
Market-can- bear-test 2020- 2024

Rapport voor ProRail

SIGNIFICANCE

7 maart 2018, aangevuld 29 mei 2018,
aangepast 8 augustus 2018

Informatiepagina

Auteur: Significance B.V.
Adres: Grote Marktstraat 47
2511 BH Den Haag

Contactpersoon: Prof. dr. Gerard de Jong
Telefoonnummer: 06 – 53404000
Email: dejong@significance.nl

Titel voorstel: Market-can-bear test 2020-2024, rapport voor ProRail
Opdrachtgever: ProRail

Inhoud

HOOFDSTUK 1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doelstelling.....	1
1.3	Overzicht van de studie en van dit rapport	2
HOOFDSTUK 2	Theorie en toepassing van Ramsey-Boiteux prijzen	5
2.1	De Ramsey-Boiteux methode in het kort.....	5
2.2	Modelruns	7
2.3	Uitvoering van market-can-bear test volgens Ramsey-Boiteux	7
HOOFDSTUK 3	Literatuuronderzoek naar de elasticiteit van de prijs van het spoorvervoer op de vraag naar goederenvervoer per spoor	11
3.1	Inleiding.....	11
3.1.1	Definitie, bronnen voor elasticiteit.....	11
3.1.2	Variatie in elasticiteiten	13
3.1.3	Verschillende reactiemechanismen.....	13
3.2	Literatuuroverzicht.....	16
3.2.1	De elasticiteit van het goederenvervoer per spoor bij verandering van de prijs per tonkilometer	16
3.2.2	De elasticiteit van het goederenvervoer per spoor per segment bij verandering van de prijs per tonkilometer	21
3.3	Conclusies.....	26
HOOFDSTUK 4	Literatuuronderzoek naar de elasticiteit van de prijs van het reizen per trein op de vraag naar personenvervoer per spoor	29
4.1	Inleiding.....	29
4.1.1	Definitie, bronnen voor elasticiteit.....	29
4.1.2	Verschillende reactiemechanismen.....	29
4.2	Dit literatuuroverzicht.....	31
4.2.1	De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in verplaatsingen of reizen op de korte termijn.....	32
4.2.2	De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in personenkilometers op de korte termijn.....	32
4.2.3	De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in verplaatsingen of reizen uit vervoerwijze- bestemmingskeuzemodellen	32

4.2.4	De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in personenkilometers uit vervoerwijze- bestemmingskeuzemodellen (de lange termijn)	37
4.2.5	Elasticiteiten uit de meta-analyse van Wardman voor het VK.....	37
4.3	Conclusies	39
HOOFDSTUK 5 Korte beschrijving van de modellen BasGoed en LMS		41
5.1	Het goederenvervoermodel BasGoed	41
5.2	Het Landelijk model system (LMS) voor verkeer en vervoer	43
HOOFDSTUK 6 Invoer voor de jaren 2020 en 2024 voor runs met BasGoed en LMS		47
6.1	Inleiding	47
6.2	De nieuwe studie Welvaart en Leefomgeving (WLO2) voor Nederland vanaf 2030.....	47
6.3	Scenario aannamen voor de BasGoed berekeningen voor 2020 en 2024	49
6.4	Scenario aannamen voor de LMS berekeningen voor 2020 en 2024.....	51
6.5	De met BasGoed en LMS doorgerekende veranderingen in de transportkosten per spoor	53
HOOFDSTUK 7 Uitkomsten van de modelruns		55
7.1	Uitkomsten van BasGoed voor het goederenvervoer.....	55
7.1.1	De uitgevoerde BasGoed runs.....	55
7.1.2	Uitkomsten voor verschillende segmentaties	56
7.1.3	Uitkomsten voor de verschillende jaren, scenario's en mate van prijsverhoging.....	58
7.1.4	Gevoeligheidsanalyse voor Maut.....	58
7.2	Uitkomsten van het LMS voor het personenvervoer	59
7.2.1	De uitgevoerde LMS runs	59
7.2.2	Uitkomsten voor verschillende segmentaties	60
7.2.3	Uitkomsten per reismotief voor de verschillende reismotieven, jaren, scenario's en mate van prijsverhoging	61
HOOFDSTUK 8 Aanbevelingen voor de berekening van de extra heffing per marktsegment 65		
Literatuurreferenties		67
Bijlage 1. Berekening van de kostenaandelen		71
Bijlage 2. Onderbouwing toepassingsbereik market-can-bear test.....		73

1.1 Achtergrond

Op basis van EU richtlijn 2012/34/EU en de overeenkomstige nationale reguleringen brengen infrastructuurbeheerders in het spoorvervoer in Europa, waaronder ProRail, aan de spoorwegondernemingen een heffing in rekening voor de directe kosten van het gebruik van de infrastructuur. Dezelfde richtlijn biedt aan de lidstaat de mogelijkheid voor een extra heffing ('mark-up') ter verdere dekking van de kosten die de infrastructuurbeheerder maakt, afhankelijk van wat de markt aankan (het 'market-can-bear' principe). Hierbij kunnen diverse marksegmenten worden gehanteerd, waarbij de richtlijn aangeeft dat ten minste moeten worden onderscheiden:

- goederenvervoersdiensten;
- passagiersvervoersdiensten in het kader van een openbaredienstcontract;
- overige passagiersvervoersdiensten.

Nederland heeft de bepalingen uit de Richtlijn 2012/34/EU met betrekking tot de extra heffing geïmplementeerd in de Spoorwegwet en nader uitgewerkt in het Besluit implementatie Richtlijn 2012/34/EU. De minister van I en W heeft in dit kader ProRail opdracht gegeven een market-can-bear test uit te voeren. Ook heeft de minister voor ProRail een doelbedrag aan inkomsten uit de extra heffing gesteld.

1.2 Doelstelling

In dit kader heeft ProRail Significance gevraagd om een onderzoek uit te voeren met als doel:

- Het vaststellen van de te gebruiken marktsegmentatie (met onderbouwing) voor de market-can-bear test;
- Het opstellen van een goed onderbouwde methodiek voor de market-can-bear-test;
- Het uitvoeren van de market-can-bear-test.

De 'markt' wordt hierbij gedefinieerd als de Nederlandse spoorvervoersmarkt. De reden voor de beperking tot Nederland is dat dit de markt is waarvoor ProRail diensten verleent en heffingen vraagt, en ook de markt waarvoor de minister een bedrag aan inkomsten uit de extra heffing heeft gesteld als doel voor ProRail. Wel geldt dat ook effecten van de extra heffing in Nederland op treindiensten die deels in Nederland en deels elders worden uitgevoerd (zoals import, export en transit in het goederenvervoer) worden meegenomen in dit onderzoek.

De market-can-bear test en de gebruikte marktsegmentatie moeten door ProRail ter goedkeuring worden voorgelegd aan de ACM.

Er is al een onderzoek geweest door Ecorys en Traimco voor ProRail, dat ook een marktsegmentatie heeft voorgesteld. Hiermee ligt de marktsegmentatie voor de test echter niet vast, ook andere segmentaties zijn mogelijk.

De uitvoering van de market-can-bear test in deze studie moet tot concrete te gebruiken elasticiteiten leiden en tot een totaal bedrag aan extra heffing per marktsegment; de uitwerking van de hoogte van het tarief van de extra heffing per segment (uitgaande van de doelstelling voor de te behalen extra inkomsten) zal ProRail zelf op zich nemen.

Het is de bedoeling dat de extra heffing in 2020 wordt ingevoerd en dat er na vijf jaar een nieuwe test wordt uitgevoerd. Daarom gaat deze studie ook in op de verwachte ontwikkelingen die invloed hebben op de spoormarkt in de periode 2020-2024.

De extra heffing moet in de eerste plaats voldoen aan het market-can-bear principe, maar additionele voorwaarden aan de heffing zijn:

- Dat ProRail over betrouwbare informatie beschikt om de extra heffing voor de marktsegmenten te bepalen;
- Dat de optimale concurrentiepositie van de marktsegmenten wordt gewaarborgd. Dit wordt gegarandeerd door de keuze voor de Ramsey-Boiteux methode, waarvan de optimale concurrentiepositie een van de uitgangspunten is;
- Dat productiviteitsstijgingen die de spoorvervoerders hebben verwezenlijkt worden gerespecteerd. Productiviteitsstijgingen van individuele spoorwegondernemingen hebben nauwelijks invloed bij een bepaling van de draagkracht op basis van prijselasticiteiten op het niveau van marktsegmenten. Dit betekent ook dat deze produktiviteitsstijgingen niet door de heffing per marktsegment worden afgestraft.

1.3 Overzicht van de studie en van dit rapport

De market-can-bear test wordt uitgevoerd door het berekenen van Ramsey-Boiteux prijzen (zie voor uitleg hierover hoofdstuk 2). Hierbij gaat het om het bepalen van de prijselasticiteiten van de eindgebruikers (de reizigers in het personenvervoer en verladers/logistics service providers in het goederenvervoer), onder de veronderstelling van volledig doorberekenen van de extra heffing aan de eindgebruikers door de spoorvervoerders, en met gebruikmaking van gegevens over de totale kosten van de spoorvervoerders.

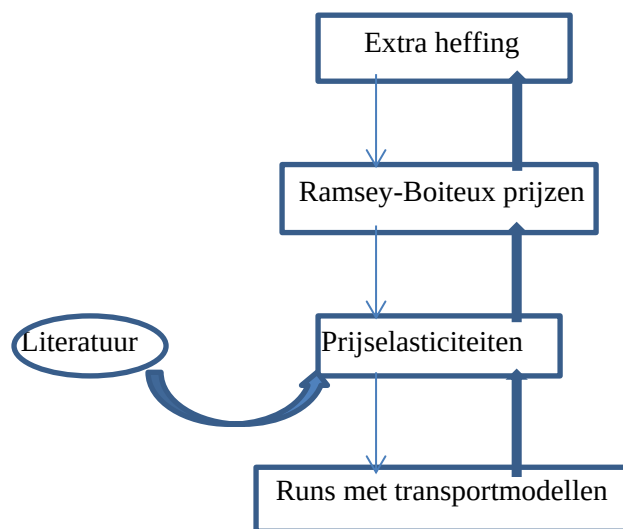
In dit onderzoek worden de prijselasticiteiten bepaald door runs uit te voeren met bestaande transportmodellen (hierbij gaat het steeds om een run voor de situatie in 2020-2024 zonder de extra heffing en een run voor exact dezelfde situatie maar met de extra heffing):

- Voor het personenverkeer- en vervoer: het Landelijk Model Systeem (LMS);
- Voor het goederenvervoer: het nationale goederenvervoermodel BasGoed.

Beide modellen zijn eigendom van Rijkswaterstaat – Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL) en zijn mede ontwikkeld voor en met medewerking van NS en ProRail. Deze modellen zijn de afgelopen jaren ook gebruikt in officiële rapporten van het Ministerie van I en W, zoals de Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse (NMCA) en de

Basisprognoses en in de WLO2-studie van het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving (CPB en PBL), waarin twee scenario's worden verkend voor met name de economische en sociaal-demografische ontwikkeling van Nederland op de lange termijn.

Figuur 1: Overzicht van de studie-aanpak. De dunne pijlen geven het denkproces om tot de methode te komen, die dikke pijlen geven de rekenuitkomsten van het project. De gekromde pijl geeft de validatie van de prijselasticiteiten via de literatuur aan.



De modelruns zijn uitgevoerd voor de jaren 2020 en 2024, waarbij de modelinvoer voor deze jaren bepaald is op basis van de beide scenario's (Hoog en Laag) voor 2030 uit de genoemde WLO2-studie. LMS en BasGoed worden regelmatig toegepast voor toekomstprognoses van verkeer en vervoer en de WLO Scenario's zijn hierbij momenteel altijd het uitgangspunt (zoals de WLO-scenario's dat ook zijn voor verkennings- en beleidsstudies op allerlei andere terreinen).

Bij een market-can-bear test volgens Ramsey-Boiteux is ook van belang welke segmenten worden onderscheiden. Dit hangt met name af van de vraag welke segmenten van de vervoersmarkt verschillende prijselasticiteiten hebben.

De modelruns met BasGoed en het LMS worden in dit onderzoek ook gebruikt om te onderzoeken voor welke segmenten de spoortransportprijselasticiteiten substantieel van elkaar verschillen. Tevens wordt bij de segmentatie gekeken naar de beschikbaarheid van gegevens bij ProRail voor toepassing van de extra heffing in de praktijk.

Naast de modelruns is er in deze studie ook literatuuronderzoek uitgevoerd op het gebied van:

- Elasticiteiten van de vraag naar spoorvervoer van reizigers;
- Elasticiteiten van de vraag naar spoorvervoer van verladers/logistic service providers.

De uitkomsten van het literatuuronderzoek worden in deze studie gebruikt ter validatie van de in de modelruns gevonden segmentering van de vervoersmarkt en van de hoogte van de gevonden prijselasticiteiten.

Na deze validatie zijn de gevonden elasticiteiten ingebouwd in een eenvoudig te bedienen Excel tool die geleverd is aan ProRail. Hiermee kan ProRail zelf de hoogte van de extra heffing per marktsegment berekenen, gegeven het doelbedrag van het ministerie van I en W.

In dit eindrapport van het onderzoek voor ProRail worden de gebruikte methoden beschreven en verantwoord en worden de uitkomsten van de market-can-bear test gepresenteerd.

Hoofdstuk 2 beschrijft kort de theorie van de Ramsey-Boiteux prijzen. De literatuur voor het goederenvervoer wordt beschreven in hoofdstuk 3 en die voor het personenvervoer in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 worden de modellen BasGoed en LMS kort uitgelegd. De invoer voor de runs met Basgoed en LMS wordt in hoofdstuk 6 samengevat. Hierbij gaat het om de verwachte ontwikkelingen op de markten voor personenvervoer en goederenvervoer tussen het basisjaar van de modellen (2014) en 2020 respectievelijk 2024. Dit hoofdstuk baseert zich voornamelijk op de WLO2 studie van het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving CPB en PBL. De elasticiteiten die gevonden zijn met de modelruns met Basgoed en LMS worden in hoofdstuk 7 gepresenteerd en gevalideerd aan de hand van de literatuur. In hoofdstuk 8 volgen onze aanbevelingen voor wat betreft de elasticiteiten die gebruikt moeten worden bij het berekenen van de extra heffing per marktsegment (welke elasticiteiten en hoe daarmee de extra heffing kan worden bepaald) voor de periode 2020-2024.

2.1 De Ramsey-Boiteux methode in het kort

In deze studie wordt de market-can-bear test uitgevoerd door het berekenen van Ramsey-Boiteux prijzen. Deze methode is bij uitstek geschikt omdat hierbij de draagkracht per marktsegment zodanig bepaald wordt dat de maatschappelijke welvaart zo hoog mogelijk is, door te kijken naar de optimale concurrentiepositie van de verschillende marktsegmenten. De Ramsey-Boiteux methode is ook gebruikt voor market-can-bear tests in de spoorsector in Duitsland en Oostenrijk (zie b.v. ÖBB-Infrastruktur, 2017). Tussen regulators is in Europees verband ook consensus over de economische methode voor de bepaling van de draagkracht die het beste aansluit bij het juridisch kader en wordt een sterke voorkeur uitgesproken voor Ramsey-Boiteux pricing (IRG Rail, 2016).

Het market-can-bear principe is oorspronkelijk geformuleerd door Frank Ramsey (Ramsey, 1927) voor belastingheffing. Marcel Boiteux (1956) heeft het uitgebreid naar het natuurlijke monopolie. De basisformule voor een Ramsey-Boiteux prijs of heffing, waarbij de prijs van de monopolist de maatschappelijke welvaart maximaliseert (gegeven de winstfunctie van de monopolist) is:

$$\frac{P_i - MC_i}{P_i} = \frac{\gamma}{\varepsilon_i}$$

Hierbij geldt:

P_i : prijs die de monopolist zet voor marktsegment i ;

MC_i : marginale kosten voor de productie van de goederen of diensten voor markt i ;

γ : een constante die kleiner is dan of gelijk aan 1 (afkomstig van de Lagrange multiplier van de functie die de opbrengsten gelijkstelt aan de kosten);

ε_i : de prijselasticiteit van de vraag van marktsegment i .

De formule geeft weer dat de relatieve toeslag (extra heffing) boven op de vergoeding voor marginale kosten van een segment proportioneel is met de inverse prijselasticiteit van een segment. Met andere woorden, marktsegmenten die een hoge elasticiteit hebben krijgen een lage heffing en segmenten die weinig prijsgevoelig zijn een hoge, zodat er weinig van de vraag naar alternatieven verschuift.

Voor een infrastructuurbeheerder in de spoormarkt, zoals ProRail, ligt het nog iets ingewikkelder dan hierboven beschreven. ProRail zal een extra heffing opleggen aan spoorvervoerders in het personen- en goederenvervoer, die vervolgens kunnen besluiten om deze heffing al dan niet aan hun klanten (de finale of eindconsumenten, in dit geval reizigers en verladers/logistics service providers, LSP's) door te berekenen. Deze eindconsumenten reageren dan weer op de prijsverhoging van de spoorvervoerders, waarbij hun reactie wordt samengevat in de prijselasticiteit van de vraag (per segment). Het verschil tussen deze situatie en de formule hierboven is dat ook de mate van prijsdoorberekening van belang is bij het bepalen van de Ramsey-Boiteux prijs of heffing. De optimale heffing hangt nu af van:

- De prijselasticiteit van de vraag van het betreffende marktsegment (finale consumenten);
- Het aandeel van de extra heffing in de totale kosten voor de reizigers en verladers/logistic service providers;
- De mate van doorberekening door de vervoerders van een verandering in de heffing.

Voor toepassing van het market-can-bear principe in het spoorvervoer moeten deze drie onderdelen worden gekwantificeerd voor ieder marktsegment.

Elasticiteiten van de vraag naar spoorvervoer van reizigers en verladers/logistics service providers

Wij voeren modelruns en literatuuronderzoek uit naar prijselasticiteiten van de vraag naar spoorvervoer van reizigers en van verladers en logistic service providers. De uitkomsten worden gerapporteerd in de vorm van elasticiteiten uit de literatuur en de gebruikte modellen BasGoed en LMS, met de bijbehorende marktsegmentaties.

Het aandeel van de extra heffing die ProRail in rekening brengt bij de spoorvervoerders in de totale kosten voor eindgebruikers en de mate van doorberekening

Hierbij gaat het erom in welke mate een extra heffing doorwerkt in de kosten die de eindconsumenten betalen (als een procentuele strijping van deze kosten). Informatie over de kosten van het vervoer voor de reizigers en verladers/LSP's is opgenomen in de Nederlandse transportmodellen zelf (zie in Hoofdstuk 6). Voor wat betreft de kosten die spoorwegondernemingen maken is er enige openbare literatuur (bijvoorbeeld informatie in jaarverslagen van spoorwegondernemingen) en zijn er academische en consultancy studies op het gebied van kosten. Wel geldt dat deze informatie slechts een benadering is van de kosten die diverse vervoerders maken per marktsegment, maar dat ProRail niet over meer gedetailleerde informatie kan beschikken.

Over de mate van doorberekening van de heffing door de vervoerders aan de eindconsumenten bestaat duidelijk minder literatuur. Wij gaan standaard uit van 100% doorberekening (net als in eerder uitgevoerde market-can-bear tests in Oostenrijk, ÖBB-Infrastruktur, 2017). Concessieafspraken van individuele vervoerders die betrekking hebben op de mate waarin vervoerders de extra heffing zouden kunnen doorberekenen zijn dus ook niet meegenomen in deze studie. Deze afspraken zijn slechts deels bekend bij ProRail. Bovendien heeft de mate waarin vervoerders de extra heffing kunnen doorberekenen geen effect op de draagkracht van de reizigers en verladers / logistic service providers

De verwachte ontwikkelingen op de spoormarkt 2020-2024;

Voor de verwachte ontwikkelingen op de spoormarkt is ook een literatuuronderzoek uitgevoerd. Hierbij gaat het om bronnen als de recente scenariostudies voor de lange termijn (2030 en daarna) voor Nederland (met name WLO2) en de cijfers die door het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid van het Ministerie van I en W (KIM) worden aangeleverd voor het MLT (middellange termijn) project van Rijkswaterstaat inzake prognoses voor het wegverkeer in de komende vijf jaar.

2.2 Modelruns

Runs voor het personenverkeer en -vervoer met het Landelijk Model Systeem (LMS)

Het LMS is een multimodaal prognosemodel voor de middellange en lange termijn dat is ontwikkeld voor Rijkswaterstaat – Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS-WVL). De laatste versie is ontwikkeld met medewerking van van ProRail en NS. Er is voor dit onderzoek voor ProRail toestemming gevraagd aan RWS-WVL voor gebruik van het LMS. RWS heeft hiervoor toestemming verleend. Significance heeft de leiding gehad bij de ontwikkelen van het vraagmodel (groeimodel, GM) hierbinnen. Het model gebruikt geen elasticiteiten als invoer, maar is geschat op data uit het Mobiliteitsonderzoek Nederland (MON) en het KLIMAAT V onderzoek van NS en kan elasticiteiten als uitvoer leveren. Het is sinds 1985 regelmatig geactualiseerd en gebuikt voor allerlei officiële documenten van het ministerie, zoals de Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse (NMCA), en de WLO2-studies van het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving. In de runs met het LMS kijken we ook naar segmentaties die het LMS toelaat (in ieder geval naar verplaatsingsmotief). In dit project voeren we diverse runs met het LMS uit voor verschillende stijgingen en dalingen in de kosten voor de reiziger van reizen met het spoor. In deze runs maken we onderscheid tussen de toekomstjaren 2020 en 2024 (middels aparte runs). Uit de uitkomsten berekenen we dan elasticiteiten.

Runs voor het goederenvervoer met het nationale model BasGoed.

Het model BasGoed is de pendant van het LMS voor het goederenvervoer in, naar, van en door Nederland. Het is eveneens ontwikkeld voor Rijkswaterstaat, met medewerking van ProRail. RWS heeft voor deze studie voor ProRail toestemming gegeven voor gebruik van BasGoed. Significance heeft ook hier in belangrijke mate bijgedragen aan de modelontwikkeling (waaronder de vraagkant). Ook dit model is gebruikt in de NMCA en WLO2 studie. Het maakt een segmentatie mogelijk van elasticiteiten naar goederensoort. De runs betreffen ook hier diverse stijgingen en dalingen in de kosten van transport per spoor voor de verladers, voor de jaren 2020 en 2024.

2.3 Uitvoering van market-can-bear test volgens Ramsey-Boiteux

De marktsegmenten en de bijbehorende elasticiteiten worden bepaald op basis van de runs met het LMS en BasGoed, waarbij de uitkomsten van het literatuuronderzoek dienen ter validatie. Hierbij is (naast praktische toepasbaarheid voor ProRail) het criterium dat prijselasticiteiten binnen een segment zoveel mogelijk homogeen zijn en tussen verschillende segmenten juist zo veel mogelijk verschillend.

De overige passagiersdiensten (dat is zonder openbaredienstcontract) dienen volgens de EU-richtlijn in ieder geval als apart segment te worden onderscheiden. In Nederland is

dit een zeer klein segment (m.n. skitreinen en auto-slaaptreinen). In het LMS wordt het niet als zodanig onderscheiden, en ook in de ons nu bekende literatuur komt dit segment niet apart voor. Aangezien er geen kennis over elasticiteiten op deze kleine markt beschikbaar is, zullen we voor dit segment veronderstellingen moeten maken uitgaande van elasticiteiten voor verwante segmenten, zoals het ‘sociaal, recreatief en overig’ vervoer uit het LMS.

Voor ieder onderscheiden marktsegment bepalen we de meest waarschijnlijke elasticiteit voor de Nederlandse situatie en de te gebruiken kosten. Deze worden opgenomen in een eenvoudige Excel-tool, die we gebouwd hebben voor gebruik door ProRail zelf. De tool is te gebruiken om de totale extra heffing zelf per marktsegment te berekenen, gegeven het doelbedrag aan opbrengsten uit de extra heffing. De tool kan dus ingezet worden om bij verschillende doelbedragen de Ramsey-Boiteux heffing per marktsegment te bepalen.

ProRail geeft de voorkeur aan een stabiele heffing per marktsegment over de periode 2020 – 2024.

Invoervariabelen voor de berekening van de test zijn:

- Gemiddelde inkomsten uit de extra heffing voor 2020-2024 (y);
- Prognose treinkilometers per segment gemiddeld voor 2020-2024 (of per jaar) (vk_{m1} , vk_{m2} , vk_{m3}).

