

Beleidsondersteunende paper

***HET CONCURRENTIEVERMOGEN
VAN INTERMODAAL
GOEDERENVERVOER IN EUROPA:
TOEPASSING OP EUROPESE
CORRIDORS***

November 2013

Monica Grosso, Tom Pauwels en
Thierry Vanelslander

Wettelijk depotnummer: D/2013/11.528/6

Steunpunt Goederen- en personenvervoer

-Mobilo-

Prinsstraat 13

B-2000 Antwerpen

Tel.: -32-3-265 41 50

Fax: -32-3-265 43 95

steunpuntmobilo@uantwerpen.be

<http://www.steunpuntmobilo.be>

HET CONCURRENTIEVERMOGEN VAN INTERMODAAL GOEDERENVERVOER IN EUROPA: TOEPASSING OP EUROPESE CORRIDORS

Het Steunpunt Goederen- en personenvervoer doet beleidsrelevant onderzoek in het domein van transport en logistiek. Het is een samenwerkingsverband van het Departement Transport en Ruimtelijke Economie van de Universiteit Antwerpen en het Departement MOBI – Transport en Logistiek van de Vrije Universiteit Brussel. Het Steunpunt Goederen- en personenvervoer wordt financieel ondersteund door de coördinerende minister Ingrid Lieten, viceminister-president van de Vlaamse Regering en Vlaams minister van Innovatie en Overheidsinvesteringen, Media en Armoedebestrijding en Hilde Crevits, Vlaams minister van Mobiliteit en Openbare Werken, de functioneel aansturende en functioneel bevoegde minister.

De auteurs danken Evy Onghena, Katrien De Langhe en Christa Sys voor hun waardevolle bijdrage bij de totstandkoming van deze beleidsondersteunende paper.



Inhoud

Lijst van tabellen	2
1 INLEIDING	3
1.1 Intermodaal goederenvervoer: afbakening en kadering binnen het beleid	3
1.2 Doel en aanpak van het onderzoek.....	4
1.3 Structuur van de paper.....	4
2 LITERATUUROVERZICHT VAN KOSTENFUNCTIES.....	5
3 KOSTENELEMENTEN.....	7
3.1 Transportkosten.....	7
3.2 Overslagkosten	11
3.3 Kostenfuncties.....	12
4 GEVALSTUDIE: HAVEN VAN ANTWERPEN.....	13
4.1 Antwerpen-Bazel Corridor.....	14
4.2 Wegvervoer	17
4.3 Spoorvervoer	19
4.4 Binnenvaart	22
4.5 Intermodaal weg/spoorvervoer en intermodaal weg/binnenvaart	24
5 ANALYSE VAN DE RESULTATEN.....	25
5.1 Transportkosten (exclusief overslagkosten)	25
5.2 Overslagkosten	30
5.3 Waarde van de tijd	31
6 BESLUIT EN VERDER ONDERZOEK.....	33
7 REFERENTIES.....	36

Lijst van tabellen

Tabel 1 : Technische kenmerken wegvervoer.....	17
Tabel 2 : Kostenrubrieken wegvervoer.....	19
Tabel 3 : Technische kenmerken spoorvervoer.....	20
Tabel 4 : Kostenrubrieken spoorvervoer.....	22
Tabel 5 : Technische kenmerken binnenvaart.....	23
Tabel 6 : Kostenrubrieken binnenvaart.....	24
Tabel 7 : Totale kostenvergelijking Antwerpen - Bazel.....	26
Tabel 8 : Kost per ton vergelijking Antwerpen-Bazel.....	26
Tabel 9 Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor wegvervoer (percentage van de totale kost)	27
Tabel 10 : Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor spoorvervoer....	27
Tabel 11: Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor binnenvaarttransport	28
Tabel 12 : Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor intermodaal weg/binnenvaart transport.....	29
Tabel 13: Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor intermodaal weg/spoorvervoer.....	29
Tabel 14: Vergelijking van totale kosten (transport- en laad/loskosten)	30
Tabel 15: Waarde van de tijd per tonuur.....	31

1 INLEIDING

Deze beleidsondersteunende paper gaat in op het concurrentievermogen van intermodaal goederenvervoer in Europa. In deze sectie wordt achtereenvolgens het begrip ‘intermodaal vervoer’ afgebakend en de aanpak van het gevoerde onderzoek voorgesteld.¹

1.1 Intermodaal goederenvervoer: afbakening en kadering binnen het beleid

In maart 2011 verscheen het nieuwe Europese Witboek Transport met de ondertitel ‘*Stappenplan voor een interne Europese vervoersruimte - werken aan een concurrerend en zuinig vervoerssysteem*’. Hierin geeft de EU een aantal doelstellingen en maatregelen weer, zo ook betreffende intermodaal vervoer.

“Intermodaal transport is een systeem dat de verschillende vervoersmodaliteiten combineert en integreert teneinde gebruikersgerichte deur-tot-deur diensten aan te bieden. Hierbij wordt gebruikt gemaakt van gestandaardiseerde laadeenheden (containers, trailers, wissellaadbakken enz.) zodat de overslag van de ene transportmodus op de andere efficiënt kan verlopen” (ECMT, 1998). Macharis et al. (2011) definiëren intermodaal vervoer als *“de combinatie van minimum twee transportmodi in één transportketen, waarbij de goederen niet van ladingseenheid veranderen. Het hoofdtraject wordt uitgevoerd per spoor, binnenschip of maritiem schip. Het voor- en natransport via de weg wordt idealiter zo kort mogelijk gehouden”*. Grosso (2011) bestudeert in detail de kostenzijde van intermodaal vervoer en start in haar onderzoek van volgende definitie van het intermodaal vervoer, op basis van drie hoofdkenmerken:

- Het gebruik van verschillende vervoerswijzen binnen eenzelfde vervoerscontract (vb. weg, spoor en binnenvaart);
- Het gebruik van een laadeenheid die niet wijzigt tussen het oorspronkelijke vertrekpunt en de uiteindelijke bestemming (vb. container);

¹ Een aantal onderzoeksresultaten worden getoond op basis van het doctoraat van Monica Grosso (2011) dat voltooid werd binnen het Departement Transport en Ruimtelijke Economie (Universiteit Antwerpen) en het Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica Integrata (Universiteit Genua). Promotor van het eindwerk was Prof. Dr. Hilde Meersman (Universiteit Antwerpen). Het volledige doctoraat is beschikbaar via http://www.ua.ac.be/main.aspx?c=*TPR&n=103600.

- De laadeenheid wordt van het ene vervoersmiddel op het andere overgeladen zonder dat de goederen worden behandeld.

Het Witboek Vervoer stelt dat goederenvervoer over korte (<50km) en middellange afstanden (minder dan 300km) in grote mate met vrachtwagens zal blijven plaatsvinden. Concreet betekent dit dat op langere afstanden intermodaal goederenvervoer voor verladers economisch aantrekkelijk moet worden gemaakt.

Vlaanderen moet bij de verdere uitwerking van de doelstellingen en maatregelen die voortkomen uit het Witboek Transport aandacht hebben voor het nationale en het bredere regionale beleid en de plaatselijke noden bij vervoerders en gebruikers.

1.2 Doel en aanpak van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is dieper inzicht te krijgen in de kostenelementen die het intermodaal vervoer in Vlaanderen en op Europees niveau bepalen, zowel voor het intermodaal binnenvaartvervoer als het intermodaal spoorvervoer. Hierbij worden suggesties geformuleerd om de concurrentiekracht te verbeteren.

In deze paper worden de resultaten getoond van een aantal berekeningen om voor een geselecteerde corridor (Antwerpen-Bazel) een zending te doen van 1.000 ton goederen (containervervoer). Hierbij werd onderzocht welke kostenelementen het zwaarste doorwegen in de totale kosten.

1.3 Structuur van de paper

Eerst wordt in sectie 2 een overzicht van de literatuur over intermodale kostenfuncties gegeven. Die wordt gebruikt als een kader voor de uitwerking van de intermodale kostenfunctie die wordt voorgesteld in sectie 3. In sectie 4 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte technische kenmerken en kostenelementen per vervoerswijze. Vervolgens wordt in sectie 5 de monetaire kosten berekend voor het vervoer van 1.000 ton goederen op de corridor Antwerpen-Bazel, op basis van de beschreven kostenfuncties. Tot slot worden in sectie 6 enkele overwegingen en een voorstel voor verder onderzoek toegelicht.

2 LITERATUUROVERZICHT VAN KOSTENFUNCTIES

Het literatuuroverzicht neemt een reeks studies in aanmerking die de monetaire kostenstructuur van unimodaal en intermodaal transport analyseerden. De selectie is gebaseerd op hun methodologie. Voor een uitgebreid overzicht van kostenfuncties wordt verwezen naar Grosso (2011).

Blauwens et al. (2012) stelt een analyse van kostenberekening in het vervoer voor, toegepast op het wegvervoer en de binnenvaart. De auteurs delen de transportkosten in tijds- en kilometerkosten in.

Tijdskosten zijn gekoppeld aan het verstrijken van de tijd. Het zijn kosten die ook lopen terwijl een voertuig stilstaat, bij laden of lossen of bij welke vorm van oponthoud dan ook. Ze worden niet beïnvloed door het rijden, maar wel door het aantal te presteren uren. Voorbeelden van tijdskosten zijn de interesten en afschrijving (vast gedeelte), de lonen van de chauffeurs, de belastingen, de jaarlijkse verzekeringspremies van de voertuigen of diverse kosten (gebouwen, beheer, administratie) (Blauwens et al., 2012).

