, 2014, van Transport for London: <https://www.tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/paying-the-congestion-charge>
- Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance. (2014). *Historische inflatie België - CPI inflatie*. Opgeroepen op november 26, 2014, van inflation.eu: worldwide inflation data: <http://nl.inflation.eu/inflatiecijfers/belgie/historische-inflatie/cpi-inflatie-belgie.aspx>
- Ubbels, B., & Verhoef, E. (2006). Acceptability of road pricing and revenue use in the Netherlands. *European Transport \ Trasporti Europei n. 32 (2006)*, 69-94.
- United States Department of Transportation - Federal Highway Administration. (2013, augustus 2). *Lessons Learned From International Experience in Congestion Pricing*. Opgeroepen op oktober 19, 2014, van Tolling and Pricing Program: <http://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop08047/03pertstudieslit.htm#33>
- UPTR. (2013, juli 1). *Professionele diesel*. Opgeroepen op november 24, 2014, van uptr.be: <http://www.uptr.be/nl/news/professionele-diesel--39-2/>
- van Essen, H., Nelissen, D., Smit, M., van Grinsven, A., Aarnink, S., Breemersch, T., . . . Harmsen, J. (2012). *An inventory of measures for internalising external costs in transport*. Brussel: European Commission Directorate-General for Mobility and Transport.
- Van Hese, C. (2012). *Bevoegdheidsverdeling over wegtransportbeleidsinstrumenten in België (Masterproef)*. Antwerpen: Universiteit Antwerpen.

- Viapass. (2015). *Persberichten: Kilometerheffing voor vrachtwagens start op 1 april 2016 in België*. Opgehaald van viapass.be: <http://www.viapass.be/persberichten/>
- Vlaamse Belastingdienst . (sd). *Bijlage bij het jaarverslag 2011-2012*. Brussel: Vlaamse Overheid.
- Vlaamse Belastingdienst (1). (sd). *Belasting op Inverkeerstelling*. Opgeroepen op november 23, 2014, van Belastingportaal Vlaanderen: <http://belastingen.vlaanderen.be/nlapps/docs/default.asp?fid=129>
- Vlaamse Belastingdienst. (2014). *Tarieven van de Verkeersbelasting voor personenwagens, lichte vrachtwagens en aanverwanten*. Aalst - Brussel: Vlaamse Belastingdienst.
- Vonck, S. (2014, april 4). *Bedrijfswagens: het systeem is niet meer houdbaar*. Opgehaald van Knack.be: <http://www.knack.be/nieuws/auto/bedrijfswagens-het-systeem-is-niet-meer-houdbaar/article-normal-136351.html>
- Yang, H., & Huang, H.-J. (1998). Principle of marginal-costpricing: How does it work in a general road network? *Transportation Research Part A: Policy and Practice; Volume 32, Issue 1, January 1998*, 45-54.
- Zangui, M., Yin, Y., Lawphongpanich, S., & Chen, S. (2013). Differentiated Congestion Pricing of Urban Transportation Networks with Vehicle-Tracking Technologies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 80, 7 June 2013*, 289-303.

## Appendix 1: Uitgebreide data

### A1.1. Verdeling Vlaamse bevolking over inkomenscategorieën

Uit de Beldam-enquête kon ik de verdeling van Vlaamse gezinnen naargelang inkomen afleiden. De gedetailleerde spreiding van de Vlaamse gezinsinkomens is weergegeven in Tabel 50. De tabel geeft voor elke inkomenscategorie ook het gemiddeld netto inkomen weer. Voor alle categorieën werd er bij gebrek aan meer gedetailleerde gegevens impliciet een uniforme spreiding van de gezinsinkomens binnen de inkomenscategorie verondersteld.

Tabel 50: Gemiddeld maandelijks netto-inkomen van het Vlaamse gezinnen<sup>37</sup>

Gezinsinkomen	Aandeel (1)	Gemiddeld netto inkomen (€)
€ 0 - 499	1%	249.50
€ 500 - 999	7%	749.50
€ 1000 - 1499	21%	1 249.50
€ 1500 - 1999	15%	1 749.50
€ 2000 - 2499	16%	2 249.50
€ 2500 - 2999	12%	2 749.50
€ 3000 - 3999	17%	3 499.50
€ 4000 - 4999	9%	4 499.50
€ 5000 - 9999	3%	7 499.50

Bron: (1): (Cornelis, et al., 2012, p. 25)

Omdat een aantal inkomenscategorieën slechts een zeer klein aandeel van de gezinnen vertegenwoordigen, heb ik de gegevens wat meer geaggregeerd in Tabel 51 (en Tabel 2). Het maximaal verschil tussen het hoogste en laagste gezinsinkomen per categorie bedraagt telkens € 1000.

Tabel 51: Verdeling Vlaamse gezinnen over inkomenscategorieën

Inkomenscategorie	Aandeel (1)	Aantal Vlaamse gezinnen (2)	Gemiddeld inkomen (€)
1: € 0 - 1000	8%	207 710	687.00
2: € 1000 – 2000	36%	934 695	1 457.83
3: € 2000 – 3000	28%	726 985	2 463.79
4: € 3000 – 4000	17%	441 384	3 499.50
5: € 4000 – 5000	9%	233 674	4 499.50
6: € 5000 – 10 000	3%	77 891	7 499.50
<b>Totaal</b>	<b>100%</b>	<b>2 622 338</b>	<b>2 469.80</b>

Bron: (1) op basis van (Cornelis, et al., 2012, p. 25); (2) op basis van (Cornelis, et al., 2012, p. 22)

<sup>37</sup> Ik heb enkel rekening gehouden met het maandelijks netto-inkomen van de gezinnen die antwoord gaven op de vraag naar hun inkomen (8% van de respondenten gaven geen antwoord).

### *A1.2. BIV*

De data die ik in dit onderzoek gebruikt heb, zijn gebaseerd op het rapport “Internalisering van externe kosten van transport in Vlaanderen” en dateren uit 2009. In 2009 werd de BIV voor alle wagens nog berekend op basis van het vermogen van de wagen zonder rekening te houden met de milieukeurmerken ervan. Om de data toch enigszins te updaten, heb ik de bedragen uit 2009 wel geïndexeerd zodanig dat ze uitgedrukt worden in €<sub>2013</sub><sup>38</sup>.

