

# VU Research Portal

## De primaire welvaarseffecten van twee varianten van kilometerheffingen

Verhoef, E.T.; Vreeker, R.; Rietveld, P.

2000

### **document version**

Early version, also known as pre-print

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

Verhoef, E. T., Vreeker, R., & Rietveld, P. (2000). *De primaire welvaarseffecten van twee varianten van kilometerheffingen*. (Research Memorandum; No. 2000-43). Faculty of Economics and Business Administration.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# SERIE RESEARCH MEMORANDA

De primaire welvaartseffecten van twee varianten  
van kilometerheffingen

Erik T. Verhoef  
Ron Vreeker  
Piet Rietveld

Research Memorandum 2000-43

December 2000

vrije Universiteit *amsterdam*



# DE PRIMAIRE WELVAARTSEFFECTEN VAN TWEE VARIANTEN VAN KILOMETERHEFFINGEN<sup>1</sup>

18-12-00

Erik T. Verhoef  
Ron Vreeker  
Piet Rietveld

Afdeling Ruimtelijke Economie  
Vrije Universiteit  
De Boelelaan 1105  
108 1 HV Amsterdam

Telefoonnummer: +3 1-20-4446094

Fax: +3 1-20-4446004

Email: [everhoef@econ.vu.nl](mailto:everhoef@econ.vu.nl)



---

<sup>1</sup>Onderzoek uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van het Ministerie van V&W. Het onderzoek was onderdeel van het project PIEK (Prijnsbeleid, Inkomenseffecten En Kilometerheffing; zie 100, 2000), uitgevoerd door IOO in samenwerking met de VU (Vakgroep Ruimtelijke Economie/ESI).

## **1. Inleiding**

Dit onderzoek beoogt inzicht te verschaffen in de verdelingseffecten die zullen optreden ten gevolge van invoering van (een aantal varianten van) kilometerheffingen in het wegverkeer in Nederland. Hoewel de verwachting is dat kilometerheffingen een efficiënte vorm van het beheersen van de externe kosten (congestie, emissies, geluid, ongevallen) van het wegverkeer bieden – immers, de heffing vormt een tamelijk gesophisticieerde vorm van Pigouviaanse heffingen – is tegelijkertijd duidelijk dat dit instrument een forse herverdeling ten gevolge zal kunnen hebben. Het is essentieel een goed inzicht in de kwalitatieve en kwantitatieve verdelingseffecten van dergelijk beleid te hebben. Dit biedt bijvoorbeeld mogelijkheden om in de gekozen vorm van aanwending van de heffingsopbrengsten – mogelijk directe terugsluis – die groepen extra te compenseren die in eerste instantie disproportionele grote verliezen leiden. Naast het tegemoetkomen aan een algeheel gevoel van rechtvaardigheid, zou hiermee tevens de verwachte maatschappelijke weerstand aanzienlijk verminderd kunnen worden.

Het bepalen van de verdelingseffecten van een maatregel als kilometerheffingen is geen eenvoudige zaak. Zelfs als bepaald is welke groepen in eerste instantie de grootste effecten ondervinden – een vraag die in dit onderzoek aan de orde komt – dient vervolgens rekening gehouden te worden met de vraag in welke mate deze groepen zullen profiteren van de aanwending (naar verwachting een vorm van ‘terugsluis’) van de heffingsopbrengsten, in welke mate deze groepen vervolgens in staat zullen zijn de resterende ‘primaire welvaartseffecten’ af te wentelen, en vervolgens op wie deze effecten worden afgewenteld. Deze vragen komen in vervolgonderzoek aan de orde. Dit onderzoek richt zich slechts op de primaire welvaartseffecten van kilometerheffingen, vóór aanwending van de heffingsopbrengsten. De resultaten vormen daarmee een essentiële maar slechts eerste bouwsteen voor het bepalen van de uiteindelijke welvaartseffecten (zie 100, 2000).

Dit rapport is als volgt opgebouwd. Paragraaf 2 behandelt enkele welvaartstheoretische en praktische achtergronden bij het bepalen van de welvaartseffecten van kilometerheffingen. Paragraaf 3 zet de in dit onderzoek gebruikte methode – de rule-of-half – uiteen. Paragraaf 4 presenteert de empirische resultaten. Paragraaf 5 bevat de conclusies.

## **2. Welvaartstheoretische en praktische achtergronden bij het bepalen van de primaire welvaartseffecten van kilometerheffingen**

### *2.1. Welvaartstheoretische achtergronden*

Het bepalen van ‘de’ welvaartseffecten van een bepaalde vorm van beleid is vanuit (welvaarts-) theoretische optiek een gecompliceerde zaak. Nut – het standaard economische begrip voor het welzijn van economische subjecten – is volgens de gangbare welvaartstheorie een ordinaal begrip, hetgeen ondermeer wil zeggen dat op z'n hoogst gezegd kan worden of het nut van een subject al dan niet toeneemt (en daarnaast kan dat alléén door het subject zelf

beoordeeld worden), maar dat de intensiteit van nutsveranderingen voor een subject niet in een cijfer kan worden uitgedrukt. Sterker nog, zelfs een gegeven niveau van nut kan niet in een betekenisvol empirisch cijfer worden weergegeven. Daarnaast is interpersonele vergelijking van nut niet mogelijk (zie bijvoorbeeld Varian, 1992). Dit alles maakt een waardevrije (iets anders dan waardeloze) uiteenzetting over, of empirische vaststelling van, de welvaartseffecten van een bepaalde beleidsvorm ten principale onmogelijk.

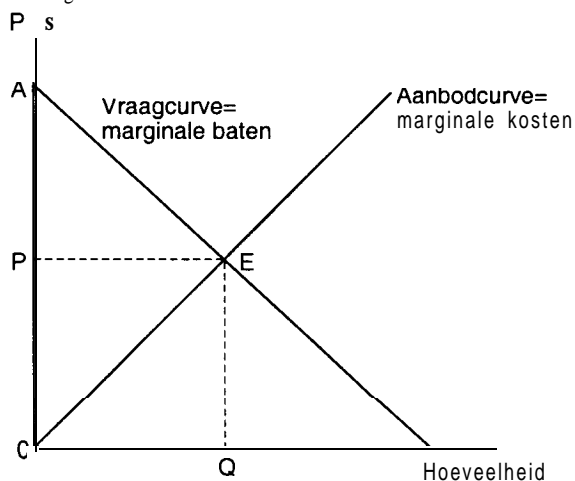
In toegepast economisch onderzoek is het niet gebruikelijk om bij de pakken te blijven neerzitten. Indachtig het principe van consumentensoevereiniteit – alleen een subject zélf kan beoordelen wat de waarde van een bepaald goed of dienst voor hem of haar is – kan het empirisch invulbare begrip *betalingsbereidheid* worden gehanteerd als maatstaf voor de individuele waardering van goederen en diensten, uitgedrukt in geld. Simpel gesteld, als iemand 10 gulden overheeft voor een bepaald product dan is de waarde van dat product voor die persoon tenminste 10 gulden; heeft hij het er niet voor over, dan geldt het omgekeerde. Door marktgedrag te observeren kunnen dan boven- en ondergrenzen aan de waardering voor bepaalde goederen en diensten – uitgedrukt in geld – worden vastgesteld.

Deze zienswijze is consistent met het gebruik van ‘Marshalliaanse’ welvaartsmaatstaven zoals het producenten- en consumentensurplus. Het laatstgenoemde is met name van belang voor het onderhavige (deel van het) onderzoek. Het consumentensurplus is een in geld uitgedrukte maatstaf voor de baten die worden toegekend aan de consumptie van een bepaald goed (in dit onderzoek: weggebruik) boven de prijs die hiervoor betaald moet worden (in dit onderzoek: de kosten van weggebruik, zoals benzine, tijdskosten, en heffingen). Zoals in Box 1 uiteengezet wordt, is deze maatstaf in een standaard vraag-aanbod diagram te vinden als het gebied dat wordt omlijnd door de vraagcurve (ofwel marginale-batencurve) voor het goed, de verticale as, en de horizontale lijn ter hoogte van de marktprijs.

In dit onderzoek zullen de primaire welvaartseffecten van kilometerheffingen worden uitgedrukt als veranderingen in het surplus voor verschillende groepen. De voordelen van deze maatstaf zijn dat het (praktisch) de enige empirisch vast te stellen welvaartsmaatstaf is, en dat deze uitgedrukt is in een intuïtieve maatstaf, namelijk geld. Iemand die een surplusdaling van  $f$  6,93 ondergaat, zal bij een compensatie van  $f$  6,93 (tenminste) even goed af zijn als vóór de maatregel.

Een belangrijke waarschuwing bij het gebruik en interpretatie van deze maatstaf is dat surplusveranderingen voor verschillende groepen niet zonder meer met elkaar vergeleken mogen worden. Dat wil zeggen, het ongewogen vergelijken van surplusveranderingen, hoe verleidelijk ook, veronderstelt impliciet dat aan alle groepen hetzelfde welvaartsgewicht wordt toegekend. Naast het onvermijdelijke waardeoordeel dat hiermee samenhangt, kan het vergelijken van surplusveranderingen ook tot een feitelijk onterechte intuïtieve afwijzing van de onderzoeksresultaten leiden. Een voorbeeld kan dit verduidelijken.

Figuur 1 toont de vraag- en aanbodcurve voor een zeker economisch goed. De vraagcurve geeft voor elke marktprijs de gevraagde hoeveelheid, en geeft daarmee voor elke hoeveelheid de *marginale baten*. Immers, consumenten blijven méér van een goed vragen tot het moment dat een extra eenheid van het goed minder marginale (extra) baten oplevert dan de prijs die er voor betaald moet worden. De aanbodcurve geeft voor elke marktprijs de aangeboden hoeveelheid, en geeft daarmee voor elke hoeveelheid de *marginale kosten*. Immers, producenten blijven méér van een goed aanbieden tot het moment dat een extra eenheid van het goed hogere marginale (extra) kosten kent dan de prijs die er voor ontvangen kan worden. Omdat de vraagcurve de marginale baten bij een zekere hoeveelheid geeft, geeft het oppervlak begrensd door de vraagcurve, de twee assen en de verticale lijn ter hoogte van die hoeveelheid, de *totale baten* voor die hoeveelheid (de marginale baten zijn eenvoudigweg de afgeleide van de totale baten, zodat de totale baten voor een bepaalde hoeveelheid de integraal zijn van de marginale baten vanaf 0 tot die hoeveelheid). Om dezelfde reden geeft het oppervlak begrensd door de aanbodcurve, de twee assen en de verticale lijn ter hoogte van een zekere hoeveelheid, de totale kosten voor het voortbrengen van die hoeveelheid.



Figuur 1. Optimale werking van de markt zonder marktfalen

Het is nu eenvoudig in te zien dat het marktmechanisme tot juist die uitkomst leidt waar de *maatschappelijke netto baten* (zijnde de totale baten minus de totale kosten voor alle actoren die in de markt opereren) gemaximeerd zijn. Oftewel: de Pigouvianse welvaart is gemaximeerd, en het Pareto optimum is gerealiseerd. Het marktevenwicht is gegeven door E. Links van E zal er een opwaartse druk op de voortgebrachte hoeveelheid zijn, omdat consumenten bereid zijn méér voor een extra eenheid van het goed te betalen dan dat het de aanbidders kost deze voort te brengen. Rechts van E is het omgekeerde het geval, en zal er daarom een neerwaartse druk op de voortgebrachte hoeveelheid zijn. E is het stabiele evenwicht, waar prijs, gevraagde hoeveelheid, en aangeboden hoeveelheid met elkaar in overeenstemming zijn. Echter, E is óók het punt waar de *netto maatschappelijke baten*, oftewel: totale baten minus totale kosten, oftewel: het oppervlak onder de vraagcurve minus het oppervlak onder de aanbodcurve, gemaximeerd is. De totale baten in dit punt zijn gegeven door de oppervlak van de vierhoek OQEA; de totale kosten door de driehoek OQE en de netto maatschappelijke baten daarmee door de driehoek OEA. Aangezien Q de verhandelde hoeveelheid geeft, en P de marktprijs, geeft de vierhoek OQEP de totale *marktwaarde* van de verhandelde hoeveelheid in het optimum. Omdat OQE de totale kosten geeft, geeft driehoek OEP de omvang van het *producentensurplus*. Dit is gelijk aan de winst indien er géén vaste kosten in de produktie zijn. Tenslotte, de extra baten die de consumenten ondervinden door hun consumptie boven de marktwaarde die zij betalen, wordt gegeven door de driehoek PEA en wordt aangeduid met *consumentensurplus*.

Bron: Verhoef, Oosterhuis en Ouwersloot (1997)

Box 1. De optimale werking van de markt in afwezigheid van marktfalen

Stel dat gevonden wordt dat ten gevolge van de invoering van kilometerheffingen met name lagere inkomensgroepen afzien van het gebruik van de weg. Dit kan leiden tot een schatting van de welvaartseffecten van deze groep die gemiddeld lager is dan die voor hogere inkomensgroepen, die onverminderd van de weg gebruik maken. Immers, zoals in paragraaf 3 verder uiteengezet zal worden, de laatstgenoemden betalen de volledige heffing, laten we zeggen  $f$  5,-, en leiden een surplusverlies van die grootte (indien er geen tijdswinsten zouden optreden). De gebruikers uit de lagere inkomensgroepen die van weggebruik afzien lijden kleinere welvaartsverliezen *uitgedrukt in geld*. Immers, als de surplusverliezen samenhangend met de gedragsverandering groter dan  $f$  5,- zouden zijn, waren ze wel gewoon op de weg gebleven. Hoewel economische logica dus voorschrijft dat de surplusverliezen van de uitwijkers inderdaad kleiner dan  $f$  5,- moeten zijn, lijkt het strijdig met, laten we zeggen, 'sociale logica', dat de welvaartsverliezen van de uitwijkers kleiner zouden zijn dan die van bijvoorbeeld de hoogste inkomens die 'met gemak' de  $f$  5,- opbrengen en ook nog eens profiteren van verminderde congestie.

Toch bedragen de in geld uitgedrukte welvaartsveranderingen voor de uitwijkers ten hoogst  $f$  5,-. Bij een compensatie ter hoogte van dit bedrag zijn ze tenminste zo goed af als vóór de heffingen: zij zouden dan op basis van het nieuwe geldbudget precies zoals voorheen van de weg gebruik kunnen maken zonder slechter af te zijn (en wellicht zelfs beter af te zijn als de reistijden door verminderde congestie zijn afgenomen). Zouden ze mét compensatie toch voor een ander alternatief blijven kiezen, dan zijn ze zelfs zeker beter af: immers, het oude nutsniveau is onder de nieuwe omstandigheden nog steeds haalbaar. Het feit dat een alternatief gekozen wordt, betekent dat dit alternatief derhalve een hoger nutsniveau moet opleveren.

