

Een Nieuwe Economiemodule Voor Goederenvervoermodel Basgoed Op Basis Van Een Multiregionale Input Output Tabel

Wesseling, B.; de Bok, M.; Van den Berg, M.; van der Beek, J.

Publication date

2023

Document Version

Final published version

Citation (APA)

Wesseling, B., de Bok, M., Van den Berg, M., & van der Beek, J. (2023). *Een Nieuwe Economiemodule Voor Goederenvervoermodel Basgoed Op Basis Van Een Multiregionale Input Output Tabel*. Paper presented at Vervoerslogistieke Werkdagen 2023, Mechelen, Belgium.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

**EEN NIEUWE ECONOMIEMODULE VOOR GOEDERENVERVOERMODEL BASGOED OP BASIS
VAN EEN MULTIREGIONALE INPUT OUTPUT TABEL**

B. Wesseling (Significance)

M. de Bok (Significance)

M. van den Berg (Rijkswaterstaat)

J. van der Beek (Rijkswaterstaat)

Samenvatting

Rijkswaterstaat gebruikt het goederenvervoermodel BasGoed om lange termijn prognoses te maken van het goederenvervoer. Economische verwachtingen spelen hierbij een belangrijke rol. Het model BasGoed begint dan ook met een module waarin de economische groei bepaald wordt en vervolgens vertaald wordt naar de hoeveelheid vervoerde goederen. De vorige versie van de economie module was verouderd. Deze paper beschrijft de nieuw ontwikkelde module op basis van multiregionale input-output analyses, aansluitend bij de manier waarop het Planbureau voor de leefomgeving economische analyses maakt. De werking van de module wordt toegelicht, en de eerste resultaten worden vergeleken met de uitkomsten van de oude module.

Inleiding

BasGoed is het strategische model waarmee Rijkswaterstaat prognoses maakt voor het goederenvervoer. Dit model bestaat uit verschillende modules, waaronder een economiemodule. Deze paper beschrijft de uitwerking van een nieuwe, op een MRIO-tabel gebaseerde, economiemodule voor BasGoed. Een MRIO-tabel is een multiregionale input-output tabel met de economische relaties tussen de productie en toegevoegde waarde van bedrijfstakken op regionaal niveau. De nieuwe economiemodule gebruikt deze tabellen om de groei van het goederenvervoer te bepalen. De nieuwe BasGoed economiemodule sluit aan op de multiregionale input-output (MRIO) analyses van het PBL (PBL 2020) en voorspelt hoeveel goederen in het prognosejaar vervoerd zullen worden.

Eerst beschrijven we kort het vervoersmodel BasGoed. Daarna volgt een algemene toelichting op Input-Output-modellen. De MRIO tabel vormt de basis voor deze IO modellen. We beschrijven daarom eerst hoe de MRIO tabel voor BasGoed tot stand gekomen is, en lichten vervolgens toe hoe de nieuwe economiemodule hiermee rekent. Als laatste presenteren we de eerste resultaten en aanbevelingen voor verder onderzoek.

Het strategische vervoersmodel BasGoed

De Nederlandse overheid wil handel en transport faciliteren onder andere met de infrastructurele netwerken van wegen, vaarwegen en spoorwegen die de basis vormen de basis voor transport gerelateerde activiteiten. Om deze netwerken goed te kunnen beheren, en eventueel uit te breiden, is het noodzakelijk om een prognose te hebben van het toekomstige verkeer en vervoer. Deze prognoses kunnen gemaakt worden op basis van de autonome groei van het verkeer. Maar het is ook wenselijk om de toekomstige effecten van beleidsmaatregelen in te kunnen schatten. Hiervoor is het **Ba**sismodel voor **Goederen**vervoer, BasGoed, ontwikkeld (RWS, BasGoed). BasGoed is onderdeel van het modelinstrumentarium van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) dat beheerd wordt door, Water, Verkeer en Leefomgeving, van Rijkswaterstaat. BasGoed beschrijft de hoeveelheid

goederen die binnen Nederland vervoerd worden per spoor, over de weg en met de scheepvaart. Het model wordt gebruikt om prognoses op te stellen voor de jaren 2030, 2040 en 2050. Periodiek worden referentieprognoses opgesteld om aan te sluiten bij de meest recente inzichten.