Kilometerkosten worden bovenop de tijdkosten veroorzaakt door kilometers af te leggen met voertuigen die al in dienst zijn van het bedrijf. Ze worden aan de afzonderlijke vervoerprestaties toegerekend op basis van de afstand die afgelegd wordt. Voorbeelden van kilometerkosten zijn het brandstofverbruik, afschrijvingen (variabel gedeelte), banden, het onderhoud gekoppeld aan de afgelegde afstand en eventuele kilometervergoedingen aan het personeel. (Blauwens et al., 2012)

De totale kostprijs van een vervoerprestatie is als volgt

$$TK = u \cdot U + d \cdot D$$

waarin

u = uurcoëfficiënt

d = kilometercoëfficiënt

U = tijd (uitgedrukt in uren)

D = afstand (uitgedrukt in kilometers)

Een belangrijke bijdrage aan het thema werd geleverd door het Europees project Recordit (Real cost reduction of door-to-door intermodal transport, 2000). Dit project beschouwt enkele Europese corridors met als doel hun kostenstructuur te analyseren, zowel unimodaal als intermodaal, met als

doel de kostenaspecten te vinden die veel doorwegen in de totale kost en oplossingen trachten te vinden om ze te minimaliseren. Kosten worden berekend in euro per laadeenheid voor elk van de geselecteerde corridors.

In het Vlaams Vrachtmodel (MINT et al., 2009) werden data voor de analyse van de verschillende componenten van elke transportmodus verzameld. Het werk beschouwt de transportkosten en de kosten gerelateerd aan laad- en/of losactiviteiten. Voor elke transportmodus zijn de volgende kosten inbegrepen: laden/lossen, lonen, brandstof, belastingen, afschrijvingen en interesten, herstellingen en onderhoud, uitrusting, andere kosten.

Bijkomende informatie over de berekening van kostenfuncties kan teruggevonden worden in Baumol et al. (1970), Buffa et al. (1977), Constable et al. (1978), Liberatore (1979), Langley (1980), Burns et al. (1985), Sheffi et al. (1988), Vernimmen et al. (2008), Boardman (1999).

Met dit kort overzicht wordt duidelijk dat er enkele gemeenschappelijke en regelmatige componenten zijn, gerelateerd aan transport, in de kostenstructuur van een bedrijf. Deze variabelen zijn bovendien diegene die geselecteerd zijn voor de ontwikkeling van deze paper en gebruikt worden in de volgende berekeningen.

Transportkosten

- Personeel
- Brandstof
- Verzekeringen
- Onderhoud en herstellingen
- Belastingen
- Administratieve kosten
- Afschrijvingen en interesten/huur/leasing
- Diverse kosten

Overslagkosten

- Laden/lossen van goederen

Een verdere uitwerking van elk van de vermelde kostencomponenten is noodzakelijk, aangezien elk van hen op een verschillende manier bepaald wordt, beïnvloed wordt door verschillende drijfveren en de finale kost verschillend beïnvloedt. Een gedetailleerde beschrijving van elk van deze kostenelementen zal in de volgende sectie gegeven worden.

3 KOSTENELEMENTEN

De ontwikkeling van een rekeninstrument dat toelaat om voor elke corridor een gedetailleerde berekening te maken van de monetaire kosten voor een verzending van 1.000 ton goederen (containervervoer) vereist eerst een analyse van de kostenelementen. Meer specifiek moet er onderzocht worden welke kostenelementen het zwaarste doorwegen in de totale kosten. Deze analyse zal worden uitgevoerd vanuit het oogpunt van de transportoperator.

De meeste kostenvariabelen worden berekend in overeenstemming met ofwel de afgelegde afstand, ofwel de tijd gespendeerd voor de transportoperatie. Bijgevolg zijn de metingen vooral in euro per kilometer, (€/km) of in euro per uur (€/u). Om €/km of €/u te verkrijgen, kan de berekening uitgevoerd worden met één van volgende benaderingen: de jaarlijkse kost gedeeld door het jaarlijks aantal kilometers of uren, of de eenheidskost in € vermenigvuldigd met de actuele afgelegde kilometers of gespendeerde uren. Hoewel een onderscheid gemaakt wordt tussen transport- en overslagkosten, zijn er enkele kosten die tot beide categorieën behoren.

In de volgende paragraaf wordt een algemene voorstelling gegeven van de gebruikte formules voor de verschillende vervoerswijzen (weg, spoor en binnenvaart). De variabelen verwijzen telkens naar een waarde in euro per uitgevoerde rit, waarbij de bepaling van deze waarde gebeurt op basis van een verdeling via de bedrijfstijd of het aantal kilometers afgelegd in een jaar.

3.1 Transportkosten

De personeelskost verwijst naar de kost van de chauffeurs bij wegvervoer, naar de bemanningsleden bij binnenvaart en de treinbestuurders. Deze post vertegenwoordigt één van de belangrijkste kostenaspecten.

De elementen waarmee rekening gehouden moet worden, zijn het aantal tewerkgestelde mensen per transportoperatie en hun brutoloon (vb. nettoloon en sociale zekerheid). Deze jaarkosten worden dan omgerekend in een bedrag per uur voor de specifieke rit, op basis van de verwachte bedrijfstijd per jaar.

Personeelskost (P):

$$\frac{[(\text{Bruto jaarkost}) / \text{bedrijfstijd per jaar}] * \text{aantal personen tewerkgesteld voor de transportoperatie} * \text{Aantal gereden uren voor de specifieke rit}}$$

De kost voor brandstof of energie is de kost van het energieverbruik voor de productie van de dienst. Ze kan gerelateerd zijn aan de diesel- of benzineconsumptie voor weg-, binnenvaart- en spoorvervoer of elektrisch vermogen bij spoor- of gecombineerd transport. Het gemiddelde brandstofverbruik per kilometer is vereist om het reële energieverbruik voor de afgelegde kilometers te kennen.

De kost van het energieverbruik wordt dus uitgedrukt in €/km per rit.

Energiekosten (brandstof) (E):

$$[(\text{Energieprijs per liter} * \text{gemiddelde consumptie per km})] * \text{Aantal kilometers voor de specifieke rit}$$

Energiekosten (Elektrisch vermogen) (E):

$$(\text{Energieprijs per kilometer}) * (\text{Aantal kilometers voor de specifieke rit})$$

Voor sommige kostenaspecten, zoals de kost voor de verzekering van het voertuig, is de selectie van de meeteenheden niet evident. De kost wordt jaarlijks uitgegeven en is vast, overeenkomstig specifieke eigenschappen van het voertuig. Men kan beslissen om de kost ofwel per kilometer of per uur te beschouwen. In sommige gevallen wordt de berekening eenvoudig gelijk verdeeld in twee delen. In deze paper gebeurt de berekening per werkingsuur, €/u.

Verzekeringskost (V):

$$\frac{[(\text{Jaarlijkse verzekeringskosten}) / (\text{Bedrijfstijd per jaar})] * \text{Aantal uren voor de specifieke rit}}$$

Er wordt verondersteld dat, in een werkingsjaar, er regelmatige uitgaven zijn gerelateerd aan het onderhoud van de voertuigen, terwijl herstellingskosten ook onverwachts kunnen voorkomen. De kosten gerelateerd aan onderhoud zijn degene die periodiek voorkomen en gerelateerd zijn aan het gebruikelijk onderhoud. Herstellingskosten kunnen voorkomen wanneer het voertuig ongevalen heeft of er beschadigingen zijn die hersteld moeten worden. Onderhouds- en herstellingskosten worden uitgedrukt in €/km.

Onderhouds- en herstellingskosten (O&H):

$$\frac{[(\text{Jaarlijkse kosten voor onderhoud en herstellingen}) / (\text{Aantal kilometers afgelegd in een jaar})]^*}{\text{Aantal kilometers voor de specifieke rit}}$$

Een kost waarmee alle bedrijven geconfronteerd worden, is de kapitaalkost gebaseerd op afschrijvingen, interestbetalingen en huur- of leasingkosten gerelateerd aan de voertuigen. De berekeningswijze voor de jaarlijkse afschrijving of huurbetaling kan variëren naargelang verschillende gehanteerde benaderingen. In deze paper worden de kostenaspecten berekend in €/u per rit.

Afschrijving/Huur/Leasing-kosten (A/L):

$$\frac{[(\text{Jaarlijkse kosten voor afschrijving/huur/interest/leasing}) / (\text{bedrijfstijd per jaar})]^*}{\text{Aantal uren voor de specifieke rit}}$$

De kosten geassocieerd met verkeersbelastingen, eurovignet, bijdragen en retributies zijn variabele kosten. Er zijn specifieke belastingen, heffingen en toeslagen voor de verschillende transportmodi. De kosten geassocieerd met deze uitgaven worden uitgedrukt in euro per rit.

Belastingen/Toeslagkosten (T):

$$\frac{[(\text{Jaarlijkse kosten belastingen/heffingen/toeslagen}) / (\text{Aantal afgelegde kilometers in een jaar})]^*}{\text{Aantal kilometers voor de specifieke rit}}$$

Bovenop de kosten die strikt gerelateerd zijn aan de aangeboden dienst, zijn er ook *overheadkosten* die het bedrijf moet dragen. *Overheadkosten* zijn vast en bestaan ongeacht de afgelegde afstand of het aantal uren gepresteerd werk. Ze vormen een belangrijk kostenaspect en omvatten administratieve kosten alsook kosten voor de dagelijkse werking van het volledige bedrijf. In deze studie worden deze kosten beschouwd in €/u, in overeenstemming met het aantal uren werk van het bedrijf.

