

Multimodaal vervoer: economische, energetische en ecologische analyse

Toepassing : palletvervoer bij Vandersanden

Evvy CUYPERS

promotor :
Prof.dr.ir Frans LEMEIRE

Voorwoord

Deze eindverhandeling vormt het sluitstuk van mijn opleiding tot Handelsingenieur, optie Operationeel Management en Logistiek, aan de Universiteit Hasselt (campus Diepenbeek).

Dit werkstuk is tot stand gekomen mits de steun en hulp van een aantal personen aan wie ik graag mijn dank wil betuigen. In de eerste plaats wil ik mijn promotor Prof. Dr. Ir. Frans Lemeire bedanken voor zijn professionele begeleiding en advies. Verder gaat mijn dank uit naar de heer William Roox, logistiek coördinator bij steenfabrikant Vandersanden, die de nodige informatie voor de uitwerking van mijn gevalstudie ter beschikking heeft gesteld en steeds klaarstond om mijn verdere vragen te beantwoorden.

Tot slot wil ik mijn ouders bedanken voor hun morele en financiële steun tijdens de afgelopen vijf jaar. Zij hebben steeds in mij geloofd en mij aangespoord om hard te werken voor datgene dat je wil bereiken.

Samenvatting

Vandaag de dag wordt België, en vooral Limburg, meer en meer beschouwd als dé logistieke poort van Europa. De centrale ligging van België met de faciliteiten van de Antwerpse haven en het dichtste wegennetwerk van Europa, zorgen ervoor dat België vooral vanuit West-Europa snel en makkelijk bereikbaar is. De inplanting van grote distributiecentra in ons land is dan ook niet verwonderlijk. Als gevolg van onze logistieke troeven is het totale goederenvervoer binnen onze landgrenzen de laatste decennia sterk toegenomen. De vervoersmodaliteiten die in België vooral worden aangewend voor het vrachtvervoer zijn het spoorvervoer, het transport via de weg en het goederenvervoer via de binnenvaart. In 2003 bedroeg het aantal tonkilometers van alle modi samen 49,42 miljard, een stijging met 66% ten opzichte van 1990. Vooral het wegvervoer neemt het grootste deel van het goederenvervoer voor zijn rekening met een aandeel van maar liefst 75 tot zelfs 80% van de totale transportactiviteiten. Het aandeel van het vervoer via het spoor en de binnenvaart is daarentegen eerder klein waardoor we kunnen concluderen dat er een groot onevenwicht heerst tussen de drie verschillende vervoerswijzen.

De overheersende aanwezigheid van de vrachtwagen in de transportwereld veroorzaakt echter een groot aantal ongewenste neveneffecten, zoals milieuschade (klimaatverandering en luchtverontreiniging), congestie, ongevallen en schade aan het wegdek. De schadekosten die aan deze elementen verbonden zijn, worden meestal niet via het prijsmechanisme in rekening gebracht en bijgevolg afgewenteld op de maatschappij, andere landen of toekomstige generaties. Deze kosten worden daarom externe kosten genoemd. Uit de literatuur blijkt dat vooral het wegvervoer negatieve effecten met zich meedraagt, terwijl zowel het spoor als de binnenvaart minder belastend is voor de mens en zijn omgeving. Bovendien wordt door het verdrag van Kyoto het bewustzijn en de druk om de CO₂-uitstoot te verminderen verhoogd. Aangetoond werd dat in de transportsector vooral de vrachtwagen een grote bijdrage levert aan deze emissies. Daartegenover staat dat het wegvervoer een zeer goede reputatie heeft wat betreft betrouwbaarheid, stiptheid en bereikbaarheid. Daar waar de vrachtwagen makkelijk kan inspelen op veranderende omgevingsfactoren en snel van deur-tot-deur

kan navigeren, is het transport via het spoor of de binnenvaart eerder star en niet erg flexibel te organiseren.

Aangezien elke vervoerswijze zijn eigen troeven en knelpunten heeft, wordt het multimodaal vervoer waarbij verschillende transportmodi gecombineerd worden, aanzien als een oplossing om de modale verschuiving van het wegvervoer naar het spoor of de binnenvaart waar te maken. Door de toepassing van het gecombineerd vervoer kunnen immers enkele actuele problemen van het wegvervoer zoals de verkeerscongestie en de milieubelasting gereduceerd worden en blijft toch ook de flexibiliteit van het wegvervoer behouden. Voorwaarde voor het dieper doordringen van het multimodaal transport in onze maatschappij is wel dat deze alternatieve vervoerswijze meer gestimuleerd moet worden. Ook in de literatuur vinden we deze stellingname terug. Men stelt hier dat om het slagen van het multimodaal vervoer te garanderen, we nog enkele stappen dienen te ondernemen in de toekomst. De verdere uitbouw van het terminallandschap behoort onder andere tot deze acties. Hierin zijn reeds enkele positieve maatregelen ondernomen door de bevoegde instanties. Sinds 2005 voorziet de federale overheid een subsidie voor binnenlands spoorvervoer met een minimumafstand van 50 km. Wat de binnenvaart betreft heeft de Vlaamse overheid het kaaimurenprogramma verlengd tot 2010.

In deze eindverhandeling wordt bovendien het concept palletvervoer besproken. Palletvervoer is een bijzondere wijze van multimodaal vervoer waarbij de transporteenheid niet de container is maar een pallet beladen met goederen. De drie grote componenten in de multimodale vervoersketen, namelijk het voortransport, het hoofdtransport en het natransport, blijven hierbij wel behouden. Het voor- en natransport van de aankomst of bestemming tot de terminal wordt steeds afgelegd per vrachtwagen. Het hoofdtransport daarentegen vindt plaats over het spoor of via de binnenwateren. In de bespreking van het palletvervoer concentreren we ons echter vooral op het transport via de binnenvaart.

Aansluitend op het hoofdstuk over het palletvervoer, wordt een analyse uitgewerkt voor steenproducent Vandersanden te Lanklaar. Vandersanden in Lanklaar is gelegen aan de Zuid-Willemsvaart en transporteert zijn bakstenen per pallet waardoor zij in aanmerking komen voor de vervoerswijze van palletvervoer via de binnenvaart. Nadat een algemene rentabiliteitsstudie wordt ontwikkeld die aandacht heeft voor zowel de economische als de energetische en ecologische aspecten van het binnenvaartpalletsysteem, worden deze

analyses ook concreet toegepast op Vandersanden. Uit deze studie blijkt dat vooral de overslagactiviteiten en het natransport cruciale componenten vormen in de kostenberekening van het multimodaal vervoer. Hieruit kunnen we concluderen dat naar de toekomst toe vooral onderzoek moet gedaan worden naar nieuwe en efficiëntere overslagtechnieken die zowel de kost als de duur van het overslaan moeten verminderen. Ook een betere spreiding en inplanting van de binnenvaartterminals in België is wenselijk om het multimodaal transport als volwaardig transportalternatief te kunnen beschouwen.

Bovendien wordt een 'inventory-theoretic approach' uitgewerkt die de haalbaarheid van het multimodaal palletsysteem nagaat rekening houdend met zowel de transportkosten als de voorraadkosten. De voorraadkosten werden immers in de drie analyses die hierboven reeds vernoemd werden niet in rekening gebracht. Deze 'inventory-theoretic approach' vergelijkt de haalbaarheid van het rechtstreeks wegvervoer en het multimodaal vervoer niet enkel vanuit het standpunt van Vandersanden. De benadering neemt de hele keten in beschouwing zodat ook de kosten die worden opgelegd aan de eindbestemming in rekening worden gebracht.

Buiten deze twee benaderingen die gebruikt kunnen worden om de transportkosten van unimodaal en multimodaal wegvervoer te vergelijken, wordt in deze eindverhandeling de breakevenkromme of hyperbool geconstrueerd die aangeeft waar de eindschakel van het transportsysteem best gepositioneerd is om het multimodaal vervoer rendabel te maken. Bij deze constructie wordt aangetoond dat de eindbestemming best een bepaalde afstand van de verzender en de terminal verwijderd is opdat de kosten van het natransport niet te hoog zouden oplopen.

Inhoudstabel

Voorwoord	1
Samenvatting	2
Inhoudstabel	5
Lijst met afkortingen	7
Lijst van figuren	9
Lijst van tabellen	11
Hoofdstuk 1: Probleemstelling van het vrachtvervoer	12
1.1 Praktijkprobleem	12
1.2 Centrale onderzoeksvraag	20
1.3 Deelvragen	21
Hoofdstuk 2: Interne of private kosten van het multimodaal vrachtvervoer	22
2.1 De intermodale keten	23
2.2 Transportkosten	24
2.2.1 Het wegvervoer	24
2.2.2 Het multimodaal vervoer	26
2.3 Voorraadkosten	40
2.3.1 Cyclische voorraadkosten	44
2.3.2 Voorraadkosten tijdens het vervoer	45
2.3.3 Kosten van veiligheidsvoorraad	46
2.4 Kwalitatieve aspecten	46
Hoofdstuk 3: Externe kosten van het vrachtvervoer	51
3.1 Prijsmechanisme	51
3.2 Marginale milieukosten	55
3.3 Marginale congestiekosten	59
3.4 Marginale ongevallenkosten	60

3.5 Marginale infrastructuurkosten.....	61
Hoofdstuk 4: Het broeikaseffect en het Kyoto-protocol	63
4.1 Het broeikaseffect	63
4.2 Het verdrag van Kyoto	66
4.2.1 Conferenties	66
4.2.2 Flexibiliteitsmechanismen.....	68
4.3 De rol van het transport.....	70
4.4 De Belgische situatie	75
4.5 Transgenerationele solidariteit	78
Hoofdstuk 5: Toekomstvisie.....	80
5.1 Huidige situatie.....	82
5.2 Knelpunten.....	84
5.3 Intermodaal transportbeleid	86
Hoofdstuk 6: Palletvervoer via de binnenvaart	90
6.1 Het concept 'palletvervoer'	90
6.2 Algemene rentabiliteitsstudie	95
6.2.1 Economische analyse	96
6.2.2 Energetische analyse	101
6.2.3 Ecologische analyse	102
Hoofdstuk 7: Palletvervoer bij Vandersanden	104
7.1 Inventory-theoretic approach	107
7.2 Rentabiliteitsstudie toegepast op Vandersanden.....	115
7.2.1 Economische analyse	115
7.2.2 Energetische analyse	122
7.2.3 Ecologische analyse	125
7.3 Conclusies en toekomstvisie voor Vandersanden	127
Hoofdstuk 8: Algemeen besluit.....	134

