

**DE EFFECTEN OP ANDERE VERVOERWIJZEN VAN REKENINGRIJDEN MET
TREMOVE**

Steven Logghe
Bart Van Herbruggen

Transport & Mobility Leuven
Vital Decosterstraat 67A bus 0001
3000 Leuven

steven@tmleuven.be
bart@tmleuven.be

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2005,
24 en 25 november 2005, Antwerpen

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Samenvatting	3
Summary	3
1 Inleiding	4
2 Wat is TREMOVE?	4
3 De transportvraag in TREMOVE	7
3.1 <i>Economische benadering</i>	7
3.2 <i>Transport prijzen</i>	8
3.3 <i>Simulaties</i>	9
3.4 <i>De welvaartsmodule</i>	9
4 Variabel beprijzen	10
4.1 <i>Scenario</i>	10
4.2 <i>Het effect op verkeersvolumes</i>	10
4.3 <i>Voertuigvloot en emissies</i>	12
4.4 <i>Welvaartseffecten</i>	14
5 Besluit	15
Referenties	15

Samenvatting

De effecten op andere vervoerswijzen van rekeningrijden met TREMOVE.

Deze bijdrage geeft een overzicht van het TREMOVE 2.3 model en z'n toepassingen. TREMOVE 2.3 is een transport en emissie model dat ontwikkeld werd voor DG Environment van de Europese commissie. Het model simuleert de verkeersvraag, de modale keuze, de voertuigvloot, de emissies en de welvaartsniveaus van verschillende beleidsscenario's. TREMOVE 2.3 modelleert zowel passagiers als vrachtstromen in de EU15 en 6 extra landen over de periode 1995-2020. Het model wordt hier geïllustreerd met een invoering van rekeningrijden voor vrachtwagens. De impact op andere modes is geanalyseerd en de gevolgen op de overheidsinkomsten komen aan bod.

Summary

The effects on other modes of road charging with TREMOVE.

This paper provides an overview of the TREMOVE 2.3 model structure and its applications. TREMOVE 2.3 is a transport and emissions simulation model developed for the European Commission Directorate-General Environment. The model estimates the transport demand, the modal shifts, the vehicle stock turnover, the emissions of air pollutants and the welfare level under different policy scenarios. TREMOVE 2.3 models both passenger and freight transport in the EU15 plus 6 extra countries, and covers the period 1995-2020. The model is illustrated with a road charging policy for trucks. The impact on other travel modes is analyzed and the changes in government budget are discussed.

1 Inleiding

Rekeningrijden en variabel beprijzen van wegverkeer zijn de laatste jaren geëvalueerd vanuit een theoretische denkoefening naar een beleidsfase. Allerhande vormen duiken op om het wegverkeer variabel te beprijzen. Tol heffen voor infrastructuur, wegenvignetten, slimme heffingen en gebiedstol worden her en der in Europa ingevoerd.

In deze bijdragen komen de gevolgen van een variabel prijsbeleid aan bod. Focus ligt daarbij op de wisselwerking tussen de verschillende vervoersopties en de gevolgen daarvan.

Het antwoord op deze vraag wordt met behulp van TREMOVE uitgezocht. TREMOVE is een economisch transport en milieumodel dat zowel op Europees als regionaal niveau ingezet wordt om allerlei beleidsplannen te analyseren.

Eerst wordt het model TREMOVE toegelicht. Na wat achtergrond komt de opbouw van het model aan bod. Daarbij focussen we vooral op de integrale benadering van de passagier- en goederenstromen over de verschillende vervoerswijzen.

De mogelijkheden van het model worden geïllustreerd met een variabele heffing voor vrachtwagens. De gevolgen voor de andere modes en een pak andere beleidsindicatoren worden daarna verder geanalyseerd.

2 Wat is TREMOVE?

TREMOVE is een transport en emissie model dat beleidsopties doorrekent en evalueert. Zowel transport- als milieumaatregelen die een effect hebben op de emissies van de transportsector kunnen doorgerekend worden. Het is een geïntegreerd simulatiemodel dat ontwikkeld is om strategische analyses van een breed scala aan beleidsinstrumenten en maatregelen door te rekenen op zowel regionaal, nationaal als Europees niveau.