Overhead kosten (OV):

$$\frac{[(\text{Jaarlijkse overhead kosten per voertuig}) / (\text{Aantal werkingsuren in een jaar})]^*}{\text{Aantal uur voor de specifieke rit}}$$

Als extra element is het noodzakelijk om andere kosten van verschillende aard te incorporeren, die niet tot één van de hierboven opgesomde categorieën behoren en die sporadisch kunnen voorkomen. Deze kosten kunnen berekend worden in €/u of €/km.

Andere kosten (A):

$$\frac{[(\text{Jaarlijkse andere kosten}) / (\text{Aantal werkingsuren in een jaar})] * \text{Aantal uren voor de specifieke rit}}{1}$$

Er zijn ook enkele specifieke kostenaspecten die gerelateerd zijn aan elke transportmodus, zoals de kost voor de slijtage van banden in wegtransport of de kost voor het gebruik van treinsporen en extra duwlocomotieven in spoortransport. Deze kostenaspecten moeten berekend worden voor de specifieke route waarop een van deze modi gebruikt worden. In het geval van wegtransport bestaan de kosten voor de banden uit de aankoopprijs en hun onderhoudskosten. Ze worden meestal berekend per afgelegde kilometer, in €/km. In spoortransport moet de spooroperator het gebruik van de spoorinfrastructuur betalen aan de infrastructuurbeheerder; dit is de kost van de treinsporen. De kost voor het gebruik van de infrastructuur tussen twee punten en voor een bepaald aantal kilometer, wordt uitgedrukt in €/km. Deze kost kan beschouwd worden als een specifieke toeslag voor spoortransport.

De kost van de duwlocomotief kan voorkomen wanneer het vermogen van een enkele locomotief niet voldoende is om de volledige last van de trein te dragen. Deze kost moet slechts op enkele specifieke routes worden toegevoegd, waar het hellingsvlak hoog is en geen operaties met een enkele locomotief mogelijk zijn. Normaal wordt deze kost berekend in €/u.

Slijtage Banden (SB):

$$\frac{[(\text{Aankoopprijs van een band}) * (\text{Aantal banden})] / (\text{Aantal afgelegde kilometers tijdens levensduur}) * \text{Aantal kilometers voor de specifieke rit}}{1}$$

Treinspoor kosten (TS):

$$(\text{Gemiddelde kost voor treinspoor per km}) * \text{Aantal kilometers voor de specifieke rit}$$

Duwlocomotiefkosten (DL):

Kost voor het gebruik van de duwlocomotief per uur * Aantal uren gebruik

Terwijl belastingen en toeslagen geassocieerd worden met voertuiggebruik of -eigendom, worden tolheffingen toegepast voor specifieke toegang of doorgang naar havens, bruggen, kanalen of wegen. In het specifieke geval van wegtransport zal de hoeveelheid geld gespendeerd voor heffingen in euro (€) worden uitgedrukt, met de berekening uit route-planningsinstrumenten als referentie.

3.2 Overslagkosten

De tweede categorie van kosten die inbegrepen zijn in de intermodale kostenfunctie, zijn diegene gerelateerd aan de transshipment-operaties tijdens de volledige deur-tot-deur keten. De operaties die in beschouwing worden genomen, zijn die van het laden en lossen van de laadeenheid van de ene transportmodus naar een andere, of van een transportmodus naar de grond en dan van de grond naar een tweede transportmodus.

Laad- en loskosten worden gemeten in relatie tot de tijd nodig om de operatie te voltooien, meer specifiek de totale benuttingskost van het voertuig gebruikt voor het laden en lossen van de vracht, het personeel en de nodige brandstof. De totale kost per uur moet berekend worden voor de tijd die werkelijk nodig is voor het uitvoeren van de procedure, dus dit kostenaspect wordt berekend in €/u. In de meeste gevallen brengt de terminaloperator de kost in rekening per eenheid geladen/gelost. De kost kan veranderen volgens het type laadeenheid, maar desondanks varieert de kost niet substantieel. Het is tevens mogelijk om de laad- en loskosten uit te drukken per overgeslagen eenheid.

Laad-/loskosten (La/Lo):

(Kost per uur voor elke laad-/losoperatie)* Aantal uur nodig voor de volledige operatie

OF

(Kost per overgeslagen eenheid) * aantal overgeslagen eenheden

In het spoorvervoer moet rekening gehouden worden met de kost van rangeeroperaties. Deze operaties zijn gerelateerd aan het plaatsen van locomotieven en wagons op het correcte spoor. Dit kostenaspect wordt meestal uitgedrukt in €/u, met het oog op de tijd nodig om het rangeren uit te voeren.

Rangeeroperaties kost (RO):

(Kost voor rangeeroperaties per uur)* Aantal uren nodig voor de volledige operatie

3.3 Kostenfuncties

Eens alle kostenaspecten opgesomd en verklaard zijn, is de volgende stap het ontwikkelen van een kostenfunctie die alle vorige kosten kan bevatten. De redenering achter de constructie van elke kostenfunctie is dezelfde voor elke transportmodus, hoewel elke modus gekenmerkt wordt door zijn specifieke technische aard. Voor elke transportmodus (weg, spoor, binnenvaart en intermodaal transport) werd een berekening van de totale kost (€) en de kost per ton (€/ton) uitgevoerd in overeenstemming met onderstaande kostenfuncties. Het intermodaal vervoer vormt dan een combinatie van de kostenfuncties.

Totale kosten wegvervoer:

$$P + E + V + O\&H + A/L + T + OV + SB + A + La/Lo$$

Totale kosten spoorvervoer:

$$P + E + V + O\&H + A/L + OV + TS + A + RO + La/Lo + DL$$

Totale kosten binnenvaart:

$$P + E + V + O\&H + A/L + T + OV + A + La/Lo$$

Met deze kostenfuncties is het mogelijk om de kosten voor de verschillende transportmodi te berekenen, met als doel een vergelijking te bekomen tussen modi voor dezelfde oorsprong/bestemming van de goederen.

Om zulke functies te implementeren, moeten data over de kostencomponenten verzameld worden en ingevoerd worden in de wiskundige formules. De implementatie van een instrument dat eenvoudig betrouwbare uitkomsten kan produceren is een fundamentele stap in het onderzoeksproces.

4 GEVALSTUDIE: HAVEN VAN ANTWERPEN

Antwerpen is één van de belangrijkste havens in de Hamburg-Le Havre *range* en concurreert continu voor een stijgend volume en marktaandeel. In Europa is de haven van Antwerpen bij de eersten voor elke typologie van goederen. Het belangrijkste deel van de zakelijke activiteiten is gerelateerd aan containertrafiek. In 2012 werden 8,6 miljoen containers (uitgedrukt in TEU) behandeld, waarvan 7,3 miljoen geladen en 1,3 miljoen leeg. (Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, 2013)

Een belangrijke factor voor het succes van de haven van Antwerpen is haar verbondenheid met het hinterland, die echter beïnvloed wordt door infrastructuur- en congestieproblemen, met afgeleide milieubekommernissen. De geschatte modusverdeling van de containertrafiek in 2010 bedraagt 57% voor wegvervoer, 34% voor binnenvaart en 9% voor spoorvervoer (Steunpunt Goederen- en personenvervoer, 2012). In het algemeen waren er gedurende de laatste jaren geen grote verschuivingen. Het aandeel van wegvervoer en binnenvaart is overheersend, terwijl spoorvervoer achterop hinkt.

Wat betreft de trafiekstromen van en naar de haven van Antwerpen kunnen enkele relevante *catchment areas* geïdentificeerd worden in het centrum van West-Europa, zoals Zuid-Frankrijk, Zuid-Duitsland of Zwitserland. Deze regio's omvatten huidige bestemmingen voor trafiekstromen van de haven van Antwerpen.² Als casestudie wordt daarom gekozen voor de vrachtcorridor van/naar de haven van Antwerpen tot Bazel (Zwitserland).

² Een beschrijving is terug te vinden in Grosso (2011).

4.1 Antwerpen-Bazel Corridor

Deze corridor vertrekt in de haven van Antwerpen en gaat naar de stad Bazel in Noord-West-Zwitserland, en vice versa. De afstanden tussen de twee locaties zijn verschillend volgens de gebruikte transportmodus, namelijk 609 km voor wegvervoer, 890 km voor binnenvaart en 718 km voor spoorvervoer.³ In figuren 2, 3 en 4 wordt getoond welke routes gevolgd worden tussen Antwerpen en Bazel.