Lijst van geraadpleegde werken	137
Lijst van bijlagen	145

Lijst met afkortingen

G = giga = miljard = 10^9

M = miljoen = 10^6

m = meter

km = kilometer

Gkm = gigakilometer = 1 miljard kilometer

Mkm = megakilometer = 1 miljoen kilometer

kmtm = kilometerton = transport van één ton goederen over een afstand van één km

tonkm = tonkilometer = uniforme maateenheid voor de vervoersprestatie

= transport van één ton goederen over een afstand van één km

u = uur

EUR = euro

ft = feet = voet

Mu = 1 miljoen uur

MEUR = 1 miljoen euro

Mton = 1 miljoen ton

Lijst van figuren

Figuur 1	Evolutie van het binnen- en buitenlands goederenvervoer in België	12
Figuur 2	Schets van de probleemstelling, eigen opmaak	20
Figuur 3	De intermodale keten	23
Figuur 4	Globale kostenstructuur voor intermodaal vervoer en wegvervoer	27
Figuur 5	Verticale overslag: reachstacker.....	35
Figuur 6	Verticale overslag: portaalkraan.....	35
Figuur 7	Horizontale overslag	36
Figuur 8	'Stay with' ritten (trekker en oplegger blijven gekoppeld): drie basispatronen	38
Figuur 9	'Drop and pick' ritten (trekker en oplegger worden ontkoppeld): drie basispatronen.....	39
Figuur 10	Trade-off tussen de transport- en voorraadkosten	41
Figuur 11	Cyclische voorraad bij bestelkwantiteit Q.....	44
Figuur 12	Prijsmechanisme van het intermodaal transport	52
Figuur 13	Marginale externe kosten per transportmodus, in EUR per 1000 tonkm.....	53
Figuur 14	Marktevenwicht en maatschappelijk optimum	54
Figuur 15	Marginale milieukosten (directe en indirecte emissies) voor goederenvervoer (Vlaanderen, 1990, 1995, 2000 en 2003)	57
Figuur 16	Het broeikaseffect	64
Figuur 17	Aandeel van de verschillende broeikasgassen in totale uitstoot (in %).	66
Figuur 18	Evolutie van de uitstoot van de verschillende broeikasgassen (in 2004 in verhouding tot het niveau van 1990) (in kiloton CO ₂ -equivalenten).....	66
Figuur 19	Evolutie van de uitstoot van de verschillende sectoren in verhouding tot het niveau van 1990 (in kiloton CO ₂ -equivalenten).....	71
Figuur 20	Bijdrage van de belangrijkste sectoren in de totale uitstoot (2004).....	71
Figuur 21	Evolutie van de uitlaatemissies van wegverkeer in België	72
Figuur 22	Evolutie van CO ₂ -emissies en de uitstoot van broeikasgassen in vergelijking met de Kyotodoelstelling	77
Figuur 23	Evolutie van de kost per tonkm in de tijd voor het wegvervoer en de binnenvaart, eigen voorstelling.....	81

Figuur 24	De evolutie van transportstromen van goederenvervoer en hun modale verdeling (Vlaanderen, 1990-2005)	82
Figuur 25	Behandelde eenheidsladingen in intermodale terminals (1997-2004)	84
Figuur 26	Kaaimuur	88
Figuur 27	Evolutie van de overheidsinvesteringen in infrastructuur opgesplitst per modus in constante prijzen (basisjaar=1991)(Vlaanderen,1990-2002).....	89
Figuur 28	Logistieke concepten.....	91
Figuur 29	Volautomatisch overslagsysteem in het ruim van een binnenschip	93
Figuur 30	Het palletschip 'Riverhopper'	93
Figuur 31	Voorstelling van het rechtstreeks wegvervoer versus het multimodaal transport via het water, eigen opmaak	96
Figuur 32	Voorstelling van het rechtstreeks wegvervoer versus het multimodaal transport via het water in een assenstelsel, eigen opmaak.....	98
Figuur 33	De algemene constructie van hyperbolen binnen het assenstelsel van het rechtstreeks wegvervoer versus het multimodaal transport via het water, eigen opmaak	101
Figuur 34	Vaarroute Vandersanden	106
Figuur 35	Laden van het binnenschip bij Vandersanden	106
Figuur 36	Grafische voorstelling van de rentabiliteitsstudie tussen A en B voor de situatie van Vandersanden waar A reeds aan de waterweg gelegen is, eigen opmaak	115
Figuur 37	Procentueel aandeel van de verschillende kostencomponenten van het multimodaal transport in de economische analyse, eigen opmaak.....	117
Figuur 38	Multimodaal versus unimodaal transport voor Vandersanden, eigen opmaak.....	119
Figuur 39	Hyperbool toegepast op Vandersanden, eigen opmaak.....	120
Figuur 40	Procentueel aandeel van de verschillende kostencomponenten van het multimodaal transport in de energetische analyse, eigen opmaak.....	124
Figuur 41	Procentueel aandeel van de verschillende kostencomponenten van het multimodaal transport in de ecologische analyse, eigen opmaak.....	127
Figuur 42	Duwboot met ponton	130

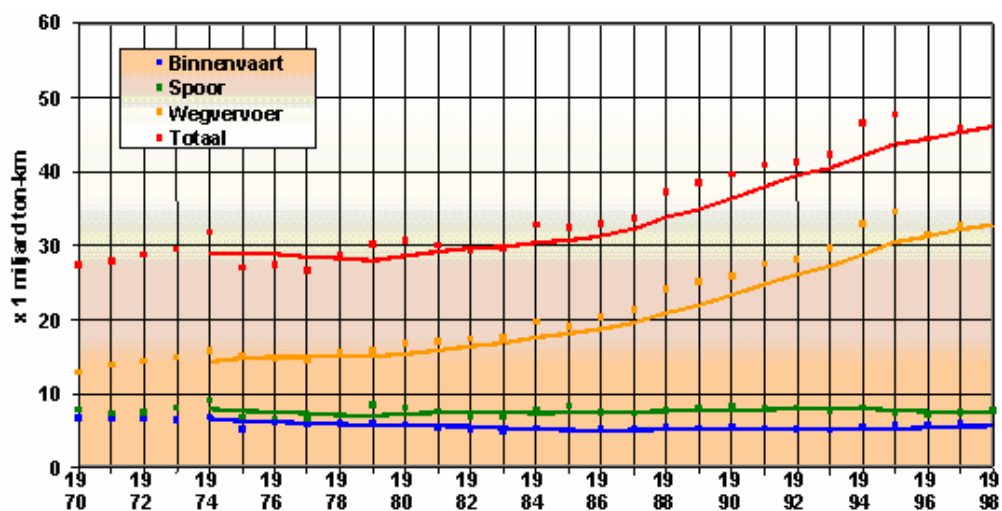
Lijst van tabellen

Tabel 1	Aandeel van de 3 belangrijkste vervoersmodi in het totale goederenvervoer (in tonkm) in België (in %)	13
Tabel 2	De CO ₂ -uitstoot van de belangrijkste transportmodi.....	15
Tabel 3	Break-even afstanden voor het spoor en de binnenvaart	29
Tabel 4	Toerekening van de externe kosten van vervoer (in EUR per tonkm).....	55
Tabel 5	Evolutie van de broeikasgassen over verschillende periodes.....	72
Tabel 6	Euronormen voor bussen en vrachtwagens (dieselmotoren) in g/km	73
Tabel 7	De nationale lastenverdeling	76
Tabel 8	Overzicht van de vijf kostencomponenten van de 'inventory-theoretic approach' uitgedrukt in EUR per jaar, eigen opmaak	114
Tabel 9	Procentueel aandeel van de multimodale kostencomponenten in de transportkost in EUR per jaar, eigen opmaak	114
Tabel 10	Overzicht van de drie uitgevoerde analyses, eigen opmaak	128

Hoofdstuk 1: Probleemstelling van het vrachtvervoer

1.1 Praktijkprobleem

Mobiliteit in de ruime zin van het woord heeft de afgelopen decennia in België een enorme groei gekend en blijft vandaag de dag nog steeds explosief toenemen. In 1990 legden personenwagens 60 Gkm af, in 2004 waren dat al 80 Gkm en in 2030 zullen het volgens experts 100 Gkm zijn. Het personenvervoer over de weg zou met deze cijfers een groei kennen van 66% over een periode van 40 jaar. Volgens FEBIAC (2006) is de relatieve groei per jaar nog groter voor vrachtwagens dan voor personenwagens. Het aantal afgelegde kilometers in het vrachtverkeer zou van 5,6 Gkm in 1990 immers evolueren tot 11,5 Gkm in 2030 wat meer dan een verdubbeling betekent in een periode van 40 jaar en overeenkomt met een groei van 105%. Onderstaande figuur schetst de evolutie van het binnen- en buitenlands goederenvervoer in België van de periode 1970 tot 1998 en dit uitgedrukt in tonkilometer. Zoals de rode curve aangeeft is de totale vervoersprestatie van 1980 tot 1998 met 50% gestegen.



Figuur 1: Evolutie van het binnen- en buitenlands goederenvervoer in België
Bron: NIS - Bewerking: FEBIAC

Het is op bovenstaande grafiek duidelijk waar te nemen dat de mobiliteitstoename vooral vanaf de jaren '80 heeft plaatsgevonden en dat dit toenemende goederenvervoer

hoofdzakelijk werd opgevangen door het vervoer via de weg. Bij de transportmodi spoor en binnenvaart is de vervoersprestatie vrij stabiel gebleven terwijl deze bij het wegvervoer zowat verdubbeld is. Dit betekent dat het transport over de weg systematisch aan marktaandeel gewonnen heeft ten nadele van de twee andere transportwijzen. In tabel 1 komt het aandeel van de drie belangrijkste vervoersmodi in het totale goederenvervoer cijfermatig tot uiting. Voor de periode 1970-1997 bevestigen de gegevens van het NIS duidelijk voornoemde trend. Het spoor en de binnenvaart die in de jaren '70 een kwart van het goederentransport voor hun rekening namen, zien hun aandeel in de transportsector flink slinken. Waar het wegvervoer in 1970 nog niet eens instond voor de helft van het transport, neemt zij in 1997 bijna 75% van het transport op zich. Het wegvervoer is hier de grote winnaar.