Het model is modulair opgebouwd en berekent achtereenvolgens:

- hoeveel goederen er geproduceerd en gebruikt worden in Nederland (economie module);
- hoeveel hiervan, van waar naar waar vervoerd wordt (distributie module);
- met welk vervoersmiddel dat gebeurt (modal split module);
- welke (multi)modale containerketen er wordt gekozen voor het containertransport (containerketen module);
- hoeveel ritten dit voor het wegvervoer oplevert (ritten module);
- de hoeveelheid reizen voor de scheepvaart (reizen module).

Input-output analyse

De huidige economie module van BasGoed is verouderd. Daarom is besloten een nieuwe economie module te bouwen. Er zijn verschillende goede opties beschikbaar voor het modeleren van de economie in strategische goederenvervoermodellen (Ivanova, 2014). Eén van deze opties is multiregionale input-output analyse. Voor deze optie is gekozen bij de uitwerking van de nieuwe economie module.

De MRIO tabel bestaat uit rijen en kolommen die samen de supply chain weergeven voor alle sectoren of producten van de economie: hoeveel en welke grondstoffen en halffabricaten zijn nodig voor een bepaald aantal producten. Er bestaan MRIO-tabellen met producten en met sectoren. Voor BasGoed maken we gebruik van MRIO-tabellen met producten. De rijen in een MRIO tabel geven de herkomstzone van de grondstoffen die worden gebruikt bij de productie van goederen en diensten. Ook geeft het de herkomst van de finale vraag. De kolommen van MRIO-tabellen geven aan in welke zone de productie en finale consumptie van de specifieke goederen plaatsvindt. Voor de verschillende producten en zones wordt ook aangegeven wat de toegevoegde waarde is. Met deze tabel wordt het hele productieproces van verschillende producten in verschillende zones beschreven. Uit de tabel kan worden afgeleid hoeveel de intermediaire vraag zal stijgen als de productie stijgt met 1 product.

De eerste stap van een input-output analyse is het bepalen van de finale vraag op basis scenario's, bijvoorbeeld BBP-groei en regionale bevolkingsgroei. Het model vertaalt deze, met behulp van de MRIO tabel voor het basisjaar en de verschillende coëfficiënten, tot de intermediaire vraag in de toekomst. De productie van goederen kan als volgt worden berekend:

$X = (I - TA)^{-1} [T(Y + Y_{RW})]$, waarin:

- X = de vector met productie waardes x^m_i , voor iedere zone i en iedere productgroep m .
- I = identiteitsmatrix
- T = Is de handels coëfficiënt t^m_{ij} , het percentage goederen van productgroep m in zone j , komend vanuit zone i komt.
- A = De technische coëfficiënten a^m_n de waarde van de goederen van productgroep m nodig voor het produceren van 1 waarde hoeveelheid van productgroep n in zone i .

- Y = de vector met de finale vraag y^m_i , voor sector m in zone i .
- Y_{rw} = de exporten naar buiten het studiegebied, in de opzet van de economiemodule in BasGoed is deze term vervallen omdat de hele wereld wordt gemodelleerd.

De notatie van deze formule is gebaseerd op H3 van Freight Transport Modeling (Ben-Akiva e. a. 2013).

De multiregionale input-output tabel voor BasGoed

Zoals hierboven toegelicht heeft een IO model regionale input output tabellen als basis. Dit zijn zeer uitgebreide tabellen die aangeven welke input's er nodig zijn om een bepaald product te maken. De basis van deze tabellen zijn complete input-output tabellen op landen niveau (Eurostat, 2019). Vervolgens wordt deze data verder verfijnt er zijn input-output tabellen opgesteld waarbij binnen Europa NUTS-2 zones worden gehanteerd (Thissen e.a. 2019). De bestanden zijn openbaar toegankelijk (European Commission, Joint Research Centre (JRC) (2020)). De dimensies van deze MRIO tabellen bestaan uit 63 producten (zowel fysieke producten als diensten) en de NUTS-2 zonering binnen Europa en landen daarbuiten. Deze dimensies komen niet helemaal overeen met de dimensies van BasGoed. Daarom zijn twee verrijkingstappen nodig:

- Regionalisatie om aan te sluiten bij de BasGoed zonering
- Splitsen van productgroepen om aan te sluiten bij de BasGoed goederengroepen

Regionalisatie

Om de brondata van de MRIO tabel aan te sluiten op de BasGoed zonering is de brondata verwerkt tot bruikbaar invoerbestand via een regionalisatieslag. De regionalisatie van de MRIO tabel vindt eenmalig vooraf plaats en is daarom niet opgenomen binnen de module. Het doel van deze regionalisatie is om een geregionaliseerde MRIO-tabel te verkrijgen op het niveau van BasGoed regio's. De huidige basisdata hanteert nu het NUTS-2 zonaal niveau. In Nederland komen de NUTS-2 zones overeen met de 12 provincies. Deze basisdata moet in Nederland verder worden geregionaliseerd tot BasGoed zonering. De BasGoed zonering bestaat uit COROP-zones. Binnen de COROP zone Groot Rijnmond is nog er een aantal havenbekkens als aparte zone opgenomen. In totaal zijn er 45 zones binnen Nederland. Naast de regionalisatie binnen Nederland wordt er ook een regionalisatie voor een aantal Europese BasGoed zones uitgevoerd omdat BasGoed hier meer detail kent dan de MRIO basisgegevens. Buiten Europa moet een aggregatie uitgevoerd worden.

Splitsen productgroepen

Niet alleen de zones van de MRIO tabel sluiten niet goed aan bij BasGoed. Ook de opgenomen productgroepen in de MRIO tabel komen niet goed overeen met BasGoed goederengroepen. Wenselijk is dat een productgroep aan maximaal één BasGoed goederengroep gekoppeld wordt. De MRIO tabel heeft voor de goederengroepen 2 tekortkomingen:

1. De BasGoed goederengroepen 'Steenkool en bruinkool', 'Olie', 'Ertsen' en 'Zout, zand, klei, grind' zijn in de MRIO bij elkaar genomen in de goederengroep 'Delfstoffen'. Dat betekent dat geen onderscheid mogelijk is tussen fossiele brandstoffen, natte en droge bulk, of goederen die gebonden zijn aan specifieke locaties zoals 'Ertsen' voor de Hoogovens, of de winning van zand en grind in Zuidoost-Nederland. Deze goederen vertonen echter wel totaal andere vervoerspatronen, waardoor opsplitsing van 'Delfstoffen' naar de BasGoed goederengroepen nodig is.
2. De MRIO tabel onderscheidt als goederengroep 'Cokes en aardolieproducten'. Deze samentrekking is voor BasGoed niet wenselijk, omdat natte en droge bulk bij elkaar zijn gestopt terwijl de producten sterk van elkaar verschillen. 'Cokes' vertoont qua transport grote overeenkomsten met 'Steenkool en bruinkool'. Daarom is het nodig om 'Cokes' af te splitsen en onder te brengen bij de goederengroep 'Steenkool en bruinkool'.

De opsplitsing van deze producten vindt plaats op basis van COMEXT data (Eurostat, Comext) en de aanbod-gebruiktabel voor Nederland waar wel onderscheid is gemaakt tussen de verschillende Delfstoffen.

De MRIO tabel is na deze verrijkingen klaar om gebruikt te worden in de nieuwe economie module van BasGoed.

De nieuwe economiemodule van BasGoed

Binnen de IO modellering zijn verschillende uitwerkingen mogelijk die afhangen van de structuur (Input/output tabel of maak/gebruik tabel) én van de gekozen dimensies (sectoren gebaseerd of goederensoorten). Voor de BasGoed MRIO modellering is een uitwerking gekozen op basis van MRIO structuur, én op basis van goederenstromen. De keuze voor een MRIO tabel op basis van goederen betekent dat het model niet werkt met expliciete economische sectoren.