De eerste versie van het TREMOVE model werd eind de jaren negentig door de KULeuven en Standard & Poor's DRI ontwikkeld [2]. De maatregelen van het Europese Auto-Oil II programma van de Europese commissie werden er analytisch mee onderbouwd.

Ondertussen is TREMOVE verder ontwikkeld voor ondermeer de Europese commissie in het kader van het CAFE (Clean Air For Europe) programma. Hiermee wordt het Europese milieubeleid voor de transportsector voorbereid.

Het model wordt ondertussen eveneens gebruikt voor de evaluatie van de Europese White Paper on transport [3]. Ook voor nationale overheden wordt het ingezet om het fiscaal, milieu en transportbeleid mee vorm te geven [6].

Het TREMOVE 2.3 model [1] is ontwikkeld voor 21 Europese landen. Het model wordt per land en per jaar (1995-2020) opgezet. Dit houdt in dat relevante gegevens verzameld werden, modelparameters gekalibreerd zijn en dat verschillende scenario's doorgerekend worden. Gedetailleerde informatie en documentatie vindt u op de website[7].

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

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

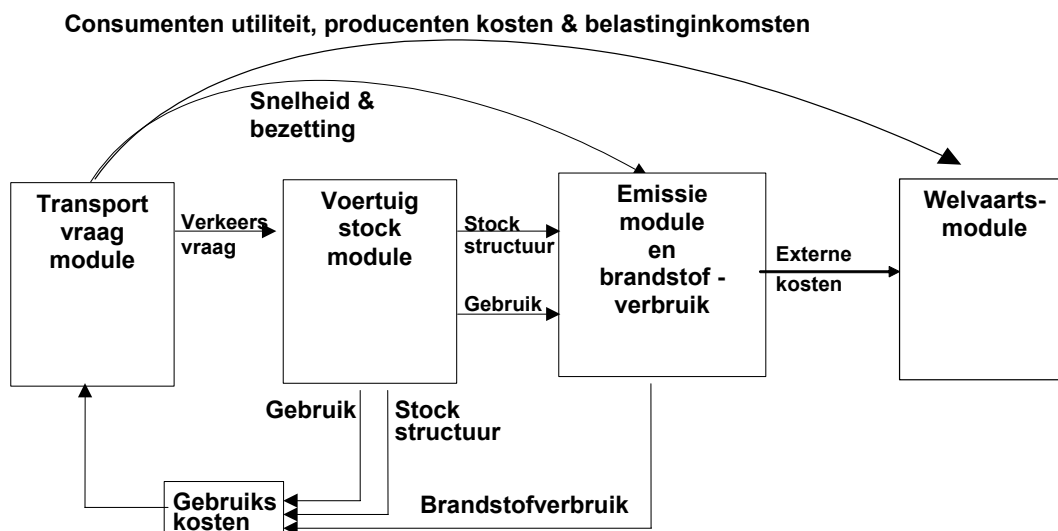
De **transport vraag module** geeft weer welke verkeersvolumes afgelegd worden. Het is een economisch partieel evenwichtsmodel waarbij de transporthoeveelheden een functie zijn van de prijzen en tijdskosten van alle vervoerswijzen. In het volgende hoofdstuk wordt deze module verder toegelicht.

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

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

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

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



Figuur 1: Structuur van het TREMOVE II model

3 De transportvraag in REMOVE

De transportvraag module geeft, voor een gegeven jaar en vervoerswijze, het aantal passagierskilometer (pkm) of tonkilometer (tkm) weer per modelgebied. Deze transporthoeveelheden per jaar worden verder opgesplitst naargelang ze tijdens of buiten spitsperiodes gebeuren, of het korte of lange verplaatsingen zijn, en naargelang het verplaatsingsmotief.

TREMOVE modelleert deze transportstromen zonder expliciete netwerkweergave. Dit laat ons toe om een volledig land te analyseren zonder gedetailleerde netwerkstructuren te moeten invoeren. De basisgegevens van de verkeersvolumes komen echter uit SCENES [5], dat een Europees netwerk model is.