De hierboven gemaakte overwegingen leiden daarom niet tot het verwerpen van het surplus als een betekenisvolle maatstaf voor een bepaalde groep. Echter, het is van belang nogmaals te benadrukken dat surplusveranderingen voor verschillende groepen alleen ongewogen met elkaar vergeleken mogen worden indien aan een extra gulden voor iedere groep dezelfde maatschappelijke waarde toegekend zou worden. Anders gezegd: iemand die het waardeoordeel velt dat in het bovenstaande voorbeeld (vóór compensatie) de lagere inkomens tóch relatief slechter af zijn dan de hogere inkomens, hanteert kennelijk welvaarts gewichten die een (voldoende) groter belang toekennen aan de lagere inkomensgroepen. Dergelijke (impliciete of expliciete) welvaarts gewichten kunnen nooit objectief als 'correct' of 'incorrect' worden bestempeld. De onderzoeker kan ook zeker zelf géén welvaarts gewichten definiëren. Dit kan alleen een zuiver persoonlijke of politieke afweging zijn.

Resumerend: het gebruik van het surplus als maatstaf heeft als voordelen dat het (praktisch) de enige empirisch vast te stellen welvaartsmaatstaf is, en dat deze uitgedrukt is in een intuïtieve maatstaf, namelijk geld, waardoor het direct mogelijk is de hoogte van compensaties te bepalen die – indien politiek gewenst – de verliezen juist zouden compenseren zodat geen netto welvaartsverlies wordt geleden. Echter, het ongewogen

vergelijken van surplusveranderingen behelst in zichzelf het waardeoordeel dat een extra gulden voor alle groepen dezelfde maatschappelijke waarde heeft. Dit waardeoordeel mag de onderzoeker – zo hij al zou willen – zeker zélf niet maken. Bij het interpreteren van de resultaten wordt de lezer geadviseerd eenzelfde voorzichtigheid te betrachten.

## 2.2. Praktische achtergronden

De verkeers- en vervoersmarkt is een complexe markt. Het bepalen van de welvaartseffecten van een bepaalde vorm van prijsbeleid wordt bemoeilijkt doordat (vrijwel) elke verplaatsing anders is: het gebied, de gevolgde route, en het tijdstip van rijden bepalen voor een belangrijk deel de baten die met de verplaatsing samenhangen. Daarnaast zijn weggebruikers heterogeen, hetgeen net zo zeer bepalend is voor de baten die aan een verplaatsing worden toegekend, alsmede voor de surplusverandering die door beleid ondervonden wordt. In Tabel 1 worden de 8 dimensies getoond, die zijn gekozen om de heterogene totale groep van weggebruikers in herkenbare groepen op te delen. Deze groepen duiden we in het vervolg ook wel aan als ‘hoofdgroepen’.

Vervoerwijze	Motief	Inkomen	Randstad <sup>2</sup>	Stedelijk <sup>3</sup>	Participatie	Geslacht	Leef tijd
1 Bestuurder	1 Woon-werk	1 <25k	1 Randstad	1 Stedelijk	1 Part-time en onbekend	1 Man	1 <18
2 Passagier	2 Zakelijk huisgebonden	2 25k-40k	2 Niet-Randstad	2 Niet-stedelijk	2 Full-time	2 Vrouw	2 18-59
	3 Zakelijk niet-huisgebonden	3 40k-60k			3 Studerend en niet-werkend		3 ≥60
	4 Overig	4 60k-85k					
		5 >85k					

<sup>1</sup>Netto jaarlijks inkomen op huishouden+niveau

<sup>2</sup>Zie Appendix 1 voor specificatie

<sup>3</sup>Zie Appendix 1 voor specificatie

**Tabel 1. De gehanteerde groepsindeling**

Aangezien de baten samenhangend met een verplaatsing, en de surplusverandering alsmede de daarmee samenhangende gedragsveranderingen tengevolge van kilometerheffingen, zullen variëren met elk van de beschouwde dimensies, kunnen we niet volstaan met het beschouwen van deze afzonderlijke groepen voor het bepalen van de welvaartseffecten van kilometerheffingen. Immers, dat zou veronderstellen dat elke van de getoonde groepen zelf homogeen is. Maar, om een voorbeeld te noemen, de samenstelling van de groep Vrouwen zal na invoering van een kilometerheffing hoogstwaarschijnlijk een andere relatieve vertegenwoordiging hebben in termen van Vervoerwijze, Motief, Inkomen, Randstad, Stedelijk, Participatie en Leeftijd. Met andere woorden, voor een correcte bepaling van de welvaartseffecten van kilometerheffingen dienen we deze te bepalen op het subgroepsniveau zoals geïmpliceerd in Tabel 1, en pas daarna weer te aggregeren tot het groepsniveau. Negeren we de dimensies Randstad en Stedelijk (zie hieronder), dan betekent dat we te maken hebben met  $2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 = 720$  relevante subgroepen. Alleen door in de berekeningen met deze subgroepen te werken – hoe bewerkelijk ook – kan zo goed als redelijkerwijs mogelijk bepaald worden hoe sterk de gedragsreacties zullen zijn van de verschillende subgroepen



binnen de hoofdgroepen, en zodoende hoeveel personen uit een hoofdgroep uiteindelijk de heffing zullen betalen, wat hun correct gewogen waardering voor eventuele tijdswinsten zal zijn (beschouw als voorbeeld diverse inkomensklassen of motieven binnen de hoofdgroep Vrouwen), en welke typen gebruikers binnen een hoofdgroep in welke mate van weggebruik zullen afzien en wat hún verwachte surplusverandering zal zijn. Daarnaast garandeert het werken met de 720 subgroepen uiteraard dat de resultaten over alle dimensies correct optellen tot het totaal, hetgeen een vanzelfsprekende consistentievoorwaarde is.

Een belangrijke determinant voor de welvaartseffecten van kilometerheffingen voor een bepaalde subgroep betreft uiteraard de vraag hoe groot hun mobiliteit (vóór en ná invoering van de heffing) is. En, indien we rekening houden met het feit dat de heffing reistijdswinsten kan opleveren die niet gelijkmatig over het wegennetwerk verdeeld zijn, en, indien we vervolgens ook nog eens varianten van de kilometerheffing willen bestuderen die niet constant over de ruimte of de tijd zijn (in het bijzonder varianten met een congestie-heffing component), dan zal het duidelijk zijn dat we daarnaast niet kunnen volstaan met de vaststelling van de totale mobiliteitsniveaus van een subgroep, maar daarnaast ook dienen te weten wáár en wanneer deze plaatsvindt.

Gegeven deze overwegingen, alsmede de bijkomende complicatie dat voor het bepalen van de gedragsveranderingen per subgroep over de ruimte en tijd interacties via congestie een belangrijke rol kunnen (en zullen) spelen, lag het voor de hand de berekeningen te laten plaatsvinden op basis van gedetailleerde model-output van een landelijk netwerkmodel (het LMS). De initiële gebruikersniveaus en reistijden zijn voor een dergelijk model bepaald op een niveau van gedetailleerdheid die anders binnen het kader van dit onderzoek niet gerealiseerd zou kunnen worden. In nog sterkere mate geldt dit voor het bepalen van de mobiliteitsniveaus ná invoering van kilometerheffingen. Voor het onderhavige onderzoek is gebruik gemaakt van cijfers waarbij voor iedere sub-groep Nederland is opgedeeld in 345 zones (zie Appendix 1); hierdoor behoeften de dimensies Randstad – Niet-Randstad en Stedelijk – Niet-Stedelijk niet als aparte dimensies gebruikt te worden, maar konden deze cijfers bepaald worden door de betreffende (oorsprongs-)zones te selecteren. Voor iedere subgroep afzonderlijk is voor ieder oorsprongs-bestemmingspaar de surplusverandering uitgerekend volgens de ‘rule-of-half’, die in paragraaf 3 uiteengezet zal worden. Dat betekent dat de cijfers die in paragraaf 4 gepresenteerd worden het resultaat zijn van aggregaties van in totaal (voor elk van de drie varianten)  $720 \cdot 345 \cdot 345 = 85\,698\,000$  ‘sub-subgroepen’ (subgroep-oorsprong-bestemmings combinaties).

Hoewel dit aantal op het eerste gezicht waarschijnlijk afdoende lijkt, moesten zelfs hiervoor enige pre-aggregaties gemaakt worden. In het bijzonder is er voor gekozen om alleen met cijfers over de gehele dag te werken (zie tevens paragraaf 3.4 hierna), waardoor een uitsplitsing naar dagdeel niet mogelijk is. Andere aggregaties betreffen die over dimensies die in het LMS met grotere precisie onderscheiden worden dan hier (bijvoorbeeld leeftijdscategorieën).

Gegeven het groot aantal sub-groepen is het weinig overzichtelijk de resultaten te presenteren voor elk van deze subgroepen afzonderlijk. In plaats daarvan zullen in dit rapport in principe alleen de resultaten op hoofdgroepniveau gepresenteerd worden. Aan het eind van paragraaf 4 zullen we echter de resultaten presenteren voor een aantal extra sub-groepen.

### 3. Gehanteerde methode: de ‘rule-of-half’

#### 3.1. Inleiding

De methodologie die in dit onderzoek gehanteerd wordt voor het bepalen van de primaire welvaartseffecten van prijsbeleid berust op de zogeheten ‘rule-of-half’. Deze methode veronderstelt dat:

1. het consumentensurplus een adequate maatstaf is voor het bepalen van welvaartseffecten
2. individuen zich rationeel gedragen, in die zin dat zowel in de situatie mét als zónder de beschouwde prijsmaatregel individuen die vorm van gedrag (wel of niet maken van een verplaatsing, en in het eerste geval de gekozen bestemming, modaliteit, route en tijdstip) kiezen die hen het hoogste nut oplevert
3. over de relevante ranges (dat wil zeggen, de niveaus van mobiliteit mét en zónder de beschouwde prijsmaatregel) alle vraagrelaties (‘direct’ en ‘kruislings’) lineair te benaderen zijn

Onder deze veronderstellingen kunnen de primaire welvaartseffecten van prijsbeleid (vóór terugsluis en vóór doorwerking in de economie), welke de eerste stap in de bepaling van de uiteindelijke welvaartseffecten vormen, voor iedere relevante groep bepaald worden op basis van de mobiliteitsniveaus en gegeneraliseerde kostenniveaus (inclusief heffing en tijdskosten; deze definitie geldt in de rest van deze notitie), beiden mét en zónder de beschouwde prijsmaatregel.

In het kort komt de methode er op neer dat voor diegenen die hun gedrag niet veranderen ten gevolge van de maatregel in het wegverkeer, het welvaartseffect<sup>2</sup> eenvoudigweg gelijk is aan de verandering (doorgaans stijging) van de gegeneraliseerde kosten. Voor diegenen die hun gedrag wél veranderen (afzien van de verplaatsing, het veranderen van bestemming, modaliteit<sup>3</sup> of tijdstip) wordt verondersteld dat het **gemiddelde** welvaartsverlies gelijk is aan **de helft** hiervan. Dit reflecteert dat ‘gedragsveranderaars’ welvaartseffecten ondervinden die variëren tussen 0 (voor de initieel ‘indifferenten’; dat wil zeggen: degenen die vóór invoering van de maatregel, gegeven de daarbij geldende prijzen en reistijden, (vrijwel) indifferent waren tussen weggebruik en het meest geprefereerde alternatief), tot het verschil tussen (meestal toename van) de gegeneraliseerde kosten van weggebruik (de in het nieuwe evenwicht ‘indifferenten’).

---

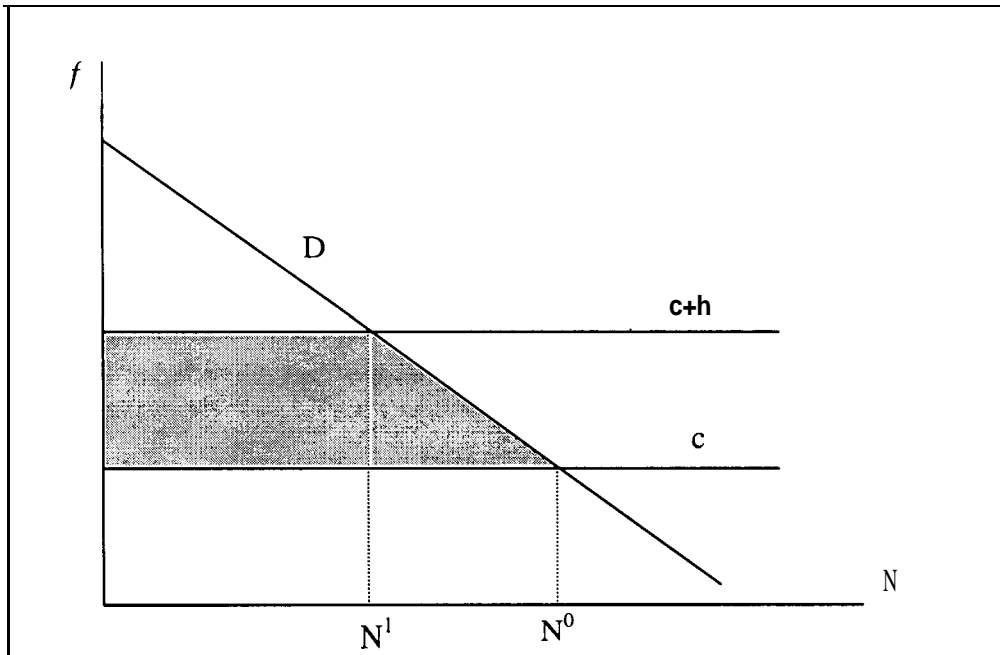
<sup>2</sup> Het begrip ‘welvaartseffect’ wordt in dit rapport als synoniem voor ‘surplusverandering’ gehanteerd.

<sup>3</sup> Het veranderen van route ten gevolge van prijsbeleid hoeft niet in de beschouwing te worden betrokken zolang de totale stroom binnen de modaliteit bekend is. De reden is dat routekeuze per definitie tot stand komt op basis van equalisatie van gegeneraliseerde kosten (inclusief heffing).

Het is verhelderend dit alles aan de hand van twee voorbeelden uit te leggen. In het eerste voorbeeld beschouwen we het eenvoudigste geval, waarin er sprake is van één alternatief in het wegverkeer. Daarna beschouwen we twee alternatieven in het wegverkeer, waarvoor voor beide het prijsbeleid een effect op de gegeneraliseerde kosten kan hebben. Dit is bijvoorbeeld van belang wanneer weggebruikers er voor kunnen kiezen op twee verschillende tijdstippen (spits versus dal) van de weg gebruik te maken.

### 3.2. Een eenvoudig voorbeeld

Figuur 1 toont de werking van de rule-of-half in het eenvoudigste geval, waarin weggebruikers slechts één keuze kunnen maken ten aanzien van het weggebruik: wel of niet. Voor de grafische overzichtelijkheid veronderstellen we dat er geen congestie is. De (inverse) vraagfunctie  $D$  geeft de marginale private van weggebruik, de totale baten zijn daarmee gedefinieerd door het oppervlak begrensd door de twee assen, de verticale lijn ter hoogte van het niveau van weggebruik ( $N$ ), en de vraagcurve.