De nieuwe module bestaat uit vier functionele blokken:

1. een prognose maken van de MRIO-tabel;
2. monetaire waarde omrekenen naar tonnage;
3. koppeling producten MRIO naar BasGoed goederengroepen;
4. aggregatie naar productie- en attractieranden.

De uitkomsten, bestaand uit de geaggregeerde productie- en attractieranden, worden vervolgens via de groeifactor module toegepast op de geobserveerde transport volumes.

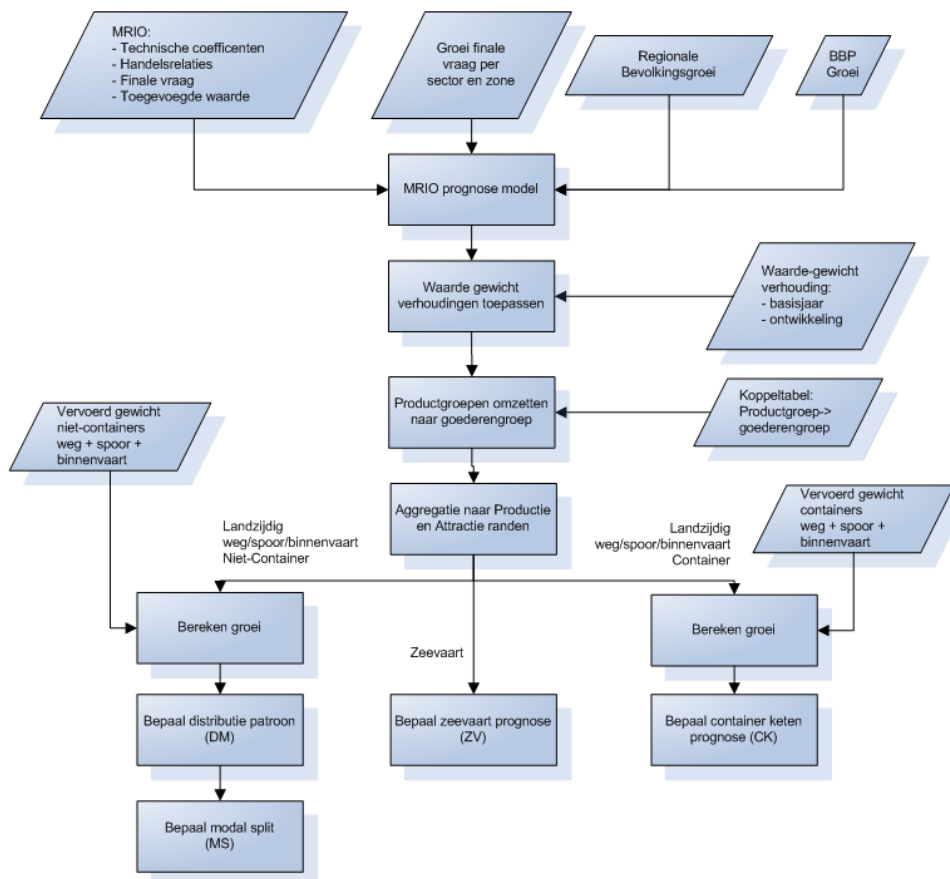
Groei MRIO handelstabel berekenen

Het eerste functionele blok, het berekenen van de MRIO prognose handelstabel, is direct het hart van de nieuwe economiemodule. Hierin wordt op basis van een MRIO tabel voor het basisjaar en een toekomstscenario een prognose gemaakt van de handelsstromen.

Belangrijke invoer zijn, behalve de MRIO tabel van het basisjaar, ook de BBP groei van landen en de regionale bevolkingsgroei. Door verschillende BBP of bevolkingsgroei scenario's te gebruiken kunnen verschillende toekomstbeelden gemaakt worden.