Om de jaarlijkse kosten van een gezin aan BIV te kunnen inschatten, was er informatie nodig over de frequentie waarmee een gezin een wagen aankoopt. Het bleek uit de Beldam-enquête dat een Vlaams gezin gemiddeld 1 maal om de 5,3 jaar een wagen aankoopt en bijgevolg BIV betaalt. Een belangrijke kanttekening is dat ik verondersteld heb dat de frequentie waarmee gezinnen een andere wagen aanschaffen, onafhankelijk is van het gezinsinkomen. Dit is louter te wijten aan een gebrek aan meer gedetailleerde gegevens. Om dezelfde reden werd er ook geen rekening gehouden met het feit dat gezinnen uit verschillende inkomenscategorieën andere types van wagens aankopen (nieuw versus tweedehands, kleine stadswagen of luxueuze limousine). Wel werd in acht genomen dat armere gezinnen gewoonlijk minder wagens bezitten dan rijkere. (Cornelis, et al., 2012, p. 38)

Uiteraard is de BIV per wagen verschillend voor een diesel- dan wel een benzinewagen, voor een nieuwe of een tweedehandsauto, enz. Om toch tot 1 getal te komen dat de BIV per wagen per jaar weergeeft, heb ik een gewogen gemiddelde gemaakt van de verschillende BIV-bedragen met gewichten die de samenstelling van het Belgische wagenpark weergeven<sup>39</sup>. Een vereenvoudigende assumptie hierbij was dat ik enkel rekening heb gehouden met diesel- en benzinewagens. Wagens die gebruik maken van andere brandstoffen maken slechts 2% van het totale wagenpark uit. Tabel 52 geeft weer welk bedrag een gezin uit elke inkomenscategorie gemiddeld betaalt aan BIV per jaar.

---

<sup>38</sup> Bij de start van deze masterthesis waren er nog geen definitieve gegevens beschikbaar over de inflatie in 2014. Inflatiegegevens: (Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance, 2014)

<sup>39</sup> Bron: (Cornelis, et al., 2012, p. 39)



Tabel 52: BIV per jaar per gezin naargelang inkomen

Inkomenscategorie	Aantal wagens per gezin (1)	BIV per wagen per jaar (€) (2)	BIV per jaar per gezin (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	0.19	98.28	18.72
<b>2: € 1000 – 2000</b>	0.81	98.28	79.86
<b>3: € 2000 – 3000</b>	1.33	98.28	130.37
<b>4: € 3000 – 4000</b>	1.70	98.28	166.81
<b>5: € 4000 – 5000</b>	1.92	98.28	188.53
<b>6: €5000 – 10000</b>	2.22	98.28	217.74

Bron: (1): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, p. 29); (2): (Cornelis, et al., 2012, pp. 38-39; Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance, 2014; Delhay, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 48)

De BIV-betalingen van alle Vlaamse gezinnen vormen uiteraard inkomsten voor de overheid. Om deze in te schatten, zijn er twee mogelijkheden. Enerzijds zijn er via het Federaal Planbureau, de FOD Financiën en de Vlaamse belastingdienst geaggregeerde gegevens beschikbaar over de totale inkomsten uit de BIV in het Vlaamse Gewest. Anderzijds is het uiteraard ook mogelijk de totale overheidsinkomsten samen te stellen vanuit de hierboven berekende BIV-betalingen van alle Vlaamse gezinnen. Om zo veel mogelijk consistent te zijn in de gegevens die ik gebruik, heb ik voor deze laatste optie gekozen. Deze benadering levert echter een bedrag op dat iets hoger is dan hetgeen gerapporteerd werd door de Vlaamse belastingdienst. Zij rapporteerden inkomsten van € 238.793.301,06 in 2011. Op basis van de hiervoor besproken verdeling van Vlaamse gezinnen over de inkomenscategorieën en de gemiddelde BIV-betalingen per gezin uit elke inkomenscategorie, heb ik berekend dat de overheid jaarlijks inkomsten van € 307 945 247.44 haalt uit de BIV-betalingen van Vlaamse gezinnen. (Federaal Planbureau; SDD-FOD Financiën, 2015; Vlaamse Belastingdienst )

### A1.3. JVB

De berekening van de Jaarlijkse Verkeersbelasting per gezin verloopt grotendeels analoog aan de berekening van de BIV per jaar per gezin. Het enige belangrijke verschil is dat het bij de JVB reeds per definitie om een jaarlijkse belasting gaat, zodat het niet nodig is rekening te houden met de frequentie waarmee een gezin een nieuwe wagen aankoopt. De beschikbare gegevens over de JVB dateren uit 2008. Er is ondertussen echter geen wijziging geweest in de berekeningswijze ervan. De JVB wordt nog steeds berekend aan de hand van het aantal fiscale pk van de wagen. Tabel 53 geeft de (geïndexeerde; €<sub>2013</sub>) JVB per gezin weer.

Tabel 53: JVB per gezin naargelang inkomen

Inkomenscategorie	Aantal wagens per gezin (1)	JVB per wagen per jaar (€) (2)	JVB per gezin (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	0.19	322.65	61.46
<b>2: € 1000 – 2000</b>	0.81	322.65	262.18
<b>3: € 2000 – 3000</b>	1.33	322.65	428.00
<b>4: € 3000 – 4000</b>	1.70	322.65	547.65
<b>5: € 4000 – 5000</b>	1.92	322.65	618.94
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	2.22	322.65	714.87

Bron: (1): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, p. 29); (2): (Cornelis, et al., 2012, p. 39; Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance, 2014; Delhay, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 56)

Om tot de totale inkomsten van de overheid uit de JVB van Vlaamse gezinnen te komen, ben ik opnieuw vertrokken vanuit de gemiddelde JVB-betalingen per gezin per inkomenscategorie en de verdeling van de gezinnen over de inkomenscategorieën. Dit levert een bedrag van 1 011 011 790.79 EUR op aan JVB-inkomsten. Dit bedrag is wat lager dan de inkomsten van 1 356 114 001.37 EUR in 2011 gerapporteerd door de Vlaamse belastingdienst. De FOD Financiën rapporteerde in 2010 echter inkomsten van € 909,36 miljoen zodat we kunnen besluiten dat de bottom-up berekening waar deze thesis gebruik van maakt, een getrouwe weergave vormt van de realiteit. (SDD-FOD Financiën, 2015; Vlaamse Belastingdienst )

#### A1.4. Brandstofheffingen

Ook de berekening van de brandstofheffingen per jaar per gezin verloopt analoog aan de berekening van de BIV per jaar per gezin. Het verschil hier zit hem in het feit dat brandstofheffingen berekend werden per 100 voertuigkilometer (Tabel 54). Uiteraard zijn ook hier de heffingen verschillend voor een diesel- dan wel een benzinewagen, voor een nieuwe of een tweedehandsauto, enz. Om toch tot 1 getal te komen dat de brandstofheffing per 100 voertuigkilometer weergeeft, heb ik een gewogen gemiddelde gemaakt van de verschillende bedragen met gewichten die de samenstelling van het aantal gereden voertuigkilometer in Vlaanderen weergeven<sup>40</sup>. In de laatste kolom van Tabel 54 staan de totale brandstofheffingen die een gezin jaarlijks betaalt. De overheidsinkomsten uit deze heffingen bedragen jaarlijks € 1 290 556 005.49 (eigen bottom-up berekening).

Tabel 54: Brandstofheffingen per jaar per gezin naargelang inkomen

Inkomenscategorie	Aantal wagens per gezin (1)	Aantal kilometer per wagen per jaar* (2)	Aantal kilometer per jaar	Brandstofheffing per 100 km (€) (3)	Totale brandstofheffing per jaar (€)
<b>1: € 0 - 1000</b>	0.19	7 553.75	1 438.92	2.72	39.12
<b>2: € 1000 – 2000</b>	0.81	11 072.68	8 997.48	2.72	244.62
<b>3: € 2000 – 3000</b>	1.33	15 405.50	20 435.81	2.72	555.60
<b>4: € 3000 – 4000</b>	1.70	16 545.74	28 084.02	2.72	763.53
<b>5: € 4000 – 5000</b>	1.92	17 892.93	34 324.44	2.72	933.19
<b>6: € 5000 – 10 000</b>	2.22	20 205.32	44 767.32	2.72	1 217.11

\* Voor wagens die meer dan 30 000 km per jaar reden werd een gemiddeld jaarkilometrage van 35 000 km gebruikt.