Figuur 1. Welvaartseffecten van prijsbeleid in een eenvoudige setting

Zonder congestie (en zonder andere externe effecten) zijn de marginale private kosten  $c$  gelijk aan de gemiddelde private kosten, en is er voorts geen verschil tussen maatschappelijke en private kosten. De gemiddelde kosten  $c$  dienen geïnterpreteerd te worden als ‘gegeneraliseerde kosten’: ze bevatten zowel de feitelijke financiële uitgaven, bijvoorbeeld aan brandstof ( $c_f$ ), als de gemonetariseerde waarde van de reistijd, welke geschreven kan worden als het product van de reistijd,  $t$ , en de tijdswaardering (vot: value of time):

$$c = c_f + t \cdot \text{vot} \quad (1)$$

De prijs die geldt voor weggebruik is gelijk aan  $c$  plus een eventuele heffing,  $h$ :

$$p = c + h \quad (2)$$

Tenslotte, het consumentensurplus dat aan het weggebruik wordt ontleend is, voor elke gebruiker, het verschil tussen de betalingsbereidheid  $D$  en de geldende prijs.

Zonder heffing komt het evenwicht  $N^0$  tot stand, waar de vraagcurve  $D$  de gemiddelde kosten  $c$  snijdt. Mét een heffing,  $h$ , komt  $N^1$  tot stand. Ten gevolge van de heffing is de prijs gestegen ( $\Delta p = h$ ), en de vraag is daarom afgenomen. Wat zijn hiervan de welvaartseffecten?

De  $N_1$  gebruikers die hun gedrag niet veranderen, lijden een gemiddeld welvaartsverlies gelijk aan de prijsstijging. Het totale welvaartsverlies voor deze groep is daarmee  $N^1 \cdot \Delta p$ . Voor de  $N^0 - N^1$  gebruikers die hun gedrag wél veranderen, geldt dat het welvaartsverlies kleiner is dan  $\Delta p$ . De gebruiker die precies op  $N^0$  zit, bijvoorbeeld, ontleende in de originele situatie géén surplus aan zijn weggebruik: de marginale baten  $D$  voor deze verplaatsing waren immers gelijk aan de marginale kosten. Het welvaartsverlies voor deze gebruiker is daarmee gelijk aan 0. Aan de andere kant, de gebruiker die nét tegen  $N^1$  aanzit, ondervond in de initiële situatie een surplus dat (praktisch) gelijk was aan de heffing  $h = \Delta p$ . Voor de verplaatsingen tussen  $N^0 - N^1$  geldt dat het verlies aan surplus ergens tussen deze twee uitersten inzit. Indien we  $D$  lineair mogen veronderstellen, is het totale welvaartsverlies voor degenen die hun gedrag wél veranderen daarmee gelijk aan  $\frac{1}{2} \cdot (N^0 - N^1) \cdot \Delta p$ . Het totale private welvaartsverlies ten gevolge van de heffing komt daarmee op:

$$-\Delta CS = N^1 \cdot \Delta p + \frac{1}{2} \cdot (N^0 - N^1) \cdot \Delta p = \frac{1}{2} \cdot (N^0 + N^1) \cdot \Delta p \quad (3)$$

(als de tweede en derde term positief zijn, is er sprake van een welvaartsverlies, vandaar het gebruik van  $-\Delta CS$ ). De tweede formulering is de 'rule-of-half' in de meest elementaire vorm, en zegt dat het welvaartseffect gelijk is aan het gemiddelde gebruik maal de verandering in de gegeneraliseerde kosten. Het gearceerde gebied toont dit private surplusverlies. Merk op dat de heffingsopbrengsten geen **maatschappelijk** welvaartsverlies betekenen; immers, deze vormen slechts een herverdeling tussen weggebruikers en overheid. Het maatschappelijk welvaartsverlies, uitgedrukt als een surplusverandering, is gegeven door het driehoekige deel van het gearceerde gebied,  $\frac{1}{2} \cdot (N^0 + N^1) \cdot \Delta p$ . Inderdaad, als er geen externe kosten zijn, is een heffing in principe welvaartsverlagend.

### 3.3. Een voorbeeld met twee tijdsperiodes

De 'rule-of-half' is een generieke regel, die ook geldt in complexere situaties, zoals netwerken, of bij verschillende tijdsperiodes. We zullen dit illustreren aan de hand van een voorbeeld dat voor het onderhavig onderzoek van belang is, namelijk het bestaan van verschillende tijdsperiodes. Figuur 2 toont de relevante situatie. Er zijn twee tijdsperiodes, spits en dal, en we bekijken de situatie waarin voor beiden een heffing wordt geïntroduceerd.

Voor de duidelijkheid doen we alsof er geen congestie bestaat ( $c_s$  en  $c_D$  zijn horizontaal), maar we veronderstellen wel dat er een kostenverschil tussen beiden periodes is. Dit helpt ons aan te tonen dat ook bij verschillen in gegeneraliseerde kosten, de ‘rule-of-half’ onverminderd geldig is.

De gegeneraliseerde kosten tussen beide periodes kunnen uiteraard alleen dan verschillen als er kennelijke ‘extra’ baten worden toegekend aan het weggebruik in één van de twee periodes. Bij hogere gegeneraliseerde kosten in de spits moet het zo zijn dat men eigenlijk liever in de spits rijdt – anders zou men anders wel overstappen naar de dalperiode. Deze extra baten van het spitsgebruik moeten voor een individu minimaal even groot zijn als het verschil tussen de gegeneraliseerde kosten; anders zou men voor de verkeerde periode hebben gekozen.

We beschouwen de situatie waarbij de heffing in de spits hoger is, waardoor er in zekere mate een overstap van spits- naar dalverkeer wordt bewerkstelligd. Met andere woorden, naast de mogelijkheid om het wegverkeer geheel ‘te verlaten’ ten gevolge van de heffing, kan men er ook voor kiezen op een ander moment van de weg gebruik te maken.

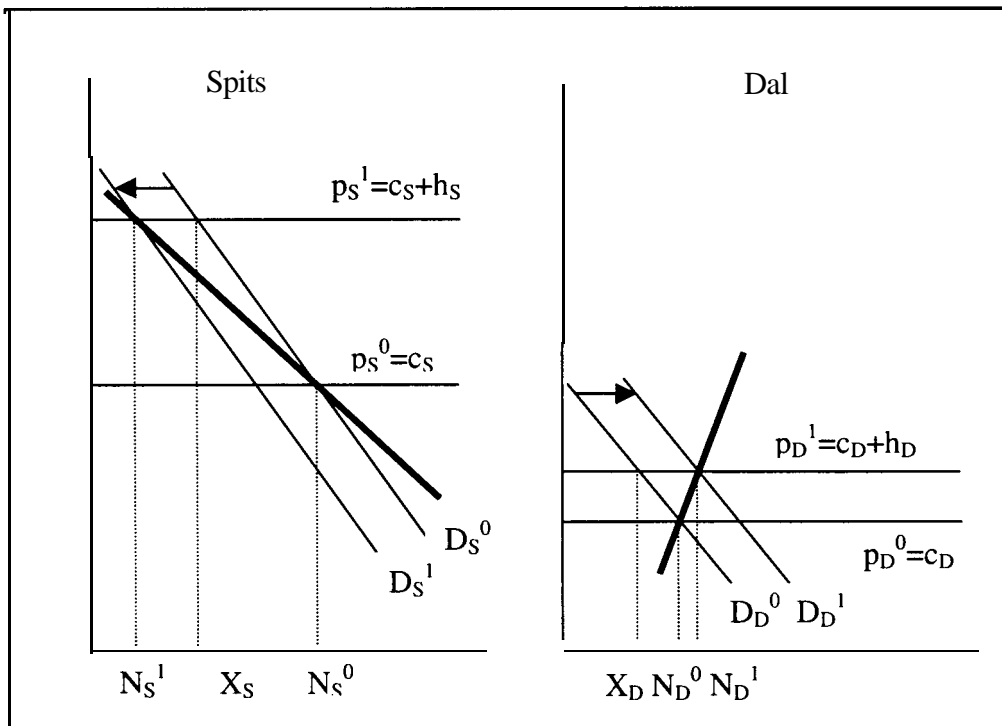
Om de welvaartseffecten van deze twee heffingen samen te bepalen, dienen we een onderscheid te maken naar de volgende groepen:

- 1) De gebruikers die vóór en ná invoering van de twee heffingen in de spits op de weg rijden
- 2) De gebruikers die vóór de heffing in de spits op de weg rijden, en ná de heffing in de dalperiode op de weg rijden (omdat de gegeneraliseerde kosten in de spits méér toenemen dan in de dalperiode, kan een omgekeerde overstap nooit plaatsvinden. Immers, in dat geval zou men anders vóór invoering van de heffing voor de verkeerde periode hebben gekozen)
- 3) De gebruikers die vóór de heffing in de spits op de weg rijden, en ná de heffing een alternatief anders dan weggebruik kiezen
- 4) De gebruikers die vóór en ná invoering van de twee heffingen in de dalperiode op de weg rijden
- 5) De gebruikers die vóór de heffing in de dalperiode op de weg rijden, en ná de heffing een alternatief anders dan weggebruik kiezen

Het feit dat mensen overstappen tussen twee periodes betekent dat de originele vraagcurves  $D_s^0$  en  $D_D^0$  zullen verschuiven, respectievelijk naar  $D_s^1$  en  $D_D^1$ . De reden is dat de oorspronkelijke vraagcurves golden *gegeven* de prijs voor weggebruik tijdens het andere dagdeel. Kunnen we in deze situatie met verschuivende vraagcurves nog eenvoudig de welvaartseffecten bepalen? Dat blijkt wel het geval te zijn – onder dezelfde veronderstellingen van lineaire vraagfuncties; inclusief, in dit geval, de ‘kruislingse relatie’ tussen piek en dal. Sterker nog, de ‘rule-of-half’ geldt onverminderd, en levert in dit geval op:

$$-ACS = \frac{1}{2} \cdot (N_s^0 + N_s^1) \cdot \Delta p_s + \frac{1}{2} \cdot (N_D^0 + N_D^1) \cdot \Delta p_D \quad (4)$$

Met andere woorden: het welvaartseffect is gelijk aan de som, over alle groepen, van het gemiddelde gebruik maal de verandering in de gegeneraliseerde kosten. De welvaartseffecten voor de overstappers zijn hierbij volledig meegenomen.



Figuur 2. Welvaartseffecten van prijsbeleid bij 2 dagdelen

Uiteraard behoeft dit toelichting. Daartoe hebben we in de figuur, naast de evenwichtsgebruiksniveaus  $N$  ook een hulpvariabele  $X$  toegevoegd. Deze geeft het gebruik na de prijsverhogingen voor de originele groep gebruikers, dat wil zeggen, vóórdat rekening is gehouden met de overstappers. We kunnen voor de vijf hierboven genoemde de welvaartseffecten dan als volgt bepalen:

- 1) De gebruikers die vóór en ná invoering van de twee heffingen in de spits op de weg rijden: dit zijn de  $N_S$ ' gebruikers, die een gemiddeld welvaartsverlies van  $\Delta p_S$  lijden. Totaal:  $N_S^1 \cdot \Delta p_S$ .
- 2) De gebruikers die vóór de heffing in de spits op de weg rijden, en ná de heffing in de dalperiode op de weg rijden. De omvang van deze groep is  $X_S - N_S^1 = N_D^1 - X_D$ ; hetgeen we voor het gemak even afkorten als  $Z$ . Het minimale welvaartsverlies mogelijk voor een overstapper is gelijk aan de kostenstijging in het dalverkeer. Immers, oorspronkelijk was hij indifferent tussen spits en dal. Als de kosten in de dalperiode constant waren gebleven, had hij dus een welvaartsverandering ter grootte van 0 geleden; echter de kosten zijn gestegen in het dalverkeer, en dat is zijn welvaartsverlies. Het maximale welvaartsverlies voor een overstapper is gelijk aan de kostenstijging voor het spitsverkeer. Immers, als het groter zou zijn, dan zou hij niet overstappen. Het gemiddelde welvaartsverlies is dus het gemiddelde van  $\Delta p_D$  en  $\Delta p_S$ , zodat het totale welvaartsverlies  $Z \cdot \frac{1}{2} \cdot (\Delta p_D + \Delta p_S)$  bedraagt.

Vanwege de definitie van  $Z$  kunnen we dit uitsplitsen in:  $(X_S - N_S^1) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_S + (N_D^1 - X_D) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_D$ .

- 3) De gebruikers die vóór de heffing in de spits op de weg rijden, en ná de heffing een alternatief anders dan weggebruik kiezen: dit zijn  $N_S^0 - X_S$  gebruikers, met een gemiddelde welvaartsverlies van  $\frac{1}{2} \cdot \Delta p_S$ . Totaal:  $(N_S^0 - X_S) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_S$ .
- 4) De gebruikers die vóór en ná invoering van de twee heffingen in de dalperiode op de weg rijden: dit zijn  $X_D$  gebruikers, met een gemiddelde welvaartsverlies van  $\Delta p_D$ . Totaal:  $X_D \cdot \Delta p_D$ .
- 5) De gebruikers die vóór de heffing in de dalperiode op de weg rijden, en ná de heffing een alternatief anders dan weggebruik kiezen: dit zijn  $N_D^0 - X_D$  gebruikers, met een gemiddelde welvaartsverlies van  $\frac{1}{2} \cdot \Delta p_D$ . Totaal:  $(N_D^0 - X_D) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_D$ .

Tellen we alles over de 5 groepen bij elkaar op, dan krijgen we:

$$\begin{aligned} & \{ N_S^1 \cdot \Delta p_S \} + \{ (X_S - N_S^1) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_S + (N_D^1 - X_D) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_D \} + \{ (N_S^0 - X_S) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_S \} + \{ X_D \cdot \Delta p_D \} \\ & + \{ (N_D^0 - X_D) \cdot \frac{1}{2} \cdot \Delta p_D \} \end{aligned} \quad (5)$$

Het is eenvoudig te checken dat alle termen met  $X_S$  en  $X_D$  na optellen en aftrekken wegvallen, en dat vervolgens de in (4) genoemde 'rule-of-half' overblijft. Met andere woorden: onder de veronderstelling dat zowel vóór als ná invoering van de heffingen iedereen het op dat moment meest gunstige alternatief kiest (spitsweggebruik, dalweggebruik, geen weggebruik), kan de 'rule-of-half' gebruikt worden voor het bepalen van het totale welvaartseffect van de heffing. De welvaartseffecten voor de overstappers worden daarbij volledig meegenomen. In Figuur 2 kan het totale welvaartseffect worden gevonden door voor beide figuren het oppervlak begrensd door de verticale as, de twee prijslijnen en de vette lijn bij elkaar op te tellen.

Via dezelfde wijze zou, bijvoorbeeld, het veranderen van de bestemmingskeuze geïllustreerd kunnen worden. De belangrijkste conclusie blijft in dat geval hetzelfde: de eenvoudige rule-of-half zoals gegeven in vergelijking (3) kan gegeneraliseerd worden tot situaties waarin weggebruikers, naast de keuze om de weg te verlaten, er ook voor zouden kunnen kiezen om een ander alternatief binnen het weggebruik te nemen (ander tijdstip, andere bestemming). De impliciete kosten die met een dergelijke gedragsverandering samenhangen worden door de rule-of-half volledig meegenomen.