De berekening zelf bestaat uit:

$$y = a_1 \cdot vk_{m1} + a_2 \cdot vk_{m2} + a_3 \cdot vk_{m3}$$

$$a_1 = s / (|e_1| \cdot k_1)$$

$$a_2 = s / (|e_2| \cdot k_2)$$

$$a_3 = s / (|e_3| \cdot k_3)$$

waarbij:

- a_i is de gemiddelde extra heffing per treinkilometer per marktsegment, bepaald met Ramsey-Boiteux;
- s staat voor een te bepalen schaalfactor (om op y uit te komen);
- e_i staat voor de prijselasticiteit van de vraag van het segment;
- k_i staat voor het aandeel van een euro extra heffing in de totale kosten voor de eindgebruikers;
- Indices: segment 1, 2 of 3 (besloten personenvervoer, openbare personenvervoer en goederenvervoer).

Het uitgevoerde onderzoek (met name de modelruns, gevalideerd met de literatuur) levert e_1 , e_2 en e_3 . Dit komt aan de orde in de verdere hoofdstukken van dit rapport.

k_1 , k_2 en k_3 worden ook geleverd in dit onderzoek, op basis van informatie over de kostenaandelen (zie Bijlage 1).

De uitvoer van de berekening bestaat dan uit de opbrengsten uit de extra heffing per marktsegment ($a_1 \cdot vk_{m1}$; $a_2 \cdot vk_{m2}$; $a_3 \cdot vk_{m3}$).

Een kanttekening hierbij is dat we ook een toepassingsbereik aangeven van doelbedragen waarbinnen de tool toepasbaar is: bij zeer afwijkende totaalbedragen horen heffingen per marktsegment buiten het bereik waar de elasticiteiten op zijn gebaseerd. We weten dan niet of de elasticiteiten hier nog geldig zijn. Voor dergelijke doelbedragen is de tool niet te gebruiken. Er wordt in de tool ook aangegeven wat de grenzen zijn in termen van y waarbinnen de elasticiteiten geldig zijn.

3.1 Inleiding

Het onderzoek naar de marktsegmentatie is geïntegreerd met het onderzoek naar elasticiteiten. Hierbij kijken we in eerste instantie naar de modelruns en dient het literatuuronderzoek ter validatie.

Het literatuuronderzoek heeft dus twee vraagstellingen:

- Segmentatie: welke onderscheidingen worden in de nationale en internationale literatuur voor wat betreft de vraageffecten gemaakt en blijken daarbij van belang te zijn?
- Elasticiteiten: wat zijn de meest waarschijnlijke waarden voor de prijselasticiteiten van de segmenten?

Een additioneel criterium voor marktsegmentatie is dat ProRail over gegevens beschikt om de heffing voor het segment te bepalen/op te leggen. Ook moeten we minimaal de drie segmenten uit de EU-richtlijn onderscheiden. Deze minimale segmentatie is voor ons het vertrekpunt, waarvan we alleen zullen afwijken als dat noodzakelijk is vanwege de elasticiteiten die we vinden en haalbaar is voor ProRail.

3.1.1 Definitie, bronnen voor elasticiteit

In deze studie zullen we de volgende algemene **definitie** van elasticiteit gebruiken:

“Een elasticiteit geeft het effect van een wijziging in een onafhankelijke (of stimulus)variabele op een afhankelijke (of respons)variabele, beiden gemeten in procentuele veranderingen.”

Als een stijging van de prijs van de treinvervoer met 1% leidt tot een afname in de tonkilometers met de trein van 0,3%, dan is de prijselasticiteit van de vraag naar tonkilometers per spoor -0,3 ($= -0,3/1$).

Elasticiteiten zijn gedefinieerd met behulp van de 'ceteris paribus' voorwaarde: ze zijn geldig in de veronderstelling dat alle andere dingen (bijvoorbeeld andere onafhankelijke variabelen) niet veranderen.

Een eerste onderscheid is dat tussen puntelasticiteiten en boogelasticiteiten. Een puntelasticiteit meet de proportionele verandering in de afhankelijke variabele die het gevolg is van een zeer kleine verandering in de onafhankelijke variabele. De prijs (P) elasticiteit van de vraag naar produkt Q in termen van een puntelasticiteit is:

$$e_p = (dQ/Q) / (dP/P) = (dQ/dP) \cdot (P/Q) \quad (1)$$

In deze formule is dQ/dP de afgeleide van de (gewone of Marshalliaanse) vraagfunctie naar P (de helling van de vraagfunctie).

Een boogelasticiteit is toepasbaar als de verandering in de onafhankelijke niet zeer klein is. De definitie luidt:

$$e_p = (\Delta Q / \Delta P) \cdot (P_1 + P_2) / (Q_1 + Q_2) \quad (2)$$

Hierbij geven de subscripts 1 and 2 de situatie respectievelijk voor en na de prijsverandering weer.

Een groot deel van de waarden voor elasticiteiten in de literatuur is niet vastgesteld op basis van de definitie van de punt- of boogelasticiteit, maar als een 'shrinkage ratio':

$$e_p = (\Delta Q / \Delta P) \cdot (P_1 / Q_1) \quad (3)$$

Een eigen prijselasticiteit geeft het effect van een alternatief op dat alternatief zelf (bijvoorbeeld het effect van de prijs van spoorvervoer op de vraag naar spoorvervoer). Een kruiselasticiteit geeft het effect op een concurrerend alternatief (bijvoorbeeld het effect van de prijs van spoorvervoer op de vraag naar wegvervoer).

Elasticiteiten komen meestal uit modellen (econometrische modellen en transportmodellen), geschat op empirische gegevens, maar in sommige gevallen kunnen elasticiteiten worden berekend uit directe waarnemingen van het effect van een verandering (bv. invoering van een heffing), via voor- en na-studies. De gegevens die worden gebruikt voor de schatting van het model kunnen tijdreeksen, dwarsdoorsnedes (cross-secties) of panelgegevens zijn. Als een tijdreeksmodel vertraagde parameters bevat, kan het model onderscheid maken tussen korte en lange termijn effecten. Of de effecten van een dwarsdoorsnedemodel de korte of de lange termijn betreffen, is afhankelijk van de aard van de gedragsmatige mechanismen die in het model zijn opgenomen (b.v. locatiebeslissingen worden beschouwd als lange termijn).

Cross-sectie (en panel) modellen kunnen worden gebaseerd op waargenomen keuzes (revealed preference of RP-gegevens) of keuzes onder experimentele (hypothetische) omstandigheden (stated preference of SP gegevens). Soms worden elasticiteiten berekend uit modellen die uitsluitend geschat zijn op basis van SP gegevens, maar dit is niet correct. Omdat de experimentele omstandigheden afwijken van die in de werkelijkheid zal de variatie in de niet-waargenomen component van het SP-model niet overeen met werkelijkheid. Dit beïnvloedt alle coëfficiënten van het geschatte model, en dus ook de elasticiteit van het model. Modellen die uitsluitend zijn gebaseerd op SP-data kunnen worden gebruikt om het belang van een kenmerk ten opzichte van een ander kenmerk aan te geven (zoals de transporttijdwaardering, de value of –transport- time), maar voor gebruik als een voorspellingsmodel moeten SP-gegevens worden gecombineerd met RP-gegevens.

3.1.2 Variatie in elasticiteiten

Vaak wordt bij literatuuronderzoek een aanzienlijke heterogeniteit gevonden in de elasticiteiten. Er zijn twee fundamentele verklaringen voor dit resultaat:

1. De elasticiteiten lijken te verwijzen naar hetzelfde verschijnsel, maar verschillen omdat ze rekening houden met verschillende reactiemechanismen, die op verschillende tijdschalen werkzaam kunnen zijn. De reactiemechanismen voor goederenvervoer per spoor worden hieronder besproken.
2. Prijselasticiteiten kunnen verschillen omdat zij betrekking hebben op:
 - a. Verschillende marktsegmenten (bijv. goederensoorten, afstandsklassen, geografische markten), met verschillende substitutiemogelijkheden: als twee producten goede substituten voor elkaar zijn, dan kan een hoge kruis-prijselasticiteit worden verwacht, en de elasticiteit van de eigen-prijs (in absolute termen) zal ook hoger zijn als goede substituten bestaan.
 - b. Verschillende componenten van de totale vervoerskosten (bijvoorbeeld infrastructuurheffingen, energiekosten of vaste voertuigkosten).
 - c. Verhoging van de prijs versus verlaging: volgens de '*Prospect Theory*' zullen besluitvormers sterker reageren op achteruitgang dan op vooruitgang, dus elasticiteiten voor prijsstijgingen zouden groter zijn dan voor prijsverlagingen (echter, de meeste modellen die gebruikt worden in de praktijk houden hiermee geen rekening).
 - d. Wijzigingen van de prijs van verschillende omvang (dit verwijst ook naar het onderscheid tussen puntelasticiteit en boogelasticiteiten, maar ook de boogelasticiteiten voor wijzigingen van verschillende omvang kunnen verschillen), bijvoorbeeld door verzadiging in de vraagfunctie.
 - e. Verschillende definities van een vervoerwijze (bijvoorbeeld voor een individuele schakel of voor de gehele transportketen).

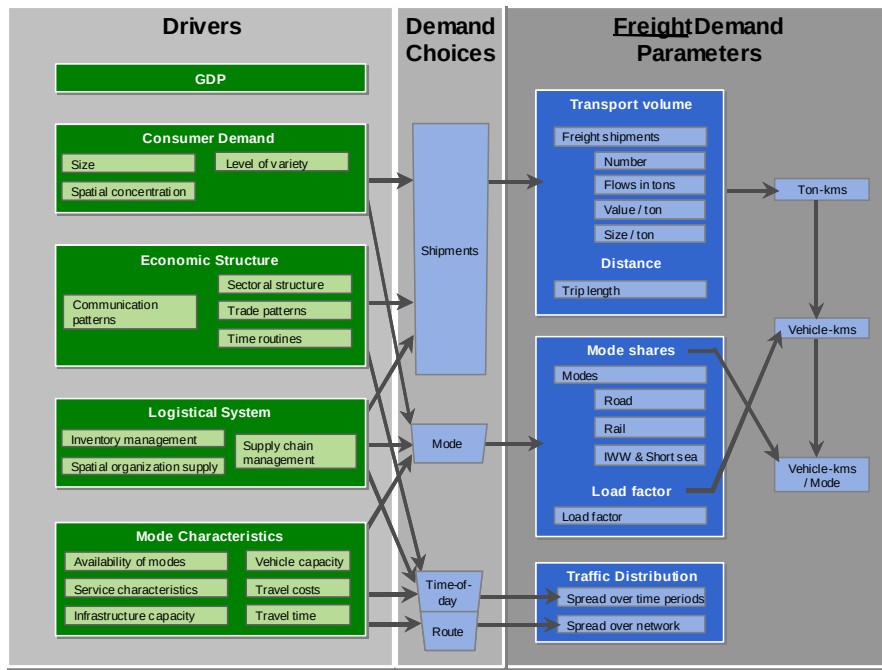
Bovendien kunnen vooral kruis-elasticiteiten sterk van elkaar verschillen afhankelijk van de marktaandelen van de modi in de basissituatie. Dit betekent ook dat kruis-elasticiteiten slecht overdraagbaar zijn van het ene land naar het andere als deze landen verschillende vervoerwijze-aandelen hebben. In dit project presenteren wij eigen elasticiteiten en geen kruis-elasticiteiten.

3.1.3 Verschillende reactiemechanismen

De vraag naar vervoer van goederen kan worden gemeten (Zie ook figuur 2) in termen van de totale hoeveelheid tonnen, ton-kilometers (tkm) en voertuigkilometers (vkm) en in termen van tonnen, ton-kilometers en voertuigkilometers per vervoerwijze (bijvoorbeeld spoor vkm). De totale hoeveelheid in tonnen en tkm wordt grotendeels bepaald door de internationale en intraregionale handelspatronen (die weer vooral afhangen van de consumentenvraag en economische structuur). De hoeveelheid vkm is ook afhankelijk van logistieke beslissingen, zoals over de zendingsgrootte en het

gebruik van consolidatiecentra. Voor ton, vkm of tkm per vervoerwijze komt de vervoerwijzekeuze in beeld. Er kunnen daarnaast wijzigingen in de route en het vertrektijdstip van het transport zijn die geen invloed hebben op het totale aantal ton, tkm of vkm (per vervoerwijze).

Figuur 2. De belangrijkste invloedsfactoren van de vraag naar goederenvervoer
(Bron: Van de Riet et al., 2008)



De volgende reactiemechanismen kunnen worden onderscheiden voor wat betreft het effect van een verhoging in de prijs van het spoorvervoer op de vraag naar spoorvervoer:

Veranderingen in de energie-efficiëntie

- A. Efficiëntere voertuigen: kopen van meer energie-efficiënte (b.v. ook lichtere) treinen; op de lange termijn kunnen veranderingen in de energieprijzen van het spoorvervoer invloed hebben op het energieverbruik van de gebruikte voertuigen (bij hetzelfde transportvolume) door het versnellen/vertragen van technologische veranderingen in voertuigefficiëntie of de overdracht van de energie van elektriciteitscentrales (voor elektrische treinen); bij een extra heffing van ProRail aan de spoorvervoerders gaat het waarschijnlijk om een gering effect omdat het dan niet specifiek de energieprijs is die verhoogd wordt.
- B. Energie-efficiënt rijden (bijvoorbeeld langzamer rijden).

Wijzigingen in transport-efficiëntie

- C. Beladingsgraad (de hoeveelheid goederen, gemeten in ton, gedeeld door de capaciteit van het voertuig). De beladingsgraad kan worden verbeterd door meer te consolideren en door het verkrijgen van meer retourlading;
- D. Wijziging route en tijdstip van de dag. Dit is voornamelijk relevant voor veranderingen in prijzen die afhangen van de locatie en het tijdstip van de

dag. Maar er kan ook verschuiving naar een meer efficiënte routeplanning (bijvoorbeeld minder omwegen) plaatsvinden door de kostenverhoging;

- E. Vergroten van de omvang van de zending (dit impliceert ook een vermindering van de frequentie van de levering; dus dit zal de voorraadkosten verhogen). Veranderingen in de transportprijzen kunnen leiden tot een andere afweging tussen vervoerskosten en andere logistieke kosten zoals bestelkosten en voorraadkosten.

Veranderingen in de vraag naar vervoer/te vervoeren volumes

- F. Verandering van vervoerwijze (voor de hele afstand/keten of een deel van de keten): substitutie van en naar de weg, binnenvaart, zeevaart en luchtvaart;
- G. Wijzigingen in productietechnologie (met gevolgen voor het gewicht van de goederen, bijvoorbeeld trends naar lichtere producten);
- H. Kilometers per ton verminderen:
 - a. Keuze van de leverancier en de ontvanger aanpassen: veranderingen in de keuze van de leverancier (aankoop bij meer lokale leveranciers, wat de herkomst van de goederen bepaalt bij een gegeven bestemming) of in de omvang van de geografische markt voor de leverancier (het veranderen van de bestemming gegeven de herkomst), met inbegrip van wijzigingen in de mate van globalisering. Dit leidt tot veranderingen in goederenstromen tussen de zone van productie en de zone van consumptie (PC stromen), en dus tot wijzigingen in transportafstanden.
 - b. De omvang van de productie per vestiging: aanpassingen in de omvang van de productie per vestiging, inclusief het gebruik van grondstoffen en halffabrikaten voor verdere verwerking. Een producent kan beslissen om zijn productie te verplaatsen naar fabrieken die dicht bij de klanten zitten, om te besparen op de vervoerskosten;
- I. Afname van de vraag naar het product.

Reacties A-D zijn beslissingen die meestal door de spoorvervoerder (exploitant) worden genomen. De mogelijkheden voor deze reacties hangen af van het huidige niveau van efficiëntie in de logistiek (dat misschien al vrij hoog is). Wij gaan er in deze studie van uit dat A en B niet direct relevant zijn omdat het niet over de energieprijzen maar over de extra heffing gaat hier. C wordt verder niet meegenomen omdat we er in deze studie van uit gaan dat de extra heffing wordt doorberekend aan de eindgebruiker, en D is niet relevant omdat er geen differentiatie naar tijd en plaats is in de heffing.

Alleen wanneer de vervoerder de kostenverhoging geheel of gedeeltelijk aan de verlader doorgeeft, zal de verlader reageren. De mogelijkheden voor het doorgeven van hogere kosten zijn afhankelijk van het (soort) contract en marktmacht, die voor verschillende goederenmarkten kunnen verschillen. Vooralsnog gaan wij in deze studie uit van volledige doorberekening. De reactiemechanismen E-H betreffen beslissingen die meestal vallen onder de verantwoordelijkheid van de verlader (sommige beslissingen zoals zendingsgrootte kunnen worden genomen door de verlader, maar worden in het algemeen mede bepaald door de ontvanger). De fabrikanten kunnen sommige van de kostenverhoging doorgeven aan hun cliënten (detailhandelaren, andere producenten, consumenten). Dit kan vervolgens leiden tot de afname van de vraag naar het product (reactie I).

De mechanismen F, G en I zullen invloed hebben op het aantal tonnen dat per spoor wordt vervoerd. Deze mechanismen plus mechanisme C en E beïnvloeden het aantal railvoertuigen (= wagons) of treinen dat wordt gebruikt. Het aantal voertuigkilometers per spoor wordt beïnvloed door al deze mechanismen plus de lengte van de reis (mechanismen D en H). Het aantal ton-kilometers per spoor wordt beïnvloed door mechanismen D en F-I.

Veel van deze reacties (vooral G en H en wijzigingen in de voertuigtechniek) wordt alleen uitgevoerd op de lange termijn. Mechanismen B en D kunnen relevant kunnen zijn op de korte termijn (maar niet in dit onderzoek) en A, C, E en I op de korte tot middellange termijn, waarbij F het meest relevant is op de middellange termijn. In dit onderzoek beperken we ons tot F-I.

3.2 Literatuuroverzicht

Hieronder doen we verslag van een onderzoek naar de nationale en internationale literatuur op het gebied van de prijselasticiteit van het goederenvervoer per spoor. Dit overzicht van de elasticiteiten in de bestaande literatuur is gebaseerd op papers die zijn gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften en conferentiebijdragen, maar ook de grijze literatuur (onderzoeksrapporten van consultants en academici die niet zijn gepubliceerd in tijdschriften of gepresenteerd op conferenties) die wij kennen of via zoekmachines op het spoor zijn gekomen.

Belangrijkste bronnen voor dit onderzoek naar elasticiteiten in het goederenvervoer waren: de Jong (2003), VTI en Significance (2010), de Jong (2016) en Hightool (2016).

In dit literatuuronderzoek gebruiken we de onderscheiden die hierboven (sectie 3.1) zijn geïntroduceerd, in het bijzonder de afhankelijkheid van de elasticiteiten van de definitie van de stimulus- en de responsvariabele, de marktsegmentatie en welke responsmechanismen zijn meegenomen in een studie.

In deze sectie 3.2 presenteren wij de belangrijkste resultaten van het onderzoek van de literatuur over de eigen-prijs elasticiteit van het goederenvervoer per spoor. Eerst zullen we de elasticiteit voor wijzigingen in de prijs per tonkilometer behandelen voor goederenvervoer per spoor in het algemeen. Hierna presenteren we de belangrijkste resultaten uit de literatuur per marktsegment, voor die segmenten die het vaakst voorkomen in de literatuur: naar goederensoort, afstandsklasse en treintype.

3.2.1 De elasticiteit van het goederenvervoer per spoor bij verandering van de prijs per tonkilometer

De meeste prijselasticiteiten voor het goederenvervoer per spoor in de gepubliceerde en grijze empirische literatuur verwijzen naar veranderingen in de prijs per ton-kilometer. Empirische resultaten voor wijzigingen in de prijs per trein-kilometer zijn niet of nauwelijks te vinden in de literatuur en zullen we daarom hier niet behandelen (onvoldoende basis voor een advies). Een wijziging in de prijs per trein-kilometer kan invloed hebben op de efficiëntie van het vervoer (logistiek) en op de vervoerde volumes, en zo op de responsvariabelen tonnen, ton-km en trein-km.

Tonkilometer-prijswijzigingen kunnen verschillende reacties van de exploitant van het spoor en de verlader tot gevolg hebben (zie sectie 3.1). In de literatuur worden deze door ons genoemde reactiemechanismen niet allemaal afzonderlijk

onderscheiden. Op basis van de literatuur, kunnen wel de volgende samengestelde reactiemechanismen worden onderscheiden:

- *Verandering in de vervoerwijze*; substitutie van en naar de weg, binnenvaart en (shortsea) zeevaart (F hierboven);
- *Veranderingen in de vraag naar vervoer*; als gevolg van de veranderingen in tonkilometer prijzen kunnen verladers andere leverancier/ontvangers kiezen of andere productielocaties. Deze beslissingen kunnen leiden tot veranderingen in de totale vervoersvraag, zonder wijzigingen in het totaal aantal verzonden tonnen (H, evt. ook G).
- *Wijzigingen in de vraag naar het goed*; als de verladers de wijzigingen in de prijs van het vervoer niet zelf kunnen internaliseren, moeten zij de prijs van de goederen die zij aanbieden verhogen. Als gevolg daarvan kan de consumentenvraag naar deze producten dalen en daarmee weer totaal vervoersvraag (I).

Op basis van de resultaten van het literatuuronderzoek bespreken we de gevoeligheid voor prijsveranderingen voor ieder van deze drie effecten afzonderlijk. De elasticiteiten bij wijziging van de prijs per tonkilometer voor het spoor staan in Tabel 1.

Wijzigen van de vervoerwijzekeuze

Verschillende studies in de literatuur besteden aandacht aan het effect van wijzigingen in tonkilometer prijzen op de modal split op zich (gemeten in tonkilometers): Beuthe et al. (2001), Björner en Jensen (1997), de Jong (2003), de Jong et al. (2011) en Oum (1989). Deze studies vinden de elasticiteit van de prijs variërend van -0,5 tot 3,87. De elasticiteiten voor Noorwegen en Zweden in De Jong (2003) zijn afgeleid met oudere versies van de nationale modellen voor het goederenvervoer NEMO en SAMGODS, met behulp van de software STAN. Het EXPEDITE model, zoals beschreven in De Jong (2003), geeft een gemiddelde waarde voor Europa voor het modal split effect van rond -1,6.

Tabel 1. Overzicht van de elasticiteiten van de prijs per tonkilometer van het spoorvervoer

Studie	Land	Periode	Afhankelijke variabele	Reactie mechanismen ^a	Elasticiteit
Effect op tonkilometers per spoor					
Beuthe et al. (2001)	België	1995	Tkm	9	-1,1 tot-1,3
Björner & Jensen (1997)	Denemarken	1967-90	Tkm	9/10/11/12	-0,9 (industrie)
				9	-0,8 (industrie) -1,1 tot -1,5 (andere)
				10/11/12	-0,1 (industrie)
Friedlaender & Spady (1980)	VS	1972	Tkm (ton-miles)	9/10/11/12	-1,45 tot-3,55
Inabe & Wallace (1989)	VS	1984	Tkm	5/9/12	-0,1 tot-1,1
De Jong (2003)	EU (Scenes)	90ties	Tkm	9	-2,66
	België	90ties	Tkm	9	-1,40
	Noorwegen	90ties	Tkm	9	-3,87
	Zweden	90ties	Tkm	9	-1,95
	EU (Expedite)	90ties	Tkm	9	-1,48 tot -1,73
De Jong et al. (2011)	Nederland	2004	Tkm	9	-0,88
Oum (1989)	Canada	1979	Tkm	5/9/10/11/12/13	-0,60 ^b (-0,64 tot -1,52) ^b
				9	-0,54
				5/10/11/12/13	-0,06
Effect op spoor ton					
Abdelwahab (1998)	VS	1977	Ton	5/9/13	-0,91 tot-2,49
Beuthe el al. (2001)	België	1995	Ton	9	-1,3 tot-1,8
Chiang, Roberts & Ben-Akiva (1981)	VS	70ties	Ton	5/9/12	-0,00 tot -2,4
De Jong (2003)	EU (Scenes)	90ties	Ton	9	-1,97
	België	90ties	Ton	9	-0,87
	Italië	90ties	Ton	9	-0,82 tot -1,51
	EU (Expedite)	90ties	Ton	9	-1,09 tot -1,21
NEA (2007)	Europa (Transtools)	Rond 2001	Ton	9	-0,07 tot -1,08; gemiddelde: -0,40
Picard en Gaudry (1998)	Canada	1979	Ton	9	-0,42 tot -0,76
Rich et al. (2009)	Denemarken/Zweden	1995-6	Ton	9	-0,1 tot -0,40
Windisch (2009)	Zweden	2003-04	Ton	5/9	-0,68 tot -3,2
Winston (1981)	VS	1975-77	Ton	9	-0,02 tot -2,68
Effect op de modale keuze voor spoor					
BVU (2015)	Duitsland	2012-2013	Modale keuze	9	-1,32 tot -1,35
De Jong & Johnson (2009)	Zweden	2001	Modale keuze	5/9	-2,42 ^c
				9	-0,13
Jensen et al. (2016)	Europa	2004/2009	Modale keuze	9	-0,99 tot -1,36
McFadden & Boersch-Supan (1985)	VS	1977	Modale keuze	5/9/10/11/12/13	-1,16
Nam (1997)	Korea	1988-89	Modale keuze	9	0,62 tot -0,76
Produkt + Markt (2016)	Duitsland	2015	Modale keuze	9	-1,06 tot -1,86

^a Hierbij is de volgende indeling gehanteerd:

1. wijzigen in energie-efficiëntie met behulp van meer energie-efficiënte treinen;
2. verandering in de efficiency van het rijden;
3. optimaliseren van de toewijzing van wagons/treinen aan zendingen;
4. verandering in het aantal en de locaties van depots;

5. verandering in de grootte van de zending;
6. wijzigen in geconsolideerde zendingen;
7. wijzigen in leeg rijden;
8. verandering in de lengte van de reis;
9. wijzigen in vervoerwijze;
10. wijzigen in productietechnologie;
11. wijziging in de omvang van de productie per vestiging;
12. wijzigen in leveranciers/klanten (wijziging in PC patronen);
13. wijzigen in productvraag.