Bron: (1): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, p. 29); (2): (Janssens, Declercq, & Wets, 2014, pp. 57-58); (3): (Cornelis, et al., 2012, p. 39; Triami Media BV in samenwerking met HomeFinance, 2014; Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, p. 40)

<sup>40</sup> Bron: (Directoraat-generaal Duurzame Mobiliteit en Spoorbeleid, 2014, p. 19)

### A1.5. BTW

Uitgebreidere kwantitatieve gegevens m.b.t. de BTW zijn terug te vinden in Tabel 55. De weging van de bedragen voor benzine- en dieselwagens is voor de BTW op de aankoopprijs gebaseerd op de samenstelling van het wagenpark. Voor de BTW op onderhoud en brandstof gebeurde de weging op basis van het aandeel in afgelegde kilometers.

Tabel 55: BTW

BTW-categorie	
BTW op aankoopprijs in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzinewagen	2.62
BTW op aankoopprijs in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor dieselwagen	2.67
<b>Gemiddelde BTW op aankoopprijs in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>2.65</b>
BTW op brandstof in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzinewagen	2.14
BTW op brandstof in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor dieselwagen	1.41
<b>Gemiddelde BTW op brandstof in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>1.57</b>
BTW Onderhoud in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzinewagen	0.01
BTW Onderhoud in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor dieselwagen	0.01
<b>Gemiddelde BTW onderhoud in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>0.01</b>
<b>Gemiddelde totale BTW in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>4.23</b>

Bron: op basis van (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 34-68)

### A1.6. Variabele kosten

Om de variabele kosten van autogebruik (€/100 km) te berekenen, werd rekening gehouden met de kosten van brandstof (inclusief heffingen en BTW) en onderhoud (inclusief BTW). Delhaye, De Ceuster en Maerivoet geven in hun rapport "Internalisering van externe kosten van transport in Vlaanderen" gegevens over deze kosten in 2008/2009. Voor dit onderzoek werden deze cijfers net zoals de gegevens over BIV, JVB en de brandstofheffingen geactualiseerd door een indexatie toe te passen. Om tot één getal te komen dat de variabele kost per 100 voertuigkilometer weergeeft, heb ik een gewogen gemiddelde gemaakt van de verschillende variabele kosten voor benzine- en dieselwagens. De gewichten die ik hiervoor gebruikt heb, geven het aandeel weer van elk type wagen in het aantal afgelegde voertuigkilometer. Tabel 56 geeft de berekening van de samenstelling van de variabele kosten weer.

Tabel 56: Samenstelling variabele kosten

Kostencategorie	
Onderhoud (excl. BTW) in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzine­wag­en	0.03
Onderhoud (excl. BTW) in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor diesel­wag­en	0.05
BTW Onderhoud in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzine­wag­en	0.01
BTW Onderhoud in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor diesel­wag­en	0.01
Brandstof (incl. heffingen en BTW) in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzine­wag­en	12.30
Brandstof (incl. heffingen en BTW) in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor diesel­wag­en	8.12
Totale variabele kosten in € (2013) benzine­wag­en	12.34
Totale variabele kosten in € (2013) diesel­wag­en	8.17
Aandeel benzine­wag­en in aantal km	0.22
Aandeel diesel­wag­en in aantal km	0.78
<b>Gemiddelde totale variabele kost in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>9.07</b>

Bron: op basis van (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 34-68)

### A1.7. Vaste kosten

Bij aankoop en gebruik van een personenwagen, betaalt de auto-eigenaar/gebruiker heel wat vaste kosten. Een deel van deze vaste kosten, namelijk de BIV bij ingebruikname van de wagen en de jaarlijks verschuldigde JVB, werden reeds eerder besproken. Daarnaast vormen de aankoop­prijs van de wagen zelf en de hierop verschuldigde BTW uiteraard ook belangrijke componenten van de vaste kost. Tabel 57 geeft een overzicht van deze 2 laatstgenoemde vaste kosten­componenten. De methodologie om deze kosten te berekenen is nagenoeg analoog aan deze die ook bij het berekenen van de variabele kosten gehanteerd werd. Ook hier heb ik een gewogen gemiddelde gemaakt van de verschillende vaste kosten voor benzine- en dieselwagens. De gewichten die ik hiervoor gebruikt heb, geven nu echter het aandeel weer van elk type wagen in het wagenpark.

Tabel 57: Kosten bij aankoop van een wagen op jaarbasis

Kostencategorie	
Netto aankoopprijs (excl. BTW) in € (2013) per 100 voertuigkilometer benzinewagen	12.47
Netto aankoopprijs (excl. BTW) in € (2013) per 100 voertuigkilometer dieselwagen	12.68
BTW aankoopprijs in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzinewagen	2.62
BTW aankoopprijs in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor dieselwagen	2.67
Totale aankoopkosten in € (2013) benzinewagen	15.09
Totale aankoopkosten in € (2013) dieselwagen	15.34
Aandeel benzinewagens	0.35
Aandeel dieselwagens	0.63
<b>Gemiddelde totale aankoopkost in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>15.25</b>

Bron: op basis van (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 34-68)

Daarbovenop zijn er ook nog een aantal jaarlijks terugkerende vaste kosten voor de auto-eigenaar. We denken hierbij aan de jaarlijkse keuringskosten en de kosten om de wagen te verzekeren. Tabel 58 geeft een overzicht van deze 2 laatstgenoemde vaste kostencomponenten. De gebruikte methodologie is volledig analoog aan deze gebruikt voor het berekenen van de aankoopkosten.

Tabel 58: Jaarlijks terugkerende vaste kosten

Kostencategorie	
Keuringskosten in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzinewagen	0.10
Keuringskosten in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor dieselwagen	0.06
Verzekeringskosten in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor benzinewagen	4.23
Verzekeringskosten in € (2013) per 100 voertuigkilometer voor dieselwagen	2.37
Totale jaarlijkse kosten in € (2013) benzinewagen	4.33
Totale jaarlijkse kosten in € (2013) dieselwagen	2.43
Aandeel benzinewagens	0.35
Aandeel dieselwagens	0.63
<b>Gemiddelde totale jaarlijks terugkerende vaste kost in € (2013) per 100 voertuigkilometer</b>	<b>3.11</b>

### ***A1.8. Gemiddelde reistijden***

Gegevens over gemiddelde reistijden zijn beschikbaar in het rapport “Analyse van de verkeerscongestie in België” van Maerivoet en Yperman uit 2008 en worden weergegeven in Tabel 62 en Tabel 63.

