



Centraal Planbureau  
Planbureau voor de Leefomgeving

CPB/PBL Achtergronddocument | 13 april 2015

# Maatschappelijke Kosten en Baten Prijnsbeleid Personenauto's

Hans Hilbers  
Jordy van Meerkerk  
Annemiek Verrips  
Willemijn Weijsschede- van der Straaten  
Peter Zwaneveld



# Maatschappelijke Kosten en Baten

## Prijsbeleid Personenauto's

**CPB/PBL Achtergronddocument**

**Hans Hilbers  
Jordy van Meerkerk  
Annemiek Verrips  
Willemijn Wejschede- van der Straaten  
Peter Zwaneveld**

**April 2015**

## Inhoud

1	Inleiding.....	6
2	MKBA prijsbeleid van wegverkeer .....	7
2.1	Hoe werkt prijsbeleid .....	7
2.2	Huidige en toekomstige ontwikkelingen .....	9
3	Nul- en projectalternatief.....	11
3.1	Het nulalternatief.....	11
3.2	De projectalternatieven .....	11
4	De kosten .....	18
4.1	Technieken.....	18
4.2	Kostenraming per alternatief.....	19
4.3	Privacy en fraude .....	23
4.4	Kanttekeningen bij de kostenramingen.....	24
4.5	Samenvatting kostenramingen projectalternatieven.....	25
5	Verkeerskundige effecten .....	26
6	Resultaten.....	31
6.1	Beschrijving van de effecten.....	31
6.2	Uitkomsten projectalternatieven .....	33
6.3	Verloop MKBA-resultaten in de tijd.....	38
6.4	Toekomstig onderzoek.....	40
7	Gevoeligheidsanalyse.....	40
7.1	Hoogte van het tarief.....	40
7.2	Uitstel van prijsbeleid.....	45
7.3	Naast prijsbeleid ook investeren in wegen .....	47
7.4	Externe effecten.....	49
7.5	Effecten afschaffen autobelastingen .....	50
7.6	Overzicht gevoeligheidsanalyses .....	53

Bijlage A	Kostenraming .....	60
A.1	Werkwijze kostenramingen op basis van bronnen Brede Heroverweging en gesprekken met deskundigen .....	60
A.2	Kostenraming per alternatief.....	61
A.3	Samenvatting kostenramingen projectalternatieven .....	65
A.4	Ervaringen uit het buitenland .....	65
Bijlage B	Berekening van de effecten.....	68
B.1	Verandering van het consumentensurplus .....	68
B.2	Toelichting berekening diverse effecten .....	72
B.3	LMS .....	82

# 1 Inleiding

Beprijzen van het wegverkeer staat volop in de belangstelling. Zes politieke partijen hadden in hun laatste verkiezingsprogramma een vorm van prijsbeleid (ook bekend als rekeningrijden en kilometerheffing) voor het wegverkeer opgenomen. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu is van plan om tol te gaan heffen op enkele nieuw aan te leggen wegen (MIRT Projectenboek 2012). In het buitenland wordt prijsbeleid al veel toegepast. En recent heeft de EU-vervoerscommissaris gepleit voor een Europese kilometerheffing.

Beprijzen van het wegverkeer wordt vooral gezien als middel om de files terug te dringen, maar ook om de andere externe effecten van autogebruik te beprijzen, zoals verkeersonveiligheid, emissies van schadelijke stoffen en geluidhinder.

Prijsbeleid in het wegverkeer houdt in dat wordt betaald per gereden kilometer. Prijsbeleid maakt dus *het gebruik* van de auto duurder. Dat kan op verschillende manieren. Een gerichte heffing per kilometer op plaatsen en tijden waar en wanneer congestie optreedt, een vlakke heffing voor alle gereden kilometers, een combinatie van beide, tolheffing en brandstofaccijns zijn verschillende vormen van prijsbeleid. Prijsbeleid kan gelden voor personenverkeer, het vrachtverkeer of beide.

Zeven jaar geleden verscheen de laatste maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van prijsbeleid (Harmsen et al., 2007). Sindsdien is er veel veranderd. Door de aanleg van nieuwe en verbreding van bestaande wegen en door de crisis is de filedruk afgenomen. Verder zijn inzichten verbeterd die hun weerslag hebben gekregen in het gebruikte verkeersmodel. Het gebruik van andere scenario's beïnvloeden het rendement van prijsbeleid. Berekeningen van PBL en CPB (Zwaneveld et al., 2012) tonen aan dat deze veranderingen een substantieel effect hebben. Daarnaast is er nieuwe informatie beschikbaar over de kosten van prijsbeleid en zijn nieuwe technieken ontwikkeld om prijsbeleid vorm te geven. Verder is het aantal verkeersongevallen sterk gedaald.

Door al deze ontwikkelingen hebben het CPB en PBL besloten tot een herijking van de economische effecten van prijsbeleid<sup>1</sup>. Dit gebeurt in de vorm van een MKBA voor enkele vormen van prijsbeleid voor personenauto's. Hierin worden alle relevante kosten en baten overzichtelijk bij elkaar gebracht en - zoveel als mogelijk - in geld gewaardeerd.

Het rapport is als volgt opgebouwd: het volgende hoofdstuk bespreekt hoe prijsbeleid in het algemeen werkt en presenteert mogelijke toekomstige ontwikkelingen van onder andere het autogebruik. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van het nulalternatief, de situatie zonder prijsbeleid en de beschrijving van de vormen van prijsbeleid die zijn onderzocht. Hoofdstuk 4 is gewijd aan kostenramingen. Hoofdstuk 5 behandelt de

---

<sup>1</sup> Met dank aan Otto de Smeth van het ministerie van Financiën voor zijn bijdrage aan de totstandkoming van dit rapport.

verkeerskundige effecten, terwijl in hoofdstuk 6 de resultaten besproken worden. Hoofdstuk 7 bevat enkele gevoeligheidsanalyses. De bijlagen bestaan uit informatie over kostenramingen en een toelichting over het bepalen van de effecten.

## 2 MKBA prijsbeleid van wegverkeer

Prijsbeleid, rekeningrijden, Anders Betalen voor Mobiliteit (ABvM),<sup>2</sup> kilometerheffing, beprijzen, kilometerprijs: het zijn allemaal concepten die het belasten van het gebruik van de auto inhouden. Het beprijzen van een gereden kilometer kan dan ook op vele manieren worden vormgegeven. In de twee uiterste gevallen wordt enerzijds op *alle* gereden kilometers een heffing geheven, of anderzijds uitsluitend op een *specifieke* plaats en/of tijdstip. Tol is een vorm van prijsbeleid waar het gebruik van een specifieke plek (een tunnel of weg) wordt beprijsd.

Deze MKBA onderzoekt het rendement van vier verschillende vormen van prijsbeleid. Er is gekozen voor een kilometerheffing op alle gereden kilometers (projectalternatief 2), een heffing die geldt op specifieke plaatsen en tijdstippen (projectalternatief 3 en 4) en een combinatie van beide (projectalternatief 1). Een vijfde projectalternatief, de zogenaamde cordonheffing, wordt heel beknopt beschreven.<sup>3</sup> Het rendement van deze projectalternatieven is berekend ten opzichte van de situatie dat er na 2020 niet meer geïnvesteerd wordt in wegen. Een gevoeligheidsanalyse analyseert het rendement van prijsbeleid indien wel wordt geïnvesteerd in wegen.

### 2.1 Hoe werkt prijsbeleid

Het maken van een autorit leidt tot kosten voor de weggebruiker en voor de maatschappij. De kosten voor een weggebruiker bestaan uit reiskosten, reistijd en de moeite die het iemand kost om een reis af te leggen. Deze totale prijs wordt ook wel 'gegeneraliseerde kosten' of reisweerstand genoemd. Tegenover deze kosten staan de baten van een autorit: het bereiken van je bestemming. De economische theorie gaat ervan uit dat een weggebruiker alleen de weg op gaat wanneer de baten van een rit groter zijn dan de kosten. Naast de kosten voor de weggebruiker zijn er ook maatschappelijke kosten. Voorbeelden zijn kosten voor het onderhoud- en beheer van wegen, ongevallen, congestie, milieueffecten en geluidshinder.

Met een kilometerheffing nemen de kosten van het gebruik van de auto toe. Een aantal weggebruikers zal besluiten de auto minder te gebruiken. Bij een algemene

---

<sup>2</sup> De volledige invoering van deze vorm van prijsbeleid was beoogd in 2016 door het kabinet-Balkenende IV. In 2010 is de voorbereiding gestopt doordat er geen meerderheid was in de Tweede Kamer. ABvM beoogde de invoering van een tijd- en plaatsafhankelijk tarief per gereden kilometer voor personenauto's, bestelauto's en vrachtwagens. Het tarief kon worden gedifferentieerd naar milieukeurmerken van voertuigen.

<sup>3</sup> Het schaalniveau van de cordonheffing verhoudt zich niet goed tot het schaalniveau van het model waarmee de analyses zijn uitgevoerd. De analyse leidde om die reden niet tot stabiele uitkomsten voor dit alternatief.

kilometerheffing is er de mogelijkheid om af te zien van de trip, een andere modaliteit (ov, fiets) te kiezen of, op langere termijn, te verhuizen of van baan te veranderen. Bij een gerichte heffing die alleen geldt op tijden en plaatsen als er file staat, bestaat daarnaast nog de mogelijkheid uit te wijken naar een andere route of een ander tijdstip. De afname van het aantal autokilometers leidt tot minder files.

De gegeneraliseerde kosten veranderen: de kostencomponent is groter en de tijdcomponent is kleiner geworden. Weggebruikers betalen nu weliswaar meer voor hun reis, maar daar staat tegenover dat zij, door de kortere file, minder reistijd hebben. Dit levert reistijdbaten op. De afname van het aantal weggebruikers door de hogere kosten levert een welvaartsverlies op.

Weggebruikers bestaan uit verschillende individuen met variërende preferenties. De één kent aan tijd een hogere waarde toe dan de ander. Voor het personenverkeer wordt vaak gewerkt met drie groepen weggebruikers met een uiteenlopende gemiddelde tijdwaardering: het zakelijk verkeer, het woon-werkverkeer en het overig sociaal-recreatief verkeer. Het zakelijk verkeer heeft de hoogste tijdwaardering, het overig verkeer de laagste.

Als het gebruik van de auto per kilometer duurder wordt, zullen weggebruikers met een relatief lage tijdwaardering eerder besluiten af te zien van de trip, uit te wijken naar een andere route of een ander tijdstip, dan weggebruikers met een hoge tijdwaardering. Door de afname van de automobilititeit daalt de congestie waarvan de 'blijvers' met een hogere tijdwaardering profiteren met reistijdwinsten door een afname van de congestie. Ook zal de betrouwbaarheid van de trip voor hen toenemen. De 'afhakers' kennen een welvaartsverlies van de niet gemaakte trip of door de keuze voor een minder aantrekkelijk alternatief (welvaartsverlies door vraaguitval). Vanwege het verschil in reistijdwaardering tussen beide groepen resulteert in principe een welvaartswinst, mits de kosten van invoering niet te hoog uitvallen en mits de reistijdwinsten blijven opwegen tegen de negatieve effecten van vraaguitval.

Bij een *algemene* kilometerheffing zal ook minder worden gereden op plaatsen waar geen files stonden. Het is dan de vraag of de negatieve effecten van een lagere automobilititeit en de systeemkosten opwegen tegen de totaal behaalde reistijdwinsten.

De afname van de automobilititeit leidt ook tot indirecte economische effecten in de vorm van onder meer zogeheten agglomeratie-effecten. Deze effecten ontstaan bijvoorbeeld doordat de barrière om te reizen naar een werklocatie groter wordt, waardoor de arbeidsmarkt minder goed zal functioneren. Andere voorbeelden zijn minder kennisoverdracht en minder schaalvoordelen. De reistijd- en betrouwbaarheidswinsten brengen daarentegen positieve agglomeratie-effecten met zich mee. Het uiteindelijke saldo hangt af van de verhouding tussen de behaalde reistijdwinsten en de welvaartsverliezen door de 'afhakers'.



De afname van het aantal autokilometers zorgt voor minder schadelijke emissies (zoals fijnstof en CO<sub>2</sub>), minder geluidhinder en minder verkeersslachtoffers. Het maakt uit *waar* de kilometers worden gereden: het onderliggend wegennet en wegen binnen de bebouwde kom zijn bijvoorbeeld veel onveiliger dan autosnelwegen. Minder autokilometers betekent ook minder brandstof en daarmee minder accijnsinkomsten voor de overheid. Dat is een welvaartsverlies. Indien de externe effecten (uitgedrukt in euro's) per gereden kilometer even groot zijn als de accijns op brandstof, dan zijn - in economenjargon - de externe effecten geïnternaliseerd en vallen beide posten tegen elkaar weg.

Dan zijn er nog de kosten van invoering van het systeem zelf. Voor prijsbeleid moet een technisch en/of administratief systeem worden gebouwd. Hiermee kunnen aanzienlijke kosten gemoeid zijn: zowel initiële investeringen als jaarlijkse beheer- en onderhoudskosten. Automobilisten zullen ook tijd moeten investeren om het systeem te snappen en te gebruiken.

De keuze van het tarief bepaalt de omvang van de effecten. Hoe hoger het tarief, hoe groter de afname van het autogebruik. Het welvaartsverlies van de vraaguitval zou dan de reistijdwinst kunnen overtreffen. Anderzijds leidt een te laag tarief tot minimale aanpassingen en effecten. Het 'optimale' tarief hangt af van de economische groei en het niveau van congestie en verandert daarmee in de tijd. Daarnaast fluctueert het 'optimale' tarief over de dag en tussen dagen in de week, afhankelijk van de drukte.

## 2.2 Huidige en toekomstige ontwikkelingen

Deze paragraaf gaat in op de ontwikkelingen in autogebruik en filedruk.<sup>4</sup> De ontwikkeling in het autogebruik en congestie in de afgelopen 14 jaar is weergegeven in de volgende figuren. De zwarte lijn in de linkerfiguur laat zien dat het aantal gereden kilometers op snelwegen is toegenomen. Op het onderliggend wegennet (OWN) is overigens eenzelfde beeld te zien. De zwarte lijn in de rechterfiguur geeft de ontwikkeling in het aantal uren dat men in de file stond weer. Deze lijn is grillig. In 2008 stonden de meeste files in Nederland. In 2013 is het niveau gelijk aan 2004. Deze afname komt vooral door de aanleg van extra stroken (Kennisinstituut voor Mobiliteit, 2013b en 2014).

In de projectalternatieven wordt prijsbeleid in 2020 ingevoerd en kent een looptijd van 30 jaar.<sup>5</sup> Deze MKBA maakt gebruik van het Regional Communities (RC-) en het Global Economy (GE-) scenario, hierna verder kortweg RC en GE. De verschillen tussen beide scenario's zijn substantieel. Nederland is in GE welvarender, kent een grotere

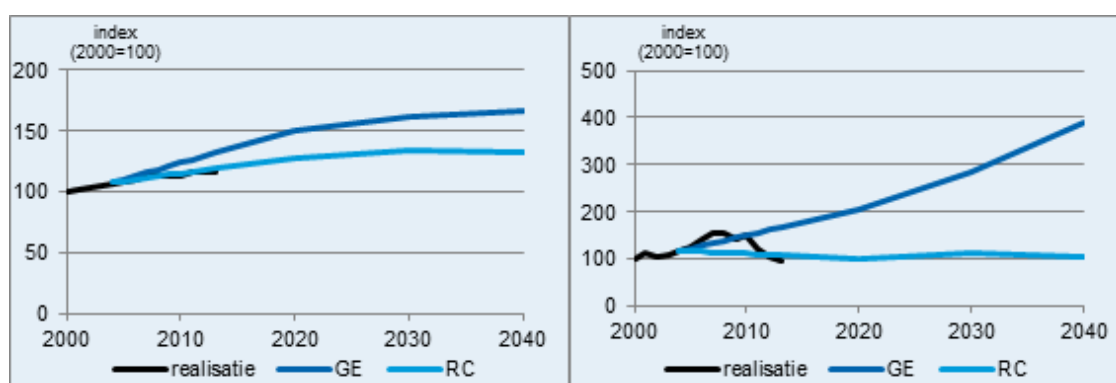
---

<sup>4</sup> In het vervolg van deze studie is gekozen voor het visualiseren van de voertuigverliesuren aangezien die maat nauwer aansluit bij de KBA-resultaten. De voertuigverliesuren worden binnen het LMS bepaald door de vertraagde afwikkeling van het verkeer op het wegennet, als gevolg van een toename in de verkeersintensiteit, en de wachttijd als gevolg van congestie. De tijd in de file betreft enkel de wachttijd als gevolg van congestie.

<sup>5</sup> De levensduur van het systeem is geschat op 30 jaar. Harmsen et al., 2007 hanteert een langere zichtperiode (tot 2100). Deze zichtperiode is gebruikelijk bij weg- en spoorinvesteringen.

bevolkingsomvang en daardoor meer personenauto's dan in RC (zie tabel 2.1). Dit leidt tot een aanzienlijke bandbreedte tussen de ontwikkeling in het autogebruik en van congestie in beide scenario's, zoals te zien is in de onderstaande figuren. De ontwikkeling in het autogebruik en van congestie in beide scenario's is gebaseerd op doorrekeningen met het Landelijk ModelSysteem (LMS 2013), het prognosemodel van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. In Bijlage B staat een korte beschrijving van het LMS en de gebruikte modelversie.

**Figuur 2.1** Ontwikkeling gebruik hoofdwegenet (links) en congestie (rechts)



**Tabel 2.1** Overzicht enkele kerngegevens van het RC- en GE-scenario

	RC-scenario			GE-scenario	
	2002	2020	2040	2020	2040
Inwoners (mln)	16,1	16,5	15,8	18,0	19,7
Aantal huishoudens (mln)	6,9	7,3	6,9	8,6	9,9
Werkgelegenheid (mln personen)	7,3	7,2	7,2	7,2	7,9
Gemiddeld inkomen per huishouden (dzt euro's)	46,3	56,4	66,4	71,8	108,7
Aantal personenauto's (mln)	6,7	7,9	8,3	9,6	11,9

Bron: Janssen et al., 2006

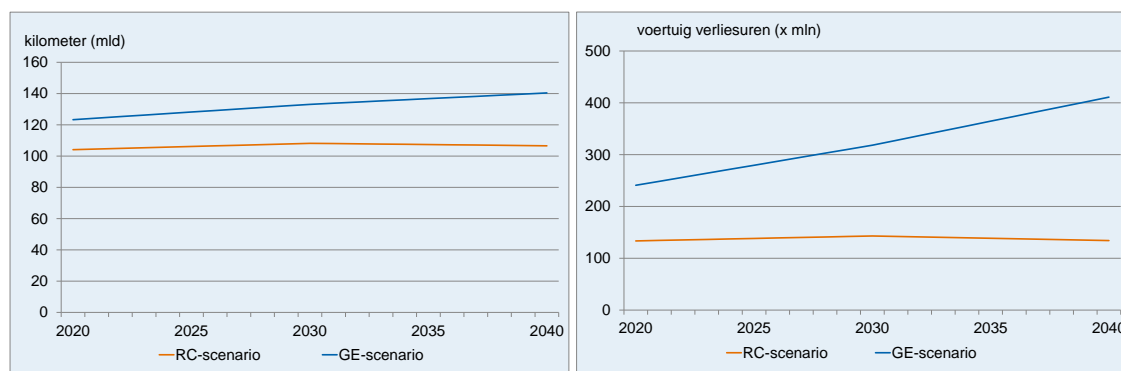
Het verschil tussen het aantal kilometers dat nu per jaar gereden wordt en het huidige aantal uren dat men in de file staat, is beduidend lager dan in GE en ligt eerder in de buurt van RC. Dit leidt tot de vraag of het niveau van GE in 2020 nog wel haalbaar is. In dit rapport wordt hier wel vanuit gegaan. Desalniettemin zijn het CPB en PBL van mening dat een update van de huidige scenario's nodig is. Er wordt op moment van schrijven hard gewerkt aan het ontwikkelen van nieuwe toekomstscenario's.

## 3 Nul- en projectalternatief

### 3.1 Het nulalternatief

In het nulalternatief vinden tot het jaar 2020 investeringen in wegen en spoor plaats conform huidig beleid (vastgelegd in het MIRT).<sup>6</sup> Na 2020 vinden in het nulalternatief geen investeringen plaats in wegen of in prijsbeleid.<sup>7</sup> Met een toename van zowel bevolking als inkomen stijgt het autobezit. De ontwikkeling in het aantal personenautokilometers en voertuigverliesuren in het nulalternatief zijn hieronder weergegeven en zijn gebaseerd op doorrekeningen met het LMS 2013.

**Figuur 3.1** Ontwikkeling personenautokilometers (km) en voertuigverliesuren (vvu) in het nulalternatief



De grote bandbreedte tussen de ontwikkeling van het aantal personenautokilometers en de voertuigverliesuren tussen het RC en GE is duidelijk te zien. Het aantal voertuigverliesuren is in 2020 in GE twee keer zo hoog als in RC. In 2040 is dit verschil opgelopen tot een factor 4. Ook is het verschil in het aantal gereden kilometers in Nederland groot: in 2020 in GE 131 mld, in RC 109 mld; een verschil van 22 mld. In 2040 bedraagt dit verschil 40 mld.

### 3.2 De projectalternatieven

In de projectalternatieven wordt vanaf 2020 een vorm van prijsbeleid ingevoerd met een looptijd van 30 jaar. Het prijsbeleid geldt voor alle personenauto's, inclusief buitenlandse personenauto's die rijden op Nederlands grondgebied.<sup>8</sup> Vrachtwagens hoeven geen heffing te betalen. Prijsbeleid kan natuurlijk ook (of uitsluitend) gelden voor

<sup>6</sup> Meerjarenprogramma Infrastructuur en Transport.

<sup>7</sup> Bij de doorrekeningen met het verkeer- en vervoersmodel (LMS) is als uitgangspunt gekozen dat er na 2020 wel spoorinvesteringen plaatsvinden in project- en nulalternatief (waaronder het Programma Hoofdfrequent Spoor (PHS)). Dit is gedaan uit praktische overwegingen. Spoorweginvesteringen beïnvloeden het autogebruik overigens nauwelijks.

<sup>8</sup> Hoe dit in de praktijk vorm krijgt, maakt geen onderdeel uit van deze studie. De aanname hier is dat gekozen wordt voor een kostendekkend systeem, dat wil zeggen dat de kosten van invoering en exploitatie gelijk zijn aan de opbrengsten van buitenlandse automobilisten. Ongeveer 2% van het aantal personenwagenkilometers op Nederlandse snelwegen kwam in 2010 voor rekening van buitenlandse personenwagens (CBS).

vrachtwagens, zoals de LKW-MAUT in Duitsland. Het verplaatsingsgedrag van vrachtwagens verandert door de introductie van de heffing nauwelijks. Prijsbeleid voor vrachtwagens heeft daarmee vooral gevolgen voor de wijze van financiering en overheidsfinanciën en in veel mindere mate voor mobiliteit en congestie, waar in deze analyse de nadruk op ligt. De effecten van prijsbeleid voor personenauto's op de doorstroming van het vrachtverkeer zijn wel meegenomen in deze studie.

Voor alle heffingen geldt de aanname dat het *autobezit onveranderd* blijft, zowel de omvang als de samenstelling daarvan. Dit houdt in dat er impliciet verondersteld wordt dat de invoering van de kilometerheffing gepaard gaat met een (gedeeltelijke) afschaffing van de wegenbelasting (mrb) en een verlaging van de belasting op motorvoertuigen (bpm), waarbij het tarief gedifferentieerd wordt vormgegeven op basis van de brandstofsoort, het gewicht, en/of de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de auto. Heffingen kunnen ook zo worden ingezet dat er een substantieel effect optreedt op de overheidsfinanciën. Dan zal er naar verwachting wel een effect sorteren op het autobezit. Dergelijke projectvarianten maken geen onderdeel uit van deze studie.

Ook worden inkomenseffecten, als gevolg van de verschuivingen in de autobelastingen, in deze studie buiten beschouwing gelaten. Naast de mogelijke effecten op autobezit zullen sommige bestaande autobezitters als gevolg van een verlaging van de vaste autokosten (bpm en mrb) er qua besteedbaar inkomen per saldo op vooruitgaan. De toename in het besteedbaar inkomen zal voor een gedeelte gependend worden aan extra mobiliteit, wat zorgt voor een remmend effect op de hier doorgerekende effecten van een kilometerheffing. Gezien de grote onzekerheid van dit effect in de bestaande literatuur en door de grote onzekerheid van de precieze vormgeving van de autobelastingen, is dit in deze MKBA-analyse buiten beschouwing gelaten.

In de praktijk zal het voor de effecten uitmaken of de heffing al dan niet (gedeeltelijk) voor rekening van werkgever komt. In deze analyse is ervan uitgegaan dat de kosten volledig toevallen aan werknemers.

In de analyses wordt alleen voor een deel rekening gehouden met verhuisgedrag. Door de kilometerheffing zou een deel van de werkenden op de langere termijn kunnen overwegen een andere woonlocatie dichterbij het werk te zoeken om de kosten te drukken. Ook zouden bedrijven zich elders kunnen gaan vestigen. Hiermee wordt in deze MKBA slechts voor een deel rekening gehouden.<sup>9</sup> Uit eerdere analyses met behulp van het ruimtelijke interactiemodel TIGRIS XL blijken de ruimtelijke effecten van een kilometerprijs echter zeer beperkt te zijn (Zondag et al., 2007).

---

<sup>9</sup> In het LMS verandert het aantal arbeidsplaatsen en het aantal inwoners niet. Maar door de andere distributie, als gevolg van prijsbeleid, betekent dat mensen op andere plekken gaan werken of op andere plekken gaan wonen. De vrijgevallen woningen worden dan weer opgevuld door andere mensen. Er wordt dus gedeeltelijk rekening gehouden met verhuisgedrag.

Dit rapport analyseert vier vormen van prijsbeleid, in willekeurige volgorde:

- Projectalternatief 1: Prijsbeleid met vlakke heffing en congestieheffing (ABvM);
- Projectalternatief 2: Prijsbeleid met vlakke heffing;
- Projectalternatief 3: Congestieheffing;
- Projectalternatief 4: Spitsheffing op het hoofdwegennet in het midden van Nederland.

Een vijfde projectalternatief, de zogenaamde cordonheffing rond de vier grote steden, wordt beknopt beschreven op p 17..

De projectalternatieven krijgen in de praktijk vorm door een technisch systeem (A-F, zie hoofdstuk 4). Er zijn diverse technische systemen mogelijk. De keuze van het systeem heeft alleen invloed op de kosten.

### **3.2.1 Projectalternatief 1: Prijsbeleid met een vlakke heffing en congestieheffing**

In projectalternatief 1 wordt een vlak tarief en een variabel tarief, het congestietarief, geheven. Het vlakke tarief geldt voor alle kilometers gereden in Nederland. Het congestietarief wordt alleen geheven op plaatsen waar sprake is van structurele file tijdens de ochtend- en avondspits. Het tarief geldt alleen voor personenauto's. Dit alternatief komt in hoge mate overeen met Anders Betalen voor Mobiliteit (ABvM) waarvan de voorbereiding in 2010 is gestopt.

Het vlakke tarief bedraagt 7 eurocent per kilometer.<sup>10</sup> Het congestietarief bedraagt 11 eurocent per kilometer en komt bovenop het vlakke tarief. Het congestietarief wordt in de ochtend- en/of avondspits<sup>11</sup> geheven op plaatsen waar de verkeersintensiteit (de zogenaamde I/C-verhouding) groter is dan 0,9. De verhouding tussen de intensiteit (het aantal voertuigen dat in een periode over het wegvak rijdt) en de capaciteit (het maximaal aantal voertuigen dat over het wegvak kan rijden) geeft aan dat er een sterk verhoogde kans op filevorming is.<sup>12</sup> Figuur 3.2 geeft een uitsnede van het wegennet met de plekken waar een congestieheffing, bovenop de vlakke heffing, geheven wordt in de ochtendspits voor 2020. Het aantal plekken met congestieheffing is in RC lager dan in GE.

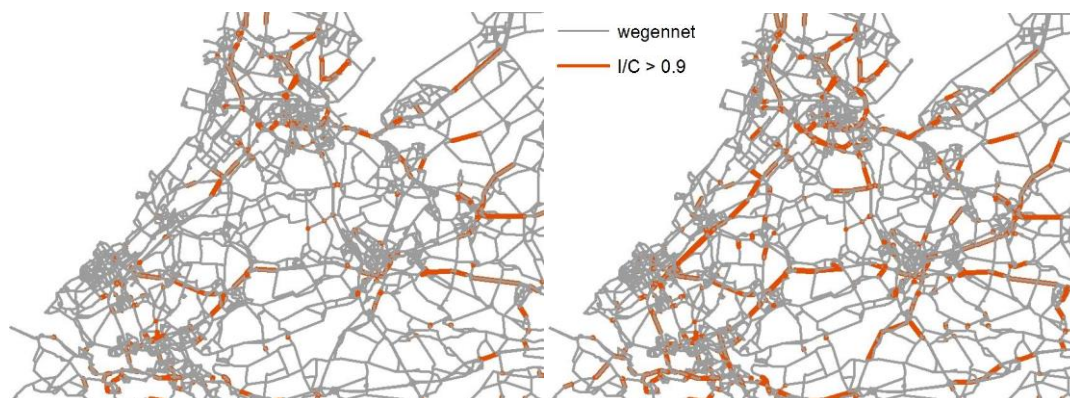
---

<sup>10</sup> Alle heffingen zijn reëel constant verondersteld, consumentenprijzen, prijspeil 2012. De hoogte van de heffing is in beide scenario's gelijk.