3.1 Economische benadering

Binnen de transportvraag module wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen private en bedrijfsverplaatsingen.

De vraag naar private verplaatsingen (woon-werk en niet-werk verplaatsingen) is het resultaat van een beslissingsproces van alle huishoudens in een land. We nemen aan dat huishoudens hun consumptiepatroon kiezen onder een beperkt inkomen.

De beslissingsstructuur van gezinnen wordt gemodelleerd in een nutsfunctie met geneste Constant Elasticity of Substitution (CES) functies [4]. Uitgaande van de huidige geconsumeerde hoeveelheden en prijzen van alle vervoerswijzen en uitgaven aan andere goederen, wordt de utiliteitswaarde geschat. Deze voorkeur relatie van alle gezinnen geeft de keuze weer van de verschillende transportopties. Doordat we de substitutie tussen de verschillende vervoerswijzen kennen, is het mogelijk de verandering van transporthoeveelheden te modelleren als reactie op veranderende transportprijzen.

De vraag naar zakelijke verplaatsingen en goederentransport wordt gemodelleerd als het resultaat van een beslissingsproces van alle bedrijven. Alle bedrijven produceren op basis van

productiefactoren een hoeveelheid goederen en diensten. De vraag naar transport komt hierin als een productiefactor naar voor.

Tijdens de kalibratie wordt de veralgemeende prijs van alle productiefactoren, de gebruikte hoeveelheden ingegeven. Door de substitutie tussen de verschillende transportopties te gebruiken, is het mogelijk de verandering in gebruikte transporthoeveelheden te modelleren wanneer de prijs van een optie verandert. Daarbij wordt aangenomen dat de totale te produceren hoeveelheid van alle bedrijven constant blijft, terwijl elk bedrijf probeert z'n kosten te minimaliseren. Ook hier wordt een geneste CES functie gebruikt.

De vervoerswijzen voor passagiers omvatten kleine en grote wagens, motoren, de trage modes (voetgangers en fietsers), bus, trein en vliegtuig. Goederentransport verloopt via binnenvaart, treinen of over de weg met kleine of grote vrachtwagens. Er zijn drie categorieën van goederen : bulk, unitized en algemene cargo.

3.2 Transport prijzen

Transport gebruikers reageren op een veralgemeende prijs. In TREMOVE wordt de prijs echter in detail uitgesplitst. Alle prijzen worden berekend in Euro per tonkilometer of passagierkilometer.

De basisprijs van een transportoptie bestaat uit de productieprijs. Deze wordt in detail berekend in de voertuigstockmodule (vb aankoopkosten, onderhoud,...) en de emissie en brandstofmodule (brandstofkosten). Op die manier wordt rekening gehouden met de aard van het wagenpark. De leeftijd van voertuigen beïnvloeden bv de brandstofkosten.

Naast de basisprijs betalen we ook taksen of is er een subsidie. Deze taksen en subsidies worden per optie berekend. Het onderscheid tussen de werkelijke kosten en de belastingbijdrage is belangrijk om welvaartvergelijkingen te berekenen.

Daarnaast wordt ook een tijds-kost bepaald. Deze tijds-kost hangt af van de snelheid van de transportwijze en de tijdswaardering. De tijdswaardering verschilt dan weer volgens het reismotief, het type van goederen, het al of niet in de spits reizen, en per vervoerswijze. De

snelheid voor wegverkeer wordt expliciet berekend als functie van de verkeersdrukke. Afhankelijk van wegtype, tijdsperiode en regio wordt er hierdoor een afzonderlijk congestieniveau gemodelleerd.

De som van basisprijs, taksen en tijdskosten vormt het tarief dat transportgebruikers betalen. Het is op basis van dit tarief dat gebruikers hun verplaatsingsbeslissing nemen.

3.3 Simulaties

Het invoeren van verschillende beleidsmaatregelen heeft een impact op de prijs in de transportvraag module. Deze nieuwe prijzen kunnen door technologische maatregelen, gewijzigde belastingsniveaus of infrastructuurveranderingen veroorzaakt worden. Deze prijsveranderingen veroorzaken wijzigingen in de transport volumes (tonkm en passagierskm). Daardoor wordt de congestie beïnvloed, zodat de tijdskosten ook wijzigen.