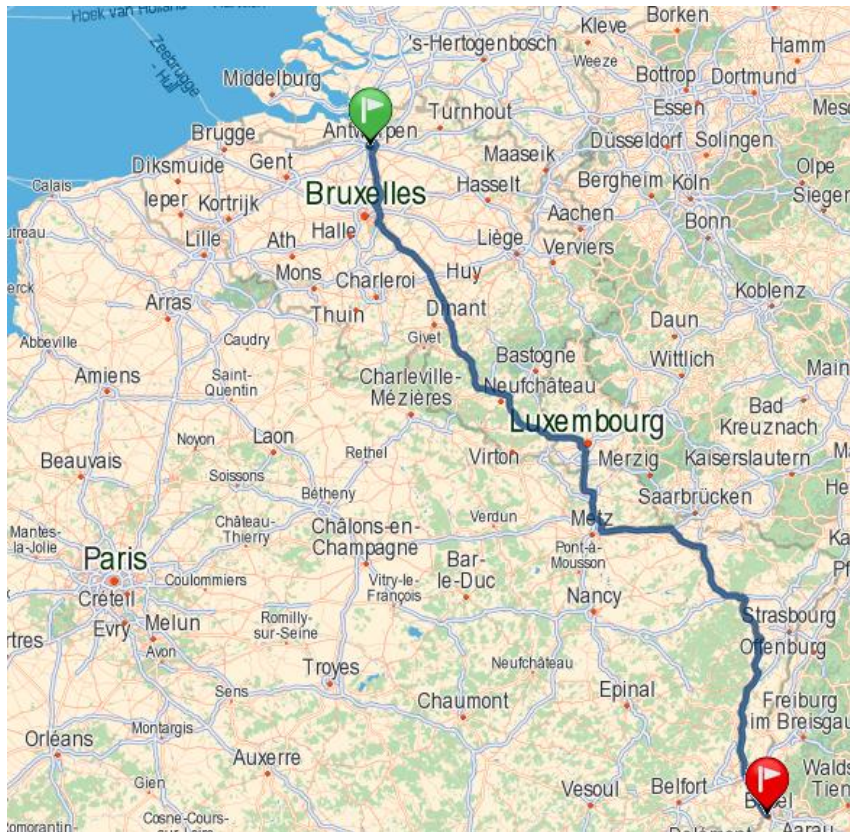
Figuur 1 : Corridor Antwerpen-Bazel



Voor de organisatie van de transportketen zijn verschillende alternatieven beschikbaar. Op basis van informatie van de website van het havenbedrijf Antwerpen, aangevuld met informatie van een aantal operatoren, is het mogelijk een aantal karakteristieken te geven van het hinterlandvervoer. Wat binnenvaart betreft, bieden een vijftal operatoren diensten aan tussen Antwerpen en Bazel. Ook kan worden opgemerkt dat de frequentie van deze diensten varieert van twee tot zes diensten in een week, met een gemiddelde doorvoertijd van vier dagen. De route gaat van de Vlaamse kanalen over de Rijn naar Bazel. De bedrijven die de diensten uitvoeren hebben hun hoofdkwartier in België, Nederland, Duitsland en Frankrijk. Volgens de beschikbare informatie, voeren slechts twee bedrijven spoorvervoer uit tussen deze twee punten. Natuurlijk is het mogelijk dat andere spoor- of intermodale bedrijven spoordiensten aanbieden tussen verschillende oorsprongen/bestemmingen dichtbij Antwerpen en/of Bazel gelegen. Twee intermodale operatoren bieden pendeldiensten aan, met een frequentie van vijf diensten per week, die de volledige afstand van Antwerpen tot Bazel in ongeveer 16/18 uur afleggen. Deze twee operatoren hebben hun hoofdkwartieren respectievelijk in België en Zwitserland.

³ Bron: wegtransport: <http://www.viamichelin.it/>, spoortransport en binnenvaart: interviews met transportoperatoren.

Figuur 2: Corridor Antwerpen-Bazel wegvervoer



Bron: Mappy (2013), <http://nl-be.mappy.com/>

Figuur 3: Corridor Antwerpen-Bazel binnenvaart



Bron: Routeplanner Binnenvaart (2013), www.binnenvaart.be

Figuur 4: Corridor Antwerpen-Bazel spoorvervoer



Bron: Corridor Rhine-Alpine (2013), www.corridor-rhine-alpine.eu/

Voor elke transportmodus wordt een gedetailleerde beschrijving van de procedure van dataverzameling toegelicht, inclusief de gebruikte bronnen, de informatie ingezameld bij de transportoperatoren en de finale waarden gebruikt om de berekening uit te voeren.

4.2 Wegvervoer

De belangrijkste bronnen die geraadpleegd werden, zijn de volgende:

- NEA Consulting group (2011): 2010 data;
- MINT en K+P Consulting Group (2009): 2009 data;
- Recordit - European Project (2000): 2000 data.

Naast deze bronnen werd tevens contact opgenomen met een aantal wegvervoeroperatoren, met als bedoeling om meer inzicht te krijgen in de kostencijfers. De gecontacteerde operatoren zijn onafhankelijke wegoperatoren, die diensten aanbieden in Europa. Hun ervaring en activiteit ligt in het zware vrachttransport over de weg.

De gebruikte kostencijfers in deze paper verwijzen naar een zware vrachtwagen, i.e. een trekker met oplegger van 40 ton brutogewicht en een laadvermogen van 25 ton. Enkele technische assumpties worden weergegeven in Tabel 1. Operationele kenmerken zijn terug te vinden in Tabel 2.

Tabel 1 : Technische kenmerken wegvervoer

<i>Kostenrubriek</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Gemiddeld</i>
Gemiddelde snelheid	km/u	67	70	69
Inzetbare tijd in dagen per jaar	n/jaar	230	250	240
Brandstofverbruik	l/100 km	34,30	36	35,15
Laadvermogen	ton	24	26	25
Laad- en lostijd in uur	u	0,10	0,20	0,15
Aantal banden	n	12	14	12
Levensduur van de banden	km	180.000	200.000	190.000
Jaarprestatie van het voertuig	km/jaar	119.800	130.000	124.900
Gemiddelde jaarprestatie banden	km/jaar	119.800	130.000	124.900
Bedrijfstijd per jaar	u/jaar	2.200	2.500	2.350

Bron: Eigen samenstelling

Zoals gezien kan worden in Tabel 1, worden minimum, maximum en gemiddelde waarden weergegeven. In deze paper wordt verder gewerkt met de gemiddelde waarden van de technische

kenmerken. Naast de technische kenmerken, dient rekening gehouden te worden met een aantal operationele kosten. Voor het wegvervoer zijn de beschouwde kosten voor de *out-of-pocket*-berekening:

- Personeelskosten en sociale zekerheid
- Energieverbruik (brandstof en smeermiddelen)
- Verzekeringen
- Onderhoud en herstellingen
- Belastingen en toeslagen
- Administratieve kosten (overhead)
- Afschrijvingen en interesten/huur/leasing
- Slijtage van banden
- Diverse kosten
- Laad-/losactiviteiten

Met betrekking tot de *personeelskosten* nemen we aan dat de vrachtwagenchauffeurs gehuurd zullen worden onder de regels en wetgevingen van West-Europa en dat de maximaal toegelaten rijtijd negen uur is.

Voor de *belastingen en toeslagen* moeten beide onderdelen afzonderlijk bekeken worden. Terwijl voor de belastingen de kost beschouwd wordt in €/u, worden de cijfers voor de berekening van heffingen verkregen door een online routeplanner te gebruiken. Het gebruik van zulke instrumenten laat toe om nauwkeuriger te zijn bij het definiëren van de exacte heffing, in relatie tot een specifieke oorsprong/bestemming route.

De kosten toegeschreven aan *afschrijvingen en interesten* voor de trekker en semitrailer kunnen berekend worden met verschillende methodologieën en zij kunnen variëren volgens variaties van de interestvoeten. In deze paper werd aangenomen dat de afschrijvingsperiode voor de oplegger vast ligt op zes jaar, terwijl dit voor de trekker-oplegger tien jaar is.

Tot slot wordt een korte beschrijving gegeven van de kosten gerelateerd aan de operaties voor het *laden en lossen* van de vrachtwagen. In het algemeen wordt een berekening per verplaatste laadeenheid toegepast. De verplaatsing bestaat uit twee operaties: het laden van de laadeenheid van de grond of van een andere transportmodus op de vrachtwagen en het lossen van de vrachtwagen naar de grond of naar een andere transportmodus.

Een overzicht van alle beschouwde kostenaspecten en hun waarden is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 : Kostenrubrieken wegvervoer

<i>Kostenrubriek</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Gemiddeld</i>
Afschrijving/lease/huur oplegger	€/jaar	2.000	5.000	3.500
Afschrijving/lease/huur oplegger per uur	€/u	0,85	2,12	1,49
Afschrijving/lease/huur trekker	€/jaar	8.000	11.000	9.500
Afschrijving/lease/huur trekker per uur	€/u	3,40	4,68	4,04
Brandstofprijs per liter	€/l	0,87	1,16	1,02
Laden en lossen per uur	€/u	150	350	250
Laden en lossen per laadeenheid	€/LU	30	50	40
Diverse kosten	€/jaar	8.318	10.000	9.159
Diverse kosten per uur	€/u	3	4	3,5
Overhead	€/jaar	18.520	20.000	19.260
Overhead per uur	€/u	7	9	8
Onderhoud en herstellingen	€/jaar	8.702	10.000	9.351
Onderhoud en herstellingen per km	€/km	0,05	0,10	0,08
Personeelskosten	€/jaar	28.420,55	33.500	30.960,28
Personeelkosten per uur	€/u	12	16	14
Sociale zekerheid	€/jaar	13.442,92	15.000	14.221,46
Sociale zekerheid per uur	€/u	5	7	6
Belastingen	€/jaar	750	2.000	1.375
Belastingen per uur	€/u	0,3	0,8	0,55
Aanschaffingsprijs banden	€	350	450	400
Banden	€/km	0,001	0,002	0,0015
Verzekeringen	€	3.000	5.000	4.000
Verzekeringen per uur	€/u	1,27	3	2,14

Bron: Eigen samenstelling

4.3 Spoorvervoer

De bronnen voor betrouwbare informatie over spoorvervoerkosten zijn eerder schaars. Naast de reeds vermelde bronnen MINT en K+P Consulting Group (2009) en Recordit (2009) werd gebruik gemaakt van Baumgartner (2011).