<sup>11</sup> De ochtendspits is tussen 7:00 uur en 9:00 uur, de avondspits is van 16:00 tot 19:00 uur.

<sup>12</sup> Bij een I/C-verhouding 0,7 of lager is er normaliter geen sprake van file. Bij een I/C-verhouding tussen de 0,7 - 0,9 zal op bepaalde plekken of momenten sprake zijn van congestie. Naast de I/C-verhouding is congestie in de praktijk ook afhankelijk van het weer en van incidenten.

**Figuur 3.2 Uitsnede van het wegennet. Op de oranje wegvakken geldt de congestieheffing in RC (linker figuur) en in GE (rechter figuur) in de ochtendspits in 2020**



Naast de congestieheffing van 11 eurocent per kilometer geldt ook een vlakke heffing van 7 eurocent per kilometer.

In deze analyse is een differentiatie naar type auto op basis van verbruik of uitstoot niet meegenomen. Het systeem van een vlakke heffing en een congestieheffing is op dit moment niet werkzaam in het buitenland. Het is dan ook geen beproefd systeem.

**Tabel 3.1 Overzicht kenmerken projectalternatief 1: Vlakke heffing en congestieheffing**

Hoogte van de heffing	7 ct/km vlakke heffing en 11 ct/km congestieheffing
Plaats van de heffing	De vlakke heffing geldt altijd op alle wegen De congestieheffing geldt tijdens de spits op plaatsen met een I/C verhouding >0,9
Techniek A	Kastje in de auto met GPS-functie (ABvM)
Techniek B + F	Kilometerteller + Smart vignet-techniek
Techniek C + E	Eenvoudig kastje in de auto + DSRC-techniek
Beproefd systeem	Nee

### 3.2.2 Projectalternatief 2: Prijsbeleid met een vlakke heffing

In projectalternatief 2 wordt een vlakke heffing per gereden kilometer op alle wegen in Nederland geheven. Het tarief bedraagt 7 eurocent per kilometer en geldt alleen voor personenauto's (en in een gevoeligheidsanalyse van 3 en 11 eurocent per km).

Een vlakke heffing komt in principe min of meer overeen met een verhoging van de brandstofaccijns. Een tarief van 7 eurocent per kilometer zou bij een gemiddeld verbruik van 1:14 voor benzineauto's en 1:20 voor dieselauto's neerkomen op een verhoging van de accijns van 1 euro per liter voor diesel en 1,40 euro voor benzine. Dit is geen uitvoerbare accijnsverhoging in relatie tot grenseffecten.

Informatie over projectalternatief 2 is schaars. Het is geen beproefd systeem.

**Tabel 3.2**    **Overzicht kenmerken projectalternatief 2: Vlakke heffing**

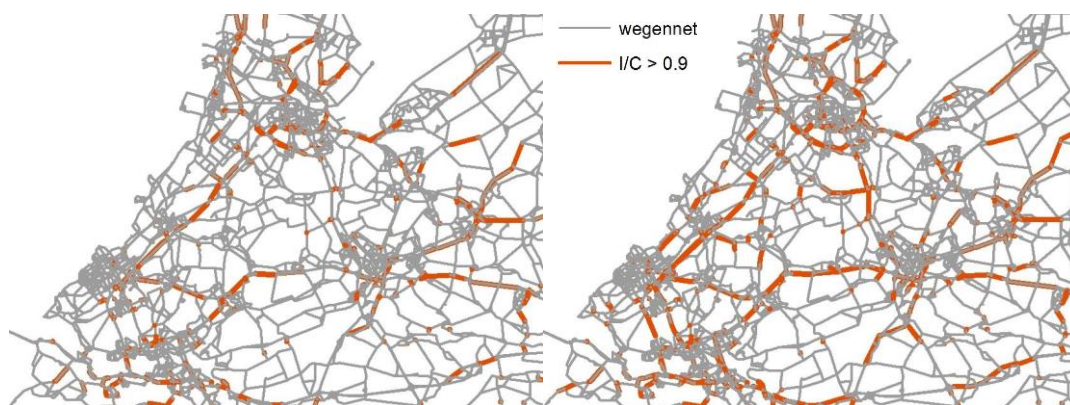
Hoogte van de heffing	7 ct/km vlakke heffing. (Een gevoeligheidsanalyse met 3ct/km en 11 ct/km)
Plaats van de heffing	Op alle wegen
Techniek B	Kilometerteller
Techniek C	Eenvoudig kastje in de auto
Beproefd systeem	Nee

### 3.2.3    **Projectalternatief 3: Congestieheffing**

In dit projectalternatief wordt een heffing geheven op het hoofdwegennet en onderliggend wegennet waar in de spits structureel sprake is van file: op plaatsen waar de I/C-verhouding groter is dan 0,9. Het tarief bedraagt 11 eurocent per kilometer voor personenauto's.

De plaatsen waar heffing wordt geheven, varieert per wegvak en tijdstip (ochtend- of avondspits). Figuur 3.3 geeft een uitsnede van het wegennet in 2020 in RC en in GE met de plekken waar een congestieheffing geheven wordt in de ochtendspits. Het aantal plekken met congestieheffing is in GE beduidend hoger dan in RC. Het aantal wegvakken met congestieheffing is hoger dan in projectalternatief 1, omdat in dat alternatief daarbovenop een vlakke heffing geldt, waardoor er minder files staan.

**Figuur 3.3**    **Uitsnede van het wegennet. Op de oranje wegvakken geldt de congestieheffing in RC (linker figuur) en GE-scenario (rechter figuur) in de ochtendspits in 2020.**



**Tabel 3.3**    **Overzicht kenmerken projectalternatief 3: Congestieheffing**

Hoogte van de heffing	11 ct/km (In de gevoeligheidsanalyse is het tarief afhankelijk van de mate van congestie)
Plaats van de heffing	Op elk wegvak waar de I/C verhouding > 0,9 is
Techniek D	ANPR-techniek (Camera's fotograferen kentekenplaten)
Techniek E	DSRC-techniek (Tag in de auto en portalen langs de kant van de weg)
Techniek F	Smart vignet techniek
Beproefd systeem	Nee

### 3.2.4 Projectalternatief 4: Spitsheffing in 'het midden' van Nederland

In projectalternatief 4 wordt op het hoofdwegennet in de spits in 'het midden' van Nederland een heffing geheven. Globaal betreft het de snelwegen in de Randstad, Noord-Brabant en grote delen van Gelderland (zie onderstaande figuur). Tijdens de ochtend- en avondspits wordt op deze wegen een tarief van 5 eurocent per kilometer geheven. Deze heffing geldt alleen voor personenauto's.

Door op alle snelwegen in het midden van Nederland (waar de meeste file staat) een spitsheffing in te voeren, is het voor de gebruiker eenduidig waar er heffing wordt geheven en wat de prijs van een rit is. Omdat de spitsheffing voor *alle* wegvakken binnen het gebied geldt, is gekozen voor een lager tarief per kilometer dan bij de congestieheffing.

De spitsheffing is ingegeven als een 'simpeler' variant van de congestieheffing. De congestieheffing leidt tot een ingewikkeld patroon van wegvakken waarop al dan niet een heffing geldt. Dit kan praktische en informatieproblemen opleveren voor gebruikers. De spitsheffing is daarmee een meer praktische uitwerking van de congestieheffing.

**Figuur 3.4 Spitsheffing hoofdwegennet in het midden van Nederland**



**Tabel 3.4 Overzicht kenmerken projectalternatief 4: Spitsheffing op het HWN in Midden NL**

Hoogte van de heffing 5 ct/km	
Plaats van de heffing	Op het HWN in midden Nederland tijdens de spits
Techniek D	ANPR-techniek (Camera's fotograferen kentekenplaten)
Techniek E	DSRC-techniek (Tag in de auto en portalen langs de kant van de weg)
Techniek F	Smart vignet techniek
Beproefd systeem	Nee



## Cordonheffing

In het buitenland bestaan momenteel diverse systemen voor beprijzing, hoofdzakelijk voor tolheffing en cordonheffing rondom een stad. Londen, Stockholm, Milaan, Gothenburg, Singapore, Bergen, Oslo, Trondheim kennen bijvoorbeeld allemaal een cordonheffing. Over het systeem van Stockholm dat in 2006 is ingevoerd, is de meeste openbare informatie beschikbaar.

Kopp en Prud'Homme (2010) hebben een ex post MKBA uitgevoerd van de cordonheffing in Stockholm. De investeringskosten in Stockholm bedroegen 233 mln euro, de jaarlijkse exploitatiekosten 10 mln euro. Ca 75% van de exploitatiekosten bestaan uit afschrijvingskosten van camera's, lasers en computersystemen. Stockholm heeft 18 controlepunten (in twee richtingen) en 82 mln passages op jaarbasis (Börjesson et al., 2011). De jaarlijkse tolopbrengst inclusief boetes bedraagt 96 mln euro. De oppervlakte van het gebied bestrijkt 30 km<sup>2</sup>. De heffing moet betaald worden op werkdagen en de hoogte varieert tussen 1 en 2 euro, afhankelijk van het tijdstip van de dag. De heffing geldt voor beide richtingen. Het systeem is gebaseerd op ANPR-camera's. Indien een cordonheffing in Nederland zou worden toegepast voor de vier grote steden Amsterdam, Rotterdam, Den Haag en Utrecht, zou het aantal controlepunten per stad ongeveer overeenkomen met dat van Stockholm.

Op basis van de gegevens uit de ex-post MKBA van Stockholm is getracht een cordonheffing rond de vier grote steden in Nederland als volwaardig projectalternatief mee te nemen in deze MKBA. Bij nadere analyse van de resultaten uit LMS bleek het LMS echter niet een geschikt instrument om de veelal lokale effecten van de cordonheffing te analyseren. De uitkomsten bleken niet stabiel en worden derhalve niet gerapporteerd in deze analyse. Nader onderzoek met een model dat qua schaalniveau aansluit bij deze heffing zou dit probleem kunnen verhelpen.

De maatschappelijk rendement van de cordonheffing in Stockholm was volgens de ex post MKBA van Kopp en Prud'Homme negatief. In het artikel wordt de conclusie getrokken dat voor een positief maatschappelijk rendement een relatief hoog niveau van congestie nodig is, relatief goedkope mogelijkheden voor de implementatie van een systeem en voldoende ov-capaciteit.

## 4 De kosten

### 4.1 Technieken

De projectalternatieven krijgen vorm door een technisch systeem. In deze analyse zijn zes mogelijke technische systemen onderscheiden.

		Kenmerk
Techniek A	Kastje met GPS-functie	Het kastje, dat bevestigd is in iedere personenauto, registreert het aantal gereden kilometers, het tijdstip en plaats van deze kilometers. Vervolgens wordt de prijs van de rit in het kastje berekend en (in geaggregeerde vorm) naar de verwerkende instantie verstuurd. Privacygevoelige informatie (locatie en tijdstip van de rit) wordt zo niet verspreid. De eigenaar van het voertuig ontvangt periodiek de rekening. Dit systeem is bedacht voor ABvM.
Techniek B	Kilometer-teller	De kilometers worden geregistreerd aan de hand van de kilometerteller van de personenauto. Kilometers gereden in het buitenland vallen niet onder prijsbeleid, maar worden wel geregistreerd door de kilometerteller. Een oplossing hiervoor kan zijn het invoeren van een forfaitaire vrijstelling die gebaseerd is op het gemiddeld aantal gereden kilometers in het buitenland. De kilometerstand wordt één keer (of meerdere keren) per jaar opgegeven. Het verschil tussen de opeenvolgende tellerstand, al dan niet verminderd met een forfaitaire vrijstelling, is het aantal kilometers waarover heffing betaald moet worden. De eigenaar ontvangt periodiek de rekening.
Techniek C	Eenvoudig kastje	Het kastje, dat bevestigd is in iedere personenauto, houdt het aantal gereden kilometers bij. Het kastje kan kilometers gereden in het buitenland onderscheiden van kilometers gereden in het binnenland. De kilometerstand wordt één keer (of meerdere keren) per jaar opgegeven. Over de kilometers gereden in Nederland moet heffing betaald worden. De eigenaar van het voertuig ontvangt periodiek de rekening.
Techniek D	ANPR-techniek	Camera's bevestigd op portalen boven de weg, fotograferen passerende kentekenplaten. Deze foto's, inclusief de tijd en datum, worden verstuurd naar de verwerkende instantie. Hier wordt het kenteken (automatisch) herkend en gekoppeld aan de eigenaar van het kenteken. De eigenaar van het kenteken ontvangt periodiek de rekening. Deze techniek wordt ook wel ANPR-techniek genoemd, als afkorting van de Automatic Number Plate Registration (ANPR) camera's. De techniek wordt gebruikt in Zweden.
Techniek E	DSRC-techniek	Ieder voertuig bevat een klein elektronisch label (tag) dat contact maakt met portalen die boven de weg hangen. De tag is gekoppeld aan het kenteken. De portalen herkennen de tag en versturen deze informatie inclusief tijd, datum naar de verwerkende instantie. Hier worden de kosten van de rit bepaald en gekoppeld aan de eigenaar van de tag. Deze ontvangt periodiek een rekening. Dit systeem wordt ook wel DSRC-techniek genoemd als afkorting van Dedicated Short Range Communications (DSRC)-tag. Deze techniek wordt toegepast in Frankrijk, Spanje, Italië, Portugal en Noorwegen.
Techniek F	Smart vignet	Het Smart vignet is vergelijkbaar met de DSRC-techniek. Alleen wordt gebruik gemaakt van een sticker met een chip die achter de voorruit wordt geplaatst. De automobilist ontvangt periodiek een rekening. Deze techniek wordt toegepast in Argentinië, Verenigde Arabische Emiraten en Turkije.

Niet alle systemen zijn geschikt voor alle projectalternatieven, vanuit technisch of kostenooipunt. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de technische systemen en projectalternatieven.

**Tabel 4.1**    **Overzicht projectalternatieven en de geanalyseerde technische systemen**

		1	2	3	4
		Vlakke + congestieheffing	Vlakke heffing	Congestieheffing	Spitsheffing
Techniek A	Kastje met GPS-functie	X			
Techniek B	Kilometerteller		X		
Techniek C	Eenvoudig kastje		X		
Techniek D	ANPR-techniek			X	X
Techniek E	DSRC-techniek			X	X
Techniek F	Smart Vignet techniek			X	X
Techniek B + F		X			
Techniek C + D		X			

## 4.2    **Kostenraming per alternatief**

Deze paragraaf zet de kostenramingen uiteen van de alternatieven. De kosten zijn op twee wijzen berekend. De kosten zijn geraamd op basis van kengetallen uit een recente studie van Abel Delft (Abel Delft, 2014). Daarnaast is als tweede spoor een exercitie uitgevoerd waarbij de kosten uit met name Nederlandse rapporten (Brede Heroverweging uit 2010) vertaald zijn naar de situatie van de projectalternatieven. Daarbij is ook gebruik gemaakt van ‘expert opinion’.

De kosten die zijn weergegeven in de zogenaamde ‘basisvariant’ zijn gebaseerd op de kengetallen volgens de studie van Abel Delft, met uitzondering van technieken B en C (kilometerteller en ‘eenvoudig kastje’) omdat deze niet zijn beschouwd in die studie. De kostenramingen voor technieken B en C zijn gebaseerd op informatie van deskundigen. De gevolgde werkwijze voor het tweede spoor is weergegeven in bijlage A, evenals een beschrijving van enige ervaringen vanuit het buitenland. De verschillende wijzen van aanpak leiden voor het merendeel van de situaties tot nagenoeg hetzelfde kostenbeeld.

Tabel 4.2 geeft de kostenkengetallen weer van technieken B en C.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Alle kosten zijn in prijspeil 2012 en inclusief btw.

**Tabel 4.2 Kosten technieken B en C volgens deskundigen**

	Techniek B	Techniek C
	Kilometerteller	Eenvoudig kastje
Investeringskosten (mld euro)	0,2	1,4
Exploitatie- en vervangingskosten (mld euro per jaar)	0,2	0,3
Investerings- en exploitatiekosten per voertuig		
Investeringskosten per voertuig (euro)	19	163(a)
Exploitatie- en vervangingskosten per voertuig (euro per jaar)	26	38

(a) De vervangingskosten van een eenvoudig kastje (inclusief inbouw) zijn geschat op 150 euro.

De volgende tabel geeft de belangrijkste kengetallen weer die gebruikt zijn om de kosten te ramen voor de technieken A, D, E en F.<sup>14</sup>

**Tabel 4.3 Belangrijkste kengetallen voor kostenramingen op basis van Abel Delft, 2014.**

Kosten			GPS	ANPR	DSRC	Smart Vignet
Investering	Meetsysteem	euro per auto	250 <sup>15</sup>	0	41,4	0,5
	Wegkantsysteem	dzd euro per wegkm	0	62	32	33,5
	Administratie facturatie	euro per auto	5,9	4,7	4,7	4,7
	Diversen	% investeringskosten	5	5	5	5
Afschrijving	Algemeen	% investeringskosten	14 <sup>16</sup>	14	14	14
	Diversen	% investeringskosten	20	20	20	20
Exploitatie & Onderhoud	Meetsysteem	% investeringskosten	10	0	10	10
	Wegkant	% investeringskosten	7	7	7	7
Onderhoud	Diversen	% investeringskosten	5	5	5	5
	Helpdesk	euro per auto	2,3	1,5	1,5	1,5
	Facturatie	euro per auto	9,5	8,9	8,9	8,9
	Controlevoertuigen	euro per auto	1,1	1,1	1,1	1,1

<sup>14</sup> In de kostenramingen die zijn opgesteld ten tijde van ABvM zijn vervangingskosten vaak niet meegenomen. Deze kosten waren voor rekening van de burgers en hadden daarom geen invloed op de overheidsuitgaven. In een MKBA worden deze kosten wel meegenomen.

<sup>15</sup> In de studie van Abel Delft liggen de opgevraagde marktprijzen van ritregistratiesystemen tussen de 230 euro en 328 euro per voertuig (exclusief btw, inclusief inbouwen). Op basis daarvan is uitgegaan van 280 euro exclusief btw, waarna deze prijs is gereduceerd tot 140 euro exclusief btw om rekening te houden met schaalvoordelen. In deze MKBA is uitgegaan van 210 euro (exclusief btw, inclusief inbouwen).

<sup>16</sup> Het afschrijvingspercentage is in deze MKBA gesteld op 14% op basis van de geschatte levensduur van de GPS-kastjes van 7 jaar. Dit percentage is ook aangehouden voor de ANPR, DSRC en smart vignettechnieken. De studie van Abel Delft rekent met een afschrijvingspercentage van 10%.

#### 4.2.1 Projectalternatief 1: Combinatie vlakke en congestieheffing

De combinatie van vlakke en congestieheffing kan op diverse manieren technisch vorm krijgen. Het technisch systeem kan werken op basis van een kastje met GPS-functie (techniek A) dat in de auto wordt gemonteerd. Goedkoper is om twee aparte technische systemen naast elkaar te laten functioneren: één voor de vlakke heffing en één voor de congestieheffing. Verschillende combinaties zijn mogelijk. In deze analyse zijn twee combinaties meegenomen: de goedkoopste (kilometerteller + Smart vignet techniek: B+F) en de duurste combinatie (eenvoudig kastje + DSRC-techniek: C+E). Er worden geen synergie-effecten verondersteld bij het combineren van twee technieken.

De investeringskosten zijn gelijkmatig verdeeld over vier jaar voorafgaand aan het invoeringsjaar van het projectalternatief. In GE zijn, door een toename van het aantal belaste wegkilometers en aantal auto's, additionele investeringen opgenomen in de tijd.

De volgende tabel geeft de kosten van projectalternatief 1 bij verschillende technieken en scenario's weer. In GE zijn er meer auto's dan in RC en is het drukker op de weg, waardoor er op meer plekken congestieheffing geheven wordt. Beide effecten leiden tot hogere kosten in GE dan in RC.

**Tabel 4.4** Overzicht kosten van projectalternatief 1 (Vlakke heffing en congestieheffing)

	RC-scenario			GE-scenario		
Aantal voertuigen in 2020 (mln)(a)	7,9			9,6		
Belaste wegkilometers 2020 (dzd)	0,8			1,7		
	Techniek			Techniek		
	A	B+F	C+E	A	B+F	C+E
Investeringskosten (mld euro)	2,0	0,3	01,7	2,6	0,3	2,1
Exploitatie/vervangingskosten (mld euro NCW)	8,1	3,6	5,5	10,2	4,5	7,0
Het aantal voertuigen groeit tot 2040 en wordt daarna constant verondersteld. Het aantal personenauto's in 2040 bedraagt in RC 8,3 mld, in GE 11,9 mld.						

De kosten van projectalternatief 1 laten een grote bandbreedte zien voor de verschillende technieken. Daarnaast bestaat er onzekerheid rond de weergegeven bedragen.

#### 4.2.2 Projectalternatief 2: Vlakke heffing

De vlakke heffing kan op twee manieren vorm krijgen. Ten eerste kunnen de gereden kilometers geregistreerd worden aan de hand van de kilometerteller (techniek B). Een andere mogelijkheid is het plaatsen van een 'eenvoudig kastje' in de auto (techniek C). Dit kastje is te vergelijken met een elektriciteitsmeter en houdt alleen het aantal gereden kilometers bij. Het kastje is eenvoudiger dan een kastje met een GPS-functie en goedkoper. Beide kostenramingen zijn gebaseerd op informatie van deskundigen.

De investeringskosten zijn gelijkmatig verdeeld over vier jaar voorafgaand aan het invoeringsjaar van het projectalternatief.

**Tabel 4.5**    **Overzicht kosten projectalternatief 2 (Vlakke heffing)**

	RC-scenario		GE-scenario	
Aantal voertuigen in 2020 (mln)	7,9		9,6	
	Techniek		Techniek	
	B	C	B	C
Investeringskosten (mld euro)	0,2	1,3	0,2	1,6
Exploitatie/vervangingskosten (mld euro NCW)	2,4	3,1	3,1	4,1

Techniek B (kilometerteller) blijkt beduidend goedkoper dan Techniek C ('eenvoudig kastje'). Er is een onbekende maar vermoedelijk grote bandbreedte rond de kostenraming van beide technieken.

#### 4.2.3    **Projectalternatief 3: Congestieheffing**

De congestieheffing kan met drie verschillende technieken vorm krijgen. De goedkoopste techniek maakt gebruik van een smart vignet (techniek F). De andere technieken bestaan uit kentekenplaatherkenning met ANPR-camera's (techniek D) en het plaatsen van een tag in de auto die contact maakt met portalen langs de kant van de weg (techniek E).

De investeringskosten zijn gelijkmatig verdeeld over vier jaar voorafgaand aan het invoeringsjaar. In GE zijn, door een toename van het aantal auto's en belaste wegkilometers, additionele investeringskosten opgenomen in de tijd.

**Tabel 4.6**    **Kostenraming projectalternatief 3 (Congestieheffing)**

	RC-scenario			GE-scenario		
Aantal voertuigen in 2020 (mln)	7,9			9,6		
Belaste wegkilometers (dzd)	1,2			2,2		
	Techniek			Techniek		
	D	E	F	D	E	F
Investeringskosten (mld euro)	0,1	0,4	0,1	0,2	0,5	0,1
Exploitatie/vervangingskosten (mld euro NCW)	1,3	2,4	1,3	1,6	2,8	1,4

De eerdere opmerkingen over de bandbreedte van de kosten bij voorgaande projectalternatieven gelden ook voor dit alternatief.

#### 4.2.4 Projectalternatief 4: Spitsheffing

De technieken van de spitsheffing zijn gelijk aan die van de congestieheffing.

**Tabel 4.7** Overzicht kostenraming projectalternatief 4 (Spitsheffing)

	RC-scenario			GE-scenario		
Aantal voertuigen in 2020 (mln)	7,9			9,6		
Belaste wegkilometers (dzd)	3,2			3,2		
	Techniek			Techniek		
	D	E	F	D	E	F
Investeringskosten (mld euro)	0,2	0,5	0,2	0,3	0,6	0,2
Exploitatie/vervangingskosten (mld euro NCW)	1,6	2,5	1,4	1,7	2,9	1,4

De spitsheffing is duurder dan de congestieheffing. Het aantal belaste wegkilometers is hoger en daarmee ook de investerings- en exploitatiekosten. Vanwege de complexiteit van de congestieheffing zouden de kosten van de congestieheffing ook hoger kunnen uitvallen dan geraamd: voor een 'lappendeken' aan wegvakken met en zonder heffing zal relatief veel 'wegkantapparatuur' nodig zijn. Zeker voor het onderliggend wegennet, met meer kruisingen per kilometer dan afritten per kilometer op het HWN kan niet worden uitgesloten dat meer apparatuur nodig is dan door ons ingeschat. De opmerkingen over de bandbreedte van de kosten bij de voorgaande projectalternatieven gelden ook voor de spitsheffing.

### 4.3 Privacy en fraude

De privacy- en de fraudegevoeligheid zijn twee aspecten van de technische systemen die in de politieke keuze van het systeem een belangrijke rol spelen.

Bij de technische systemen is sprake van vastleggen en of verwerken van verplaatsingsgegevens zoals de locatie en tijdstip van de rit. Wanneer deze direct of indirect (bijvoorbeeld via kentekenregister) herleidbaar zijn tot een persoon kan er spanning met de Wet Bescherming Persoonsgegevens (WBP) ontstaan. Mede door gebrek aan specifieke jurisprudentie is de spanning met de WBP en de mogelijke implicaties voor een systeem vooraf niet scherp te bepalen. Wel is duidelijk dat het kunnen bieden van vergaande waarborgen van de privacygegevens van de weggebruikers ingrijpende randvoorwaarden stelt aan de uitwerkingen van een systeem.

Bij eerdere initiatieven voor beprijzen in Nederland is dan ook steeds veel aandacht geweest voor privacyaspecten (ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007 en 2008a). In voorbereiding voor het Anders Betalen voor Mobiliteit heeft LogicaCMG et al. (2005) geprobeerd om zo concreet mogelijk aan te geven of een systeem voor beprijzen past binnen de WBP. Zij concludeerden dat de spanning lijkt te worden weggenomen wanneer:

1. De gebruiker ten minste op verzoek ook anoniem kan deelnemen.
2. Er voor de voorziening waarvoor betaald moet worden een goed alternatief is.
3. De verwerkte verbruiksgegevens met betrekking tot het weggebruik zodanig geaggregeerd zijn dat er niet of nauwelijks informatie over verplaatsingen uit herleid kan worden.

Het systeem van de kilometerteller en het eenvoudige kastje voldoen aan het laatste punt. De verkregen gegevens geven geen gedetailleerde informatie over de gemaakte verplaatsingen. Bij de overige systemen is dat echter niet het geval. Bij het kastje met GPS-functie, de DSRC-techniek, het smart vignet en met name bij de ANPR-techniek zijn de verplaatsingsgegevens door de verwerkende instantie direct te herleiden tot een persoon. Dit kan leiden tot spanningen met de WBP.

Ook de fraudegevoeligheid van een technisch systeem is op voorhand moeilijk te voorspellen. Voor de invoering van de OV-chipkaart was de verwachting dat deze minder eenvoudig te frauderen zou zijn dan de strippenkaart. Echter in de media ontstond er veel ophef toen bleek dat deze kaart door ICT-deskundigen te manipuleren was (NRC, 2011).

In deze analyse is geabstraheerd van effecten op het terrein van privacy en fraude. Fraude- en privacyaspecten zouden wel kunnen leiden tot hogere kosten van systemen.

#### **4.4 Kanttekeningen bij de kostenramingen**

Er is voor deze MKBA geen nieuw onderzoek gedaan naar de mogelijkheden en prijzen van verschillende technische systemen. De kosten zijn, zoals eerder genoemd, op twee manieren geraamd. In de basisvariant is uitgegaan van ramingen op basis van kengetallen uit Abel Delft, 2014. De kengetallen uit deze studie zijn beperkt gevalideerd. Als tweede spoor is een exercitie uitgevoerd waarbij de kosten uit met name Nederlandse rapporten (Brede Heroverweging uit 2010) vertaald zijn naar de situatie van de projectalternatieven. Daarbij is ook gebruik gemaakt van 'expert opinion' van geraadpleegde deskundigen. De kosten van technieken B en C zijn geheel gebaseerd op deze informatie van deskundigen.

Zoals gemeld leiden de verschillende wijzen van aanpak voor het merendeel van de situaties tot nagenoeg hetzelfde kostenbeeld. Dat geldt alleen niet voor het DSRC-systeem bij de spitsheffing. De kosten met de methode op basis van de bronnen uit de Brede Heroverweging (zie bijlage) vallen voor RC circa 40% en voor GE circa 60% hoger uit dan de kosten op basis van de studie van Abel Delft. De DSRC-techniek is een relatief dure techniek ten opzichte van de ANPR-techniek en de techniek met een smart vignet. De conclusies zijn in hoofdzaak gebaseerd op de laatste twee genoemde systemen. De omvang van de kosten is onzeker, dat geldt voor beide methoden.