Binnen een simulatie resulteert een verhoging van de prijs voor een zekere vervoerswijze dan ook in :

- Lagere hoeveelheden voor die bepaalde vervoerswijze
- Een mogelijke stijging in transport volumes met andere vervoerswijzen

3.4 De welvaartsmodule

Om beleidsmaatregelen te evalueren, is een welvaartsmodule ontwikkeld. Verschillen in welvaart tussen de simulaties en het basisscenario worden hiermee verrekend.

De verandering in totale welvaart is gebaseerd op vier componenten:

- Consumentensurplus
Uitgaande van de nutsfunctie voor gezinnen kunnen we een financiële waarde klevan op de verandering van totale nut door de gezinnen.
- Productiekosten
De bedrijven zullen hun productiekosten zien veranderen. Deze verandering kan eenvoudig uit de productiefunctie berekend worden.

- Externe kosten
Op basis van de berekende emissies wordt een inschatting gemaakt van de verandering in externe kosten.
- Verschil in overheidsmiddelen
Doordat de taksen en subsidies expliciet meegenomen worden in de transportprijzen, wordt de verandering in totale belastingontvangsten meegenomen.

4 Variabel beprijzen

In een illustratie wordt de impact van rekeningrijden met TREMOVE II uitgerekend. We presenteren hier de resultaten van een vrachtwagentol per kilometer voor 21 Europese landen.

4.1 Scenario

In het scenario wordt een vrachtwagentol per kilometer opgelegd aan zowel grote als kleine vrachtwagens en dat vanaf 2005 tot en met 2010. De grootte van de tol werd bepaald met de externe milieukosten in het achterhoofd. Deze tol is namelijk ongeveer even groot als de externe milieukosten.

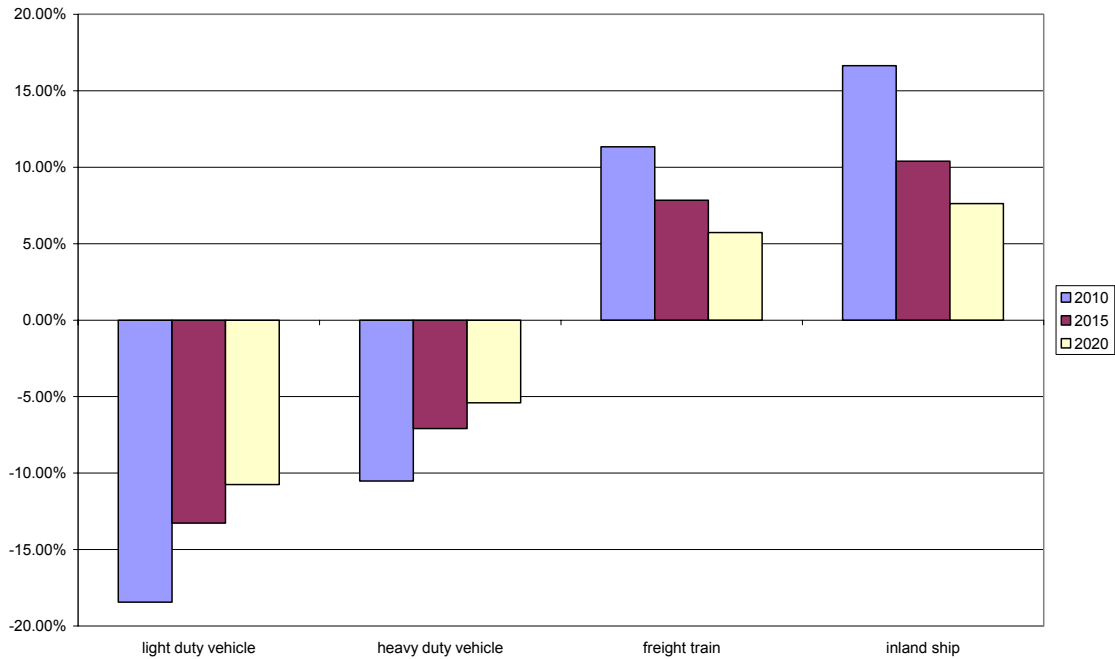
Doordat propere voertuigtechnologieën de externe milieukosten in de toekomst laten dalen, neemt ook de tol af door de tijd. Net zoals de externe milieukosten varieert de tol naargelang het type weg, de locatie en de tijdsperiode.