^b Deze waarde is voor de meest flexibele functionele vorm (translog), de waarden tussen haakjes geven het bereik voor meer restrictieve functionele vormen (log-lineaire, lineaire, Box-Cox en logit).

^c Deze waarde, die substitutie tussen zendingsgrootteklassen bevat, is voor de zendingsgrootte 15-30 ton. Substitutie kan voeren naar andere modi en andere zendingsgroottes.

In Tabel 1 worden ook tonkilometer-prijselasticiteiten met betrekking tot vervoerwijze-verandering gemeten in tonnen gepresenteerd uit: Beuthe et al. (2001), de Jong (2003), NEA (2007), Picard en Gaudry (1998), Rich et al. (2009) en Winston (1981). Winston (1981) vindt een breed scala aan elasticiteiten, dat ook sterk afhankelijk is van het soort goederen dat wordt beschouwd. De range voor de elasticiteiten in tonnen in de literatuur is -0,00 tot -2,68. Elasticiteiten in tonnen kunnen gezien worden als een indicatie voor de elasticiteiten in tonkilometers. Zolang het uitsluitend over het modal split effect gaat kunnen afwijkingen tussen beide optreden doordat langere afstanden een andere gevoeligheid voor kostenwijziging hebben dan kortere. Het gecombineerde bereik van de elasticiteiten in tonnen en tonkilometers is -0,00 tot -3,87.

Tenslotte worden in Tabel 1 de resultaten van enkele studies van de elasticiteit van de prijs per tonkilometer op de vervoerwijzekeuze, gemeten als de vervoerwijze-aandelen in het totale aantal transporten, gepresenteerd. De Jong en Johnson (2009) vinden een kleine elasticiteit van de vervoerwijzekeuze voor Zweden (maar forse wijzigingen in de zendingsgrootte) en Nam (1997) vindt relatief kleine waarden voor Korea (met inbegrip van sommige positieve waarden).

We concluderen dat, voor het goederenvervoer per spoor de prijselasticiteit met betrekking tot vervoerwijzeverandering een breed bereik toont: tussen -0,0 tot -3,9.

Veranderingen in de vraag naar vervoer

De gevolgen van wijzigingen in ton-kilometer-prijzen voor totale vervoersvraag zijn alleen afzonderlijk onderzocht in twee studies: Björner en Jensen (1997) en Oum (1989). Björner en Jensen (1997) vinden voor Denemarken een elasticiteit van de vraag naar vervoer van -0,1 voor de vervaardiging van de goederen. Het effect van de vraag naar vervoer voor wijzigingen van de prijs van het spoor is veel kleiner dan voor de wijzigingen van de prijs van de weg, omdat het vervoer per spoor slechts goed is voor 14% van de vervoerskosten in de Deense industrie (Björner en Jensen, 1997). Dus een verandering in de prijs van het vervoer per spoor heeft een kleiner effect op de totale kosten van het vervoer (alle modi samen) en dus een kleiner effect op de vervoersvraag dan een verandering in de prijs van het wegvervoer. Oum (1989) biedt een vergelijkbare elasticiteit van de vraag naar vervoer per spoor in Canada: -0,06¹.

¹ Deze elasticiteit bevat ook effecten op de zendingsgrootte en op de vraag naar het product. Om deze reden zal het effect op de vervoersvraag zelfs nog geringer zijn.

Veranderingen in de vraag naar het product

Geen studies zijn gevonden die het effect van tonkilometer-prijs voor het spoor op de vraag naar de goederen afzonderlijk leveren. Maar we verwachten dat de elasticiteit ten aanzien van dit effect klein zal zijn ($< 0,1$). De belangrijkste reden voor deze lage prijsgevoeligheid van de vraag naar goederen is dat spoorvervoerkosten verantwoordelijk zijn voor slechts een zeer klein deel van de totale productprijzen.

Elasticiteiten voor het gecombineerde vraag en vervoerwijze effect: wijzigingen in tonkilometers

Wij zijn in deze studie met name geïnteresseerd in het effect op tonkilometers, omdat het bij de extra heffing om een heffing per treinkilometer² gaat, en tonkilometer een goede proxy is voor het effect op treinkilometers. Empirische resultaten voor effecten op treinkilometers hebben we in de literatuur niet gevonden. We veronderstellen dus dat er bij een prijsverhoging voor het spoorvervoer geen verandering zal zijn in de treinkilometers per tonkilometer, wat consistent is met onze nadruk op de reactie aan de vraagkant en onze veronderstelling van volledige doorberekening.

Verschillende studies hebben een geschatte tonkilometer-prijselasticiteit met betrekking tot het aantal ton-kilometers per spoor, met inbegrip van zowel vervoerwijzeverandering, de vraag naar vervoer en/of de productvraag, geleverd. Dit geeft een zeer groot bereik voor de tonkilometer elasticiteit van de prijs (-0,1 tot -3,6). De ondergrens (-3,6) van dit bereik wordt bepaald door de elasticiteiten van Friedlaender en Spady, die betrekking hebben op goederenvervoer in de Verenigde Staten. Bovendien, dit is intussen een nogal oude studie. In vergelijking met de studies voor het Europese goederenvervoer (b.v. Bjorner & Jensen, 1997) zitten deze schattingen relatief hoog (in absolute waarde). Ook Abdelwahab (1998) presenteert elasticiteiten voor de VS (ton prijs-elasticiteit ten aanzien van tonnen) die relatief hoog zijn (-0,9 tot -2,5). Deze resultaten suggereren dat de elasticiteiten van de prijs per tonkilometer hoger liggen in Noord-Amerika dan in Europa. Inabe en Wallace (1989), echter, presenteren elasticiteiten voor de Verenigde Staten die vergelijkbaar zijn met de elasticiteiten voor het Europese goederenvervoer. Hetzelfde geldt voor Oum (1989) met betrekking tot de Canadese vervoer. Bovendien vond Windisch (2009) een breed bereik voor de elasticiteit van de prijs van de trein voor binnenlands vervoer in Zweden. Het literatuuronderzoek biedt dus geen eenduidig bewijs dat de elasticiteit van de prijs per tonkilometer verschillen tussen Europa en Noord-Amerika.

² De berekening van het tarief van de extra heffing, inclusief de keuzen voor de tariefdrager – zijnde treinkilometer – wordt nog nader wordt uitgewerkt in de methode van toerekening extra heffing die door ProRail wordt opgesteld.

Conclusie voor de prijselasticiteit van het aantal tonkilometers per spoor

In het algemeen gesproken geldt dat de resultaten voor het totale effect redelijk goed corresponderen met de schattingen voor de afzonderlijke effecten (vervoerwijzeverandering, vraag naar vervoer en productvraag). In 2010 werd uit een literatuuroverzicht (VTI en Significance, 2010) geconcludeerd dat de massa (80% van de waarden) ligt tussen de -0,9 en -1,7. Hiervan kunnen we -0,1 toeschrijven aan de vraag naar vervoer en de rest aan modal shift (op basis van Björner en Jensen (1997), waarbij we de waarden voor industrieproducten gebruiken), ook uitgaande van 0 voor de impact op de goederenvraag.

Deze conclusie is nu niet meer goed houdbaar vanwege de literatuur die sindsdien beschikbaar is gekomen. Recente uitkomsten, die voor onze studie voor het Nederlandse goederenvervoer relatief relevant zijn, omdat ze als studiegebied Nederland, Noord-West Europa of Europa als geheel hebben, wijzen op minder sterke elasticiteiten voor het modal split effect op zich (in tonnen, marktaandelen of tonkilometers): BasGoed 1.0 komt op -0,88 (de Jongt et al., 2011), Transtools2 (EU) op -0,40, een studie voor Denemarken/Zweden op -0,01 tot -0,40 (Rich et al. (2009), een studie voor Zweden (de Jong en Johnson (2009) op -0,13, de recente Duitse studies van BVU (2015) en Product + Markt (2016) op -1,06 tot -1,86 en Transtools3 (EU) op -0,99 tot -1,90 (Jensen et al., 2016; zie Tabel 2). Het lijkt ons goed om, zeker voor Nederlandse situatie, het 80% bereik voor het modal split effect naar beneden bij te stellen tot tussen -0,4 en -1,4 (plus -0,1 voor de vraag naar vervoer).

3.2.2 De elasticiteit van het goederenvervoer per spoor per segment bij verandering van de prijs per tonkilometer

De meeste studies over elasticiteiten leveren elasticiteiten voor alle producten samen of segmenteren per goederensoort (soms richten studies zich op één of een paar van deze goederensoorten) – zie Tabel 2.

Tabel 2. Overzicht van de elasticiteiten van de prijs per tonkilometer van het spoorvervoer per segment

Studie	Land	Effect	Goederensoort of andere segmenten	Reactiemechanismen opgenomen ^a	Elasticiteit
Abate et al. (2016)	Zweden	Tkm prijs op ton	Metaalproducten	5/9	-0,02 tot -0,12
			Chemische producten		-0,29 tot -0,56
Abdelwahab (1998)	VS	Ton of tkm prijs op ton	Voedsel	5/9/13	-1,3 tot -2,3
			Textiel		-1,6
			Chemische producten, aardolie, steenkool		-1,1 tot -2,0
			Rubber, kunststof, leder		-1,2
			Producten van metaal		-0,9 tot -2,5
			Elektrische en transportapparatuur		-1,2 tot -2,2
			Steen, klei, glas, beton		-1,0
			Hout en papier		-1,3 tot -2,1
Beuthe et al. (2001)	België	Tkm prijs op tkm	Landbouwproducten en dieren	9	-2,87
			Voedsel		-1,05 tot -1,24
			Vaste brandstoffen		-0,18 tot -

					0,55
			Aardolie		-0,02 tot -0,14
			IJzererts en schroot		-0,17 tot -0,53
			Metallurgische producten		-0,89 tot -1,10
			Mineralen en bouwmaterialen		-0,82 tot -1,11
			Meststoffen		-0,09
			Chemische producten		-0,80 tot -0,95
			Diverse producten		-1,56 tot -1,57
BVU (2015)	Duitsland	Tkm prijs op marktaandeel	Conventioneel treinvervoer	9	-1,32
			Intermodaal treinvervoer (container)		-1,35
Friedlaender en Spady (1980)	VS	Tkm prijs op tkm	Voedingsmiddelen	9/10/1/12	-1,78 tot -4,00
			Hout & hout producten		-1,45 tot -2,18
			Papier, plastic, rubberproducten		-1,56 tot -2,06
			Steen, klei, glasproducten		-1,61 tot -1,81
			IJzer- en staalproducten		-1,86 tot -2,78
			Fabr. producten van metaal		-2,16 tot -8,66
			Niet-elektrische machines		-1,99 tot -2,77
			Elektrische machines		-1,66 tot -5,06
Grebe et al. (2015)	België: Vlaanderen	Tkm prijs op tkm	Landbouw	9	-0,61
			Kolen, olie en gas		-1,07
			Ertsen		-0,69
			Voeding		-0,63
			Textiel		-0,76
			Hout		-1,47
			Cokes en aardolieproducten		-0,95
			Chemische producten		-0,73
			Mineralen		-0,83
			Metaalproducten		-0,70
			Machines		-1,50
			Transportmiddelen		-0,99
			Meubels		-1,35
			Afval		-0,73
			Transportmateriaal		-1,10
Jensen et al. (2016)	Europa (Transtools3)	Tkm prijs op modale keuze	Vaste bulk	9	-1,90
			Vloeibare bulk		-0,99
			Containers		-1,36
De Jong (2003)	België	Conventionele en gecombineerde tkm prijs op ton	0-100 km, conventionele spoor	9	-0,61
			100 + km, conventionele spoor	9	-2,04
			Alle afstanden, spoorwegsysteem	9	-1,87
			100 + km,	9	-1,05

			gecombineerd weg-rail		
		Conventionele en gecombineerde tkm prijs op tkm	0-100 km, conventionele spoor	9	-0,61
			100 + km, conventionele spoor	9	-1,41
			Alle afstanden, spoorwegsysteem	9	-1,40
			100 + km, gecombineerd weg-rail	9	-0,76
	Italië	Spoorwegsysteem tkm prijs op ton	Conventionele spoorweg	9	-0,82 tot-1,51
			Gecombineerd weg-rail	9	0,04-0,06
		Gecombineerd weg-rail tkm prijs op ton	Conventionele spoorweg	9	0,02 tot 0,04
			Gecombineerd weg-rail	9	-0,42
	Noorwegen	Tkm prijs op tkm	25-100 km, spoorwegsysteem	9	-2,03
			100 + km, conventionele spoor	9	-3,88
			Al afstanden, spoorwegsysteem	9	-3,87
	Zweden	Spoorwegsysteem tkm prijs op tkm	< 50 km, conventionele spoor	9	-0,06 tot-0,10
			> 50 km, spoorwegsysteem	9	-1,49 tot-1,95
			Alle afstanden, spoorwegsysteem	9	-1,49 tot-1,95
		Gecombineerd weg-rail tkm prijs op tkm	< 50 km, gecombineerd weg-rail	9	0
			> 50 km, gecombineerd weg-rail	9	-0,84 tot-1,71
De Jong (2003)	EU (Expedite)	Tkm prijs op ton	Bulk	9	-1,11
			Aardolieproducten		-1,22
			Algemene vracht		-1,09
		Tkm prijs op tkm	Bulk	9	-1,56
			Aardolieproducten		-1,73
			Algemene vracht		-1,48
De Jong et al. (2011)	Nederland (1 ^e versie van BasGoed)	Tkm prijs op tkm	Landbouwprodukten	8	-0,00
			Voeding		-0,00
			Steenkool		-0,00
			Olie		-0,01
			Ertsen		-0,00
			Metaal		-0,00
			Bouwmateriaal		-0,05
			Kunstmest		-0,12
			Chemische producten		-0,00
			Overige producten		0,00
De Jong et al. (2011)	Nederland (1 ^e versie van BasGoed)	Tkm prijs op tkm	Landbouwprodukten	9	-0,34
			Voeding		-2,05
			Steenkool		-1,57
			Olie		-2,81
			Ertsen		-0,98
			Metaal		-0,46
			Bouwmateriaal		-1,47
			Kunstmest		-1,89
			Chemische producten		-1,07

			Overige producten		-0,28
Jourguin et al. (2014)	EU (Intermodal container model)	Tkm prijs op tkm	Containergoederen (intermodaal)	9	-0,54 tot-0,72
Nam (1997)	Korea	Tkm prijs op de modale keuze	Textiel	9	-0,00
			Papier		-0,76
			Chemische stoffen		-0,26
			Basis metaal		-0,54
			Aardewerk		0,62 (!)
			Elektrische apparaten		0,15 (!)
			Hoogwaardige goederen		-0,03
NEA (2007)	Europa (Trans-tools)	Tkm prijs op ton	Landbouwproducten	9	-0,69
			Levensmiddelen		-0,28
			Vaste minerale brandstoffen		-0,07
			Ertsen, metalen afval		-0,21
			Producten van metaal		-0,79
			Gebouw mineralen & material		-0,18
			Meststoffen		-0,36
			Chemische stoffen		-0,21
			Machines & andere productie		-1,08
			Aardolieproducten		-0,11
Oum (1989)	Canada	Tkm prijs op tkm	Groenten en fruit	5/9/10/11/12/13	-0,80 ^b (-0,39 tot-0,80)
				9	-0,69
				5/10/11/12/13	-0,11
Produkt + Markt (2016)	Duitsland	Tkm prijs op marktaandeel	Conventioneel treinvervoer (o.b.v. BVU, 2015)	9	-1,32
			Gevaarlijke goederen		-1,06
			Korte afstandsvervoer		-1,86
Rich et al. (2009)	Grensgebied Denemarken en Zweden	Tkm prijs op ton conventionele trein	Landbouw	9	-0,29
			Voeding		-0,17
			Hout, textile		-0,31
			Vaste fossiele brandstoffen		-0,40
			Olie		-0,39
			Chemische producten		-0,18
			Ertsen		-0,16
			Metallurgische producten		-0,28
			Papier pulp		-0,36
			Stenen, kunstmest		-0,10
			Machines		-0,22
			Industriële goederen		-0,15
			Stukgoed		-0,38
		Tkm prijs op ton combi weg-trein	Landbouw		-0,29
			Voeding		-0,19
			Hout, textiel		-0,39
			Vaste fossiele brandstoffen		-0,41
			Olie		-0,41
			Chemische producten		-0,20
			Ertsen		-0,24
			Metallurgische		-0,39

			producten		
			Papier pulp		-0,43
			Stenen, kunstmest		-0,11
			Machines		-0,26
			Industriële goederen		-0,17
			Stukgoed		-0,31
Winston (1981)	VS	Ton of tkm prijs op ton	Niet-gereguleerde landbouw	9	-1,1
			Gereguleerde landbouw		-0,29
			Textiel		-0,56
			Chemische stoffen		-2,25
			Leer, rubber en kunststof producten		-1,03
			Steen, klei en producten van glas		-0,82
			Primaire en bewerkte metalen		-0,02
			Machines met inbegrip van elektrische machines		-0,61
			Transportmiddelen		-2,68
			Papier, drukwerk		-0,17
			Aardolie en aardolieproducten		-0,53
			Timmerhout, hout en meubels		-0,08

^a Zie onder Tabel 1 voor een overzicht van de verschillende reactiemechanismen.

^b Deze waarde betreft de meest flexibele functionele vorm; de waarden tussen haakjes zijn voor meer restrictieve functionele vormen. Elasticiteiten voor alle producten samen van Oum (1989) staan in Tabel 1,

De EXPEDITE studie (de Jong, 2003) maakte ook onderscheid in elasticiteiten naar afstandsklasse (voor sommige landen), alsmede tussen conventioneel spoorvervoer en gecombineerd weg-spoorvervoer (intermodaal vervoer: in containers). De meeste studies vinden relatief hogere prijsgevoeligheden voor stukgoederen ten opzichte van bulkproducten (b.v. vaste brandstoffen, aardolie, ijzererts, meststoffen, stenen, hout). Dit kan een algemeen effect zijn in de vraag naar vervoer (ongeacht de vervoerwijze): in het algemeen zijn er meer potentiële leveranciers en ontvangers in stukgoedproducten dan in bulkproducten, zodat het makkelijker is om voor stukgoed over te schakelen op nabijgelegen leveranciers en de transportafstanden te verkorten. Wegtransport is bovendien een beter substituuut voor stukgoederen dan voor bulkgoederen – een vervoerwijzekeuze effect. Dit zou pleiten voor het onderscheiden van bulkgoederen versus stukgoederen als aparte marktsegmenten. Aan de andere kant geldt voor het in het bovenstaande overzicht opgenomen *Nederlandse* transportmodel BasGoed (de Jong et al., 2011; dit is de eerste versie van BasGoed, niet de versie 2 die we in deze studie voor ProRail gebruiken) dat de prijselasticiteiten voor stukgoed doorgaans juist geringer zijn dan voor bulkgoed. Dit zou te maken kunnen hebben met het feit dat de Nederlandse goederenvervoersmarkt grote bulkstromen kent (via de havens, met name Rotterdam), waarbij niet alleen het wegvervoer maar ook de binnenvaart een concurrent van het spoor is. Omdat het in deze studie gaat om elasticiteiten voor de Nederlandse goederenvervoersmarkt is dit een belangrijk argument om nog niet te besluiten tot de segmentatie bulk/stukgoed. We komen hierop terug bij de bespreking van de uitkomsten van de nieuwe runs met de huidige versie van BasGoed (=versie 2).

Ook is het algemene beeld dat de elasticiteiten voor de korte afstand kleiner zijn dan voor de lange afstand.

Bovendien vinden we door de bank genomen dat gecombineerde weg-spoor vervoer elasticiteiten iets kleiner zijn dan de elasticiteiten van de conventioneel spoorvervoer. Conventioneel spoorvervoer kan dan zowel bulkvervoer als wagonladingvervoer bevatten (stukgoed kan zowel als wagonlading en in containers worden vervoerd). Bij intermodaal vervoer is wegtransport niet alleen een concurrent van de trein, maar ook complementair (voortransport naar de terminal en natransport vanaf de terminal), waarbij het wegtransport een aanzienlijk deel van de totale transportkosten voor zijn rekening kan nemen. Niet alle bronnen vinden grotere elasticiteiten voor conventioneel dan voor gecombineerd; met name het Deens/Zweedse model van Rich et al. (2009) en BVU (2015) vinden nauwelijks verschil tussen deze beide segmenten. Dit noopt ook tot voorzichtigheid: er is geen eenduidige steun voor een marktsegmentatie tussen gecombineerd vervoer en conventioneel spoorvervoer.

3.3 Conclusies

De belangrijkste conclusies uit de review van de literatuur over de eigen prijselasticiteit van goederenvervoer per spoor is dat de bulk van de prijselasticiteiten van het aantal tonkilometers (en proxies hiervoor in tonnen) in de literatuur tussen -0,5 en -1,5 ligt. De verladers reageren op de prijswijzigingen per tkm, grotendeels door het aanpassen van de modal split, maar -0,1 van het bereik in de elasticiteiten van -0,5 tot -1,5 betreft veranderingen in de totale vervoersvraag (door bijvoorbeeld het kiezen van andere leveranciers of klanten voor de producten). Deze effecten op de totale vraag naar vervoer zijn aanzienlijk kleiner dan voor het wegvervoer, aangezien het aandeel van het vervoer per spoor in de kosten van het transport voor alle producten veel kleiner is dan voor vervoer over de weg. Om dezelfde reden verwachten we dat er geen verandering in de vraag naar de goederen zal optreden wanneer de prijzen voor spoorvervoer veranderen.

De meest waarschijnlijke waarde voor de spoormarkt als geheel uit de literatuur is de middenwaarde uit de eerder gevonde range van -0,5 tot -1,5: -1,0 en voor de Nederlandse markt in het bijzonder -0,9 (uit een oudere versie van het model BasGoed, zie Tabel 1 bij de Jong et al. (2011)).

Verder hebben we ook geanalyseerd welke segmentaties van de goederenvervoersmarkt per spoor voorkomen in de literatuur over elasticiteiten. We hebben verschillende elasticiteiten gevonden voor verschillende goederensoorten, afstandsklassen en treintypen:

- Verschillende studies geven aan dat in het spoorvervoer de prijsgevoeligheden groter zijn voor stukgoederen ten opzichte van bulkproducten (b.v. vaste brandstoffen, aardolie, ijzererts, meststoffen, stenen, hout); De oorspronkelijke versie van het Nederlandse model (BasGoed) vindt echter eerder het tegenovergestelde. Uit de literatuur komt geen eenduidige aanbeveling voor het hanteren van dit onderscheid. We komen hierop terug bij het bespreken van de resultaten van de runs met BasGoed.
- De elasticiteiten van de prijs voor het vervoer per spoor op korte afstand zijn kleiner dan voor de lange afstand. Een segmentatie naar transportafstand (dit betreft de afstand van de zending goederen, niet de afstand per trein) is echter in de praktijk niet bruikbaar, omdat ProRail de transportafstanden (vaak ook deels in het buitenland; en deels met andere vervoerwijzen dan spoor) niet kent, en dit daarom niet als criterium in de bepaling van de extra heffing kan toepassen. Ook hierop komen we terug bij het bespreken van de runs met BasGoed.

- Voor gecombineerde weg-spoor vervoer (intermodaal vervoer met containers) vinden we meestal dat de elasticiteiten iets kleiner zijn dan de elasticiteiten van conventioneel spoorvervoer. We vinden dit echter niet in alle modellen, en de verschillen tussen beide groepen zijn ook klein. Daarom geldt ook hier dat de literatuur niet eenduidig steun verleent aan het hanteren van dit criterium voor segmenteren van de extra marktheffing.

Literatuuronderzoek naar de elasticiteit van de prijs van het reizen per trein op de vraag naar personenvervoer per spoor

4.1 Inleiding

4.1.1 Definitie, bronnen voor elasticiteit

Voor de algemene definities, overzicht van mogelijke bronnen en mogelijke redenen voor variatie in de elasticiteiten verwijzen we naar hoofdstuk 3 van dit rapport.