De grootste beperking van de bronnen van De Brede Heroverweging is dat de opbouw van de kostenraming niet goed te achterhalen is. Dit bemoeilijkt een vertaling naar de projectalternatieven. Een andere beperking is dat deze raming stammen van een aantal jaar geleden. Het is goed mogelijk dat de kosten van verschillende technische systemen zijn gedaald. Te denken valt bijvoorbeeld aan de ervaring met kastjes met GPS-functies, zoals TomTom, de kosten van ANPR-camera's en de mogelijkheden met elektronische facturering. Daartegenover staat dat vaak blijkt dat de kosten in de praktijk hoger uitvallen dan tevoren geraamd. In de kostenraming is geen rekening gehouden met toekomstige kostendalingen.

## 4.5 Samenvatting kostenramingen projectalternatieven

Onderstaande tabellen geven de kosten van de projectalternatieven in beide scenario's.

**Tabel 4.8 Kostenraming projectalternatieven 1 en 2 (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	Projectalternatief 1 Vlakke heffing en congestieheffing						Projectalternatief 2 Vaste heffing				
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario		GE-scenario		
	A	B+F	C+E	A	B+F	C+E	B	C	B	C	
Techniek (a)											
Investeringskosten	1,7	0,2	1,5	2,4	0,3	1,9	0,1	1,1	0,2	1,4	
Exploitatiekosten	8,1	3,6	5,5	10,2	4,6	6,9	2,4	3,1	3,1	4,1	
Totale NCW-kosten	9,8	3,8	6,9	12,6	4,9	8,8	2,5	4,2	3,3	5,5	

(a) A staat voor een kastje met GPS-functie, B staat voor een kilometerteller, C staat voor een eenvoudig kastje, D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.

**Tabel 4.9 Kostenraming projectalternatieven 3 en 4 (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	Projectalternatief 3 Congestie						Projectalternatief 4 Spitsheffing					
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario			GE-scenario		
	D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
Techniek (a)												
Investeringskosten	0,1	0,3	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,5	0,1
Exploitatiekosten	1,3	2,4	1,3	1,5	2,8	1,4	1,6	2,5	1,4	1,7	2,9	1,5
Totale NCW-kosten	1,4	2,7	1,3	1,7	3,3	1,5	1,8	2,9	1,6	1,9	3,4	1,6

(a) D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.

De kosten per projectalternatief zijn afhankelijk van het technische systeem. Zo is het systeem van de kilometerteller (techniek B) goedkoper dan het systeem van een eenvoudig kastje (techniek C); het spitsvignetsysteem (techniek F) en het ANPR-systeem (techniek D) zijn goedkoper dan het DSRC-systeem (techniek E). Voor de combinatie van een vlakke en congestieheffing is het kastje met GPS-functie (techniek A) aanzienlijk duurder dan de combinatie van twee technische systemen.

De kosten in GE zijn hoger dan in RC: in GE zijn er meer auto's en ook het aantal plekken waar heffing geheven wordt, is hoger.

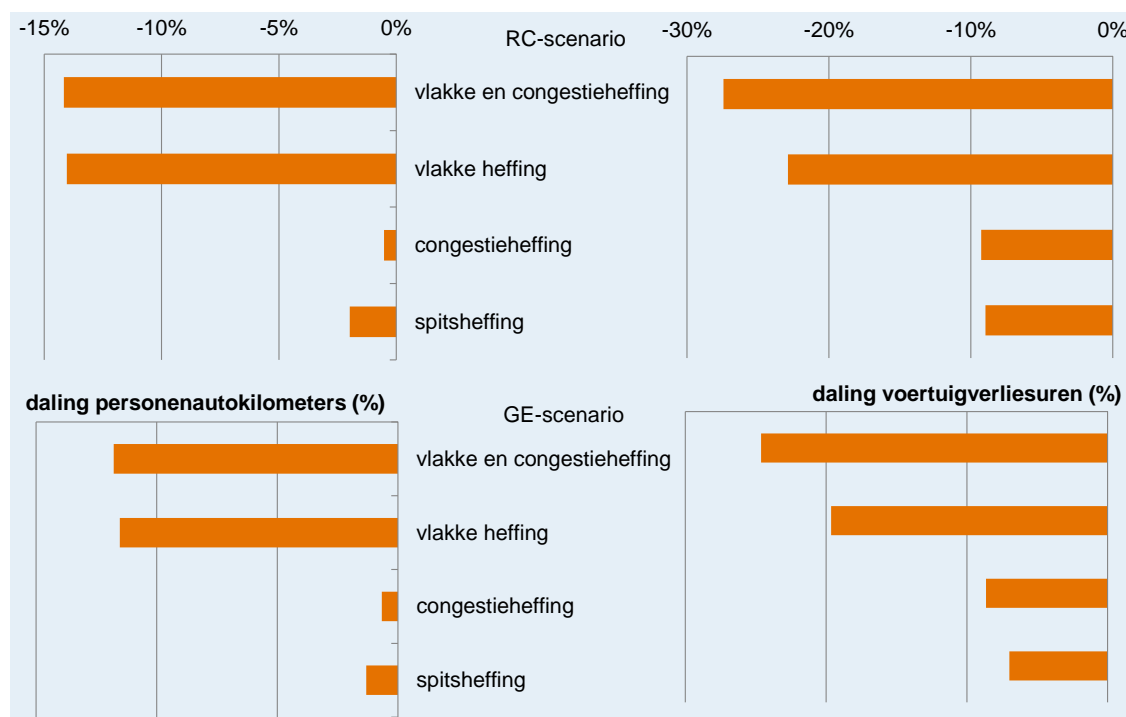
De netto contante waarde (NCW) van de totale kosten wordt sterk beïnvloed door de NCW van de exploitatiekosten: dit zijn jaarlijks terugkerende kosten, gedurende de gehele looptijd. De belangrijkste post van de exploitatiekosten zijn de vervangingskosten.

Er zijn kanttekeningen geplaatst bij de vertaling van de kosten naar de kosten van de projectvarianten. Verder is in de analyse geabstraheerd van effecten op het terrein van privacy en fraude. Fraude- en privacyaspecten zouden wel kunnen leiden tot hogere kosten van systemen.

Al met al moet worden geconcludeerd dat de kostenramingen omgeven zijn met een redelijke bandbreedte. Voor een nauwkeuriger inschatting van de kosten is diepgaander onderzoek nodig.

## 5 Verkeerskundige effecten

**Figuur 5.1** Procentuele afname van het autogebruik en van voertuigverliesuren personenwagens in de projectalternatieven ten opzichte van het nulalternatief in 2020



De heffing leidt tot een afname van het autogebruik en een daling van de files. Figuur 5.1 geeft de verandering van het personenautogebruik en van het aantal voertuigverliesuren (vvu) in 2020 in de alternatieven weer ten opzichte van het nulalternatief.<sup>17</sup>

De introductie van de vlakke heffing, al dan niet met een congestieheffing, heeft een groot effect op het autogebruik. De combinatie van een vlakke en congestieheffing leidt tot een daling van 15 mld in RC en 14 mld autokilometer in GE: een afname van respectievelijk circa 15 en 12%. Het effect van de vlakke heffing is in beide scenario's nagenoeg gelijk. De afname van het aantal kilometers door de congestie- en spitsheffing is veel kleiner (1 tot 2 mld autokilometer bij de spitsheffing en 0,5 mld autokilometer bij de congestieheffing).<sup>18</sup> Met de spitsheffing wordt op meer wegen heffing geheven.

In RC is de procentuele afname van het aantal personenautokilometers meestal groter dan in GE. In RC, met een lagere economische groei, wordt een heffing per kilometer zwaarder in de portemonnee gevoeld dan in GE.

### Congestie

Uit figuur 5.1 volgt dat de congestie- en de spitsheffing op een gerichtere manier de files bestrijden dan de vlakke heffing: de reductie van de congestie is weliswaar minder groot, maar de daling van het autogebruik is beperkt.

De absolute daling van het aantal voertuigverliesuren is in GE hoger dan in RC, terwijl de daling van het percentage van voertuigverliesuren in RC juist hoger is. Dit eerste wordt verklaard door de veel hogere congestie in het nulalternatief in GE dan in RC. Het tweede komt doordat de tarieven in RC een groter procentueel gedragseffect veroorzaken, omdat automobilisten minder 'rijk' zijn dan in GE.

#### 5.1.1 Effecten automobilititeit en congestie in de tijd

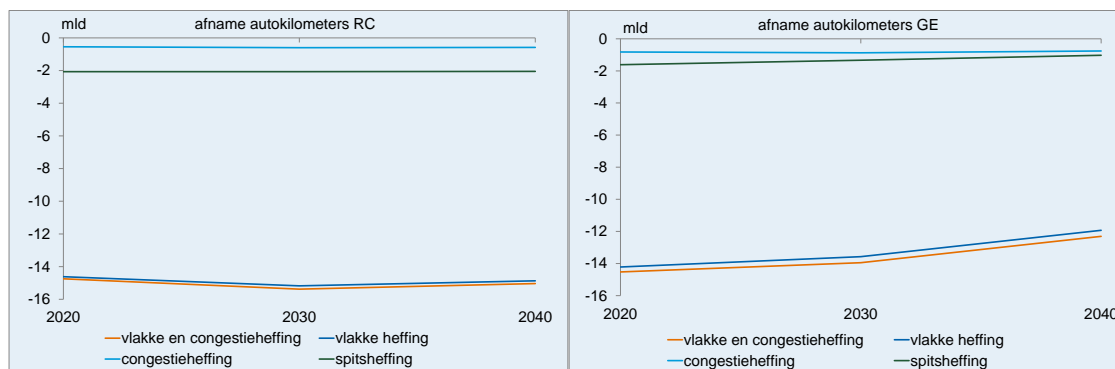
In onderstaande figuren is het verloop van de afname van het aantal personenautokilometers en de afname van het aantal voertuigverliesuren bij de verschillende projectalternatieven in de tijd weergegeven.

---

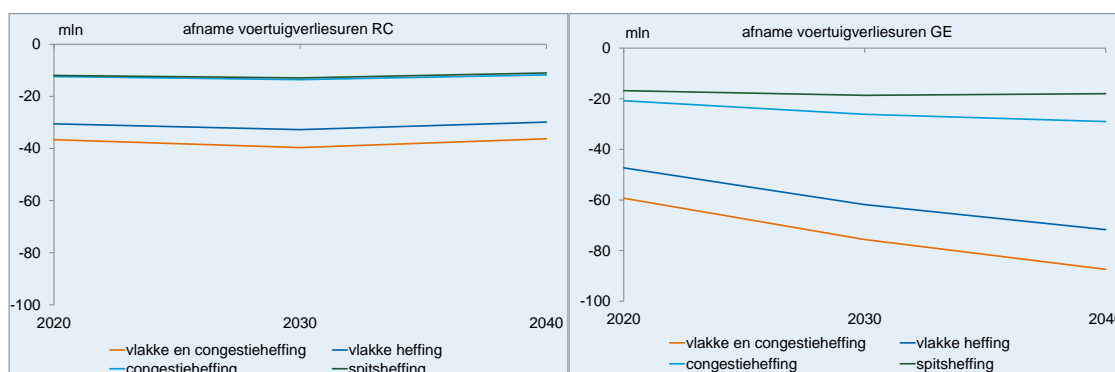
<sup>17</sup> Voor 2030 en 2040 komt het beeld overeen.

<sup>18</sup> Cijfers voor RC.

**Figuur 5.2 Afname personenwagenkilometers in RC en GE in de tijd (in mld voertuigkilometer)**



**Figuur 5.3 Afname voertuigverliesuren in RC en GE in de tijd (in mln voertuigverliesuren)**



Het feit dat de alternatieven met een vlakke heffing (1 en 2) een veel grotere afname veroorzaken van de automobilititeit dan de congestie- en spitsheffing is ook in deze figuren duidelijk waarneembaar. Ook de afname van de congestie van de congestie- en spitsheffing is substantieel lager dan bij de varianten met een vlakke heffing.<sup>19</sup> Dit verschil neemt in GE in de tijd toe. Het verschil in afname van de congestie in RC bij de combinatievariant van een vlakke en congestieheffing (1) en bij de vlakke heffing (2) is relatief beperkt.

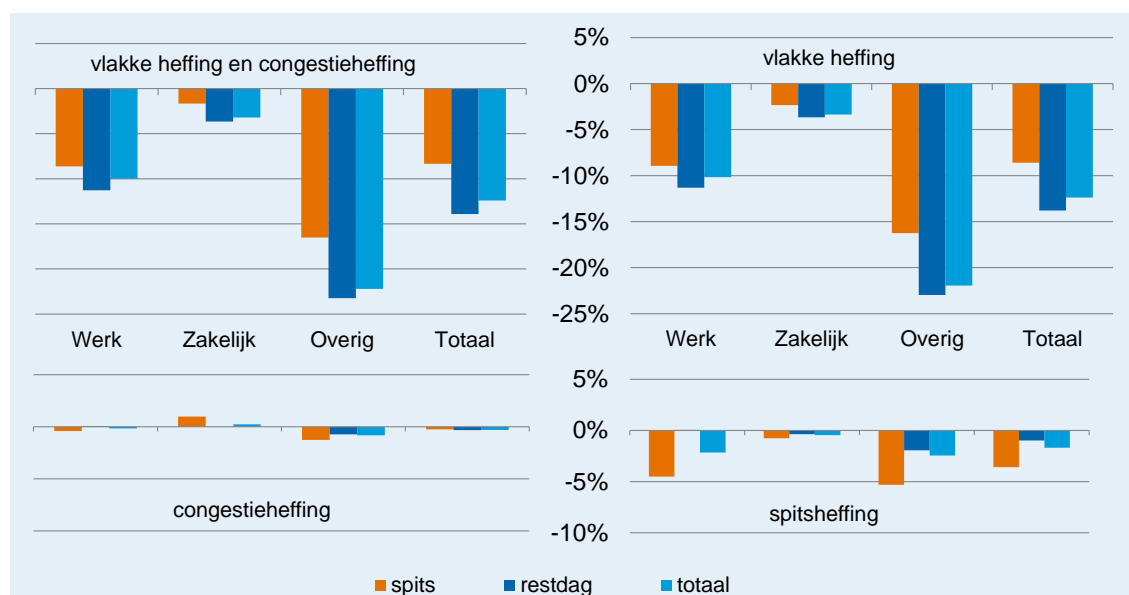
De afname van zowel de automobilititeit als de congestie is in een scenario met lage groei, RC, in de tijd redelijk constant. De filedruk neemt in RC niet substantieel toe. In GE daalt de afname van de personenmobilititeit bij de varianten met een vlakke heffing (1 en 2) enigszins in de tijd, en tegelijk neemt de afname van het aantal verliesuren aanzienlijk toe. Dit komt omdat in GE de automobilititeit en de filedruk sterk stijgen. Tegelijkertijd stijgt de prikkel om te rijden enigszins vanwege een hoger inkomen. Als het drukker is op de weg zal een kleinere afname van de automobilititeit een groter effect op de congestie teweegbrengen.

<sup>19</sup> In deze studie is gekozen voor het visualiseren van de voertuigverliesuren aangezien die maat nauwer aansluit bij de KBA-resultaten. De voertuigverliesuren worden binnen het LMS bepaald door de vertraagde afwikkeling van het verkeer op het wegennet, als gevolg van een toename in de verkeersintensiteit, en de wachttijd als gevolg van congestie. Dit wijkt af van de tijd in file. De tijd in file betreft enkel de wachttijd als gevolg van congestie.

### 5.1.2 Effecten in spits en dal en per wegtype

De afname van het autogebruik is verschillend per motief en tussen de spits en dal.<sup>20</sup> Onderstaande figuur laat de procentuele verandering van het aantal personenauto-kilometers zien onderscheiden naar motief en naar spits en dal voor RC in 2020 (het beeld in GE komt nagenoeg overeen). De afname van het aantal kilometers van het zakelijk verkeer is het laagst en neemt in de spits in GE juist toe, behalve bij de vlakke heffing. Door de daling van de files is het voor het zakelijk verkeer met een hoge reistijdwaardering juist aantrekkelijk om in de spits te reizen. Het ‘overig verkeer’ laat de grootste afname zien.

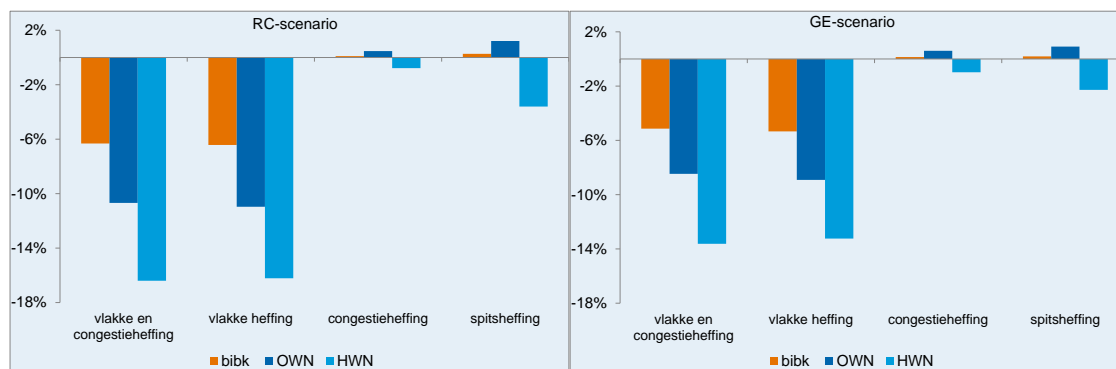
**Figuur 5.4** Procentuele verandering personenautokilometers naar motief en spits en dal in RC in 2020



De congestie- en spitsheffing kunnen worden vermeden door een route te kiezen waarop de heffing niet geldt. Onderstaande figuur laat zien dat bij deze alternatieven inderdaad een verschuiving plaatsvindt. Op het hoofdwegennet (HWN) neemt het aantal personenkilometers af. Op het onderliggend wegennet (OWN) en op wegen binnen de bebouwde kom (bibk) waar geen heffing wordt geheven, neemt het aantal gereden personenkilometers beperkt toe. De afname van het autogebruik binnen de bebouwde kom is lager dan de afname van het autogebruik op het HWN en OWN. Bij de andere projectalternatieven wordt op alle wegtypen minder gereden, aangezien er op alle wegen een heffing van toepassing is. De congestieheffing en spitsheffing kunnen ook vermeden worden door buiten de spits te reizen. In het model gebeurt dit echter maar beperkt.

<sup>20</sup> De spitsuren bestaan uit de uren tussen 7:00-9:00 uur en de uren tussen 16:00 -18:00 uur.

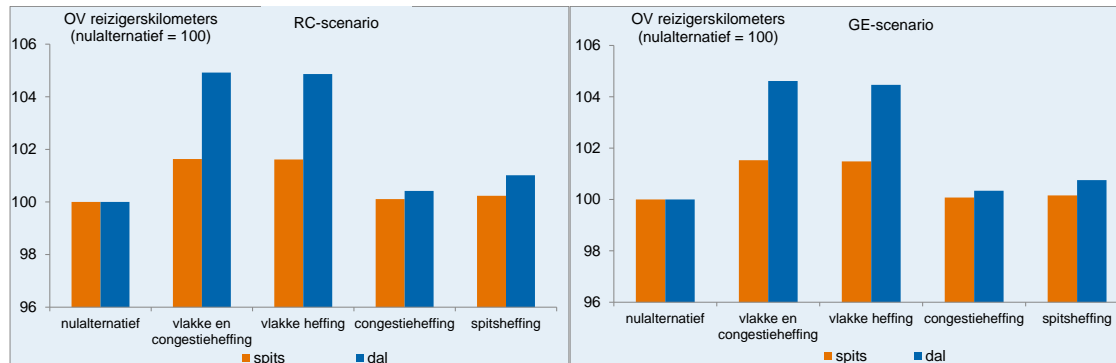
**Figuur 5.5** Procentuele verandering personenautokilometers naar wegtype in RC (linker figuur) en GE-scenario (rechter figuur) in het jaar 2020



### 5.1.3 Effecten op het openbaarvervoergebruik

Door de invoering van de heffing kiezen sommige automobilisten het openbaar vervoer. Door de vlakke heffing (al dan niet met congestieheffing) stijgt het ov-gebruik (in het dal met circa 5%). De overige projectalternatieven hebben hierop nauwelijks effect.

**Figuur 5.6** Relatieve stijging openbaargebruik in projectalternatief ten opzichte van nulalternatief in RC en in GE in 2020 (nulalternatief = 100)



## 6 Resultaten

### 6.1 Beschrijving van de effecten

De reistijdbaten zijn in omvang de belangrijkste effecten in de KBA. Deze baten ontstaan door een daling van de congestie. Automobilisten besluiten hun rit niet meer te maken of voor een andere modaliteit te kiezen, het tijdstip van hun rit uit te stellen of een andere route te kiezen. De betrouwbaarheidsbaten zijn berekend als percentage, namelijk 25%, van de reistijdbaten (zie bijlage B voor een nadere toelichting op alle effecten).

Door het kiezen van een andere route, bijvoorbeeld om minder heffing te betalen, veranderen de benzinekosten en in mindere mate ook de onderhoudskosten. Deze kostenverandering is weergegeven als 'afstandsbaten'. Het welvaartsverlies door vraagtuitval geeft het welvaartsverlies weer van de mensen die als gevolg van de heffing besluiten de trip niet meer te maken of uit te wijken naar een minder aantrekkelijk alternatief.<sup>21</sup>

Als mensen door de kilometerheffing minder autorijden, komt dat omdat de kosten van het autogebruik (de optelsom van reistijd en de kosten van de trip) zijn toegenomen. Hoewel de files zijn afgenomen, gaan mensen minder graag ergens naar toe. Dat betekent dat feitelijk de bereikbaarheid is afgenomen. Die verminderde bereikbaarheid heeft ook welvaartsnadelen voor de samenleving als geheel: indirecte effecten, waaronder agglomeratie-effecten. Die agglomeratie-effecten ontstaan bijvoorbeeld doordat de barrière om te reizen naar een werklocatie groter wordt, waarmee de matching op de arbeidsmarkt minder gunstig zal zijn ten opzichte van een situatie zonder vlakke heffing. Andere voorbeelden hiervan zijn minder kennisoverdracht en minder schaalvoordelen. De reistijd- en betrouwbaarheidstijdwinsten brengen positieve agglomeratie-effecten met zich mee. Het uiteindelijke saldo hangt af van de verhouding tussen de behaalde reistijd- en betrouwbaarheidswinsten en de welvaartsverliezen door afhakers.

Hoe groot de indirecte effecten zijn door prijsbeleid is op basis van de huidige wetenschappelijke inzichten lastig te zeggen. De indirecte effecten zijn berekend op basis van een opslag van 15% op de verandering van de 'totale gegeneraliseerde kosten' (tijd en geld) van een woon-werk of zakelijke rit. De gegeneraliseerde kosten bestaan uit: reistijd-, betrouwbaarheid-, afstandskosten en de kosten van de heffing. Vanwege onzekerheden in de omvang van deze post zijn voorzichtigheidshalve de effecten voor het 'overig verkeer' buiten beschouwing gelaten. Dit komt grofweg overeen met een halvering van een opslag van 15% over alle motieven. Dit laatste is min of meer gebruikelijk voor 'gewone' infrastructuurprojecten om de files te reduceren. De effecten zouden in de praktijk

---

<sup>21</sup> Het welvaartsverlies door vraagtuitval wordt berekend door de helft van de afname van het aantal autoritten te vermenigvuldigen met de hoogte van de heffing (zie bijlage B).

wellicht lager, maar dus ook hoger kunnen uitvallen. De indirecte effecten zijn voor alle varianten met een vlakke heffing substantieel en negatief. Zie verder bijlage B.

De externe effecten bestaan uit verkeersveiligheid, geluidhinder en de uitstoot van emissies (CO<sub>2</sub>, stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en fijnstof (pm2.5)). De externe effecten *per kilometer* zijn hoger in GE dan in RC. Dat is het gevolg van het feit dat de waardering van effecten in een scenario met een hogere economische groei hoger is dan in een scenario met lagere economische groei. De externe kosten van verkeersveiligheid vormen de grootste externe kostenpost, zoals uit onderstaande tabel blijkt.

**Tabel 6.1 Accijns en externe effecten (eurocent/voertuigkm), 2020 (prijspeil 2012) in RC en GE**

	Personenauto RC	Personenauto GE
Accijns	4,9	4,9
Verkeersveiligheid	3,5	4,2
Geluid	0,5	0,5
Emissies	0,7	1,0
Totale externe kosten	4,7	5,6
Vershil accijns- totale externe kosten (a)	+0,2	-0,7

(a) De tabel geeft de gemiddeld gewogen accijns en externe kosten weer van personenauto's. In de berekening is rekening gehouden met verschillen in brandstoftype (benzine, diesel, LPG), verbruik per type voertuig, en de locatie van de gereden kilometer (zoals binnen en buiten bebouwde kom).

Omdat er minder wordt gereden, zijn er gederfde accijnsopbrengsten. De accijns is onafhankelijk van het scenario.<sup>22</sup>

Minder autogebruik leidt tot een daling van de variabele kosten van onderhoud en beheer aan de weg.

De vlakke heffing met congestieheffing en de vlakke heffing leiden tot een toename van ov-gebruik. Aangenomen is dat de verandering in de ov-exploitatietekorten gelijk is aan de verandering van de omzet van de ov-bedrijven door een toename van reizigers in de daluren. Voor het dal is namelijk aangenomen dat extra ov-gebruik niet leidt tot extra kosten, waardoor de winst van ov-bedrijven toeneemt. Het ov-gebruik neemt in het dal in projectalternatieven 1 en 2 met circa 5% toe. Voor de spits is de aanname gemaakt dat de extra kaartopbrengsten wegvallen tegen de kostentoeename voor de vervoerders dan wel comfortverliezen voor bestaande reizigers.

Prijsbeleid leidt tot meer administratie voor automobilisten. De automobilist is tijd kwijt om zich te verdiepen in de werking van het systeem, zich aan te melden bij het systeem en de rekening van de heffing te controleren en te betalen. Deze extra tijd is een welvaartsverlies in de MKBA. Een grove inschatting van dit effect laat zien dat de omvang substantieel kan zijn.

<sup>22</sup> Als gevolg van een andere samenstelling van het wagenpark verschilt de gemiddelde accijns per kilometer tussen beide scenario's enigszins. De verschillen zijn echter zeer gering, waardoor vanuit praktische overwegingen de accijns gelijk is verondersteld.



## 6.2 Uitkomsten projectalternatieven

### Korte en lange termijn

Het verkeer- en vervoermodel LMS raamt de zogenaamde structurele effecten van maatregelen: de effecten die plaatsvinden op de lange termijn. Nu zijn de gedragseffecten op lange termijn groter dan de effecten op korte termijn. Op langere termijn worden op basis van de nieuwe situatie (minder congestie en hoger tarief per kilometer) woon-werkbeslissingen genomen die nu eenmaal tijd vergen. De ervaringen na het invoeren van de cordonheffing bij Stockholm in 2006 laten zien dat de verkeerseffecten vrijwel direct optraden en daarna stabiel bleven. Andere studies komen tot substantiële verschillen tussen de korte- en langetermijneffecten. Voor deze analyse is uitgegaan van een effect van 75 à 80% van het berekende langetermijneffect in jaar 1 (2020) dat lineair groeit naar 100% van het structurele effect in 10 jaar.

In tabel 6.2 zijn de effecten van projectalternatief 1 (vlakke en congestieheffing) en 2 (vlakke heffing) voor beide scenario's voor de maatschappelijke welvaart samengevat. De uitkomsten zijn weergegeven in netto contante waarde (NCW) voor het jaar 2014, prijspeil 2012.<sup>23, 24</sup> In RC is, ongeacht de keuze van het technisch systeem, het rendement van de beide alternatieven fors negatief. In GE is het rendement van projectalternatief 1 en 2 wel positief, mits de kosten van het systeem niet te hoog zijn. Het systeem met een GPS-kastje levert in geen van beide scenario's een positieve bijdrage aan de maatschappelijke welvaart.

De vlakke heffing met congestieheffing (projectalternatief 1) levert grote reistijdwinsten op. In GE bedragen deze ruim 16 mld euro, in RC ruim 5 mld euro. Hier staat een daling van het aantal autokilometers tegenover: In 2020 in GE met circa 12% en in RC met circa 15%. De daling van het autogebruik leidt naast reistijdwinst en minder externe effecten ook tot negatieve baten: derving van accijnsinkomsten voor de overheid, een welvaartsverlies door vraaguitval en de negatieve effecten op agglomeratie.

<sup>23</sup> De effecten zijn verdisconteerd met een disconteringsvoet van 5,5%. Deze disconteringsvoet is opgebouwd uit een reële discontovoet van 2,5% en een risico-opslag van 3%. Voor het effect ten aanzien van emissies is een discontovoet van 4% gebruikt, bestaande uit een reële discontovoet van 2,5% en een risico-opslag van 1,5%.

<sup>24</sup> Verkeerskundige effecten na 2050 zijn gelijk verondersteld aan die in 2040. Wel wordt er na 2040 nog rekening gehouden met een stijgende waardering van diverse effecten als gevolg van de ontwikkeling in economische groei.