De tol kan als een belastingverhoging per kilometer gezien worden. Momenteel betalen vrachtwagens al diverse taksen (o.a. op brandstof). In het scenario neemt deze taks dus eigenlijk toe. In 2010 neemt de belasting voor vrachtwagens toe met 58 %, in 2015 met 35% en in 2020 is de toename nog 26%.

4.2 Het effect op verkeersvolumes

Door het beprijzen van vrachtverkeer over de weg zien we een afname van vrachtvolumes over de weg. Figuur 2 toont hoe de vrachtvolumes van de lichte vrachtwagens met meer dan

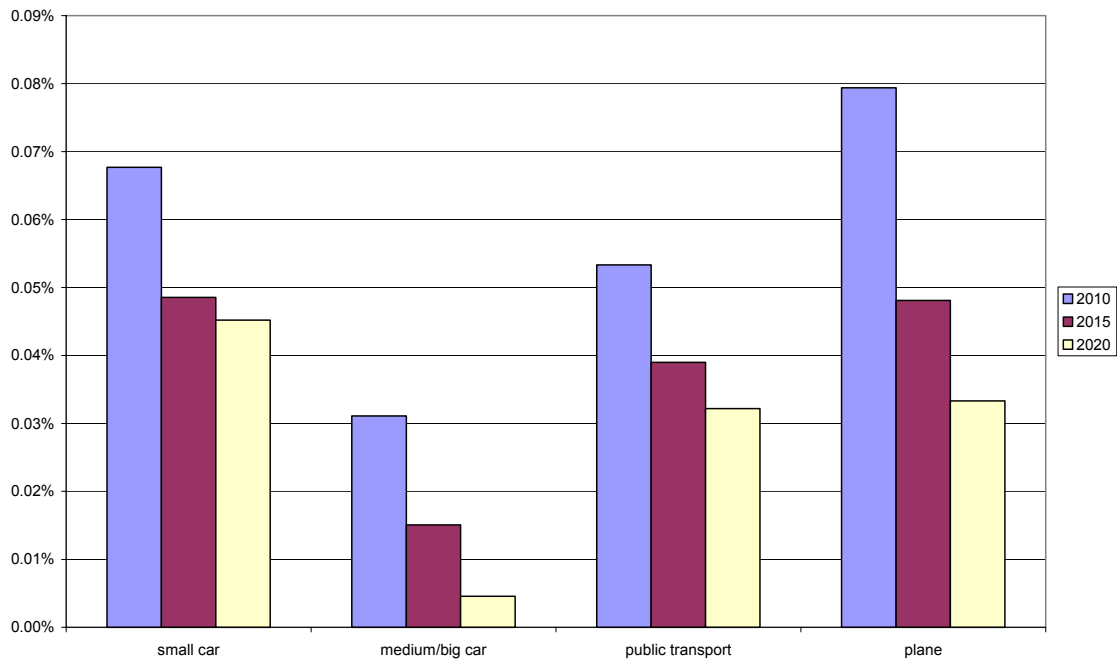
15% dalen in 2010. Deze daling is minder uitgesproken voor zware vrachtwagens. Trein en binnenvaart zijn de alternatieven, zodat de volumes van deze transportwijzen stijgen.



Figuur 2: Wijziging van vrachtvolumes

Naast de substitutie naar andere vrachtmoden, daalt het totale aantal tonkilometers. In 2010 daalt het aantal met 6,02% en voor 2020 met 3,46%. Bedrijven gaan dan ook over tot het gebruik van andere productiefactoren wanneer transport duurder wordt.