Tabel 1: Aandeel van de 3 belangrijkste vervoersmodi in het totale goederenvervoer (in tonkm) in België (in %)

	Weg (%)	Spoor (%)	Binnenvaart (%)	Totaal tonkm (%)
1970	47,0	28,4	24,6	100
1975	56,2	24,9	18,9	100
1980	54,7	26,2	19,1	100
1985	59,0	25,4	15,6	100
1990	65,2	21,1	13,7	100
1995	72,5	15,3	12,2	100
1997	71,8/76,5	15,7/13,1	12,5/10,4	100
1998	75,0	13,9	11,1	100
1999	72,9	14,5	12,6	100
2000	77,3	11,6	11,1	100
2001	78,2	10,4	11,4	100
2002	77,4	10,7	11,9	100
2003	76,4	11,0	12,6	100
2004	74,8	12,0	13,2	100

Bron: NIS en <http://aps.vlaanderen.be> (2006)

Voor de verdeling van de drie vervoerswijzen in het totale goederenvervoer na 1997 is de tabel aangevuld met gegevens van de studiedienst van de Vlaamse regering. Het valt hier op te merken dat de gegevens voor het jaar 1997 van beide bronnen niet overeenkomen. Deze non-conformiteit toont aan dat het zeer moeilijk is om nauwkeurige data te verzamelen omtrent de verdeling in transportmodi. Het opnemen van bovenstaande tabel heeft echter als doel de evolutie van de verhouding tussen de drie

vervoerswijzen aan te tonen waardoor de absolute cijfers voor ons van minder groot belang zijn. We zien in de tabel dat de periode 1997-2004, in tegenstelling tot de jaren ervoor, eerder gekenmerkt wordt door een stagnatie van het goederenvervoer over de weg. Vanaf 2001 daalt het aandeel van het wegvervoer wel lichtjes in het voordeel van zowel het spoor als de binnenvaart. Het wegvervoer blijft echter ongeveer 75% van het goederenvervoer voor haar rekening nemen. Deze cijfers bevestigen duidelijk dat de vrachtwagen ook in de 21^{ste} eeuw nog steeds veruit de belangrijkste transportmodus is en nog steeds zijn leidende positie op het vlak van vrachtvervoer behoudt.

De sterke groei van het goederenvervoer over de voorbije decennia zet zich volgens voorspellingen nog verder door. Over de periode 1995 tot 2020 wordt zelfs een groei geraamd van 50 tot 70% (FEBIAC, 2006). Dergelijke forse toename zal de kwaliteit van het goederenvervoer in toenemende mate onder druk zetten en dit vooral wanneer deze toename in transport zijn neerslag voornamelijk zal vinden in het wegverkeer. De enorme groei en dominante rol van het wegvervoer zorgen immers reeds vandaag voor uiteenlopende problemen. We denken hierbij vooral aan:

- het grote aantal ongevallen op de weg;
- de geluidsoverlast en de plaatsinname die het wegvervoer veroorzaakt;
- het steeds ernstiger wordende probleem van verkeerscongestie;
- de schadelijke impact van het wegvervoer op het milieu;
- het slinken van de energievoorraden door het hoge verbruik van conventionele brandstoffen.

Het aantal ongevallen op de Belgische wegen is de laatste jaren nog steeds aanzienlijk groot. Volgens het actieplan verkeersveiligheid van 2006 van de federale wegpolitie is bij ongeveer 23,4% van de verkeersongevallen met lichamelijk letsel een vrachtwagen betrokken. In het jaar 2000 was dit slechts bij 20,1% van de gevallen. Het goederenvervoer via de vrachtwagen ondervindt en draagt bovendien bij tot toenemende congestie. Iedereen wil mobiel zijn met zijn eigen vervoersmiddel, maar door de steeds frequenter voorkomende files is er van mobiliteit soms nog weinig sprake. Volgens LOGGHE EN VANHOVE (2004) verloren we in 2002 9 Mu in de file, wat de maatschappij 114 MEUR kostte. Dit komt dus overeen met een kost van ongeveer 12,7 EUR/u dat men in de file doorbrengt. Het goederentransport wordt door het steeds groter wordende fileprobleem geconfronteerd met een verlies aan snelheid en flexibiliteit. Door de grote

verkeerscongestie neemt eveneens de vervoersbetrouwbaarheid af en wordt de bereikbaarheid van economische centra aangetast.

Daarnaast groeit het besef dat de negatieve effecten van het wegvervoer op het milieu een halt moeten worden toegeroepen. We denken hierbij voornamelijk aan de hoge uitstoot van schadelijke uitlaatgassen die gezien de huidige technologie bijna onlosmakelijk verbonden zijn met het vrachtvervoer over de weg. Het wegtransport wordt daarom, bij een vergelijking tussen het transport via de weg, het spoor of de binnenvaart, met de vinger gewezen als meest luchtvervuilende transportmodus. LOGGHE EN VANHOVE (2004) stellen vast dat het wegverkeer in 2002 het milieu schade toebracht ter waarde van 360 MEUR. Cijfers van het Brussels Conservatorium voor Duurzame Consumptie tonen bovendien aan dat de CO₂-uitstoot ten gevolge van het wegvervoer in België steeg van ruim 8 Mton in 1980 tot bijna 15 Mton in 2001. Wanneer we de uitstoot van CO₂ per kmtone vergelijken tussen de belangrijkste transportmodi voor goederen in België bekomen we tabel 2. Hierin zien we dat het goederenvervoer via de vrachtwagen verantwoordelijk is voor een CO₂-uitstoot van 210 tot 1430 g/kmtone. Het grote interval tussen deze waarden is te verklaren door het bestaan van diverse soorten vrachtwagens. Als regel geldt dat grotere trucks per kmtone meer CO₂ produceren dan kleinere trucks en dat koelwagens tot 800 g/kmtone meer uitstoten dan niet-gekoelde vrachtwagens. Deze hoge uitstoot van het goederenvervoer via de weg staat tegenover de veel lagere CO₂-uitstoot van een trein en een boot die respectievelijk 30 g/kmtone en 15 tot 30 g/kmtone bedragen. (Brussels Observatorium voor Duurzame Consumptie, 2006)

Tabel 2: De CO₂-uitstoot van de belangrijkste transportmodi

	CO₂-uitstoot (g/kmtone)
Vrachtwagen	210 tot 1430
Trein	30
Boot	15 tot 30

Bron: Observatorium voor Duurzame Consumptie, 2006

Het steeds toenemende wegvervoer zorgt voor de uitstoot van een grote hoeveelheid schadelijke uitlaatgassen en laat het CO₂-gehalte boven zijn natuurlijk niveau stijgen. Deze twee punten zorgen ervoor dat het wegverkeer medeverantwoordelijk is voor de opwarming van de aarde. In 2005 trad dan ook het Kyoto-verdrag in werking waarbij vele landen over de hele wereld overeenkwamen om de emissie van broeikasgassen tot

een minimum te beperken. Dit protocol bepaalt dat België zijn uitstoot van schadelijke gassen tegen 2012 moet verlagen tot 7,5% onder het niveau van 1990. Het toenemend gebruik van de vrachtwagen in de logistieke sector is in België één van de vele oorzaken van de grote hoeveelheid CO₂-uitstoot. De uitstoot verbonden aan het transport is immers goed voor bijna 20% van de totale CO₂-uitstoot in België. Het is dan ook van belang om na te gaan of men de emissie van deze gassen in de transportsector ernstig kan terugschroeven.

De situatie die hierboven uitgebreid geschetst werd, noodt ons tot een verschuiving van het goederenvervoer over de weg naar alternatieve vervoerswijzen. De ontwikkeling van multimodaal en/of intermodaal vervoer vormt een belangrijk lichtpunt om deze modal-shift doelstelling gestalte te geven. Door het opzetten van een multimodaal netwerk zou zowel het fileprobleem en het grote aantal ongevallen op de weg als het probleem van de schadelijke uitstootgassen en de slinkende energievoorraden kunnen worden aangepakt.

Multimodaal vervoer is volgens de definitie van de Europese Conferentie van de Ministers van Transport het transport van goederen door tenminste twee verschillende transportmodi. *Intermodaal vervoer* daarentegen wordt enger gedefinieerd en wordt omschreven als de combinatie van verschillende transportmodi waarbij gebruik gemaakt wordt van geunitiseerde vracht (meestal containers) zodat de overslag van de ene transportmodus naar de andere efficiënt kan plaatsvinden. Er is bij intermodaal vervoer door het gebruik van éénheidsladingen dus geen behandeling meer nodig van de goederen bij de overschakeling naar het aansluitende transportmiddel in de keten. Bij multimodaal vervoer is het gebruik van éénheidsladingen, zoals bij intermodaal vervoer, geen noodzakelijke voorwaarde zodat er wel nog sprake kan zijn van een goederenbehandeling aan de overslagterminals.

Het verschil tussen multimodaal en intermodaal goederenvervoer heeft bovendien betrekking op de transportintegratie. In het geval van *multimodaal vervoer* wordt de transportketen door de verlader opgevat als een opeenvolging van op zichzelf staande vervoerdiensten. Dit wordt vooral in de hand gewerkt door het feit dat er een behandeling van de goederen kan voorkomen voordat de goederen op het volgende transportmiddel worden overgeslagen. Bij het *intermodale goederenvervoer* daarentegen wordt de betrokken keten opgevat als één vervoerdienst. De mate van transportintegratie of homogeniteit wordt bepaald door de inspanningen van de

ketenregisseur om de afzonderlijke schakels zo goed mogelijk op elkaar te laten aansluiten om op die manier één homogene deur-tot-deur vervoerdienst zo goed mogelijk te benaderen. Intermodaal goederenvervoer kan in dit opzicht gezien worden als een deelverzameling van multimodaal goederenvervoer, namelijk als multimodaal goederenvervoer van éénheidsladingen. Het intermodale goederenvervoer in Europa wordt dikwijls aangeduid met de term gecombineerd vervoer waardoor het gecombineerd vervoer wederom kan gezien worden als een deelverzameling van intermodaal vervoer. (WITLOX, 2006-2007) Zowel de term multimodaal vervoer als de termen intermodaal en gecombineerd vervoer worden in deze eindverhandeling gebruikt daar ze op hetzelfde principe steunen, namelijk het gebruik van meerdere transportmodi. We proberen hierbij wel steeds de gebruikte vervoerswijze zo specifiek mogelijk te benoemen.

In deze eindverhandeling worden enkel de drie modaliteiten weg, spoor en binnenvaart besproken in de multimodale context. De luchtvaart en het transport via de pijpleiding laten we in deze bespreking buiten beschouwing daar deze modi eerder een beperkt aandeel van het goederenvervoer in België voor hun rekening nemen en slechts gebruikt worden wanneer de goederen aan bepaalde voorwaarden voldoen. In de praktijk wordt dus met multi- of intermodaal transport meestal de combinatie weg-spoor of weg-water bedoeld. Het hoofdtransport van de multimodale keten gebeurt hierbij via het spoor of via de binnenvaart terwijl het na- of voortransport dat nodig is om de klant te bereiken, meestal nog over de weg gebeurt.

We onderzoeken in deze eindverhandeling welke factoren een rol spelen bij de keuze tussen verschillende transportmogelijkheden. We trachten een zo goed mogelijk beeld te vormen van de private (of interne) en externe kosten die verbonden zijn aan het multimodaal vervoer. Hierbij willen we een vergelijking maken met het conventionele unimodaal transport waarbij men enkel gebruik maakt een vrachtwagen om de goederen te transporteren. Op die manier zouden we een conclusie willen formuleren die aantoonst welke vervoerswijze in maatschappelijk opzicht het beste is voor alle betrokken partijen inclusief het milieu. In het bijzonder wordt bovendien het palletvervoer via de binnenvaart verder uitgediept.