Ook kunnen coëfficiënten van het model worden aangepast om rekening te kunnen houden met veranderingen in het productieproces, in de voorkeuren voor finale consumptie en in veranderingen in de herkomst van producten. Zo geven de technische coëfficiënten de grondstoffen die nodig zijn voor de productie van een bepaald soort goederen in een bepaalde zone weer. Als het productieproces van de goederen verandert in de toekomst, kan dit worden meegenomen in de prognoses door de coëfficiënten van de MRIO module aan te passen. Deze wijzigingen van coëfficiënten zijn een absolute aanpassing van de coëfficiënt. De coëfficiënt zelf is uitgedrukt als percentage, waarbij de verschillende grondstoffen voor de productie optellen tot honderd.

De uitvoer van het eerste functionele blok van de MRIO module bestaat uit de monetaire waarde van de handelstromen tussen de verschillende zones uitgesplitst naar de verschillende productgroepen.



Figuur 1: Functioneel diagram van de nieuwe economiemodule.

Monetaire waarde omrekenen naar tonnage (waarde gewicht verhouding toepassen)

In het tweede functionele blok wordt de monetaire waarde omgezet in het te vervoeren aantal tonnen. Hiervoor worden de waarde-gewicht verhoudingen voor zowel basisjaar als prognosejaar toegepast, door de berekende monetaire waarde te delen door de waarde-gewicht verhouding. Omdat de resultaten per handelsrelatie en voor de verschillende productgroepen berekend worden, kunnen de waarde-gewicht verhoudingen ook op al deze dimensies worden gedifferentieerd. Om de invoerbestanden voor waarde-gewichtsverhoudingen niet te groot te maken is er echter voor gekozen om de dimensies landen en richting van de handelsstroom (import of export) te gebruiken.

Productgroepen omzetten naar goederengroepen

De derde stap in de economiemodule is het berekenen van resultaten per BasGoed goederengroep. De economiemodule berekent de tonnages per productgroep. Met behulp van een koppeltabel tussen de gehanteerde productgroepen en BasGoed goederengroepen worden productie-consumptie matrices per BasGoed goederengroep afgeleid.

Aggregatie naar productie- en attractieranden

De berekende economische groei wordt binnen BasGoed gebruikt in opeenvolgende modules. Deze modules hebben geen productie consumptie matrices nodig maar productie en attractie randen. Daarom worden de berekende productie-consumptie matrices gesommeerd naar productie en attracties per zone (randen van de matrix).

Voor het doorvoersegment worden de doorlangse handelsstromen wel als matrix weggescheven, omdat deze in het vervolg van BasGoed wel nodig zijn.

Aansluiting opvolgende modules van BasGoed

Op basis van de in de MRIO module berekende groei in vrachtstromen worden er groeifactoren afgeleid. Deze groeifactoren worden toegepast op de waargenomen transport matrices. Voor de zeevaart gebeurt dit binnen de zeevaartmodule. Voor de niet-containerstromen gebeurt dit in de economie-groeifactor-module, en voor de containerstromen gebeurt dit in de Productie-Consumptie-prognosemodule.

Rekenschema

De oude economie module rekt per jaar. Dit betekent dat de module voor een prognose van het basisjaar 2018 naar 2050 ruim 30 keer wordt uitgevoerd. Voor de nieuwe module is voorgesteld om direct voor het gewenste prognosejaar de MRIO tabel te berekenen. Er is geen rekentechnische reden meer om jaar-op jaar te rekenen, want op basis van normale invoer kan in één keer een prognose tabel berekend worden. Door direct voor het gewenste prognosejaar te rekenen wordt de rekentijd een stuk korter.

Dit betekent dat niet voor ieder tussenjaar resultaten beschikbaar zijn. Echter, er kan nog steeds een prognose berekend worden voor ieder gewenst jaar, door voor dat jaar de juiste invoerbestanden op te stellen.

Resultaten

Om de werking van de nieuwe economie module te testen is een vergelijking gemaakt tussen de oude module en de nieuwe. Hiervoor zijn eerst de invoer van beide versies zo veel mogelijk op elkaar afgestemd, en zijn daarna twee runs met BasGoed gedraaid, eerst met de oude economiemodule en daarna met de nieuwe.

Bepalen van de invoer

Om de resultaten van BasGoed met de nieuwe economiemodule te vergelijken met de oude module is het noodzakelijk dat de invoer-scenario's zo veel mogelijk overeen komen.