Voor het huidige onderzoek is het tenslotte van belang dat de in de berekeningen gemaakte veronderstellingen dat reiskosten, reistijden en frequenties in het openbaar vervoer niet zullen veranderen, betekenen dat alle welvaartseffecten samenhangend met een eventuele overstap naar het OV reeds meegenomen worden in de rule-of-half toegepast op wegverkeer. Dit is in te zien door in gedachten in Figuur 2, en in vergelijking (4), de prijsverandering in de tweede markt op 0 te stellen. Er wordt dus om redenen van meetbaarheid voorbijgegaan aan twee mogelijke, tegengestelde effecten die in het OV zouden kunnen optreden. Aan de ene kant

zou een hoger gebruik op de korte termijn kunnen leiden tot 'crowding' in het openbaar vervoer, waardoor de gegeneraliseerde kosten zullen toenemen vanwege verminderd comfort. Aan de andere kant zouden op de langere termijn de frequenties kunnen toenemen (het 'Mohring-effect'), hetgeen tot een daling van de gegeneraliseerde kosten zou leiden vanwege kortere wachttijden (indien men de diensregeling niet uit z'n hoofd kent), gemiddeld betere aansluitingen, en/of een grotere kans dat een OV-verplaatsing op precies het gewenste tijdstip mogelijk is. Geen van beiden effecten, negatief of positief, kan thans gekwantificeerd en in geld uitgedrukt worden. Beiden zijn in de onderhavige studie derhalve op 0 gesteld.

Resumerend: de rule-of-half bepaalt de surplusveranderingen van een beleidsmaatregel, uitgedrukt in betalingsbereidheid, door op consistentie wijze preferenties af te leiden uit geobserveerd gedrag. Het soms tegen-intuïtieve resultaat dat gedragsveranderaars kleinere welvaartsverliezen ondergaan dan zij die hun gedrag niet veranderen wordt plausibeler als we bedenken dat het de veranderaars uiteraard vrij staat bij de oorspronkelijke keuze te blijven, zij het tegen een hogere prijs. Dit laat onverlet, zoals in paragraaf 2.1 betoogd, dat om persoonlijke of politieke redenen een groter gewicht zou kunnen worden toegekend aan surplusveranderingen voor bepaalde groepen. De rule-of-half kan gegeneraliseerd worden tot complexe keuzeprocessen (multi-modale netwerken, meerdere tijdsperioden), zonder dat inherente meetfouten optreden. De hieronder te bespreken schattingsfouten betreffen dan ook niet de validiteit van de rule-of-half op zich, maar slechts schattingsfouten die voortkomen uit beperkte databeschikbaarheid.

#### *3.4. De de-of-half in het onderhavige onderzoek: beperkingen en schattingsfouten*

Het is van belang de beperkingen van, en meetfouten samenhangend met de rule-of-half op deze plaats te benadrukken.

##### *Lineariteit*

In de eerste plaats geeft de rule-of-half alleen een exacte maatstaf voor de verandering in surplus indien alle vraagrelaties inderdaad lineair zijn. Indien dit niet het geval is, treden er schattingsfouten op (tenzij uiteraard de correcte gebieden onder de werkelijke vraagcurves bepaald zouden kunnen worden). Terugkerend naar Figuur 1: als de vraagcurve convex zou zijn ('naar de oorsprong gebogen') zou er een overschatting plaatsvinden; is de vraagcurve concaaf ('van de oorsprong afwijkend') dan is er een onderschatting. Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van mobiliteitsniveau's en gegeneraliseerde kostenniveau's zoals deze uit LMS-modelresultaten zijn verkregen of kunnen worden berekend. Het LMS kent geen expliciete vraagfuncties; deze worden slechts impliciet gedefinieerd door de veronderstelde nutsfuncties. Wat duidelijk is, is dat deze impliciete vraagfuncties niet lineair zullen zijn. Een eerste schattingsfout is daarmee onvermijdelijk - er voor de lijn van dit betoog van uitgaande dat de impliciete vraagfuncties in het LMS de 'werkelijke' zijn. Echter, het relatieve belang van deze schattingsfout hoeft niet groot te zijn: merk op dat het slechts het oppervlak van het driehoekje in Figuur 1 betreft, waarvoor geldt dat de gemiddelde waarde sowieso slechts voor de helft meetelt. Daarnaast zal doorgaans gelden dat  $N^1$  beduidend groter is dan  $N^0 - N^1$ ;



met andere woorden: de schattingsfout betreft daarnaast een relatief klein deel van de totale mobiliteit.

### **Tijdwaardering**

Voorts maakt het LMS geen rechtstreeks gebruik van tijdswaardering, maar wordt de 'value of time' impliciet gedefinieerd door parameters in de nutsfunctie. Daarentegen worden in dit onderzoek de 'officiële' value of time schattingen gebruikt (zie Tabel 2), die voor elke groep een constante waarde heeft. Indien deze value of time niet overeenkomt met de impliciete value of time in het LMS, is er dus sprake van een inconsistentie tussen verondersteld gedrag (in het LMS) en de waardering daarvan (in dit onderzoek). Ook dit is een – in het kader van dit onderzoek – niet te vermijden, hopelijk slechts theoretisch probleem.

### **Middeling over de dag**

Een derde schattingsfout in de resultaten zal voortkomen uit het feit dat er slechts gewerkt wordt met, voor ieder groep, totale gebruikersniveaus over de gehele dag, gekoppeld aan gewogen gemiddelde gegeneraliseerde kosten. Vanwege de aard van de kilometerheffing, die een welvaartseffect vrijwel proportioneel met de lengte van de verplaatsing zal veroorzaken, kenden we een groter gewicht toe aan ruimtelijke desaggregatie (de tute-of-half is voor iedere sub-groep toegepast op een niveau van 334.345 oorsprong-bestemmingsparen) dan aan verschillen over de tijd. Dit, temeer daar het LMS werkt met 9 mogelijke tijdsperioden waarbinnen verplaatsingen (in veel gevallen gedefinieerd als 'retourtje': **tours**) kunnen worden afgewikkeld, zodat het aantal uit te voeren berekeningen met een factor 9 zou toenemen indien een specificatie van effecten over de tijd gegeven zou worden. In de berekeningen wordt dus gewerkt met totale verplaatsingen en gewogen gemiddelde reistijden en financiële reiskosten vóór en ná invoering van de heffing. Vanwege het veronderstelde lineaire verloop van de vraagfuncties levert dit nochtans een exacte schatting op van het welvaartseffect over de gehele dag indien het gebruik van een **subgroep** proportioneel over alle tijdsperiodes verandert. Zijn de veranderingen niet proportioneel, dan ontstaat een schattingsfout die voortkomt uit de impliciet veronderstelde proportionele verandering. Dit leidt dan tot een overschatting van het welvaartseffect. Appendix 2 gaat hier nader op in. Het daar gehanteerde cijfervoorbeeld suggereert dat de schattingsfout op z'n hoogst in de orde van grootte van enkele procenten zal liggen.

### **Passagiers**

Een vierde cijfermatig probleem komt voort uit het feit dat binnen het LMS in het geval de bezetting van een auto meer dan 1 bedraagt, de financiële kosten volledig worden toegerekend aan de bestuurder, terwijl de passagier slechts tijdskosten ondervindt. In de werkelijkheid zullen financiële kosten ofwel werkelijk gedeeld worden (bijvoorbeeld bij structureel car-poolen), dan wel impliciet gedeeld worden (bij leden uit hetzelfde huishouden). Dergelijk arrangementen komen in de hier gepresenteerde cijfers niet naar voren. Dat zou op zich geen probleem zijn, ware het niet dat er groepen passagiers zijn waarvoor een welvaartswinst (ten gevolge van kortere reistijden) geregistreerd wordt bij een afname van de mobiliteit. Dit

laatste kan verklaard worden uit het afzien van de verplaatsing door de eerdere bestuurder. In dat geval kent strikte toepassing van de rule-of-half een welvaartswinst toe aan onderdrukte mobiliteit, wat in feite onjuist is. Een eenvoudige oplossing voor dit probleem zou zijn om deze welvaartswinst voor onderdrukte mobiliteit op 0 te stellen. Echter, beschouwen we de situatie nader, dan valt op te merken dat in het geval dat de bestuurder besluit om de verplaatsing niet meer te maken terwijl er een winst voor de passagier is, hun gezamenlijke baten kennelijk niet meer opwegen tegen de totaal ondervonden kosten (1 keer financieel, 2 keer reistijd): de passagier is niet meer in staat om de bestuurder te compenseren. Dit is alleen het geval als de baten die de bestuurder aan de verplaatsing toekende, relatief laag of zelfs negatief waren. In het bijzonder, bestuurders die een passagier met een positieve netto bate van de verplaatsing vervoeren, terwijl de twee verplaatsingen samen dicht tegen de marge van niet-rijden aanzitten, hebben waarschijnlijk een individuele betalingsbereidheid die lager ligt dan die van solo-rijders die even dicht tegen die marge aanzitten. Met andere woorden, het is aannemelijk dat indien bestuurder en passagier elkaar kennen en impliciet of expliciet onderhandelen over de te maken verplaatsing, de genoemde overschatting van de welvaartswinst voor passagiers gepaard gaat met een overschatting van het welvaartsverlies voor de bestuurder. Om die reden, en om redenen van interne consistentie en 'optelbaarheid', is besloten de genoemde onwaarschijnlijke welvaartswinst voor passagiers te laten staan. In gedachten moet deze dus aan de – onbekende – bestuurder worden toegekend: aangezien geen verband kan worden gelegd tussen passagiers en bestuurders, is het helaas onmogelijk deze winst af te trekken van het overschatte verlies van de betreffende bestuurders.

### *Besluit*

Het is in het licht van de voorgaande 4 opmerkingen van belang te benadrukken dat de voordelen van de gevolgde methoden ons inziens met gemak opwegen tegen de nadelen. In het bijzonder dient voor het bepalen van de welvaartseffecten van kilometerheffingen gewerkt te worden met de meest betrouwbare schattingen mogelijk van het weggebruik van de verschillende in dit onderzoek beschouwde subgroepen op het netwerkniveau van het wegennet (immers, bijvoorbeeld de lengte van de verplaatsing is van groot belang voor het uiteindelijke welvaartseffect), zowel in de situatie vóór als ná invoering van de heffing. Het LMS biedt hiervoor ongetwijfeld een van de weinige beschikbare bronnen in Nederland. In de calibratie van dat model is gebruik gemaakt van ruimtelijk en sociaal gedesaggregeerde databestanden, waardoor een groot deel van de voor dit onderzoek benodigde informatie reeds in het LMS verwerkt zit, op een niveau van precisie die anders in het bestek van dit onderzoek moeilijk te evenaren zou zijn. Hetzelfde geldt voor de door de heffingen veroorzaakte gedragsreacties. Deze kunnen alleen goed bepaald worden indien rekening wordt gehouden met alle interacties tussen verschillende groepen, ondermeer leidend tot veranderende reistijden in een nieuw evenwicht. Zonder gedetailleerd netwerkmodel zouden hiervoor slechts zeer grove schattingen gemaakt kunnen worden, die ongetwijfeld tot grotere meetfouten zouden leiden dan de hierboven genoemde problemen. Hoewel we de 4 hiervoor besproken problemen derhalve zeker niet willen verhullen, blijft onverlet dat we van mening zijn dat de gevolgde methode het best denkbare alternatief was.

## 4. Empirische resultaten

### 4.1. Inleiding

De empirische resultaten met betrekking tot de welvaartseffecten – surplusveranderingen – ten gevolge van kilometerheffingen zijn, zoals uit het voorgaande mag blijken, bepaald door voor elk van de drie varianten voor  $720 \cdot 345 \cdot 345 = 85\,698\,000$  ‘sub-subgroepen’ de rule-of-half zoals gegeven in (3) door te rekenen. Deze paragraaf presenteert de resultaten. Allereerst presenteren we kort de 2 beschouwde beleidsvarianten. Vervolgens bespreken we de veronderstellingen die met betrekking tot de values of time (tijdwaardering) die voor de verschillende groepen zijn gemaakt. Paragraaf 4.4 presenteert de surplusveranderingen voor de hoofdgroepen. Paragraaf 4.5 beschouwt enkele sub-groepen, alsmede de effecten voor het vrachtverkeer.

### 4.2. De 2 beleidsvarianten

In dit rapport wordt een tweetal beleidsvarianten onderscheiden. In het kort laten deze zich als volgt karakteriseren:

1. LMS1: een ‘vlakke’ kilometerheffing van 12ct/km, onafhankelijk van tijd of plaats van rijden; terugsluis via volledige afschaffing van MRB/BPM. Op basis van eerder onderzoek, waarin een toename van het autobezit met slechts 3% werd voorspeld, is besloten het autobezit constant te houden. De kilometerheffing is op een zodanig niveau gesteld dat de uiteindelijke opbrengsten (bij de nieuwe mobiliteit) gelijk zijn aan de huidige opbrengsten van MRB en BPM.
2. LMS3: een kilometerheffing van 20ct/km in spijtstijden/congestiegebieden (gedefinieerd als wegvakken met een intensiteit/capaciteitsverhouding groter dan 0.8), en 8ct/km daarbuiten. In principe is ernaar gestreefd om dezelfde heffingsopbrengsten te verkrijgen als in LMS1, gelijk dus aan de huidige opbrengsten van MRB en BPM. Deze variant behelst derhalve een gedifferentieerde vorm van LMS 1.

### 4.3. De gehanteerde values of time

Zoals uiteengezet in paragraaf 3.4 kon geen gebruik gemaakt worden van values of time zoals die in het LMS gelden. In plaats daarvan is aangesloten bij het *Advies Inzake Tijdwaardering*, zoals die door het AVV (1998) voor onderzoek van dit type wordt gehanteerd/geadviseerd. Ongelukkigerwijs sluiten de die in dit advies gehanteerde inkomensklassen niet naadloos aan bij de in dit onderzoek gebruikte klassen, noch in aantal (4 versus 5), noch in klassengrenzen. Gegeven het sterke niet-lineaire karakter van de tijdwaardering als functie van inkomen bleek een eenvoudige toerekening niet mogelijk te zijn. In plaats daarvan is getracht zo nauw mogelijk aan te sluiten bij de in het advies gehanteerde inkomensklassen en tijdwaarderingen. Tabel 2 toont het resultaat.

Merk op dat de tijdwaardering voor de twee hoogste inkomensklassen gelijk verondersteld zijn. Tijdwinsten zullen naar alle waarschijnlijkheid daarom worden overgewaardeerd voor de groep 60k-85k, en ondergewaardeerd voor de groep >85k. Voorts zij opgemerkt dat de

getoonde cijfers betrekking hebben op autobestuurders; voor passagiers wordt conform AVV-richtlijnen met 80% van deze waarden gewerkt. Voor verdere achtergronden bij deze tijdwaarderingen verwijzen we naar HCG (1998).