**Tabel 6.2 Rendement projectalternatieven 1 en 2 (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	Projectalternatief 1 Vlakke heffing en congestieheffing						Projectalternatief 2 Vlakke heffing			
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario		GE-scenario	
	A	B+F	C+E	A	B+F	C+E	B	C	B	C
<b>Techniek (a)</b>										
<b>Kosten</b>										
Investeringskosten	-1,7	-0,2	-1,5	-2,4	-0,3	-1,9	-0,1	-1,1	-0,2	-1,4
Exploitatiekosten	-8,1	-3,6	-5,5	-10,2	-4,5	-6,9	-2,4	-3,1	-3,1	-4,1
Totale kosten	-9,8	-3,8	-6,9	-12,6	-4,7	-8,8	-2,5	-4,2	-3,3	-5,5
<b>Effecten</b>										
Reistijdbaten	5,3	~	~	16,2	~	~	4,0	~	12,7	~
Afstandsbaten	0,7	~	~	1,0	~	~	0,7	~	1,0	~
Betrouwbaarheid	1,3	~	~	4,1	~	~	1,0	~	3,2	~
Vraaguitval	-5,0	~	~	-4,3	~	~	-4,9	~	-4,2	~
Tijdadministratie	-0,8	~	~	-1,3	~	~	-0,8	~	-1,3	~
Indirecte effecten	-5,1	~	~	-4,8	~	~	-5,1	~	-5,4	~
Accijnzen	-7,5	~	~	-6,6	~	~	-7,4	~	-6,5	~
Onderhoud en beheer	0,3	~	~	0,3	~	~	0,3	~	0,3	~
OV exploitatie	0,8	~	~	0,7	~	~	0,8	~	0,7	~
Verkeersveiligheid	3,2	~	~	4,4	~	~	3,2	~	4,5	~
Geluid	0,5	~	~	0,5	~	~	0,5	~	0,4	~
Emissies	1,3	~	~	1,6	~	~	1,2	~	1,6	~
Totale effecten	-5,0	-5,0	-5,0	11,7	11,7	11,7	-6,4	-6,4	7,0	7,0
Saldo	-14,8	-8,8	-11,9	-0,8	6,9	2,9	-8,9	-10,6	3,7	1,5

(a) A staat voor een kastje met GPS-functie, B staat voor een kilometerteller, C staat voor een eenvoudig kastje, D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.

In RC is, ongeacht de keuze van het technisch systeem, het rendement van de vlakke heffing en de vlakke met congestieheffing fors negatief. In GE is het rendement van beide projectalternatieven wel positief, mits de kosten van het systeem niet te hoog zijn. Het welvaartsverlies in RC is voor beide alternatieven substantieel hoger dan de welvaartswinst in GE. Het positieve rendement van de combinatie van een vlakke met een congestieheffing in GE wordt voor circa twee derde deel bepaald door de congestieheffing. De kosten van prijsbeleid met een GPS-kastje (het oude 'Anders betalen voor Mobiliteit', ABvM-plan dat in 2010 is gestopt) zijn dermate hoog, dat het maatschappelijk rendement in alle gevallen negatief is.

De vlakke heffing (projectalternatief 2) lost minder files op dan wanneer de vlakke heffing gecombineerd wordt met een congestieheffing. Hierdoor zijn de reistijd- en betrouwbaarheidsbaten lager. De afname van het autogebruik is in beide alternatieven echter vergelijkbaar, waardoor de omvang van de accijnsderving en welvaartsverlies door vraaguitval gelijk zijn. In GE is het rendement (net) positief, afhankelijk van de kosten van de techniek. In RC is het rendement fors negatief.

**Tabel 6.3 Rendement projectalternatieven 3 en 4 (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	Projectalternatief 3 Congestieheffing						Projectalternatief 4 Spitsheffing					
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario			GE-scenario		
	D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
Techniek (a)												
<b>Kosten</b>												
Investeringskosten	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	-0,5	-0,1	-0,2	-0,4	-0,1	-0,2	-0,5	-0,1
Exploitatiekosten	-1,3	-2,4	-1,3	-1,5	-2,8	-1,4	-1,6	-2,5	-1,4	-1,7	-2,9	-1,5
Totale kosten	-1,4	-2,7	-1,3	-1,7	-3,3	-1,5	-1,8	-2,9	-1,6	-1,9	-3,4	-1,6
<b>Effecten</b>												
Reistijdbaten	2,6	~	~	6,0	~	~	1,9	~	~	4,0	~	~
Afstandsbaten	0,0	~	~	0,1	~	~	0,1	~	~	0,1	~	~
Betrouwbaarheid	0,6	~	~	1,5	~	~	0,5	~	~	1,0	~	~
Vraaguitval	0,0	~	~	0,0	~	~	-0,2	~	~	-0,1	~	~
Tijdadministratie	-0,8	~	~	-1,3	~	~	-0,8	~	~	-1,3	~	~
Indirecte effecten	0,1	~	~	0,3	~	~	-0,2	~	~	0,0	~	~
Accijnzen	-0,3	~	~	-0,3	~	~	-1,0	~	~	-0,6	~	~
Onderhoud en beheer	0,0	~	~	0,0	~	~	0,0	~	~	0,0	~	~
OV exploitatie	0,0	~	~	0,1	~	~	0,2	~	~	0,1	~	~
Verkeersveiligheid	0,0	~	~	0,0	~	~	0,1	~	~	0,0	~	~
Geluid	0,0	~	~	0,0	~	~	0,0	~	~	0,0	~	~
Emissies	0,0	~	~	0,1	~	~	0,2	~	~	0,1	~	~
Totale effecten	2,4	2,4	2,4	6,2	6,2	6,2	0,8	0,8	0,8	3,4	3,4	3,4
Saldo	0,9	-0,4	1,0	4,5	2,9	4,7	-1,1	-2,2	-0,8	1,5	0,0	1,8

(a) D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignettechniek.

Tabel 6.3 geeft de effecten weer in NCW van de tijd- en plaatsgebonden heffingen. Het rendement van de congestieheffing (projectalternatief 3) is positief in beide scenario's, mits gekozen wordt voor de ANPR- of smart vignettechniek. De congestieheffing lost de files op een efficiëntere manier op dan projectalternatieven 1 en 2. Dit zie je terug in de effecten: de reistijd- en betrouwbaarheidsbaten van de congestieheffing zijn samen gelijk aan ruim 3 mld euro in RC en ruim 7 mld euro NCW in GE, terwijl de negatieve effecten van vraaguitval nihil zijn. De kosten van een congestieheffing zijn lager dan de kosten van projectalternatief 1 en 2. De samenstelling van het autoverkeer op drukke wegen in de spits verandert: overig verkeer met een lagere reistijdwaardering wijkt relatief vaker uit naar een alternatief (andere route, tijdstip, modaliteit of afzien van de trip), ten gunste van zakelijk verkeer met een relatief hoge reistijdwaardering.

De spitsheffing (projectalternatief 4) is een versimpeling van de congestieheffing, maar is minder rendabel. De spitsheffing leidt tot een grotere daling van het autogebruik met een lagere afname in files. In RC is de spitsheffing, ongeacht het technische systeem, niet rendabel. In GE is het alleen rendabel wanneer er gekozen wordt voor de ANPR- of smart vignettechniek.

### Resultaten van verschillende kosten- en batenposten

De reistijd-baten vormen veruit de grootste batenpost. Afstands-baten zijn relatief beperkt. Betrouwbaarheids-baten zijn berekend als 25% van de reistijd-baten. De kosten van vraaguitval zijn substantieel (4-5 mld euro NCW) voor projectalternatieven 1 en 2. In RC zijn de kosten van vraaguitval ongeveer gelijk of zelfs hoger (vlakke heffing) dan de reistijd-baten. De vraaguitval bij de congestie- en spitsheffing is heel beperkt.

De kosten die gemoeid zijn met de tijdsadministratie bedragen in de verschillende varianten circa 1 mld euro NCW.

De indirecte effecten van alternatieven 1 en 2 zijn substantieel met circa 5 mld euro NCW. In RC doen de indirecte effecten zelfs de reistijd-baten teniet. Bij een algemene heffing, die op alle wegen en gedurende de gehele dag van toepassing is, worden namelijk alle weggebruikers belast. Hieronder vallen dus ook de weggebruikers die op rustige trajecten de voordelen (kortere reistijd en hogere betrouwbaarheid) van de heffing niet of nauwelijks ondervinden. Zij ervaren alleen een toename in de reiskosten. Hierdoor vindt er een forse reductie plaats van het aantal reizen. Dit leidt tot negatieve agglomeratie-effecten die de positieve agglomeratie-effecten door een kortere reistijd en een hogere betrouwbaarheid (door minder congestie) overschaduwen.

De indirecte effecten zijn zo hoog, omdat zeker met een vlakke heffing de variabele kosten van reizen per auto per kilometer fors hoger uitvallen. Een vlakke heffing van 7 eurocent per kilometer komt voor een benzineauto met een gemiddeld verbruik overeen met een stijging van de benzineprijs van 1 euro per liter en voor een dieselauto met een gemiddeld verbruik met een stijging van de prijs van diesel met circa 1 euro 40. Dit veroorzaakt een relatief sterke daling van de automobilititeit (met 12-15%) wat gepaard gaat met negatieve indirecte effecten. Zo wordt de barrière om te reizen naar een werklocatie groter waarmee de matching op de arbeidsmarkt minder gunstig zal zijn ten opzichte van het nulalternatief zonder vlakke heffing. Andere voorbeelden van negatieve effecten zijn een reductie van kennis-spillovers en minder schaalvoordelen.

Zoals eerder is toegelicht, zijn de indirecte effecten berekend op basis van een opslag van 15% op de verandering van de *totale gegeneraliseerde kosten* van een rit (reistijd-, betrouwbaarheid-, afstandskosten en de kosten van de heffing) van het woon-werk-, zakelijk- en vrachtverkeer. Vanwege de onzekerheden in de omvang van deze post en enige kanttekeningen bij de vertaling van het gebruikelijke kengetal van 15% naar deze situatie zijn voorzichtigheidshalve de effecten voor het 'overig verkeer' buiten beschouwing gelaten. Dit komt grofweg overeen met een halvering van de opslag van 15% als deze berekend zou zijn over alle motieven.

De kosten van de heffing veroorzaken de relatief hoge omvang van de indirecte effecten. In onderstaande tabel zijn de geraamde jaarlijkse opbrengsten van de heffing weergegeven voor de verschillende projectvarianten in beide scenario's in 2020 en 2040. De opbrengsten verhogen de variabele kosten van autogebruik in de varianten met een

vlakke heffing met ruim 6 tot circa 8 mld euro *per jaar* in 2020 stijgend tot ruim 9 mld euro *per jaar* in 2040 in GE. De opbrengst van de heffing is geen post in de MKBA, maar een overdracht van middelen. Aangenomen is dat de opbrengsten van de heffing door de overheid zo worden teruggesluisd aan de autogebruikers dat er geen effect is op het autobezit.

**Tabel 6.4 Opbrengst heffingen in 2020 en 2040 in RC en GE van de projectalternatieven in mld euro per jaar**

	RC		GE	
	2020	2040	2020	2040
Vlakke heffing en congestieheffing	6,4	6,5	8	9,5
Vlakke heffing	6,3	6,4	7,6	9
Congestieheffing	0,2	0,2	0,4	0,6
Spitsheffing	0,4	0,4	0,5	0,5

Vanwege de onzekerheden bij de berekening van deze post vormen de indirecte effecten een *indicatie* van de omvang van deze effecten. Indien bij de waardering zou zijn uitgegaan van de gebruikelijke opslag van 15% op de verandering in de totale gegeneraliseerde reiskosten van *alle* motieven, zouden de indirecte effecten grofweg verdubbelen naar circa 10 mld euro voor projectalternatieven 1 en 2. Bij een lager opslagpercentage dan 7,5% voor alle motieven, dalen de indirecte effecten uiteraard. Geconcludeerd kan worden dat de indirecte effecten voor de varianten met een vlakke heffing negatief en waarschijnlijk substantieel van omvang zijn.

Bij de congestieheffing *dalen* de totale reiskosten (heffing en reistijd) gemiddeld genomen. Hierdoor zijn de indirecte effecten in dit alternatief positief. Bij de spitsheffing zijn de indirecte effecten licht negatief. De vraaguitval bij de congestie- en spitsheffing is dan ook erg beperkt.

Derving van accijnsopbrengsten vormt veruit de grootste kostenpost in de MKBA's van projectalternatieven 1 en 2. Dit komt omdat hier sprake is van een sterke vraaguitval.

Van de externe effecten vormen de effecten voor de verkeersveiligheid veruit de belangrijkste batenpost. De baten zijn substantieel met ruim 2 tot 4 mld euro NCW, afhankelijk van het alternatief en het scenario. Omdat er minder wordt gereden in deze alternatieven, neemt de verkeersveiligheid toe. De andere externe effecten geluid en emissies zijn beperkter van omvang met respectievelijk ruim 1 tot circa 1,5 mld euro NCW, afhankelijk van alternatief en scenario.

De som van de baten van deze drie externe effecten is in beide scenario's lager dan de gederfde accijnsheffing. In RC valt dat ook te verwachten, omdat in dat scenario de totale gemiddelde externe kosten per kilometer lager uitvallen dan de gemiddelde accijnzen per kilometer (voor personenwagens). In GE zijn de gemiddelde externe kosten per kilometer

(voor personenwagens) *hoger* dan de gemiddelde accijnzen per kilometer. Omdat in deze projectalternatieven het grootste verlies aan voertuigkilometers plaatsvindt buiten de bebouwde kom en de externe effecten per kilometer van geluid en fijnstofemissies, en met name van verkeersveiligheid veel hoger zijn binnen de bebouwde kom dan daarbuiten, vallen de totale baten van de externe effecten toch lager uit dan de kosten van accijnsderving.

De externe effecten en accijnsderving van de congestie- en spitsheffing (projectalternatief 3 en 4) zijn erg beperkt, omdat er relatief weinig vraaguitval is.

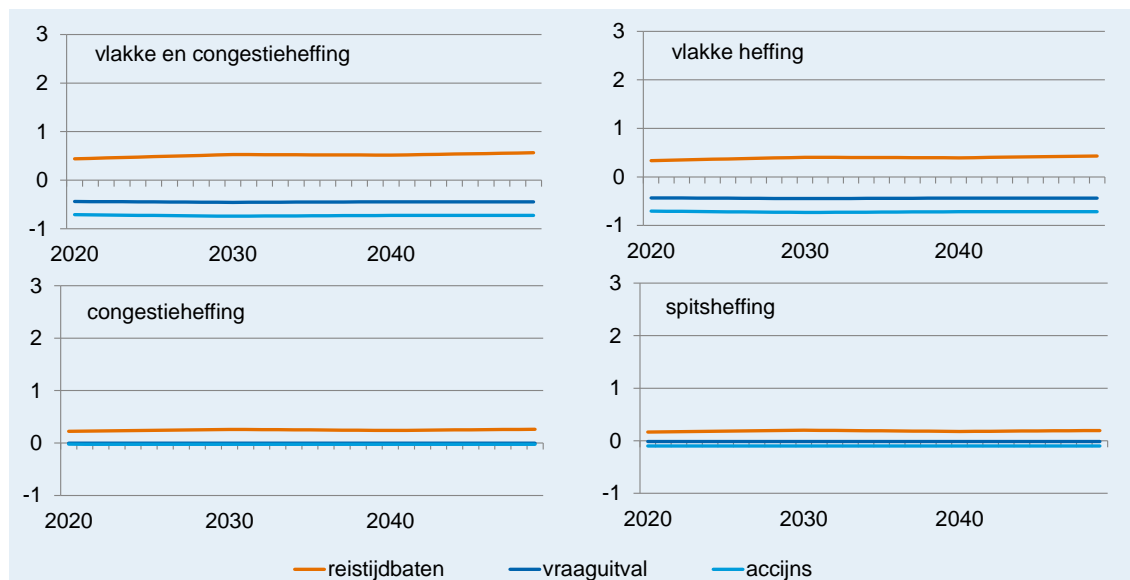
Uit de vraaguitval resulteren nog twee andere relatief beperkte batenposten. Het gaat dan om het beheer en onderhoud van wegen (circa 0,3 mld euro NCW in projectalternatieven 1 en 2) en een verbetering van het exploitatiesaldo van het openbaar vervoer (0,7-0,8 mld euro NCW in projectalternatieven 1 en 2).

### 6.3 Verloop MKBA-resultaten in de tijd

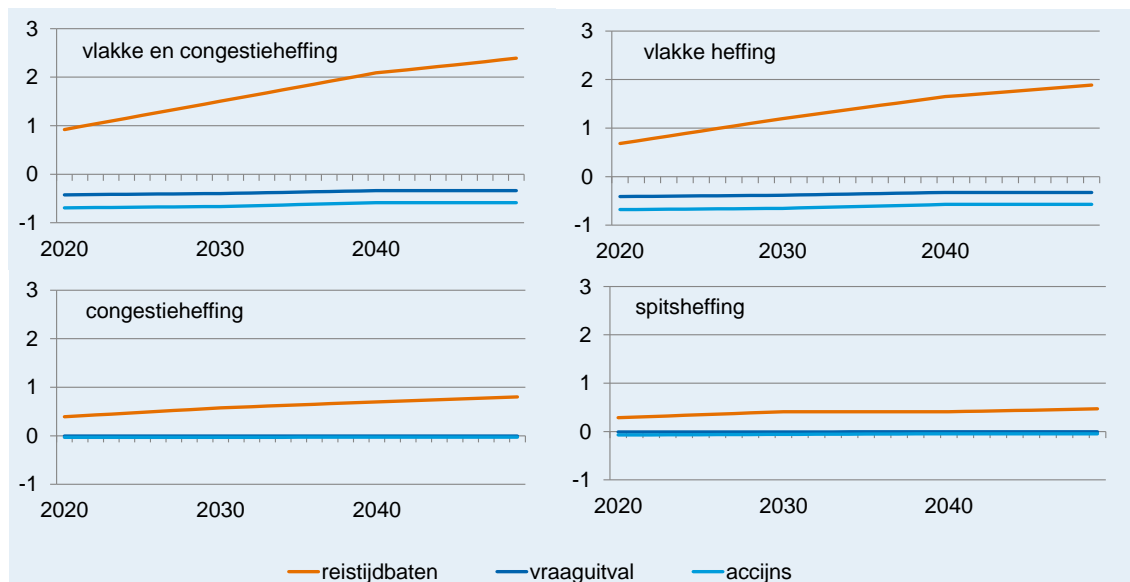
Figuur 6.1 geeft het verloop van de niet verdisconteerde baten (of kosten) weer van zowel reistijd, vraaguitval als accijnsderving van de vier projectalternatieven in RC over de tijd. Figuur 6.2 bevat ditzelfde overzicht voor GE.

Voor alle projectalternatieven is in RC het verloop in de tijd van baten en kosten relatief vlak. In GE is echter een duidelijke stijging van de niet-verdisconteerde reistijdbaten in de tijd waarneembaar. Deze is het sterkst voor de projectalternatieven 1 en 2. Dit is het gevolg van een stijging van de reistijdwaarderingen die in GE hoger zijn dan in RC vanwege een hogere economische groei. Daarnaast neemt in GE de congestie in het nulalternatief sterker toe, waarmee de projectalternatieven een toenemende afname van de congestie in de tijd bewerkstelligen. De toenemende daling van het aantal voertuigverliesuren in GE in de tijd bij de projectalternatieven met een vlakke heffing (1 en 2) was tevens waarneembaar in figuur 5.3 in hoofdstuk 5. Figuur 6.3 laat zien hoe de totale NCW van de reistijdbaten van de vier projectalternatieven in beide scenario's is verdeeld over de verschillende tijdsvakken na discontering.

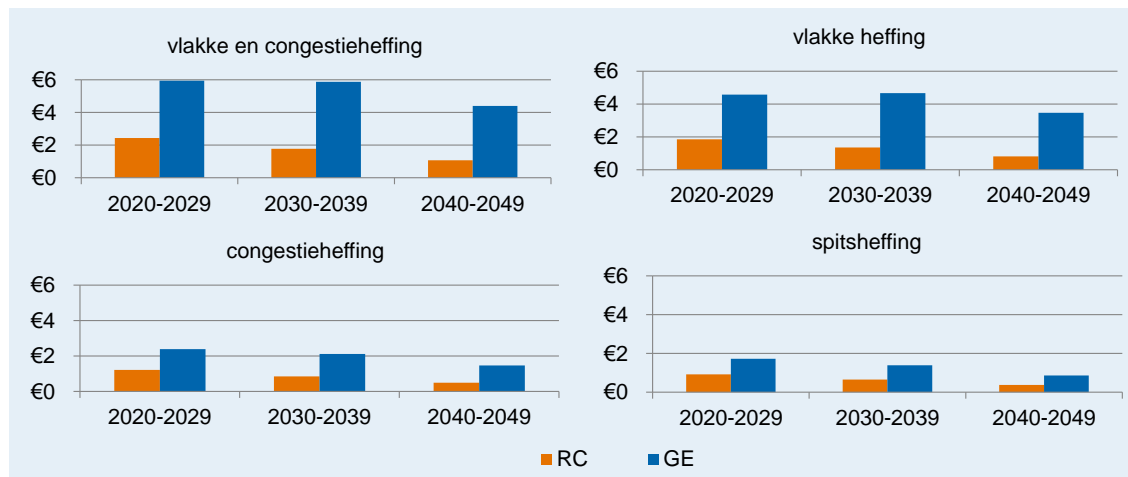
**Figuur 6.1 Reistijdbaten, vraaguitval en accijnsderiving per jaar projectalternatieven (mld euro, niet verdisconteerd) in RC**



**Figuur 6.2 Reistijdbaten, vraaguitval en accijnsderiving per jaar projectalternatieven (mld euro, niet verdisconteerd) in GE**



**Figuur 6.3 NCW reistijdboten projectalternatieven per periode in beide scenario's (in mld euro)**



## 6.4 Toekomstig onderzoek

Varianten die in deze analyse niet zijn geanalyseerd en mogelijk interessant zijn om in toekomstig onderzoek te betrekken, zijn een hogere spitsheffing (dan 5 ct/km), een spitsheffing op het gehele hoofdwegennet, een cordonheffing rond de grote steden en een heffing voor vracht- en bestelwagens.

# 7 Gevoeligheidsanalyse

## 7.1 Hoogte van het tarief

### 7.1.1 Ander tarief vlakke heffing

In de basisvariant bedraagt de vlakke heffing 7 eurocent per kilometer. In deze gevoeligheidsanalyse is gekeken naar zowel een lagere (3 eurocent per kilometer) als een hogere heffing (11 eurocent per kilometer).

Het rendement van een vlakke heffing is in RC in alle gevallen negatief. Het rendement is bij 3 cent per kilometer het minst negatief. De sterkere daling van het autogebruik bij hogere heffingen per kilometer leidt tot een verdere verslechtering van het rendement.



**Tabel 7.1 Gevoeligheidsanalyse hoogte tarief vlakke heffing RC-scenario (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	Vlakke heffing 3 ct/km		Vlakke heffing 7 ct/km		Vlakke heffing 11 ct/km	
	RC-scenario		RC-scenario		RC-scenario	
Techniek (a)	B	C	B	C	B	C
<b>Kosten</b>						
Totale kosten	-2,5	-4,2	-2,5	-4,2	-2,5	-4,2
<b>Effecten</b>						
Reistijdbaten	2,6	~	4,0	~	4,7	~
Afstandsbaten	0,4	~	0,7	~	0,9	~
Betrouwbaarheid	0,6	~	1,0	~	1,2	~
Vraaguitval	-1,1	~	-4,9	~	-10,4	~
Tijdadministratie	-0,8	~	-0,8	~	-0,8	~
Indirecte effecten	-2,1	~	-5,1	~	-8,0	~
Accijnzen	-3,9	~	-7,4	~	-10,0	~
Onderhoud en beheer	0,2	~	0,3	~	0,4	~
OV exploitatie	0,4	~	0,8	~	1,1	~
Verkeersveiligheid	1,7	~	3,2	~	4,4	~
Geluid	0,2	~	0,5	~	0,7	~
Emissies	0,6	~	1,2	~	1,7	~
Totale effecten	-1,2	-1,2	-6,4	-6,4	-14,1	-14,1
Saldo	-3,7	-5,4	-8,9	-10,6	-16,6	-18,3

(a) B staat voor een kilometerteller, C staat voor een eenvoudig kastje.

In GE is het rendement van een vlakke heffing van 7 eurocent per kilometer hoger dan het rendement bij 3 eurocent per kilometer. Het tarief van 11 eurocent per kilometer leidt in beide scenario's tot een lager rendement.

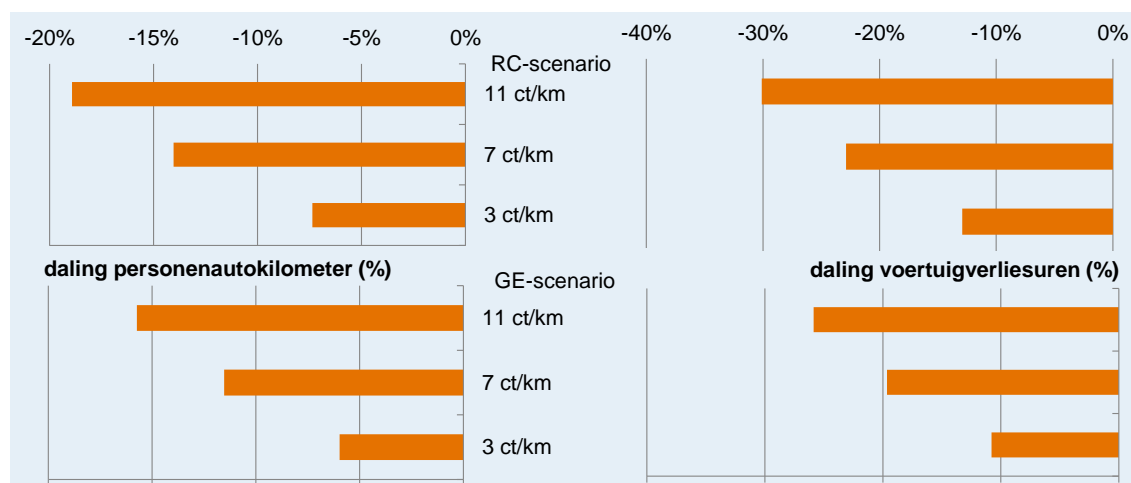
**Tabel 7.2 Gevoeligheidsanalyse hoogte tarief vlakke heffing GE-scenario (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	Vlakke heffing 3 ct/km		Vlakke heffing 7 ct/km		Vlakke heffing 11 ct/km	
	GE-scenario		GE-scenario		GE-scenario	
Techniek (a)	B	C	B	C	B	C
<b>Kosten</b>						
Totale kosten	-3,3	-5,5	-3,3	-5,5	-3,3	-5,5
<b>Effecten</b>						
Reistijdbsaten	7,3	~	12,7	~	16,4	~
Afstandsbsaten	0,6	~	1,0	~	1,3	~
Betrouwbaarheid	1,8	~	3,2	~	4,1	~
Vraaguitval	-0,9	~	-4,2	~	-9,0	~
Tijdadministratie	-1,3	~	-1,3	~	-1,3	~
Indirecte effecten	-2,1	~	-5,4	~	-8,7	~
Accijnzen	-3,3	~	-6,5	~	-9,0	~
Onderhoud en beheer	0,1	~	0,3	~	0,4	~
OV exploitatie	0,4	~	0,7	~	1,0	~
Verkeersveiligheid	2,3	~	4,5	~	6,2	~
Geluid	0,2	~	0,4	~	0,6	~
Emissies	0,8	~	1,6	~	2,1	~
Totale effecten	5,8	5,8	7,0	7,0	4,2	4,2
Saldo	2,5	0,3	3,7	1,5	0,9	-1,3

(a) B staat voor een kilometerteller, C staat voor een eenvoudig kastje.

Figuur 7.1 geeft de verandering van autogebruik en files weer door de heffing. Bij een heffing van 11 eurocent per kilometer daalt het autogebruik met circa 19% en de files met circa 30%. Bij een heffing van 3 eurocent per kilometer bedraagt de daling van het autogebruik circa 7% en die van de files circa 13% (in RC). In GE zijn deze percentages lager.

**Figuur 7.1** Verandering in autogebruik en congestie van de vlakke heffing met verschillende tarieven ten opzichte van het nulalternatief (in het jaar 2020)



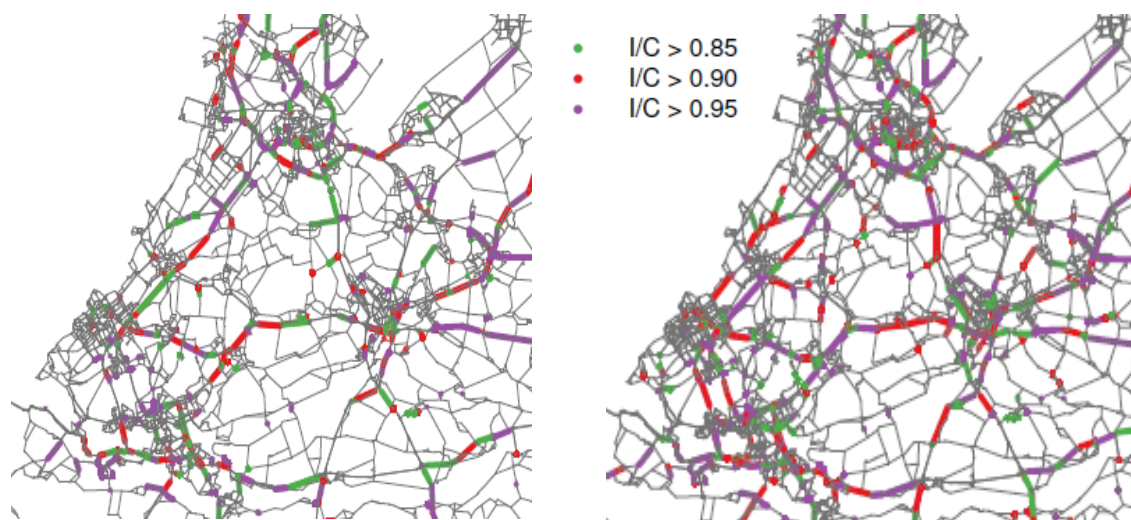
### 7.1.2 Gedifferentieerde congestieheffing

In de basisvariant bedraagt de congestieheffing 11 eurocent per kilometer. In een gevoeligheidsanalyse wordt de hoogte van de heffing bepaald door de mate van congestie op basis van de I/C verhouding in het nulalternatief:

- Bij een I/C verhouding tussen de 0,85 en 0,9 bedraagt de heffing 0,5 ct/km;
- Bij een I/C verhouding tussen de 0,9 en 0,95 bedraagt de heffing 0,11 ct/km;
- Bij een I/C verhouding groter dan 0,95 bedraagt de heffing 0,17 ct/km.