4.1.2 Verschillende reactiemechanismen

De vervoersvraag kan het beste worden bestudeerd op het niveau van de eigenlijke besluitvormers, d.w.z. het niveau van de individuele reizigers. Meerdere dimensies van het personenvervoer kunnen worden onderscheiden. De vraag naar vervoer van personen kan worden gemeten (zie de rechterkant van Figuur 3) in termen van de totale hoeveelheid verplaatsingen, reizen³, personenkilometers (pkm) en voertuigkilometers (vkm) en in termen van verplaatsingen, reizen, personenkilometers en voertuigkilometers per vervoerwijze (bijvoorbeeld spoor vkm). Elke dimensie is het resultaat van een of meer keuzes van reizigers (zie het middelste deel van Figuur 1), en deze keuzes worden op hun beurt beïnvloed door verschillende onafhankelijke variabelen (zie linkerkant van Figuur 1). Het aantal kilometers (zonder onderscheid naar vervoerwijze) is het resultaat van de besluiten over het aantal reizen (keuze van activiteiten buitenshuis) alsmede over de bestemmingen van deze reizen. De splitsing van dit totaal over modi wordt bepaald door een andere keuze van de reizigers: de vervoerwijzekeuze, die mede afhankelijk is van het autobezit. Er kunnen daarnaast wijzigingen in de route en het vertrektijdstip van de verplaatsingen zijn, die geen invloed hebben op het totale

³ Een verplaatsing (trip) is een beweging van een reiziger tussen een herkomst en een bestemming voor een bepaald motief b.v. winkelen; een reis (tour) is een reeks van twee of meer verplaatsingen die begint en eindigt op dezelfde locatie (met name thuis). De eenvoudigste reis heeft alleen een heenverplaatsing en een terugverplaatsing, maar men kan ook verschillende activiteiten in een enkele reis combineren (trip chaining), b.v. een verplaatsing van huis naar het werk, dan een verplaatsing van het werk naar de winkel en tenslotte een verplaatsing van de winkel naar huis.

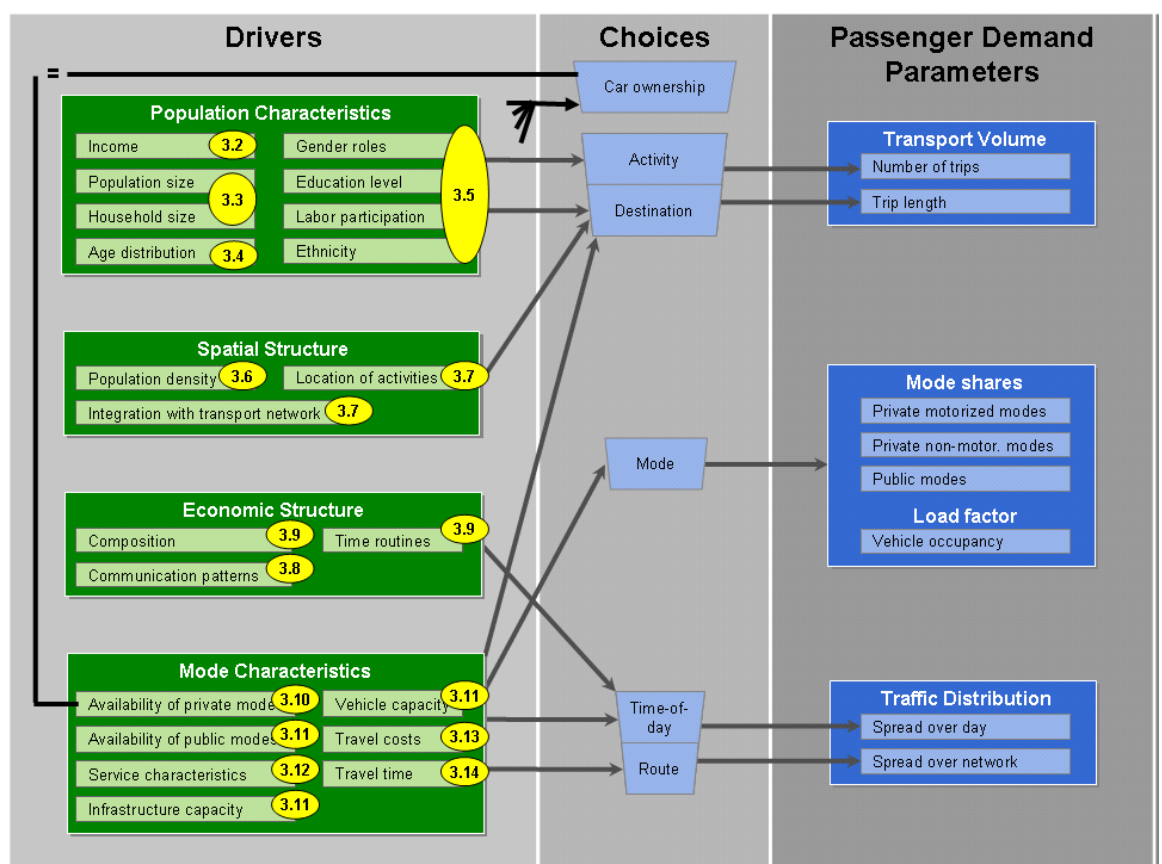
aantal verplaatsingen of reizen (per vervoerwijze). De reiskosten, waaronder de treintarieven, hebben een invloed op deze beide variabelen, maar ook op de vervoerwijzekeuze en de bestemmingskeuze. Een effect op de activiteitenkeuze (reisfrequenties) hebben de treintarieven niet of nauwelijks (de Jong en van de Riet, 2008).

De volgende reactiemechanismen kunnen worden onderscheiden voor wat betreft het effect van een verhoging in de prijs voor de vervoerders in het spoorvervoer.

Veranderingen in de energie-efficiëntie

- A. Efficiëntere voertuigen: kopen van meer energie-efficiënte treinen door de vervoerders; op de lange termijn kunnen veranderingen in de prijzen ook invloed hebben op het energieverbruik van de gebruikte voertuigen (bij hetzelfde transportvolume) door het versnellen/vertragen van technologische veranderingen in voertuigefficiëntie of de overdracht van de energie van elektriciteitscentrales (voor elektrische treinen);
- B. Energie-efficiënt rijden door de vervoerders (bijvoorbeeld langzamer rijden).

Figuur 3 De belangrijkste invloedsfactoren van de vraag naar personenvervoer (Bron: de Jong en van de Riet, 2008)



Wijzigingen in route en reistijdstip

- C. Wijziging van route en tijdstip van de reizen door de reizigers. Dit is voornamelijk relevant voor veranderingen in prijzen die afhangen van de locatie en het tijdstip van de dag. Dit is in dit onderzoek niet aan de orde.

Veranderingen in de vraag naar vervoer/te vervoeren volumes

- D. Verandering van vervoerwijze door de reiziger: substitutie naar de auto (bestuurder en passagier), bus/tram/metro, fietsen, lopen en de luchtvaart;
- E. Het aantal kilometers per reis verminderen door de bestemming van de reis aan te passen (bijvoorbeeld naar een dichterbij gelegen winkelcentrum gaan); hiernaast kunnen reizigers ook hun woonlocatie aanpassen, maar dit speelt in principe slechts op de zeer lange termijn, en het wordt naar alle waarschijnlijkheid hooguit marginaal beïnvloed door de treintarieven;
- F. Verandering in het aantal reizen (activiteitenkeuze).

Reacties A-B zijn beslissingen die door de spoorvervoerder (exploitant) kunnen worden genomen. Aangezien het hier niet gaat om verhoging van de energiekosten maar om andere kostenverhogingen voor de vervoerders kan verwacht worden dat deze effecten zeer beperkt zullen blijven. Er is ook niet of nauwelijks literatuur over elasticiteiten die deze keuzes meenemen.

Alleen wanneer de exploitant de kostenverhoging geheel of gedeeltelijk aan de reiziger doorgeeft, zal de reiziger reageren. De reactiemechanismen C-F betreffen beslissingen die meestal vallen onder de verantwoordelijkheid van de reiziger. Vooral snog gaan we uit van volledige doorberekening.

In dit literatuuroverzicht kijken we naar de mechanismen D-F.

De mechanismen D en F zullen invloed hebben op het aantal verplaatsingen en reizen dat per spoor wordt gemaakt. Het aantal voertuigkilometers per spoor wordt beïnvloed door al deze mechanismen plus de lengte van de reis (mechanisme E). Het aantal personenkilometers (ook wel reizigerskilometers genoemd) per spoor wordt beïnvloed door mechanismen D-F.

De reacties E en F worden doorgaans gezien als lange termijn keuzen en D als het meest relevant is op de korte tot middellange termijn.

4.2 Dit literatuuroverzicht

Hieronder doen we verslag van een onderzoek naar de nationale en internationale literatuur op het gebied van de prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor. Dit overzicht van de elasticiteiten in de bestaande literatuur is gebaseerd op papers die zijn gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften en conferentiebijdragen, maar ook de grijze literatuur (onderzoeksrapporten van consultants en academici die niet zijn gepubliceerd in tijdschriften of gepresenteerd op conferenties) die wij kennen of via zoekmachines op het spoor zijn gekomen.

Belangrijkste bronnen voor dit onderzoek naar prijselasticiteiten in het personenvervoer per spoor waren: de Wardman (2014) en Hightool (2016).

In dit literatuuronderzoek gebruiken we de onderscheiden die hierboven (sectie 4.1) zijn geïntroduceerd, in het bijzonder de afhankelijkheid van de elasticiteiten van de definitie van de stimulus- en de responsvariabele, de marktsegmentatie en welke responsmechanismen zijn meegenomen in een studie.

In deze sectie 4.2 presenteren wij de belangrijkste resultaten van het onderzoek van de literatuur over de eigen-prijs elasticiteit van het vervoer van reizigers per spoor. Eerst zullen we de elasticiteit voor wijzigingen in de prijs voor de reiziger op de korte tot middellange termijn behandelen en daarna voor de lange termijn. Korte termijn definiëren we hier als vervoerwijzekeuze-effecten en lange termijn als vervoerwijze- en bestemmingskeuze-effecten. Binnen de korte termijn elasticiteiten kijken we eerst naar de effecten op verplaatsingen en reizen en dan naar die op pkm. Hetzelfde doen we daarna voor de lange termijn elasticiteiten. Op deze wijze presenteren we eerst de nationale en internationale literatuur. Daarna gaan we in op de uitkomsten van de meta-analyse van Wardman (2014) voor een groot aantal studies uit het VK.

4.2.1 De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in verplaatsingen of reizen op de korte termijn

Omdat er vrijwel geen modellen zijn met een invloed van de treintarieven op de mate van trip-chaining (zie voetnoot 2), zullen de effecten op verplaatsingen vergelijkbaar zijn met die op reizen.

In Tabel 3 staan de betreffende elasticiteiten uit de literatuur. Als er ‘enquête’ staat bij ‘Type bron’ dan betekent dit dat de elasticiteit berekend is direct op het geschatte model en de data waar dat model op geschat is (die data staan vermeld bij ‘Subbron’). Staat er ‘model’ dan is het betreffende model gedraaid. Het eerste is niet altijd representatief omdat de steekproef waarop het model is geschat soms geen representatieve steekproef is uit de bevolking van het studiegebied (keuzemodellen kunnen ook goed geschat worden op niet-representatieve data). Bij ‘model’ is er wel sprake van representatieve uitkomsten voor het betreffende studiegebied (land), omdat er in de modeltoepassing gebruik gemaakt wordt van een representatieve of representatief opgehoogde steekproef of de hele populatie. Dus hechten we meer belang aan uitkomsten waar ‘model’ staat dan die waar er ‘enquête’ staat.

4.2.2 De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in personenkilometers op de korte termijn

De uitkomsten voor pkm op de korte termijn staan in Tabel 4. Het gaat hier in alle gevallen om andere studies dan in Tabel 3, dus een directe vergelijking van de effecten op verplaatsingen/reizen en op pkm is niet mogelijk.

4.2.3 De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in verplaatsingen of reizen uit vervoerwijze-bestemmingskeuzemodellen

In Tabel 5 staat VMA voor het verkeersmodel van Amsterdam (Gemeente Amsterdam, 2015); GM is een aanduiding voor het groeimodel binnen het LMS (GM3.0 (2017) is de nieuwste versie van het LMS; WVL (2017)). De elasticiteiten uit de toepassingsruns met LMS 3.0 zijn vetgedrukt, omdat dit de meest relevante elasticiteiten zijn uit de literatuur voor dit onderzoek.

Tabel 3. Overzicht van de prijselasticiteiten van het spoorvervoer in verplaatsingen/reizen op de korte termijn

Bron	Subbron	Type bron	Basisjaar	Land	Motief	Bijzonderheden	Waarde
Carlsson (1999)	RP survey Goverignborg-Stockholm	enquête	1999	Zweden	zakelijk	-	-0,64
Carlsson (1999)	RP survey Goverignborg-Stockholm	enquête	1999	Zweden	zakelijk	-	-0,77
Atkins (2002)	SRA survey	enquête	2002	UK	zakelijk	-	-0,55
Atkins (2002)	SRA survey	enquête	2002	UK	zakelijk	-	-1,12
MVA (1985)	LDTM surveys	enquête	1982	Nederland	woon-werk	-	-0,26
Carlsson (1999)	RP survey Goverignborg-Stockholm	enquête	1999	Zweden	overig	-	-1,10
Carlsson (1999)	RP survey Goverignborg-Stockholm	enquête	1999	Zweden	overig	-	-1,57
MVA (1985)	LDTM surveys	enquête	1982	Nederland	overig	weekdag	-0,52
MVA (1985)	LDTM surveys	enquête	1982	Nederland	overig	weekend	-0,62
Carlsson (1999)	RP survey Goverignborg-Stockholm	enquête	1999	Zweden	totaal	-	-0,68
Carlsson (1999)	RP survey Goverignborg-Stockholm	enquête	1999	Zweden	totaal	-	-0,84
Cabanne (2003)	French demand data	Data-analyse	1990	Frankrijk	totaal	-	-2,00
De Bok et al. (2010)	Portugese Nationale Transport Model	model	2000	Portugal	totaal	-	-0,61
Mandel (1997)	KONTIFERN	dataanalyse	1980	Duitsland	totaal	-	-0,24

Tabel 4. Overzicht van de prijselasticiteiten van het spoorvervoer in personenkilometers op de korte termijn

Bron	Subbron	Type bron	Basisjaar	Land	Motief	Bijzonderheden	Waarde
4Cast (2005)	LMS	model	-	Nederland	totaal	-	-0,38
Balcombe et al. (2005)	-	literatuurstudie	-	UK	totaal	-	-0,46
Balcombe et al. (2005)	-	literatuurstudie	-	non-UK	totaal	-	-0,33
Balcombe et al. (2005)	-	literatuurstudie	-	Internationaal	totaal	-	-0,41
Jevons et al. (2005)	-	Data-analyse	-	Internationaal	totaal	-	-1,30
MuConsult (2003)	-	literatuurstudie	-	Nederland	totaal	-	-0,50
Oxera (2004)	-	Data-analyse	-	Internationaal	totaal	-	-0,60
Litman (2007)	-	literatuurstudie	-	Internationaal	totaal	-	-0,50

Tabel 5. Overzicht van de prijselasticiteiten van het spoorvervoer in verplaatsingen/reizen op de lange termijn

Bron	Subbron	Type bron	Basisjaar	Land	Motief	Bijzonderheden	Waarde
VMA1.0 (2015)	OViN2011 & OViA2011	enquête	-	Nederland:			
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Amsterdam	zakelijk	-	-0,50
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	zakelijk	-	-0,07
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	zakelijk	-	-0,25
De Jong et al. (2002)	Italian National Model	model	1995	Nederland	zakelijk	-	-0,24
De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Italië	zakelijk	-	-0,76
Rich en Mabit (2011)	TRANSTOOLS	model	2000	Nederland	zakelijk	-	-1,02
Rich en Mabit (2011)	TRANSTOOLS	model	2000	EU	zakelijk	0-600 km	-0,51
				EU	zakelijk	>600 km	-0,31
VMA1.0 (2015)	OViN2011 & OViA2011	enquête	-	Nederland:			
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Amsterdam	woon-werk	-	-0,43
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	woon-werk	-	-0,24
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	woon-werk	-	-0,40
De Jong et al. (2002)	Italian National Model	model	1995	Nederland	woon-werk	-	-0,41
De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Italië	woon-werk	-	-0,16
				Nederland	woon-werk	-	-0,51
VMA1.0 (2015)	OViN2011 & OViA2011	enquête	-	Nederland:			
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Amsterdam	opleiding	-	-0,20
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	opleiding	-	-0,04
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	opleiding	-	-0,07
De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Nederland	opleiding	-	-0,08
				Nederland	opleiding	-	-0,26
Rich en Mabit (2011)	TRANSTOOLS	model	2000	EU	vakantie	0-600 km	-0,46
Rich en Mabit (2011)	TRANSTOOLS	model	2000	EU	vakantie	>600 km	-0,29
VMA1.0 (2015)	OViN2011 & OViA2011	enquête	-	Nederland:			
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Amsterdam	overig	-	-0,78
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	overig	-	-0,11
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	overig	-	-0,40
				Nederland	overig	-	-0,32

De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Nederland	overig	-	-0,29
Rich en Mabit (2011)	TRANSTOOLS	model	2000	EU	overig	0-600 km	-1,00
Rich en Mabit (2011)	TRANSTOOLS	model	2000	EU	overig	>600 km	-0,62
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Nederland	winkelen	-	-0,29
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	winkelen	-	-0,81
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	winkelen	-	-0,76
De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Nederland	winkelen	-	-0,39
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Nederland	totaal	-	-0,17
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	totaal	-	-0,32
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	totaal	-	-0,30
De Jong et al. (2002)	Italian National Model	model	1995	Italië	totaal	-	-0,66
De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Nederland	totaal	-	-0,39
De Jong et al. (2002)	SAMPERS	model	1997	Zweden	totaal	-	-0,26
De Jong et al. (2002)	SCENES	model	1995	EU	totaal	-	-1,09

Tabel 6. Overzicht van de prijselasticiteiten van het spoorvervoer in personenkilometers op de lange termijn

Bron	Subbron	Type bron	Basisjaar	Land	Motief	Bijzonderheden	Waarde
VMA1.0 (2015)	VMA1.0	model	2014	Nederland	zakelijk	-	-0,52
VMA1.0 (2015)	OViN2011 & OViA2011	enquête	-	Nederland	zakelijk	-	-0,48
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Nederland	zakelijk	-	-0,07
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	zakelijk	-	-0,44
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	zakelijk	-	-0,49
De Jong et al. (2002)	Italian National Model	model	1995	Italië	zakelijk	-	-0,89
De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Nederland	zakelijk	-	-1,13
VMA1.0 (2015)	VMA1.0	model	2014	Nederland	woon-werk	-	-0,45
VMA1.0 (2015)	OViN2011 & OViA2011	enquête	-	Nederland	woon-werk	-	-0,45
GM2.3 (2013)	GM2.4	model	2010	Nederland	woon-werk	-	-0,18
GM3.0 (2017)	GM3.3	model	2014	Nederland	woon-werk	-	-0,54
GM3.0 (2017)	MON2007-2009 & KLIMAAT V	enquête	-	Nederland	woon-werk	-	-0,56
De Jong et al. (2002)	Italian National Model	model	1995	Italië	woon-werk	-	-0,17
De Jong et al. (2002)	LMS	model	1995	Nederland	woon-werk	-	-0,58
VMA1.0 (2015)	VMA1.0	model	2014	Nederland	opleiding	-	-0,12
VMA1.0 (2015)	OViN2011 & OViA2011	enquête	-	Nederland	opleiding	-	-0,08

GM2.3 (2013) GM3.0 (2017) GM3.0 (2017) De Jong et al. (2002)	GM2.4 GM3.3 MON2007-2009 & KLIMAAT V LMS	model model enquête model	2010 2014 - 1995	Nederland Nederland Nederland Nederland	opleiding opleiding opleiding opleiding	- - - -	-0,06 -0,09 -0,10 -0,32
VMA1.0 (2015) VMA1.0 (2015) GM2.3 (2013) GM3.0 (2017) GM3.0 (2017) De Jong et al. (2002)	VMA1.0 OVIN2011 & OVIA2011 GM2.4 GM3.3 MON2007-2009 & KLIMAAT V LMS	model enquête model model enquête model	2014 - 2010 2014 - 1995	Nederland Nederland Nederland Nederland Nederland Nederland	overig overig overig overig overig overig	- - - - - -	-0,43 -0,62 -0,12 -0,80 -0,73 -0,48
GM2.3 (2013) GM3.0 (2017) GM3.0 (2017) De Jong et al. (2002)	GM2.4 GM3.3 MON2007-2009 & KLIMAAT V LMS	model model enquête model	2010 2014 - 1995	Nederland Nederland Nederland Nederland	winkelen winkelen winkelen winkelen	- - - -	-0,30 -0,69 -0,62 -0,52
VMA1.0 (2015) VMA1.0 (2015) GM2.3 (2013) GM3.0 (2017) GM3.0 (2017) De Jong et al. (2002) De Jong et al. (2002) De Jong et al. (2002) Balcombe et al. (2005) Jevons et al. (2005) MuConsult (2003) Oxera (2004) Litman (2007)	VMA1.0 OVIN2011 & OVIA2011 GM2.4 GM3.3 MON2007-2009 & KLIMAAT V Italian National Model LMS SCENES - - - - -	model enquête model model enquête model model model literatuurstudie data-analyse literatuurstudie data-analyse literatuurstudie	2014 - 2010 2014 - 1995 1995 1995 - - - - -	Nederland Nederland Nederland Nederland Nederland Italië Nederland EU UK Internationaal Nederland Internationaal Internationaal	totaal totaal totaal totaal totaal totaal totaal totaal totaal totaal totaal totaal totaal	- - - - - - - - - - - - -	-0,32 -0,32 -0,14 -0,47 -0,45 -0,75 -0,50 -1,22 -0,65 -1,90 -1,00 -0,78 -1,10

Het belangrijkste onderscheid in elasticiteiten in de nationale en internationale literatuur is dat naar het motief van de reis (naast de vervoerwijze, maar wij kijken in deze studie uitsluitend naar het effect van de spoortarieven op de vraag naar vervoer per trein, dus dat valt hier af). Andere segmentaties komen veel minder vaak voor in de literatuur over elasticiteiten voor het personenvervoer.

In Tabel 5 duiden verschillende basisjaren voor hetzelfde model ook aan dat het een andere versie van het model betreft (b.v. voor GM), die gebruik maakt van andere data en andere gedragscoëfficiënten.

In Tabel 5 zien we dat de elasticiteiten voor het motief opleiding relatief laag zijn (in absolute waarde), die voor winkelen zijn relatief hoog en die voor zakelijk, woon-werk, vakantie en overig (sociaal bezoek, recreatie) nemen een tussenpositie in als het gaat om de effecten op de verplaatsingen/reizen. De modelsystemen die deze uitkomsten hebben geleverd zijn lange termijnmodellen (inclusief bestemmingskeuze), maar door naar de aantallen reizen of verplaatsingen te kijken zien we het korte termijn (tot middellange) effect via uitsluitend de vervoerwijzekeuze.

4.2.4 De prijselasticiteit van het personenvervoer per spoor in personenkilometers uit vervoerwijze-bestemmingskeuzemodellen (de lange termijn)

Elasticiteiten uit hetzelfde model voor hetzelfde motief zijn vaak groter (in absolute waarde) voor het effect op pkm dan het effect op verplaatsingen/reizen. Dit komt omdat het effect van de verandering van de bestemmingskeuze niet blijkt in het aantal verplaatsingen, maar in het aantal pkm. Anderzijds zijn verplaatsingen en reizen met een langere afstand voor de meeste motieven prijsgevoeliger dan die met een korte afstand, waardoor de lange afstandsverplaatsingen zwaarder doorwegen in de pkm dan in de aantallen verplaatsingen/reizen. Tabel 6 geeft derhalve de lange termijn effecten via vervoerwijze- en bestemmingskeuze. We zien we hierbij dat het vervoerwijze-effect bij een wijziging in de treintarieven kwantitatief belangrijker is dan het bestemmingskeuze-effect.

Hierbij zien we dat opnieuw dat de prijselasticiteiten voor opleiding laag zijn. Dit heeft voor wat de Nederlandse modellen betreft te maken met lage kosten voor scholieren en studenten door de studenten OV-kaart. Voor de overige motieven is het onderlinge verschil in de gemiddelde elasticiteiten betrekkelijk gering. Kijken we naar de elasticiteiten uit de toepassing van de laatste versie van het LMS (GM3.0 (2017) – GM3.3), die vetgedrukt zijn, dan zien we eveneens een relatief lage elasticiteit voor opleiding (-0,09). Overig en winkelen hebben een relatief hoge elasticiteit (-0,80 en -0,69). Zakelijk en woon-werk zitten hier tussenin met elasticiteiten van -0,44 en -0,54. In totaal komt in het nieuwste LMS de prijselasticiteit van de trein pkm op -0,47. De nieuwe runs met het LMS in dit project voor ProRail zouden mogelijk op andere waarden kunnen uitkomen, omdat we het model voor andere prijsverhogingen toepassen dan de voor de tabelwaarden steeds gebruikte +10% en omdat we specifiek runs doen voor 2020 en 2024 in plaats van het basisjaar (2014).