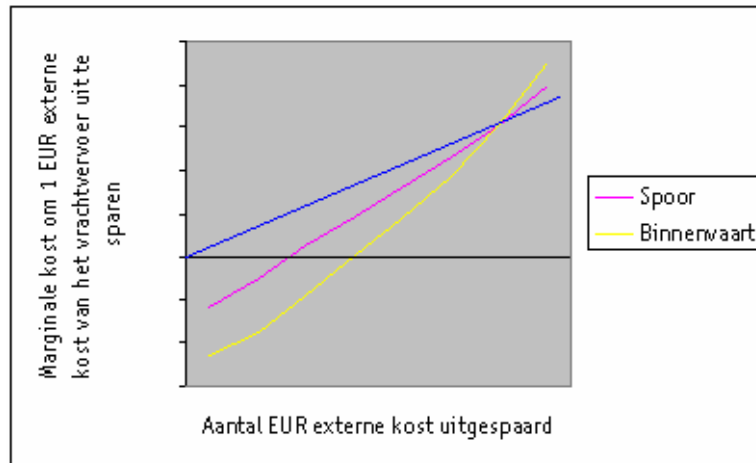
Vooreerst wordt in deze thesis vanuit logistiek standpunt nagegaan met welke kosten er rekening dient te worden gehouden opdat de beste afweging kan worden gemaakt. Deze logistieke benadering wordt uitgewerkt aan de hand van een analyse van de intermodale

keten waarbij de verschillende kostenaspecten van het gecombineerd vervoer aan bod komen. Deze kosten worden de interne of private kosten genoemd. Vervolgens wordt het milieuaspect besproken aan de hand van de externe kosten van het transport en een uiteenzetting van het Kyoto-verdrag waartoe België zich geëngageerd heeft. We behandelen in dit opzicht tevens de drie E's. De drie E's kunnen argumenten vormen om de overstap te wagen van unimodaal wegtransport naar een multimodaal netwerk. De eerste E staat voor de energievoorraden die niet onuitputtelijk zijn en die door een aanhoudende consumptie na ongeveer 40 jaar zo afgebouwd zullen zijn dat ze te duur worden om in grote hoeveelheden te gebruiken in het verkeer. In dit opzicht is het belangrijk dat we ook denken aan de volgende generaties en nog een energievoorraad voor hen reserveren. De tweede E is de beginletter van ecologie en brengt ons tot het probleem van de CO₂-uitstoot die door de handhaving van het Verdrag van Kyoto beperkt moet worden. België heeft zich immers geëngageerd om tegen 2012 zijn uitstoot van CO₂ te verminderen tot 7,5% onder het niveau van 1990. De derde E staat symbool voor economie en betreft de (marginale) kosten die we moeten maken per uitgespaarde ton CO₂ in de lucht. Deze drie E's zullen verder in dit werk besproken en toegelicht worden.

Bij de transportkeuze dient men dus zowel kwantitatieve als kwalitatieve factoren in overweging te nemen. We denken hierbij aan een afweging tussen de kosten van het transport en de baten voor het milieu. Naargelang welke factor voor een onderneming de overhand haalt zal dit het gebruik van multimodaal vervoer stimuleren of belemmeren. Zo zal een onderneming niet de overgang maken van een unimodaal naar een multimodaal goederentransport wanneer de kostenstijging die hiermee gepaard gaat de baten voor het milieu te ver overstijgt. Een onderneming wil wel de nodige maatregelen nemen om het milieu te beschermen maar kan de uitgaven hiervoor niet tot een maximum laten stijgen daar men dan overtroefd wordt door de concurrentie. Er zijn dan ook regels noodzakelijk, uitgaande van een overheid, die ervoor zorgen dat elke onderneming aangezet wordt een bijdrage te leveren aan het milieu. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren in de vorm van heffingen van accijnzen bij handelingen die het milieu aantasten of het toekennen van subsidies wanneer men milieubewuste handelingen uitvoert. De terugverdientijd van bepaalde maatregelen is echter heel klein omdat de markt als gevolg van een sterke liberalisering zo snel verandert. Het is zeer moeilijk vandaag te voorspellen hoe de economische toestand van de transportsector over enkele jaren zal zijn. Volgens Prof. Lemeire wordt de terugverdientijd dan ook op minder dan 18 maanden vastgelegd wat een bijna onmogelijke opgave vormt voor een onderneming. De

investering in een nieuw vervoersysteem kan bijna onmogelijk op dergelijke korte termijn worden terugverdiend.

Zoals aangetoond, zou men een afweging moeten maken tussen de uitgaven voor de onderneming en de baten voor de maatschappij zoals uitstoot van CO₂ en filevorming. Hierbij kunnen we de grafiek in figuur 2 schetsen waarbij de marginale kost om 1 EUR externe kost van het vrachtvervoer uit te sparen wordt uitgezet tegen het aantal EUR externe kost dat wordt uitgespaard. Er bestaat hierbij het vermoeden dat voor bepaalde goederenstromen zowel het spoor als de binnenvaart mogelijkheden biedt om externe kosten uit te sparen zonder dat daar kosten tegenover staan. De twee curven vertrekken dan ook onder de oorsprong. Daar waar de twee curven de verticale as snijden heeft men externe kosten kunnen vermijden enkel en alleen door de omschakeling van unimodaal naar multimodaal vervoer en dus zonder extra uitgaven. Voor het welzijn van het milieu, is het van belang dat we op zoek gaan naar die goederenstromen die deze reductie in externe kosten mogelijk maakt. Eénmaal voorbij het snijpunt met de verticale as, kan men de externe kosten nog verder doen dalen. Dit kan echter enkel gerealiseerd worden door extra uitgaven te doen vanwege de overheid en dit bijvoorbeeld in de vorm van subsidies. Boven de verticale as is het wegvervoer immers interessanter en zou men enkel gebruik gaan maken van het spoor of de binnenvaart wanneer men hiertoe aangezet wordt door bijvoorbeeld het toekennen van extra voordelen. De blauwe 45°-lijn geeft aan waar de kost die we maken gelijk is aan de externe kost die we willen vermijden. Bij het snijpunt van een curve met de 45°-lijn wordt het maatschappelijk optimum bereikt. Boven deze lijn maken we meer kosten dan dat we externe kosten uitsparen en is het dus niet meer interessant om het betreffende vervoermiddel in te schakelen. Bovenstaande redenering kan eveneens gevolgd worden met op de verticale as het aantal tonkm want voor elke tonkm die men meer aflegt via het multimodaal vervoer kan men vastleggen hoeveel EUR aan externe kosten er worden uitgespaard. De grafiek van deze laatste benadering loopt kwalitatief hetzelfde als figuur 2 maar kwantitatief gezien krijgen we een andere voorstelling.



Figuur 2: Schets van de probleemstelling, eigen opmaak

1.2 Centrale onderzoeksvraag

In deze eindverhandeling worden in eerste instantie de mogelijkheden van multimodaal vervoer in België onderzocht. Hierbij bespreken we zowel de combinatie weg-binnenvaart als de combinatie weg-spoor. We maken een vergelijking tussen het unimodaal wegvervoer en het multimodaal vervoer op basis van de interne of private kosten en de externe kosten. In tweede instantie gaan we dieper in op het goederenvervoer via de binnenvaart en richten we ons specifiek op het palletvervoer via de Belgische wateren. Palletvervoer is een relatief nieuwe verschepingsvorm die reeds in Nederland werd geïntroduceerd maar in België nog niet veelvuldig wordt toegepast. In Nederland werd deze vervoerswijze, genaamd Distrivaart, aangeboden als een dienst (varende voorraad) voor vele bedrijven. In België zijn het meestal echter individuele ondernemingen die experimenteren met het verschepen van pallets van en naar hun leveranciers en klanten. Als uitgangspunt voor deze eindverhandeling wordt daarom de volgende centrale onderzoeksvraag gesteld:

'Wat zijn de mogelijkheden van multimodaal palletvervoer via de binnenvaart in Limburg?'

1.3 Deelvragen

Ter ondersteuning van bovenstaande onderzoeksvraag kunnen een aantal deelvragen geformuleerd worden. Deze vragen belichten elk een bepaald aspect van het onderzoek waardoor het praktijkprobleem op een structurele manier kan worden onderzocht. Deze werkwijze helpt eveneens een gerichte literatuurstudie uit te voeren.

- Wat is de optimale transportwijze vanuit logistiek standpunt en met welke logistieke kosten dient men rekening te houden? Welke kosten gaan gepaard met de uitbouw van een intermodaal vervoersysteem?
- Wat is de optimale transportwijze vanuit ecologisch en energetisch standpunt? Kunnen de binnenvaart en het spoorvervoer een deel van het wegvervoer overnemen waardoor negatieve gevolgen van het vervoer over de weg, zoals files, ongevallen en milieuhinder, vermeden kunnen worden?
- Welke externe kosten kan men onderscheiden bij het vrachtvervoer over de weg en bij de intermodale benaderingen?
- Welke doelstellingen stelt het Verdrag van Kyoto voor België en in welke mate kan het transport een rol spelen in het bepalen van de voorgeschreven doelstellingen?
- Welke rol spelen de binnenvaart en het spoorvervoer in het vrachtvervoer in België? Wat zijn de toekomstperspectieven voor het multimodale vervoer in België?
- Wat houdt het palletvervoer precies in en wat betekent deze nieuwe transportwijze voor het goederenvervoer in België?

Nadat een literatuurstudie aan de hand van bovenstaande deelvragen werd uitgevoerd, verdiepen we ons in een speciale toepassing van het multimodaal vervoer, namelijk het palletvervoer via de binnenvaart. Hierbij werken we bovendien een gevalsstudie uit in samenwerking met steenbakkerij Vandersanden te Spouwen.