Passagierstransport neemt licht toe zoals afgebeeld in Figuur 3. Enerzijds fungeert het zakelijke verkeer als een alternatieve productiefactor voor het duurder goederentransport. Dit is merkbaar in de stijging van de passagierkilometers voor vliegtuigen. Anderzijds doen de lagere transportvolumes de congestiekosten voor wegmodes dalen. Hierdoor wordt het gebruik van de wagen eigenlijk goedkoper. De impact is echter miniem. De totale passagiersvolumes nemen in 2010 door deze maatregel met 0,05% toe.



Figuur 3: Wijziging van passagier volumes.

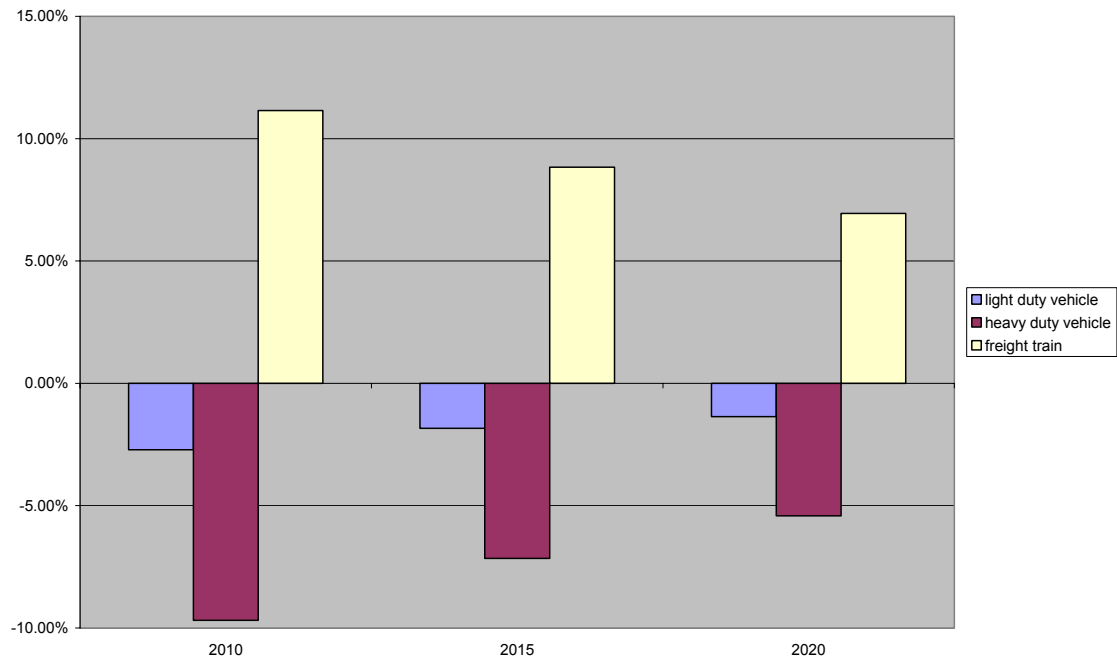
4.3 Voertuigvloot en emissies

Figuur 4 geeft weer hoe de grootte van de voertuigvloot verandert door deze maatregel. Door de lagere verkeersvolumes neemt het aantal lichte bestelwagens en zware vrachtwagens af. Het aantal vrachttreinen neemt dan weer toe.