Een substantiële hulp bij het verzamelen van informatie kwam uit de interviews met de operatoren. Er werden twee spoorwegbedrijven geïnterviewd, resp. een Italiaans en een Zwitsers spoorwegbedrijf.

De focus in het onderzoek lag op bloktreinen en gecombineerde treinen. Het veronderstelde laadvermogen ligt tussen 600 en 800 ton. Enkele additionele indicatoren over de veronderstelde technische vereisten worden weergegeven in Tabel 3. Net zoals bij het wegvervoer, wordt in de rest van deze paper gewerkt met gemiddelde waarden. In Tabel 4 worden de operationele kenmerken opgenomen.

Tabel 3 : Technische kenmerken spoorvervoer

<i>Kostenrubriek</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Gemiddeld</i>
Gemiddelde snelheid	km/u	40,00	70,00	55,00
Inzetbare tijd in dagen per jaar	n/jaar	250,00	300,00	275,00
Laadvermogen	ton	600,00	800,00	700,00
Laad- en lostijd	u	4	8	6
Aantal machinisten	n	1	2	1,5
Jaarprestatie locomotief	km/jaar	100.000	180.000,00	140.000
Jaarprestatie per wagon	km/jaar	50.000,00	150.000,00	100.000,00
Wagons per trein	n	18,00	32,00	25,00
Inzettijd in (bedrijfs-)uren per jaar	u/jaar	2.200,00	2.500,00	2.350,00

Bron: Eigen samenstelling

Sommige kostenaspecten die reeds beschreven werden voor wegvervoer, zijn ook aanwezig in de analyse van spoorkosten, maar enkele opmerkingen moeten worden gemaakt. Specifieke spoorvervoerkosten zijn:

- Infrastructuurkosten
- Rangeeroperaties
- Duwlocomotief

De *personeelskosten* worden beïnvloed door nationale en/of Europese wetgeving. De Europese wetgeving laat één bestuurder toe per trein. Dit wordt algemeen toegepast in Europese landen, met enkele uitzonderingen zoals bv. Italië.

Energieverbruik in spoorvervoer kan ofwel verwijzen naar elektrisch vermogen, ofwel naar dieselbrandstof. Op de meeste grote Europese treinpaden wordt elektriciteit gebruikt, deels door de hogere kost van dieselbrandstof. In de verdere berekeningen wordt rekening gehouden met het gebruik van elektriciteit als aandrijving.

In het geval van spoorvervoer zijn de kosten voor *onderhoud en herstelling* van het voertuig zowel gerelateerd aan de locomotief als aan de wagons die samen de trein vormen. Voor deze overweging

wordt in tabel 4 een onderscheid gemaakt tussen herstellings- en onderhoudskosten voor de locomotief en voor de wagons, beide uitgedrukt in €/km.

De kost van de *infrastructuur* verwijst naar de prijs die de spooroperator moet betalen aan de infrastructuurbeheerder om het treinspoor of treinpad te mogen gebruiken. Het belangrijkste treinpad zal hogere kosten hebben, terwijl secundaire treinpaden goedkoper zijn. Treinsporen worden normaal gezien eenmaal per jaar toegewezen door de infrastructuurbeheerder, maar uitzonderingen zijn mogelijk.

Rangeeroperaties zijn het bewegen van de locomotieven en wagons om de trein in de juiste richting, laad- of losplaats of exacte gebied te plaatsen. In de meeste gevallen in Europa zijn er toegewezen bedrijven die de dienst aanbieden aan de spooroperator. In dit geval kan de kost variëren volgens verschillende componenten.

De kosten toegeschreven aan *leasing of huur* van de locomotief en wagons weerspiegelen de jaarlijkse uitgaven voor het gebruik van een locomotief en de wagons. In onze berekening beslisten we om de leasingkosten te gebruiken omdat ze de huidige situatie op het Europese toneel beter weergeven. Wagons kunnen ofwel eigendom zijn van de spoorwegmaatschappij, ofwel gehuurd worden.

De kosten van de operaties voor *laden en lossen* van de trein worden normaal gezien uitgedrukt in euro per beweging van de laadeenheid. Rekening houdend met de technische specificaties van de trein en de gemiddelde tijd voor het laden en lossen van de trein, wordt een berekening in €/u toegepast.

Voor de *voertuigverzekering, overhead kosten en andere kosten* gelden dezelfde opmerkingen als bij wegvervoer.

Tabel 4 : Kostenrubrieken spoorvervoer

<i>Kostenrubriek</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Gemiddeld</i>
Energieprijs elektriciteit	€/km	2,50	3,30	2,90
Leasing/Huur (locomotief en wagons)	€/jaar	270.000	480.000	375.000
Leasing/Huur per uur (locomotief en wagons)	€/u	115	210	162,50
Laden en lossen per uur	€/u	150,00	500,00	325,00
Laden en lossen per laadeenheid	€/LU	27,00	40,00	33,50
Diverse kosten	€/jaar	7.000	10.000	8.500
Diverse kosten per uur	€/u	3	4	3,5
Overhead	€/jaar	18.520	24.000	21.260
Overhead per uur	€/u	8	10	8,5
Duwlocomotief	€	500,00	2.000,00	1.250,00
Herstellingen en onderhoud locomotief	€/jaar	70.000	98.000	84.000
Herstellingen en onderhoud locomotief per km	€/km	0,50	0,70	0,6
Herstellingen en onderhoud wagons	€/jaar	3.500	7.000	5.250
Herstellingen en onderhoud wagons per km	€/km	0,03	0,07	0,05
Personeelskost per persoon per jaar	€/jaar	35.000	50.000	42.500
Personeelskost per persoon per uur	€/u	15	21	18
Rangeeroperaties (2 operaties)	€	700	1.000	850
Sociale zekerheid	€/jaar	13.442,92	14.000	13.721,46
Sociale zekerheid per uur	€/u	5	7	6
Infrastructuurgebruik	€/km	2,5	5	3,75
Verzekering	€/jaar	30.000	40.000	35.000
Verzekering per uur	€/u	10	14	12

Bron: Eigen samenstelling

4.4 Binnenvaart

De literatuur over kostenelementen en kostenwaarden voor binnenvaart is niet uitgebreid. Ook in dit geval kwam een waardevolle input voor de verzameling van de kostendata uit interviews.

De belangrijkste additionele referenties zijn:

- Onderzoek kosten per uur in de binnenvaart, NEA consulting group (2003).
- Wasser und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, , PLANCO Consulting GmbH (2007).

De additionele verzamelde kostendata werden verkregen uit gesprekken met binnenvaartoperatoren in België. De twee geïnterviewde bedrijven bieden diensten aan in België, Frankrijk, Nederland en Zwitserland.

Het type binnenschip gebruikt voor de simulatie is een containerschip met een laadvermogen van 1.900 ton. Enkele specificaties zijn weergegeven in Tabel 5. Net zoals bij het wegvervoer en spoorvervoer, wordt in de rest van deze paper gewerkt met de gemiddelde waarde.

Tabel 5 : Technische kenmerken binnenvaart

Kostenrubriek	Eenheid	Min	Max	Gemiddeld
Gemiddelde snelheid	km/u	9,00	12,00	10,50
Inzettijd in dagen	n	280,00	288,00	284,00
Brandstofverbruik	l/km	10	15	12,5
Laadvermogen	ton	1.600,00	1.900,00	1.750,00
Laad- en lostijd	u	16	24	20
Aantal bemanningsleden	n	4	5	4,5
Bedrijfstijd per jaar	u	3.920	6.912	4.544

Bron: Eigen samenstelling

De kosten voor *personeel en sociale zekerheid* hangen vooral af van de grootte en samenstelling van de bemanning, wat gerelateerd is aan het type en de grootte van het schip. Voor onze scheepstypologie is een minimum van vier leden vereist, terwijl het maximum normaal gezien vijf is. De lonen worden bepaald door ervaring, technische kennis en specifieke taken van de bemanningsleden. Voor de berekening van de personeels- en sociale zekerheidskosten werd een gemiddelde van deze lonen beschouwd, zonder onderlinge verschillen.

In Europa zijn er sommige rivieren en kanalen waar *heffingen* opgelegd zijn door de nationale of lokale autoriteiten. Dit is niet het geval op de belangrijkste West-Europese rivier, de Rijn. Dit verklaart waarom de hoeveelheid heffingen, die in deze specifieke gevalstudie in rekening werd gebracht, vrij laag is.