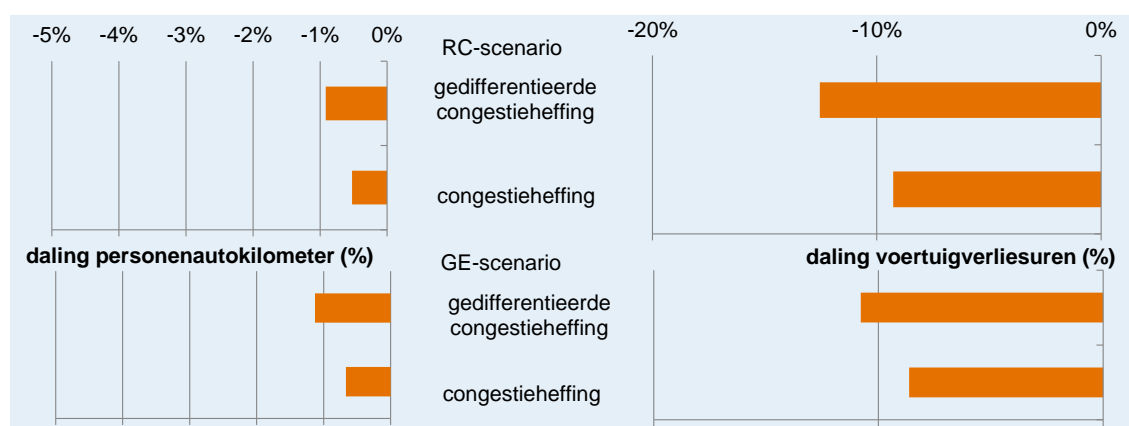
Het aantal plekken waar heffing wordt geheven is hoger dan bij de constante congestieheffing van 11 eurocent per kilometer. Verder kunnen op eenzelfde weg verschillende tarieven gelden (zie figuur 7.2).

**Figuur 7.2** Uitsnede wegnet met wegvakken met gedifferentieerde congestieheffing in RC-scenario (linkerfiguur) en GE-scenario (rechterfiguur) in de ochtendspits in 2020



Een gedifferentieerde congestieheffing heeft een hoger rendement dan een congestieheffing die niet afhankelijk is van de mate van congestie. De gedifferentieerde congestieheffing leidt tot een iets grotere vraaguitval maar de daling van files is groter (zie volgende figuur). Hierdoor zijn de positieve effecten, zoals reistijd- en betrouwbaarheidsbaten, groter dan de negatieve effecten als gevolg van minder autogebruik. De kosten van een gedifferentieerde congestieheffing zijn hoger, omdat het aantal belaste wegkilometers hoger is.<sup>25</sup>

**Figuur 7.3** Autogebruik en files van congestieheffing en gedifferentieerde congestieheffing in 2020 ten opzichte van het nulalternatief (percentage)



**Tabel 7.3** Gevoeligheidsanalyse congestieheffing (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)

	Congestie						Gedifferentieerde congestie					
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario			GE-scenario		
Techniek (a)	D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
<b>Kosten</b>												
<i>Totale kosten</i>	-1,4	-2,7	-1,3	-1,7	-3,3	-1,5	-1,6	-2,8	-1,4	-1,9	-3,4	-1,6
<b>Effecten</b>												
Reistijd-, afstand- en betrouwbaarheidsbaten	3,2	~	~	7,5	~	~	4,1	~	~	10,0	~	~
Vraaguitval	0,0	~	~	0,0	~	~	-0,1	~	~	-0,1	~	~
Tijdadministratie	-0,8	~	~	-1,3	~	~	-0,8	~	~	-1,3	~	~
Indirecte effecten	0,1	~	~	0,3	~	~	0,1	~	~	0,3	~	~
Accijnzen	-0,3	~	~	-0,3	~	~	-0,5	~	~	-0,6	~	~
Onderhoud, beheer en OV	0,0	~	~	0,0	~	~	0,1	~	~	0,0	~	~
Extern	0,1	~	~	0,1	~	~	0,1	~	~	0,2	~	~
<i>Totale effecten</i>	2,4	2,4	2,4	6,2	6,2	6,2	3,0	3,0	3,0	8,5	8,5	8,5
<b>Saldo</b>	0,9	-0,4	1,0	4,5	2,9	4,7	1,5	0,2	1,6	6,7	5,1	6,9

(a) D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.

<sup>25</sup> In RC bedraagt het aantal belaste wegkilometers 1800, in GE is dat 3000.

## 7.2 Uitstel van prijsbeleid

In deze gevoeligheidsanalyse wordt het projectalternatief 10 jaar uitgesteld. Tussen 2020 en 2030 vinden geen investeringen in wegen plaats. De looptijd van het project blijft 30 jaar.

In beide scenario's levert tien jaar uitstellen van projectalternatief 1 en 2 een beter rendement op, al blijft het rendement in RC negatief.<sup>26</sup>

**Tabel 7.4** Uitstel van projectalternatieven 1 en 2 (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)

	Projectalternatief 1 Vlakke heffing en congestieheffing						Projectalternatief 2 Vaste heffing			
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario		GE-scenario	
	A	B+F	C+E	A	B+F	C+E	B	C	B	C
<b>Techniek (a)</b>										
<b>Kosten</b>										
Totale kosten	-5,9	-2,1	-4,1	-12,2	-3,0	-5,4	-1,5	-2,5	-2,1	-3,4
<b>Effecten</b>										
Reistijdbaten	3,3	~	~	12,6	~	~	2,5	~	10,0	~
Afstandsbaten	0,4	~	~	0,6	~	~	0,4	~	0,6	~
Betrouwbaarheid	0,8	~	~	3,1	~	~	0,6	~	2,5	~
Vraaguitval	-2,9	~	~	-2,3	~	~	-2,9	~	-2,2	~
Tijdadministratie	-0,5	~	~	-0,9	~	~	-0,5	~	-0,9	~
Indirecte effecten	-2,9	~	~	-2,3	~	~	-2,9	~	-2,9	~
Accijnzen	-4,4	~	~	-3,7	~	~	-4,3	~	-3,6	~
Onderhoud en beheer	0,2	~	~	0,1	~	~	0,2	~	0,2	~
OV exploitatie	0,5	~	~	0,4	~	~	0,5	~	0,4	~
Verkeersveiligheid	1,7	~	~	2,8	~	~	1,7	~	2,8	~
Geluid	0,3	~	~	0,3	~	~	0,3	~	0,3	~
Emissies	0,8	~	~	1,0	~	~	0,8	~	1,0	~
Totale effecten	-2,7	-2,7	-2,7	11,8	11,8	11,8	-3,6	-3,6	8,1	8,1
Saldo	-8,6	-4,9	-6,8	-0,4	8,9	6,4	-5,1	-6,1	6,0	4,7
Oorspronkelijk saldo	-14,8	-8,8	-11,9	-0,8	6,9	2,9	-8,9	-10,6	3,7	1,5

(a) A staat voor een kastje met GPS-functie, B staat voor een kilometerteller, C staat voor een eenvoudig kastje, D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.

Tien jaar uitstel van de congestieheffing verlaagt het rendement. Eenzelfde uitstel van de spitsheffing levert een beter rendement op in RC (al blijft het rendement negatief). Afhankelijk van de gebruikte techniek verbetert of verslechtert het rendement in GE bij uitstel van de spitsheffing.

<sup>26</sup> Het is mogelijk dat de kosten van prijsbeleid bij uitstel lager zijn door innovatie. In de analyse is hier geen rekening mee gehouden.

Voor RC is het beeld voor de varianten 1 en 2 helder. Beide varianten kennen een negatief maatschappelijk rendement. De congestie neemt in RC niet substantieel toe in de tijd. Uitstel levert dan een beter, maar nog steeds negatief rendement op.

In GE neemt het autogebruik en de filedruk in de tijd toe, waarmee de reistijd-baten stijgen. Uitstel van een project is (bij stijgende baten in de tijd) maatschappelijk rendabel als het systeem operationeel is op het moment dat de jaarlijkse netto batenstroom opweegt tegen de totale investerings-, exploitatie en vervangingskosten als die zijn omgerekend naar een jaarlijkse kostenstroom. Uitstel van invoering van de vlakke heffing met enkele jaren is in GE gunstiger voor de welvaart dan invoering in 2020. Het congestieniveau van 2020 in GE is dus nog onvoldoende voor een gunstig maatschappelijk rendement. De congestie moet dus ruim twee maal zo hoog zijn als nu voor een gunstig maatschappelijk rendement van een vlakke heffing. De resultaten gelden bij de huidige accijnzen.

Uitstellen van de congestieheffing levert *in beide scenario's* een lager rendement op. Uitstel van de spitsheffing verhoogt het rendement in RC en leidt tot een beperkte stijging van het rendement in GE.

**Tabel 7.5** Uitstel van projectalternatieven 3 en 4 (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)

	Projectalternatief 3 Congestie						Projectalternatief 4 Spitsheffing					
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario			GE-scenario		
Techniek (a)	D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
<b>Kosten</b>												
Totale kosten	-0,9	-1,6	-0,8	-1,1	-2,1	-0,9	-1,1	-1,7	-0,9	-1,1	-2,1	-1,0
<b>Effecten</b>												
Reistijd-, afstand- en betrouwbaarheidsbaten	2,0	~	~	5,4	~	~	1,5	~	~	3,4	~	~
Vraaguitval	0,0	~	~	0,0	~	~	-0,1	~	~	0,0	~	~
Tijdadministratie	-0,5	~	~	-0,9	~	~	-0,5	~	~	-0,9	~	~
Indirecte effecten	0,1	~	~	0,2	~	~	-0,1	~	~	0,1	~	~
Accijnzen	-0,2	~	~	-0,2	~	~	-0,6	~	~	-0,3	~	~
Onderhoud, beheer en OV	0,0	~	~	0,0	~	~	0,1	~	~	0,0	~	~
Extern	0,0	~	~	0,0	~	~	0,2	~	~	0,1	~	~
Totale effecten	1,4	1,4	1,4	4,6	4,6	4,6	0,5	0,5	0,5	2,3	2,3	2,3
Saldo	0,5	-0,2	0,6	3,5	2,5	3,6	-0,6	-1,3	-0,5	1,2	0,2	1,4
Oorspronkelijk saldo	0,9	-0,4	1,0	4,5	2,9	4,7	-1,1	-2,2	-0,8	1,5	0,0	1,8

(a) D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.

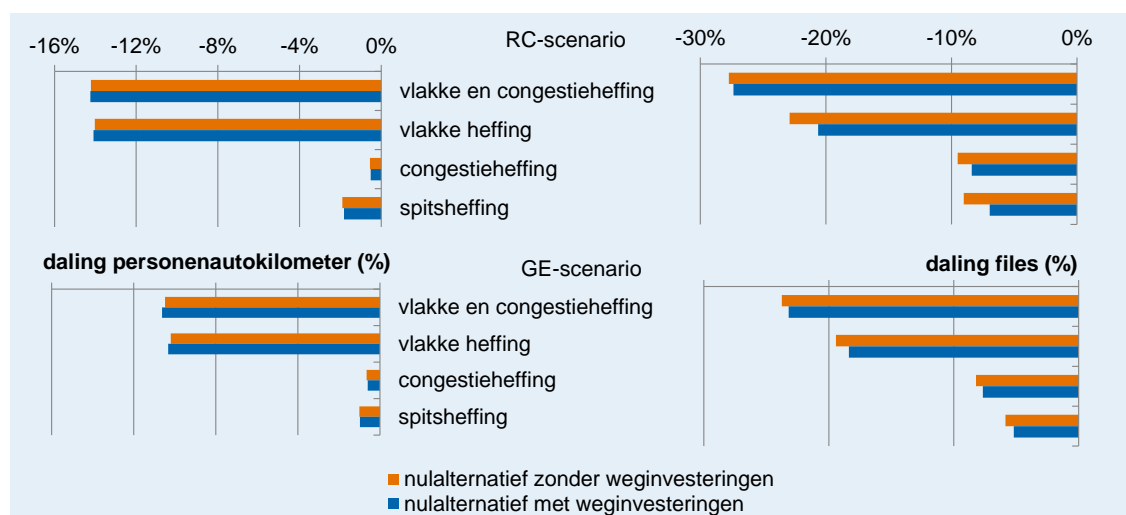
### 7.3 Naast prijsbeleid ook investeren in wegen

In de praktijk is het ook mogelijk dat naast het invoeren van prijsbeleid nieuwe wegen worden aangelegd en dat bestaande wegen worden uitgebreid. In deze gevoeligheidsanalyse wordt verondersteld dat in nul- en projectalternatief geïnvesteerd wordt in wegen.<sup>27</sup>

De wegwitbreidingen in de periode 2020-2030 leiden tot een afname van de files en tot een toename van het autogebruik. In het nulalternatief, de situatie zonder prijsbeleid, dalen de files in het jaar 2030 met 9% in RC, en 4% in GE ten opzichte van het nulalternatief zonder wegwitbreidingen. Het aantal personenautokilometers is 0,8 procent hoger.

In de alternatieven wordt naast de weginvesteringen ook prijsbeleid ingevoerd. De effecten op autogebruik (linkerfiguren) en congestie (rechterfiguren) ten opzichte van het nulalternatief zijn met rode balken in de volgende figuur weergegeven. De groene balken geven de effecten van de situatie weer waarin er na 2020 naast prijsbeleid niet geïnvesteerd is in wegen.

**Figuur 7.4** Ontwikkeling autogebruik en files van de projectalternatieven ten opzichte van het nulalternatieven in het jaar 2030 (in percentages).



<sup>27</sup> In de periode 2020-2030 worden de volgende projecten gerealiseerd: Ring Utrecht (fase 1 en 2), Nieuwe Westelijke Oeververbinding, Nieuwe verbinding A13/A16/A20 Rotterdam, A1/A6/A9 Schiphol-Amsterdam-Almere (deelproject 4), Knooppunt A28/A1Knooppunt Hoevelaken, A4 Haaglanden, A27 Houten-Hoopolder, A10 Amsterdam Zuidas (wegen), A1 Zone, Ring Utrecht noordelijke randweg, Knooppunt A9-A200, N201-N209 Heemstede, N50 Kampen, N206 Zoetermeer.

Het invoeren van prijsbeleid en het investeren in wegen leiden tot een lager rendement dan wanneer er alleen prijsbeleid ingevoerd wordt. Omdat de weginvesteringen al tot een daling van de files heeft geleid, is het effect op de files door prijsbeleid kleiner. Hierdoor zijn de reistijd- en betrouwbaarheidsbaten lager. De procentuele veranderingen ten aanzien van het aantal kilometers is in de situatie met of zonder weginvesteringen nagenoeg gelijk.

**Tabel 7.6** Overzicht rendement projectalternatieven 1 en 2 met weginvesteringen (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)

	Projectalternatief 1 Vlakke heffing en congestieheffing						Projectalternatief 2 Vaste heffing			
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario		GE-scenario	
	A	B+F	C+E	A	B+F	C+E	B	C	B	C
Techniek (a)										
<b>Kosten</b>										
<i>Totale kosten</i>	-11,4	-3,8	-6,7	-14,6	-4,7	-8,5	-2,5	-4,2	-3,3	-5,5
<b>Effecten</b>										
Reistijdbaten	4,7	~	~	15,8	~	~	3,6	~	12,2	~
Afstandsbaten	0,7	~	~	1,0	~	~	0,7	~	1,0	~
Betrouwbaarheid	1,2	~	~	3,9	~	~	0,9	~	3,1	~
Vraaguitval	-4,8	~	~	-4,4	~	~	-4,9	~	-4,3	~
Tijdadministratie	-0,8	~	~	-1,3	~	~	-0,8	~	-1,3	~
<b>Indirecte effecten</b>										
Accijnzen	-4,9	~	~	-5,5	~	~	-5,1	~	-5,5	~
Onderhoud en beheer	-7,1	~	~	-6,8	~	~	-7,5	~	-6,6	~
OV exploitatie	0,3	~	~	0,3	~	~	0,3	~	0,3	~
OV exploitatie	0,8	~	~	0,8	~	~	0,8	~	0,7	~
<b>Verkeersveiligheid</b>										
Verkeersveiligheid	3,0	~	~	4,5	~	~	3,2	~	4,5	~
Geluid	0,4	~	~	0,5	~	~	0,5	~	0,5	~
Emissies	1,2	~	~	1,6	~	~	1,3	~	1,6	~
<i>Totale effecten</i>	-5,3	-5,3	0,0	10,3	10,3	0,0	-7,0	-7,0	6,1	6,1
<b>Saldo</b>										
Saldo	-16,6	-9,0	-12,0	-4,3	5,5	1,7	-9,5	-11,3	2,8	0,6
<b>Oorspronkelijk saldo</b>										
Oorspronkelijk saldo	-14,8	-8,8	-11,9	-0,8	6,9	2,9	-8,9	-10,6	3,7	1,5

(a) A staat voor een kastje met GPS-functie, B staat voor een kilometerteller, C staat voor een eenvoudig kastje, D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.



**Tabel 7.7**    **Overzicht rendement projectalternatieven 3 en 4 met weginvesteringen (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	Projectalternatief 3 Congestie						Projectalternatief 4 Spitsheffing					
	RC-scenario			GE-scenario			RC-scenario			GE-scenario		
	D	E	F	D	E	F	D	E	F	D	E	F
Techniek (a)												
Kosten												
<i>Totale kosten</i>	-1,4	-2,6	-1,3	-1,7	-3,1	-1,5	-1,8	-2,8	-1,6	-1,9	-3,2	-1,6
Effecten												
Reistijd-, afstand- en betrouwbaarheidsbaten	3,0	~	~	7,3	~	~	1,9	~	~	4,4	~	~
Vraaguitval	0,0	~	~	0,0	~	~	-0,2	~	~	-0,1	~	~
Tijdadministratie	-0,8	~	~	-1,3	~	~	-0,8	~	~	-1,3	~	~
Indirecte effecten	0,1	~	~	0,3	~	~	-0,3	~	~	0,0	~	~
Accijnzen	-0,2	~	~	-0,3	~	~	-1,0	~	~	-0,6	~	~
Onderhoud, beheer en OV	0,0	~	~	0,0	~	~	0,2	~	~	0,1	~	~
Extern	0,1	~	~	0,1	~	~	0,3	~	~	0,2	~	~
<i>Totale effecten</i>	2,1	2,1	2,1	6,0	6,0	6,0	0,2	0,2	0,2	2,7	2,7	2,7
Saldo	0,7	-0,4	0,8	4,4	2,9	4,6	-1,7	-2,6	-1,4	0,8	-0,5	1,1
Oorspronkelijk saldo	0,9	-0,4	1,0	4,5	2,9	4,7	-1,1	-2,2	-0,8	1,5	0,0	1,8

(a) D staat voor de ANPR-techniek, E staat voor de DSRC-techniek, F staat voor de SmartVignet-techniek.

## 7.4 Externe effecten

In de zogenoemde 'basisvarianten' is voor de waardering van vermeden CO<sub>2</sub>-emissies uitgegaan van een schaduwprijs op basis van preventiekosten van 25 euro/ton (prijspeil 2011) stijgend met 0,85 maal de economische groei in het betreffende scenario (Wever en Rosenberg, 2012). De recent verschenen studie van VU/CE over kengetallen van externe effecten voor het wegverkeer raamt de preventiekosten van het terugdringen van de uitstoot van CO<sub>2</sub> bij een beleidsinspanning die gericht is op het halen van de zogenaamde 2-gradendoelstelling. De middenwaarde van de hiermee gepaard gaande preventiekosten per ton CO<sub>2</sub> bedragen 78 euro/ton (prijspeil 2010). De consequenties van deze beleidsdoelstelling zijn echter vergaand en daarmee niet meer *consistent* met de scenario's (RC en GE) waarmee in deze MKBA is gerekend.<sup>28</sup> Om die reden is voor de 'basisvarianten' teruggefallen op de daarvoor meest recente waardering uit het Rigo-rapport van 2012.<sup>29</sup> In deze gevoeligheidsanalyse zijn de klimaatopbrengsten berekend met een schaduwprijs van 78 euro/ton CO<sub>2</sub>. De CO<sub>2</sub>-baten worden hiermee ruwweg drie maal zo hoog. In de tabellen hieronder is een overzicht gegeven van het effect op de MKBA-saldi van de projectalternatieven van een hogere waardering van CO<sub>2</sub>.

<sup>28</sup> Dit beleid zou ook substantiële effecten teweeg brengen op het aantal voertuigkilometers en de congestie, de samenstelling van het wagenpark en daarmee de emissies en accijnzen. Met deze effecten is geen rekening gehouden.

<sup>29</sup> Deze waarde ligt boven de 'onderwaarde' uit het VU/CE-rapport van 2014 van 10 euro/ton CO<sub>2</sub>.

**Tabel 7.8 Effect hogere waardering CO<sub>2</sub> op MKBA-saldo projectalternatieven (in mld euro NCW) in RC**

	Saldo basisvariant	Additionele waardering CO <sub>2</sub>	MKBA-saldo
Vlakke+congestieheffing	-8,8	1,6	-7,2
Vlakke heffing	-8,9	1,6	-7,3
Congestie	0,9	0,1	1,1
Spits	-1,1	0,5	-0,6

**Tabel 7.9 Effect hogere waardering CO<sub>2</sub> op MKBA-saldo projectalternatieven (in mld euro NCW) in GE**

	Saldo basisvariant	Additionele waardering CO <sub>2</sub>	MKBA-saldo
Vlakke+congestieheffing	6,9	1,9	8,9
Vlakke heffing	3,7	1,9	5,6
Congestie	4,5	0,3	4,8
Spits	1,5	0,4	1,9

De MKBA-saldi van de alternatieven vlakke+congestieheffing en de vlakke heffing stijgen substantieel met circa 1,6 tot 1,9 mld euro NCW (RC en GE). Het beeld van de MKBA wijzigt echter niet hierdoor. Bij de congestie- en spitsheffing zijn de effecten zeer beperkt, hetgeen spoort met het feit dat bij deze varianten nauwelijks minder wordt gereden.

## 7.5 Effecten afschaffen autobelastingen

In de basisvarianten is verondersteld dat de heffing zo is vormgegeven dat er geen effect is op het autobezit. Deze gevoeligheidsanalyse toetst deze aanname en tegelijkertijd wordt een inschatting gemaakt van de effecten als de huidige belastingen op het bezit en gebruik van auto's veranderen.

Deze analyse is gedaan voor de vlakke heffing van 7 eurocent per kilometer, waarbij het tarief gedifferentieerd is naar milieukeurmerken.<sup>30</sup>

De effecten van een kilometerprijs van 7 eurocent op het autobezit in Nederland zijn onderzocht met het autobezitsmodel Dynamo, versie 2.2 (MuConsult 2010). Dit model is ontwikkeld in opdracht van het PBL en Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (WVL). Dynamo modelleert het autobezit in Nederland en de effecten daarop van sociaaleconomische factoren en van beleidsmaatregelen.

In deze gevoeligheidsanalyse zijn twee veranderingen van de vaste belastingen doorberekend. Een variant waarin alleen de motorrijtuigenbelasting (mrb) wordt afgeschaft en een variant waarin naast de mrb ook de aanschafbelasting op voertuigen (bpm) wordt afgeschaft. Tabel 7.10 geeft de uitkomsten uit Dynamo weer. In de tabel

<sup>30</sup> Omdat autobelastingen (met name bpm) de afgelopen jaren meer en meer afhankelijk zijn van milieukeurmerken van auto's, is in deze gevoeligheidsanalyse het tarief ook daarvan afhankelijk gemaakt. De tarieven zijn gebaseerd op het Wetsvoorstel kilometerprijs (november 2009 aan de Tweede Kamer aangeboden), ook gebruikt in Hoen et al. (2010).

staan tevens de autobezitscijfers en autokosten zoals die gelden in de basisvariant zonder wijziging in autobezit.

De analyses met Dynamo laten zien dat de invoering van een kilometerheffing waarbij alleen de mrb wordt afgebouwd, leidt tot een lichte afname van het wagenpark (circa 3%). De daling in vaste autokosten door de mrb-afbouw weegt in deze variant niet op tegen de extra kilometerkosten als gevolg van de heffing. In de variant waarbij naast de mrb ook de bpm volledig wordt afgebouwd, werkt de daling in vaste autokosten sterker door, waardoor het wagenpark per saldo licht toeneemt in zowel RC als in GE, met respectievelijk circa 5% en circa 4% in 2040.

Uit de analyses komt verder naar voren dat de aanschaf van zwaardere autotypes in beide varianten aantrekkelijker wordt door de afbouw van de autobelastingen. De verzwaring van het park leidt echter niet tot een hoger verbruik, omdat er binnen de gewichtsklassen een verschuiving optreedt naar zuinigere autotypes. Dit is het gevolg van de CO<sub>2</sub>-afhankelijke kilometertarieven in de kilometerprijs. De effecten van de kilometerprijs op de samenstelling van het autopark zijn daarmee nauwelijks van invloed op de kosten van autogebruik (zie index brandstofkosten per km).

Zoals gezegd wordt er in de basisvariant verondersteld dat de vlakke kilometerheffing zo wordt vormgegeven dat er geen effect optreedt in het autobezit. Op basis van de Dynamo-analyses kan gesteld worden dat dit correspondeert met een belastingsysteem waarin de mrb en een deel van de bpm wordt gevariabiliseerd.

**Tabel 7.10 Verandering autobezit en autokosten bij een afschaffing van de mrb (en bpm) in het zichtjaar 2040**

	Referentie	Heffing + mrb afgeschaft	Heffing + mrb en bpm afgeschaft
		Afwijking <sup>1</sup>	Afwijking(a)
<b>RC</b>			
Omvang wagenpark (mln):	8,3	-3,3%	4,6%
Index vaste kosten (2004=100)	79,0	-9,0%	-21,3%
Index brandstofkosten per km (2004=100)	92,4	0,0%	0,7%
<b>GE</b>			
Omvang wagenpark (mln):	11,9	-3,4%	3,8%
Index vaste kosten (2004=100)	82,9	-8,7%	-21,2%
Index brandstofkosten per km (2004=100)	94,7	0,5%	1,2%

(a) Procentuele verschillen ten opzichte van de situatie bij variant vlakke kilometerheffing van 7ct/km.

Om een beeld te geven van de effecten van de veranderingen in autobezit en autokosten op de MKBA-uitkomsten, zijn de twee geanalyseerde varianten van belastingwijzigingen verder doorgerekend met het LMS.

Bij een afschaffing van de bpm en de mrb komen er als gevolg van de toename in het autobezit meer auto's op de weg die kunnen profiteren van de reistijdwinst door de heffing, maar dat weegt niet op tegen de reistijdverliezen als gevolg van het feit dat het drukker wordt op de wegen. Met name op de wegen waar het al relatief druk is, leidt een toename van verkeer tot substantieel hogere reistijden voor alle weggebruikers. Hierdoor vallen de reistijdbaten lager uit dan de reistijdbaten in het geval van een vlakke heffing zonder een toename in het autobezit. In de variant waarin enkel de mrb wordt afgeschaft is dat precies andersom.

De variant waarbij alleen de mrb wordt afgeschaft, verbetert het MKBA-saldo, al blijft het in het RC-scenario nog altijd wel negatief. De variant waarbij tevens de bpm wordt afgeschaft verslechtert het MKBA-saldo. In GE klapt zelfs het teken om in het geval van het eenvoudige kastje en wordt het MKBA-saldo negatief (-1,2 mld).

Deze analyse geeft aan dat het met een combinatie van een verlaging dan wel afschaffing van de mrb en een verlaging van de bpm het mogelijk zou zijn om geen effecten op het autobezit te bewerkstelligen, wat de aanname is bij de ramingen van de basisvarianten.