Hiervoor is het oude scenario zo goed mogelijk omgezet naar invoer voor de nieuwe module. Omdat dit twee sterk verschillende modules zijn met andere scenario invoer is deze omzetting niet direct mogelijk, en is de gebruikte invoer niet exact hetzelfde.

De oude economie module maakt gebruik van sectorale groei die is vastgesteld in de Welvaart en Leefomgeving scenario's, deze scenario's worden vaak verkort tot WLO scenario's (PBL & CPB, 2016). De nieuwe MRIO module houdt geen rekening met verschillen in sectorale groei. Om de groei verschillen in de oude economiemodule ook mee te nemen in de MRIO-module is deze sectorale groei omgerekend naar mutaties in de coëfficiënten van de MRIO prognosemodule.

Om uitkomsten uit de MRIO-module te krijgen die lijken op de uitkomsten uit de oude module is invulling van de technische en preferentie coëfficiënten nodig o.b.v. de sectorale groei.

Met een aanpassing van technische coëfficiënten wordt een verandering van gebruik van grondstoffen gesimuleerd, dus hoeveel van product X voor de productie van product Y gebruikt wordt. Voor het bepalen van de technische coëfficiënten voor de gewenste scenario's wordt de verschil in groei tussen de productie groei uit het bedrijfstakkenbeeld en de BBP-groei gebruikt.

Met de aanpassing van preferentie coëfficiënten wordt gesimuleerd dat de finalevraag naar product X verandert. Voor het bepalen van de preferentie coëfficiënten wordt het verschil in groei tussen de consumptie per sector en het BBP van Nederland gebruikt.

De MRIO tabel, die de invoer vormt voor de nieuwe module, was op het moment dat de runs uitgevoerd zijn nog niet compleet. De eerder beschreven opsplitsing van productgroepen was nog niet gereed. Hierdoor zijn de resultaten voor de verschillende delfstoffen in de nieuwe MRIO gebaseerde economiemodule aan elkaar gelijk.

Prognoseresultaten

In onderstaande tabel vergelijken we de resultaten van de twee BasGoed runs. In de tabel zijn de synthetische productie en attracties weergegeven, van zowel de run met de oude module als met de nieuwe. De laatste kolommen geven de groei tussen het basisjaar en toekomstjaar aan.

De groei voor de meeste goederengroepen is in de nieuwe MRIO module iets hoger dan in de oude economiemodule.

Tabel 1 - Synthetische Productie en Attracties voor WLO scenario 2040 Hoog uit oude economiemodule en nieuwe MRIO module (basisjaar = 2018) met de groei per goederengroep

Tonnen per goederengroep (x1.000.000)	SMILE EM (bj =2018)		MRIO EM		groei oud groei nieuw	
	basisjaar	2040H	basisjaar	2040H		
Landbouw-, bosbouw- en visserij	48.51	68.45	40.47	63.84	1.41	1.58
Steenkool, bruinkool en cokes	25.18	8.04	380.18	360.61	0.32	0.95
Ruwe aardolie en aardgas	143.27	116.22	380.18	360.61	0.81	0.95
Ertsen	6.31	6.07	380.18	360.61	0.96	0.95
Zout, zand, grind, klei	59.39	57.05	380.18	360.61	0.96	0.95
Aardolieproducten	113.73	142.19	90.41	132.17	1.25	1.46
Chemische producten	80.29	119.62	62.39	101.98	1.49	1.63
Kunststoffen/rubber	4.94	6.73	3.81	5.72	1.36	1.50
Basismetalen en metaalproducten	29.17	37.35	20.44	24.04	1.28	1.18
Overige minerale producten	25.25	29.61	19.20	25.67	1.17	1.34
Voedings- en genotsmiddelen	79.88	100.93	33.94	46.05	1.26	1.36
Machines, elektronica en transport	15.25	20.71	11.59	20.56	1.36	1.77
Overige goederen en afval	34.74	40.84	26.24	36.06	1.18	1.37
Totaal	666	754	689	817	1.13	1.19

Conclusie en vooruitblik

De nieuwe MRIO module van BasGoed is geschikt om prognoses voor het goederenvervoer mee te maken.. Inhoudelijk is het belangrijk om een kwantitatief invoer scenario te ontwikkelen, dat tot realistische groeifactoren leidt.