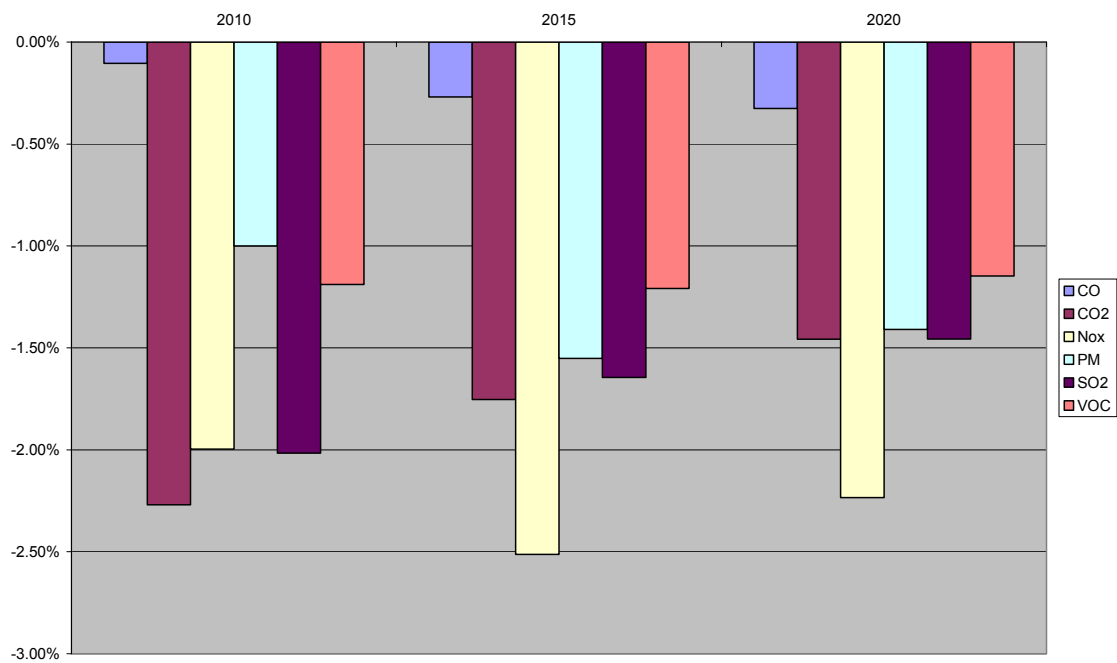
De impact op de emissies worden in Figuur 5 weergegeven. Daar zien we dat de emissies zoals CO₂ hetzelfde patroon volgen van de daling in de transportvolumes. De grote impact in 2010 neemt af met de volgende jaren.

De emissies van bv PM (kleine stofdeeltjes) hebben een ander verloop. Daar is het effect in 2010 relatief klein ten opzichte van de effecten in 2015 en 2020. Dit komt omdat de leeftijdsverdeling van de voertuigvloot hier sterker meespeelt. Het aantal voertuigen in 2010 daalt sterk. Dit veroorzaakt een daling in de PM uitstoot. In 2015 is de daling van de voertuigvloot minder uitgesproken. Hierdoor zullen relatief meer nieuwe voertuigen in gebruik worden genomen. Deze nieuwe voertuigen hebben door nieuwe technologie relatief

minder uitstoot. Dit verjongingseffect van de vloot is dan ook duidelijk zichtbaar in de sterk dalende emissies.