<i>Inkomens- klassen in dit onderzoek (netto hh per jaar)</i>	<i>Inkomens- klassen in dit onderzoek (netto hh per maand)</i>	<i>Toegekend aan inkomens- klassen in AVV (1998) (bruto hh per maand)</i>	<i>Tijd- waardering (gulden per uur) Woon-werk</i>	<i>Tijd- waardering (gulden per uur) Zakelijk / Huis- gebonden</i>	<i>Tijd- waardering (gulden per uur) Zakelijk / Niet-huis- gebonden</i>	<i>Tijd- waardering (gulden per uur) Overig</i>
<25k	<2.08k	<3k	11.1	17.4	17.4	7.6
25k-40k	2.08k-3.33k	3k-5k	11	27.1	27.1	8.5
40k-60k	3.33k-5k	5k-7.5k	11.9	34.9	34.9	9.3
60k-85k	5k-7.08k	>7.5k	19.8	73.2	73.2	12.7
>85k	>7.08k	>7.5k	19.8	73.2	73.2	12.7

Noot: De getoonde tijdwaarderingen betreffen de bestuurder van de auto. Voor passagiers wordt 80% gerekend.

*Tabel 2. De gehanteerde tijdwaarderingen*

De tijdwaardering wordt dus verondersteld te variëren met alleen inkomen, motief en vervoerwijze. Aangezien de in Tabel 1 genoemde hoofdgroepen zullen verschillen in hun relatieve vertegenwoordiging in inkomensklassen, motief en vervoerwijze, zullen de gewogen tijdwaarderingen voor deze groepen echter óók verschillen. Bijvoorbeeld, meisjes jonger dan 18 zullen niet als autobestuurder in het woon-werkverkeer voorkomen. Maar, verschillen in de gewogen gemiddelde tijdwaardering komen dus volledig voort uit verschillen in inkomen, motief en vervoerwijze.

#### *4.4. De resultaten: hoofdgroepen*

Appendix 3 bevat 2 tabellen, met daarin voor de scenario's LMS1 en LMS3 de belangrijkste effecten voor de in Tabel 1 onderscheiden (hoofd-)groepen, waaronder uiteraard het primaire welvaartseffect vóór terugsluis – zoals gezegd, uitgedrukt als surplusverandering.

Alvorens op gedetailleerder niveau naar de resultaten te kijken, is het van belang de plausibiliteit van de resultaten, in termen van de orde van grootte, nader te bezien. De basis-variant LMS1, met een vlakke kilometerheffing van 12ct/km, levert een totale surplusverlaging (voor heel Nederland, over alle groepen) op van  $f$  28.17 mln per werkdag. De op één na onderste rij in de tabel geeft aan dat de surplusverlaging voor de totale groep autobestuurders, die geacht worden de heffing te betalen,  $f$ 29.04 mln per werkdag bedraagt. Om een indruk van de plausibiliteit te krijgen, kunnen we dit bedrag vergelijken met het totaal aan heffingsopbrengsten dat bij ongewijzigd gedrag zou worden opgebracht, hetgeen gelijk is aan de surplusverandering die bij een volkomen inelastische vraag – op alle deelmarkten – gevonden zou worden. Dit zou op theoretische gronden een bovengrens aan de totale surplusverandering moeten geven; immers, gedragsreacties – zich uitend in veranderende gebruikersniveaus – zullen alleen dan optreden wanneer dit leidt tot een kleiner

welvaartsverlies dan het vasthouden aan het oorspronkelijke gedrag en het betalen van de heffing.

Het aantal autokilometers dat volgens de modelberekeningen in het referentiescenario (LMSO) wordt afgelegd, bedraagt rond de 298 miljoen autokilometers per dag (HCG, 2000). Vermenigvuldigen we dit met de veronderstelde kilometerprijs van 12ct/km, dan vinden we een surplusverandering bij volkomen inelastische mobiliteit in de orde van grootte van 35.7 miljoen gulden per dag. De orde van grootte van de in de tabellen genoemde welvaartseffecten komt daarmee overeen met wat men op basis van een bijzonder eenvoudige maar gemakkelijk te controleren 'back-of-the-envelope' berekening zou mogen verwachten (voorbijgaande aan gedragsveranderingen, tijdwaardering, verschillen tussen werk- en niet-werkdagen, enzovoorts): de effecten bedragen zo'n 80% van de effecten die bij een volkomen inelastische vraag gevonden zouden zijn.

De surplusveranderingen per (hoofd-)groep (simpelweg 'groep' in het vervolg) moet, voor iedere dimensie afzonderlijk, over alle relevante groepen uiteraard optellen tot het genoemde totaal. Het aandeel van een groep in dit totaal wordt bepaald door een aantal factoren, waaronder:

1. Het aandeel van een groep in de initiële totale mobiliteit, zowel in termen van aantallen verplaatsingen als in termen van persoon-kilometers als bestuurder en als passagier
2. De verdeling hiervan over segmenten van de mobiliteitsmarkt (ruimte, tijd) waarvoor de kilometerheffing relatief grote of kleine veranderingen in gegeneraliseerde kosten (voor die groep) veroorzaakt
3. De gevoeligheid van een groep voor veranderingen in gegeneraliseerde kosten
4. De tijdwaardering van een groep

De eerste drie factoren worden bepaald door het LMS, de vierde factor door de waarden in Tabel 2. Voor zover de schatting van de totale surplusverandering als betrouwbaar wordt gezien, hangt de betrouwbaarheid van de schatting voor een groep daarmee af van de betrouwbaarheid van deze twee bronnen.

Naast de totale omvang van de surplusverandering voor een groep is het interessant te kijken naar gemiddelden voor een groep. Hierbij kunnen twee relevante bases worden onderscheiden. Een eerste mogelijkheid is om de gemiddelde surplusverandering per initiële verplaatsing te beschouwen. Verschillen tussen groepen reflecteren dan verschillen in de gemiddelde lengte van verplaatsingen, en de hierboven genoemde factoren 2-4. Een tweede mogelijkheid is om te kijken naar de gemiddelde surplusverandering per hoofd binnen een groep. Naast de hiervoor genoemde factoren speelt dan tevens een rol het gemiddeld aantal verplaatsingen dat iemand uit een bepaalde groep maakt. Als het eerste gemiddelde relatief hoog, en het tweede relatief laag is, reflecteert dat dus dat relatief weinig mensen uit een groep verplaatsingen maken, die echter relatief zwaar getroffen (dan wel bevoordeeld) worden door de kilometerheffing.

Dit onderscheid is relevant voor de dimensies Inkomen, Randstad, Stedelijk, Participatie, Geslacht en Leeftijd. Voor het berekenen van de omvang van de relevante groepen is voor dit rapport gebruik gemaakt van CBS-cijfers over 1994 (in de eindrapportage worden waarschijnlijk ophogingen naar 2010 gebruikt). Dit levert de volgende totalen op:

<i>Inkomen'</i>	<i>Randstad</i>	<i>Stedelijk</i>	<i>Participatie</i>	<i>Geslacht</i>	<i>Leeftijd</i>
1 <25k: 2.1	1 R: 6.3	1 S: 6.1	1 PTO: 2.5	1 M: 7.6	1 <18: 3.4
2 25k-40k: 3.4	2 N-R: 9.1	2 N-S: 9.2	2 Fr: 4.4	2 V: 7.8	2 18-59: 9.3
3 40k-60k: 5.0	Tot: 15.3	Tot: 15.3	3 SNW: 8.4	Tot: 15.3	3 ≥60: 2.7
4 60k-85k: 3.3			Tot: 15.3		Tot: 15.3
5 >85k: 1.5					
Tot.: 15.3					

'Totaal aantal personen in een huishouden met een netto jaarlijks inkomen van genoemde omvang  
Bron: CBS, berekeningen door 100

*Tabel 3. De totale omvang van de beschouwde groepen (miljoen personen)*

Het primaire welvaartseffect vóór terugsluis bedraagt in de basisvariant van kilometerheffingen, LMS1, -- 2.01 per gemiddelde autoverplaatsing. Voor elk van de onderscheiden dimensies moeten de welvaartseffecten per gemiddelde verplaatsing voor elk van de groepen dus een gewogen gemiddelde van  $-f 2.01$  kennen. Het is dan eenvoudig vast te stellen welke groepen relatief sterk getroffen worden door de kilometerheffing.

Beginnen we met de effecten per initiële verplaatsing, dan blijken dat voor LMS1 de volgende groepen te zijn Niet-Randstad, Niet-Stedelijk, Full-time werkend, Man, 18-59 jaar, Inkomen >85k, Zakelijk huisgebonden, en Autobestuurder. Over het algemeen zijn dit groepen waarvan inderdaad verwacht mag worden dat zij relatief lange verplaatsingen maken. Dat zij daarnaast ook relatief vaak dergelijke verplaatsingen maken, blijkt uit het feit dat de effecten per persoon in een groep – waar relevant – over het algemeen een relatief sterkere differentiatie kennen dan per initiële verplaatsing. Dit springt met name in het oog bij Full-time, 18-59 jaar en Inkomen.

Hoewel we, zoals gezegd, surplusveranderingen niet tussen groepen mogen vergelijken, is het verleidelijk vast te stellen dat de kilometerheffing, gerekend naar surplus per persoon, een progressief effect op de inkomensverdeling lijkt te hebben. Dit is het gevolg van het feit dat zowel het aantal verplaatsingen als de lengte daarvan toeneemt met het inkomen. Delen we echter de surplusverandering door het (ongewogen) gemiddelde netto-inkomen van een groep (in duizenden), dan vinden we achtereenvolgens de volgende ratio's: -0.047, -0.014, -0.023, -0.034 en -0.074. Hoewel dit over inkomensgroepen 2-5 ook als progressief aangemerkt zou kunnen worden, blijkt wel dat de laagste inkomensgroep een relatief groot surplusverlies als percentage van het netto-inkomen heeft. Nogmaals, een objectief waarde-oordeel over dit patroon kan niet gegeven worden, maar het zal voor veel mensen aanleiding zijn te pleiten voor een progressieve vorm van terugsluis, waarbij deze laagste inkomensgroep tenminste gecompenseerd wordt voor dit verlies.

De in de derde kolom getoonde gedragsreacties komen over het algemeen overeen met wat op basis van elasticiteiten verwacht mag worden. De opvallendste score is voor de groep jonger dan 18 jaar, en daaraan gecorreleerd, de groep studerende en niet-werkende. Ondanks de welvaartswinst van 0.13 per initiële verplaatsing, kent deze groep een mobiliteitsreductie van 32.5%. Kennelijk voorspelt het LMS dat relatief veel van de verplaatsingen waar deze groep in meerijs door de kilometerheffing onderdrukt zullen worden. Aangezien de primaire cijfers niet suggereren dat deze passagiers vooral in relatief langere verplaatsingen meerijden, is hiervoor zonder betere kennis van het model geen eenvoudige verklaring te geven.

Kijken we vervolgens naar LMS3, dan valt vooral op dat de effecten zeer dicht liggen bij die voor LMS 1. Dit ligt enigszins voor de hand. Immers, de cijfers die hier gepresenteerd worden hebben betrekking op een gehele werkdag, en op heel Nederland. De hogere kilometerprijs voor congestieverkeer heeft op de totalen een vrijwel te verwaarlozen effect. Uiteraard zou dit veranderen bij het inzoomen op de effecten voor congestiegebieden (en dagdelen) voor LMS1 versus LMS3. Een dergelijke analyse ligt buiten het bestek van dit onderzoek, maar het is illustratief dat bijvoorbeeld voor de autobestuurders vanuit Randstad-zones met woon-werk motief en een inkomen in de derde groep het verschil in welvaartssurplus beduidend groter is dan de enkele centen die steeds in de geaggregeerde cijfers naar voren komen: -3.77 in LMS1 versus -4.04 in LMS 3: een verschil van 27 cent. Uiteraard nemen deze verschillen verder toe als zou worden ingezoomd op oorsprong-bestemmingsparen die hoge congestie impliceren, op spitsverkeer alleen, enzovoorts. Maar, op het niveau van rapportage dat hier gehanteerd wordt, blijken de verschillen tussen LMS1 en LMS3 minimaal. Opmerkingwaardig is tenslotte dat het resultaat voor autopassagiers in LMS3 in vergelijking met LMS 1 aangeeft dat de congestiecomponent in de kilometerheffing inderdaad leidt tot een verdere reductie van reistijden.

#### **4.5. De resultaten: vrachtverkeer en enkele sub-groepen**

In deze paragraaf beschouwen we de welvaartseffecten voor vrachtverkeer en voor enkele sub-groepen.

##### **Vrachtverkeer**

Tot op dit punt in het rapport hebben we de effecten van kilometerheffingen voor het vrachtverkeer niet besproken. Ook voor het bepalen van de welvaartseffecten voor vrachtverkeer is de *tule-of-half* in principe de geëigende methode. De toepassing van de *rule-of-half* is echter veel eenvoudiger dan voor het personenverkeer, aangezien we wegens gebrek aan gegevens met de volgende veronderstellingen zullen werken:

1. Het vrachtverkeer over de weg is één homogene groep
2. De vraag naar weggebruik door vrachtverkeer is volkomen inelastisch

Onder die veronderstellingen bedragen de welvaartseffecten simpelweg de verandering in de kosten die met de invoering van de kilometerheffing samenhangen. Deze verandering in de kosten bestaan enerzijds uit de te betalen heffingen, en anderzijds uit de monetaire waarde van de tijdswinsten. Aangezien de primaire veronderstelling in de definitie van de

beleidsscenario's is dat het vrachtverkeer zal worden vrijgesteld van het betalen van de kilometerheffing, resteert alleen de tijdwinst. De veronderstelling van inelastische vraag betekent daarmee dat deze tijdwinst wordt verondersteld geen extra vraag naar vrachtvervoer over de weg uit te lokken.

<i>Beleids- scenario</i>	<i>Kilometrage (mln)</i>	<i>Heffing per kilometer</i>	<i>Tijdwinst (uren)</i>	<i>Reistijd- waardering'</i>	<i>Waardering tijdwinst</i>	<i>Welvaarts- effect</i>
LMS 1	25.2	0	14 785	65	961 023	961023
LMS3	25.2	0	18 805	65	1 222 339	1 222 339

'Bron: HCG (1992)

*Tabel 4. De welvaartseffecten van kilometerheffingen voor het vrachtverkeer over de weg (gld per werkdag)*

Tabel 4 geeft het resterende welvaartseffect (de verandering in kosten), waarbij het kilometrage is opgenomen om een eventuele herberekening voor scenario's met een positieve heffing (maar nog steeds inelastische vraag) in een later stadium mogelijk te maken. Vanwege de relatief hoge reistijdwaardering blijkt voor het vrachtverkeer het relatieve verschil tussen LMS1 en LMS3 belangrijker dan voor het personenverkeer. De resultaten suggereren dat bij een gewogen gemiddelde kilometerheffing van 3.8 (LMS1) en 4.8 (LMS3) cent het vrachtverkeer per saldo quitte speelt: de totale heffingslasten zijn dan gelijk aan de waarde van de behaalde tijdwinsten. Bij een opwaardering van de reistijdwaardering (de genoemde waarde stamt uit 1992) zou de kilometerheffing uiteraard navenant verder verhoogd kunnen worden voor een break-even resultaat.