Hoofdstuk 2: Interne of private kosten van het multimodaal vrachtvervoer

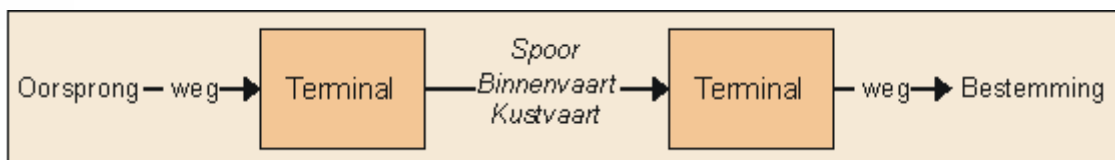
Vrachtvervoer veroorzaakt heel wat kosten die op verschillende wijzen kunnen worden ingedeeld. De indeling is afhankelijk van het criterium dat men kiest om de kosten toe te wijzen aan de kostengroep. Een eerste algemeen gebruikte benadering is deze waar men een onderscheid maakt tussen de vaste en variabele kosten. Onder variabele kosten verstaan we de kosten van onderhoud of nazicht die kunnen variëren per voertuig en per tijdseenheid. Onder vaste kosten worden onder andere de verzekeringspremies en de huur van garages begrepen die iedere maand een vast tarief bedragen. Een tweede indeling kan worden gemaakt op basis van de aangewende middelen. We denken hierbij aan een opsplitsing tussen de materiaal- en de personeelskosten, de kosten van brandstof en de kosten voor het milieu. Ten slotte kunnen we de kosten ook indelen naargelang de persoon die de kosten draagt. We spreken dan over interne en externe kosten. Interne of private kosten zijn de kosten die gedragen worden door de persoon die de vervoersactiviteit onderneemt, zoals de brandstofkosten of een treinkaartje. Externe kosten daarentegen zijn kosten die niet inbegrepen zijn in de prijs die de gebruiker van het vervoer betaalt, terwijl ze wel gedragen worden door de gemeenschap. Geluidshinder, luchtverontreiniging en onveiligheid van omwonenden zijn voorbeelden hiervan. De som van beiden kostencomponenten, dus interne en externe kosten samen, noemen we de sociale kosten. (Europese Commissie, 1996) Slechts wanneer we deze beide kostenaspecten in beschouwing nemen kunnen we komen tot een totale maatschappelijke kost. In deze eindverhandeling spitsen we ons toe op deze laatste kostenbenadering.

In dit hoofdstuk stellen we ons de vraag welke kostenaspecten een onderneming in overweging moet nemen om de interne of private kosten van multimodaal vervoer te bepalen (2.1). Met de interne kosten bedoelen we de kosten die rechtstreeks gepaard gaan met de toepassing van een multimodaal vervoersysteem en die dus direct ten laste zullen worden gelegd van de onderneming. We behandelen vervolgens in dit hoofdstuk de transportkost (2.2) en de voorraadkost (2.3) als onderdeel van de totale logistieke kost. Het centrale idee achter het concept van de totale logistieke kosten is dat we de logistieke kosten in zijn geheel gaan beschouwen en proberen te minimaliseren. Naast

deze logistieke kosten spelen echter ook enkele kwalitatieve factoren (2.4) als flexibiliteit en betrouwbaarheid een rol in de keuze van het transportmiddel. Wanneer we al deze aspecten in rekening nemen, komen we tot een micro-economische benadering van de transportbeslissing. Tegenover een micro-economische benadering van de kosten staat een macro-economische benadering die tevens rekening houdt met de externe kosten voor de maatschappij. De externe kosten van het transport worden besproken in hoofdstuk 3 waarbij we een beeld willen schetsen van de verschillen tussen multimodaal en unimodaal goederenvervoer wat betreft hun invloed op de omgeving.

2.1 De intermodale keten

Om de transportbeslissing van de vervoersgebruiker vanuit logistiek standpunt te analyseren en op die manier tot de interne kosten te komen, bekijken we de verschillende kostenaspecten die deel uitmaken van de intermodale keten. Deze keten wordt schematisch voorgesteld in figuur 3. Zoals zichtbaar is in deze figuur kan men in het intermodaal vervoer verschillende operaties onderscheiden, namelijk: het voor- en natransport, de handelingen in de terminal of overslagplaats en het hoofdtransport tussen de terminals.



Figuur 3: De intermodale keten
Bron: Macharis en Verbeke, 1999

Het hoofdtransport van een intermodale keten bestaat meestal uit het vervoer van goederen via het spoor, via de binnenvaart of via de kustvaart. Dit transport over het spoor of via de binnenwateren wordt geacht de grootste afstand het totale traject te omvatten. Het is in de meeste gevallen echter onvermijdelijk om ook een deel van het transport af te leggen via de weg omdat de meeste verladers of ontvangers niet over een eigen spooraansluiting beschikken of niet direct aan het vaarwater gevestigd zijn. Dit wegvervoer wordt naargelang van de bewegingsrichting het voor- of natransport genoemd. We spreken van voortransport wanneer het wegvervoer plaatsvindt van de verlader tot aan de overslagterminal en van natransport wanneer de goederen per weg van de overslagterminal naar de ontvanger worden vervoerd. In de terminals wordt de

laadeenheid vervolgens overgeslagen van de ene modus op de andere. Naast de overslagfuncties kunnen de terminals ook nog andere functies vervullen. Eén van de belangrijkste nevenactiviteiten hierbij is de opslagfunctie. (WITLOX, 2006-2007) Bij de opslagfunctie gaat de terminal eveneens als depot dienstdoen en kan men extra gelden genereren door het voorraadbeheer als deel van zijn takenpakket te beschouwen.

Wat betreft het concept multimodaal vervoer dient men echter steeds in het achterhoofd te houden dat met een onderscheid moet maken tussen volumineuze voorspelbare goederenstromen en ladingen tijdens piekmomenten. In het eerste geval kan de binnenvaart of het spoorvervoer ingezet worden als een redelijk betrouwbare modus op basis van afgesproken laad- en lostijden. In het tweede geval waarbij de lading op korte tijd en op onverwachte tijdstippen van A naar B moet worden vervoerd, geniet het wegvervoer de voorkeur omdat snelheid hier primeert.

2.2 Transportkosten

2.2.1 Het wegvervoer

Een transportbedrijf dat zijn goederenvervoer enkel via de weg laat plaatsvinden kan zijn interne kosten indelen in twee categorieën. Aan de ene kant hebben we de variabele of kilometerkosten die variëren met het aantal gereden kilometers. Daartegenover staan de vaste kosten of tijdskosten van een rit. Deze kosten variëren in de tijd maar niet naar het aantal kilometers dat wordt afgelegd waardoor ze als vast worden beschouwd. Het aantal afgelegde kilometers is immers de verdeelsleutel die in de meeste transportbedrijven wordt gehanteerd om kosten toe te wijzen.

Onder *tijdskosten* verstaan we, zoals hierboven reeds aangehaald, de kosten die gebonden zijn aan het verstrijken van de tijd en onafhankelijk zijn van het aantal afgelegde kilometers. Deze kosten lopen dus ook terwijl een vrachtwagen stilstaat, bij laden en lossen of bij oponthoud. De totale tijdskosten worden beïnvloed door het aantal te presteren uren dat bepaalt hoeveel voertuigen en personeelsleden in dienst moeten worden genomen. De maatstaf om tijdskosten aan te rekenen aan afzonderlijke vervoersprestaties is het aantal uur dat deze opdracht in beslag genomen heeft. Een aantal voorbeelden van tijdskosten zijn:

- Het loon van de chauffeurs van de vrachtwagens, zij moeten betaald worden, onafhankelijk van het aantal kilometers dat zij rijden
- De verzekering van de voertuigen
- De huur van de garages en/of magazijnen
- De lonen van de werknemers op de administratieve diensten
- Verkeersbelasting, Eurovignet

Kilometerkosten ontstaan enkel wanneer er kilometers worden afgelegd en dus niet tijdens stilstand. Deze kosten kunnen dus aan de afzonderlijke vervoersprestaties worden aangerekend op basis van de afgelegde kilometers. Dit gebeurt bovenop de tijdskosten die bijvoorbeeld per uur kunnen worden aangerekend. Zo worden aan het goederenvervoer gedurende een zelfde tijdspanne maar over een langere afstand meer kilometerkosten aangerekend maar een zelfde tijdskost. Enkele voorbeelden van kilometerkosten zijn:

- Het gemiddelde brandstofverbruik van de vrachtwagen per afgelegde kilometer
- Het onderhoud of nazicht van de vrachtwagen dat geregeld terugkeert na een bepaald aantal afgelegde kilometers
- De eventuele kilometervergoedingen van het personeel
- Slijtage aan de banden

Er zijn echter een aantal kostenelementen van het transport die door hun aard buiten de indeling van tijd- en kilometerkosten vallen. Deze kosten zijn immers noch met de tijd noch met de afgelegde kilometers verbonden. Enkele voorbeelden van deze uitzonderingen zijn tolgelden, commissielonen en verblijfskosten van bemanningen. Deze kosten moeten daarom achteraf afzonderlijk in rekening worden gebracht.

Een ander probleem betreft de afschrijvingen van de voertuigen. Afschrijvingen worden deels veroorzaakt door veroudering en deels door slijtage. Een vrachtwagen vermindert in waarde door de tijd die verstrijkt en die veroudering wordt versneld als er kilometers met de vrachtwagen worden afgelegd en de wagen dus begint te slijten. In dat opzicht kan men een onderscheid maken tussen de vaste afschrijving die in ieder geval optreedt en de variabele afschrijving die daar bovenop ontstaat door het overbruggen van afstanden. Voor de verdeling van vaste en variabele kosten kan men verschillende methodes hanteren die verschillend zijn van bedrijf tot bedrijf. De vaste afschrijving kan worden ondergebracht bij tijdskosten terwijl de variabele afschrijving eerder thuishoort bij kilometerkosten. (BLAUWENS ET. AL., 2001)

Voor elk voertuig in een onderneming kunnen de tijdskosten worden uitgedrukt als een bedrag per uur die dan de uurcoëfficiënt wordt genoemd. Ook de kilometerkosten kunnen worden uitgedrukt in een kilometercoëfficiënt die de kost per kilometer weergeeft. De kostprijs van een transportprestatie kan dan berekend worden uit de afgelegde weg heen en terug en uit de tijd die de vrachtwagen nodig had om de transportprestatie te leveren, inclusief de tijd voor laden en lossen. De kostprijs wordt berekend als volgt:

$$TK = u' T' + k' D'$$

Waarbij TK = totale transportkost

u' = uurcoëfficiënt

T' = transporttijd in uren

K' = kilometercoëfficiënt

D' = afgelegd aantal kilometers

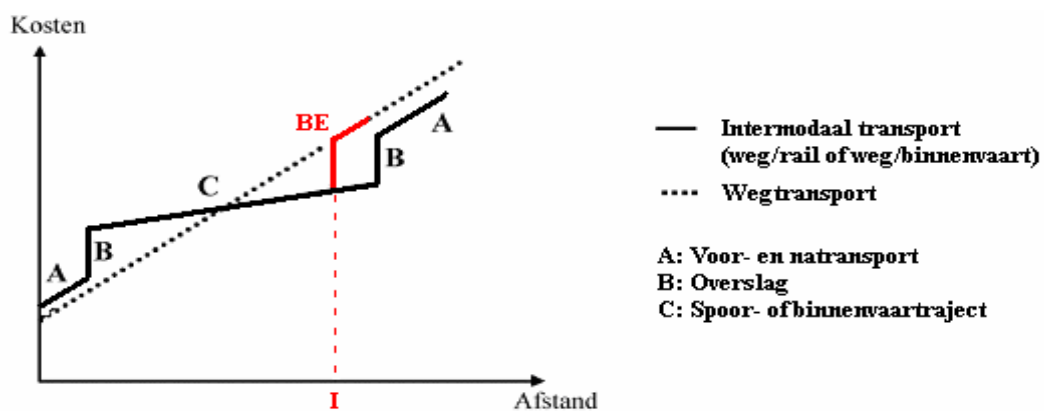
Zowel de uurcoëfficiënt als de kilometercoëfficiënt worden als een gemiddelde berekend aan de hand van boekhoudkundige gegevens indien deze over een voldoende lange periode kunnen beschouwd worden. Hiertoe kunnen best voor elk voertuig apart de tijdskosten enerzijds en de kilometerkosten anderzijds worden geregistreerd. Na verloop van een vooraf bepaalde tijd worden deze kosten dan door het aantal gepresteerde uren respectievelijk het aantal gepresteerde kilometers gedeeld wat dan resulteert in twee coëfficiënten. Voor bepaalde tijdskosten dringt ook het gebruik van verdeelsleutels zich op zoals bijvoorbeeld voor de administratiekosten. (BLAUWENS ET. AL., 2001)