Tabel 6 : Kostenrubrieken binnenvaart

<i>Kostenrubriek</i>	<i>Eenheid</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Gemiddeld</i>
Brandstofprijs	€/l	0,35	0,70	0,53
Leasing/Huur binnenschip	€/jaar	300.000	500.000	400.000
Leasing/Huur binnenschip per uur	€/u	66	110	88
Laden en lossen per uur	€/u	249,00	625,00	437,00
Diverse kosten	€/jaar	9.000	10.000	9.500
Diverse kosten per uur	€/u	2	6	4
Overhead	€/jaar	30.000	40.000	35.000
Overhead per uur	€/u	7	10	8,5
Onderhoud en herstellingen	€/jaar	5.000	10.000	7.500
Onderhoud en herstellingen per km	€/km	0,06	0,10	0,08
Personeelskost per persoon	€/jaar	35.000	40.000	37.500
Personeelskost per persoon per uur	€/u	14	17,85	15,75
Kosten sociale zekerheid per persoon	€/jaar	13.000	14.000	13.500
Kosten sociale zekerheid per persoon per uur	€/u	5	7	6
Tol (op sommige routes)	€/jaar	200	300	250
Tol (op sommige routes) per km	€/km	0,003	0,005	0,004
Verzekering	€/jaar	20.000	25.000	22.500
Verzekering per uur	€/u	4	6,5	5,25

Bron: Eigen samenstelling

4.5 Intermodaal weg/spoorvervoer en intermodaal weg/binnenvaart

De kenmerken en de kostengegevens voor de twee intermodale oplossingen zijn gelijkaardig aan diegene reeds voorgesteld voor de voorafgaande transportmodi en daarom zijn de kostenelementen en de technische vereisten hetzelfde.

5 ANALYSE VAN DE RESULTATEN

Rekening houdend met de voorgaande specificaties voor elk kostenaspect, is het mogelijk om de kostenberekeningen uit te voeren om resultaten te verkrijgen voor onze vrachtcorridor. In de berekeningen wordt enkel rekening gehouden met het heentraject.

De afstanden en totale transporttijd per modus zijn per heentraject:

- wegvervoer: 609 km, 7 uur;
- spoorvervoer: 718 km, 15 uur;
- binnenvaart: 890 km, 105 uur;
- intermodaal vervoer weg + spoor: 678 km per spoor en 40 km over de weg; 14 uur per spoor en 1 uur over de weg;
- intermodaal transport weg + binnenvaart: 850 km binnenvaart en 40 km over de weg; 104 uur binnenvaart en 1 uur over de weg.⁴

De kosten zijn berekend voor het transport van 1.000 ton, rekening houdend met het laadvermogen van elk transportmiddel. Wanneer de verzending van 1.000 ton van Antwerpen naar Bazel volledig over de weg gebeurt, zullen gemiddeld 40 vrachtwagens gebruikt worden. Als het volledig per spoor gebeurt, zijn twee treinen nodig en wanneer het via binnenvaart gaat, wordt één binnenvaartschip ingezet.

In deel 5.1 worden de transportkosten berekend (exclusief overslagkosten), waarna in deel 5.2 het effect van overslagkosten wordt getoond. Tenslotte worden in deel 5.3 de resultaten getoond van een bijkomende analyse op basis van de waarde van de tijd.

5.1 Transportkosten (exclusief overslagkosten)

Tabel 7 geeft de totale kosten voor elk van de verschillende modi en de intermodale oplossingen. Voor elke vervoersoptie is de kostprijs berekend op basis van de minimumwaarden, de maximumwaarde en de gemiddelde waarde (MIN, GEM, MAX). Hierdoor is het mogelijk om de goedkoopste en duurste transportmodus te observeren.

⁴ De bronnen zijn: voor wegtransport: <http://www.viamichelin.it/>, voor spoor en binnenvaart: interviews met transportoperatoren.

Tabel 7 : Totale kostenvergelijking Antwerpen - Bazel

	<i>MIN</i>		<i>GEM</i>		<i>MAX</i>
Spoor	15.055	Spoor	20.221	Spoor	25.417
Weg/spoor	17.092	Weg/spoor	22.378	Weg/spoor	27.675
Binnenvaart	19.446	Weg	24.792	Weg	28.761
Weg	20.849	Binnenvaart	26.188	Binnenvaart	33.640
Weg/binnenvaart	22.118	Weg/binnenvaart	29.147	Weg/binnenvaart	36.796

Bron: Eigen samenstelling

Wanneer gekeken wordt naar de totale kost die een klant moet betalen aan de verschillende transportoperatoren, is het belangrijk om in het achterhoofd te houden dat een ophoging (*mark-up*, *winstmarge*) moet worden toegevoegd. In deze paper worden in alle gevallen de finale kosten beschouwd zonder ophoging, wat toelaat consistent te zijn in de vergelijking

Uit tabel 7 is duidelijk dat de goedkoopste oplossing wordt aangeboden door het spoorvervoer, gevolgd door de intermodale optie weg/spoorvervoer. Het kostenverschil tussen het goedkoopste en duurste scenario loopt op tot €7.000 in het minimumscenario en €11.000 in het maximumscenario.

Gezien de hoeveelheid goederen beschouwd voor deze gevalstudie 1.000 ton is, kan de transportkost per ton eenvoudig berekend worden (zie Tabel 8).

Tabel 8 : Kost per ton vergelijking Antwerpen-Bazel

	<i>MIN</i>		<i>GEM</i>		<i>MAX</i>
Spoor	15	Spoor	20	Spoor	25
Weg/spoor	17	Weg/spoor	22	Weg/spoor	27
Binnenvaart	19	Weg	24	Weg	28
Weg	20	Binnenvaart	26	Binnenvaart	33
Weg/binnenvaart	22	Weg/binnenvaart	29	Weg/binnenvaart	36

Bron: Eigen samenstelling

Om de relevantie van elk kostenaspect op de finale totale kost beter te begrijpen, wordt per unimodale vervoerswijze het procentueel belang berekend van elke kostenpost (zie Tabel 9, 10 en 11).

Beginnend bij wegvervoer werd geobserveerd dat voor alle scenario's de brandstofprijs het kostenaspect is dat het meeste doorweegt, schommelend rond 35%. Het tweede belangrijkste kostenaspect is de personeelskost, die een iets grotere impact heeft in het minimumscenario.

Tabel 9 : Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor wegvervoer (percentage van de totale kost)

Kostenpost	Min	Gem	Max
Brandstof	35,48	35,27	35,37
Personeel	16,40	15,83	15,58
Sociale zekerheid	6,83	6,79	6,81
Slijtage banden	1,43	1,77	2,03
Voertuigverzekering	1,74	2,42	2,92
Onderhoud en herstellingen	5,94	7,87	8,47
Belastingen	0,41	0,62	0,78
Heffingen/tol	12,30	10,18	8,76
Overhead	9,57	9,05	8,76
Afschrijvingen	5,81	6,24	6,62
Diverse kosten	4,10	3,96	3,89
Totaal	100	100	100

Bron: Eigen samenstelling

Tabel 10 toont hoe de verschillende kosten doorwegen in spoorvervoer. De belangrijkste kosten zijn de spoorkosten (infrastructuurgebruik), het leasen van de locomotief en de wagons en de kost voor het gebruik van energie. De belangrijkste component is dus de kost voor de treinsporen die de operator moet betalen aan de infrastructuurbeheerder voor het verkrijgen van de treinpaden.

Tabel 10 : Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor spoorvervoer

Kostenpost	Min	Gem	Max
Brandstofkost	22,93	20,59	18,64
Personeelskost	5,75	2,67	2,48
Sociale zekerheid	1,92	0,89	0,83
Voertuigverzekering	1,92	1,78	1,65
Onderhoud en herstellingen locomotief	4,59	4,26	3,95
Onderhoud en herstellingen wagons	6,88	8,88	9,89
Overhead	1,53	1,26	1,18
Gemiddelde spoorkost (infrastructuur)	22,93	26,63	28,25
Diverse kosten	0,57	0,52	0,47
Leasing/huur	22,04	24,11	24,79
Rangeeroperaties	8,94	8,41	7,87
Totaal	100	100	100

Bron: Eigen samenstelling

Bij het beschouwen van de samenstelling van de binnenvaarttransportkost in Tabel 11, blijkt dat de drie belangrijkste kosten altijd dezelfde blijven: brandstofprijs, personeelskost en leasing/huur van het schip.

Tabel 11: Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor binnenvaarttransport

Kostenpost	Min	Gem	Max
Brandstofprijs	16,02	21,96	27,78
Personeelskost	30,24	24,64	21,85
Sociale zekerheidskost	10,80	9,39	8,74
Voertuigverzekering	2,16	2,05	2,03
Onderhoud en herstellingen	0,27	2,65	0,26
Heffingen	0,01	0,01	0,01
Overhead	3,78	3,32	3,12
Leasing/huur	35,64	34,41	34,33
Diverse kosten	1,08	1,56	1,87
Totaal	100,00	100,00	100,00

Bron: Eigen samenstelling

Tabel 12 : Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor intermodaal weg/binnenvaart

Kostenpost	Min	Gem	Max
Brandstofprijs weg	2,16	1,97	1,82
Personeelskost weg	2,17	1,92	1,74
Sociale zekerheidskosten weg	0,90	0,82	0,76
Slijtage banden	0,09	0,10	0,10
Voertuigverzekering weg	0,23	0,29	0,33
Onderhoud en herstellingen weg	0,36	0,44	0,43
Belastingen weg	0,05	0,08	0,09
Heffingen weg	4,88	3,71	2,94
Administratieve kosten weg	1,27	1,10	0,98
Afschrijvingen weg	0,77	0,76	0,74
Diverse kosten weg	0,54	0,48	0,43
Brandstofprijs schip	13,45	19,32	24,25
Personeelskost schip	26,33	22,48	19,78
Sociale zekerheidskosten schip	9,40	8,56	7,91
Voertuigverzekering schip	1,88	1,87	1,84
Onderhoud en herstellingen schip	0,23	0,23	0,23
Heffingen schip	0,01	0,01	0,01
Administratieve kosten schip	3,29	3,03	2,83
Leasing/huur schip	31,03	31,40	31,09
Diverse kosten schip	0,94	1,43	1,70
Totaal	100,00	100,00	100,00

Bron: Eigen samenstelling

Voor de combinaties weg/binnenvaart (Tabel 12) en weg/spoorvervoer (Tabel 13) werden tevens de gewichten bepaald van elk kostenaspect op de totale kost. De conclusies betreffende de twee intermodale oplossingen zijn gelijkaardig aan de voorgaande unimodale conclusies. In intermodaal vervoer weg-binnenvaart zijn de belangrijkste kosten gerelateerd aan het grootste deel van de rit, dus binnenvaart. Het aandeel van het leasen van het schip schommelt rond 31%, gevolgd door de personeelskosten (tussen 19% en 26%). De brandstofkosten schommelen tussen 13% en 24%.