Figuur 4: Wijziging in de grootte van de voertuigvloot

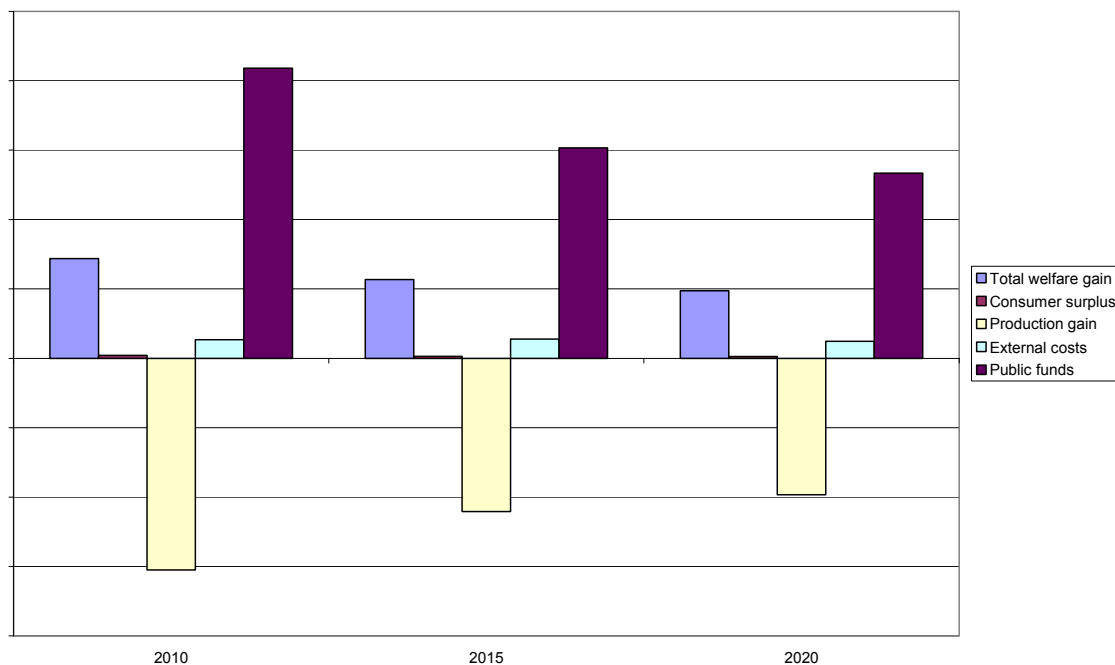


Figuur 5 : Wijziging in emissies

4.4 Welvaartseffecten

De verandering in totale welvaart wordt weergegeven in Figuur 6. Ook worden de componenten weergegeven van deze welvaartseffecten :

- Consumentensurplus
De gezinnen winnen licht. Door de daling van congestie wordt verplaatst voor de gezinnen goedkoper.
- Productiekosten
De bedrijven verliezen sterk. De kost van hun productiefactor ‘goederentransport over de weg’ stijgt sterk. Daardoor zullen ze overschakelen op andere, maar voor hen duurere productiefactoren (oa. Alternatief goederen transport, zakelijk verkeer, andere productiefactoren).



Figuur 6 : Verandering van de welvaart en de verdeling ervan.

- Externe kosten
Doordat de emissie daalt, vermindert de externe emissiekosten eveneens.
- Verschil in overheidsmiddelen
De overheid wint sterk in dit tolsценario. Hiervoor zorgen vooral de extra inkomsten uit de tol op het wegverkeer. Daarnaast verliest de overheid een stuk bestaande

taksinkomsten uit vrachtverkeer (bv brandstof,...) door de kleinere volumes vrachtverkeer. Deze mindere inkomsten zijn echter klein ten opzichte van de nieuwe inkomsten.

5 Besluit

Het variabel beprijzen heeft, net als andere maatregelen, verschillende effecten.

Het beprijzen van een vervoerswijze op een bepaald type weg en gedurende een bepaalde periode heeft directe gevolgen:

- De beschouwde mode zal minder gebruikt worden en de transportvolumes zullen dalen.
- Daarnaast is er een substitutie naar andere vervoerswijzen.

Daarnaast zijn er indirecte effecten.

- Het voertuiggebruik wordt duurder, zodat vlootsamenstelling verandert.
- De veranderde vlootsamenstelling en de veranderde snelheden beïnvloeden de emissies
- Tot slot verandert de globale welvaart met inbegrip van de belastingontvangsten en de externe kosten.

Referenties

- [1] De Ceuster G. (ed.), Franckx L., (ed.), Van Herbruggen B., Logghe S., Van Zeebroeck B., Tastenhoye S, Proost S., Knockaert J., Williams I., Deane G., Martino A., Fiorello D. (2005) *TREMOVE 2.30 Model and Baseline Description*, report to EC – DG Environment.
- [2] European Commission, Standard & Poors' DRI, K.U.Leuven (1999) *The AOP II Cost – Effectiveness Study*.

- [3] European Commission (2001), White Paper – European transport policy for 2010 : time to decide.
- [4] Keller W. (1976) *A nested CES-type utility function and its demand and price index functions*. European Economic Review 5, pp 175-186.
- [5] Marchial Echenique & Partners (2000) *SCENES European Transport Forecasting model and Appended Module: Technical Description*. SCENES Deliverable 4 to the European Commission.
- [6] Proost S., Meire E., Knockaert J. (2004) *Hervorming Transportfiscaliteit in Vlaanderen*. Rapport voor de Vlaamse overheid.
- [7] www.tremove.org