2.2.2 Het multimodaal vervoer

In tegenstelling tot het vrij eenvoudige kostenmodel van het unimodaal transportsysteem dat hierboven besproken werd, komen bij het multimodaal vervoer van goederen nog heel wat andere kostenaspecten kijken. Zoals eerder aangeduid (2.1) bestaat het gecombineerd vervoer immers uit een drietal grote componenten die elk hun eigen kosten meebrengen. In dit hoofdstuk wordt een theoretisch kostenmodel voorgesteld voor het multimodaal transport. Hierbij wordt enkel rekening gehouden met de rechtstreekse monetaire kosten.

2.2.2.1 Theoretisch model

Figuur 4 geeft een eenvoudige schematische voorstelling weer van de kostenstructuur van het wegvervoer en het multimodaal vervoer. Het kostenverloop van het wegtransport wordt aangeduid met een stippellijn terwijl de kosten voor het intermodaal vervoer worden weergegeven door een volle lijn. Met het intermodaal transport wordt zoals eerder aangehaald steeds de combinatie weg-rail of weg-binnenvaart bedoeld. In de figuur komen ook de verschillende facetten van de intermodale keten duidelijk naar voren. We zien het voor- en natransport (A), de overslag (B) en het spoor- of binnenvaarttraject (C).



Figuur 4: Globale kostenstructuur voor intermodaal vervoer en wegvervoer
Bron: Konings, Bontekoning en Maat, 2006 (eigen bewerking)

De kosten van het wegvervoer worden verondersteld lineair afhankelijk te zijn van de afstand. Immers hoe meer kilometers een vrachtwagen aflegt, hoe hoger de kilometerkosten en hoe hoger de uiteindelijke transportkost. De kosten per TEU-kilometer op het hoofdtraject zijn voor de binnenvaart en het spoorvervoer doorgaans lager dan voor het wegtransport. Vandaar dat de richtingscoëfficiënt of helling van de lijn die de binnenvaart- of spoorverplaatsing (C) weergeeft bij het intermodaal transport kleiner is dan bij het wegvervoer.

Tegenover de lagere kosten van het hoofdtransport in een multimodaal netwerk, staan echter enkele additionele kosten, te weten de kosten van overslag (B) en de kosten voor het voor- en natransport (A). In bovenstaande figuur wordt verondersteld dat de kost per kilometer voor het voor- en natransport gelijk is aan de transportkost per kilometer bij het unimodale wegvervoer. Beide lijnstukken hebben dan ook dezelfde helling of

richtingscoëfficiënt. Dit is echter in de praktijk meestal niet het geval. De kosten van het wegvervoer kunnen per TEU-kilometer in voor- en natransport hoger zijn dan in het rechtstreekse wegvervoer. Deze hogere kost van het wegvervoer bij intermodaal transport kan verklaard worden door het feit dat kortere ritten relatief meer tijd vergen en de vaste kosten of tijdskosten, die door de ritduur worden bepaald, over minder kilometers kunnen worden omgeslagen. De transportkost van het voor- en natransport hebben ook niet noodzakelijk dezelfde helling. Deze transportkost kan verschillen naargelang de afgelegde afstand of de afstand tot de terminals.

Het is evident dat wanneer in een intermodale keten enkel een voortransport of enkel een natransport vereist is en er dus een overslag wordt vermeden, de concurrentiepositie van het gecombineerd vervoer onmiddellijk verbetert. Het uitschakelen van een overslag gaat immers gepaard met een kostendaling. Het kunnen weglaten van een voor- of natransport is enkel mogelijk wanneer de betreffende onderneming zelf aan het vaarwater of aan een spoorweg gelegen is en voorzieningen heeft getroffen om de goederen daar eveneens van het transportmiddel te kunnen laden en lossen. Deze situatie doet zich tevens voor tussen zeehavens en hun achterland waarbij er geen voortransport dient te gebeuren daar de zeehaven reeds aan het water ligt. Hierdoor heeft het intermodaal goederenvervoer in het achterlandtransport een relatief gunstige uitgangspositie. (KONINGS, BONTEKONING EN MAAT, 2006)

De afstand waarvoor het transport over de weg even veel kost als het transport via intermodaal vervoer is de drempelafstand of met een andere term de breakeven-afstand. Vanaf deze welbepaalde afstand zal het financieel pas renderen om gebruik te maken van het intermodaal goederenvervoer. Het breakeven punt wordt berekend door de totale kost van het unimodale vervoer gelijk te stellen aan de kost verbonden aan het multimodaal vervoer. Het snijpunt van de twee rechten bepaalt de afstand waar het gecombineerd vervoer competitief wordt op basis van de prijs. Op figuur 4 wordt de breakeven-afstand I aangeduid in het rood. Het is vanaf deze afstand dat het intermodaal vervoer rendabeler wordt dan het unimodaal wegvervoer. Op deze manier bekomen we ook tabel 3 die de break-evenafstanden vastlegt voor zowel het spoor als de binnenvaart. We zien hierbij dat voor de multimodale benadering per spoor steeds een groter aantal kilometer dient te worden afgelegd voor men kan concurreren met het unimodale wegvervoer. Uit een gesprek met de heer Vannieuwenhuysse, expert multimodaal vervoer en medewerker aan het Vlaams Instituut van de Logistiek, moeten

de breakeven-afstanden echter sterk genuanceerd worden. Zoals reeds aangehaald worden deze afstanden immers enkel bepaald op basis van transport- en voorraadkosten en wordt er in deze tabel geen rekening gehouden met kwalitatieve voordelen die gepaard gaan met een modal-shift naar multimodaal vrachtvervoer. Om de precieze drempelafstanden te bekomen, dient men dan ook van situatie tot situatie de kwalitatieve voordelen in overweging te nemen. Onderstaande tabel kan in dit opzicht enkel beschouwd worden als zijnde richtinggevend.

Tabel 3: Break-even afstanden voor het spoor en de binnenvaart

Break-even afstand (km)	Spoor	Binnenvaart
Maritieme containers	200	95 - 100
Continental containers	400	250

Bron: MIRA, 2005

In bovenstaande tabel maakt men een onderscheid tussen maritieme en continentale containers. Maritieme containers hebben een kortere drempelafstand omdat hierbij het multimodaal vervoer vertrekt vanuit een haven of een gateway naar het achterland. Hierbij wordt tenminste het voortransport vermeden zodat de totale kosten voor het gehele traject lager liggen. Er moeten dan ook minder kilometers afgelegd worden om het breakevenpunt te bereiken en het multimodaal vervoer rendabel te maken. Vrachtvervoer met continentale containers daarentegen verloopt van het ene bedrijf naar het andere bedrijf zodat er meestal zowel voor- als natransport nodig is en de totale kosten hoger liggen. Hierdoor moeten meerdere kilometers afgelegd worden voordat de modal-shift competitief wordt met het vervoer via de weg.

Zoals blijkt uit het voorgaande, zijn er verschillende componenten die de concurrentiekracht van het intermodaal vervoer kunnen beïnvloeden. Wij zullen deze factoren hieronder nader bespreken volgens de driedeling naar schakels in de intermodale vervoersketen: de terminaloverslag, het intermodale netwerk en het voor- en natransport. We zullen hierbij telkens enkele maatregelen aanhalen die de concurrentiepositie van multimodaal vervoer kunnen versterken.

2.2.2.2 Het intermodale hoofdtransport

Het primaire transporttraject in het intermodaal transportsysteem gebeurt via de binnenvaart of via het spoor. Deze vervoersmodi zijn interessant daar zij mogelijkheden bieden om zware, gevaarlijke en ondeelbare stukken te vervoeren die een gemiddelde vrachtwagen niet zonder risico kan transporteren. We denken hierbij onder andere aan grote silo's of opslagtanken die gebruikt worden in de industrie. Maar ook gewone stukgoederen en goederen in bulk kunnen via multimodaal transport vervoerd worden. Voor deze goederen vormt de container de intercontinentale laadeenheid bij uitstek. De container kan zowel in de binnenvaart als in het spoorvervoer gebruikt worden en is door de standaardisatie erg eenvoudig te behandelen. Deze standaardisatie houdt in dat de omvang van een container bepaald is op een lengte van 20 ft (6,1 m) of 40 ft (12,2 m) terwijl de hoogte en breedte steeds 8,6 ft (2,6 m) zijn. De eenheidsmaat van een container wordt aangeduid met de TEU, dat staat voor Twenty feet Equivalent Unit. 1 TEU staat hierbij voor een 20 ft container. Door deze standaardisatie is het voor elke schakel in het multimodale netwerk makkelijker om zich af te stemmen op de vorige schakel. Op die manier kan de keten vlot doorlopen worden en bereikt de lading op een eenvoudige en snelle manier zijn eindbestemming. Naast de modale container gebruikt men ook tussenvormen of varianten van deze ladingdrager zoals tankcontainers en wissellaadbakken.