Tabel 59: Reistijden autosnelweg (uur/100 km)

Reistijden autosnelweg (uur/100 km)		
	Weekdag	Zaterdag, zon- en feestdagen
<b>Spits</b>	1.12	
<b>Dal</b>	1.05	1.05

Bron: o.b.v. (Maerivoet & Yperman, 2008)

Tabel 60: Reistijden regionale weg (uur/100 km)

Reistijden regionale weg (uur/100 km)		
	Weekdag	Zaterdag, zon- en feestdagen
<b>Spits</b>	2.17	
<b>Dal</b>	2.08	2.08

Bron: o.b.v. (Maerivoet & Yperman, 2008)

## Appendix 2: Ramsey's Inverse elasticity rule

Ramsey ging uit van volgende probleemstelling: de overheid maximaliseert door haar keuze voor bepaalde belastingen de sociale welvaart onder een budgetbeperking. Uit zijn analyse kwam naar voren dat het optimaal is om de taks als proportie van de prijs, vermenigvuldigd met de absolute waarde van de prijselasticiteit van de vraag, voor elk goed gelijk te stellen. Of in formulevorm: (Ramsey, 1927)

$$\frac{t_i}{p_i} * |\varepsilon_{ii}| = R$$

$$\frac{t_i}{p_i} = \frac{R}{|\varepsilon_{ii}|}$$

$\frac{t_i}{p_i}$  = taks op goed  $i$  als proportie van de prijs inclusief taks

$|\varepsilon_{ii}|$  = absolute waarde van de prijselasticiteit van de vraag naar goed  $i$

$R$  = "Ramsey getal" = constant voor alle goederen

Volgens de Ramsey-regel is de taks dus omgekeerd evenredig met de prijselasticiteit van de vraag naar elk specifiek goed. Daarom is deze regel ook gekend als de *inverse elasticity rule*. Hoe prijselastischer de vraag, hoe lager de optimale taks. Op die manier kan de overheid haar budgettaire behoeften voldoen met een minimale negatieve impact op de sociale welvaart. (Ramsey, 1927; Oum & Tretheway, 1988)

Bij zijn analyse ging Ramsey uit van een aantal assumpties. Zo hield hij geen rekening met verdelingsaspecten. Hij ging er met andere woorden vanuit dat het marginaal sociaal nut gelijk is voor elk individu/bevolkingsgroep. Verder werkt hij onder de assumptie van perfect competitieve markten zonder export of import vanuit het buitenland. Daarnaast veronderstelde hij dat er geen externaliteiten optreden bij de productie of consumptie van bepaalde goederen in de economie. Anders gezegd: Ramsey gaat ervan uit dat de prijzen van alle goederen voor taxatie gelijk zijn aan de marginale sociale kosten (gelijk verondersteld aan de marginale private kosten). Daarbovenop is de inverse elasticity rule ook enkel geldig indien de vraag naar alle goederen onafhankelijk van elkaar is. (Ramsey, 1927; Oum & Tretheway, 1988)



### Appendix 3: Afleiding formule aanpassing MECK t.g.v. veranderend verkeersvolume

We vertrekken vanuit de definitie van marginale externe congestiekosten (Delhaye, De Ceuster, & Maerivoet, 2010, pp. 89-94):

$$MECK = \frac{\delta T}{\delta V} * V \quad \text{met} \quad T = T_{ff} * \left[ 1 + \alpha * \left( \frac{V}{c} \right)^\beta \right]$$

$$\Rightarrow MECK = \left( \frac{1}{c} \right)^\beta * \alpha * \beta * T_{ff} * V^{\beta-1} * V$$

$$\Rightarrow MECK = \left( \frac{V}{c} \right)^\beta * \alpha * \beta * T_{ff}$$

$$\Rightarrow \underbrace{MECK_0 = \left( \frac{V_0}{c} \right)^\beta * \alpha * \beta * T_{ff} \quad \text{en} \quad MECK_1 = \left( \frac{V_1}{c} \right)^\beta * \alpha * \beta * T_{ff}}_{}$$

$$\Rightarrow MECK_1 = \left( \frac{V_1/V_0 * V_0}{c} \right)^\beta * \alpha * \beta * T_{ff}$$

$$\Rightarrow MECK_1 = (V_1/V_0)^\beta * \left( \frac{V_0}{c} \right)^\beta * \alpha * \beta * T_{ff}$$

$$\Rightarrow MECK_1 = (V_1/V_0)^\beta * MECK_0$$

## Appendix 4: Prijselasticiteiten per inkomenscategorie

Tabel 61: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 1

		Prijselasticiteiten							
		Weekdagen				Zaterdag, zon- en feestdagen			
		Spits		Dal		Dal			
		Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg		
tgv Tarifiering	Weekdagen	Spits	Auto-snelweg	-0.192	0.029	0.040	-	-	
			Regionale weg	0.029	-0.192	-	0.040	-	
		Dal	Auto-snelweg	0.038	-	-0.256	0.026	-	-
			Regionale weg	-	0.038	0.026	-0.256	-	-
	Zaterdag, zon- en feestdage	Dal	Auto-snelweg	-	-	-	-	-0.256	0.026
			Regionale weg	-	-	-	-	0.026	-0.256

Tabel 62: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 2

		Prijselasticiteiten							
		Weekdagen				Zaterdag, zon- en feestdagen			
		Spits		Dal		Dal			
		Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg		
tgv Tarifiering	Weekdagen	Spits	Auto-snelweg	-0.162	0.025	0.033	-	-	
			Regionale weg	0.025	-0.162	-	0.033	-	
		Dal	Auto-snelweg	0.034	-	-0.226	0.023	-	-
			Regionale weg	-	0.034	0.023	-0.226	-	-
	Zaterdag, zon- en feestdage	Dal	Auto-snelweg	-	-	-	-	-0.226	0.023
			Regionale weg	-	-	-	-	0.023	-0.226

Tabel 63: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 3

Prijselasticiteiten									
Weekdagen						Zaterdag, zon- en feestdagen			
			Spits		Dal		Dal		
			Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	
tgv Tarifiering	Weekdagen	Spits	Auto-snelweg	-0.132	0.020	0.027	-	-	-
			Regionale weg	0.020	-0.132	-	0.027	-	-
		Dal	Auto-snelweg	0.029	-	-0.196	0.020	-	-
			Regionale weg	-	0.029	0.020	-0.196	-	-
	Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Auto-snelweg	-	-	-	-	-0.196	0.020
			Regionale weg	-	-	-	-	0.020	-0.196

Tabel 64: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 4

Prijselasticiteiten									
Weekdagen						Zaterdag, zon- en feestdagen			
			Spits		Dal		Dal		
			Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	
tgv Tarifiering	Weekdagen	Spits	Auto-snelweg	-0.102	0.015	0.021	-	-	-
			Regionale weg	0.015	-0.102	-	0.021	-	-
		Dal	Auto-snelweg	0.025	-	-0.166	0.017	-	-
			Regionale weg	-	0.025	0.017	-0.166	-	-
	Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Auto-snelweg	-	-	-	-	-0.166	0.017
			Regionale weg	-	-	-	-	0.017	-0.166