#### **Enkele sub-groepen**

Teneinde een indruk te krijgen van de welvaartseffecten op sub-groepenniveau presenteren we in de laatste tabel in Appendix 3 tevens de resultaten voor enkele als interessant aan te merken subgroepen. Hiervoor zijn de volgende subgroepen gedefinieerd: laag inkomen (groep 1) gecombineerd met stedelijk; laag inkomen gecombineerd met ouderen; en alle inkomenklassen specifiek voor woon-werkverkeer.

Beginnen we met de resultaten voor LMS 1. Gegeven het feit dat de welvaartsverliezen per verplaatsing voor 'stedelijk' lager is dan gemiddeld, en voor de lagere inkomens lager dan gemiddeld, is het in feite niet verassend dat voor de sub-groep **stedelijk/laag** inkomen het welvaartsverlies lager is dan gemiddeld voor de hoofdgroepen **stedelijk**, en lager dan voor laag inkomen. Eenzelfde geldt voor de combinatie **ouderen/laag** inkomen. Via eenzelfde redenering – de welvaartsverliezen per verplaatsing zijn voor woon-werk hoger dan gemiddeld – kunnen de cijfers voor de vijf inkomensgroepen specifiek voor woon-werk verkeer worden verklaard. Het patroon is hetzelfde als voor de totalen per inkomen, maar omhooggeschoven omdat woon-werk verkeer apart wordt gezien. Als eerder, geldt ook hier dat de verschillen tussen LMS1 en LMS3 minimaal zijn; de verklaring voor de resultaten voor LMS3 is dan ook gelijk aan die voor de resultaten van LMS1.



We concluderen dat voor de beschouwde subgroepen, geen onverwachte uitschieters zijn te vinden. De resultaten zijn consistent met wat op basis van de resultaten voor de hoofdgroepen verwacht had kunnen worden.

## 5. Besluit

Dit rapport bevat de resultaten van een onderzoek waarin de primaire welvaartseffecten vóór terugsluis van een tweetal varianten van kilometerheffingen worden bepaald. Deze zijn bepaald gebruik makend van de rule-of-half, toegepast op meer dan 85 miljoen sub-subgroepen in het LMS. Het niveau van precisie was nodig om op correcte wijze rekening te houden met de samenstelling van elk van de uiteindelijk te onderscheiden groepen over verschillende dimensies die bijvoorbeeld bepalend zullen zijn voor gedragsreacties en tijdwaardering. Het rapport besloot met een bespreking van de effecten uitgesplitst naar elk van de te onderscheiden groepen.

De resultaten geven aan dat op het relatief geaggregeerde niveau van hoofdgroepen de verschillen in welvaartseffecten vóór terugsluis tussen LMS1 en LMS3 gering zijn. Dit reflecteert dat de additionele welvaartswinsten ten gevolge van congestieheffingen in LMS3 in eerste instantie als extra heffingsopbrengsten bij de overheid terechtkomen. Deze hypothese wordt bevestigd in de bespreking van de totale maatschappelijke welvaartseffecten van de twee heffingsvarianten, welke in Appendix 4 is te vinden.

In vervolgonderzoek van het 100 (100, 2000) zijn de welvaartseffecten, de veranderingen in totale financiële uitgaven, en de totale heffingsopbrengsten, zoals hier gerapporteerd, gebruikt om – na rekening gehouden te hebben met afwenteling – de doorwerking in de economie te bepalen.

## Referenties

- AVV (1998) *Advies inzake Reistijdwaarderingen van Personen* AVV, Rotterdam.
- CBS (1999) *De Mobiliteit van de Nederlandse Bevolking* CBS, Heerlen.
- CE (1999) *Efficiënte Prijzen voor het Verkeer* CE, Delft.
- HCG (1992) *De Reistijdwaardering in het Goederenvervoer: Rapport Hoofdonderzoek* HCG, Den Haag.
- HCG (1998) *Value of Dutch Travel Time Savings in 1997* HCG, Den Haag.
- HCG (2000) *Landelijk Model Systeem: PIEK* HCG, Den Haag.
- 100 (2000) *Prijsbeleid, Inkomenseffecten en Kilometerheffing (Piek), Een studie naar de welvaartseffecten van het prijsbeleid in het wegverkeer* 100, Den Haag.
- Varian, H.R. (1992) *Microeconomic Analysis*, third edition. Norton, New York.
- Verhoef, E.T., F. Oosterhuis en J. Ouwersloot (1997) *Economische barrières en perspectieven voor de integratie van energieketens* IVM, Vrije Universiteit Amsterdam.

## **Appendix 1. Gehanteerde zones**

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van een indeling van Nederland in 345 zones. Hieronder staan zij genoemd, met de toevoeging of een zone al dan niet als Stedelijk of Randstad wordt aangemerkt. Voor de kwalificatie Stedelijk is uitgegaan van de CBS-classificatie, waarbij in overleg met de opdrachtgever als uitgangspunt is gehanteerd dat wanneer in een zone tenminste één subzone met stedelijkheidsgraad 2 of hoger voorkomt, deze als Stedelijk wordt aangemerkt. Overigens kennen de LMS-zones in het grote merendeel van de gevallen slechts subzones met een stedelijkheidsgraad allen 1 of 2, danwel allen 3, 4 of 5. Voor de kwalificatie Randstad is direct gebruik gemaakt van een standaard door HCG voor het LMS gehanteerde indeling. Tenslotte, voor het toekennen van een oorsprongs-bestemmingspaar aan een van deze beide dimensies is het eenvoudige uitgangspunt gehanteerd dat de oorsprongszone bepalend is.

Zone	Stedelijk Randstad	Zone	Stedelijk Randstad
1 Stadskanaal		55 Heino	
2 Veendam		56 <b>Olst</b>	
3 <b>Beerta</b>		57 Deventer	1
4 Appingedam		58 Bathmen	
5 Hefshuizen		59 Ham, Den	
6 Bedum		60 Rijssen	
7 Hoogezand-Sappemeer		61 Almelo	
8 Haren		62 Tubbergen	
9 Groningen	1	63 Denekamp	
10 Grootegast		64 Borne	
11 Zuidhorn		65 Losser	1
12 Ulrum		66 Enschede	
13 Dongeradeel		67 Hengelo (Ov)	
14 Achtkarspelen		68 Haaksbergen	
15 Dantumadeel		69 Ambt <b>Delden</b>	
16 Bildt, Het		70 Noordoostpolder	
17 Leeuwarden		71 Dronten	
18 Boarnsterhim		72 Lelystad	
19 Menaldumadeel		73 Almere	
20 Franekeradeel		74 Zeewolde	
21 Bolsward		75 Hattem	
22 Sneek		76 Epe	
23 Nijefurd		77 Elburg	
24 Lemsterland		78 Ermelo	
25 Skarsterland		79 Hoevelaken	
26 Heerenveen		80 Barneveld	
27 Weststellingwerf		81 Ede	
28 Ooststellingwerf		82 Wageningen	
29 Opsterland		83 Apeldoorn	
30 Smallingerland		84 Voorst	
31 Eelde		85 <b>Gorssel</b>	
32 Norg		86 Lochem	
33 Smilde		87 Borculo	
34 Assen		88 Aalten	
35 Anloo		89 Dinxperlo	
36 Borger		90 Bergh	
37 Odoorn		91 Hengelo ( <b>Gld</b> )	
38-39 Emmen		92 Brummen	
40 Coevorden		93 Rheden	
41 Oosterhesselen		94 Angerlo	
42 Beilen		95 Rijnwaarden	
43 Hoogeveen		96-97 Arnhem	1
44 Dwingeloo		98 Renkum	
45 <b>Diever</b>		99 Bemmelen	
46 Meppel		100 Nijmegen	1
47 Steenwijk		101 Groesbeek	
48 <b>Brederwiede</b>		102 Beuningen	
49 Genemuiden		103 Heerewaarden	
50 Hasselt		104 Ammerzoden	
51 Zwolle		105 Geldermalsen	
52 Dalfsen		106 Culemborg	1
53 Avereest		107 Buren	
54 Gramsbergen		108 Dodewaard	

Zone	Stedelijk	Randstad	Zone	Stedelijk	Randstad
109 Rhenen			181 Muiden		
110 Amerongen	1		182 Bussum		†
111 Leusden		†	183 Blaricum		†
112 Amersfoort	1	†	184 Hilversum		†
113 Bunschoten		†	185 Graveland, 'S-		
114 Baarn		†	186 Noordwijk		
115 Soest		†	187 Hillegom		
116 Zeist		†	188 Sassenheim		
117 <b>Bunnik</b>		†	189 Katwijk		†
118 Cothen		†	190 Alkemade		
119 Houten		†	191 Leiderdorp		†
120-125 Utrecht	1	†	192 Leiden		†
126 Bilt, De		†	193 Voorschoten		
127 Maarssen		†	194 Wassenaar		
128 <b>Loosdrecht</b>		†	195 Leidschendam		†
129 Breukelen		†	196 Zoetermeer		†
130 Harmelen		†	197 <b>Nootdorp</b>		
131 IJsselstein	1	†	198 Rijswijk		†
132 Lopik		†	199 Voorburg		†
133 Montfoort		†	200-207 Gravenhage, 'S-		†
134 Woerden		†	208 Lier, De		
135 Ronde Venen, De		†	209 Wateringen		
136 Abcoude		†	210 <b>Maasland</b>		
137 Helder, Den	1		211 Delft		†
138 Anna Paulowna			212 Pijnacker		
139 Wieringen			213 Leimuiden		
140 Medemblik			214 Aar, Ter		
141 <b>Andijk</b>			215 Alphen Aan Den Rijn		†
142 Hoorn			216 Benthuizen		
143 Obdam			217 Moerkapelle		
144 Harenkarspel			218 Gouda		†
145 Heerhugowaard			219 Bodegraven		
146 Alkmaar	1		220 Bergambacht		
147 Bergen (Nh)			221 <b>Nederlek</b>		
148 Egmond			222 Ouderkerk		
149 Akersloot			223 Nieuwerkerk aan de IJssel		
150 Castricum		†	224 Bergschenhoek		
151 Beverwijk	1	†	225-237 Rotterdam		1
152 Velsen	1	†	238 Rozenburg		
153 Bloemendaal		†	239 Maassluis		1
154 Bennebroek		†	240 Vlaardingen		1
155 Haarlem	1	†	241 Schiedam		1
156 Haarlemmerliede C		†	242 Capelle Aan De IJssel		1
157 Zaanstad	1	†	243 Krimpen Aan De IJssel		
158 Jisp		†	244 Ridderkerk		1
159 Graft-De Rijk			245 Heerjansdam		
160 Purmerend	1	†	246 Barendrecht		
161 Broek In Waterland		†	247 Spijkenisse		1
162 IJpendam		†	248 Brielle		
163-172 Amsterdam	1	†	249 Hellevoetsluis		
173 Diemen	1	†	250 Westvoorne		
174 175 Ouder-Amstel Amstelveen	1	†	251 Dirksland		
176 Aalsmeer		†	252 Middelharnis		
177-180 Haarlemmermeer		†	253 Korendijk		†

Zone	Stedelijk	Randstad
254 Oud-Beijerland		1
255 Cromstrijen		
256 Gravendeel, 'S-		1
257 Hendrik-Ido-Ambacht	1	1
258 Alblasserdam		1
259 Graafstroom		1
260 Zederik		1
261 Vianen		1
262 Leerdam		1
263 Giessenlanden		1
264 Gorinchem	1	1
265 Hardinxveld-Giess		1
266 Papendrecht	1	1
267 Dordrecht	1	1
268 Aardenburg		
269 Axel		
270 Hontenisse		
271 <b>Kapelle</b>		
272 Borssele		
273 Vlissingen	1	
274 Middelburg	1	
275 Arnhem		
276 <b>Kortgene</b>		
277 Brouwershaven		
278 Bruinisse		
279 Sint Philipsland		
280 Huijbergen		
281 Bergen op Zoom		
282 Dinteloord en Pri		
283 <b>Fijnaart</b> en Heini		
284 Roosendaal en Nis		
285 Hoeven		
286 Etten-Leur		
287 Rijsbergen		
288 Breda	1	
289 Hooge en Lage Zwaluwe		
290 Geertruidenberg		
291 <b>Chaan</b>		
292 Alphen en <b>Riel</b>		
293 <b>Diessen</b>		
294 <b>Berkel-Enschot</b>		
295 Tilburg		
296 Dongen		
297 Drunen		
298 <b>Aalburg</b>		
299 <b>Helvoirt</b>		
300 Hertogenbosch, 'S	1	
301 Boxtel		
302 Berlicum		

Zone	Stedelijk	Randstad
303 Sint-Oedenrode		
304 Geffen		
305 Oss		
306 <b>Berghem</b>		
307 Beers		
308 Boxmeer		
309 Mill en Sint Hubert		
310 <b>Boekel</b>		
311 <b>Aarle-Rixtel</b>		
312 <b>Nuenen C.A.</b>		
313 Best		
314 <b>Bladel</b> en Neterse		
315 Bergeyk		
316 Veldhoven		
317 Eindhoven		1
318 Geldrop		
319 Budel		
320 Asten		
321 Helmond		
322 <b>Bakel</b> en Milheeze		
323 Gennep		
324 <b>Arcen</b> en Velden		
325 Broekhuizen		
326 Grubbenvorst		
327 Helden		
328-329 Venlo		
330 Beesel		
331 Nederweert		
332 Baexem		
333 Herten		
334 Echt		
335 Born		
336 Sittard		
337 Beek		
338 Onderbanken		
339 Landgraaf		
340 Heerlen		
341 Gulpen		
342 Nuth		
343 Meerssen		
344 Eijsden		
345 Maastricht		

## Appendix 2. Schattingsfouten ten gevolge van sommering over dagdelen

Zoals in paragraaf 3.4 werd opgemerkt, zal een schattingsfout in de resultaten zal voortkomen uit het feit dat er slechts gewerkt wordt met, voor ieder groep, totale gebruikersniveaus over de gehele dag, gekoppeld aan gewogen gemiddelde gegeneraliseerde kosten. In de berekeningen wordt gewerkt met totale verplaatsingen en gewogen gemiddelde reistijden en financiële reiskosten vóór en ná invoering van de heffing. Dit betekent dat we, voortbouwend op het voorbeeld uit paragraaf 3.3, het volgende welvaartseffect berekenen:

$$ACS^{Berekend} = 0.5 \cdot (N_S^0 + N_S^1 + N_D^0 + N_S^1) \cdot \left( \frac{N_S^0}{N_S^0 + N_D^0} \cdot p_S^0 - \frac{N_S^1}{N_S^1 + N_D^1} \cdot p_S^1 + \frac{N_D^0}{N_S^0 + N_D^0} \cdot p_D^0 - \frac{N_D^1}{N_S^1 + N_D^1} \cdot p_D^1 \right) \quad (A1)$$

terwijl vergelijking 4 betekent dat we zouden willen berekenen:

$$ACS^{Werkelijk} = 0.5 \cdot (N_S^0 + N_S^1 + N_D^0 + N_S^1) \cdot \left( \frac{N_S^0 + N_S^1}{N_S^0 + N_S^1 + N_D^0 + N_S^1} \cdot p_S^0 - \frac{N_S^0 + N_S^1}{N_S^0 + N_S^1 + N_D^0 + N_S^1} \cdot p_S^1 + \frac{N_D^0 + N_D^1}{N_S^0 + N_S^1 + N_D^0 + N_S^1} \cdot p_D^0 - \frac{N_D^0 + N_D^1}{N_S^0 + N_S^1 + N_D^0 + N_S^1} \cdot p_D^1 \right) \quad (A2)$$

In beide gevallen geldt dat het totale gebruik vermenigvuldigd wordt met een term waarin de prijsniveaus gewogen voorkomen. In het berekende geval is de wegingsfactor van een prijs het gebruik in de betreffende periode in het betreffende beleidsscenario gedeeld door het totale gebruik in het beleidsscenario; in het werkelijke geval is de wegingsfactor de som van het gebruik in de betreffende periode in beide beleidsscenario's gedeeld door het gesommeerde gebruik over beide perioden en beide beleidsscenario's.