Voor weg-spoor intermodaal transport zijn de kosten voor het gebruik van de spoorinfrastructuur, het leasen of de huur, en het energieverbruik de belangrijkste kostenaspecten (Tabel 13). Het belang van de kosten voor het gebruik van de spoorinfrastructuur varieert tussen 18% en 21%.

Tabel 13: Gewicht van elk kostenaspect op de totale kost voor intermodaal weg/spoorvervoer

Kostenpost	Min	Gem	Max
Brandstofprijs weg	2,62	2,29	2,10
Personeelskost weg	2,64	2,24	2,01
Sociale zekerheidskosten weg	1,10	0,96	0,88
Slijtage banden	0,11	0,12	0,12
Voertuigverzekering weg	0,28	0,34	0,38
Onderhoud en herstellingen weg	0,44	0,51	0,50
Belastingen weg	0,07	0,09	0,10
Heffingen weg (tol)	5,93	4,32	3,39
Overhead weg	1,54	1,28	1,13
Afschrijvingen weg	0,93	0,88	0,85
Diverse kosten weg	0,66	0,56	0,50
Energieprijs spoor	18,61	15,72	14,06
Duwlocomotief	5,49	9,99	12,56
Personeelskost spoor	2,31	2,01	1,85
Sociale zekerheidskost spoor	0,77	0,67	0,62
Voertuigverzekering spoor	1,54	1,34	1,23
Onderhoud en herstellingen locomotief spoor	3,72	3,25	2,98
Onderhoud en herstellingen wagons spoor	5,58	6,77	7,45
Overhead spoor	1,23	0,95	0,88
Gemiddelde spookost spoor (infrastructuur)	18,61	20,32	21,30
Diverse kosten spoor	0,46	0,39	0,35
Leasing/huur spoor	17,68	18,19	18,47
Rangeeroperaties	7,69	6,79	6,28
Totaal	100,00	100,00	100,00

Bron: Eigen samenstelling

5.2 Overslagkosten

Tot nu werd enkel de zuivere transportkost beschouwd, maar een andere belangrijke component om de totale kost te analyseren is de laad- en loskost van de goederen.

Uit onze analyse van de literatuur en vooral uit de informatie van de interviews blijkt dat de laadkosten berekend worden op basis van de verplaatste laadeenheden. Dit is het geval voor alle modi. Er blijken geen substantiële verschillen te zijn tussen de verschillende transportmodi. De overslagkost van containers kan variëren tussen €30 en €50 per overslagbeweging. Tabel 14 rapporteert de totale kost, samengesteld uit de transportkost en de laad-/loskost. Hierbij wordt gestart van de assumptie dat elke overslagbeweging €40 kost. Deze €40 kan verschillende zaken omvatten, zoals de vergoeding aan de terminaloperator, maar kan evengoed de monetaire waardering zijn van de tijd die nodig is om de overslag praktisch uit te voeren. Het valt onmiddellijk op dat het intermodaal vervoer hierdoor een stuk duurder wordt, wegens de extra overslag.

Tabel 14: Vergelijking van totale kosten (transport- en laad/loskosten)

MIN	Transportkost	Laad-/loskosten	Totaal
Spoor	15.055	3.200	18.255
Weg/spoor	17.092	6.400	23.492
Binnenvaart	19.446	3.200	22.646
Weg	20.849	3.200	24.049
Weg/Binnenvaart	22.118	6.400	28.518
Gem	Transportkost	Laad-/loskosten	Totaal
Spoor	20.221	3.200	23.421
Weg/spoor	22.378	6.400	28.778
Binnenvaart	24.792	3.200	27.992
Weg	26.188	3.200	29.388
Weg/Binnenvaart	29.147	6.400	35.547
MAX	Transportkost	Laad-/loskosten	Totaal
Spoor	25.417	3.200	28.617
Weg/spoor	27.675	6.400	34.075
Binnenvaart	28.761	3.200	31.961
Weg	33.640	3.200	36.840
Weg/Binnenvaart	36.796	6.400	43.196

Bron: Eigen samenstelling

Een belangrijke vaststelling is echter dat er in de praktijk heel vaak niet voor de goedkoopste vervoerswijze wordt gekozen en dat andere factoren dus heel wat belangrijker zijn, waaronder de waarde van de tijd (value of time). Hier wordt op ingegaan in het volgende deel.

5.3 Waarde van de tijd

Een algemene definitie van de waarde van de tijd luidt als volgt: als de vervoerstijd met 1 uur daalt, wat is dan de betalingsbereidheid van de verlader daarvoor? Dit vormt een belangrijk aspect bij de keuze van het wegvervoer, dat een relatief snellere modus is waarvoor men bereid is te betalen. Zoals weergegeven in Tabel 15 is de waarde van de tijd bij het wegvervoer hoger dan de waarde van de tijd bij spoorvervoer en binnenvaart.

Tabel 15: Waarde van de tijd per tonuur

Waarde van de tijd, €/tonuur	
Weg	6,23
Spoor	1,13
Binnenvaart	0,054
Weg/spoor	1,13
Weg/binnenvaart	0,054

Bron: Grosso (2011) op basis van De Jong (2004)

Om goederen te vervoeren op de corridor Antwerpen-Bazel, zijn er verschillende reistijden voor elke vervoerswijze. Deze reistijden kunnen uitgedrukt worden in een monetaire waarde, op basis van de gegevens in Tabel 15. Op deze manier komt men tot de notie van gegeneraliseerde kosten. Gegeneraliseerde kosten zijn samengesteld uit monetaire (cfr. delen 5.1 en 5.2) en niet-monetaire kosten. Hierbij worden de niet-monetaire kosten (vb. betrouwbaarheid, flexibiliteit, transporttijd) omgezet in monetaire waarden, waardoor de gegeneraliseerde kost uitgedrukt kan worden in geldwaarden. Door gebruik te maken van de gegeneraliseerde kosten, kunnen de vervoerswijzen op een kwantitatieve manier met elkaar vergeleken worden. In principe zou dan gekozen moeten worden voor de vervoerswijze met de laagste gegeneraliseerde kost.

Voor de specifieke corridor Antwerpen-Bazel werd door Grosso (2011) de waarde van de tijd berekend, op basis van een te vervoeren volume van 1.000 ton. In Tabel 16 worden de resultaten getoond, gevolgd door de gegeneraliseerde kost. Hierbij werd de waarde van tijd berekend op basis van de vervoerswijze die voor het langste traject werd gebruikt.

Bij de berekening van de tijd wordt rekening gehouden met het aantal voertuigen, de totale transporttijd en het vervoerd volume. Niettegenstaande dat het wegvervoer sneller is, moeten er meer transportbewegingen uitgevoerd worden.

Tabel 16: Gegeneraliseerde kost (MIN, Gem en MAX)

MIN	Transportkost	Laad-/loskosten	Waarde van de tijd	Totaal
Spoor	15.055	3.200	16.950	35.205
Weg/spoor	17.092	6.400	16.950	40.442
Binnenvaart	19.446	3.200	5.670	28.316
Weg	20.849	3.200	43.610	67.659
Weg/Binnenvaart	22.118	6.400	5.670	34.188
Gem	Transportkost	Laad-/loskosten	Waarde van de tijd	Totaal
Spoor	20.221	3.200	16.950	40.371
Weg/spoor	22.378	6.400	16.950	45.728
Binnenvaart	24.792	3.200	5.670	33.662
Weg	26.188	3.200	43.610	72.998
Weg/Binnenvaart	29.147	6.400	5.670	41.217
MAX	Transportkost	Laad-/loskosten	Waarde van de tijd	Totaal
Spoor	25.417	3.200	16.950	45.567
Weg/spoor	27.675	6.400	16.950	51.025
Binnenvaart	28.761	3.200	5.670	37.631
Weg	33.640	3.200	43.610	80.450
Weg/Binnenvaart	36.796	6.400	5.670	48.866

Bron: Eigen samenstelling

De belangrijkste conclusie is hier dat de gegeneraliseerde kost voor het wegvervoer hoger is dan voor andere unimodale en intermodale alternatieven.

Ondanks het feit dat de gegeneraliseerde kost (inclusief waarde van tijd) van wegvervoer hoger is, stelt men in de praktijk vast dat nog steeds voor deze modus gekozen wordt. Naast tarieven en snelheid zijn het dus vooral kwalitatieve factoren zoals betrouwbaarheid, flexibiliteit, frequentie, kans op verlies en schade van de goederen, die een rol spelen bij de keuze van de vervoerswijze.