Tabel 65: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 5

		Prijselasticiteiten							
		Weekdagen				Zaterdag, zon- en feestdagen			
		Spits		Dal		Dal			
		Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg		
tgv Tarifiering	Weekdagen	Spits	Auto-snelweg	-0.072	0.011	0.015	-	-	
			Regionale weg	0.011	-0.072	-	0.015	-	
		Dal	Auto-snelweg	0.020	-	-0.136	0.014	-	-
			Regionale weg	-	0.020	0.014	-0.136	-	-
	Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Auto-snelweg	-	-	-	-	-0.136	0.014
			Regionale weg	-	-	-	-	0.014	-0.136

Tabel 66: Prijselasticiteiten inkomenscategorie 6

		Prijselasticiteiten							
		Weekdagen				Zaterdag, zon- en feestdagen			
		Spits		Dal		Dal			
		Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg	Autosnelweg	Regionale weg		
tgv Tarifiering	Weekdagen	Spits	Auto-snelweg	-0.042	0.006	0.009	-	-	
			Regionale weg	0.006	-0.042	-	0.009	-	
		Dal	Auto-snelweg	0.016	-	-0.106	0.011	-	-
			Regionale weg	-	0.016	0.011	-0.106	-	-
	Zaterdag, zon- en feestdagen	Dal	Auto-snelweg	-	-	-	-	-0.106	0.011
			Regionale weg	-	-	-	-	0.011	-0.106

## Appendix 5: Uitwerking formules van elk scenario

### A5.1. Scenario 1: Budgetneutraliteit t.o.v. BIV en JVB

#### Gebruikte symbolen

a) Overheidsinkomsten

BIV + JVB = totale overheidsinkomsten uit BIV en JVB

b) Indices

c = inkomenscategorie c

- 1: € 1 – 1000
- 2: € 1000 – 2000
- 3: € 2000 – 3000
- 4: € 3000 – 4000
- 5: € 4000 – 5000
- 6: > € 5000

k = dagtype k

- w: werkdagen/weekdagen
- z: zaterdag, zon- en feestdagen

i = tijdvak

- s: spits
- d: dal

j = wegtype

- a: autosnelweg
- r: regionale weg

c) Tariefbepaling

$t_{i,j}$  = tarief in tijdvak i op wegtype j

$$= \frac{MECK_{i,j}}{x} \text{ (bepaald volgens proportionele regel)}$$

$MECK_{i,j}$  = marginale externe congestiekost van verkeersvolume in tijdvak i op wegtype j

x = schaalfactor

d) Variabele kosten

$v_{i,j}$  = huidige variabele uitgave per kilometer in tijdvak i op wegtype j zonder rekeningrijden (inclusief tijdskosten)

$dv_{i,j}$  = verschil in variabele (tijds-) kosten per kilometer in tijdvak i op wegtype j na invoeren van rekeningrijden t.o.v. de huidige situatie

e) Inkomen

$I_{0,c}$  = gemiddeld inkomen inkomenscategorie c onder huidig systeem met BIV en JVB

$dI_{a,c}$  = verandering in inkomen na afschaffen BIV en JVB en voor invoeren rekenrijden (hypothetische situatie) voor inkomenscategorie c

$ei_c$  = inkomenselasticiteit van gezinnen in inkomenscategorie c

#### f) Verkeersvolumes

$V_{0,k,c,i,j}$  = verkeersvolume per gezin van inkomenscategorie c op dagtype k onder huidig systeem met BIV en JVB (0) in tijdvak i op wegtype j

$V_{a,k,c,i,j}$  = verkeersvolume per gezin van inkomenscategorie c op dagtype k na afschaffing BIV en JVB zonder invoeren rekeningrijden (a)

$$= V_{0,k,c,i,j} * (1 + ei) * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}$$

$V_{r,k,c,i,j}$  = verkeersvolume per gezin van inkomenscategorie c op dagtype k na invoeren van rekeningrijden (r) in tijdvak i op wegtype j

#### g) Verandering verkeersvolumes

$dV_{k,c,i,j/s,a}$  = verandering in verkeersvolume per gezin van inkomenscategorie c op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren van tarief op dagtype k in spits op autosnelweg (s,a)

$dV_{k,c,i,j/s,r}$  = verandering in verkeersvolume per gezin van inkomenscategorie c op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren van tarief op dagtype k in spits op regionale weg (s,r)

$dV_{k,c,i,j/d,a}$  = verandering in verkeersvolume per gezin van inkomenscategorie c op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren van tarief op dagtype k in dal op autosnelweg (d,a)

$dV_{k,c,i,j/d,r}$  = verandering in verkeersvolume per gezin van inkomenscategorie c op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren van tarief op dagtype k in dal op regionale weg (d,r)

#### h) Prijselasticiteiten

$ek_{k,c,i,j/s,a}$  = kruiselingse prijselasticiteit van verkeersvolume op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren tarief op dagtype k in spits op autosnelweg (s,a); indien i = s en j = a gaat het om de eigen prijselasticiteit van het verkeersvolume in de spits op de autosnelweg.

$ek_{k,c,i,j/s,r}$  = kruiselingse prijselasticiteit van verkeersvolume op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren tarief op dagtype k in spits op regionale weg (s,r); indien i = en j = r gaat het om de eigen prijselasticiteit van het verkeersvolume in de spits op de regionale weg.

$ek_{k,c,i,j/d,a}$  = kruiselingse prijselasticiteit van verkeersvolume op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren tarief op dagtype k in dal op autosnelweg (d,a); indien i = d en j = a gaat het om de eigen prijselasticiteit van het verkeersvolume in het dal op de autosnelweg.

$ek_{k,c,i,j/d,r}$  = kruiselingse prijselasticiteit van verkeersvolume op dagtype k in tijdvak i op wegtype j ten gevolge van invoeren tarief op dagtype k in dal op regionale weg (d,r); indien i = d en j = r gaat het om de eigen prijselasticiteit van het verkeersvolume in het dal op de regionale weg.

### Assumpties zaterdag, zon- en feestdagen

Dit model beschouwt alle zaterdag, zon- en feestdagen als dalperiode. Bijgevolg is het verkeersvolume in de spits op alle wegtypes in het weekend gelijk aan 0 ( $V_{r,z,c,s,j} = 0$ ). Een extra assumptie is dat er geen verschuiving is in verkeersvolume van week- naar weekenddagen en omgekeerd. Dit impliceert dat er geen invloed is van spitsstarieven op verkeersvolumes in het weekend ( $dV_{z,c,i,j/s,j} = 0$ ). Dit effect wordt in het model opgenomen door de kruiselingse prijselasticiteit van verkeersvolumes in het weekend ten opzichte van spitsstarieven gelijk te stellen aan 0 ( $ek_{z,i,j/s,j} = 0$ ).