**Tabel 7.11 Gevoeligheidsanalyse vlakke heffing 7 cent/km afschaffen mrb en mrb en bpm RC-scenario (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	7 ct/km		7 ct/ km + mrb volledig		7 ct/ km + mrb volledig+ bpm volledig	
	RC-scenario		RC-scenario		RC-scenario	
Techniek (a)	B	C	B	C	B	C
<b>Kosten</b>						
<i>Totale kosten</i>	-2,5	-4,2	-2,4	-4,1	-2,6	-4,3
<b>Effecten</b>						
Reistijdbaten	4,0	~	4,7	~	3,3	~
Afstandsbaten	0,7	~	0,7	~	0,2	~
Betrouwbaarheid	1,0	~	1,2	~	0,8	~
Vraaguitval	-4,9	~	-5,3	~	-4,5	~
Tijdadministratie	-0,8	~	-0,8	~	-0,8	~
Indirecte effecten	-5,1	~	-4,5	~	-4,9	~
Accijnzen	-7,4	~	-8,0	~	-6,8	~
Onderhoud en beheer	0,3	~	0,4	~	0,3	~
OV exploitatie	0,8	~	0,9	~	0,5	~
Verkeersveiligheid	3,2	~	3,6	~	2,8	~
Geluid	0,5	~	0,5	~	0,4	~
Emissies	1,3	~	1,4	~	1,2	~
<i>Totale effecten</i>	-6,3	-6,3	-5,2	-5,2	-7,4	-7,4
Saldo	-8,9	-10,6	-7,6	-9,3	-10,0	-11,8

(a) B staat voor een kilometerteller, C staat voor een eenvoudig kastje.

**Tabel 7.12 Gevoeligheidsanalyse vlakke heffing 7 cent/km afschaffen mrb en mrb en bpm GE-scenario (mld euro, NCW 2014, prijspeil 2012)**

	7 ct/km		7 cnt/ km + mrb volledig		7 cnt/ km + mrb volledig+ bpm volledig	
	GE-scenario		GE-scenario		GE-scenario	
Techniek (a)	B	C	B	C	B	C
<b>Kosten</b>						
Totale kosten	-3,3	-5,5	-3,2	-5,3	-3,4	-5,6
<b>Effecten</b>						
Reistijdbaten	12,7	~	14,4	~	11,2	~
Afstandsbaten	1,0	~	0,3	~	-0,6	~
Betrouwbaarheid	3,2	~	3,6	~	2,8	~
Vraaguitval	-4,2	~	-4,6	~	-3,9	~
Tijdadministratie	-1,3	~	-1,3	~	-1,3	~
Indirecte effecten	-5,4	~	-4,8	~	-5,5	~
Accijnzen	-6,5	~	-7,1	~	-6,1	~
Onderhoud en beheer	0,3	~	0,3	~	0,2	~
OV exploitatie	0,7	~	0,9	~	0,4	~
Verkeersveiligheid	4,5	~	5,2	~	3,9	~
Geluid	0,4	~	0,5	~	0,4	~
Emissies	1,6	~	1,7	~	1,5	~
Totale effecten	7,0	7,0	9,2	9,2	3,1	3,1
Saldo	3,7	1,5	6,0	3,9	-0,2	-2,5

(a) B staat voor een kilometer teller, C staat voor een eenvoudig kastje.

## 7.6 Overzicht gevoeligheidsanalyses

In onderstaande tabellen is een overzicht weergegeven van alle uitgevoerde gevoeligheidsanalyses en het effect daarvan op het saldo van baten en kosten van de onderzochte projectalternatieven. In de eerste kolom zijn de MKBA-saldi weergegeven van de zogenoemde 'basisvarianten', in de kolommen daarna is *het effect* weergegeven van de gevoeligheidsanalyse op de MKBA-uitkomst. De tabel bevat dus *niet* de MKBA-saldi van de verschillende gevoeligheidsvarianten (het saldo plus het verschil geeft het MKBA-saldo van de individuele varianten).

**Tabel 7.13 Verschil in MKBA-saldo tussen basisvariant en gevoeligheidsanalyse (mld euro NCW) in RC**

Project	Saldo	Verschil ten opzichte van 'basisvariant'							
		Vlakke heffing 3ct	Vlakke heffing 11ct	Congestie-heffing gedifferentieerd	10 jaar uitstel	Extra wegen 2020-2030	Waard. CO <sub>2</sub> 78 euro/ton	Afschaf mrb	Afschaf mrb/bpm
Vlakke heffing en congestieheffing	-8,8				3,9	-0,3	1,6		
Vlakke heffing (kilometerteller)	-8,9	5,2	-7,7		3,8	-0,7	1,6	1,2	-1,2
Congestie	0,9			0,5	-0,4	-0,2	0,1		
Spits	-1,1				0,4	-0,6	0,5		

**Tabel 7.14 Verschil in MKBA-saldo tussen basisvariant en gevoeligheidsanalyse (mld euro NCW) in GE**

Project	Saldo	Verschil ten opzichte van 'basisvariant'							
		Vlakke heffing 3ct	Vlakke heffing 11ct	Congestie-heffing gedifferentieerd	10 jaar uitstel	Extra wegen 2020-2030	Waard. CO <sub>2</sub> 78 euro/ton	Afschaf mrb	Afschaf mrb/bpm
Vlakke heffing en congestieheffing	6,9				1,9	-1,4	1,9		
Vlakke heffing (kilometerteller)	3,7	1,2	-2,8		2,3	-0,9	1,9	2,3	-4,0
Congestie	4,5			2,1	-1,0	-0,2	0,3		
Spits	1,5				-0,3	-0,7	0,4		

### Hoogte vlak tarief

In RC is het MKBA-saldo bij een tarief van 3 ct/km gunstiger dan bij 7 ct/km, maar nog steeds negatief. Een heffing van 11 ct/km verslechtert het rendement. In GE is het rendement van een vlakke heffing van 7 ct/km hoger dan het rendement bij zowel 3 als 11 ct/km. Het tarief van 11 ct/km leidt dus in beide scenario's tot een lager rendement.

### Gedifferentieerde congestieheffing

Een gedifferentieerde congestieheffing, waarbij de hoogte van de heffing afhangt van de mate van congestie, heeft een hoger rendement (0,5-2 mld euro NCW hoger afhankelijk van het scenario) dan een congestieheffing die niet afhankelijk is van de mate van congestie.

### Uitstel

In beide scenario's levert tien jaar uitstellen van projectalternatief 1 en 2 een aanzienlijk beter rendement op, al blijft het rendement in RC negatief. Tien jaar uitstel van de congestieheffing verlaagt het rendement. Eenzelfde uitstel van de spitsheffing levert een beter rendement op in RC (al blijft het rendement negatief) en een marginaal lager rendement in GE.

### **Investeren in wegen tussen 2020 en 2030**

Het invoeren van prijsbeleid en het investeren in wegen leiden tot een lager rendement dan indien alleen prijsbeleid ingevoerd wordt. Omdat de weginvesteringen al tot een daling van de files heeft geleid, is het effect op de files door prijsbeleid kleiner. Hierdoor zijn de reistijd- en betrouwbaarheidsbaten lager. Voor alle alternatieven pakt het rendement (beduidend) lager uit.

### **Hogere waardering CO<sub>2</sub>**

De MKBA-saldi van de alternatieven vlakke heffing en de combinatie van de vlakke en congestieheffing stijgen substantieel. Er zijn nauwelijks effecten voor de congestievariant en de spitsheffing. Het teken van de MKBA-saldi wijzigt niet in deze gevoeligheidsanalyse.

### **Afschaffen motorrijtuigenbelasting (mrb) en mrb en bpm**

De variant waarbij alleen de mrb wordt afgeschaft, verbetert het MKBA-saldo, al blijft het in het RC-scenario nog altijd wel negatief. De variant waarbij tevens de bpm wordt afgeschaft verslechtert het MKBA-saldo. In GE klapt zelfs het teken om in het geval van het eenvoudige kastje en wordt het MKBA-saldo negatief (-1,2 mld).

Deze analyse geeft aan dat het met een combinatie van een verlaging dan wel afschaffing van de mrb en een verlaging van de bpm het mogelijk zou zijn om geen of beperkte effecten op het autobezit te bewerkstelligen, wat de aanname is bij de ramingen van de basisvarianten.

## Literatuurlijst

Abel Delft, 2014, White paper Smart vignet.

Centraal Planbureau, 2014, *Macro Economische Verkenningen 2015*, Centraal Planbureau, september 2014.

Centraal Planbureau, 2013, Analyse economische effecten Begrotingsafspraken 2014, Centraal Planbureau, 17 oktober 2013.

Bakker, P. en P. Zwaneveld, 2009, Het belang van openbaar vervoer. De maatschappelijke effecten op een rij, Centraal Planbureau en Kennisinstituut voor Mobiliteit.

Bergh, J. van de, en W. Botzen, Vrije Universiteit Amsterdam, 2012, Waardering van de Maatschappelijke Kosten van CO2-emissies.

Besseling, P., W. Groot en A. Verrips, 2004, Economische toets op de Nota Mobiliteit, CPB Document 65.

Besseling P., W. Groot en R. Lebouille, 2005, Economische analyse van verschillende vormen van prijsbeleid voor het wegverkeer, CPB Document 87.

Besseling, P., K. Geurs, H. Hilbers, R. Lebouille en M. Thissen, 2008, Effect van omzetting van de aanschafbelasting op personenauto's in een kilometerprijs, CPB Document 166, CPB en PBL, mei 2008.

Börjesson, M., J. Eliasson, M.B. Hugosson en K. Brundell-Freij, 2012, The Stockholm congestion charges - 5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt, *Transport Policy*, vol. 20: 1-12.

Bruyn, S.M. de, M.H. Korteland, A.Z. Markowska, M.D. Davidson, F.L. de Jong, M. Bles en M.N. Sevenster, 2010, Handboek Schaduwrijzen: Waardering en weging van emissies en milieueffecten, CE Delft.

Danilies, R., L. Rotaris, E. Marcucci en J. Massiani, 2012, A medium term evaluation of the ecopass road pricing scheme in Milan: Economic, environmental and transportation impacts, *Economics and policy of energy and the environment*, vol. 2: 49-83.

Elhorst, J.P., A. Heyma, C.C. Koopmans en J. Oosterhaven, 2004, *Indirecte Effecten Infrastructuurprojecten*, ministerie van Verkeer en Waterstaat en ministerie van Economische Zaken.



Kopp, P. en R. Prud'Homme, 2010, The Economics of urban tolls: Lessons from the Stockholm case, *International Journal of Transport Economics*, vol 37: 195-220.

Klein J., G. Geilenkirchen, J. Hulskotte, A. Hensema, N. Ligterink, P. Fortuin en H. Molnár-in 't veld, 2013, Methods for calculating the emissions of transport in the Netherlands, CBS, TNO, Rijkswaterstaat en Planbureau voor de Leefomgeving.

Harmsen, J., M. van Schijndel, W. Spit, K. Vervoort en R. Lebouille, 2007, Kosten-batenanalyse varianten Eerste Stap Anders Betalen voor Mobiliteit, Ecorys.

Hilbers, M., M. Thissen, P. van Coevering, N. Limtanakool en F. Vernooij, 2007, Beprijzen van het wegverkeer. De effecten op doorstroming, bereikbaarheid en de economie, NAI Uitgevers, Rotterdam/ Den Haag, Ruimtelijk Planbureau.

Hilbers, H., B. Zondag en P. Zwaneveld, 2012, Bereikbaarheid: uitwerking basispad en effecten van maatregelen, PBL-CPB Notitie, 6 juli 2012.

Hoen, A., S.F. Kieboom, G.P. Geilenkirchen en C.B. Hanschke, 2010, Verkeer en vervoer in de Referentieraming Energie en Emissies 2010-2020, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag.

Huizinga, F. en B. Smit, 2004, *Vier vergezichten op Nederland: productie arbeid en sectorstructuur in vier scenario's tot 2040*, CPB Bijzondere Publicatie 55.

Janssen, L.H.J.M., V.R. Okker en J. Schuur, 2006, Welvaart en Leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040, Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.

Kopp, P. en R. Prud'Homme, 2010, The economics of urban tolls: Lessons from the Stockholm Case, *International Journal of transport economics*, vol. 37(2): 195-220.

Kennisinstituut voor Mobiliteit, 2013a, De Maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden, ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Kennisinstituut voor Mobiliteit, 2013b, Mobiliteitsbalans 2013, ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Kennisinstituut voor Mobiliteit, 2014, Mobiliteitsbalans 2014, ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2013, MIRT projectenboek 2014.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en CPB, 2004, Directe Effecten Infrastructuurprojecten: Aanvulling op de Leidraad OEI.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007, Starten met de kilometerprijs. Overzicht van voorbereidend onderzoek bij het kabinetsbesluit over de kilometerprijs.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008a, Voortgangsrapportage 1 Anders Betalen voor Mobiliteit. Verslagperiode 1 december 2007-30 juni 2008, 16 oktober 2008.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008b, Implementatie Kilometerprijssysteem. Implementatieplan behorende bij partieel uitvoeringsbesluit kilometerprijs.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009a, Voortgangsrapportage 2 Anders Betalen voor Mobiliteit, Verslagperiode 1 juli 2008 - 31 december 2008, 31 maart 2009.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009b, Voortgangsrapportage 3 Anders Betalen voor Mobiliteit, Verslagperiode 1 januari 2009 - 30 juni 2009, 30 juni 2009.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009c, Voortgangsrapportage 4 Anders Betalen voor Mobiliteit, Verslagperiode 1 juli 2009 - 31 december 2009, 31 december 2009.

MuConsult, 2010, DYNAMO 2.2: Dynamic Automobile Market Model. Technische eindrapportage, MuConsult B.V., Amersfoort.

NRC, 25 januari 2011, Saldo OV-chipkaart gemakkelijk te manipuleren.

NS Jaarverslagen van 2010 en 2012.

PBL, 2011, Nederland in 2040: een land van regio's. Ruimtelijke Verkenning 2011, Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.

Riet, M. van 't, 2011, De linkbenadering voor het bepalen van het consumentensurplus in transportnetwerken, CPB Discussion Paper 199.

Rotaris, L., R. Danielis, E. Marcucci en J. Massiani, 2010, The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost- benefit analysis assessment, *Transportation Research Part A*, vol. 44: 359-75.

Rijksoverheid, 2010, Rapport brede heroverweging 3: Mobiliteit en water.

Thissen, M.J.P.M., P.P. van Coevering en H.D. Hilbers, 2006, *Wegen naar economische groei*, Rotterdam/Den Haag: NAI Uitgevers/ Ruimtelijk Planbureau.

TNO, CE, 2014, Brandstoffen voor het wegverkeer: kenmerken en perspectief.

Transport for London, 2007, Central London Congestion Charging Scheme: ex-post evaluation of the quantified impacts of the original scheme.

Transport for London, 2008, Central London Congestion Charging Scheme: Impacts monitoring, Sixth Annual Report.

Verdonk, M. en W. Wetzels, 2012, Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030, Planbureau voor de Leefomgeving.

Vermeulen, J.P.L., B.H. Boon, H.P. van Essen, L.C. den Boer, J.M.W. Dings, F.R. Bruinsma en M.J. Koetse, 2004, De prijs van een reis. De maatschappelijk kosten van het verkeer, CE Delft en Vrije Universiteit Amsterdam.

VU, CE, 2014, Externe infrastructuurkosten van verkeer.

Wever, E. en F. Rosenberg, 2012, *Omgevingskwaliteiten bij MIRT-projecten: Overzicht van methoden voor het meten en waarderen van welvaartseffecten in een MKBA*, RIGO Research en Advies BV.

Zondag, B., M. de Bok, P. Louter, P. van Eikeren en M. Pieters, 2007, Toepassen van TIGRIS XL binnen de studie "Nederland Later", Leiden, Significance.

Zwaneveld, P., H. Hilbers, W. Weijsschede- van der Straaten, B. Zondag, J. van Meerkerk en A. Verrips, 2012, Keuzes in kaart 2013-2017, Een analyse van tien verkiezingsprogramma's op bereikbaarheidseffecten, CPB/PBL Achtergronddocument.

## Bijlage A Kostenraming

### A.1 Werkwijze kostenramingen op basis van bronnen Brede Heroverweging en gesprekken met deskundigen

De vertaling van de voorhanden kostenramingen naar de projectalternatieven geschiedt met de volgende tussenstappen:

#### **Kosten per voertuig**

Deze manier van berekenen is toegepast in projectalternatief 1 (combinatie van vlakke en congestieheffing) en 2 (vlakke heffing). De kostenramingen van de technische systemen van een vlakke heffing zijn vertaald naar 'kosten per voertuig'. Bij de vertaling van de kosten naar het projectalternatief is een lineair toe- of afname aangenomen bij meer of minder voertuigen.

#### **Kosten naar belaste wegkilometer en belaste voertuigkilometers**

De ramingen van de *investeringskosten* van projectalternatief 3 (congestieheffing) en 4 (spitsheffing op het hoofdwegennet in het midden van Nederland) zijn vertaald naar 'kosten per belaste wegkilometer'. Een belaste wegkilometer is een kilometer weg, die kan bestaan uit meerdere rijstroken in één richting, waarop heffing wordt geheven. De investeringskosten per belaste wegkilometer worden vermenigvuldigd met het aantal belaste wegkilometer in het projectalternatief. De investeringskosten nemen dus hier lineair toe met het aantal belaste wegkilometers.

De ramingen van de *exploitatiekosten* van de congestieheffing en spitsheffing worden vertaald naar 'kosten per belaste voertuigkilometer'. Een belaste voertuigkilometer is een door een voertuig gereden kilometer waarover heffing moet worden betaald. De exploitatiekosten per belaste voertuigkilometer worden vermenigvuldigd met het aantal belaste voertuigkilometers in het projectalternatief. Aangenomen is dat dit verband lineair is.

De kosten van techniek F, het smart vignet, zijn niet bepaald met deze methode, omdat deze techniek niet bekend was ten tijde van de Brede Heroverweging.

## A.2 Kostenraming per alternatief

### A.2.1 Projectalternatief 1: Combinatie vlakke en congestieheffing

De kosten zijn geraamd van een kastje met GPS-functie dat in de auto wordt gemonteerd (techniek A), een combinatie van de kilometerteller en de ANPR-techniek (B+D) en van een combinatie van een 'eenvoudig kastje' en de DSRC-techniek (C+E). Er worden geen synergie-effecten verondersteld bij het combineren van twee technieken.

#### Bronnen

De kostenramingen voor Techniek A dateren uit 2009 en 2010.<sup>31</sup> Deze kostenramingen hebben betrekking op een kilometerheffing die zou gelden voor alle Nederlandse personen- en vrachtvoertuigen en buitenlandse vrachtvoertuigen. De investeringskosten bedragen 4,0 mld euro. De jaarlijkse exploitatiekosten 1,1 mld euro<sup>32</sup>, inclusief vervangingskosten van de kastjes<sup>33,34</sup> (4<sup>e</sup> voortgangsrapportage Anders Betalen voor Mobiliteit, 2009).

Informatie over de kosten van de combinatie van twee technieken in één projectalternatief is schaars. Voor de kostenraming van een combinatie van de kilometerteller en de ANPR-techniek (B+D) en van een combinatie van een 'eenvoudig kastje' en de DSRC-techniek (C+E) is gebruik gemaakt van het Brede Heroverwegingsrapport uit 2010 en gesprekken met deskundigen.

In de rapporten is geen kostenraming van de congestieheffing met ANPR-techniek opgenomen, maar wel van de congestieheffing met DSRC-techniek (Rijksoverheid, 2010, gebaseerd op Harmsen et al. (2007)). De verwachting is dat de ANPR-techniek goedkoper is. Zo is de ANPR-techniek makkelijker te implementeren omdat er geen tags in auto's geplaatst hoeven te worden. En bij de DSRC-techniek zijn ook ANPR-camera's nodig voor de controle en handhaving. Op basis van gesprekken met deskundigen wordt ervan uitgegaan dat de ANPR-techniek 60% goedkoper is dan de DSRC-techniek.

De investeringskosten zijn gelijkmatig verdeeld over vier jaar voorafgaand aan het invoeringsjaar van het projectalternatief. In GE zijn, door een toename van het aantal belaste voertuigkilometers, additionele investeringskosten opgenomen in de tijd.

---

<sup>31</sup> Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009; Rijksoverheid, 2010, Brede Heroverweging 3: Mobiliteit en Water.

<sup>32</sup> Prijspeil 2012.

<sup>33</sup> De geschatte levensduur van een kastje bedraagt 7 jaar. De vervangingskosten bedragen 400 mln euro per jaar (ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008). De vervangingskosten per kastje met GPS-functie bedragen 319 euro. De vervangingskosten van een eenvoudig kastje zijn geschat op 150 euro.

<sup>34</sup> In de kostenramingen die zijn opgesteld ten tijde van ABvM zijn vervangingskosten vaak niet meegenomen. Deze kosten waren voor rekening van de burgers en hadden daarom geen invloed op de overheidsuitgaven. In een MKBA worden deze kosten wel meegenomen.

**Tabel A.1 Kosten vlakke en congestieheffing**

	A	B+D	C+E
	Kastje met GPS-functie	Km teller+ANPR	Eenvoudig kastje+ DSRC
Investeringskosten (mld euro) (a)	4,0	0,6	2,4
Exploitatiekosten (mld euro per jaar) (b)	1,1	0,4	0,6
<b>Kostenopbouw</b>			
Investeringskosten per voertuig (euro) (c)	457	19	163
Investeringskosten per belaste wegkilometer (mln euro) (d)		0,2	0,4
Exploitatiekosten per voertuig (euro per jaar)	114	26	38
Exploitatiekosten per belaste voertuigkilometer (euro per jaar)		0,03	0,06
(a) De investeringskosten van techniek B + D bestaan uit 0,2 mld euro kosten van de kilometerteller en 0,4 mld euro voor de ANPR-techniek. De investeringskosten van techniek C + E bestaan uit 1,4 mld euro voor het eenvoudige kastje en 0,9 mld euro voor de DSRC-techniek.			
(b) De exploitatiekosten van techniek B+D bestaan uit 0,2 mld euro kosten per jaar van de kilometerteller en 0,1 mld euro per jaar van de ANPR-techniek. De exploitatiekosten van techniek C+E bestaan uit 0,3 mld euro jaarlijkse kosten voor het eenvoudig kastje en 0,3 mld euro jaarlijkse kosten van de DSRC-techniek.			
(c) Het aantal personenauto's, bestelbussen en vrachtwagens bedraagt 8,8 mln in 2012 (CBS Statline).			
(d) In 2012 is het geraamde aantal belaste wegkilometers 2,4 duizend en het aantal belaste voertuigkilometers 4,6 mld.			
Bronnen:			
Techniek A: Voortgangsrapportage 4 Anders Betalen voor Mobiliteit (ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009c);			
Techniek B: informatie van deskundigen;			
Techniek C: Brede Heroverweging 3: Mobiliteit en Water (Rijksoverheid, 2010) en informatie van deskundigen; Techniek E: Brede Heroverweging 3: Mobiliteit en Water (Rijksoverheid, 2010).			

### Vertaling naar projectalternatief

Onderstaande tabel geeft het overzicht van de kosten van projectalternatief 1 voor verschillende technieken en scenario's. In 2020 rijden in GE meer voertuigen dan in RC. Ook is het in GE drukker op de weg, waardoor er op meer plekken congestieheffing geheven wordt. Beide effecten leiden tot hogere kosten in GE dan in RC.

**Tabel A.2 Overzicht kosten van projectalternatief 1 (combinatie vlakke en congestieheffing)**

	RC-scenario			GE-scenario		
Aantal voertuigen in 2020 (mln) (a)	7,9			9,6		
Aantal belaste wegkilometers 2020 (dzd)	0,8			1,7		
Aantal belaste voertuigkilometers in 2020 (mld) (b)	1,4			3,0		
	Techniek			Techniek		
	A	B+D	C+E	A	B+D	C+E
Investeringskosten (mld euro)	3,6	0,3	1,6	4,4	0,5	2,2
Exploitatiekosten (mld euro per jaar)	0,9	0,3	0,4	1,1	0,3	0,6
(a) Het aantal voertuigen groeit in de periode 2020-2040 en wordt na 2040 constant verondersteld. In RC is het aantal personenauto's in 2030 8,2 mld en in 2040 8,3 mld. In GE is dit hoger met 10,8 mld in 2030 en 11,9 mld in 2040.						
(b) De exploitatiekosten zijn deels afhankelijk van het aantal belaste voertuigkilometers. In RC zijn deze in 2030 gelijk aan 1,6 mld en in 2040 1,5 mld. In GE zijn deze respectievelijk 4,0 mld in 2030 en 4,8 mld in 2040.						

De kosten van projectalternatief 1 laten een grote bandbreedte zien voor de verschillende technieken. Daarnaast bestaat er een aanzienlijke bandbreedte rond de weergegeven bedragen.

### A.2.2 Projectalternatief 2: Vlakke heffing

Omdat voor de technieken die in dit projectalternatief zijn gebruikt geen informatie voorhanden was in de studie van Abel Delft, is hier uitgegaan van informatie van deskundigen. Deze methode is beschreven in hoofdstuk 4.

### A.2.3 Projectalternatief 3: Congestieheffing

De congestieheffing kan door drie verschillende technieken vorm krijgen. De kosten van de techniek die gebruik maakt van kentekenplaatherkenning met ANPR-camera's (techniek D) en van de techniek die bestaat uit het plaatsen van een tag in de auto die contact maakt met portalen langs de kant van de weg (techniek E) zijn geraamd op basis van de kostenramingen uit de Brede Heroverweging.

### Bronnen

De Brede Heroverweging 3: Mobiliteit en Water (Rijksoverheid, 2010) bevat een kostenraming van de DSRC-techniek. Deze raming is gebaseerd op Harmsen et al. (2007). De investeringskosten worden daarin geschat op 941 mln euro.<sup>35</sup> De exploitatiekosten zijn 282 mln euro per jaar. Hiervan vormen de vervangingskosten van de portalen en tags (157 mln euro) de belangrijkste kostenpost. De investeringskosten van ANPR bedragen in analogie op de aanname dat deze 60% goedkoper is dan de DSRC-techniek 0,4 mld euro; de exploitatiekosten bedragen dan 0,1 mld euro per jaar.<sup>36</sup>

**Tabel A.3**    **Overzicht kosten congestieheffing**

	Techniek D	Techniek E
	ANPR	DSRC
Investeringskosten (mld euro)	0,4	0,9
Exploitatiekosten (mld euro per jaar)	0,1	0,3
<b>Kostenopbouw (a)</b>		
Investeringskosten per belaste wegkilometer (mln euro)	0,2	0,4
Exploitatiekosten per belaste voertuigkilometer (euro per jaar)	0,03	0,06

(a) Met het LMS is berekend dat in 2020 3,7% van het totaal aantal gereden voertuigkilometers 'belaste voertuigkilometer' zijn. Het aantal belaste voertuigkilometers in 2012 is geraamd op 4,6 mld. Het aantal belaste wegkilometer in 2012 is geraamd op 2,4 duizend kilometer.

De investeringskosten zijn gelijkmatig verdeeld over vier jaar voorafgaand aan het invoeringsjaar van het projectalternatief. In GE zijn, door een toename van het aantal belaste voertuigkilometers, additionele investeringskosten opgenomen in de tijd.

<sup>35</sup> Alle prijzen zijn gegeven in prijspeil 2012.

<sup>36</sup> De vervangingskosten van de portalen van de ANPR-techniek zijn gelijk verondersteld aan de kosten van de portalen van de DSRC-techniek. Deze bedragen 94 mln euro per jaar, prijspeil 2012 (Rijksoverheid, 2010, voetnoot 26).

**Tabel A.4 Kostenraming projectalternatief 3 (Congestieheffing)**

	RC-scenario		GE-scenario	
	D	E	D	E
Belaste wegkilometers (dzd)	1,2		2,2	
Belastbare voertuigkilometers (mld, 2020) <sup>37</sup>	2,1		4,0	
	Techniek		Techniek	
	D	E	D	E
Investeringskosten (mld euro)	0,2	0,5	0,3	0,8
Exploitatiekosten (mld euro per jaar)	0,1	0,1	0,1	0,2

De eerdere opmerkingen over de bandbreedte van de kosten bij de voorgaande projectalternatieven gelden ook voor dit alternatief.

#### A.2.4 Projectalternatief 4: Spitsheffing

De technieken en de bronnen van de kostenraming van de spitsheffing zijn gelijk aan die van de congestieheffing.

**Tabel A.5 Overzicht kostenraming projectalternatief 4 (Spitsheffing)**

	RC-scenario		GE-scenario	
	D	E	D	E
Belaste wegkilometers (dzd)	3,2		3,2	
Belastbare voertuigkilometers (mld, 2020)(a)	8,3		9,7	
	Techniek		Techniek	
	D	E	D	E
Investeringskosten (mld euro)	0,5	1,2	0,5	1,2
Exploitatiekosten (mld euro per jaar)	0,3	0,5	0,3	0,6

(a) De exploitatiekosten zijn afhankelijk van het aantal belaste voertuigkilometers. In RC zijn deze in 2030 gelijk aan 2,3 mld. In GE bedragen deze 4,8 mld in 2030 en 5,7 mld in 2014. Na 2040 is in beide scenario's het aantal belaste voertuigkilometers constant verondersteld.

In beide scenario's zijn de investeringskosten gelijk. Het aantal belaste voertuigkilometer is hoger in GE dan in RC omdat in GE meer gereden wordt.

<sup>37</sup> De exploitatiekosten zijn afhankelijk van het aantal belaste voertuigkilometers. In RC zijn deze in 2030 gelijk aan 2,3 mld en in 2040 2,1 mld. In GE bedragen deze 4,8 mld in 2030 en 5,7 mld in 2040. Na 2040 is in beide scenario's het aantal belaste voertuigkilometers constant verondersteld.



### A.3 Samenvatting kostenramingen projectalternatieven

Onderstaande tabellen geven de kosten van de projectalternatieven in beide scenario's.