De transportkosten op de hoofdvervoersas worden in belangrijke mate bepaald door de treinlengte of scheepsgrootte, de beladingsgraad en de transportafstand. Hoe groter het vervoermiddel en hoe hoger de beladingsgraad (dus hoe meer laadeenheden) des te lager de vaste kosten per laadeenheid zijn. Aan deze schaalvoordelen die ontstaan door ladingbundeling ontleent multimodaal vervoer in feite haar bestaansrecht. (KONINGS, BONTEKONING EN MAAT, 2006)

Wat betreft het **spoornetwerk** merken we op dat het spoornet in België een lange traditie kent en dat ons land het dichtste spoornetwerk heeft van de Europese Unie. In België lag begin 1995 3396 km spoorlijn waarvan ongeveer 70% geëlektrificeerd was. De federale portaalsite van België (2007) meldt dat in 1998 de lengte van het spoorwegnet 3410 km bedroeg, waarvan 568 km of bijna 17% uitsluitend bestemd was voor het transport van goederen. Het spoornetwerk heeft een polycentrische structuur met een centrale functie in Brussel. De infrastructuurdichtheid sluit nauw aan bij de bevolkingsdichtheid met een veel dichtere netwerk in Vlaanderen dan in Wallonië. Het is

de Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen of de NMBS die in opdracht van de Belgische federale overheid de treindiensten exploiteert. De organisatie van het spoorvervoer was dus geheel in handen van de Belgische overheid waarbij goederenactiviteit van de Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen (NMBS) wordt gecommmercialiseerd onder de naam B-Cargo. (MARTENS, 2002; THOMAS ET. AL., 2002)

Hoewel de spoorinfrastructuur in ons land voorhanden was en België zelfs over het dichtste spoornetwerk van de Europese Unie beschikt, is het spoor het enige transportmiddel dat zijn aandeel in het goederenvervoer niet heeft kunnen laten toenemen. (WITLOX, 2006-2007) Deze trend kan eveneens worden waargenomen doorheen heel Europa. In 1970 verliep 20% van het goederenvervoer in de EU-15 via het spoor, terwijl dit in 2003 minder dan 8% was. In 1991 besloot de Europese Commissie dan ook te starten met de Europese liberalisering van het treinverkeer met de bedoeling de spoorwegondernemingen een nieuwe dynamiek te geven. Een groei van het marktaandeel van het spoorvervoer zou bewerkstelligd worden door het toelaten van onderlinge concurrentie. Deze liberalisering verliep in verschillende fasen waarbij in januari 2007 de liberalisering van het spoor werd afgerond, althans wat betreft het goederenvervoer. Voor passagiers is er wellicht een volledige liberalisering van het internationale spoorvervoer vanaf 2010. (NIEUWSBANK, 2003; HET LAATSTE NIEUWS, 2006)

De eerste richtlijnen, die in België van kracht werden in 1997, beoogden een duidelijke scheiding tussen het beheer van de spoorinfrastructuur en van het eigenlijk transport. Om tegemoet te komen aan deze EU-regelgeving bestaat de NMBS sinds 1 januari 2005 uit drie delen: een beheerder van de infrastructuur (Infrabel), een exploitant van de treinen (NMBS) en een overkoepelende holding (NMBS-holding). In de goederensector krijgen nieuwe spoorwegmaatschappijen daardoor vrije toegang op bijna het hele Belgische spoorwegnet. Op 15 maart 2003 werd een volgende stap verder gezet en kunnen nieuwe spoorwegmaatschappijen naast de traditionele operatoren (zoals B-Cargo van de NMBS) vanaf dan gebruikmaken van het Trans-Europese Netwerk voor het goederenvervoer per spoor. Dit netwerk strekt zich uit over 17 landen en reikt tot de havens die het continentale verkeer voeden. In België komt dit neer op een vrije toegang op ongeveer 80% van de lijnen die voor het goederenverkeer worden gebruikt. Er wordt gepland dat vanaf 2008 een vrije toegang wordt gecreëerd op alle lijnen.

In het Belgische spoor-wegvervoer zijn er vandaag de dag twee belangrijke intermodale operatoren, namelijk Transport Rail Weg/Transport Route-Wagon (TRW) en Inter-Ferry-Boats (IFB). De NMBS heeft in deze organisaties een belangrijke participatie. De vermelde intermodale operatoren kopen bij de cargo-afdeling van de NMBS een locomotief en bestuurder waarvoor zij een vaste prijs betalen en waarmee zij de ladingen naar hun bestemming brengen. Zij richten zich zowel op het maritieme containervervoer als op de continentale vervoersstromen en trachten met een verscheidenheid aan verbindingen aan de wensen van de klant tegemoet te komen. In deze geest is IFB een belangrijke partner van het North European Network (NEN) dat zichtbaar is in bijlage 1 en een centrale hub heeft in Antwerpen. Het NEN is een netwerk voor het vervoer van maritieme containers. Dankzij de Europese organisaties Intercontainer/Interfrigo (ICF) waartoe IFB behoort, verloopt de samenwerking met buitenlandse terminals op doeltreffende wijze. ICF is een intermodale operator waarin de belangrijkste spoorwegmaatschappijen participeren en die over een eigen netwerk beschikt, namelijk het ICF Quality Net. Dit netwerk, opgenomen in bijlage 1, biedt ook de mogelijkheid om vanuit de Benelux met gecombineerd vervoer Spanje, Duitsland en Italië te bereiken. (MARTENS, 2002; MACHARIS EN VERBEKE, 1999)

De andere belangrijke intermodale operator TRW is een agent in België van de Europese organisatie 'Union Internationale des sociétés de transport combiné Rail-Route' of UIRR. Initieel was TRW een organisatie waarin hoofdzakelijk de wegvervoerders participeerden. Door financiële moeilijkheden echter heeft de NMBS een belangrijk deel van de onderneming op zich genomen waardoor het een belangrijke aandeelhouder is. TRW beschikt over het CORTAX-netwerk waardoor het vanuit Schaarbeek intermodaal vervoer kan verzorgen naar Spanje en vooral naar Italië. Een weergave van dit netwerk kan men terugvinden in bijlage 1 (MARTENS, 2002).

Omwille van de langdurige politieke bescherming die het spoor over de jaren heeft genoten op nationaal vlak, zijn de technische verschillen tussen landen een belangrijke hinder voor meer rendabel internationaal spoorvervoer. Er zijn aldus verschillen in onderhoud, seininstallaties, voltages voor elektrische treinen en spoorbreedte. Bovendien is ook de prijszetting omwille van overheidsinvloeden, niet erg eenduidig.

Door het principe van het aaneenschakelen van wagons, kan men de lengte van de trein steeds aanpassen aan de hoeveelheid te vervoeren goederen wat een pluspunt vormt voor het intermodaal transport via het spoor. Op die manier vermijdt men immers het

rondrijden met lege wagons. Er is op die manier steeds een zeer efficiënte bezetting van de ingezette treintoestellen mogelijk.

Bij de uitbouw van een intermodaal netwerk dat gebruikt maakt van de **Belgische wateren** heeft men eveneens rekening te houden met enkele infrastructurele randvoorwaarden. Zoals te zien op de kaart in bijlage 2 zijn de best bevaarbare waterwegen gesitueerd rond Antwerpen en Gent waardoor deze steden de potentie hebben om te fungeren als een uitwisselpunt of hub voor binnenvaartdiensten. In het Belgische waterwegennet zijn verder ook twee duidelijke ringstructuren zichtbaar. Eén die loopt van Antwerpen naar Hasselt, Luik, Namen, Charleroi en Brussel en een ander die loopt van Antwerpen naar Gent, Kortrijk, Bergen en Brussel. Deze structuren maken het voor België denkbaar om op deze waterwegen binnenvaartlijndiensten voor continentale lading te ontwikkelen. We merken echter op dat de kwaliteit van de waterwegen op deze routes varieert. De diepgang en de breedte van de rivieren en kanalen bepalen de maximaal toegelaten tonnenmaat op de waterweg (gabariet) en hiermee dus de grootte van de schepen. Dit resulteert in een opdeling in 5 klassen die de CEMT-classificatie wordt genoemd en die eveneens wordt weergegeven op de kaart terug te vinden in bijlage 2. België telt ongeveer 1500 km waterwegen waarvan 60% bevaarbaar is voor schepen van minstens 1350 ton. (WITLOX, 2006-2007)

Naast de dimensionale aspecten als breedte en diepgang van het bestaande waternetwerk, bepalen ook de bruggen, sluizen, scheepsliften en waterkeringen in grote mate de maximale schaalgrootte van de containerbinnenvaart. De maximale doorvaarthoogte bepaalt het aantal lagen containers dat geladen kan worden op het binnenschip. Hoe meer lagen gestapeld kunnen worden, hoe meer schaalvoordelen kunnen gerealiseerd worden en hoe competitiever de binnenvaart kan zijn ten opzichte van het wegvervoer. (MACHARIS EN VERBEKE, 2004)

Wat betreft het prijsniveau van binnenvaartvervoer stellen we vast dat de binnenvaart geen last heeft van kosten voor infrastructuur of van onbeheersbare overheadkosten. Doordat de kosten beperkt zijn tot de kosten van het schip, het laden en het lossen en de bemanning, is de binnenvaart een echte prijskraker. De transittijd en de hierboven aangehaalde geografische beperkingen kunnen hier echter een spelbreker zijn. (COEBERGH, 1992)

2.2.2.3 De terminaloverslag

Het overslaan van laadeenheden tussen modaliteiten is een onvermijdelijke activiteit in multimodaal vervoer. Omdat het meeste vervoer over de weg vertrekt vanaf de verzender (verlader) en over de weg aankomt bij de ontvanger (geadresseerde), moet onderweg van modaliteit gewisseld kunnen worden. Er moeten dus, op strategische locaties, overslagplaatsen geplaatst worden.

De kosten van overslag kunnen variëren naar de plaats (achterland versus zeehaven) en de modaliteit (spoor versus binnenvaart). Kostenverschillen ontstaan eveneens door het gebruik van uiteenlopende overslagapparatuur die kunnen variëren naar type (mobiele kraan of reachstacker) en naar aankoopwijze (nieuw of tweedehands). Veelal zijn er echter ook andere uitgangspunten die de kosten beïnvloeden. We denken hierbij aan subsidies van de overheid, de beschikbaarheid van een kade voor de binnenvaart of een spoorterminal en het feit of de grond bij de terminal in eigendom is of gehuurd wordt. Er zijn dus verschillende kostenaspecten die komen kijken bij de aanleg van een overslagterminal. De kosten van het multimodaal vervoer inclusief al de overslagvoorzieningen zouden moeten opwegen tegen de kosten van het wegvervoer dat zonder overslag van de verlader naar de geadresseerde kan gaan.

Het relatieve belang van de terminalkosten in de totale kosten van de intermodale keten hangt af van de totale vervoersafstand. Naarmate deze afstand immers groter wordt, zijn de kosten van het spoor- of binnenvaarttraject groter en wegen de terminalkosten minder zwaar door. (KONINGS, BONTEKONING EN MAAT, 2006) Naarmate het af te leggen traject langer is, maakt intermodaal vervoer dus meer kans om in ieder geval qua prijs te concurreren, omdat de kosten van overslag over meer kilometers gespreid kunnen worden. (COEBERGH, 1999) Uit recente studies blijkt dat het aandeel van de overslagkosten in de totale ketenkosten in België ongeveer 25 à 30% bedraagt.