### Uitwerking formule

De bedoeling van het model is om de gelijkheid te omschrijven tussen de huidige overheidsinkomsten van de BIV en de JVB aan de toekomstige inkomsten uit de tolheffing op de wegen. Het linker lid van de vergelijking omvat de som van de huidige BIV- en JVB-inkomsten. Het rechterlid is als volgt opgebouwd. Elk gezin betaalt op een tol  $t_{i,j}$  die afhankelijk is van het wegtype (autosnelweg of regionale weg) en het tijdvak waarin het gezin de weg gebruikt (piek of dal). De totale tol die elk gezin uit een bepaalde categorie betaalt ten gevolge van het gebruiken van een bepaald wegtype gedurende een bepaald tijdvak, hangt af van de tolheffing die er geldt en het aantal voertuigkilometers die het gezin op dat wegtype in dat tijdvak rijdt ( $V_{r,k,c,i,j}$ ). De overheid verkrijgt uit inkomenscategorie c inkomsten van  $n_c * t_{i,j} * V_{r,k,c,i,j}$  ten gevolge van het totale aantal voertuigkilometers die alle gezinnen ( $n_c$ ) uit deze inkomenscategorie op een bepaald wegtype in een bepaald tijdvak afleggen. De totale inkomsten die de overheid mag verwachten bij het invoeren van rekeningrijden is gelijk aan de som van de inkomsten uit het gebruik van alle wegtypes (sommatie over j) gedurende alle tijdvakken (sommatie over i) door gezinnen uit alle inkomenscategorieën (sommatie over c). De vierde sommatie (over k) is een technische term die de sommatie over weekend- en weekdagen weergeeft.

$$\text{BIV} + \text{JVB} = \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * t_{i,j} * V_{r,k,c,i,j}]$$

Het aantal voertuigkilometers dat een gezin aflegt op een bepaald wegtype in een bepaald tijdvak na het invoeren van rekeningrijden, kan gelinkt worden aan het aantal voertuigkilometers die dit gezin zou afleggen indien er noch rekeningrijden, noch BIV of JVB in voege zou zijn. Bij rekeningrijden zullen er veranderingen in verkeersvolume zijn ten gevolge van het invoeren van alle tarieven.

$$BIV + JVB = \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * t_{i,j} * (V_{a,k,c,i,j} + dV_{k,c,i,j/s,a} + dV_{k,c,i,j/s,r} + dV_{k,c,i,j/d,a} + dV_{k,c,i,j/d,r})]$$

De verandering in verkeersvolume ten gevolge van het invoeren van tarieven op een bepaald wegtype in een bepaald tijdvak is afhankelijk van het verkeersvolume zonder BIV/JVB of rekeningrijden, de desbetreffende prijselasticiteit en het ingevoerde tarief plus de verandering in tijdskosten uitgedrukt in procenten ten opzichte van de huidige variabele kosten (inclusief tijdskosten) van het autogebruik.

$$BIV + JVB = \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * t_{i,j} * (V_{a,k,c,i,j} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{t_{s,a} + dv_{s,a}}{v_{s,a}} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{t_{s,r} + dv_{s,r}}{v_{s,r}} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{t_{d,a} + dv_{d,a}}{v_{d,a}} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{t_{d,r} + dv_{d,r}}{v_{d,r}})]$$

Dit model gaat ervan uit dat de overheid de tolheffing op de verschillende wegtypes in de verschillende tijdvakken zodanig zet dat de verhouding tussen de verschillende tarieven gelijk blijft aan de verhouding tussen de marginale externe congestiekosten van gebruik van dit wegtype gedurende een bepaald tijdvak. Het toltarief kan met andere woorden gelijk gesteld worden aan de marginale externe congestiekost gedeeld door een schaalfactor x (proportionele regel).

$$BIV + JVB = \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * \frac{MECK_{i,j}}{x} * (V_{a,k,c,i,j} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{MECK_{s,a}}{x} + dv_{s,a} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{MECK_{s,r}}{x} + dv_{s,r} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{MECK_{d,a}}{x} + dv_{d,a} + V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{MECK_{d,r}}{x} + dv_{d,r})]$$



$$\begin{aligned}
\text{BIV} + \text{JVB} = & \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j \left[ n_c * \frac{\text{MECK}_{i,j}}{x} * V_{a,k,c,i,j} * \left( 1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{\frac{\text{MECK}_{s,a}}{x} + dv_{s,a}}{v_{s,a}} \right. \right. \\
& + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{\frac{\text{MECK}_{s,r}}{x} + dv_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{\frac{\text{MECK}_{d,a}}{x} + dv_{d,a}}{v_{d,a}} \\
& \left. \left. + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{\frac{\text{MECK}_{d,r}}{x} + dv_{d,r}}{v_{d,r}} \right) \right]
\end{aligned}$$

Het aantal voertuigkilometers dat een gezin aflegt zonder rekeningrijden en zonder JVB en BIV hangt af van het aantal kilometers het gezin momenteel (met JVB en BIV) aflegt, de inkomenselasticiteit van het gezin en de procentuele inkomenstoename het gezin zou ervaren bij het afschaffen van JVB en BIV.

$$\begin{aligned}
\text{BIV} + \text{JVB} = & \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j \left[ n_c * \frac{\text{MECK}_{i,j}}{x} * V_{0,k,c,i,j} * \left( 1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) * \left( 1 + ek_{k,c,i,j/s,a} \right. \right. \\
& * \frac{\frac{\text{MECK}_{s,a}}{x} + dv_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{\frac{\text{MECK}_{s,r}}{x} + dv_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} \\
& * \frac{\frac{\text{MECK}_{d,a}}{x} + dv_{d,a}}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{\frac{\text{MECK}_{d,r}}{x} + dv_{d,r}}{v_{d,r}} \left. \right) \left. \right]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{BIV} + \text{JVB} = & \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j \left[ n_c * \frac{\text{MECK}_{i,j}}{x} * V_{0,k,c,i,j} * \left( 1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) * \left( 1 + ek_{k,c,i,j/s,a} \right. \right. \\
& * \frac{dv_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{dv_{d,a}}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r}}{v_{d,r}} \left. \right) \\
& + n_c * \frac{\text{MECK}_{i,j}}{x^2} * V_{0,k,c,i,j} * \left( 1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) * \left( ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{\text{MECK}_{s,a}}{v_{s,a}} \right. \\
& + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{\text{MECK}_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{\text{MECK}_{d,a}}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} \\
& \left. \left. * \frac{\text{MECK}_{d,r}}{v_{d,r}} \right) \right]
\end{aligned}$$

Indien we beide leden van de vergelijking vermenigvuldigen met het kwadraat van de schaalfactor x, bekommen we een vierkantsvergelijking in één variabele (x).

$$\begin{aligned}
(\text{BIV} + \text{JVB}) * x^2 &= \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * \text{MECK}_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) \\
&* \left(1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{dv_{d,a}}{v_{d,a}} \right. \\
&+ \left. ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r}}{v_{d,r}}\right) * x + n_c * \text{MECK}_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) \\
&* \left(ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{\text{MECK}_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{\text{MECK}_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{\text{MECK}_{d,a}}{v_{d,a}} \right. \\
&+ \left. ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{\text{MECK}_{d,r}}{v_{d,r}}\right)]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
0 &= (\text{BIV} + \text{JVB}) * x^2 \\
&- \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * \text{MECK}_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) \\
&* \left(1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{dv_{d,a}}{v_{d,a}} \right. \\
&+ \left. ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r}}{v_{d,r}}\right) * x + n_c * \text{MECK}_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) \\
&* \left(ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{\text{MECK}_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{\text{MECK}_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{\text{MECK}_{d,a}}{v_{d,a}} \right. \\
&+ \left. ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{\text{MECK}_{d,r}}{v_{d,r}}\right)]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
0 &= (\text{BIV} + \text{JVB}) * x^2 \\
&- \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * \text{MECK}_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) \\
&* \left(1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{dv_{d,a}}{v_{d,a}} \right. \\
&+ \left. ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r}}{v_{d,r}}\right) * x \\
&- \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * \text{MECK}_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) * \left(ek_{k,c,i,j/s,a} \right. \\
&* \frac{\text{MECK}_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{\text{MECK}_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{\text{MECK}_{d,a}}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} \\
&+ \left. \frac{\text{MECK}_{d,r}}{v_{d,r}}\right)]
\end{aligned}$$