BasGoed gebruikt op dit moment Welvaart en leefomgeving (WLO) scenario's van het CPB/PBL. Deze scenario's geven eigenlijk niet genoeg informatie om correcte invoer en coëfficiënten voor de nieuwe module te kunnen bepalen. Hiervoor is scenario invoer nodig over hoe de economie en handel in andere landen zich ontwikkelt. De ontwikkeling van de steenkool handelsstromen naar Duitsland beïnvloeden bijvoorbeeld direct het goederenvervoer door Nederland. Als de nieuwe economie module gebruikt wordt heeft dit directe invloed op de resultaten van BasGoed, omdat een groot deel van het goederenvervoer doorvoer betreft.

Een belangrijke mogelijkheid voor verdere ontwikkeling van de MRIO module in BasGoed is het model uitbreiden met elastische handelscoëfficiënten. Elastische handelscoëfficiënten nemen de impact mee van veranderende transportkosten op handelspatronen.

In de MRIO module die nu uitgewerkt is worden de resultaten van de MRIO prognosetabel geaggregeerd naar productie- en attractieranden. De gevoeligheid voor transportkosten op de regionale handelsstromen wordt pas berekend in de distributiemodule.

Als deze aggregatie echter achterwege gelaten wordt en elastische handelscoëfficiënten worden meegenomen, kunnen de veranderde handelspatronen direct met de economie module worden berekend. Het model wordt hiermee consistent, de gedetailleerde informatie uit de MRIO module hoeven niet te worden geaggregeerd, en het model behoudt dan de gevoeligheid voor de invloed van veranderende transportkosten op handelspatronen.

Referenties

Ben-Akiva (2013) - Ben-Akiva M., Meersman H., van de Voorne E. (2013) Freight Transport Modelling, Hoofdstuk 3. Cascetta A., Marzano V., Papola A. en Vitillo R. A multimodel Elastic Trade Coefficients MRIO for Freight Demand in Europe.

European Commission, Joint Research Centre (JRC) (2020): Regional Trade Data for Europe. European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset]
PID: <http://data.europa.eu/89h/432cf8a7-fd5e-4816-a70c-633a7380c77c>

Eurostat (2019) EU inter-country supply, use and input-output tables — Full international and global accounts for research in input-output analysis (FIGARO), ISBN 978-92-76-00805-7, doi: 10.2785/008780

Eurostat, comext - [Database - International trade in goods - Eurostat \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&plugin=1)

Ivanona O. (2014) *Modelling Freight Transport*, Elsevier, Pages 13-42, chapter: 2 - Modelling Inter-Regional Freight Demand with Input-Output, Gravity and SCGE Methodologies, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410400-6.00002-1>

Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau (2016). Goederenvervoer en zeehavens. WLO – Welvaart en Leefomgeving Scenariostudie voor 2030 en 2050. Te raadplegen via: <https://media.acc.wlo2015.nl/upload/pbl-2016-wlo-achtergronddocument-mobiliteit-goederenvervoer-en-zeehavens-1774.pdf>

PBL 2020 – Planbureau voor de Leefomgeving – Regionale arbeidsmarkteffecten van de energietransitie, te vinden op <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-regionale-arbeidsmarkteffecten-van-de-energietransitie-een-scenarioverkenning-4207.pdf> - De beschrijving van de MRIO methode is te vinden in hoofdstuk 4.1.

PBL, Website – Planbureau voor de leefomgeving - [PBL Planbureau voor de Leefomgeving |](https://www.pbl.nl/)

RWS, BasGoed – Rijkswaterstaat - www.basgoed.nl

Thissen, M., Ivanova, O., Mandras, G., and Husby, T. (2019). European NUTS 2 regions: construction of interregional trade-linked Supply and Use tables with consistent transport flows. JRC Working Papers on Territorial Modelling and Analysis No. 01/2019, European Commission, Seville, JRC115439.