4.2.5 Elasticiteiten uit de meta-analyse van Wardman voor het VK

Mark Wardman heeft een meta-analyse uitgevoerd op basis van 167 studies die prijselasticiteiten hebben opgeleverd voor het VK voor diverse vervoerwijzen. Hierbij wordt een regressie geschat die de prijselasticiteiten verklaart uit kenmerken van de

studies en een segmentatie van de elasticiteiten. Toepassing van de geschatte functie levert voor het spoorvervoer de volgende eigen prijselasticiteiten op (zie Tabel 7).

Tabel 7. Overzicht van de prijselasticiteiten van het spoorvervoer die resulteren uit de meta-analyse van Wardman (2014)

Soort kosten elasticiteit		Niet inter-stedelijk			Inter-stedelijk	
Ticket soort	Korte/lange termijn	PTE gebieden	Londen	Overig	Londen	Niet-Londen
Abonnement	Korte termijn	-0,18	-0,19	-0,31	-0,31	-0,28
	Statisch	-0,31	-0,33	-0,52	-0,52	-0,48
	Lange termijn	-0,36	-0,38	0,61	-0,61	-0,57
	PDHF ¹ Lange termijn	-0,60	-0,50	-0,70	-0,75	-0,90
Geen abonnement	Korte termijn	-0,37	-0,39	-0,62	-0,62	-0,57
	Statisch	-0,63	-0,66	-1,05	-1,05	-0,98
	Lange termijn	-0,73	-0,77	-1,23	-1,23	-1,14
	PDHF ¹ Lange termijn	-0,85	-0,80	-1,05	-1,05	-1,00
Eerste klasse	Lange termijn	-0,65	-0,69	-1,10	-1,10	-1,02
Tweede klasse, normaal tarief	Lange termijn	-0,70	-0,74	-1,19	-1,19	-1,10
Tweede klasse, korting	Lange termijn	-0,94	-0,99	-1,58	-1,58	-1,47

¹ Passenger Demand Forecasting Handbook, uitgegeven door ATOC, 2009

Dit zijn elasticiteiten in termen van het aantal reizigers met het spoor (dus vergelijkbaar met het aantal verplaatsingen of reizen in de eerdere tabellen). De onderscheidingen die Wardman gebruikt zijn:

- Inter-stedelijk of niet-inter-stedelijk (=binnen de stad, of op het platteland): de uitkomsten voor het spoor hier lijken een reflectie te vormen van de tariefstructuur in het VK, maar deze tariefstructuur is in Nederland anders.
- Ruimtelijke differentiatie (PTE (=passenger transport executive: de grotere stedelijke gebieden anders dan Londen) gebieden, Londen en overig). PTE gebieden en Londen hebben lagere elasticiteiten. Hier worden lagere tarieven geboden, hogere kwaliteit en wordt een groter marktaandeel bereikt dan elders.
- Abonnement of niet: Abonnementenbezit leidt zoals verwacht tot een lagere prijsgevoeligheid, omdat de kosten absoluut lager zijn en op het moment van reizen al betaald zijn ("salience", zie: Kahneman, 2011; Thaler en Sunstein (2008)).
- Korte termijn (uit tijdreeksmodellen), lange termijn (uit tijdreeksmodellen) en statisch (uit cross-sectiemodellen), wat we gezien het evenwichtskarakter van de modellen interpreteren als lange termijn; dit zijn modellen die lijken op de vervoerwijze- en bestemmingskeuzemodellen uit het LMS). Ook worden ter vergelijking de waarden uit het Engelse handboek voor de spoorvervoerders PDFH, versie 5, hier apart genoemd (een nieuwe versie hiervan, PDFH6, wordt binnenkort verwacht). In deze studie zijn wij geïnteresseerd in het totale effect en daarom kijken we naar de lange termijn elasticiteiten en de statische elasticiteiten. Deze zijn doorgaans groter dan die voor de korte termijn.
- Eerste klas (voornamelijk gebruikt voor zakelijk verkeer en hogere inkomens), tweede klas met normaal tarief (voornamelijk voor vrije tijdreizen) en tweede

klas met korting (voornamelijk gebruikt voor woon-werk verkeer). De elasticiteiten voor tweede klas met normaal tarief zijn groter dan die voor de eerste klas en die voor tweede klas met reductie zijn nog groter. Dit kan niet worden verklaard uit de hoogte van de betaalde bedragen (dan zouden de elasticiteiten met reductie het kleinst zijn), maar uit de reismotieven (en spits of dal). Dus zien wij hierin geen pleidooi voor segmentatie naar 1^e of 2^e klasse al dan niet met reductie, maar hooguit een pleidooi voor segmentatie op basis van motief.

Verder vond Wardman in de meta-regressie ook lagere elasticiteiten (voor alle vervoerwijzen) voor zakelijke verplaatsingen (ruim 40% lager dan woon-werk in de spits) en hogere voor vrije-tijdsreizen buiten de spits (20-30% hoger). Hij komt gemiddeld over alle motieven op -0,3 tot -0,6 voor abonnementen en op -0,6 tot -1,2 voor niet-abonnementen (lange termijn en statisch). PDFH5 zit iets hoger voor abonnementen en vergelijkbaar voor niet-abonnementen.

4.3 Conclusies

Voor dit onderzoek over de market-can-bear test voor ProRail beschouwen we de lange termijn elasticiteiten als leidend omdat deze de beste inschatting van het totale effect geven, waar de korte termijn elasticiteiten slechts betrekking hebben op een partieel effect (bijvoorbeeld alleen het vervoerwijzekeuze-effect). Verder richten we ons met name op de prijselasticiteiten van het aantal reizigerskilometers, omdat daar veel empirisch materiaal over is (met name ook voor Nederland) en omdat dit in een nauwe relatie staat met het aantal treinkilometers, waar de extra heffingen over gaan en met de reizigersopbrengsten (die nu eenmaal afstandsafhankelijk zijn). Het is hiermee een relevantere maat voor de te verwachten vraaguitval en bijbehorende opbrengstvermindering dan het aantal reizigers/verplaatsingen/reizen met de trein.

Voor de reizigerskilometers komen we op basis van de literatuur, waarbij we de Nederlandse uitkomsten en met name die van LMS3.0 in de toepassing zwaarder wegen dan de buitenlandse, voor alle reizigersvervoer samen op een elasticiteit van -0,4 tot -0,7. Dit is ook redelijk consistent met de waarden die Wardman (2014) vond in zijn meta-analyse op de VK studies (-0,3 tot -1,2, mede afhankelijk van het aandeel van de abonnementen) of PDFH 5.0 (-0,5 tot -1,05). Wel geldt dat deze VK studies effecten in aantallen reizigers presenteren en deze zijn doorgaans kleiner dan effecten in aantallen personenkilometers. De prijselasticiteiten voor het spoor in Nederland komen dus vaak iets lager uit dan die in het VK. Hierbij speelt een rol dat in de elasticiteitentabellen voor VK lange afstandsvervoer per trein een belangrijker rol speelt dan in Nederland. Voor het vervoer binnen de stedelijke gebieden zijn de VK elasticiteiten wel vergelijkbaar met de Nederlandse elasticiteiten. Hierbij geldt wel dat in Nederland de fiets zowel een belangrijke concurrent als een complementaire vervoerwijze in het voor- en natransport is, en in het VK (met name Londen) is dat meer het overige OV.

Verschillen in elasticiteiten zien we vooral tussen de motieven voor de reizen (laag voor opleiding, hoog voor winkelen en overig (o.a. recreatie)), wat ook samenhangt met verschillen in de mate van abonnementenbezit (inclusief studenten OV-kaart) en reisafstand. Ook wordt er in meta-analyse van Wardman (2014) een verschil gevonden tussen (groot)stedelijke en andere gebieden. Of dergelijke segmentaties in de praktijk toepasbaar zijn voor de extra heffing aan de passagiersvervoerders door ProRail is zeer de vraag. Wel zou voor het segment overige passagiersdiensten (geen openbaredienstcontract), dat in de EU-richtlijn is genoemd uitgegaan kunnen worden

van de hogere gevoeligheid van overig verkeer (inclusief recreatief), aangezien het hier de ski- en autoslaaptrein, railpromo en stoomtreinen betreft.

We komen terug op de keuze van segmentatie bij de bespreking van de uitkomsten van de nieuwe runs met het LMS.

5.1 Het goederenvervoermodel BasGoed

BasGoed bestaat vanaf 2010 en is opgezet om op strategisch niveau uitspraken te kunnen doen over de ontwikkeling van de goederenstromen in, naar, van en door Nederland op middellange en lange termijn. BasGoed is gestoeld op een stapsgewijze ontwikkelingsfilosofie, waarbij gebruik gemaakt is van bestaande modules, aangevuld met eenvoudige modules voor de andere lagen van logistieke modellering. Deze ontwikkeling is een continu proces waarbij BasGoed stapsgewijs wordt verfijnd en waar nodig geactualiseerd.

BasGoed is onderdeel van het data en modellen instrumentarium van het Ministerie van I en W, en hangt samen met een aantal andere onderdelen uit dit instrumentarium. Uitgangssituatie voor BasGoed zijn de Basisbestanden Goederenvervoer (BBGV), die de waargenomen goederenstromen in het basisjaar (2014) leveren. Daarnaast heeft BasGoed een wederkerige relatie met sectorale modellen voor Wegvervoer (LMS) en binnenvaart (Bivas). De informatie uit deze modellen wordt gebruikt als invoer in BasGoed om voor afzonderlijke modaliteiten de transporttijden en -afstanden af te leiden voor de transportkostenfuncties in BasGoed. Daarnaast worden de wegvervoer- en binnenvaartprognoses uit BasGoed in deze sectorale modellen gebruikt voor de toedeling van vrachtauto's aan het wegnetwerk of van vaartuigen aan het waterwegennetwerk.

BasGoed gebruikt een zonering in 69 zones, waarvan 40 in Nederland en onderscheidt 10 goederensoorten (NSTR indeling, 1^e niveau; zie voor deze tien goederensoorten paragraaf 7.1.2 van dit rapport).

De architectuur van BasGoed is gebaseerd op een groeifactor aanpak die wordt toegepast op het basisbestand goederenvervoer (BBGV). De groeifactoren worden berekend en toegepast in drie opeenvolgende modules met als doel om op basis van de transportdata in het basisjaar te komen tot een voorspelling van de transportdata in een toekomstig jaar.

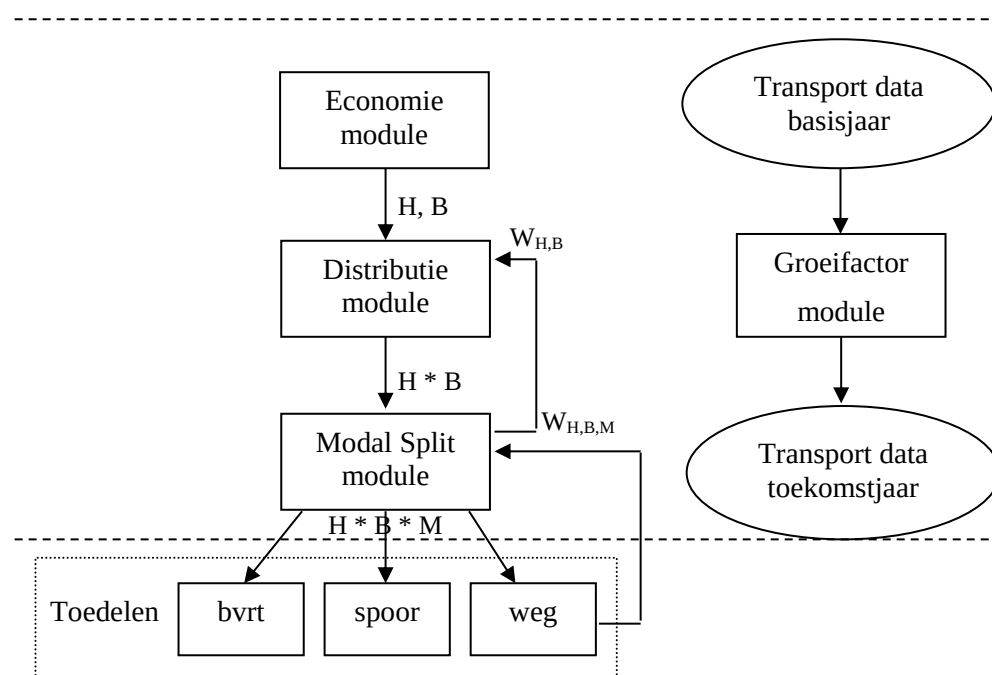
De eerste module is de Economiemodule (EM), die de verwachte economische groei vertaalt naar groei in transportstromen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen productie (volumes van de vertrekkende goederenstromen per goederensoort per zone) enerzijds en attractie (volumes van de binnenkomende goederenstromen per goederensoort per zone) anderzijds. Daarna komt de distributie: van waar naar waar worden de goederen vervoerd? De Distributiemodule verdeelt de berekende producties en attracties over herkomst/bestemmingsparen (HB-paar) van zones. De Modal Split module berekent per HB-paar de vervoerwijze-aandelen voor wegvervoer, spoor en

binnenvaart. Dan volgen nog drie toedelingsmodules, die geen onderdeel uitmaken van BasGoed zelf. Buiten BasGoed zelf kan het wegvervoer worden toegedeeld aan de wegnetwerken (in het LMS), de binnenvaart aan de waterwegen (in BIVAS) en het spoorvervoer aan het spoornetwerk (met het NEMO model van ProRail).

Het rechterdeel van Figuur 4 geeft de groeifactor-aanpak weer. Deze wordt toegepast in zowel de Economiemodule, de Distributiemodule als de Modal Split module.

Een verandering van de transportkosten per spoor (zoals door de extra heffing) heeft in BasGoed direct invloed op de modal split. Bij een verhoging van de kosten van spoorvervoer zal een deel van de transporten uitwijken naar wegvervoer en binnenvaart. Indirect wordt ook de distributie (welke herkomsten aan welke bestemmingen leveren) in BasGoed beïnvloedt, maar dit is in de huidige versie van BasGoed een relatief klein effect. De Economiemodule wordt niet beïnvloed door een verandering in de transportkosten.

Figuur 4: Globale opzet goederenvervoermodel BasGoed



H = herkomst, B = bestemming, M = vervoerwijze, W = transporttijden en -kosten

BasGoed is toegepast bij de opstelling van de meest recente Nationale Markt en Capaciteitsanalyse NMCA van het Ministerie van I en W en de studie Welvaart en Leefomgeving WLO2 van het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving, en wordt in deze studie gebruikt om de marktsegmentatie mede te bepalen en om prijselasticiteiten per marktsegment te bepalen.

5.2 Het Landelijk model system (LMS) voor verkeer en vervoer

Algemeen

Het Landelijk Model Systeem (LMS) is een rekeninstrument voor het maken van prognoses van het personenverkeer en –vervoer voor de middellange en lange termijn. Het is sinds 1986 gebruikt bij de opstelling van diverse nota's (vanaf het Tweede Struktuurschema Verkeer en Vervoer, via de Nota Mobiliteit, tot de meest recente Nationale Markt en Capaciteitsanalyse NMCA) van het Ministerie van I en W (en de voorgangers daarvan) en van het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving (zoals de studie Welvaart en Leefomgeving WLO2). Hierbij was de functie van het LMS om ramingen te leveren van de verkeersomvang in een toekomstjaar (2030, 2040, ...), zowel bij zgn. 'ongewijzigd beleid' als bij diverse beleidspakketten. Het LMS is ontwikkeld door diverse consultants, waaronder Hague Consulting Group en Significance, in opdracht van en in samenwerking met Rijkswaterstaat-WVL. De laatste versie van het LMS (die in deze studie ook wordt gebruikt) is tot stand gekomen met medewerking van ProRail en NS.

Input en output

Een typische prognosetermijn voor het LMS is 20 jaar vooruit. In een dergelijk tijdsbestek kunnen veel zaken veranderen. In het model wordt rekening gehouden met veranderingen in ruimtelijke variabelen, netwerkvariabelen, sociaal-economische variabelen en demografische variabelen. De waarden van deze variabelen in het basisjaar (momenteel is dit 2014) en een toekomstjaar (bijvoorbeeld 2030) vormen de inputs in de toepassing van het LMS. In deze studie voor ProRail wordt het LMS gebruikt om de marktsegmentatie in het personenvervoer te onderzoeken en om prijselasticiteiten af te leiden voor 2020 en 2024.

Het LMS is gevoelig voor de volgende invoervariabelen:

- Ruimtelijke variabelen: spreiding van wonen en werken, winkels, scholen, enz..
- Netwerkvariabelen: capaciteit van wegen en spoorwegen, reistijden, reiskosten, frequenties.
- Sociaal-economische factoren: inkomens, omvang en samenstelling van de beroepsbevolking, rijbewijs- en autobezit.
- Demografische variabelen: bevolkingsomvang, leeftijdopbouw, huishoudgrootte.

De inputvariabelen voor een toekomstjaar, zoals het inkomen en de bevolkingsomvang in 2030, zijn zelf prognoses. Zij worden, in verschillende scenario's, opgesteld door bijvoorbeeld het Centraal Planbureau (CPB) en het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS).

Uiteindelijk levert het LMS twee soorten outputs:

- mobiliteitsprognoses: ramingen van bijvoorbeeld het zonale aantal rijbewijzen en personenauto's of van het aantal reizen of kilometers per reismotief, vervoerwijze en deel van de dag (ochtendspits, avondspits, rest van de dag);
- prognoses van netwerkgebruik: ramingen van bijvoorbeeld wachttijden en reissnelheden op het wegen- en spoorwegennetwerk.

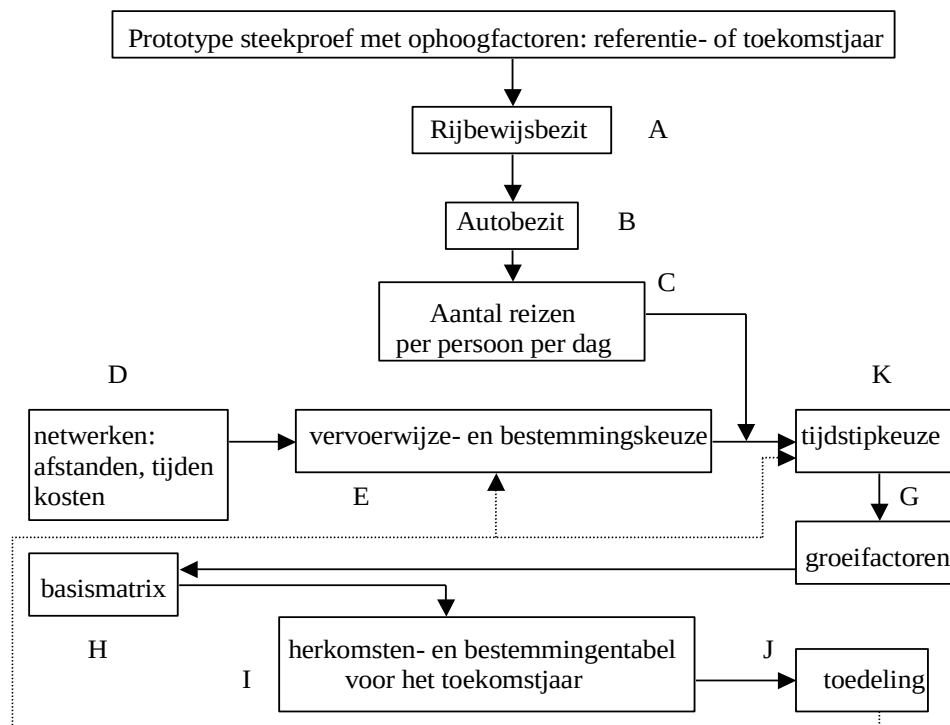
Behalve als vooruitberekeningen onder een bepaald scenario kunnen beide soorten van prognoses ook dienen voor maatregel-effect analyses. Hierbij gaat het om het effect op

verkeer en vervoer van afzonderlijke maatregelen (bijvoorbeeld prijsmaatregelen, capaciteitsmaatregelen en ruimtelijk beleid).

De structuur van het LMS

De globale structuur van het LMS wordt weergegeven in Figuur 5. Het model bestaat uit allerlei submodellen en procedures.

Figuur 5. Structuur van het LMS



Voor het bepalen van de reizen van de personen in de referentiesituatie in 2020 en 2024 zijn alle submodellen uit Figuur 5 nodig. De extra heffing heeft invloed op met name het submodel voor de keuze van vervoerwijze en bestemming (submodel E hierboven): de hogere treintarieven leiden er dan toe dat reizigers kiezen voor andere vervoerwijzen en dichterbij gelegen bestemmingen. Dit submodel bestaat weer uit aparte deelmodellen voor ieder van tien reismotieven:

- Reizen die bij de woning beginnen en eindigen:
 - woon-/werkverkeer
 - woninggebonden zakelijk verkeer (b.v. naar een zakelijke bespreking, congres, of serviceverlening bij de klant)
 - onderwijs volgen (voor kinderen tot 12)
 - onderwijs volgen (voor personen 12+)
 - winkelen, boodschappen doen en zakelijk bezoek in de privé-sfeer (voor kinderen tot 12)
 - winkelen, boodschappen doen en zakelijk bezoek in de privé-sfeer (voor personen 12+)
 - overig verkeer (voor kinderen tot 12)
 - overig verkeer (voor personen 12+).

- Reizen die op het werk beginnen en eindigen:
 - zakelijk verkeer vanaf het werk
 - overig verkeer vanaf het werk.

Vanuit ieder van 1406 herkomsten (zones) in het LMS kan in principe gekozen worden uit 1406 bestemmingen en 6 vervoerwijzen:

- auto-bestuurder
- auto-passagier
- trein
- overig openbaar vervoer
- lopen
- fietsen.

Deze keuze van vervoerwijze en bestemming hangt af van kenmerken van de vervoerwijzen (reistijd en reiskosten per vervoerwijze, frequenties), kenmerken van de bestemmingen zoals werkgelegenheid, bevolkingsomvang, aantal plaatsen in het onderwijs, en van een beperkt aantal huishoud- en persoonskenmerken (rijbewijs- en autobezit, geslacht en leeftijd).

6.1 Inleiding

De heffingsperiode waarvoor relevante prijselasticiteiten moeten worden bepaald is de periode 2020-2024. Om rekening te kunnen houden met veranderende (onzekere) omstandigheden voor deze toekomstige periode, worden voor de bepaling van de elasticiteiten modelberekeningen uitgevoerd voor twee uiteenlopende scenario's voor het beginjaar (2020) en eindjaar (2024) van deze periode. Dit betreffen dus 4 modelberekeningen (maal een aantal prijsveranderingen voor het spoor, zie verderop).

Voor het opstellen van de scenario invoer van de modellen wordt er aangesloten op de standaard gehanteerde WLO scenario's van CPB/PBL (en met name op de verdere uitwerking daarvan door Rijkswaterstaat). Hier is wel een bewerking van onze kant nodig, omdat het eerste zichtjaar in WLO 2030 is, en wij voor deze studie voor ProRail naar 2020 en 2024 kijken. Voor een aantal variabelen hebben wij gewerkt met interpolatie tussen basisjaar 2014 en 2030 om 2020 en 2024 af te leiden. Voor een deel van de invoer, met name voor de autonetwerken en de dienstregeling van het spoor, is interpolatie niet mogelijk. Voor de autonetwerken wordt daarom aanvullend gebruik gemaakt van specifiek voor deze periode opgestelde autonetwerken uit de Middellang Termijn (MLT) verkeersprognoses van Rijkswaterstaat. Voor het spoor gaan we uit van de dienstregeling van 2014 of 2030.

Op basis van de WLO studie worden voor 2030 geen nieuwe marktsegmenten in het spoorvervoer verwacht, dus voor de eerdere periode 2020-2024 verwachten we ook geen nieuwe marktsegmenten.

De onderstaande paragraaf gaat eerst in op de achtergrond bij de WLO scenario's en MLT prognoses en in de daarop volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de door ons gehanteerde aannamen bij de modelberekeningen met LMS en BasGoed voor het bepalen van prijselasticiteiten voor het personen- en goederenvervoer per spoor.