Stel:

$$a = BIV + JVB$$

$$b = - \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * MECK_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left( 1 + e_{i,c} * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) * \left( 1 + e_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a}}{v_{s,a}} + e_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r}}{v_{s,r}} + e_{k,c,i,j/d,a} * \frac{dv_{d,a}}{v_{d,a}} + e_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r}}{v_{d,r}} \right)]$$

$$c = - \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * MECK_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left( 1 + e_{i,c} * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) * (e_{k,c,i,j/s,a} * \frac{MECK_{s,a}}{v_{s,a}} + e_{k,c,i,j/s,r} * \frac{MECK_{s,r}}{v_{s,r}} + e_{k,c,i,j/d,a} * \frac{MECK_{d,a}}{v_{d,a}} + e_{k,c,i,j/d,r} * \frac{MECK_{d,r}}{v_{d,r}})]$$

$$\Rightarrow a * x^2 + b * x + c$$

$$\Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

## Theoretische resultaten

### Vaststellen toltarieven

Het oplossen van bovenstaande vierkantsvergelijking laat ons toe een waarde te bekomen voor de schaalfactor  $x$  die garandeert dat de verhouding van de verschillende tarieven gelijk zal zijn aan de verhouding van de marginale externe congestiekosten terwijl ook de voorwaarde van budgetneutraliteit gerespecteerd wordt. De tarieven die de overheid best oplegt, worden bepaald via volgende formule:

$$t_{i,j} = \frac{MECK_{i,j}}{x}$$

### Verkeersvolume

Voortvloeiend uit deze tarieven is het eenvoudig te berekenen hoeveel voertuigkilometers een gezin uit een bepaalde inkomenscategorie zal afleggen op een bepaald wegtype in een bepaald tijdvak onder rekeningrijden.

$$\text{Met: } V_{a,k,c,i,j} = V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + e i_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right)$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/s,a} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{t_{s,a} + dv_{s,a}}{v}$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/s,r} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{t_{s,r} + dv_{s,r}}{v}$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/d,a} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{t_{d,a} + dv_{d,a}}{v}$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/d,r} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{t_{d,r} + dv_{d,r}}{v}$$

$$\Rightarrow V_{r,k,c,i,j} = V_{a,k,c,i,j} + dV_{k,c,i,j/s,a} + dV_{k,c,i,j/s,r} + dV_{k,c,i,j/d,a} + dV_{k,c,i,j/d,r}$$

Vanuit kennis over het veranderde aantal voertuigkilometers per gezin is het eenvoudig deze gegevens te aggregeren zodat ik uitspraken kan doen over het effect op het totaal aantal afgelegde voertuigkilometers. Vanuit de wetenschap dat de spits op weekdays steeds 6 uren omvat en de dalperiode 18 uren lang is, terwijl weekenddagen volledig als dalperiode te beschouwen zijn, kan ik vervolgens de verkeersvolumes per uur te berekenen.

#### Verandering in belastingbetaling per gezin in inkomenscategorie c t.o.v. huidig systeem met BIV en JVB

Om te bepalen hoeveel een bepaald gezin aan belastingen zal betalen na het invoeren van rekeningrijden, tellen we de tolbetalingen van het gezin op weekend- en weekdays op de verschillende wegtypes in de verschillende tijdvakken eenvoudigweg op. De verandering in totale belasting ten opzichte van hetgeen het gezin nu betaalt, is gelijk aan de totale tolbetaling onder rekeningrijden verminderd met wat het gezin momenteel aan BIV en JVB betaalt.

$$\sum_k \sum_i \sum_j t_{i,j} * V_{r,k,c,i,j} - BIV_c - JVB_c$$

$BIV_c$  = Gemiddelde BIV die een gezin uit inkomenscategorie c per jaar betaalt

$JVB_c$  = Gemiddelde JVB die een gezin uit inkomenscategorie c per jaar betaalt

Indien dit verschil positief is, betaalt het gezin meer bij rekeningrijden dan dat het nu betaalt aan BIV en JVB. Indien dit verschil negatief is, zal het gezin minder betalen dan nu. Tezamen met gegevens over het inkomen van gezinnen uit elke inkomenscategorie is het vervolgens mogelijk vanuit de berekende tolbetalingen vast te stellen hoeveel een gezin proportioneel t.o.v. het gezinsinkomen aan belastingen betaalt. Op die manier kan ik uitspraken doen over de progressiviteit dan wel degressiviteit van het systeem.

## A5.2. Scenario 2: Budgetneutraliteit t.o.v. BIV, JVB en Brandstofheffingen

### Bijkomende gebruikte symbolen

#### Overheidsinkomsten

H = huidige totale overheidsinkomsten uit brandstofheffingen zonder BTW verminderd met de inkomsten die de overheid haalt uit de gecorrigeerde brandstofheffingen voor afstanden afgelegd op gemeentelijke wegen

#### Tariefbepaling

$h$  = gecorrigeerde brandstofheffing; gelijk aan de marginale externe milieukost per kilometer

$dh$  = verschil tussen de brandstofheffing per kilometer die gelijk is aan de marginale externe milieukost per kilometer en de huidige brandstofheffing ( $< 0$ )

### Uitwerking formule

Dit model heeft als doel de gelijkheid weer te geven tussen de huidige inkomsten uit BIV, JVB en uit de huidige brandstofheffingen enerzijds en de inkomsten uit de toekomstige tolheffing op weggebruik en de gecorrigeerde brandstofheffingen anderzijds. Met gecorrigeerde brandstofheffingen bedoelen we de brandstofheffingen die de marginale externe milieukost van het autorijden vertegenwoordigen. Het analytisch model gebruikt onder dit scenario, gelijk sterk op het model gebruikt in de vorige sectie. De beginformule van dit model is hieronder weergegeven.

$$BIV + JVB + H = \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * (t_{i,j} + h) * V_{r,k,c,i,j}]$$

Na uitwerking van bovenstaande formule bekommt men eveneens een vierkantsvergelijking in  $x$ . Deze vierkantsvergelijking staat hieronder.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Merk op dat deze vierkantsvergelijking gelijk is aan deze uit de vorige sectie indien  $H = 0$ ,  $h = 0$  en  $dh = 0$ .  $H$ ,  $h$  en  $dh$  gelijkstellen aan 0 is een manier om weer te geven dat er enkel budgetneutraliteit dient te zijn ten opzichte van de BIV en JVB en dat er geen aanpassing van de brandstofheffingen plaatsvindt.