**Tabel A.6 Kostenramingen projectalternatieven voor RC-scenario (mld euro NCW)**

Technisch systeem	Vlakke en congestieheffing			Vlakke heffing		Congestieheffing		Spitsheffing	
	A	B+D	C+E	B	C	D	E	D	E
Investeringskosten	3,0	0,2	1,3	0,1	1,1	0,2	0,4	0,4	1,0
Exploitatiekosten	9,1	3,2	4,7	2,4	3,1	1,1	2,0	1,7	3,8
Totale NCW kosten	12,2	3,5	6,1	2,5	4,2	1,2	2,4	2,1	4,8

**Tabel A.7 Kostenramingen projectalternatieven voor GE-scenario (mld euro NCW)**

Technisch systeem	Vaste en congestieheffing			Vlakke heffing		Congestieheffing		Spitsheffing	
	A	B+D	C+E	B	C	D	E	D	E
Investeringskosten	3,6	0,4	1,9	0,2	1,4	0,3	0,7	0,4	1,0
Exploitatiekosten	12,0	4,2	6,4	3,1	4,1	1,3	2,8	1,9	4,3
Totale NCW kosten	15,6	4,6	8,3	3,3	5,5	1,6	3,4	2,3	5,3

### A.4 Ervaringen uit het buitenland

In het buitenland hebben diverse steden een cordonheffing of een verblijfsheffing. Londen en Milaan hebben bijvoorbeeld een verblijfsheffing; voertuigen in het centrum van de stad moeten een heffing betalen. Stockholm, Gothenburg en Bergen hebben een cordonheffing: voertuigen die een grens rondom het centrum van de stad passeren moeten een heffing betalen. Hieronder worden de systemen van Londen, Stockholm en Milaan toegelicht, omdat over deze steden de meeste gegevens bekend zijn.

**Tabel A.8 Overzicht heffing in Londen, Stockholm, Milaan (prijspeil 2012)**

	Londen	Stockholm	Milaan
Naam van het systeem (a)	London congestion charge	Stockholm congestion tax	Ecopass, nu Area C
Jaar van invoering	2003	2006	2008
Techniek	e-ticketing	ANPR	ANPR
Type heffing	verblijfsheffing	cordonneffing	verblijfsheffing
Hoogte van de heffing bij introductie	8 euro	1 - 2 euro	2-11 euro
Hoogte van de heffing op dit moment	14 euro	1 - 2 euro	5 euro
Heffing afhankelijk van tijd?	nee	ja	nee
Heffing afhankelijk type auto?	ja	nee	ja
Aantal verkochte tickets per jaar (mln)(b)	25	82	1
Oppervlakte gebied (km <sup>2</sup> )	22	30	8
Aantal controlepunten(c)	n.b.	18	43
<b>Kosten(d)</b>			
Investeringskosten (mln euro)	324	233	n.b.(e)
Jaarlijkse exploitatiekosten (mln euro)	180	10	7
(a) De belangrijkste bronnen zijn: Voor Londen: Transport for London (2008), voor Stockholm: Kopp en Prud'homme (2010) en Börjesson et al.(2012) en voor Milaan: Rotaris et al. (2010) en Danielis et al. (2012).			
(b) Het aantal verkochte tickets in Londen is het gemiddelde over de jaren 2005 - 2007. In de periode 2006 tot 2011 zijn in Stockholm gemiddeld 82 miljoen tickets per jaar verkocht. In 2010 zijn er 1 miljoen tickets per jaar verkocht in Milaan.			
(c) Een controlepunt kan zowel in- als uitgaande voertuigen registreren. Het aantal controlepunten in Londen is niet bekend, wel is bekend dat er 197 ANPR-camera's in het gebied aanwezig zijn.			
(d) De exploitatiekosten en tolopbrengsten van Londen en van Stockholm hebben betrekking op 2006, en van Milaan op 2010.			
(e) Er zijn geen officiële cijfers bekend over de investeringskosten van Milaan.			

#### A.4.1 Londen

Sinds 2003 kent Londen een verblijfsheffing. Iedere auto die op een werkdag in het aangewezen het gebied aanwezig is tussen 7:00 en 18:00 uur moet een heffing betalen, enkele auto's zijn uitgesloten.<sup>38</sup> De hoogte van de heffing was bij de introductie van de heffing gelijk aan 5 pond, maar is nu gelijk aan 11,5 pond per dag.<sup>39</sup>

Het systeem is gebaseerd op e-ticketing en wordt gehandhaafd met 197 ANPR-camera's. Tot 90 dagen vooraf en op de dag zelf kunnen mensen hun auto laten registreren. Registratie een dag later kan ook, maar dan bedraagt de heffing 12 pond. Registratie kan via internet, de mobiele telefoon, of per post. Daarnaast is Auto Pay mogelijk: een automatisch betalingssysteem dat, na registratie van het voermiddel, automatisch het aantal dagen dat het voertuig in het heffingsgebied registreert. Maandelijks volgt een factuur.

Het doel van het systeem is vierledig: reduceren van de congestie, sterke verbetering van het openbaar vervoer, vergroten van de betrouwbaarheid van de reistijd en een efficiëntere verdeling van goederen en diensten. Daarnaast worden ook de daling van verkeersveiligheid, milieubaten genoemd (Dft, 2008, 6 annual rapport).

<sup>38</sup> Auto's met een CO<sub>2</sub>-uitstoot van 75 gram/km of minder vallen in de euroklassen 5, elektrische auto's en hybride auto's, voertuigen met 9 of meer zitplaatsen zijn uitgezonderd, inwoners van het gebied krijgen 90% korting.

<sup>39</sup> Indien de auto gebruikt maakt van Auto Pay dan is de heffing gelijk aan 10,5 pond per dag. Auto Pay is een automatisch betalingssysteem dat, na registratie van het vervoermiddel, per maand het aantal dagen bijhoudt dat het voertuig in het heffingsgebied is.

De oppervlakte van het gebied is gelijk aan 22 km<sup>2</sup>. In 2007 werd het gebied vergroot naar 40 km<sup>2</sup> ('Western extension'). Nadat bleek dat een meerderheid van de inwoners tegen deze uitbreiding was, werd dit eind 2010 weer teruggedraaid. Het aantal verkochte tickets in 2005 is gelijk aan 25 miljoen, in 2007 was dit gelijk aan 37,5 miljoen (Transport for London, 2008).

De investeringskosten bedroegen 196 mln pond (324 mln euro, prijspeil 2012). De jaarlijkse exploitatiekosten bedroegen in 2006 180 mln euro (Transport for London, 2007).

#### **A.4.2 Stockholm**

Sinds 2006 kent het centrum van Stockholm een cordonheffing. De heffing was de eerst zeven maanden een experiment, maar is sinds 2007 permanent. Het doel was het reduceren van de congestie. De heffing moet betaald worden op werkdagen en de hoogte is afhankelijk van het tijdstip.

Het systeem is gebaseerd op ANPR-camera's. Het gebied is 30 km<sup>2</sup> groot. Het aantal verkochte tickets per jaar bedraagt 82 miljoen (Börjesson et al., 2011). Dit is een factor 3 hoger dan London. Dit kan komen omdat in Stockholm de heffing voor beide richtingen geldt en omdat het gebied in Stockholm groter is.

De investeringskosten van Stockholm zijn lager dan die van London en bedragen 233 mln euro. De jaarlijkse exploitatiekosten bedragen aan 10 mln euro, hetgeen veel lager is dan in Londen (Kopp en Prud'homme, 2010).

#### **A.4.3 Milaan**

Van 2008 tot 2011 kende Milaan de Ecopass. De Ecopass is een verblijfsheffing voor elk voertuig op een werkdag tussen 7:30 -19:30 uur voor het centrum van Milaan. Het doel van de heffing was het verbeteren van de luchtkwaliteit in Milaan en niet zozeer het oplossen van de congestie. De hoogte van de heffing van de Ecopass was afhankelijk van de emissie-uitstoot van het voertuig (Rotaris et al., 2010). Sinds 2012 wordt de heffing Area C, genoemd en is het doel meer congestiegerelateerd. De hoogte van de heffing bedraagt 5 euro voor elk voertuig. Zuinige en schone auto's hoeven geen heffing te betalen. Het technische systeem van Area C is gelijk aan die van de Ecopass.

Het technische systeem is gebaseerd op ANPR-camera's. Officiële cijfers over de omvang van de investeringskosten zijn niet beschikbaar. De jaarlijkse exploitatiekosten zouden gelijk zijn aan 7 mln euro (Rotaris et al., 2012).

Technisch en politiek gezien was de Ecopass een succes. Er trad een daling op van zowel luchtvervuiling als congestie en het gebruik van openbaar vervoer is toegenomen. Doordat de samenstelling van het wagenpark sterk reageerde op de Ecopass nam het percentage betalende auto's af (van 22% in 2008 naar 15% in 2010), en nam de congestie

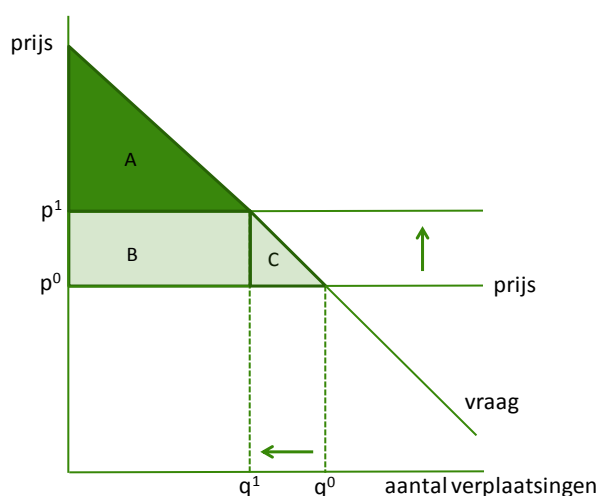
toe (Danielis et al., 2012). De Ecopass stopte op 30 september 2011. In november 2011 werd besloten tot de invoering van Area C.

## Bijlage B Berekening van de effecten

### B.1 Verandering van het consumentensurplus

Een goede benadering voor de directe effecten van weggebruikers is de verandering van het consumentensurplus (Eijgenraam et al., 2002). Het consumentensurplus is het verschil tussen het nut dat een weggebruiker ontleent aan zijn autorit en de kosten van het maken van deze rit. Door de introductie van een heffing per gereden kilometer stijgen de kosten van een autorit en daalt het consumentensurplus van de weggebruiker. Door deze kostenstijging zal een deel van de weggebruikers afzien van hun verplaatsing. Dit leidt tot een daling van de congestie, waardoor de reistijd afneemt. Dit leidt vervolgens weer tot een toename van het consumentensurplus van de overblijvers.

Figuur B.1 Verandering van het consumentensurplus



In figuur 1 leidt de heffing tot een stijging van de initiële 'gegeneraliseerde kosten' van een rit  $p^0$  naar  $p^1$ . De 'generaliseerde kosten' van een rit na invoering van de heffing wordt dus weergegeven met  $p^1$ . Het aantal verplaatsingen daalt van  $q^0$  naar  $q^1$ . Het consumentensurplus, dat gelijk is aan de oppervlakte onder de vraagcurve en boven de kostencurve, was gelijk aan oppervlakte  $A+B+C$ . Na de introductie van de heffing is het consumentensurplus gelijk aan oppervlakte  $A$ . De verandering in het consumentensurplus is dus gelijk aan oppervlakte  $B+C$ .

Deze verandering van het consumentensurplus ( $\Delta CS$ ) wordt berekend met de halveringsregel ('rule of half' in de Engelstalige wetenschappelijke literatuur):

$$\begin{aligned}\Delta CS &= \frac{1}{2}(q^0 + q^1)(p^0 - p^1) \\ \Delta CS &= q^1(p^0 - p^1) + \frac{1}{2}(q^0 - q^1)(p^0 - p^1) \\ \Delta CS &= q^1(\Delta p) + \frac{1}{2}(q^0 - q^1)(\Delta p)\end{aligned}\quad (1)$$

In bovenstaande formule is  $\Delta p$  gelijk aan de kosten in de oorspronkelijke situatie ( $p^0$ ) minus de kosten in de nieuwe situatie ( $p^1$ ).

In deze analyse wordt de halveringsregel toegepast op de totale kosten van een verplaatsing van een bepaald Herkomstgebied ('H') naar een bepaald Bestemmingsgebied ('B'). De totale kosten, ook wel generaliseerde reiskosten ( $p$ ) genoemd, bestaan uit drie componenten:

1. een reistijdcomponent ( $p_t$ ),
2. een afstandscomponent ( $p_a$ ),
3. een heffingscomponent ( $p_h$ ).

Dus:  $p = p_t + p_a + p_h$ .

In de afweging van de weggebruiker om een autorit te maken neemt deze de totale kosten van de rit mee. Vergelijking (1) kan dan ook herschreven worden als:

$$\begin{aligned}\Delta CS &= q^1(\Delta p_t + \Delta p_a + \Delta p_h) + \frac{1}{2}(q^0 - q^1)(\Delta p_t + \Delta p_a + \Delta p_h) \\ \Delta CS &= q^1\Delta p_t + q^1\Delta p_a + q^1\Delta p_h + \frac{1}{2}(q^0 - q^1)(\Delta p_t + \Delta p_a + \Delta p_h) \quad (2) \\ \Delta CS &= \left[ q^1\Delta p_t + \frac{1}{2}(q^0 - q^1)\Delta p_t \right] + \left[ q^1\Delta p_a + \frac{1}{2}(q^0 - q^1)\Delta p_a \right] + q^1\Delta p_h + \frac{1}{2}(q^0 - q^1)\Delta p_h \quad (3)\end{aligned}$$

In vergelijking (3) wordt de verandering in het consumentensurplus opgesplitst in vier effecten.

Deze vier effecten zijn in deze MKBA, en in vele andere, als afzonderlijke effecten terug te vinden. Deze effecten worden namelijk onderscheiden in de 'batentool' van het gebruikte verkeers- en vervoermodel LMS. Hiermee kan eenvoudig de directe effecten, oftewel het consumentensurplus worden berekend. Essentieel is dat alle onderdelen van vergelijking (3) meegenomen worden in de analyse; de opdeling in termen en de namen die aan de termen worden toegeedeeld, zijn slechts een hulpmiddel en soms enigszins arbitrair gekozen.

**Reistijdbaten:**  $q^1 \Delta p_t + \frac{1}{2}(q^0 - q^1) \Delta p_t$

De eerste term van vergelijking (3) geeft de waardering weer van de verandering van de reistijd. Hierbij is  $q$  gelijk aan het aantal verplaatsingen. De tijdwaardering ( $p_t$ ) is opgebouwd uit drie elementen: de reistijd van de verplaatsing, de reistijdwaardering en de gemiddelde bezettingsgraad van de auto. Immers, niet alleen de bestuurder, maar ook passagiers profiteren van de reistijd.

Het verkeer- en vervoersmodel berekent per verplaatsing het verschil in reistijd voor en na de introductie van de heffing, en drukt deze uit in aantal verliesuren per jaar. Om deze verliesuren te waarderen wordt deze vermenigvuldigd met de reistijdwaardering per uur. De reistijdwaardering varieert al naar gelang het motief van de reiziger (waarom reist hij of zij?) en de vervoerwijze (personenauto, vrachtauto, openbaar vervoer, etc.). De reistijdwaardering verschilt ook per inkomensklasse. De 'batentool' is echter op dit moment niet in staat hier rekening mee te houden.

In Besseling et al. (2005) en in Hilbers et al. (2007) is de verandering in reistijdverliesuren en reistijdwaardering door de introductie van een heffing wel uitgesplitst naar inkomen. Theoretisch is dit beter.<sup>40</sup> Uit Hilbers et al. (2007) blijkt echter dat, indien de reistijdwaardering al onderscheiden is naar motief en vervoerswijze, een additioneel onderscheid naar inkomen de omvang van de reistijdbaten niet noemenswaardig verandert bij de in die studie geanalyseerde vormen van prijsbeleid. Omdat wij in deze studie bij de berekening van de reistijdbaten onderscheid maken naar motief en vervoerwijze, verkrijgen we een goede inschatting van deze reistijdbaten.

Reistijdbaten zijn een welvaartseffect en zijn dan ook terug te vinden in de MKBA-overzichtstabel. In paragraaf 9.2.1 worden de gebruikte kengetallen van de reistijdwaardering toegelicht.

**Afstandsbaten:**  $q^1 \Delta p_a + \frac{1}{2}(q^0 - q^1) \Delta p_a$  :

De tweede term van vergelijking (3) geeft de waardering van de verandering in variabele kosten ( $p_a$ ) van een verplaatsing weer. De introductie van de heffing kan ook ertoe leiden dat de weggebruiker besluit om van route te veranderen, bijvoorbeeld door een kortere route te kiezen. Een andere routekeuze kan leiden tot een verandering in de kosten van een rit. Deze kosten zijn een verandering in de te betalen benzinekosten en overige variabele kosten per kilometer vanuit het oogpunt van de automobilist, zoals variabele onderhoudskosten van de auto. De sommatie van de verandering van de variabele kosten van alle verplaatsingen in de nieuwe situatie wordt ook wel 'afstandsbaten' genoemd.

---

<sup>40</sup> Indien de gedragsreacties op de introductie van een heffing van weggebruikers met een hoger en lager inkomen gelijk zijn, leidt het gebruik van de gemiddelde reistijdwaardering in plaats van een reistijdwaardering uitgesplitst naar inkomen niet tot andere uitkomsten. Zijn de gedragsreacties echter wel verschillend, dan leidt het gebruik van de gemiddelde reistijdwaardering tot andere - en dus vertekende - uitkomsten.

Afstandsbaten zijn een welvaartseffect, onder de voorwaarde dat de 'rule of half' berekend is op Herkomst en Bestemmingsrelaties<sup>41</sup>. Deze baat is dan ook terug te vinden in de MKBA. In paragraaf 9.2.1 van deze bijlage worden de gebruikte kengetallen van de afstandsbaten toegelicht.

#### **Opbrengst van de heffing $q^1 \Delta p_h$ ;**

De derde term van vergelijking (3) geeft de stijging van de kosten door de introductie van de heffing ( $\Delta p_h$ ) vermenigvuldigd met het aantal verplaatsingen ( $q^1$ ) weer. Dit effect wordt ook wel de 'opbrengst van de heffing' genoemd. De heffing is vormgegeven als een tarief per kilometer. De kosten van de heffing per verplaatsing zijn dan ook gelijk aan het tarief vermenigvuldigd met het aantal belaste kilometers.

De opbrengst is geen welvaarts- maar een verdelingseffect. Immers, de stijging van de kosten van een verplaatsing van de weggebruiker zijn tegelijkertijd inkomsten voor de overheid.

#### **Welvaartsverlies door vraaguitval: $(\frac{1}{2}(q^0 - q^1)\Delta p_h)$ :**

De laatste term van vergelijking (3) geeft het welvaartseffect weer als gevolg van de daling van de vraag naar verplaatsingen. Deze daling is een welvaartsverlies, immers, het is een tweede keuze van de automobilist. Dit welvaartseffect is berekend met de helft van de afname van het aantal verplaatsingen ( $q^0 - q^1$ ) vermenigvuldigd met de waarde van de stijging van de kosten ( $\Delta p_h$ ). In de projectalternatieven is de heffing een tarief per kilometer.

#### **B.1.1 Heffing, autobezit en terugsluis**

De heffing leidt in eerste instantie tot een kostenstijging voor weggebruikers. Hierdoor wordt het minder aantrekkelijk om de auto te gebruiken. Dit effect wordt gemodelleerd in het verkeer- en vervoersmodel. Deze daling van het autogebruik kan ook leiden tot een daling van het autobezit. In alle projectalternatieven is echter verondersteld dat het effect van de heffing op het autobezit nihil is.

Indien de totale opbrengst van de heffing beperkt is, dan is dit een plausibele aanname. In deze situatie is de hoogte van de heffing laag of dient slechts een klein deel van de weggebruikers een heffing te betalen. Als de totale opbrengst van de heffing fors is, gedacht moet worden aan enkele miljarden euro's aan inkomsten voor de overheid per jaar, dan wordt verondersteld dat de terugsluis van de opbrengst zodanig is dat het effect op het autobezit te verwaarlozen is.

Dat zoiets mogelijk is, blijkt uit de analyse die het CPB en PBL (Besseling et al., 2008) in 2008 hebben uitgevoerd in het kader van het destijds beoogde systeem voor beprijzen van het wegverkeer (Anders Betalen voor Mobiliteit, ABvM). Het systeem betrof een

---

<sup>41</sup> Afstandsbaten moeten niet worden meegenomen indien de 'rule of half' toegepast is op de link-benadering (CPB, 2010).

ingrijpende wijziging van het betalen van belastingen voor autogebruik, via motorrijtuigenbelasting (mrb), de aanschafbelasting op personenauto's (bpm) en een nieuw te introduceren prijs per gereden kilometer. Bij een geleidelijke invoering van het beoogde systeem concluderen de auteurs: *'Deze variant zal betrekkelijk geringe effecten hebben op de automarkt en de koopkracht'* (Besseling et al., 2008, p.9).<sup>42</sup> Ook in deze studie is in een gevoeligheidsanalyse met behulp van Dynamo (versie 2.2) naar voren gekomen dat het effect op autobezit verwaarloosbaar kan zijn wanneer de invoering van een kilometerheffing gepaard gaat met een (gedeeltelijke) afschaffing van de mrb en bpm.

## B.2 Toelichting berekening diverse effecten

### B.2.1 Reistijdwaardering, onbetrouwbaarheid en kosten per kilometer

Het verkeer- en vervoersmodel berekent de reistijdwinst en drukt deze uit in aantal uren per jaar. Deze reistijdwinsten worden vermenigvuldigd met de reistijdwaardering per uur. De reistijdwaardering varieert al naar gelang het motief van de reiziger en de vervoerwijze (personenauto, vrachtauto, OV).

In 2013 is het rapport 'De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden' (Kennisinstituut voor Mobiliteit, 2013a) gepubliceerd met nieuwe waarderingskengetallen voor veranderingen in gemiddelde reistijd. De kengetallen luiden in euro per persoon per uur voor het jaar 2010, prijspeil 2010. Deze kengetallen zijn omgezet naar prijspeil 2012.

De waarde van het kengetal stijgt in reële termen (dus gecorrigeerd voor inflatie) in de loop van de tijd. Deze stijging is gekoppeld aan de stijging van het inkomensniveau. Hierdoor is de waarde van een uur reistijdwinst in 2040 hoger dan in 2020. Omdat reizen vermoedelijk ook steeds comfortabeler wordt, wordt de reistijdwaardering opgehoogd met de *helft* van de reële loonvoet (Ministerie van Verkeer en Waterstaat en CPB, 2004). Onderstaande tabel geeft de ontwikkeling weer van de reële loonvoet<sup>43</sup> in RC en GE.

**Tabel B.1 Ontwikkeling reële loonvoet in de twee scenario's (% per jaar)**

	2002-2020	2021-2040
RC-scenario	1,6	2,0
GE-scenario	2,8	3,0

Bron: Huizinga en Smit (2004).

<sup>42</sup> Uiteraard kan de overheid ook andere keuzes maken, waarbij gestreefd kan worden naar een vermindering of vermeerdering van het autobezit. Dit kan dan ook aanzienlijk andere effecten hebben op de congestie en de welvaart dan in dit rapport gepresenteerd.

<sup>43</sup> De reële loonvoet is gelijk aan de gemiddelde stijging van de verdiende lonen per uur in de nationale economie, gecorrigeerd voor inflatie.



In RC groeit de reistijdwaardering met 0,8% per jaar in de periode 2002-2020. In de periode 2021-2040 bedraagt de stijging 1,0% per jaar. De reële loonvoet in GE is hoger, waarmee de stijging van de reistijdwaardering uitkomt op 1,4% per jaar (2002-2020) en 1,5% per jaar (2021-2040). Na 2040 is de stijging van de reistijdwaardering in beide scenario's gelijk aan die van 2040.

**Tabel B.2 Reistijdwaardering per vervoerswijze en motief, euro/uur, voor RC en GE in 2020 en 2040 (prijspeil 2012) (a)**

		RC-scenario		GE-scenario	
Motief		2020	2040	2020	2040
Personenauto	Woon-werk	10,55	12,89	11,74	15,86
	Zakelijk	29,94	36,57	33,31	45,00
	Overig	8,55	10,45	9,52	12,86
Vrachtauto	Gemiddeld	48,13	58,79	53,56	72,35

(a) De prijzen zijn gecorrigeerd met behulp van de consumenten prijsindex (CPI reeks) van het CPB (CPB, 2014).  
Bron: Kennisinstituut voor Mobiliteit, 2013a, bewerking CPB.

### Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de reistijd is de mate waarin de reistijd afwijkt van de vooraf door de reiziger verwachte reistijd. Dit betreft zowel de structurele, dagelijkse variaties als de incidentele kleine en grote verstoringen.

Als maat voor een verbetering van betrouwbaarheid wordt in deze analyse een opslag van 25% op de congestie gerelateerde reistijdbaten gebruikt (Besseling et al., 2004). Deze baten zijn als volgt berekend:

$$\Delta \text{ Betrouwbaarheid} = 25\% * \left[ q^1 \Delta p_t + \frac{1}{2} (q^0 - q^1) \Delta p_t \right] \quad (4)$$

### Afstandsbat

De afstandsbat worden berekend op basis van de brandstofkosten per kilometer en de overige variabele kosten per kilometer. Deze overige variabele kosten hebben onder andere betrekking op de onderhoudskosten. Voor 2004 (het basisjaar van het LMS) zijn de brandstofkosten (euro 2004) gelijk aan 8,9 eurocent per kilometer. De overige variabele kosten van het gebruik van personenauto bedragen 6,5 eurocent per kilometer. Deze kosten zijn berekend op basis van cijfers van de ANWB.

Voor GE en RC zijn de toekomstige brandstofkosten bepaald op basis van het autobezitsmodel Dynamo (versie 2.2). Veranderingen in gemiddelde brandstofkosten per kilometer zijn het gevolg van veranderingen in brandstofprijs, brandstofverbruik en van veranderingen in de samenstelling van de autoparkkilometers. De overige variabele kosten worden constant verondersteld (reëel gelijk aan het basisjaar). Voor het bepalen van de afstandsbat worden deze kosten per kilometer vermenigvuldigd met het verschil in aantal kilometers (*berekend met de rule of half*) als gevolg van een andere routekeuze.

## B.2.2 Welvaartsverlies door administratie

Prijsbeleid leidt tot meer administratie en dus ook tijd van automobilisten. De automobilist is bijvoorbeeld tijd kwijt om te achterhalen op welke wijze hij/zij de heffing (het beste) kan betalen, de eventueel benodigde apparatuur in zijn auto te (laten) monteren en de rekening van de heffing te controleren en te betalen. Deze extra tijd is een welvaartsverlies en hoort meegenomen te worden in een MKBA.

Er zijn geen gegevens over dit welvaartseffect, waardoor alleen een grove inschatting gemaakt kan worden of het effect het rendement doorslaggevend zou kunnen beïnvloeden. Stel dat een gemiddelde automobilist 5 minuten per maand besteedt aan het controleren en betalen van de rekening van de heffing, ongeacht het projectalternatief. Dit is dan gelijk aan 1 uur per jaar. Aangenomen is dat de automobilist zijn tijdverlies waardeert volgens de reistijdwaardering met het motief 'overig verkeer'.<sup>44</sup> De omvang van deze post is omgeven met een bandbreedte, omdat de omvang van de tijdsverliezen aan administratie niet nader zijn onderzocht.

## B.2.3 Verandering van accijnsopbrengsten

De overheid heft accijns op brandstof. Minder autoverkeer levert minder accijnsinkomsten op. Dit is een welvaartsverlies voor de overheid en moet apart in kaart worden gebracht (Bakker en Zwaneveld, 2009, paragraaf 3.3).

Het accijnsbedrag per liter in de periode 2013-2020 wordt constant verondersteld. De accijnzen bedragen 0,88 euro per liter voor benzine, 0,56 euro per liter voor diesel en 0,19 euro per liter voor LPG. Deze accijnzen per liter worden omgezet naar eurocent per voertuigkilometer. Hiervoor is informatie nodig over het verbruik en over de verdeling van auto's over de verschillende brandstofsoorten.

Het verbruik, in liter per 100 kilometer is weergegeven voor de jaren 2011 en 2020 in onderstaande tabel (Klein et al., 2013; Vendonk en Wetzels, 2012). Door de instroom van nieuwe zuinige (en schonere) auto's en de uitstroom van oude, minder zuinige auto's wordt het wagenpark steeds zuiniger (en schoner).<sup>45</sup> In 2011 is er gemiddeld 8,0 liter benzine nodig voor 100 km, in 2020 nog 6,4 liter. Het verbruik is gelijk verondersteld over de scenario's.

---

<sup>44</sup> De reistijdwaardering van het motief 'overig verkeer' bedraagt 8,55 euro per uur in RC en 9,52 euro per uur in GE in 2020.

<sup>45</sup> Tot 2015 worden nieuwe auto's zuiniger, conform de Europese normering. Voor de periode na 2015 zijn op dit moment nog geen afspraken gemaakt over aanscherping van de normen. Het verbruik van nieuwe auto's is daarom na 2015 gelijk verondersteld aan de uitstoot van nieuwe auto's in 2015.