6.2 De nieuwe studie Welvaart en Leefomgeving (WLO2) voor Nederland vanaf 2030

De CPB/PBL studie "Nederland in 2030 en 2050: Twee referentiescenario's" (CPB en PBL, 2015) en hierbinnen specifiek de themacahiers 'mobiliteit' en 'regionale ontwikkeling en verstedelijking' vormen de basis voor de gehanteerde scenario

uitgangspunten in de transportmodellen (zie website <http://www.wlo2015.nl/> voor studierapport en achtergrondrapporten). Met de WLO scenario's hebben de Planbureaus twee uiteenlopende referentiescenario's opgesteld die gebruikt kunnen worden door beleidsmakers om toekomstige opgaven te verkennen of de robuustheid van het beleid onder verschillende toekomstige omstandigheden te toetsen. Binnen het Ministerie van I en W worden de door de Planbureaus opgestelde scenario's standaard gebruikt als referentiescenario's voor het uitvoeren van strategische verkenningen, zoals de Nationale Markt en Capaciteit Analyse (NMCA), of voor de evaluatie van specifieke projecten. In de twee scenario's wordt gevarieerd met een aantal basisaannamen voor onzekere ontwikkelingen zodat uiteenlopende toekomstbeelden ontstaan. Deze studie wordt vaak 'WLO2' genoemd, omdat de planbureaus in 2006 ook al een WLO studie hebben uitgevoerd.

Het Centraal Planbureau (CPB) en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) hebben binnen de WLO2 studie twee referentiepaden uitgewerkt; Hoog en Laag. In de volgende tabel zijn in de eerste kolom de onzekerheden te zien met daarachter hoe deze tot uitdrukking komen in de scenario's Hoog en Laag. In de scenario's is uitgegaan van een trendmatig beleid: beleid dat aansluit bij het huidige beleid en dat trendmatig voortzet. Op deze manier schetsen de scenario's een beeld van wat kan gebeuren als beleid ongeveer gelijk blijft en ontwikkeling niet bijstuurt.

In opdracht van het Ministerie van I en W heeft Rijkswaterstaat-WVL, als beheerder van de transportmodellen, de door CPB/PBL aangeleverde scenario uitgangspunten en waarden voor 2030 en 2040 nader uitgewerkt tot modelinvoer voor de basismodellen LMS voor het personenvervoer en Basgoed voor het goederenvervoer. Standaard beschikbaar en gebruikt worden de scenariojaren 2030 en 2040 voor het WLO hoog en lage scenario. Voor deze studie voor ProRail willen wij zoveel mogelijk aansluiten bij de WLO scenario's en de uitwerkingen daarvan door RWS-WVL. Om tot invoer voor de modellen voor 2020 en 2024 te komen hebben we diverse bewerkingen uitgevoerd die in de paragrafen hierna kort worden beschreven.

Naast de scenarioprognoses met behulp van de WLO scenario's maakt Rijkswaterstaat ook verkeersprognoses voor de Middellange Termijn (MLT) welke primair gebruikt worden voor het berekenen van de milieueffecten van het wegverkeer op de korte termijn. In de studie wordt dan ook specifiek gekeken naar de ontwikkeling van de verkeersintensiteiten op het Rijkswegennet voor een periode van 5 jaar vooruit ten opzichte van de meest actuele monitoring en rekening houdend met infrastructuur wijzigingen op de middellange termijn. De bruikbaarheid van deze prognose voor de huidige studie is door de beperkte focus op het wegverkeer beperkt, maar om de concurrentie met de auto te modelleren hebben we toch een wegennetwerk voor 2020 en 2024 nodig. Daarvoor gebruiken we in het LMS de MLT-netwerken: specifieke autonetwerken voor de periode 2020-2024 waarin de voorziene infrastructurele aanpassingen zijn verwerkt.

Tabel 8: Basisaannamen referentiescenario's (bron CPB/PBL 2015)

Onzekerheid	Aannames	
	Hoog	Laag
Demografie	Sterke groei	Eerst beperkte groei, daarna krimp
Economie	Sterke groei wereldeconomie en internationale handel Behoud concurrentiepositie Nederlandse zee-/luchthavens Grote dienstensector	Beperkte groei wereldeconomie en internationale handel Behoud concurrentiepositie Nederlandse zee-/luchthavens Kleine dienstensector
Technologie	Snelle ontwikkeling	Trage ontwikkeling
Concurrentiepositie Nederlandse havens	Blijft behouden	Blijft behouden
Ruimte	Voortzetting trend tot concentratie in de Randstad en enkele grote steden	Afzwakking concentratietrend (beperkte concentratie)
Klimaatbeleid	Substantieel	Beperkt
Olieprijs	Laag	Hoog
Gedrag consumenten	Geen fundamentele attitudeverandering ten aanzien van modaliteiten	Geen fundamentele attitudeverandering ten aanzien van modaliteiten
Logistieke organisatie	Sterke schaalvergroting, consolidatie en efficiëntieverbetering	Beperkte schaalvergroting, consolidatie en efficiëntieverbetering
Europees transportbeleid	Voornamelijk trendvolgend	Voornamelijk trendvolgend
Nederlands beleid	Minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid MIRT-pakket tot 2030 wordt gerealiseerd Behoud OV-studentenkaart Aldersakkoord	Minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid MIRT-pakket tot 2030 wordt gerealiseerd Behoud OV-studentenkaart Aldersakkoord

6.3 Scenario aannamen voor de BasGoed berekeningen voor 2020 en 2024

In de WLO studie zijn veronderstellingen gemaakt hoe de kostenkanten voor de verschillende vervoerwijzen zullen veranderen in de toekomst. Deze aannames behoren tot de WLO scenario's. De aannames staan beschreven in: CPB en PBL (2015).

Uit deze rapportage volgt volgende passage:

“Vanuit de WLO-module Klimaat en Energie volgen twee kostenstijgingen die invloed hebben op de ontwikkeling van de afstandskosten: de stijging van de olieprijs en de stijging van de CO2-prijs. De dieselprijs heeft invloed op de energiekosten (onderdeel van afstandskosten) voor weg en binnenvaart. Daarnaast wordt er aangenomen dat in referentiep pad HOOG ook de binnenvaart te maken krijgt met een CO2-heffing, wat leidt tot een stijging van de energiekosten voor binnenvaart. De afstandskosten van spoor (elektriciteit) worden verondersteld reëel constant te blijven.

Tijdkosten en laad/loskosten verschillen niet tussen de referentiepaden en veranderen ook niet over tijd. We maken deze veronderstelling omdat er geen duidelijke

onzekerheden zijn die een aanleiding vormen om deze kostenkentallen over tijd en tussen referentiepaden te laten verschillen.”

Afstandskosten zijn kosten die vooral variëren met de afgelegde afstand, zoals de energie- of brandstofkosten en gebruiksvergoeding voor infrastructuur. Tijkosten variëren vooral met het aantal uren, zoals personeelskosten en afschrijving op de voertuigen.

De modal split in BasGoed hangt met name af van de logistieke kosten van vervoer over weg, spoor en vaarwegen. De logistieke kostenfuncties in BasGoed gebruiken drie verschillende soorten kostenkentallen; afstandskosten, tijkosten en laad/loskosten. De tijkosten en laad/loskosten veranderen in de twee scenario's niet in de tijd (behoudens prijscompensatie). De afstandskosten zijn de som van de gemiddelde variabele kosten en de energiekosten, waarbij de energiekosten voor weg en binnenvaart veranderen met de dieselprijsstijging. Voor de jaren 2020 en 2024 zijn de afstandskosten voor weg en binnenvaart bepaald door verwachte kostenontwikkeling per jaar van de dieselprijs uit de beide WLO2 scenario's voor 2030 te gebruiken (wat neerkomt op interpolatie).

Een mogelijke verlaging van de extra heffing (mark-up) voor het goederenvervoer per spoor in Duitsland, zoals recentelijk besproken in Duitsland (o.a. in het Masterplan Schienengüterverkehr) is niet voorzien in WLO2. Hetzelfde geldt voor de verlaging van de extra heffing (mark-up) in Duitsland voor goederenvervoer en verhoging voor lange afstands reizigersvervoer naar aanleiding van de door de Bundesnetzagentur vastgestelde elasticiteiten (https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2018/20180118_Trassenpreissystem.html). Deze mogelijke ontwikkelingen zijn ook niet meegenomen in de runs met BasGoed voor 2020 en 2024.

Ook komt in de WLO scenario's Brexit niet voor (het referendum hierover was na de publicatie van WLO2).

De WLO scenario's gaan ook niet uit van een reductie van de gebruiksvergoeding voor het spoor (die vervolgens gecompenseerd wordt door de extra heffing).

We verwachten dat het wel meenemen van deze drie ontwikkelingen een zeer beperkte invloed zou hebben op de prijselasticiteiten, omdat de prijselasticiteiten worden afgeleid door het vergelijken van een situatie zonder en met de extra heffing, en de genoemde ontwikkelingen beide situaties op vergelijkbare wijze zullen beïnvloeden. Wel hebben we een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd (zie hoofdstuk 7) voor het invoeren van een vrachtwagenkilometerheffing ('Maut') en gevonden dat ook dit een zeer kleine invloed op de elasticiteiten voor verandering van de spoorprijs heeft.

In de WLO2 is rekening gehouden met twee typen ontwikkelingen die invloed hebben op de kostenkentallen. In de WLO2 is in het Hoog scenario verondersteld dat de kosten voor CO2 emissies ook doorgerekend gaan worden naar de binnenvaart. De kosten van spoor zijn verondersteld reël constant te blijven.

Dit alles leidt tot het kostenbeeld zoals weergegeven in Tabel 9. Hierin is 2014 het basisjaar, komen 2030, 2040 en 2050 uit de WLO2 studie (na uitwerking door Rijkswaterstaat) en zijn de kolommen voor 2020 en 2024 door ons ingevuld. Deze vormen inputs voor de runs met BasGoed in deze studie voor ProRail.

Tabel 9: Ontwikkeling van kostenkentallen in WLO (prijspeil 2011).

	Basisjaar			Laag			Hoog				
	2014	2020	2024	2030	2040	2050	2020	2024	2030	2040	2050
Afstandkosten (euro per km)											
• Weg	0.38	0.40	0.41	0.42	0.44	0.45	0.35	0.34	0.35	0.35	0.36
• Spoor	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8
• Binnenvaart	9.8	10.52	10.92	11.4	12.1	12.4	9.5	10.1	11.5	15.4	20.8
Tijdkosten (euro per uur)											
• Weg	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
• Spoor	569	569	569	569	569	569	569	569	569	569	569
• Binnenvaart	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223	223
Laad/loskosten (euro per											
• Weg	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
• Spoor	6249	6249	6249	6249	6249	6249	6249	6249	6249	6249	6249
• Binnenvaart	2364	2364	2364	2364	2364	2364	2364	2364	2364	2364	2364

Infrastructuur

In de 2020 en 2024 varianten van de BasGoed berekeningen wordt gebruik gemaakt van de bestaande infrastructuurvarianten die in Basgoed beschikbaar zijn. In Tabel 10 staat een overzicht van de bron van de gebruikte infrastructuurnetwerken.

Tabel 10: Herkomst gebruikte infrastructuurnetwerken in Basgoed prognoses.

Modaliteit:	Bron:
Wegvervoer	Binnenlands: LMS basisprognoses voor WLO Hoog en WLO Laag Internationaal: wegnetwerken uit het Europese project ETIS+
Spoor	Binnenlands: basisnetwerk RoutGoed van ProRail Internationaal: spoornetwerken ETIS+ netwerken
Binnenvaart	Binnenlands: BIVAS Internationaal: binnenvaartnetwerken ETIS+ netwerken

Voor de 2020 en 2024 varianten worden in BasGoed de netwerken van 2030 gebruikt. Dit is een aanname, die we hier moeten maken, omdat binnen deze studie geen nieuwe netwerken kunnen worden ontwikkeld. Wel geldt dat de netwerken voor goederenvervoer tussen het basisjaar 2014 en 2030 (in WLO2) slechts in beperkte mate veranderen.

6.4 Scenario aannamen voor de LMS berekeningen voor 2020 en 2024

De prijselasticiteit voor het personenvervoer per spoor wordt via modeldoorrekeningen verkend voor vier verschillende referentie omstandigheden bestaande uit twee zichtjaren, 2020 en 2024, en de scenario's WLO Hoog en Laag. Het berekenen van de prijselasticiteiten onder verschillende referentie omstandigheden levert inzicht in de gevoeligheid van de prijselasticiteiten voor verschillende omstandigheden. Om de model invoer voor 2020 en 2024, WLO Hoog en Laag, op te stellen is gebruik gemaakt van de beschikbare modelinvoer voor het basisjaar 2014 en het scenario jaar 2030. De waarden voor 2020 en 2024 zijn hieruit per scenario afgeleid op basis van lineaire interpolatie waarbij de bandbreedte, verschil tussen het hoge en lage scenario, stapsgewijs toeneemt naar de toekomst toe. Zo is het verschil in het aangenomen aantal inwoners tussen de scenario's hoog en laag groter in 2024 dan in 2020 wat weergeeft dat de onzekerheden op langere termijn groter worden. De onderstaande tabel geeft een

overzicht van de in deze studie voor ProRail gebruikte **sociaal-economische invoergegevens** voor Nederland.

Tabel 11: Invoer voor LMS in deze studie

Invoer LMS	2020_hoog	2020_laag	2024_hoog	2024_laag
Sociaal Economisch	lin. interpol*	lin. interpol*	lin. interpol*	lin. interpol*
Inwoners (* miljoen)	17,4	17,0	17,7	17,0
Aantal auto's (* miljoen)	8,4	8,1	8,7	8,1
Gem. Huishoudinkomen (*duizend)	37,6	36,4	39,8	37,8
Werkzame beroepsbevolking (* miljoen)	7,6	7,3	7,8	7,4
Banen (* miljoen)	8,3	8,0	8,5	8,0

*lin. Interpol: De waardes hierbij resulteren uit een lineaire interpolatie tussen de invoer van de 2014 en een 2030 scenario's laag danwel hoog uit WLO2.

Dezelfde methode van lineair interpoleren is ook gebruikt om een aantal andere invoervariabelen voor het LMS te bepalen, het gaat hier om de variabelen aantal luchthavenreizigers, omvang van het vrachtverkeer, gebruik van de E-Bike, rijbewijsbezit naar man/vrouw en leeftijdsklassen.

Voor de **brandstofkosten per kilometer** wordt in het hoge WLO scenario een sterke afname voorzien in de periode tot 2030 door een lage olieprijs gecombineerd met efficiëntere voertuigen en een groter aandeel elektrisch aangedreven voertuigen. In de periode 2014 tot 2030 daalt de index waarde voor de kosten van 100 (2014) naar 72,3 (2030) in het hoge scenario, als aannamen voor de berekening is aangehouden als indexwaarde 89,6 voor 2020 en 82,7 voor 2024 (op basis lineaire interpolatie). Voor het lage scenario wordt een minder sterke afname in de brandstofkosten voorzien door een hogere olieprijs gecombineerd met minder sterke efficiency van het brandstofgebruik, met indexwaarden van 97,3 voor 2020 en 95,5 voor 2024 (is in 2030 92,8).

Voor de **tarieven openbaar vervoer per trein** is het uitgangspunt dat de kosten vanaf 2016 reëel constant zijn. Op basis van analysis door DOVA (samenwerkingsverband Decentrale OV Autoriteiten) is voor de prijsontwikkeling een indexwaarde van 101,4 tot 2020 aangehouden (2014=100), waarbij na 2020 uitgegaan wordt van geen reële prijsverandering en ook in 2024 wordt indexwaarde 101,4 aangehouden. Voor **Bus Tram Metro (BTM)** wordt een trendmatige voortzetting van de tariefontwikkeling aangenomen voor de periode tot 2020 resulterend in een indexwaarde van 1,04 voor de tarieven in 2020 (bron DOVA). Na 2020 is er geen verdere prijsverhoging boven de inflatie voorzien en de indexwaarde 104 wordt ook voor 2024 aangehouden.

Voor een aantal variabelen is lineair interpoleren geen goed bruikbare methode. Zo is bijvoorbeeld een toekomstige wegverbetering wel of niet aangelegd. Voor deze variabelen is gewerkt met zo goed mogelijke representatieve netwerken of beschikbare service informatie voor de jaren 2020 en 2024. Voor het **wegennetwerk** wordt hier gewerkt met de netwerken uit het MLT project voor 2020 en 2022 waarin op basis van de afspraken uit het Meerjarenprogramma Infrastructuur Ruimte Transport (MIRT) is aangenomen welke infrastructuurinvesteringen zijn gerealiseerd voor het betreffende zichtjaar.

Voor de dienstregeling voor **trein** wordt voor 2020 gebruik gemaakt van de dienstregeling van het basisjaar 2014 en voor 2024 wordt gebruik gemaakt van het door

ProRail voor gebruik in het LMS opgestelde dienstregelingsbestand voor 2030. Het was in dit project over de market-can-bear test niet mogelijk om nieuwe dienstregelingen voor 2020 en 2024 op te stellen. In de 2030 dienstregeling zijn de projecten voor het spoornetwerk conform het MIRT projectenboek 2017 meegenomen bestaande uit alle verbeteringen aan zowel regionaal, interregionaal als grensoverschrijdend verkeer. Ook zijn de meer recente inzichten uit het Programma Hoogfrequent Spoorvervoer en de inzichten voor het HSL-Zuid product meegenomen. De uitrolstrategie voor het European Rail Traffic Management System (ERTMS) is ook meegenomen maar daarvoor worden geen reistijdefecten verondersteld.

Voor de reistijden en frequenties van **Bus Tram Metro** wordt gewerkt met de beschikbare 2014 data voor 2020 en de beschikbare data voor 2030 worden gebruikt als invoer voor 2024. Voor de 2030 reistijden en –frequenties vormt de dienstregeling van 2016 de basis aangevuld met uitgeharde maatregelen voor de komende jaren. Het gaat hierbij om de omvangrijkere ontwikkelingen op de hoofdassen zoals bijvoorbeeld Hoekse Lijn metro of Uithoftramlijn.

6.5 De met BasGoed en LMS doorgerekende veranderingen in de transportkosten per spoor

De runs met BasGoed en LMS worden uitgevoerd voor de jaren 2020 en 2024 en voor de scenario's Laag en Hoog. Voor ieder van deze vier situaties worden vier modelruns gedaan:

- Een run voor de situatie in hetzij 2020 of 2024 (met alle veranderingen ten opzichte van 2014 zoals beschreven in de voorgaande paragrafen) zonder de extra heffing (referentie-situatie).
- Drie runs voor de situatie met de extra heffing (hierbij gesimuleerd als een verhoging van de transportkosten per spoor met een specifiek percentage, waarbij we drie verschillende percentages doorrekenen).

Het gaat bij de laatstgenoemde drie runs om de prijsverhogingen waarvoor we met de modellen de elasticiteiten bepalen. Die elasticiteiten kunnen vervolgens gebruikt worden om de extra heffing te bepalen per marktsegment. Deze extra heffingen kunnen afwijken van de prijsverhogingen die we met de modellen hebben doogerekend, maar moeten wel in hetzelfde bereik zitten dan wat in de modellen is getest, omdat de elasticiteiten anders mogelijk niet geldig zijn. De elasticiteiten worden bepaald door het resultaat in reizigerskilometers of tonkilometers uit een run met prijsverhoging voor het spoor te vergelijken met het resultaat uit de modelrun voor de referentie-situatie.

ProRail heeft Significance berekeningen geleverd van de totale omvang van de extra heffing voor de periode 2020 – 2024, uitgaande van de doelen die I&W hiervoor heeft gesteld.

Tabel 12: Totaalbedrag van de extra heffing in mln euro (prijsspeil 2018)

2020	2021	2022	2023	2024
24	22	44	45	43

Het gemiddelde voor de gehele periode 2020-2024 is 36 mln.

Deze bedragen zijn voor de jaren 2020 tot en met 2024 gelijk aan de verwachte daling in de vergoeding minimumtoegangspakket⁴ door de invoering van de nieuwe toerekeningsmethodiek bij ProRail. Het totaal dat de spoorvervoerders aan ProRail betalen verandert dus niet, omdat de lagere vergoeding minimumtoegangspakket en de extra heffing elkaar in totaal compenseren. Per marktsegment kunnen er echter verschillen optreden omdat de extra heffing afhangt van de prijselasticiteit van het segment.

Het CBS heeft gegevens gepubliceerd over de opbrengsten en kosten van het vervoer per spoor (personen en goederen opgeteld) tot en met 2015 (CBS, 2017). De netto omzet is in 2015 2735 mln euro. Dit interpreteren we als de opbrengsten uit het vervoer van reizigers en goederen, dus als de totale betaalde kosten door de reizigers en klanten van de goederenvervoerders per spoor.

Deze 2,7 mld is redelijk consistent met wat we uit jaarverslagen weten. De opbrengsten van de NS uit het reizigersvervoer in Nederland waren in 2015 2247 mln euro. DB Cargo Nederland nv had als bedrijfsopbrengsten uit goederenvervoer per spoor in Nederland 109 mln euro en Genesee & Wyoming Inc. 84 mln. Van de overige vervoerders hebben we geen omzetcijfers voor Nederland uit de jaarverslagen, maar dit gaat om relatief kleine partijen.

Als indicatie van de opbrengstens uit spoorvervoer voor de komende jaren gaan we als orde van grootte uit van van 2735 mln euro (dit zal naar verwachting de komende jaren wat stijgen, maar nu telt de orde van grootte). Dit niveau vergelijken we met de doelbedragen voor de extra heffing: bij een extra heffing van 22 mln (laagste) gaat het om om een prijsverhoging voor de eindconsumenten van gemiddeld 0,8%, bij 45 mln (hoogste) om 1,6%, bij het gemiddelde van 36 mln om 1,3%.

Het is goed om een wat ruimer bereik te onderzoeken. In overleg met ProRail is besloten om runs te doen voor prijsverhogingen voor de eindconsument in personenvervoer per spoor van 0,5%, 1,5% en 2,5%. In het goederenvervoer hebben we een nog iets ruimer bereik onderzocht: 0,3%, 1,5% en 2,5% hogere kosten voor het treindeel van de transporten. Uit de uitkomsten van deze runs wordt een elasticiteit per segment afgeleid, die toegepast wordt voor de periode 2020-2024, in combinatie met het gemiddelde doelbedrag van 36 mln per jaar, omdat ProRail streeft naar een in de tijd stabiele extra heffing (vast en gelijk bedrag aan extra heffing per jaar, berekend als het gemiddelde bedrag over de periode 2020-2024).

Voor het goederenvervoer komt een verhoging van de kosten van het treinvervoer met 1,5% overeen met een verhoging van de afstandskosten op het Nederlandse spoor met 10,2% en een verhoging van de totale transportkosten van herkomst tot bestemming (inclusief eventueel voor- en natransport via de weg en overladen) van 0,79%.

⁴ Inclusief de vergoedingen voor categorie 2 diensten transfer en opstellen, die in de huidige situatie (2018) nog onderdeel uitmaken van het minimumtoegangspakket.

7.1 Uitkomsten van BasGoed voor het goederenvervoer

7.1.1 De uitgevoerde BasGoed runs

Er zijn 16 runs gedaan met BasGoed, op basis van 4 modelberekeningen (zichtjaren 2020 en 2024 en WLO scenario's Hoog en Laag) en telkens 3 prijsveranderingen:

1. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – referentiesituatie
2. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor trein met 0,3%
3. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor trein met 1,5%
4. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor trein met 2,5%
5. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – referentiesituatie
6. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor trein met 0,3%
7. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor trein met 1,5%
8. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor trein met 2,5%
9. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – referentiesituatie
10. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor trein met 0,3%
11. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor trein met 1,5%
12. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor trein met 2,5%
13. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – referentiesituatie
14. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor trein met 0,3%
15. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor trein met 1,5%
16. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor trein met 2,5%

Bij de berekening van de effecten van een kostenverhoging (door de extra heffing voor de spoorvervoerders) voor de verladers gebruiken we in BasGoed de volgende methode:

- We verhogen de totale transportkosten in Nederland (voor de trein bestaan deze uit *afstandkosten en tijdskosten*).
- De totale transportkosten worden verhoogd door de afstandkosten in Nederland te verhogen.
- De elasticiteit wordt berekend door de verandering in het aantal tonkilometers per spoor die resulteert uit BasGoed te delen door de gemiddelde verhoging van de transportkosten over het hele transport (inclusief de kosten op het internationale deel voor import, export en doorvoer en inclusief voor- en natransport over de weg en bijbehorend overladen, indien van toepassing):

$$\frac{\% \text{ verandering in de tonkilometers per spoor tussen beide runs}}{\% \text{ verandering in de totale transportkosten voor de verlader tussen beide runs}}$$

We gebruiken hier de totale transportkosten van herkomst naar bestemming voor de verlader, omdat dat dit de kosten zijn die in Basgoed worden gebruikt als invoer voor de afweging tussen spoor, weg en binnenvaart (en indirect worden deze kosten ook gebruikt in het submodel voor de distributie, zie hoofdstuk 5). De procentuele verhogingen die zijn doorgerekend (de bovenstaande 0,3%, 1,5% en 2,5%) zijn berekend als aandeel in de kosten van het treindeel (zonder voor- en natransport over de weg), omdat deze zijn afgeleid uit de opbrengsten van de spoorvervoerders (zie paragraaf 6.5). Bij de ondergrens zitten we nog iets lager dan in voor personenvervoer is afgeleid (0,3 i.p.v. 0,5), zodat de gevonden elasticiteiten ook geldig zullen zijn voor relatief kleine extra heffingen.