Daarom werden interviews afgenomen bij expediteurs en verzenders die actief zijn in het vervoer tussen de haven van Antwerpen en het hinterland (voor details zie Grosso, 2011). De belangrijkste algemene conclusies zijn:

- Het meest doorslaggevende aspect dat de beslissingsnemers beïnvloedt in hun keuze voor een bepaalde vervoerswijze is de betrouwbaarheid van de dienst, ongeacht welk vervoersmiddel wordt gebruikt;
- Wegvervoer wordt als beter beschouwd, vanwege de flexibiliteit, frequentie, vervoersdienst en de klantendienst;
- Intermodaal vervoer zou de voorkeur kunnen krijgen vanwege de lagere kosten en de lagere milieu-impact.

Waar we in deze paper niet op ingaan, zijn de mogelijke effecten van de internalisering van een aantal externe kosten (zoals milieuhinder, congestie, schade aan infrastructuur,...). Een correcte invulling van deze waarden kan tot een verschuiving in de vervoerswijzen leiden.

6 BESLUIT EN VERDER ONDERZOEK

Het doel van deze paper was dieper inzicht te krijgen in de kostenfactoren die het intermodaal vervoer in Vlaanderen en op Europees niveau bepalen, zowel voor het intermodaal binnenvaartvervoer als het intermodaal spoorvervoer, tegenover het gebruik van weg, spoor en binnenvaart afzonderlijk. Suggesties om de concurrentiekracht te verbeteren, werden geformuleerd.

De paper is opgebouwd rond het concept van de gegeneraliseerde kosten. Gegeneraliseerde kosten zijn samengesteld uit monetaire en niet-monetaire kosten. Hierbij worden de niet-monetaire kosten (vb. betrouwbaarheid, flexibiliteit, transporttijd) omgezet in monetaire waarden, waardoor de gegeneraliseerde kost uitgedrukt kan worden in geldwaarden.

De focus van deze paper lag op de corridor Antwerpen-Bazel. Een gedetailleerde berekening werd gemaakt van de monetaire kosten voor een verzending van 1.000 ton goederen (containervervoer). Hierbij werd tevens onderzocht welke kostenelementen het zwaarste doorwegen in de totale kosten, waarbij ook gebruik gemaakt werd van een sensitiviteitsanalyse. Uit de resultaten blijkt dat de kost van het treinvervoer in de meeste gevallen het laagste is. In welke mate dat vertaald wordt naar de tarieven, hangt in grote mate af van de marktsituatie en de marktpositie van de betrokken vervoermaatschappijen. Een belangrijke vaststelling is echter dat er in de praktijk heel vaak niet voor

de goedkoopste vervoerswijze wordt gekozen en dat andere factoren dus heel wat belangrijker zijn, waaronder de waarde van de tijd.

Ongeacht de transportmodus zijn energiekosten, personeelskosten en afschrijvingen of leasing de kostenaspecten die de finale kost van de operator het meest beïnvloeden.

De waarde van tijd geeft weer hoeveel men bereid is te betalen om de vervoerstijd te doen dalen met één uur. Voor de corridor Antwerpen-Bazel (Zwitserland) werd aldus de waarde van tijd berekend. Een volgende stap bestond dan uit de berekening van de gegeneraliseerde kost per corridor voor het vervoer van 1.000 ton, opgebouwd uit de monetaire kost en de waarde van tijd. De belangrijkste conclusie is hier dat de gegeneraliseerde kost voor het wegvervoer hoger is dan voor andere unimodale en intermodale alternatieven.

Ondanks het feit dat de gegeneraliseerde kost (inclusief waarde van tijd) van wegvervoer hoger is, stelt men in de praktijk vast dat nog steeds voor deze modus gekozen wordt. Naast tarieven en snelheid zijn het dus vooral kwalitatieve factoren zoals betrouwbaarheid, flexibiliteit, frequentie, kans op verlies en schade van de goederen, die een rol spelen bij de keuze van de vervoerswijze.

Op basis van het onderzoek kunnen een aantal beleidsmatige conclusies geformuleerd worden. Ten eerste dient bij de uitwerking van intermodaal vervoer duidelijk ingezet op de kwalitatieve variabelen, in eerste instantie de betrouwbaarheid. Een harmonisering van het bureaucratisch proces en van procedures in Europa kan leiden tot een snellere en meer betrouwbare dienstverlening van het intermodaal vervoer. Het inzetten op echte spoorcorridors, zoals Europa beoogt, is hierin cruciaal. Een gelijkaardige aanpak voor binnenvaart is wenselijk. Maar ook de werking van de operatoren zelf, bij het spoor vaak nog in semi-overheidshanden, dient verbeterd te worden, met als doel onder meer de flexibiliteit te verbeteren: wegvervoer laat quasi last-minute flexibiliteit toe, terwijl voor het spoor bijvoorbeeld rijpaden al lange tijd op voorhand moeten aangevraagd, wat nauwelijks ruimte voor flexibiliteit laat. In de sector van het intermodale spoorvervoer is er verder nood aan de introductie van bijkomende operatoren. De geliberaliseerde markt tendeeft duidelijk richting een oligopolie en eventueel zelfs een monopolie op Europees niveau⁵. Een dergelijk monopolie, dat sowieso niet goed is richting aangeboden prijs en kwaliteit, is bovendien ook nog eens in buitenlandse handen, wat de verankering aan bijvoorbeeld Vlaamse haventrafieken in geen

⁵ Zie ook beleidsondersteunende paper Steunpunt Goederen- en Personenvervoer 'Vrachtervervoer per spoor: marktstructuur, vervoerbeleid en havens'.

geval ten goede komt. Voldoende regulering, maar ook het ondersteunen van eigen spoorinitiatieven door Vlaamse operatoren is daarom aangewezen.

Ten tweede wordt best een aangepast promotiebeleid uitgevoerd om het potentieel van intermodaliteit voldoende te demonstreren. Daarbij dient de nadruk op de kosten te worden gelegd, waar intermodaal vervoer typisch veel beter scoort dan wegvervoer. Maar ook best practices van intermodaal vervoer, met stipte en snelle dienstverlening, worden best als voorbeeld meegenomen, om de negatieve perceptie weg te werken. Het is cruciaal dat dergelijke kostenvergelijkingen en demonstratie van best practices ook in het pakket zit dat bijvoorbeeld de Vlaamse Logistieke Consulenten aanbieden.

7 REFERENTIES

- Baumgartner, J.P. (2001). Price and costs in the railway sector, Litep.
- Blauwens, G., De Baere, P., Van De Voorde, E. (2012). Transport Economics, Standaard Uitgeverij, Antwerpen.
- Boardman, B., Trusty, K., Malstrom, E. (1999). Intermodal Transportation Cost Analysis tables, Department of Industrial Engineering, University of Arkansas.
- De Jong et al. (2004a). New Values of Time and Reliability in Freight Transport in the Netherlands, Proceedings of the European Transport Conference.
- De Jong et al. (2004b). The Value of Reliability, Proceedings of the European Transport Conference.
- ECMT (1998). Report on the current State of Combined Transport in Europe, OECD, European Conference of Ministers of Transport, Parijs.
- Europese Commissie (2011). Stappenplan voor een interne Europese vervoersruimte – werken aan een concurrerend en zuinig vervoerssysteem, Brussel.
- Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (2013). Statistisch Jaarboek 2012, Antwerpen.
- Grosso, M. (2011). Improving the competitiveness of intermodal transport: applications on European corridors, PhD thesis, Genua, Antwerpen.
- Macharis, C., Caris, A., Pekin, E., Jourquin, B. (2011). Beslissingsondersteunend instrument voor intermodaal transportbeleid. Geraadpleegd op 14 november 2011 via:
<https://doclib.uhasselt.be/dspace/bitstream/1942/12285/1/AgoraMacharisCarisPekinJourquin.pdf>
- Markianidou, P., Pauwels, T., Vanelslender, T. (2012). Strategic Freight Model Flanders: assessment, development and applications, Steunpunt Mobilo, Antwerpen.
- MINT en K+P Consulting Group (2009), Vlaams vrachtmodel, technical note (vertrouwelijk).
- NEA Consulting Group (2003). Onderzoek Kosten per uur in de binnenvaart.
- NEA Consulting Group (2011). Cost calculations for road freight transport.
- PLANCO Consulting GmbH (2007). Wasser und Schifffahrtsverwaltung des bundes.
- Vernimmen, B., Dullaert, W., Willem, P., Witlox, F. (2008). Using the inventory-theoretic framework to determine cost-minimizing supply strategies in a stochastic setting, Int. J. Production Economics 115 248–259.
- VIL (2006). Totale logistieke kosten beslissingsondersteunend bij de bepaling van de optimale modal split.
- Weinreich, S. et al. (2000). “Real cost reduction of door-to-door intermodal transport (Recordit)”, Deliverable 1: Accounting framework for the analysis of the cost structure of door-to-door intermodal freight transport services.
- <http://www.containerafvaarten.be>
- <http://www.portofantwerp.com/>
- <http://www.viamichelin.it/>
- <http://it.mappy.com/>
- <http://www.routes.tomtom.com/t/#/>

<http://nl-be.mappy.com/>

www.binnenvaart.be

www.corridor-rhine-alpine.eu/

Steunpunt Goederen- en personenvervoer
-MOBILO-

Prinsstraat 13

B-2000 Antwerpen

Tel.: -32-3-265 41 50

Fax: -32-3-265 43 95

steunpuntmobilo@uantwerpen.be

<http://www.steunpuntmobilo.be>