De wegingsfactoren in (A1) en (A2), en daarmee het berekende welvaartseffect, zijn exact gelijk als:

$$\frac{N_S^1}{N_S^0} = \frac{N_S^0}{N_D^0} = \frac{N_S^0 + N_S^1}{N_D^0 + N_D^1} \quad (A3)$$

met andere woorden, indien het gebruik proportioneel over beide tijdsperiodes verandert. Dit hangt samen met het veronderstelde lineaire verloop van de vraagfuncties. Zijn de veranderingen niet proportioneel, dan ontstaat een schattingsfout die voortkomt uit de impliciet veronderstelde proportionele verandering. Dit leidt dan tot een overschatting van het welvaartseffect. Indien niet aan (A3) is voldaan, kan de relatieve schattingsfout worden bepaald als:

$$\frac{\Delta CS^W - \Delta CS^B}{\Delta CS^W} = \frac{(N_S^0 \cdot N_D^1 - N_D^0 \cdot N_S^1) \cdot ((N_D^1 + N_S^1) \cdot (p_D^0 - p_S^0) + (N_D^0 + N_S^0) \cdot (p_D^1 - p_S^1))}{(N_D^0 + N_S^0) \cdot (N_D^1 + N_S^1) \cdot (N_D^0 + N_D^1) \cdot (p_D^0 - p_D^1 + N_S^0 + N_S^1) \cdot (p_S^0 - p_S^1)} \quad (A4)$$

Merk op dat (A4) gelijk is aan 0 als aan (A3) is voldaan, omdat de eerste term in de noemer dan gelijk aan 0 zal zijn. Het is niet eenvoudig kwalitatief vast te stellen hoe groot de relatieve

afwijking in (A4) zal zijn. Merk op dat de eerste term in de teller het verschil tussen twee kwadratische hoeveelheidstermen geeft, terwijl de eerste twee termen in de noemer de som van vier kwadratische hoeveelheidstermen geven, en over het algemeen dus beduidend groter zullen zijn (de laatste term in de teller en noemer zijn van vergelijkbare 'orde': twee keer de som van twee hoeveelheidstermen maal een prijsverschil).

Een verdere indruk kan worden verkregen door (A4) uit te rekenen voor waarden die representatief kunnen zijn voor het onderhavige onderzoek. Stel voor dat het gebruik in een denkbeeldige dalperiode behoorlijk wat gevoeliger is dan dat in een spitsperiode, bijvoorbeeld omdat in het laatste geval tijdwinsten tot een relatief lagere stijging van de gegeneraliseerde kosten leiden, of dat de vraag inelastischer is. Dit zou tot een relatief grote schattingsfout moeten leiden. We veronderstellen dat de gemiddelde afname rond de 10% is, bestaande uit een 6% reductie in de spits en een 12% reductie in de dal (de dal is dus 2 keer zo gevoelig). Indien we het totale dalverkeer initieel 2 keer zo groot veronderstellen als het totale spitsverkeer, en uitgaan van een stijging in de gegeneraliseerde kosten van 1.5 in de spits (waar reistijdvoordelen zijn) en 2.5 in de dal, kan (A4) worden uitgerekend als 0.0036: ongeveer één-derde procent. En dat in een behoorlijk onevenwichtige situatie. De schattingsfout lijkt daarmee van beperkte omvang te zijn, hoewel natuurlijk altijd tegenvoorbeelden bedacht kunnen worden waar deze meer dan 1%, of zelfs nog meer zal bedragen. Echter, als de totale mobiliteitsverandering zo rond de 10% zal liggen, zoals in de empirische resultaten, dan kan de relatieve schattingsfout nooit erg hoog zijn.

Het is van belang te benadrukken dat deze schattingsfout slechts zijdelings gerelateerd is aan de in paragraaf 3.3 besproken eigenschap van de rule-of-half dat welvaartsverliezen samenhangend met het veranderen van het tijdstip van reizen in principe correct worden meegenomen door de rule-of-half. In het bijzonder: deze eigenschap wordt door het werken met de voor handen zijnde cijfers zeker niet volledig tenietgedaan. Immers: bij een proportionele afname in alle tijdsperiodes zou de gehanteerde schattingsmethode zelfs volledig correct zijn, en alle welvaartseffecten meenemen. Bij een niet-proportionele afname ontstaat de genoemde meetfout, waardoor een naar alle waarschijnlijkheid kleine fout zal optreden.

### Appendix 3. Tabellen

#### LMSI: Effecten per werkdag

	Aantal autoverplaatsingen (referentie, 1000)	Aantal auto- verplaatsingen als percentage van het totaal (referentie)	Relatief aantal auto- verplaatsingen (1 000 000 gld) met heffing	Totaal welvaartseffect (1 000 000 gld)	Welvaartseffect per initiele verplaatsing (gld)	Welvaartseffect per persoon in de groep (gld) op basis van Tabel 3	Verandering totale financiële uitgaven' (1 000 000 gld)
<b>Totaal</b>	<b>14039</b>	<b>100.0%</b>	<b>91.6%</b>	<b>-28.17</b>	<b>-2.01</b>	<b>-1.84</b>	22.22
R 1: Randstad	5477	39.0%	91.4%	-9.64	-1.76	-1.54	7.78
R2: Niet-Randstad	8562	61.0%	91.7%	-18.52	-2.16	-2.04	14.44
S1: Stedelijk	5041	35.9%	91.8%	-7.36	-1.46	-1.21	5.51
S2: Niet-stedelijk	8997	64.1%	91.4%	-20.81	-2.31	-2.25	16.70
P 1: part-time en onbekend	1939	13.8%	93.7%	-3.52	-1.82	-1.40	2.62
P 2: full-time	6628	47.2%	95.2%	-18.39	-2.77	-4.18	15.84
P 3: studerend en niet-werkend	5471	39.0%	86.4%	-6.26	-1.14	-0.74	3.75
G 1: man	8123	57.9%	92.4%	-18.55	-2.28	-2.45	15.39
G 2: vrouw	5916	42.1%	90.4%	-9.61	-1.62	-1.24	6.83
L 1: <18	1465	10.4%	67.5%	0.19	0.13	0.05	0.00
L 2: 18-59	10527	75.0%	94.4%	-24.98	-2.37	-2.70	20.09
L 3: >=60	2047	14.6%	94.0%	-3.37	-1.65	-1.25	2.13
I 1: <25	785	5.6%	91.5%	-1.21	-1.55	-0.59	0.69
I 2: 25-40	1003	7.1%	92.1%	-1.76	-1.75	<b>-0.51</b>	1.08
I 3: 40-60	3140	22.4%	90.0%	-5.68	-1.81	-1.13	3.83
I 4: 60-85	3854	27.5%	91.9%	-8.01	-2.08	-2.43	6.64
I 5: >85	5257	37.4%	92.2%	-11.50	-2.19	-7.43	9.98
M 1: woon-werk	3598	25.6%	92.6%	-13.65	-3.79	nvt	11.80
M 2: zakelijk huisgebonden	367	2.6%	98.0%	-1.83	-4.99	nvt	2.06
M 3: zakelijk niet-huisgebonden	1585	11.3%	98.9%	-1.98	-1.25	nvt	2.26
M 4: overig	8489	60.5%	89.5%	-10.70	-1.26	nvt	6.10
V 1: autobestuurder	10475	74.6%	91.8%	-29.04	-2.77	nvt	22.22
V 2: autopassagier	3563	25.4%	91.0%	0.88	0.25	nvt	0.00

<sup>†</sup> Opgebrachte heffingsopbrengsten minus bespaarde variabele kosten door onderdrukke mobiliteit



LMS3: Effecten per werkdag

	Aantal autoverplaatsingen (referentie, 1000)	Aantal auto- verplaatsingen als percentage van het totaal (referentie)	Relatief aantal auto- verplaatsingen met heffing	Totaal welvaartseffect (1 000 000 gld)	Welvaartseffect per initiele verplaatsing (gld)	Welvaartseffect per persoon in de groep (gld) op basis van Tabel 3	Verandering totale financiële uitgaven' (1 000 000 gld)
<b>Totaal</b>	14039	<b>100.0%</b>	<b>91.6%</b>	-28.53	-2.03	-1.86	23.77
R 1: Randstad	<b>5477</b>	39.0%	91.5%	-9.87	-1.80	-1.58	8.69
R2: Niet-Randstad	8562	61.0%	91.6%	18.66	-2.18	-2.05	15.08
<b>S 1: Stedelijk</b>	<b>5041</b>	35.9%	91.8%	-7.48	-1.48	-1.23	6.03
S2: Niet-stedelijk	8997	<b>64.1%</b>	<b>91.4%</b>	<b>-21.05</b>	-2.34	-2.28	17.74
P 1: part-time en onbekend	1939	13.8%	<b>93.8%</b>	-3.56	-1.83	-1.42	2.81
P 2: full-time	6628	47.2%	95.2%	-18.64	-2.81	-4.24	17.07
P 3: studerend en niet-werkend	5471	39.0%	86.4%	-6.33	-1.16	-0.75	3.89
<b>G 1: man</b>	8123	57.9%	92.5%	-18.80	-2.31	-2.48	16.48
G 2: vrouw	5916	42.1%	90.4%	-9.73	-1.65	-1.26	7.29
L 1: <18	1465	10.4%	67.5%	0.19	<b>0.13</b>	0.06	0.00
L2: 18-59	10527	75.0%	94.5%	-25.31	-2.40	-2.73	21.54
L 3: >=60	2047	14.6%	94.0%	-3.41	-1.67	-1.26	2.22
<b>I 1: &lt;25</b>	785	5.6%	91.5%	-1.24	-1.58	-0.60	0.73
I 2: 25-40	1003	7.1%	92.1%	-1.80	-1.79	-0.52	1.14
<b>I 3: 40-60</b>	3140	22.4%	90.0%	-5.82	-1.85	-1.16	4.09
I 4: 60-85	3854	27.5%	91.9%	-8.08	-2.10	-2.45	7.11
<b>I 5: &gt;85</b>	5257	37.4%	92.2%	-11.60	-2.21	-7.50	10.71
M 1: woon-werk	3598	25.6%	92.7%	-14.04	-3.90	nvt	12.87
M 2: zakelijk huisgebonden	367	2.6%	98.0%	-1.76	-4.80	nvt	2.28
M 3: zakelijk niet-huisgebonden	1585	11.3%	98.9%	-1.91	-1.21	nvt	2.38
M 4: overig	8489	60.5%	89.5%	-10.81	-1.27	nvt	6.24
<b>V 1: autobestuurder</b>	10475	<b>74.6%</b>	<b>91.8%</b>	<b>-29.54</b>	-2.82	nvt	23.77
V 2: autopassagier	3563	25.4%	91.0%	<b>1.01</b>	0.28	nvt	0.00

<sup>1</sup> Opgebrachte heffingsopbrengsten minus bespaarde variabele kosten door onderdrukte mobiliteit

LMS 1&3: Effecten per werkdag voor enkele subgroepen

	<i>Aantal autoverplaatsingen (referentie, 1000)</i>	<i>Aantal auto- verplaatsingen als percentage van het totaal (referentie)</i>	<i>Relatief aantal auto- verplaatsingen met heffing</i>	<i>Totaal welvaarts- effect (1000 000 gld)</i>	<i>Welvaartseffect per initiele verplaatsing (gld)</i>	<i>Welvaarts- effect per persoon in de groep (gld) op basis van Tabel 3</i>	<i>Verandering totale financiële uitgaven' (1 000 000 gld)</i>
LMS 1 (Totaal)	<b>14039</b>	<b>100.0%</b>	<b>91.6%</b>	<b>-28.17</b>	<b>-2.01</b>	<b>-1.84</b>	22.22
Laag inkomen (1), stedelijk	354	2.5%	91.4%	-0.43	-1.22	NB	0.23
Laag inkomen (1), ouderen	273	1.9%	93.9%	-0.41	-1.50	NB	0.22
Woon-werk, inkomen 1	142	1.0%	89.1%	-0.36	-2.54	NB	0.23
Woon-werk, inkomen 2	180	1.3%	90.6%	-0.58	-3.25	NB	0.41
Woon-werk, inkomen 3	719	5.1%	91.0%	-2.5 1	-3.48	NB	1.87
Woon-werk, inkomen 4	1056	7.5%	93.3%	-4.16	-3.94	NB	3.75
Woon-werk, inkomen 5	1501	10.7%	93.5%	-6.04	-4.03	NB	5.56
LMS 3 (Totaal)	<b>14039</b>	<b>100.0%</b>	<b>91.6%</b>	<b>-28.53</b>	<b>-2.03</b>	<b>-1.86</b>	23.77
Laag inkomen (1), stedelijk	354	2.5%	91.4%	-0.44	-1.25	NB	0.24
Laag inkomen (1), ouderen	273	1.9%	93.9%	-0.41	-1.52	NB	0.23
Woon-werk, inkomen 1	142	1.0%	89.2%	-0.37	-2.64	NB	0.25
Woon-werk, inkomen 2	180	1.3%	90.7%	-0.61	-3.38	NB	0.45
Woon-werk, inkomen 3	719	5.1%	91.1%	-2.61	-3.62	NB	2.04
Woon-werk, inkomen 4	1056	7.5%	93.4%	-4.26	-4.03	NB	4.07
Woon-werk, inkomen 5	1501	10.7%	93.6%	-6.20	-4.13	NB	6.06

#### **Appendix 4. -Veranderingen in maatschappelijk surplus**

De in de tabellen in Appendix 3 genoemde veranderingen in surplus over alle gebruikersgroepen samen suggereren wellicht op het eerste gezicht dat kilometerheffingen tot een aanzienlijk maatschappelijk welvaartsverlies zouden leiden. Uiteraard is dit het gevolg van het niet meenemen van een aantal belangrijke welvaartseffecten, anders dan die welke direct bij de gebruiker terecht komen. De belangrijkste hiervan betreffen in de eerste plaats de heffingsopbrengsten, die weliswaar door de gebruikers als verlies zullen worden aangemerkt, maar maatschappelijk gezien ‘slechts’ een transfer naar de overheid betreffen. Daarnaast neemt de gehanteerde methodiek per definitie alleen de waardering van één externe kostencategorie mee: congestie. Maatschappelijke welvaartswinsten voortvloeiende uit de afname van met name emissies, geluidsoverlast, en (variabele) kosten van infrastructuraanbod (slijtage en onderhoud, toezicht, etc.) blijven buiten beeld.