7.1.2 Uitkomsten voor verschillende segmentaties

Hieronder staan uitkomsten voor 2020 en 2024 voor de scenario's WLO hoog en laag. De elasticiteiten staan in de beide kolommen helemaal rechts. De verschillen in de prijselasticiteiten tussen puur binnenlands vervoer (herkomst en bestemming in Nederland) enerzijds en aanvoer, afvoer en doorvoer anderzijds zijn niet bijzonder groot. In de literatuur wordt gevonden (zie hoofdstuk 3) dat langere afstandsvervoer vaak grotere elasticiteiten heeft, en de bevinding dat doorvoer een grotere elasticiteit heeft dan gemiddeld en binnenlands een kleinere komt hiermee overeen. We zijn van mening dat het aantal tonkilometers (462 mln voor binnenlands en 1672 mln voor doorvoer, van de 27225 mln tonkilometer in 2020 hoog) van binnenlands en doorvoer te klein zijn (zie ook in Tabel 13a en 13b) om hier een apart marktsegment van te maken. Ook in treinkilometers op het net van ProRail heeft binnenlands goederenvervoer in 2017 slechts een aandeel van 2% (bron: ProRail). Bovendien zou het vastleggen en controleren van gegevens om deze nadere segmentatie te kunnen gebruiken bij het in rekening brengen van de extra heffing lastig zijn en leiden tot extra administratieve lasten.

Tabel 13a: Prijselasticiteiten van tonkilometers met het spoor, WLO Hoog, met verhoging treinkosten met 1,5% (=midden)*

Aantal tonkms		WLO Hoog		elasticiteit (verhoging midden)		Groeï per jaar		elasticiteit	
miljoen tonkms	2014	2020	2024	2020	2024	'14-20	'14-24	2020	2024
Spoor									
Binnenlands	433	462	480	456	474	1,1%	1,0%	-0,877	-0,870
Int. aanvoer	6.995	7.226	8.871	7.190	8.830	-	-	-0,819	-0,749
Int. afvoer	16.225	17.865	19.321	17.704	19.151	1,6%	1,8%	-1,126	-1,105
Doorvoer	1.469	1.672	1.833	1.652	1.808	2,2%	2,2%	-1,149	-1,286
Totaal	25.122	27.225	30.505	27.002	30.263	-	-	-1,036	-1,003

*Eén relatie voor voertuigen, machines en overige goederen (Zuid-Duitsland - Groot Rijnmond) waar BasGoed foutieve resultaten leverde is verwijderd uit de uitkomsten. De overige relaties zijn goed berekend.

Een voorbeeld van de berekening van een elasticiteit gaat (voor het totaal in 2020 Hoog) als volgt: door de extra heffing neemt het aantal tkm per spoor af van 27.225 naar 27.002 dus met 0,82%. De totale kosten van het goederenvervoer (inclusief voor- en natransport over de weg en overladen) nemen bij een 1,5% stijging van de transportkosten van alleen het spoor zelf toe met 0,79% (zie vorige hoofdstuk). $0,82/0,79 = -1,04$.

Tabel 13b: Prijselasticiteiten van tonkilometers met het spoor, WLO Laag, met verhoging treinkosten met 1,5% (=midden)

Aantal tonkms miljoen tonkms	WLO Laag			elasticiteit (verhoging midden)		Groeï per jaar		elasticiteit	
	2014	2020	2024	2020	2024	'14-20	'20-24	2020	2024
Spoor									
Binnenlands	433	449	452	443	446	0,6%	0,2%	-0,888	-0,885
Int. aanvoer	6.995	7.388	7.791	7.338	7.739	0,9%	1,3%	-1,098	-1,090
Int. afvoer	16.225	17.350	17.890	17.196	17.729	1,1%	0,8%	-1,112	-1,129
Doorvoer	1.469	1.633	1.715	1.616	1.688	1,8%	1,2%	-0,988	-1,414
Totaal	25.122	26.819	27.847	26.593	27.603	1,1%	0,9%	-1,067	-1,111

In Tabel 14 wordt het onderscheid gemaakt naar de vervoerde goederensoort (NSTR/1 indeling: dit zijn de tien klassen in de eerste kolom van Tabel 14). De verschillen tussen de goederensoorten zijn fors. De grootste elasticiteiten vinden we voor landbouwprodukten, voedingsprodukten, bouwmaterialen en chemische produkten en de laagste voor stukgoed, met bulkgoederen in een tussenpositie. ProRail heeft echter geen informatie over de goederen die in de treinen zitten, en een koppeling van goederensoort aan treinsoort (bijvoorbeeld bloktrein, wagonladingtrein, containertrein) is niet eenduidig te maken aan de hand van de goederensoort.

Tabel 14a: Prijselasticiteiten van tonkilometers met het spoor, WLO Hoog, per NSTR goederengroep, met verhoging treinkosten met 1,5%*

Aantal tonkms miljoen tonkms	WLO Hoog			Elasticiteit (midden verhoging)		Groeï per jaar		elasticiteit	
	2014	2020	2024	2020_ela	2024_ela	'14-20	'20-24	2020	2024
Spoor									
0 Landbouwprodukten en levende dieren	131	147	161	144	157	2,0%	2,2%	-2,720	-2,489
1 Andere voedingsprodukten en veevoeder	116	143	145	136	137	3,6%	0,3%	-4,864	-4,870
2 Vaste minerale brandstoffen	3.929	4.560	5.120	4.502	5.054	2,5%	2,9%	-1,377	-1,366
3 Aardoliën en aardolieprodukten	611	650	722	640	713	1,0%	2,7%	-1,638	-1,312
4 Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies	3.766	3.573	3.490	3.530	3.450	-0,9%	-0,6%	-1,246	-1,177
5 Ijzer, staal en non-ferrometalen (incl. halfabr.)	900	1.041	1.163	1.033	1.154	2,5%	2,8%	-0,916	-0,917
6 Ruwe mineralen en -fabrikaten; bouwmaterialen	338	416	472	394	446	3,5%	3,2%	-3,886	-3,879
7 Meststoffen	49	55	60	54	59	2,0%	2,0%	-1,865	-1,797
8 Chemische produkten	1.325	1.478	1.598	1.450	1.566	1,8%	2,0%	-2,012	-2,105
9 Voertuigen, machines en ov. goederen (w.o. stukgoed)	13.956	15.161	17.576	15.120	17.526	-	-	-0,432	-0,454
Totaal	25.122	27.225	30.505	27.002	30.263	-	-	-1,036	-1,003

*Zie onder Tabel 13a.

Tabel 14b: Prijselasticiteiten van tonkilometers met het spoor, WLO Laag, per NSTR goederengroep, met verhoging treinkosten met 1,5%

Aantal tonkms miljoen tonkms	WLO Laag			Elasticiteit (midden verhoging)		Groeï per jaar		elasticiteit	
	2014	2020	2024	2020_ela	2024_ela	'14-20	'20-24	2020	2024
Spoor									
0 Landbouwprodukten en levende dieren	131	155	156	151	153	2,8%	0,2%	-2,613	-2,646
1 Andere voedingsprodukten en veevoeder	116	165	164	157	156	6,1%	-0,1%	-4,728	-4,786
2 Vaste minerale brandstoffen	3.929	4.534	4.801	4.477	4.739	2,4%	1,4%	-1,344	-1,371
3 Aardoliën en aardolieprodukten	611	781	726	756	705	4,2%	-1,8%	-3,340	-3,174
4 Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies	3.766	3.713	3.587	3.684	3.554	-0,2%	-0,9%	-0,819	-0,945
5 Ijzer, staal en non-ferrometalen (incl. halfabr.)	900	1.078	1.156	1.069	1.146	3,1%	1,8%	-0,975	-0,985
6 Ruwe mineralen en -fabrikaten; bouwmaterialen	338	408	418	388	397	3,2%	0,6%	-3,533	-3,499
7 Meststoffen	49	51	50	50	50	0,5%	-0,3%	-1,986	-1,374
8 Chemische produkten	1.325	1.494	1.506	1.470	1.473	2,0%	0,2%	-1,719	-2,300
9 Voertuigen, machines en ov. goederen (w.o. stukgoed)	13.956	14.441	15.283	14.391	15.229	0,6%	1,4%	-0,548	-0,560
Totaal	25.122	26.819	27.847	26.593	27.603	1,1%	0,9%	-1,067	-1,111

De bovenstaande analyses worden hier niet gepresenteerd voor andere prijsverhogingen (0,3% en 2,5%), maar zijn in hoge mate vergelijkbaar met die voor een prijsverhoging in het spoorvervoer met 1,5%. De totale elasticiteiten voor de verschillende prijsverhogingen zijn opgenomen in tabel 15.

- 7.1.3 Uitkomsten voor de verschillende jaren, scenario's en mate van prijsverhoging
De hoofduitkomsten voor het goederenvervoer staan in Tabel 15. Dit zijn de prijselasticiteiten van het aantal tonkilometers per spoor voor al het goederenvervoer samen. De verschillen tussen de jaren, scenario's en mate van prijsverhoging blijken zeer beperkt. We bevelen aan om geen verder segmentering aan te brengen in het goederenvervoer en om te werken met een vaste prijselasticiteit van -1,05 (het gemiddelde uit de twaalf getallen in Tabel 15). Deze elasticiteit ligt in de range die we uit de literatuur hebben afgeleid (-0,5 tot -1,5) en ook in de buurt van de elasticiteit voor het totale goederenvervoer in tonkilometers van de vorige versie van BasGoed van -0,88.

Tabel 15: Prijselasticiteiten van tonkilometers met het spoor, per jaar, scenario en mate van prijsverhoging

Elasticiteiten Verhogen \	Jaar	WLO Hoog		WLO Laag	
		2020	2024	2020	2024
Laag (+0,3%)		-1,015	-1,015	-1,094	-1,102
Midden (+1,5%)		-1,036	-1,003	-1,067	-1,111
Hoog (+2,5%)		-1,001	-1,014	-1,070	-1,101

- 7.1.4 Gevoeligheidsanalyse voor Maut

Naast de 16 BasGoed runs is er ook een gevoeligheidsrun gedaan, waarmee voor één van de aannames in de WLO uitgangspunten de gevoeligheid op de uitkomsten kan worden getest. De aanname die wordt getest is wat de invloed van het invoeren van een vrachtwagenheffing in verschillende Europese landen is. In de WLO scenario's is er nog geen rekening gehouden met een vrachtwagenheffing in Duitsland of België, laat staan in Nederland.

In deze gevoeligheidsrun is, voor zowel de referentie-run voor 2024 hoog als de run met de 1,5% hogere kosten voor het spoorvervoer, rekening gehouden met een introductie van een km-heffing in Nederland en de ons omringende landen van 13 ct/km per vrachtauto.

De totale prijselasticiteit voor het spoor wordt hierbij -1,013 waar deze zonder km-heffing -1,003 is. Het invoeren van kilometerheffing zou een zeer klein verhogend effect op de elasticiteiten kunnen hebben, doordat het spoorverkeer in de referentie met kilometerheffing een iets hoger marktaandeel krijgt en daarmee meer te verliezen heeft bij een extra heffing in het spoorvervoer, maar het verschil is zeer beperkt.

Tabel 16: Prijselasticiteiten van tonkilometers met het spoor bij verhoging van de treinkosten met 1,5%, voor 2024 hoog, met en zonder kilometerheffing voor vrachtwagens

WLO Hoog		
Midden verhoging	met km heffing	zonder km heffing
elasticiteit	-1,013	-1,003

7.2 Uitkomsten van het LMS voor het personenvervoer

7.2.1 De uitgevoerde LMS runs

Hieronder rapporteren we elasticiteiten uit de runs voor het personenvervoer met het LMS. We hebben 16 runs gedaan met het LMS, op basis van 4 modelberekeningen (zichtjaren 2020 en 2024 en WLO scenario's Hoog en Laag) en telkens 3 prijsveranderingen:

1. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – referentiesituatie
2. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor treinreizigers met 0,5%
3. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor treinreizigers met 1,5%
4. 2020 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor treinreizigers met 2,5%
5. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – referentiesituatie
6. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor treinreizigers met 0,5%
7. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor treinreizigers met 1,5%
8. 2020 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor treinreizigers met 2,5%
9. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – referentiesituatie
10. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor treinreizigers met 0,5%
11. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor treinreizigers met 1,5%
12. 2024 o.b.v. WLO scenario Laag – verhoging kosten voor treinreizigers met 2,5%
13. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – referentiesituatie
14. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor treinreizigers met 0,5%
15. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor treinreizigers met 1,5%
16. 2024 o.b.v. WLO scenario Hoog – verhoging kosten voor treinreizigers met 2,5%

We doen al deze verschillende runs om te onderzoeken of er substantiële verschillen zijn in de prijselasticiteiten van het treinvervoer tussen de jaren 2020 en 2024, tussen de scenario's hoog en laag en tussen verschillende prijsverhogingen voor de reizigers. Aangezien ProRail een stabiele heffing wil over de periode 2020-2024 is het hier niet de bedoeling van de runs voor 2020 en 2024 om voor elk jaar eigen elasticiteiten te bepalen. De variatie in de prijsverhoging is bedoeld om een ruime range (maar niet oneindige) te kunnen geven, waarbinnen de prijselasticiteiten die we vaststellen geldig zijn. De afleiding van de percentages voor de prijsverhoging voor de reizigers is gegeven in paragraaf 6.5 van dit rapport. De elasticiteiten worden steeds berekend door de uitkomsten van een run met prijsverhoging te vergelijken door die bijbehorende referentie-run, als:

$$\frac{\% \text{ verandering in de reizigerskilometers per spoor tussen beide runs}}{\% \text{ verandering in de totale reiskosten voor de reiziger tussen beide runs}}$$

De uitkomsten van deze 16 runs bieden een onderscheid in de elasticiteiten naar reismotief van de reiziger, omdat dit mogelijk van belang is voor de segmentatie van het reizigersvervoer (marktsegmenten).

Het LMS levert uitkomsten voor het totaal aantal ritten per vervoerwijze (waaronder de trein) en voor het totaal aantal reizigerskilometers per vervoerwijze (waaronder de trein). Wij richten ons in deze studie op de reizigerskilometers, omdat daar meer mogelijke effecten expliciet in zitten (naast vervoerwijzekeuze ook een verkorting van de afgelegde afstanden middels de bestemmingskeuze) en omdat de toepassing van de extra heffing door ProRail uiteindelijk zal plaatsvinden per treinkilometer. Er zijn in de literatuur niet of nauwelijks elasticiteiten voor treinkilometers en ook het LMS kan deze niet leveren. Reizigerskilometers beschouwen we als een goede indicator van treinkilometers, beter dan ritten. Dit omdat het afstandseffect ook meespeelt in de treinkilometers. Hierbij gaan we er wel vanuit dat er geen effecten zijn van een prijsverhoging voor de treinreizigers die het aantal treinkilometers per reizigerskilometer veranderen, omdat we hierover geen informatie ter beschikking hebben en omdat het gaat in deze studie om de reactie van de reizigers (de finale consument als de markt). Dit is ook consistent met de veronderstelling van 100% doorberekening door de spoorvervoerders.

Daarnaast zijn extra runs gedaan (met name voor de referentie in 2020 en voor 2024 met 0,5% prijsverhoging voor de treinreizigers) om de mogelijke invloed van andere segmentaties dan naar motief op de prijselasticiteit te onderzoeken. Deze worden hieronder in 7.2.2 eerst gerapporteerd.

7.2.2 Uitkomsten voor verschillende segmentaties

In deze paragraaf kijken we of bepaalde segmentaties tot substantiële verschillen in elasticiteiten voeren (we kijken hier niet naar statistische significantie van de verschillen in de elasticiteiten, omdat dat voor elasticiteiten uit discrete keuzemodellen bijzonder moeilijk is en daarom vrijwel nooit wordt toegepast, zie: de Jong et al (2007) en Daly et al. (2014)). Een tweede criterium waar we naar kijken bij de bepaling van marktsegmentatie is of ProRail over voldoende en betrouwbare informatie beschikt om de segmentatie in praktijk toe te passen bij het bepalen en in rekening brengen van de extra heffing. ProRail beschikt over informatie op het niveau van treinen maar niet over informatie op het niveau van individuele reizigers.

Allereerst kijken we naar de invloed van Randstad versus niet-Randstad en van landsdeel (Noord, Oost, Zuid West) op de prijselasticiteiten van het totale aantal reizigerskilometers met de trein. De uitkomsten staan in Tabel 17.

Tabel 17: Elasticiteiten van een verandering van de prijs voor de treinreizigers op ritten en reizigerskilometers met de trein op een gemiddelde werkdag, per regio

Regio	ritten	Kms
Totaal	-0,33	-0,47
Randstad (= West)	-0,32	-0,45
niet-randstad	-0,34	-0,48
Noord	-0,30	-0,44
Oost	-0,34	-0,49
Zuid	-0,34	-0,49

De verschillen tussen de prijselasticiteiten tussen Randstad (hier gedefinieerd als landsdeel West) en niet-Randstad zijn gering. Hetzelfde geldt voor de verschillen tussen de vier landsdelen. We zien hierin geen reden om dit onderscheid aan te bevelen voor de marksegmentatie van de extra heffing.

Verder hebben we gekeken naar een mogelijk onderscheid naar dagdeel. Hierbij zijn elasticiteiten beschikbaar voor het effect op de ritten (we verwachten dat als er bij ritten geen grote verschillen zijn tussen de dagdelen, dat die er dan ook niet zijn voor de kilometers, omdat het in het LMS ritten zijn die worden gekoppeld aan dagdelen, waarna hun kilometers ook in die dagdelen vallen).

Tabel 18: Elasticiteiten van een verandering van de prijs voor de treinreizigers op ritten met de trein op een gemiddelde werkdag, per dagdeel

Dagdeel	ritten
Ochtendspits	-0,32
Dal	-0,33
Avondspits	-0,35

Ook hier concluderen we dat er geen substantiële verschillen in de prijselasticiteiten worden gevonden, en dat een segmentatie naar dagdeel daarom niet wordt aanbevolen.

Tabel 19: Elasticiteiten van een verandering van de prijs voor de treinreizigers op reizigerskilometers met de trein op een gemiddelde werkdag, per afstandsklasse.

afstandsklasse	kms
0-2 km	-
2-5 km	-0,10
5-10 km	-0,09
10-20 km	-0,13
20-50 km	-0,19
50-100 km	-0,33
100-200 km	-0,58
>200 km	-0,57

Als we naar de elasticiteiten op de reizigerskilometers per afstandsklasse kijken, zien we wel aanzienlijke verschillen. Grotere afstanden hebben sterkere elasticiteiten (mogelijk is er sprake van een aftopping bij 100 km). Hierbij gaat het bij de grotere afstanden vooral om de concurrentie met de auto. Ook geldt dat het marktaandeel van de trein klein is op afstanden onder 10-20 km, zodat de trein hier ook weinig te verliezen heeft.

Het gaat bij afstand hier om de afstand voor de reiziger (soms ook met een overstap). Hier heeft ProRail echter geen informatie over (alleen over de afgelegde afstanden van de treinen) en daarom kan er niet naar afstandsklasse voor de reiziger gesegmenteerd worden. Daarmee valt afstandsklasse af als segmentatiecriterium.

7.2.3 Uitkomsten per reismotief voor de verschillende reismotieven, jaren, scenario's en mate van prijsverhoging

Hieronder staan de uitkomsten van de berekening van de prijselasticiteiten op basis van de 16 uitgevoerde runs met het LMS. We laten hier alleen de reismotieven zien de

gevoelig zijn voor prijsveranderingen. In de rij voor het totaal zijn alle motieven meegerekend.

Tabel 20a. Elasticiteiten van een verandering van de prijs voor de treinreizigers op reizigerskilometers met de trein voor een gemiddelde werkdag in 2020, per reismotief

	kilometers	2020_laag			2020_hoog		
		0,5	1,5	2,5	0,5	1,5	2,5
Werkdag	Woon-Educatie	-0,10	-0,10	-0,10	-0,09	-0,10	-0,09
	Woon-Werk	-0,57	-0,57	-0,57	-0,54	-0,56	-0,55
	Woon-Zakelijk	-0,46	-0,46	-0,46	-0,45	-0,45	-0,45
	Woon-Winkel	-0,78	-0,77	-0,75	-0,81	-0,80	-0,78
	Woon-Overig	-0,89	-0,88	-0,87	-0,89	-0,88	-0,87
	Werk-Zakelijk	-1,42	-1,40	-1,39	-1,38	-1,38	-1,37
	Totaal	-0,47	-0,46	-0,46	-0,45	-0,48	-0,48

Tabel 20b. Elasticiteiten van een verandering van de prijs voor de treinreizigers op reizigerskilometers met de trein voor een gemiddelde werkdag in 2024, per reismotief

	kilometers	2024_laag			2024_hoog		
		0,5	1,5	2,5	0,5	1,5	2,5
werkdag	Woon-Educatie	-0,10	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10
	Woon-Werk	-0,55	-0,54	-0,55	-0,56	-0,55	-0,54
	Woon-Zakelijk	-0,44	-0,43	-0,43	-0,42	-0,42	-0,42
	Woon-Winkel	-0,87	-0,86	-0,84	-0,92	-0,90	-0,89
	Woon-Overig	-0,92	-0,91	-0,90	-0,93	-0,92	-0,91
	Werk-Zakelijk	-1,38	-1,37	-1,36	-1,36	-1,35	-1,34
	Totaal	-0,47	-0,46	-0,46	-0,48	-0,48	-0,48

We zien dat de elasticiteiten substantieel verschillen tussen de reismotieven. Woon-educatie zit (absoluut gezien) laag (hier gelden vaak lage of nultarieven), woon-winkel, woon-overig en werk-zakelijk zitten hoog (mede omdat hier de bestemmingskeuze op termijn makkelijker kan wijzigen) en woon-werk (pendelverkeer) en woon-zakelijk (b.v. bezoek van klanten, zakelijke vergaderingen, congressen) nemen een tussenpositie in.

De verschillen tussen 2020 en 2024 zijn zeer gering. Hetzelfde geldt voor de verschillen tussen de beide scenario's hoog en laag, en voor de drie verschillende prijsveranderingen. Wat deze onderscheiden betreft levert het model robuuste resultaten en kan er goed een representatieve middenwaarde gekozen worden voor de elasticiteit voor de hele periode 2020-2024 die tot een stabiele heffing leidt.

De modeluitkomsten zijn leidend in het bepalen van de elasticiteiten voor de market-can-bear test. De literatuur dient ter validatie. De gevonden elasticiteiten tussen -0,45 en -0,48 kloppen goed met het resultaat van dezelfde versie van het LMS (GM3.3) voor het totaal van alle motieven in de literatuur (zie Tabel 6) van -0,47. En ook past de waarde voor het totaal goed in de range van -0,4 tot -0,7 die we vonden uit het literatuuronderzoek in hoofdstuk 4: de literatuur ondersteunt de gevonde waarde uit het model.

Het LMS levert resultaten voor een gemiddelde werkdag. Alle bovenstaande LMS uitkomsten betreffen dan ook deze gemiddelde werkdag. ProRail heeft voor de extra heffing elasticiteiten nodig die gelden op jaarbasis, dus inclusief de weekenden (omdat de extra heffing zelf over de treinkilometers in het hele jaar gaat). Om van de LMS uitkomsten per motief voor een gemiddelde werkdag naar een beeld te komen dat representatief is voor het jaar zijn van ProRail ophoogtotalen verkregen per motief⁵, voor gebruik van het LMS voor personenvervoer per spoor. Deze zijn door ons toegepast op de gevonden LMS uitkomsten. Dit leidt tot de volgende resultaten voor jaartotalen.

Tabel 21a: Elasticiteiten van een verandering van de prijs voor de treinreizigers op reizigerskilometers met de trein voor jaartotaal 2020, per prijsverhoging

jaartotaal	kilometers	2020_laag			2020_hoog		
		0,5	1,5	2,5	0,5	1,5	2,5
	Totaal	-0,51	-0,50	-0,50	-0,49	-0,49	-0,50

Tabel 21b: Elasticiteiten van een verandering van de prijs voor de treinreizigers op reizigerskilometers met de trein voor jaartotaal 2024, per prijsverhoging

jaartotaal	kilometers	2024_laag			2024_hoog		
		0,5	1,5	2,5	0,5	1,5	2,5
	Totaal	-0,51	-0,50	-0,50	-0,52	-0,51	-0,50

Als meest waarschijnlijke waarde voor het totaal van het personenvervoer per spoor op jaarbasis vinden we -0,50.