**Tabel B.3 Verbruik (liter/100km)**

		2011	2020	% daling verbruik per jaar
Personenauto's	Benzine	8,0	6,4	-2%
	Diesel	6,5	5,3	-2%
	LPG	10,9	8,3	-3%
Vrachtwagens (diesel)	< 10 ton	17,9	17,3	
	10-20 ton	29,1	28,1	
	>20 ton	40,5	39,1	

Bron: Klein et al. (2013) en Vendonk en Wetzels (2012).

Het aandeel in voertuigkilometers van benzine personenauto's, dieselauto's en LPG-auto's is weergegeven in onderstaande tabel. De meeste personenauto's in het jaar 2020 zijn benzineauto's, namelijk 66%. Het aandeel diesel en LPG is respectievelijk 32% en 2%. Vrachtwagens zijn onderverdeeld naar type gewicht. Alle vrachtwagens rijden op diesel.

Het aandeel in voertuigkilometers van het desbetreffende voertuigtype is gelijk over alle alternatieven<sup>46</sup> en in alle jaren. Een verandering in de accijnsopbrengsten in het projectalternatief ten opzichte van het nulalternatief wordt verklaard door een verandering van het aantal kilometers.

De gemiddeld gewogen accijns van personenauto's bedraagt 4,7 eurocent per voertuigkilometer, voor vrachtwagens is dit gelijk aan 18,1 eurocent per voertuigkilometer. De accijns per kilometer is gelijk voor alle scenario's.

**Tabel B.4 Accijnzen (euroct/km) voor het jaar 2020 (prijspeil 2012)**

		Accijnzen (€ per liter) <sup>1</sup>	Verbruik (km/liter) <sup>2</sup>	Aandeel in vtgkm <sup>3</sup>	Gewogen accijnzen (€ ct/km)
		(1)	(2)	(3)	
Personenauto's	Benzine	0,88	15,7	66%	3,72
	Diesel	0,56	18,8	32%	0,95
	LPG	0,19	12,1	2%	0,04
<i>Gewogen gemiddelde personenauto's</i>					4,70
Vrachtwagens (diesel)	< 10 ton	0,56	5,8	11%	1,03
	10-20 ton	0,56	3,6	39%	6,19
	>20 ton	0,56	2,6	50%	10,87
<i>Gewogen gemiddelde vrachtauto's</i>					18,08

(1) Bron: Factsheet belastinginformatie 2012 van het ministerie van Financiën. Deze prijzen zijn opgehoogd met 21% btw-tarief en met de verhoging van de accijns op 1 januari 2014 op diesel met 3 cent per liter en van LPG met 7 cent per liter.  
(2) Bron: Klein et al. (2013) en Vendonk en Wetzels (2012). Het verbruik (km/liter) voor 2020 is weergegeven.  
(3) vtgkm staat voor voertuigkilometer. Vrachtwagens zijn verdeeld op basis van hun gewicht van een volle wagen. De gegevens zijn afkomstig uit LMS.

<sup>46</sup> In deze analyse zijn de voertuigkilometers van alternatieve technologieën, zoals elektrische auto's, plug-in auto's, niet meegenomen.

In deze studie is verondersteld dat de accijnsbedragen per kilometer reëel constant blijven na het jaar 2020. Aangenomen is dus dat de waarschijnlijke daling van het verbruik gecompenseerd wordt door een verhoging van de accijnzen.

#### **B.2.4 Verandering in de kosten van beheer en onderhoud van wegen**

De kosten van beheer en onderhoud van wegen veranderen indien het weggebruik verandert. Deze kosten worden betaald door de overheid. In deze studie zijn de gebruiksafhankelijke beheer- en onderhoudskosten onderscheiden naar binnen bebouwde kom en buiten bebouwde kom.<sup>47</sup> De variabele beheer- en onderhoudskosten binnen de bebouwde kom bedragen 0,6 eurocent per voertuigkilometer voor personenauto's en 10,1 eurocent per kilometer voor vrachtauto's. Buiten de bebouwde kom zijn deze kosten respectievelijk 0,2 eurocent per voertuigkilometer en 10,1 eurocent per vrachtautokilometer. De reële kosten per kilometer zijn voor alle jaren en beide scenario's constant verondersteld.

#### **B.2.5 Indirecte effecten**

Naast de directe effecten van investeringen in infrastructuur kunnen ook indirecte effecten optreden door een verandering van bereikbaarheid. In eerdere rapporten die de economische effecten van prijsbeleid onderzochten zijn de indirecte effecten op verschillende manieren berekend. Besseling et al. (2005) en Harmsen et al. (2007) focusten op de imperfecties op de arbeidsmarkt. Door de introductie van de heffing veranderen de kosten van het woon-werkverkeer. Deze verandering beïnvloedt het zoekgedrag van werklozen. Dit effect is gelijk aan 15%<sup>48</sup> van de verandering van de gegeneraliseerde kosten van het woon-werkverkeer. Deze verandering in kosten is gelijk aan de verandering van het consumentensurplus, wat weer gelijk is aan de verandering van reistijdbaten, betrouwbaarheidsbaten en de kosten van de heffing.<sup>49</sup> Doordat de verandering van het consumentensurplus negatief is (de kosten van een rit nemen per saldo toe), is het effect op de arbeidsmarkt negatief.

De totale indirecte effecten van prijsbeleid in het rapport 'Beprijzen van wegverkeer' (Hilbers et al., 2007) zijn positief. De indirecte effecten zijn berekend met het REAM-model (Thissen et al., 2006). Dit algemeen-evenwichtsmodel neemt niet alleen de effecten op de arbeidsmarkt, maar ook op de grondmarkt en productiemarkt mee. In het model zijn de indirecte-effecten berekend met behulp van multipliers van de directe effecten. Deze multipliers verschillen per gebied en per motief. Gebieden met grote agglomeraties ervaren positieve indirecte effecten: de reisafstanden zijn korter en de weggebruikers profiteren van de daling van het aantal files. Buiten de agglomeraties zijn de indirecte

---

<sup>47</sup> Het rapport 'Prijs van een Reis' (Vermeulen et al., 2004) is hierbij als bron gebruikt. De recent uitgekomen publicatie van CE/VU van juni 2014 bood geen inzicht in de variabele beheer- en onderhoudskosten. Om die reden is teruggegaan op de daarvoor beschikbare bron.

<sup>48</sup> In de berekening is aangenomen dat 1% loonstijging leidt tot 0,6% meer banen, dat de helft van deze mensen een werkloosheidsuitkering had en dat de gemiddelde uitkering de helft van het gemiddelde loon bedraagt. Dit leidt tot een opslag van 15 procent ( $0,6 \times 0,5 \times 0,5$ ).

<sup>49</sup> Doordat in de studie gebruikt gemaakt wordt van de routekeuzebenadering (link-benadering) zijn er geen afstandsbaten.

effecten negatief, doordat de automobilisten wel een hogere prijs betalen voor hun rit zonder dat er voordeel is van minder files. Doordat het aantal weggebruikers dat voordeel ondervindt van prijsbeleid groter is dan het aantal weggebruikers dat nadeel ondervindt, is het saldo van de indirecte effecten in deze studie positief.

In deze analyse zijn de indirecte effecten berekend met de gangbare methode van een opslag van de directe effecten. Dit is conform het rapport 'Indirecte Effecten Infrastructuurprojecten' (Elhorst et al., 2004). Het rapport concludeert:

*'Additionele indirecte effecten kunnen zowel positief als negatief zijn; wel lijken de positieve effecten te domineren. Bij gebrek aan voldoende empirisch onderzoek is slechts een voorzichtige schatting mogelijk van 0-30% van de directe baten binnen het vervoersysteem. Voor specifieke infrastructuurprojecten kan dit percentage echter ook hoger of negatief zijn.'*

Naast de grootte van de opslag is ook de vraag welke motieven meegenomen moeten worden in de berekening. De opslag kan berekend worden over de directe effecten van het woon-werkverkeer, zakelijk verkeer, vrachtverkeer en overig verkeer. De eerste twee motieven hebben meer een directe relatie met economische activiteiten, dan het laatste motief ('overig verkeer'). De opslag voor indirecte effecten in MKBA's in het verleden is tot nu toe gebruikt op alle reistijd- en betrouwbaarheidswinsten (die veelal optraden door infrastructuurverbeteringen). Het is niet bij voorbaat helder of deze opslag een op een vertaald kan worden naar deze situatie waarin een heffing wordt geheven (de heffing zelf is geen maatschappelijke kost of baat, maar een overdracht van middelen). Om die reden zijn voorzichtigheidshalve de effecten voor het 'overig verkeer' buiten beschouwing gelaten. Dit komt grofweg overeen met een halvering van de opslag van 15% als deze berekend zou zijn over alle motieven. De omvang van de indirecte effecten is met onzekerheid omgeven.

### **B.2.6 Verandering exploitatiesaldo openbaarvervoer**

De vlakke heffing met congestieheffing en de vlakke heffing leiden tot meer ov-gebruik. Aangenomen is dat de verandering van in het exploitatietekort van ov-bedrijven gelijk is aan de verandering van de omzet van die bedrijven door een toename van reizigers in de daluren. Voor het dal is namelijk aangenomen dat extra ov-gebruik niet leidt tot extra kosten, waardoor de winst van openbaarvervoerbedrijven toeneemt. Voor de spits is de aanname gemaakt dat de extra kaartopbrengsten wegvallen tegen de kostentoeename voor de vervoerders dan wel een comfortverlies voor bestaande reizigers. Het exploitatiesaldo blijft hierdoor in de spits onveranderd.

Aan de hand van NS-jaarverslagen is de gemiddelde omzet per reizigerskilometer berekend.<sup>50</sup> Deze bedraagt 0,12 euro per reizigerskilometer. De toename van het ov-gebruik in het dal met circa 5% betekent een daling van het exploitatietekort van 0,7 tot 0,8 mld euro in projectalternatieven 1 en 2.

---

<sup>50</sup> De gemiddelde omzet per reizigerskilometer van andere vervoerders is gelijkgesteld aan die van de NS.

**Tabel B.5 Omzet aan vervoersbewijzen en reizigerskilometers**

	2010	2011	2012
Omzet (mld euro lopende prijzen)	1,90	1,99	2,03
Reizigerskilometer (mld)	16359	16808	17098
CPI spoor (2010 =1)	1	1,01	1,05
Omzet (mld euro, reële prijzen)	1,90	2,01	2,12
Omzet per reizigerskilometer	0,12	0,12	0,12

Bron: NS jaarverslagen 2010 en 2010.  
CPI spoor = Consumentenprijsindex 07310 Personenvervoer per spoor.

De verandering in het aantal reizigerskilometer door de heffing is berekend met het verkeer- en vervoersmodel. Een onderscheid naar ov-reizigerskilometer in spits en dal maakt het model echter niet. Voor deze informatie is gebruik gemaakt van het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OVIN): een jaarlijkse enquête van het CBS die het verplaatsingsgedrag van de Nederlandse bevolking in kaart brengt. Het aandeel van de reizigerskilometer in spits en dal per motief is berekend als het gemiddelde van de jaren 2010 tot 2012. Vervolgens is een koppeling gemaakt tussen de motieven die het verkeer- en vervoersmodel (LMS) en die het OVIN onderscheidt.

**Tabel B.6 Verdeling ov-reizigerskilometer in spits en dal over de motieven**

Motieven LMS	Motieven OVIN	Verdeling reizigerskilometer	
		Dal	Spits
Woon-Educatie	Onderwijs/cursus volgen	51%	49%
Woon-Werk	Van en naar het werk	43%	57%
Woon-Zakelijk	Zakelijk bezoek in werksfeer	61%	39%
Woon-Winkel	Winkelen/boodschappen doen	70%	30%
Woon-Overig	gemiddelde: visite/logeren, sociaal recreatief, toeren/wandelen	70%	30%
Werk-Zakelijk	Zakelijk bezoek in werksfeer	61%	39%
Werk-Overig	Zakelijk bezoek in werksfeer	61%	39%
Kind-Educatie	Onderwijs/cursus volgen	51%	49%
Kind-Winkel	Winkelen/boodschappen doen	70%	30%
Kind-Overig	gemiddelde: visite/logeren, sociaal recreatief, toeren/wandelen	70%	30%
Zakelijke luchtreizigers	Zakelijk bezoek in werksfeer	61%	39%
Overige luchtreizigers	gemiddelde: visite/logeren, sociaal recreatief, toeren/wandelen	70%	30%

### B.2.7 Verkeersveiligheid

De effecten op verkeersveiligheid worden bepaald op basis van veranderingen in voertuigkilometers. Voor de waardering van de externe kosten van verkeersveiligheid is gebruik gemaakt van VU/CE (2014).

De externe kosten per voertuigkilometer zijn weergegeven in onderstaande tabel. Binnen de bebouwde kom zijn de externe kosten hoger dan buiten de bebouwde kom. Dit komt door een hogere ongevalkans. Personenauto's rijden in het nulalternatief in 2020 circa 22% van het aantal kilometers binnen de bebouwde kom, vrachtwagens circa 9%. Buiten de bebouwde kom kan onderscheid worden gemaakt naar voertuigkilometers op het onderliggend wegennet (OWN) en het hoofdwegennet (HWN). Een voertuigkilometer op

het OWN is grofweg 3 maal zo onveilig dan een voertuigkilometer op het HWN. Bij de waardering van de effecten voor de verkeersveiligheid is rekening gehouden met de verdeling van mobiliteit in nul- en projectalternatief over het HWN en het OWN.

Voor de ontwikkeling in de ongevallenkans per voertuigkilometer voor de periode 2010 tot 2020 is aangesloten bij de prognoses van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV). De daling van de ongevalskans is geraamd op 4,5% per jaar. Na 2020 zijn geen prognoses bekend. In deze analyse is uitgegaan van een afvlakkende trend: voor 2020-2030 een daling van 2,25% per jaar, voor 2030-2040 een afname van 1,125% per jaar. Tegelijk neemt de waardering van verkeersveiligheid in de tijd toe met 0,85 maal de stijging van het reële inkomen.<sup>51</sup> Bij de berekening van de verkeersveiligheidseffecten is ook rekening gehouden met de verandering in de bezettingsgraad (het aantal mensen per auto).

**Tabel B.7 Externe kosten verkeersveiligheid 2010 (eurocent/vtghm, prijspeil 2012)**

	Personenauto		Vrachtwagens	
	Eurocent/km	Aandeel in vtghm	Eurocent/km	Aandeel in vtghm
Binnen de bebouwde kom	15	18%	23,9	9%
Buiten de bebouwde kom	1,7	82%	4,9	91%
Gewogen gemiddeld	4,1		6,6	

Bron: VU/CE (2014), bewerking PBL/CPB.

De gemiddelde externe kosten van verkeersveiligheid voor personenauto's bedragen 3,5 eurocent per kilometer in RC en 4,1 eurocent per kilometer in GE in 2020. De gemiddelde externe kosten van verkeersveiligheid van vrachtwagens zijn hoger met 5,5 eurocent per kilometer in RC en 6,6 eurocent per kilometer in GE in 2020.

### B.2.8 Geluid

Een daling van het aantal autoritten kan leiden tot minder geluidsoverlast. De waardering van de externe kosten van geluidshinder per voertuigkilometer voor het jaar 2010 zijn afkomstig van 'Omgevingskwaliteiten bij MIRT-projecten' (Wever en Rosenberg, 2012). De externe kosten van geluidshinder verschillen tussen binnen en buiten de bebouwde kom en per type voertuig.

Aangenomen is dat de externe kosten van geluidshinder gelijk blijven. De aanname is dat de stijging van de waardering van geluidsoverlast en de verwachte daling van geluidsoverlast tegen elkaar wegvallen. De externe kosten per voertuigkilometer zijn weergegeven in onderstaande tabel.

<sup>51</sup> Bruyn, C.E. de, 2010; Bergh, J. van de, en W. Botzen, VU, 2012.

**Tabel B.8 Externe kosten geluidshinder in 2010 (eurocent/voertuig of tonkm), prijspeil 2012**

	Personenauto	Vrachtwagens
Binnen de bebouwde kom	2	4,3
Buiten de bebouwde kom	0,14	0,4
Gewogen gemiddeld	0,5	0,8

Bron: VU/CE (2014), bewerking CPB.

De gemiddelde externe kosten van geluidshinder voor personenauto's bedragen 0,5 eurocent per kilometer.

### B.2.9 Emissies

Wegvervoer leidt tot uitstoot van schadelijke stoffen. Sommige van deze stoffen worden gerekend tot de broeikasgassen, andere stoffen hebben vooral invloed op de luchtkwaliteit. In deze analyse zijn de emissies van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en fijnstof (pm<sub>2,5</sub>) meegenomen.

De studie externe en infrastructuurkosten van verkeer (VU, CE, 2014) is gebruikt als bron voor de waardering van de externe kosten van luchtkwaliteitsemissies van verkeer. Hierbij is voor de waardering van fijnstof pm<sub>2,5</sub> onderscheid gemaakt naar de locatie van de uitstoot. In een grootstedelijk gebied zijn de externe kosten van emissies per voertuigkilometer hoger dan de externe kosten in een stedelijk gebied of in het gebied buiten de bebouwde kom. De waardering van NO<sub>x</sub> is onafhankelijk van de locatie van de uitstoot. Voor de waardering is uitgegaan van de aangegeven 'middenwaarde'.

Het rapport 'Omgevingskwaliteit bij MIRT-projecten' (Wever en Rosenberg, 2012) is gebruikt als bron voor de waardering van de uitstoot van CO<sub>2</sub>. Het VU/CE-rapport van 2014 raamt namelijk de preventiekosten van het terugdringen van de uitstoot van CO<sub>2</sub> bij een beleidsinspanning die gericht is op het halen van de zogenaamde 2-gradendoelstelling. De middenwaarde van de hiermee gepaard gaande preventiekosten per ton CO<sub>2</sub> bedragen 78 euro/ton (prijspeil 2010). De consequenties van deze beleidsdoelstelling zijn echter vergaand en daarmee niet meer *consistent* met de scenario's (RC en GE) waarmee in deze MKBA is gerekend.<sup>52</sup> Om die reden is teruggevallen op de daarvoor meest recente waardering uit het Rigo-rapport van 2012 waar gerekend is met preventiekosten van 25 euro/ton (prijspeil 2011).<sup>53</sup> In een gevoeligheidsanalyse zijn de klimaatopbrengsten berekend met een schaduwprijs van 78 euro/ton CO<sub>2</sub>.

<sup>52</sup> Dit beleid zou bijvoorbeeld ook substantiële effecten teweeg brengen voor het aantal voertuigkilometers en daarmee de congestie en accijnzen, de samenstelling van het wagenpark en daarmee de emissies en accijnzen.

<sup>53</sup> Deze waarde ligt boven de 'onderwaarde' uit het VU/CE-rapport van 2014 van 10 euro/ton CO<sub>2</sub>.



**Tabel B.9 Externe kosten emissie in 2010 (euro per kg, prijspeil 2012) en verdeling voertuigkilometer (%)**

	Pm <sub>2.5</sub>	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Verdeling vtgkm	
	Euro/kg	Euro/kg	Euro/ton	Personenauto's	Vrachtwagens
Grootstedelijk gebied	585			6%	2%
Stedelijk gebied	189			19%	8%
Landelijk gebied	114			75%	90%
Nederland		11	26		

Bron: VU en CE (2014) en Wever en Rosenberg (2012), bewerking CPB.

Tot 2020 stijgt de waardering van pm<sub>2.5</sub> en CO<sub>2</sub> met 85% van de jaarlijkse groei van het reëel beschikbaar inkomen per hoofd van de bevolking<sup>54</sup>.

De externe kosten van emissies, uitgedrukt in euro's per kilogram, worden omgezet naar de externe kosten van emissies in eurocent per voertuigkilometer. De uitstoot, in gram per voertuigkilometer, voor het jaar 2011 en 2020 is weergegeven in onderstaande tabel (Klein et al., 2013; Wetzels, 2012). De uitstoot van het autopark daalt in deze periode. Dit komt onder andere doordat nieuwe auto's schoner en zuiniger worden, conform de Europese normering voor CO<sub>2</sub> en conform de Euronormen (Europese regelgeving voor de uitstoot van o.a. fijnstof en NO<sub>x</sub>-emissies). In de analyse is rekening gehouden met de CO<sub>2</sub>-normering van 130 gr/km in 2015.<sup>55</sup> De uitstoot van nieuwe auto's is na 2015 gelijk verondersteld aan de uitstoot van nieuwe auto's in 2015. Door de instroom van nieuwe schone en zuinige auto's en de uitstroom van oude, vervuilende auto's wordt het wagenpark ook na 2015 nog wel steeds schoner en zuiniger.

**Tabel B.10 Uitstoot emissies (gram/voertuigkilometer) in 2011 en 2020**

	pm <sub>2.5</sub>		NO <sub>x</sub>		CO <sub>2</sub>	
	2011	2020	2011	2020	2011	2020
Benzine	0,00	0,00	0,14	0,04	190	150
Diesel	0,04	0,01	0,52	0,29	174	136
LPG	0,01	0,00	0,41	0,24	174	129
< 10 ton	0,07	0,02	3,72	1,98	468	458
10-20 ton	0,09	0,02	5,89	2,52	760	744
>20 ton	0,12	0,02	8,28	2,42	1064	1042

Bron: Klein et al. (2012) en Verdonk en Wetzels (2012).

<sup>54</sup> Bruyn, C.E. de, 2010; Bergh, J. van de, en W. Botzen, VU, 2012.

<sup>55</sup> Inmiddels is in 2014 een verdere aanscherping van de CO<sub>2</sub>-normering vastgesteld van 95 gr/km in 2021. In de analyse is dit niet meegenomen.

Na 2020 zijn de externe kosten van emissies constant verondersteld voor NO<sub>x</sub> en CO<sub>2</sub>. De aanname is dat de verwachte stijging van de waardering in de toekomst de verwachte afname in uitstoot door het schoner worden van het wagenpark elkaar grofweg compenseren. Voor pm<sub>2.5</sub> is wel gerekend met een toename van de waardering in de toekomst met 85% van de jaarlijkse groei van het reëel beschikbaar inkomen per hoofd van de bevolking. De reden hiervoor is dat de afname van pm<sub>2.5</sub> na 2020 naar verwachting beperkt is<sup>56</sup>.

Naast deze emissies naar de lucht worden in het VU/CE-rapport van 2014 nog emissies die gerelateerd zijn aan het wegverkeer naar water en bodem onderscheiden (bijvoorbeeld door zware metalen). Op basis van de externe kosten die het VU/CE-rapport raamt, is in deze MKBA gerekend met een opslag op de luchtkwaliteitsemissies van 44% voor benzineauto's, 14% voor dieselauto's, 22% voor LPG-wagens en 10% voor vrachtwagens om deze post te waarderen.

### B.3 LMS

De bereikbaarheidseffecten van de verschillende varianten van prijsbeleid zijn doorgerekend met behulp van het Landelijk ModelSysteem (LMS), het prognosemodel van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Het LMS kan in Nederland worden gebruikt als instrument voor het opstellen van mobiliteitsprognoses bij verschillende omgevingsscenario's, voor het doorrekenen van effecten van infrastructuurprojecten en voor het doorrekenen van beleidsmaatregelen zoals het beprijzen van wegverkeer. Voor deze studie is het LMS 2013 (met Groeimodel 2011 versie 1.7.0) gebruikt. Deze modelversie is vergelijkbaar met de versie die gebruikt is voor de doorrekeningen van de verkiezingsprogramma's in 2012 (CPB/PBL, 2012).

Met het LMS zijn de veranderingen in mobiliteit berekend voor de prognosejaren 2020, 2030 en 2040, waarbij gebruik is gemaakt van twee omgevingsscenario's, GE en RC. De modelinstellingen voor de jaren 2020 en 2030, met als belangrijkste afwijking geen verdere wegwitbreidingen na 2020, behoren tot de standaarduitlevering van het LMS 2013 door Rijkswaterstaat/Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS/WVL). De LMS-instellingen voor RC en GE behorende bij het prognosejaar 2040 zijn op basis van inzichten uit de Ruimtelijke Verkenningen (PBL, 2011) geconstrueerd. Door middel van diverse testruns en gevoeligheidsanalyses is de betrouwbaarheid van het model getoetst. Ten aanzien van de modeluitkomsten is er afgestemd met RWS/WVL en is er tevens technisch afgestemd met diverse specialisten op het terrein van modelgebruik.

---

<sup>56</sup> TNO, CE, 2014, Brandstoffen voor het wegverkeer: kenmerken en perspectief.

### B.3.1 Batentool

De reistijdbaten, afstandsbaten en het welvaartsverlies door vraaguitval zijn berekend met de KBA-tool van RWS/WVL. In deze tool wordt bij het berekenen van de bereikbaarheidsbaten gebruik gemaakt van de 'rule-of-half'-methode. De baten worden gekwantificeerd voor iedere herkomst-bestemmingsrelatie.

Uitkomsten van het LMS vormen input voor de KBA-tool. Dit betreffen de prognoses van de vervoervraag op relatieniveau, uitgedrukt in verplaatsingen en bijhorende reistijden en -kosten. Op basis van deze invoergegevens en de motiefafhankelijke reistijdwaarderingen worden de bereikbaarheidsbaten verkregen voor ieder dagdeel (ochtendspits, avondspits en restdag) en voor ieder motief (woon-werk, zakelijk, overig en vracht). Achteraf worden de reistijdbaten gecorrigeerd voor de bezettingsgraad per motief.

### B.3.2 Bezettingsgraad per voertuig

Het LMS berekent het aantal bestuurders- en passagierskilometers. Door het aantal passagierskilometers te delen door het aantal bestuurderskilometer wordt de bezettingsgraad berekend. De bezettingsgraad verandert onder invloed van de demografische (bijvoorbeeld huishoudensgrootte) en economische factoren, en verschilt naar gelang het motief van de reis. De bezettingsgraad van een personenauto verschilt dan ook per motief en per jaar, voor de verschillende toekomstscenario's. De verschillende bezettingsgraden zijn weergegeven in onderstaande tabel.<sup>57</sup> Voor andere vervoerswijzen dan personenauto's, zoals de trein, bus, tram of metro is de bezettingsgraad niet van toepassing.

Tabel B.11 Voertuigbezettingsgraad in GE en RC naar jaar en motief

	RC-scenario		
	2020	2030	2040
Motief			
Woon-werk	1,10	1,09	1,09
Zakelijk	1,15	1,13	1,12
Overig	2,03	1,93	1,9
Vracht	1,00	1,00	1,00
	GE-scenario		
	2020	2030	2040
Woon-werk	1,08	1,07	1,06
Zakelijk	1,11	1,09	1,08
Overig	1,79	1,66	1,57
Vracht	1,00	1,00	1,00
Bron: LMS.			

<sup>57</sup> Als gevolg van prijsbeleid veranderen de bezettingsgraden per motief. In de berekening van de reistijdbaten met behulp van de KBA-tool is daar geen rekening mee gehouden.

### B.3.3 Ophogingsfactoren

De verkeerskundige effecten uit het LMS betreffen uitkomsten voor een gemiddelde werkdag, waarbij er drie dagdelen (ochtendspits, avondspits en restdag) worden onderscheiden. Dit geldt ook voor de verkregen uitkomsten uit de KBA-tool van RWS/WVL. Voor het omrekenen van deze uitkomsten naar jaartotalen zijn in overleg met RWS/WVL bepaalde ophogingsfactoren gehanteerd. Hierbij wordt uitgegaan van 254 werkdagen in een jaar. Om de effecten voor weekenddagen in te schatten, worden de verkregen modeluitkomsten voor de periode buiten de spits (restdag) vertaald naar weekenddagen aan de hand van motiefafhankelijke correctiefactoren, waarbij er in de ophoging naar jaartotalen wordt uitgegaan van 111 weekenddagen in een jaar.

In onderstaande tabellen zijn de motiefafhankelijke correctiefactoren weergegeven die worden gebruikt om de uitkomsten in de restdag te converteren naar een weekenddag. De voor de externe effecten (bijvoorbeeld milieueffecten) relevante autokilometers en vrachtkilometers, verkregen uit de toedelingsmodule 'QBLOK' in het LMS, zijn gecorrigeerd met de factoren uit tabel 9.11. De baten uit de KBA-tool zijn gecorrigeerd met de factoren in tabel 9.12.

**Tabel B.12 Correctiefactoren voor de netwerkkilometers uit QBLOK**

	Ratio weekend-/werkdag	Ratio voertuiguren restdag/etmaal
Reismotief		
Vracht (a)	0.275	0.723
Werk	0.148	0.423
Zakelijk	0.132	0.723
Overig	1.743	0.739

(a) De correctiefactor voor vracht is afzonderlijk aangeleverd door RWS/WVL.  
Bron: TNO, 2010, Werkdag- en weekendverkeer: van NRM naar KBA, tabel 4.2.2.

**Tabel B.13 Correctiefactoren voor de uitkomsten uit de KBA-tool**

	Ratio weekend-/werkdag	Ratio voertuiguren restdag/etmaal
Reismotief		
Vracht	0.270	0.723
Werk	0.198	0.423
Zakelijk	0.155	0.723
Overig	1.154	0.739

Bron: DVS, 2010, Memo correctie weekendverkeer in OEI/KBA.



Dit is een uitgave van:

Centraal Planbureau  
Van Stolkweg 14  
Postbus 80510 | 2508 GM Den Haag  
T (070) 3383 380

[info@cpb.nl](mailto:info@cpb.nl) | [www.cpb.nl](http://www.cpb.nl)

April 2015