Het is voor de beeldvorming omtrent de maatschappelijke wenselijkheid van kilometerheffingen van belang inzicht in de omvang van de genoemde additionele welvaartseffecten, zodat de het totale maatschappelijk welvaartseffect (nog steeds uitgedrukt als surplusverandering) bepaald kan worden. Uiteraard betreft het hier het ‘partiële’ totale welvaartseffect: de doorwerking in de economie wordt niet meegenomen. Dit totale maatschappelijk welvaartseffect zou, tezamen met informatie omtrent de kosten van heffingsinning (de benodigde apparatuur, voertuigidentificatie, etc.), één van de belangrijkste inputs vormen die nodig zouden zijn voor een maatschappelijke kosten-baten analyse (KBA) van de 3 heffingsvarianten. We benadrukken dat een dergelijke KBA niet de doelstelling van het onderzoek is geweest, en dat onderstaande analyse slechts als ‘een extraatje’ wordt gepresenteerd. In het bijzonder gaan we niet in op de kosten van heffingsinning, en maken we enige vereenvoudigende aannames om tot een eerste schatting van de geïmpliceerde veranderingen in het totale maatschappelijk surplus te komen. Dit totale maatschappelijk surplus omvat, naast de reeds besproken waardering door de gebruikers, de surplusveranderingen voor de overheid (voortvloeiend uit veranderingen in heffingsopbrengsten) en voor niet-gebruikers (samenhangend met externe kosten anders dan congestie). We onderscheiden in Tabel 5 daarom:

1. Surplusverandering voor initiële gebruikers vóór terugsluis
2. Surplusverandering voor de overheid:
  - Heffingsopbrengsten uit hoofde van kilometerheffing
  - Gederfde brandstofaccijnsopbrengsten
3. Surplusverandering voor dragers van overige externe kosten (anders dan congestie)

Zoals uiteengezet, omvat categorie 1 de financiële waardering van onderdrukte mobiliteit en van reistijdwinsten, en de te betalen heffingen door de overgebleven mobiliteit. Deze opbrengsten, echter, komen bij de overheid terecht en dienen derhalve niet als een maatschappelijk verlies te worden aangemerkt. Vandaar dat we de heffingsopbrengsten in categorie 2 weer als een maatschappelijke welvaartswinst (preciezer: een correctie op het overschatte maatschappelijke welvaartsverlies in categorie 1) opnemen. Als de mobiliteit verandert, zullen echter ook de totale opbrengsten van de brandstofaccijzen veranderen. Dit is

het tweede effect voor de overheid. Indien weggebruik geen verdere ongeprijsde externe kosten met zich mee zou brengen, was de kous daarmee af. Echter, zoals bekend, weggebruik leidt tot externe milieukosten (emissies, geluidsoverlast) en veroorzaakt variabele infrastructuurkosten (onderhoud, toezicht, etc). Als we deze kosten in categorie 4 meenemen, hebben we de belangrijkste ingrediënten voor een 'back-of-the-envelope' inschatting van de effecten op het maatschappelijk surplus te pakken.

De surplusverandering voor initiële gebruikers vóór terugsluis is gegeven in de tabellen in Appendix 3, en is hiervoor uitgebreid besproken. De waarden zijn gegeven in rij (1) in Tabel 5.

	<i>Ref.</i>	<i>LMS1</i>	<i>LMS3</i>
(1) Surplusverandering gebruikers vóór terugsluis (zie Appendix 3) t.o.v. Ref.		-28 167	-28 531
(2) Kilometrage (mln.) (% van Ref.)	297.8	249.7 (83.8%)	245.6 (82.5%)
(3) Afname kilometrage t.o.v. Ref. (mln.)		48.1	52.3
(4) Opbrengsten km-heffing		30 514	31 617
(5) Gederfde accijzen t.o.v. Ref. (7.17 ct./km × (3))		-3 448	-3 745
(6) Surplusverandering overheid		27 066	27 872
<b>Verandering in maatschappelijk surplus exclusief verandering in overige externe kosten t.o.v. Ref. ((1)+(6))</b>		-1 101	-658
(7) Surpluswinst door afname overige externe kosten t.o.v. Ref. (10.9 ct./km × (3)) <sup>a</sup>		5 232	5 683
<b>Totale verandering in maatschappelijk surplus inclusief verandering in overige externe kosten t.o.v. Ref. ((1)+(6)+(7))</b>		4 131	5 024

<sup>a</sup> Waardering variabele infrastructuurkosten, geluidsoverlast en emissies volgens CE (1999): basisvariant voor 'EURO 3'-auto's (schoonste variant), gewogen gemiddelde binnen en buiten de bebouwde kom, gewogen gemiddelde over brandstofcategorieën benzine, diesel en LPG

Tabel 5. 'Back-of-the-envelope' bepaling van het totale maatschappelijk welvaartseffect van kilometerheffingen (1000 gulden per werkdag)

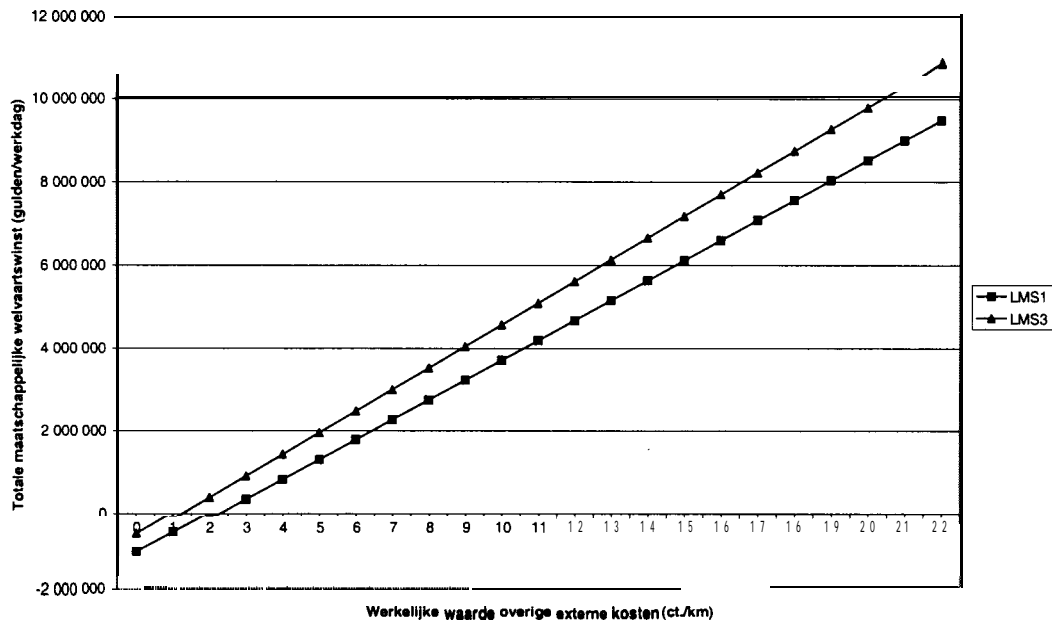
De met de twee varianten gegenereerde heffingsopbrengsten zijn te vinden in HCG (2000), en zijn gegeven in rij (4) in Tabel 5. Voor het bepalen van de verandering (afname) van accijzontvangsten, gebruiken we het autokilometrage in de 3 scenario's, welke is te vinden in HCG (2000), en is gegeven in rij (2) in Tabel 5. In de scenario's is verondersteld dat: (a) de relatieve aandelen van benzine, diesel en LPG respectievelijk 57%, 22% en 20% bedragen en niet tussen de scenario's veranderen; (b) de brandstof-efficiëntie voor benzine, diesel en LPG respectievelijk 6,9, 5,5 en 9,5 liter per 100 km bedragen en niet tussen de scenario's veranderen; (c) de accijzen voor benzine, diesel en LPG respectievelijk Dfl 1,44, 0,87 en 0,21 bedragen en niet tussen de scenario's veranderen; zodat de brandstofaccijzen per kilometer gemiddeld 7,17 cent bedragen. Er van uitgaande dat de teruggedrongen mobiliteit proportioneel over de drie brandstofcategorieën verdeeld is, betekent dit afnames in brandstofaccijzinkomsten voor de overheid zoals gegeven in rij (5) in Tabel 5. (De gelijktijdige verlaging van uitgaven aan MRB/BPM bij weggebruikers, en van de daarmee samenhangende inkomsten bij de overheid, kunnen vanwege hun nul-saldo genegeerd worden in Tabel 5).

Aangezien de waardering van externe effecten altijd een discutabele exercitie zal blijven, geven we in Tabel 5 het sub-totaal voor de verandering van het maatschappelijk surplus vóór waardering van de overige externe kosten. Doordat hierbij alléén externe kosten voortvloeiende uit congestie meegenomen worden, zal het geen verbazing wekken dat geen van beide beleidsscenario's er positief uitkomt. Immers, vanuit het perspectief van congestie is een 'zwakte' van algemene kilometerheffingen dat deze juist alle externe kosten trachten te internaliseren. Als deze overige externe kosten niet in de maatschappelijke welvaartsanalyse worden meegenomen, lijken LMS1 en LMS3 per saldo derhalve juist welvaartsverliezen te creëren, aangezien ze een heffing introduceren ook op deelmarkten (lees: wegen en tijden) waar volgens de aanname geen ongeprijsde kosten worden veroorzaakt. Het meenemen van de heffingsopbrengsten brengt overigens wel de additionele welvaartsverbeteringen van LMS3 ten opzichte van LMS1 – ten gevolge van de congestieheffingen – in beeld. Het maatschappelijk welvaartsverschil van LMS3 ten opzichte van LMS1 stijgt van een surplusverlies dat 364 miljoen gulden per werkdag groter is in rij (1), naar één dat 443 miljoen gulden per werkdag kleiner is als met de toegenomen heffingsopbrengsten rekening wordt gehouden. Dit impliceert een verbetering van 807 miljoen gulden per werkdag.

Máár, als alleen congestiekosten worden meegenomen, lijkt dus een maatschappelijk welvaartsverlies te resulteren. Anders wordt het als we tevens de effecten op de overige externe kostencategorieën meenemen. We sluiten voor deze analyse volledig aan bij CE (1999). We maken echter géén onderscheid naar wegen binnen en buiten de bebouwde kom (dit onderscheid is met de beschikbare gegevens niet goed te maken). Waarschijnlijk leidt dit tot een onderschatting van de milieuwinst behaald met LMS3, waar immers relatief hoge heffingen in congestiegebieden – vaak stedelijk, waar externe milieukosten en geluidsoverlast relatief hoog zijn – gelden. Voorts hanteren we de milieukosten (emissies en geluid) zoals door CE bepaald voor het type 'EURO 3' auto – de schoonste variant die zij beschouwen, die voldoen aan de eisen gesteld voor bouwjaar 2001-2005. Deze keuze weerspiegelt de conservatieve aanname dat de in die periode gebouwde auto's representatief zouden zijn voor de gemiddelde auto in 2010. Hiervan bepalen we de gewogen gemiddelde milieukosten over de 3 brandstofcategorieën (benzine, diesel, LPG). Tot slot nemen we de variabele kosten van infrastructuur (onderhoud, toezicht) mee. Dit alles leidt tot gemiddelde externe kosten (anders dan congestie) van 10.9 cent per voertuigkilometer. Inderdaad valt er van alles af te dingen op de genoemde aannames, maar we herhalen dat het hier slechts gaat om het verkrijgen van een eerste indruk.

Deze eerste indruk is te vinden in de onderste rij in Tabel 5. Conform de verwachting leidt LMS3 – welke van de twee scenario's het ideaal van optimaal gedifferentieerde heffingen het dichtst benaderd – tot de grootste maatschappelijke welvaartswinst: ruim 5 miljoen gulden per werkdag. LMS1 levert daar bijna 1 miljoen gulden op in, hetgeen het gevolg is van het ontbreken van hogere heffingen in geval van congestie. Dit onderstreept het relatieve belang van congestie in de totale externe kosten van weggebruik.

Gegeven de relatieve onzekerheid van de werkelijke waarde van de overige externe kosten, is het instructief de robuustheid van de waarden in de onderste rij van Tabel 5 te testen door middel van een gevoeligheidsanalyse. Figuur 3 toont de totale maatschappelijke welvaartswinst in de 3 scenario's voor waarden van de overige externe kosten (in cent per kilometer) die variëren tussen 0 (zodat de waarden in Tabel 5 geldend exclusief overige externe kosten worden gereproduceerd) en 22 cent (ruim twee maal de gehanteerde waarde van 10.9 cent). De Figuur toont aan dat LMS3 consistent hoger scoort dan LMS1, hetgeen consistent is met het feit dat in eerstgenoemde een congestieheffingcomponent aanwezig is. Zoals gezegd ligt het voor de hand dat bij het meenemen van het verschil in externe kosten binnen en buiten de bebouwde kom het verschil tussen LMS1 en LMS3 verder zal toenemen.



Figuur 4. Totale maatschappelijke welvaartswinst van kilometerheffingen als functie van de werkelijke waarde van overige externe kosten (anders dan congestie)

Voorts toont de figuur dat vanaf een overige externe kostenniveau van zo'n 1.25 cent per kilometer LMS3 een positieve welvaartswinst bereikt, en dat dat vanaf zo'n 2.4 cent voor LMS1 het geval is; beiden vóórdát rekening is gehouden met inningskosten. Onder de aanname dat het niveau van accijnzen gegeven is, is aan de hand van Figuur 3 te bepalen bij welk overige externe kostenniveau welk niveau van extra inningskosten gerechtvaardigd zou zijn om, onder de gemaakte veronderstellingen, de keuze voor kilometerheffingen economisch gezien te rechtvaardigen. De belangrijkste van de gemaakte veronderstellingen zijn in deze context de exogeen bepaalde (en dus niet geoptimaliseerde) heffingsniveaus, de gegeven accijnsniveaus, het niet differentiëren tussen verschillende brandstofklassen noch tussen verkeer binnen- en buiten de bebouwde kom, en uiteraard alle veronderstellingen die

aan het LMS-en de in het voorgaande besproken onderzoek ten grondslag liggen (waaronder gegeven lokaties).

Vanzelfsprekend zou een nauwkeuriger analyse op zijn plaats zijn. Hierbij zou in de eerste plaats wel degelijk een onderscheid naar wegen binnen versus buiten de bebouwde kom gemaakt moeten worden. Voorts zou de som van de kilometerheffing en de brandstofheffing geoptimaliseerd dienen te worden, in de zin dat deze nauwer zou kunnen aansluiten bij de veroorzaakte externe kosten. Tenslotte kunnen de heffingen over typen voertuig worden gedifferentieerd. Om deze redenen lijken de genoemde welvaartswinsten ons met vrij grote zekerheid een onderschatting van de potentiële welvaartswinsten. Hetzelfde geldt waarschijnlijk voor het verschil tussen LMS1 en LMS3. De genoemde getallen maken in ieder geval echter wél duidelijk dat de in de eerste rij in Tabel 5 genoemde negatieve welvaartseffecten zeker niet als indicatie van een mogelijk welvaartsverlies ten gevolge van kilometerheffingen geïnterpreteerd dienen te worden.