$$\begin{aligned}
& \left( (BIV + JVB + H) - \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * h * V_{0,k,c,i,j} * \left( 1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) \right. \\
& * \left( 1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a} + dh}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r} + dh}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} \right. \\
& * \frac{dv_{d,a} + dh}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} \\
& * \left. \left. \frac{dv_{d,r} + dh}{v_{d,r}} \right) \right] * x^2 - \left( \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * MECK_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} \right. \\
& * \left( 1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) \\
& * \left( 1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a} + dh}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r} + dh}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} \right. \\
& * \left. \frac{dv_{d,a} + dh}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r} + dh}{v_{d,r}} \right) + n_c * h * V_{0,k,c,i,j} \\
& * \left( 1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) * \left( ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{MECK_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{MECK_{s,r}}{v_{s,r}} \right. \\
& \left. \left. + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{MECK_{d,a}}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{MECK_{d,r}}{v_{d,r}} \right) \right] \\
& * x - \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * MECK_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left( 1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}} \right) \\
& * \left( ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{MECK_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{MECK_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{MECK_{d,a}}{v_{d,a}} \right. \\
& \left. \left. + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{MECK_{d,r}}{v_{d,r}} \right) \right] = 0
\end{aligned}$$

Stel:

$$a = BIV + JVB + H - \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * h * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) * \left(1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a} + dh}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r} + dh}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{dv_{d,a} + dh}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r} + dh}{v_{d,r}}\right)]$$

$$b = - \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) * \left\{MECK_{i,j} * \left(1 + ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{dv_{s,a} + dh}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{dv_{s,r} + dh}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{dv_{d,a} + dh}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{dv_{d,r} + dh}{v_{d,r}}\right) + h * \left(ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{MECK_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{MECK_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{MECK_{d,a}}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{MECK_{d,r}}{v_{d,r}}\right)\right\}]$$

$$c = - \sum_k \sum_c \sum_i \sum_j [n_c * MECK_{i,j} * V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei_c * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right) * \left(ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{MECK_{s,a}}{v_{s,a}} + ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{MECK_{s,r}}{v_{s,r}} + ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{MECK_{d,a}}{v_{d,a}} + ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{MECK_{d,r}}{v_{d,r}}\right)]$$

$$\Rightarrow a * x^2 + b * x + c$$

$$\Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

## Theoretische resultaten

### Vaststellen toltarieven

Het oplossen van bovenstaande vierkantsvergelijking laat ons net zoals onder scenario 1, toe een waarde te bekomen voor de schaalfactor  $x$  die garandeert dat de verhouding van de verschillende tarieven gelijk zal zijn aan de verhouding van de marginale externe congestiekosten terwijl ook de voorwaarde van budgetneutraliteit gerespecteerd wordt. De tarieven die de overheid best oplegt, komen opnieuw voort uit volgende formule:

$$t_{i,j} = \frac{MECK_{i,j}}{x}$$

### Verkeersvolume

Voortvloeiend uit deze tarieven en rekening gehouden met het verschil in brandstofheffingen  $h$ , is het eenvoudig te berekenen hoeveel voertuigkilometers een gezin uit een bepaalde inkomenscategorie zal afleggen op een bepaald wegtype in een bepaald tijdvak onder rekeningrijden.

$$\text{Met: } V_{a,k,c,i,j} = V_{0,k,c,i,j} * \left(1 + ei * \frac{dI_{a,c}}{I_{0,c}}\right)$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/s,a} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,a} * \frac{t_{s,a} + dh + dv_{s,a}}{v}$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/s,r} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/s,r} * \frac{t_{s,r} + dh + dv_{s,r}}{v}$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/d,a} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,a} * \frac{t_{d,a} + dh + dv_{d,a}}{v}$$

$$\Rightarrow dV_{k,c,i,j/d,r} = V_{a,k,c,i,j} * ek_{k,c,i,j/d,r} * \frac{t_{d,r} + dh + dv_{d,r}}{v}$$

$$\Rightarrow V_{r,k,c,i,j} = V_{a,k,c,i,j} + dV_{k,c,i,j/s,a} + dV_{k,c,i,j/s,r} + dV_{k,c,i,j/d,a} + dV_{k,c,i,j/d,r}$$

Opnieuw is het mogelijk vanuit kennis over het veranderde aantal voertuigkilometers per gezin te komen tot geaggregeerde gegevens die toelaten conclusies te trekken omtrent het effect op het totaal aantal afgelegde voertuigkilometers. Vanuit kennis over de lengte van spits- en dalperiodes, kunnen we opnieuw de verkeersvolumes per uur berekenen.



### Verandering in belastingbetaling per gezin in inkomenscategorie c t.o.v. huidig systeem met BIV en JVB

We kunnen eveneens berekenen hoeveel een bepaald gezin zal betalen aan tol en brandstofheffingen na het invoeren van rekeningrijden en het corrigeren van de brandstofbelastingen. Hiertoe tellen we respectievelijk de tolbetalingen en de brandstofheffingen die het gezin betaalt op weekend- en weekdays bij gebruik van de verschillende wegtypes in de verschillende tijdvakken, op (dit keer inclusief gecorrigeerde brandstofheffingen op gemeentelijke wegen). De verandering in totale belasting ten opzichte van hetgeen het gezin nu betaalt, is gelijk aan de totale tolbetaling onder rekeningrijden plus de gecorrigeerde totale brandstofheffingen verminderd met wat het gezin momenteel aan BIV, JVB en brandstofheffingen betaalt.

$$\sum_k \sum_i \sum_j (t_{i,j} + h) * V_{r,k,c,i,j} - BIV_c - JVB_c - H_c$$

$BIV_c$  = Gemiddelde BIV die een gezin uit inkomenscategorie c per jaar betaalt

$JVB_c$  = Gemiddelde JVB die een gezin uit inkomenscategorie c per jaar betaalt

$H_c$  = Gemiddelde brandstofheffingen die een gezin uit inkomenscategorie c momenteel per jaar betaalt

Indien dit verschil positief is, betaalt het gezin meer bij rekeningrijden en gecorrigeerde brandstofheffingen dan dat het nu betaalt aan BIV, JVB en brandstofheffingen. Indien dit verschil negatief is, zal het gezin minder betalen dan nu.

#### ***A5.3. Scenario 3: Verminderen BIV en JVB en corrigeren brandstofheffingen***

Dit laatste scenario vormt analytisch gezien slechts een kleine aanpassing van het model onder scenario 2. Waar er onder scenario 2 budgetneutraliteit dient te zijn ten opzichte van de inkomsten uit brandstofheffingen en de totale inkomsten uit BIV en JVB, is er onder dit scenario enkel neutraliteit ten opzichte van de totale inkomsten uit brandstofheffingen en een gedeelte (40%) van de inkomsten uit BIV en JVB. Overall waar er in het analytisch model voor scenario 2 BIV en JVB staat, dient dit vervangen te worden door een 40% van de BIV en JVB om het analytisch model voor scenario 3 te bekomen. Ik geef de formules achterliggend aan dit model hier niet meer weer vermits zij volledig analoog zijn aan de formules van scenario 2.