Volgens de EU richtlijn 2012/34/EU moeten binnen het personenvervoer per spoor minimaal de segmenten passagiersvervoersdiensten met een openbaredienstcontract en overige passagiersvervoersdiensten worden onderscheiden. Het tweede (overige) segment ('besloten vervoer') is zeer klein (ca. 0,05% van alle treinkilometers in 2017 op de door ProRail beheerde spoorweginfrastructuur; bron ProRail) en er zijn in het LMS geen aparte elasticiteiten voor. Het betreft met name skitreinen en auto-slaaptreinen. We raden aan voor dit segment de elasticiteit voor het segment woon-overig uit het LMS te gebruiken (meer volledig is dit het motief voor 'sociaal, recreatief en overig verkeer'), omdat het recreatievervoer hiertoe behoort. Hier is de elasticiteit relatief hoog (absoluut gezien), omdat er ook een relatief sterk bestemmingskeuze-effect is, en omdat deze reizigers voor privé-doeleinden relatief gevoelig zijn voor kostenveranderingen. Ophoging naar jaartotaal is dan niet nodig omdat het slechts één motief betreft (herweging van de motieven heeft dan geen invloed), en de ophoging gaat middels een weging van de motieven. Voor het segment overige passagiersdiensten komen we dan op een elasticiteit van -0,87 tot -0,93 (in afhankelijkheid van het jaar, scenario en de mate van prijsverhoging), met als middenwaarde voor een stabiele heffing -0,90.

Omdat het segment overige passagiersdiensten slechts een zeer klein deel van het personenvervoer is, maakt het apart opnemen van dit segment niet uit voor het

⁵ Deze betreffen het jaar 2010: woon-werk 3933 mln rkm, onderwijs 2931, winkelen 1045, zakelijk 1935 en overig privé 7408.

openbare personenvervoer. Daarvoor gebruiken we voor het personenvervoer met openbaredienstcontract de waarde voor alle motieven samen, na ophoging naar jaartotaal: -0,50.

HOOFDSTUK 8 Aanbevelingen voor de berekening van de extra heffing per marktsegment

Marktsegmentatie

In dit rapport passen we de Ramsey-Boiteux methode toe om per marktsegment in het vervoer per spoor een extra heffing te bepalen voor de periode 2020-2024, die dan mede afhangt van de prijselasticiteit van de vraag van eindgebruikers naar het spoorvervoer in het segment.

Op grond van de EU richtlijn 2012/34/EU moeten er voor het bepalen van de extra heffing door de spoorinfrastructuurbeheerder minimaal drie marktsegmenten worden onderscheiden:

- goederenvervoersdiensten;
- passagiersvervoersdiensten in het kader van een openbaredienstcontract;
- overige passagiersvervoersdiensten.

Bij het bepalen van de segmentatie voor ProRail was ons uitgangspunt om deze segmentatie alleen te verfijnen als:

- de gevonden prijselasticiteiten voor spoorvervoer tussen marktsegmenten voor deelmarkten in personen- en goederenvervoer substantieel van elkaar verschillen, en
- ProRail over betrouwbare informatie beschikt om deze deelmarkten bij het vaststellen en in rekening brengen van de extra heffing per marktsegment te onderscheiden, en
- extra marktsegmenten niet te klein worden.

De segmentatie is bestudeerd aan de hand van de onderscheiden die de bestaande modellen LMS voor personenvervoer en BasGoed voor goederenvervoer qua elasticiteiten kunnen leveren, met de nationale en internationale literatuur ter validatie. Hieruit kwam naar voren dat er wel deelmarkten zijn binnen de drie minimumsegmenten met substantieel verschillende elasticiteiten, maar dat dan niet aan de andere voorwaarden voor segmentatie wordt voldaan. Weer andere deelmarkten, die wel aan de beide laatste voorwaarden voldoen, hadden elasticiteiten die weinig van elkaar verschilden.

Op basis van de verwachte ontwikkelingen in de markten voor personen- en goederenvervoer in de periode 2020-2024 verwachten we niet dat er in deze periode nieuwe marktsegmenten zullen ontstaan.

We bevelen derhalve aan om voor de extra heffing te werken met de bovenstaande drie segmenten.

De gevonden elasticiteiten

De prijselasticiteiten van het spoorvervoer zijn gebaseerd op nieuwe runs met de genoemde modellen voor 2020 en 2024, met een validatie aan de hand van de nationale en internationale literatuur over elasticiteiten. De elasticiteiten uit de modellen LMS en BasGoed waren over de periode 2020-2024 zeer stabiel. De uitkomsten zijn als volgt:

- goederenvervoersdiensten: elasticiteit = -1,05;
- passagiersvervoersdiensten in het kader van een openbaredienstcontract: elasticiteit = -0,50;
- overige passagiersvervoersdiensten: elasticiteit = -0,90.

Voorlopige uitkomsten voor de opbrengst uit de extra heffing per marktsegment

Deze elasticiteiten zijn toegepast in combinatie met gegevens over de aantallen treinkilometers voor de segmenten in 2017, gegevens over het kostenaandeel van de extra heffing in de transportkosten van de eindgebruikers, en het door het Ministerie van I en W bepaalde totaalbedrag voor de extra heffing dat door ProRail voorlopig is berekend als gemiddeld 35,5 mln euro per jaar voor de periode 2020-2024. Hieruit resulteert voor deze periode:

- goederenvervoersdiensten: = 2,5 mln euro per jaar;
- passagiersvervoersdiensten in het kader van een openbaredienstcontract: 33,0 mln euro per jaar;
- overige passagiersvervoersdiensten: 11.000 euro per jaar.

Dit is een voorlopige berekening, omdat het door ProRail berekende bedrag aan extra heffing per jaar is gebaseerd op een inschatting van de inkomsten uit de vergoeding minimumtoegangspakket voor de jaren 2020-2024. De berekening kan pas definitief worden gemaakt zodra de methode voor toerekening van kosten aan het minimumtoegangspakket door ACM is goedgekeurd en zodra alle gegevens die noodzakelijk zijn om de berekening van de inkomsten uit de vergoeding minimumtoegangspakket te kunnen maken beschikbaar zijn (in de zomer van 2018). Dit geldt bijvoorbeeld voor de treinkilometers per segment in 2017 die zijn gebruikt en die ProRail nog moet vervangen door prognoses van de treinkilometers voor de jaren 2020-2024.

De opbrengsten uit de extra heffing per marktsegment kunnen echter binnen de bandbreedte van 14 mln euro per jaar tot 68 mln euro per jaar door ProRail worden berekend op basis van de onderhavige market-can-bear test (toepassingsbereik, zie Bijlage 2).

Literatuurreferenties

Abate, M., Vierth, I., Karlsson, R., de Jong, G.C., Baak, J. (2016), A stochastic freight transport model, VTI, Stockholm.

Abdelwahab, W.M. (1998), Elasticities of mode choice probabilities and market elasticities of demand: evidence from a simultaneous mode choice/shipment-size freight transport model, *Transportation Research E* 34, p. 257-266.

Atkins (2002), Stated preference and revealed preference surveys, milestone 6 of high speed line study for strategic rail authority, Atkins, Londen.

Balcombe, R., Mackett, R., Paulley, N., Preston, J., Shires, J., Titheridge, H., Wardman, M., White, P. (2004), The demand for public transport: a practical guide, TRL report TRL593, TRL, Wokingham, Berkshire.

Berg, M. van den, L. Tavasszy, N. Groot, G. de Jong (2015) Meerjarenagenda Goederenvervoermodellen Rijkswaterstaat, paper gepresenteerd op de Vervoerslogistieke werkdagen 2015.

Beuthe, M., Jourquin, B., Geerts, J.F., Koul à Ndjang'Ha, C. (2001), Transportation demand elasticities, a geographic multimodal transportation network analysis, *Transportation Research E* 37, 4, p. 253-266.

Bjørner, T.B., Jensen, T.C. (1997), Goods by road or rail?, *Nationaløkonomisk Tidsskrift* 135.

Boiteux, M. (1956) Sur la gestion des monopoles publics astreints à l'équilibre budgétaire, *Econometrica*, 24(1), 22-40.

Bok, M. de, Costa, A., Melo, S., Palma, Farias, T. (2010), International comparison of elasticities for long distance travel: benchmarking the Portuguese National Transport Model, Proceedings from World Conference of Transport Research 2010.

Bovenkerk, M. (2005). SMILE + , the new and improved Dutch national freight model system. Paper gepresenteerd op de European Transport Conference 2005, Strasbourg.

Beratergruppe Verkehr und Umwelt (BVU) (2015), Modellgestützte Ermittlung von Preisnachfrageelastizitäten für ausgesuchte Segmente im Güterverkehr, Schlussbericht, BVU, Freiburg.

Cabanne, I. (2003), A long term model for long distance travel in France, Paper presented at the European Transport Conference 2003, Strasbourg.

Carlsson, F. (1999), Private vs. business and rail vs. air passengers: willingness to pay for transport attributes, Working Paper in Economics, No. 1999, Vol. 14, Department of Economics, Göteborg University.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) (2017), CBS Statline, CBS.

- Chiang, Y., Roberts, P., Ben-Akiva, M. (1981), Development of a Policy Sensitive Model for Forecasting Freight Demand: Final Report. Report No. DOT-P-30-81-04 (Washington, DC: US Department of Transportation).
- CPB/PBL (2015), Goederenvervoer en Zeehavens, Scenario studie voor 2030 en 2050 WLO 2, Concept rapportage 29 juni 2015.
- Daly, A.J., S. Hess, G.C. de Jong (2012), Calculating errors for measures derived from choice modelling estimates, *Transportation Research B*, 46, pp. 333-341.
- DAT Mobility (2013), Basgoed Datamodel versie 2.3. Technische Rapportage voor Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving. Datum versie: 22 april 2013.
- Davydenko, I. Y., en Tavasszy, L. A. (2013), Estimation of warehouse throughput in freight transport demand model for the Netherlands. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2379(1), pp. 9-17.
- 4Cast (2005), Handboek elasticiteiten voor het treingebruik afgeleid met LMS, 4Cast, Leiden
- Friedlaender, A.F., Spady, R.H. (1980), A derived demand function for freight transportation, *The Review of Economics and Statistics*, 62, p. 432-441.
- Grebe, S., de Jong, G.C., Borremans, D., van Houwe, P., Kienzler, H.-P. (2015), Redeveloping the strategic Flemish freight transport model, in: Clausen, U., Friedrich, H., Thaller, A., Geiger, C. (red.): *Commercial Transport*, Proceedings of the 2nd ICPLT, Springer, Cham.
- Hightool Consortium (2016), Deliverable 43: Elasticities and equations of the HIGH-TOOL Model (Final Version), Report for EU DGMOVE, Hightool Consortium, Karlsruhe.
- Gemeente Amsterdam (2015), Verkeersmodel Amsterdam VMA1.0 - Technische Documentatie, Gemeente Amsterdam.
- Inaba, F.S., Wallace, N.E. (1989), Spatial price competition and the demand for freight transportation, *The review of Economics and Statistics* 71, 4, p. 614-625.
- Independent Regulators' Group – Rail (IRG-Rail) (2016) Initial approach to market segment definition and criteria for an assessment of mark-ups in consideration of Directive 2012/34/EU, IRG-Rail (16) 7.
- Jensen, A.F., Thorhauge, M., de Jong, G.C., Rich, J., Dekker, T., Johnson, D., Ojeda Cabral, M., Bates, J., Nielsen, O.A. (2016), A model for freight transport chain choice in Europe, paper presented at the HEART conference, Delft
- Jevons, D., Meaney, A., Robins, N., Dargay, J., Preston, J., Goodwin, P., Wardman, M. (2005), How do rail passengers respond to change?, Working paper No. 1014, Oxford University Centre for the Environment, Oxford, England.
- Jong, G.C. de, H.F. Gunn (2001), Recent evidence on car cost and time elasticities of travel demand in Europe, *Journal of Transport Economics and Policy*, 35-2, pp. 137-160.
- Jong, G.C. de et al. (2002), EXPEDITE main outcomes of the national model runs for passenger transport (Deliverable 6), EXPEDITE, Leiden.
- Jong, G.C. de (2003), Elasticities and policy impacts in freight transport in Europe, paper presented at the European Transport Conference 2003, Strasbourg.
- Jong, G.C. de, H.F. Gunn, M.E. Ben-Akiva (2004), A meta-model for passenger and freight transport in Europe, *Transport Policy*, 11 (2004), pp. 329-344.
- Jong, G.C. de, A.J. Daly, M. Pieters, S. Miller, R. Plasmeijer, F. Hofman (2007), Uncertainty in traffic forecasts: literature review and new results for The Netherlands, *Transportation*, 34, pp. 375-395.

- Jong, G.C. de, M.E. Ben-Akiva (2007), A micro-simulation model of shipment size and transport chain choice in Norway and Sweden, *Transportation Research B*. Vol. 41(9), pp. 950-965.
- Jong, G.C. de en O. van de Riet (2008), The driving factors of passenger transport, in *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Issue 8(3), 227-250.
- Jong, G.C. de, D. Johnson (2009), Discrete mode and discrete or continuous shipment size choice in Sweden, Paper presented at ETC 2009.
- Jong, G.C. de, Burgess, A., Tavasszy, L., Versteegh, R., de Bok, M., Schmorak, N. (2011), Distribution and modal split models for freight transport in The Netherlands, Paper presented at ETC 2011, Glasgow.
- Jong, G.C. de (2014) Mode choice models, in: L. Tavasszy and G.C. de Jong (Eds.): *Modelling Freight Transport*, Elsevier Insights Series, Elsevier, London/Waltham.
- Jourguin, B., Tavasszy, L., Duan, L. (2014), On the generalized cost - demand elasticity of intermodal container transport, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 14-4, 362-374.
- Kahneman, D. (2011), *Thinking, Fast and Slow*, Farrar, Straus and Giroux, New York.
- Litman. T. (2007), Transit price elasticities and cross-elasticities, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, Canada.
- Mandel, B., M. Gaudry, W. Rothengatter (1997), A disaggregate Box-Cox Logit mode choice model of intercity passengers travel in Germany and its implications for high-speed rail demand forecasts, *The Annals of Regional Science*, Vol. 31, 99-120.
- McFadden, D., Winston, C., Boersch-Supan, A. (1985), Joint estimation of freight transportation decisions under nonrandom sampling, in Daughety (red.): *Analytical Studies in Transport Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MuConsult (2003), Effecten prijsverhoging openbaar vervoer, MuConsult, Amersfoort
- MVA consultancy (1985), The specification of the long distance travel demand model, MVA, Londen.
- Nam, K.C. (1997), A study on the estimation and aggregation of disaggregate models of mode choice for freight transport, *Transportation Research E*, Vol 33, 3, 223-231,
- NEA (2007), TRANSTOOLS Modal split model, Revisions for Transtools Version 1,3, NEA, Rijswijk.
- ÖBB-Infrastruktur (2017), Antrag zur Genehmigung der Marktaufschläge 2019, ÖBB-Infrastruktur, Wien.
- Oum, T.H. (1989), Alternative demand models and their elasticity estimates, *Journal of Transport Economics and Policy*, p. 163-187.
- Oxera (2004), Literature Review of Elasticities, Oxera, Oxford.
- Produkt + Markt Marketing Research (2016), Validierung ausgewählter Komponenten des Trassenpreissystems 2017, Abschlussbericht, Produkt und Markt, Wallenhorst.
- Picard, G., M. Gaudry (1998), Exploration of a Box Cox logit model of intercity freight mode choice, *Transportation Research E*, Vol 34, No 1, 1-12,
- Ramsey, F. (1927) A contribution to the theory of taxation, *Economic Journal*, Vol. 37, March.
- Rich, J., Holmblad, P., Hansen, C. (2009), A weighted logit freight mode-choice model. *Transportation Research E*, Vol 45, 1006-1019.

Rich, J. en S. Mabit (2011), A long-distance travel demand model for Europe, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, No12/1, 1-20.

Riet, O. van de, de Jong, G.C., Walker, W (2008), Drivers of freight transport demand and their policy implications”, in Perrels, A, Lee-Gosselin, M. (red): *Building blocks for sustainable development*, Emerald.

Romijn, Hilbers, de Bok (2014), Lange termijn scenario's voor de ontwikkeling van het goederenvervoer in Nederland en de Nederlandse zeehavens, paper gepresenteerd op de Vervoerslogistieke werkdagen 2014.

Schmorak, N., M. Duijnisveld, M. van den Berg (2009), Roadmap strategisch goederenvervoermodel, paper gepresenteerd op de Vervoerslogistieke werkdagen 2009.

Significance en CE Delft (2010), Price sensitivity of European road transport – towards a better understanding of existing results, A report for Transport & Environment, Significance, The Hague.

Thaler, R., Sunstein, C. (2008), *Nudge: Improving decisions about health, wealth and happiness*, Yale university press, New Haven/Londen.

TNO en Significance (2015), Plan ontwikkeling Logistieke Module BasGoed. Advies van TNO en Significance aan RWS / WVL, 2015.

VTI en Significance (2010), Review of the international literature on price elasticities of freight transport by rail, VTI en Significance, Stockholm en Den Haag.

Wardman, M.R. (2014), Price elasticities of surface travel demand – A meta-analysis of UK evidence, *Journal of Transport Economics and Policy*, 48-3, 367–384.

Windisch, E. (2009), A disaggregate freight transport model of transport chain and shipment size choice on the Swedish Commodity Flow Survey 2004/2005, MSc thesis, Delft University of Technology.

Winston, C. (1981), A Disaggregate model for intercity freight transportation, *Econometrica* 49, 4, p. 981-1006

WVL (2013). - Actualisatie van keuzemodellen voor het NRM/LMS - Technische Rapportage, WVL, Rijswijk.

WVL (2017) - Estimation Report GM3, WVL, Rijswijk.

Bijlage 1. Berekening van de kostenaandelen

Voor het vaststellen van de op Ramsey-Boiteux gebaseerde opbrengsten per marktsegment zijn ook schattingen nodig van de kostenaandelen. Het betreft hier k_1 , k_2 en k_3 in de formules voor de toepassing van Ramsey-Boiteux in deze studie:

$$y = a_1 \cdot vkm_1 + a_2 \cdot vkm_2 + a_3 \cdot vkm_3$$

$$a_1 = s / (|e_1| \cdot k_1)$$

$$a_2 = s / (|e_2| \cdot k_2)$$

$$a_3 = s / (|e_3| \cdot k_3)$$

waarbij:

- y = jaarlijkse of gemiddelde inkomsten uit de extra heffing voor 2020-2024;
- vkm_i : prognose treinkilometers per segment i , gemiddeld voor 2020-2024 of per jaar;
- a_i is de gemiddelde extra heffing per treinkilometer per marktsegment, bepaald met Ramsey-Boiteux;
- s staat voor een te bepalen schaafactor (om op y uit te komen);
- e_i staat voor de prijselasticiteit van de vraag van het segment;
- k_i staat voor het aandeel van een euro extra heffing in de totale kosten voor de eindgebruikers;
- Indices: segment 1, 2 of 3 (besloten personenvervoer, openbare personenvervoer en goederenvervoer).

In deze formule hebben a_1 , a_2 en a_3 de dimensie euro's per treinkilometer. De elasticiteiten (die per definitie dimensieloos zijn) betreffen echter niet het effect van een wijziging met 1 euro per treinkilometer, maar een procentuele wijziging in alle transportkosten per reizigerskilometer of tonkilometer voor de eindgebruikers. Dus moeten we eerst kosten per treinkilometer omzetten in kosten per reizigerskilometer of per tonkilometer. Vervolgens moeten we bepalen hoe groot het aandeel hiervan is in de totale transportkosten voor de eindgebruiker. Deze afleiding in twee stappen wordt hieronder beschreven, voor zowel personenvervoer als goederenvervoer.

Personenvervoer

In 2016 zijn er volgens het jaarverslag van de NS (NS, 2016) 17900 mln reizigerskilometers in Nederland met de NS. Voor de treinkilometers (incl. leeg rijden en losse locs) hebben we gegevens van ProRail over 2017: 148,7 mln. We verhogen het aantal reizigerskilometers met 1% (gemiddelde jaarlijkse groei uit WLO hoog en laag) om op 2017 te komen. Het aantal reizigerskilometers met regionale treinen anders dan NS in 2016 is overigens 1200 mln (<https://www.crow.nl/staat-van-het-ov/jaargangen/2016/reizigers/reizigerskilometers/2016>). De laatste groep komt daarmee op 6,3% van alle reizigerskilometers met de trein.

Het aandeel van NS in de treinkilometers is 85% (ACM, 2017). Hiermee berekenen we de treinkilometers van NS in 2017 als 126,4 mln. We delen de NS reizigerskilometers door de NS treinkilometers en komen op gemiddeld 143 reizigers per trein, met als inverse 0,00699.

Volgens hetzelfde jaarverslag zijn de reizigersopbrengsten van NS 0,13 euro per reizigerskilometer. We gaan ervan uit dat deze verhouding voor NS representatief is voor alle personenvervoer per trein in Nederland (bij gebrek aan gegevens over de opbrengsten van de andere vervoerders). Dit interpreteren we als de kosten voor de reiziger. $0,00699/0,13 = 0,054$. Dit is het kostenaandeel dat we voor personenvervoer gebruiken in beide segmenten.

We hebben niet de gegevens om voor het overige personenvervoer (besloten vervoer) het kostenaandeel te bepalen, en daarom gebruiken we de 0,054 ook hier. Aan de ene kant valt een hoger aandeel te verwachten, omdat bij skitreinen en autoslaaptreinen de kosten per reizigerskilometer veel hoger zijn dan bij het openbaar vervoer. Aan de andere kant geldt bij het besloten vervoer dat een groot deel van de reis buiten Nederland plaatsvindt. Dit verlaagt het kostenaandeel weer.

Goederenvervoer

Volgens het CBS (CBS, 2017) werden er in 2016 in Nederland 6641 mln tonkilometers afgelegd in het goederenvervoer per spoor. Om dit op niveau 2017 te brengen, hebben we dit getal met 1% laten groeien (gemiddelde van de jaarlijkse groei in WLO hoog en laag). De cijfers van ProRail geven aan dat er in 2017 10,213 mln treinkilometers werden afgelegd voor goederenvervoer. Bij deling op elkaar van deze beide getallen vinden we een gemiddelde van 657 ton per trein, met als inverse 0,00152.

De totale kosten voor de eindgebruikers van de trein in BasGoed zijn 0,065 euro per tonkilometer. $0,00152/0,065 = 0,023$. Dit laatste getal is het kostenaandeel voor goederenvervoer.

Bijlage 2. Onderbouwing toepassingsbereik market-can-bear test

Op bladzijde 54 en 55 van het onderhavige rapport staat dat de totale jaarlijkse kosten voor het spoorvervoer 2735 miljoen euro zijn (personen- en goederenvervoer). De schatting voor de gemiddelde totale extra heffing van 36 miljoen euro is 1,3% hiervan. Dus hebben we voor de elasticiteitenberekening de kosten in het spoorvervoer verhoogd met percentages rond deze 1,3%.

Voor de zekerheid hebben we hierbij een ruime bandbreedte gedefinieerd:

- Ondergrens: 0,5% van 2735 miljoen = 14 miljoen extra heffing
- Bovengrens: 2,5% van 2735 miljoen = 68 miljoen extra heffing.

Dit (14 en 68 miljoen) zijn de bedragen die we noemen als bandbreedte op blz. 68.

In de runs met de modellen LMS en BasGoed hebben we vervolgens kostenverhogingen van 0,5; 1,5 en 2,5% doorgerekend (in goederenvervoer zelfs een nog iets bredere range met 0,3% als ondergrens); zie blz. 57 en 61 voor het overzicht van de modelruns. De uitkomsten hiervan staan in hoofdstuk 7.

Voor het goederenvervoer kunnen we het effect van een verandering van dit percentage kostenverhoging zien in Tabel 15 door per kolom te lezen. De elasticiteiten variëren b.v. tussen -1,001 en -1,036 (voor 2020 WLO Hoog) of tussen -1,101 en -1,111 (voor 2024 WLO Laag). Dit zijn ons inziens hele stabiele uitkomsten voor de elasticiteiten.

Voor het personenvervoer staan de uitkomsten in Tabel 21a en 21b. Hier zijn we een variatie in de elasticiteiten tussen b.v. -0,49 en -0,50 (voor 2020 WLO Hoog) of -0,50 en -0,51 (voor 2024 WLO Laag). Dus hier vinden we eveneens stabiele elasticiteiten.

Aangezien de elasticiteiten binnen de onderzochte bandbreedte stabiel zijn wordt geconcludeerd dat de market-can-bear test binnen dit bereik kan worden toegepast. We hebben niet gevonden dat er buiten deze range geen stabiliteit meer is. Het zou kunnen dat de range voor stabiele waarden nog wel groter is. We hebben alleen geen waarden buiten de range onderzocht in de modelruns.