Het Belgisch intermodaal landschap telt in 2005 19 terminals die gebruikt kunnen worden voor multimodaal vervoer. We spreken dan ook van multimodale of intermodale terminals die een overslag voor de combinaties binnenvaart-weg en spoor-weg mogelijk maken. Deze terminals moeten uitgerust worden met aangepaste kranen om de containers over te laden van de weg naar het spoor of de binnenvaart en omgekeerd. Het aantal Belgische terminals voor de multimodale combinatie heeft pas heel recentelijk een grote groei gekend. Pas in 1991 werd de eerste binnenvaartterminal geopend, namelijk

Avelgem Container Terminal (AVCT) in Avelgem. In 1996 volgde pas de tweede terminal in Meerhout, de Water Container Terminal (WTC). Slechts op het einde van de jaren negentig ziet men een ware boom ontstaan van nieuwe terminals op Belgisch grondgebied. Eind 2005 zijn er reeds 7 binnenvaart-wegterminals actief. De steun van de Vlaamse regering voor de bouw van kaaimuren heeft een belangrijke katalyserende rol gespeeld in deze evolutie. De voorbije jaren zijn er heel wat dossiers voor kaaimuren goedgekeurd binnen het programma voor publiek-private samenwerking. Het aantal spoor-wegterminals bleef de laatste jaren stabiel en bedraagt momenteel 8 installaties. Dit aantal is vergelijkbaar met het aantal in 1995 maar de locaties zijn in de loop der jaren ten dele gewijzigd. België beschikte in 2005 eveneens over 4 trimodale terminals in vergelijking met 1 trimodale overslagplaats in 1999. Een voorbeeld hiervan is de trimodale terminal in Genk. (MIRA, 2006) In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van het huidige intermodale terminallandschap.

Er zijn verschillende overslagtechnieken die gebruikt kunnen worden om de goederen van de ene transportmodus op de andere over te slaan. Men onderscheidt hierbij verticale en horizontale overslagtechnieken. In het eerste geval wordt de container, de wissellaadbak of de oplegger opgetild met een vorkheftruck of een kraan en zo overgeslagen naar een andere vervoersmodus. Bij deze methode van overslag kan men gebruik maken van een reachstacker of een portaalkraan zoals voorgesteld in figuur 5 en 6.



Figuur 5: Verticale overslag: reachstacker
Bron: Vannieuwenhuysse en Misschaert, 2006



Figuur 6: Verticale overslag: portaalkraan
Bron: Vannieuwenhuysse en Misschaert, 2006

Opleggers kunnen echter ook horizontaal worden overgeslagen, zoals te zien in figuur 7, doordat zij in hun geheel op een andere vervoersmodus worden geplaatst. Zo kan een truck gewoonweg op de trein worden gereden die het hoofdtransport van deze

multimodale keten uitmaakt. Bij aankomst aan de spoorterminal rijdt de betreffende vrachtwagen weer verder over de weg naar zijn eindbestemming om daar de vracht af te leveren. Bij de horizontale overslag ontstaat het voordeel dat de wegvervoerder niet moet investeren in intermodaal materiaal zoals kranen of liften. (COEBERGH, 1999)



Figuur 7: Horizontale overslag
Bron: Vannieuwenhuysse, 2006

De aanleg van de overslagterminals en het voorzien in de noodzakelijke overslagmaterialen is een enorm grote investering. Een terminal moet dan ook de nodige volumes overslaan om deze miljoeneninvestering terug te verdienen. Het rendement van een overslagterminal hangt bovendien naast het overslagvolume ook af van de omvang van het marktgebied. Op dit laatste principe komen we later in deze thesis nog uitgebreid terug met de uitwerking van een haalbaarheidsstudie gebaseerd op de ligging van de bestemming.

Door de grote diepte-investering draaien nogal wat terminals gedeeltelijk of helemaal op overheidsgeld afkomstig van het kaaimurenprogramma van de Vlaamse overheid dat in hoofdstuk 5 nog verder besproken wordt. Het zal bovendien nodig zijn de externe kosten mee in beschouwing te nemen om de grote investeringen voor terminaloverslag bij multimodaal vervoer te rechtvaardigen.

Tegenwoordig is het noodzakelijk dat de overslagterminals meer functies op zich nemen om op die manier hun competitief voordeel te vergroten ten opzichte van het unimodaal transport. Dit kan bewerkstelligd worden door als terminaluitbater ook de binnenvaart- of spoordiensten en diensten voor voor- en natransport aan te bieden. Bovendien kan men ook overgaan tot de verhuur van terreinen voor containeropslag zodat de terminal als een soort van depot gaat fungeren. Het aanhouden van voorraad die dadelijk ter beschikking is van de producent, kan een grote troef zijn voor de inlandterminal wanneer

de toeleverancier niet dicht bij de producent gevestigd is. Verder is het van groot belang om het overslagvolume in de terminal te vergroten waardoor de kosten per eenheid dalen. (KONINGS, BONTEKONING EN MAAT, 2006)

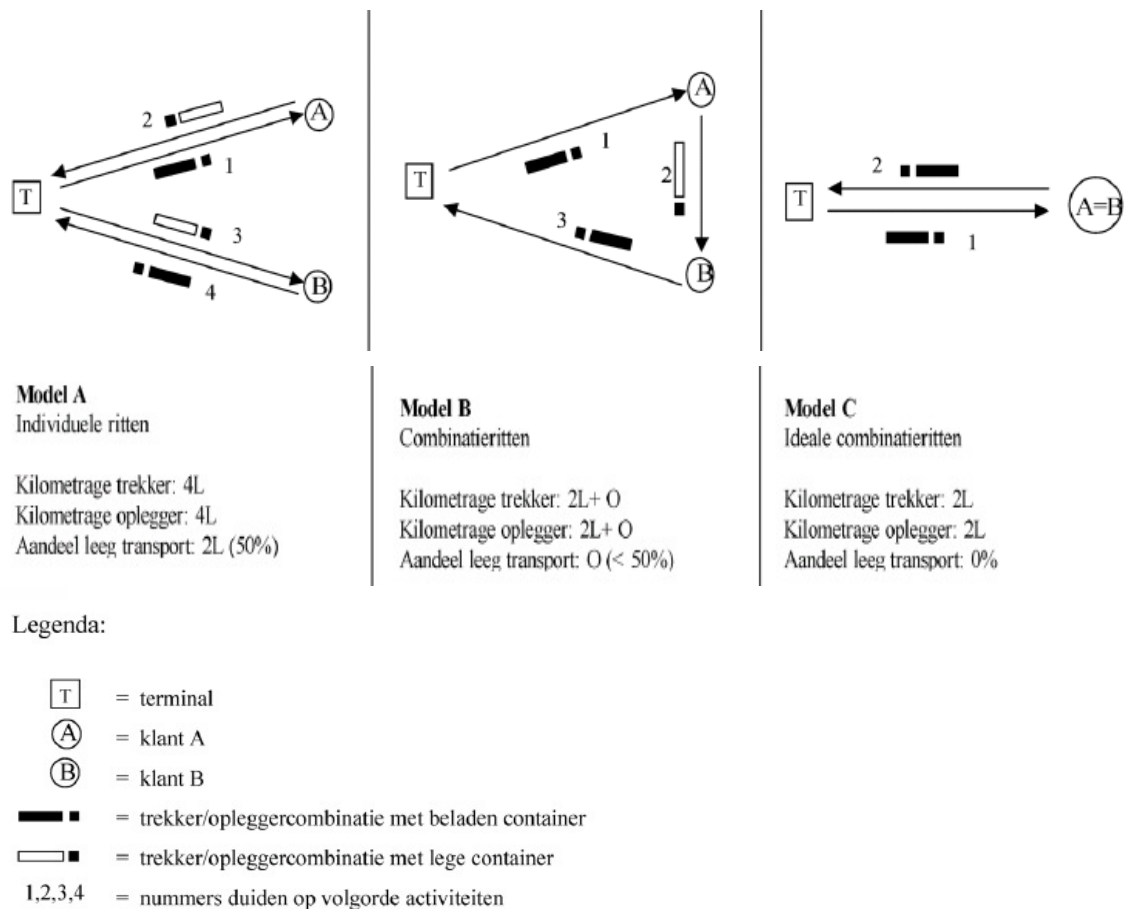
2.2.2.4 Het voor- en natransport

Hoewel de afstanden in voor- en natransport doorgaans beperkt zijn tot gemiddeld 25 km, zijn de kosten van deze schakel in de keten relatief hoog. Recente studies van MACHARIS EN VERBEKE (2004) tonen aan dat het kostenaandeel van dit component gemakkelijk kan oplopen tot 50% van de totale ketenkosten. De kosten van dit voor- en natransport spelen dus een zeer belangrijke rol voor de concurrentiekracht van multimodaal vervoer. Mogelijke besparingen op dit traject zouden dan ook een groot effect teweeg kunnen brengen. In de kostenopbouw van voor- en natransport spelen zowel de variabele of kilometerkosten als de vaste of tijdskosten van een rit een grote rol. Op deze kostenaspecten werd reeds dieper ingegaan bij de bespreking van de transportkosten bij het unimodale goederenvervoer.

Kostenbesparingen op het voor- of natransport kunnen bekomen worden door een optimale afstemming van de routes die worden gevolgd. Een efficiënte planning van de ritten zou bovendien moeten zorgen voor een minimalisatie van ritten zonder lading. In het wegvervoer dat gepaard gaat met het multimodaal goederentransport kunnen we dan ook twee typen ritten onderscheiden. Enerzijds zijn er de 'stay with-ritten' waarbij de trekker steeds gekoppeld blijft aan de oplegger bij het laden of lossen van een container. Anderzijds bestaan er 'drop and pick-ritten' waarbij de trekker losgekoppeld wordt en de oplegger met container bij de klant (verlader of ontvanger) wordt achtergelaten voor het laden of lossen van de goederen.

Bij 'stay with-ritten' blijft de trekker gekoppeld aan de oplegger tijdens het laden en lossen. Na het lossen bij een klant kunnen zich dan drie situaties voordoen zoals zichtbaar op figuur 8. In model A rijdt de combinatie van oplegger en container leeg terug naar de terminal. Eénmaal aangekomen aan de terminal vertrekt de combinatie terug naar een andere klant. Op die manier bekomen we individuele ritten en legt zowel de trekker als de oplegger 4 lengtes af. Bij het terugrijden naar de terminal is de oplegger steeds leeg waardoor de helft van het traject met een lege container wordt rondgereden. Bij model B worden de ritten zonder lading verminderd door het gebruik van combinatieritten. In plaats van met een lege oplegger terug te rijden naar de

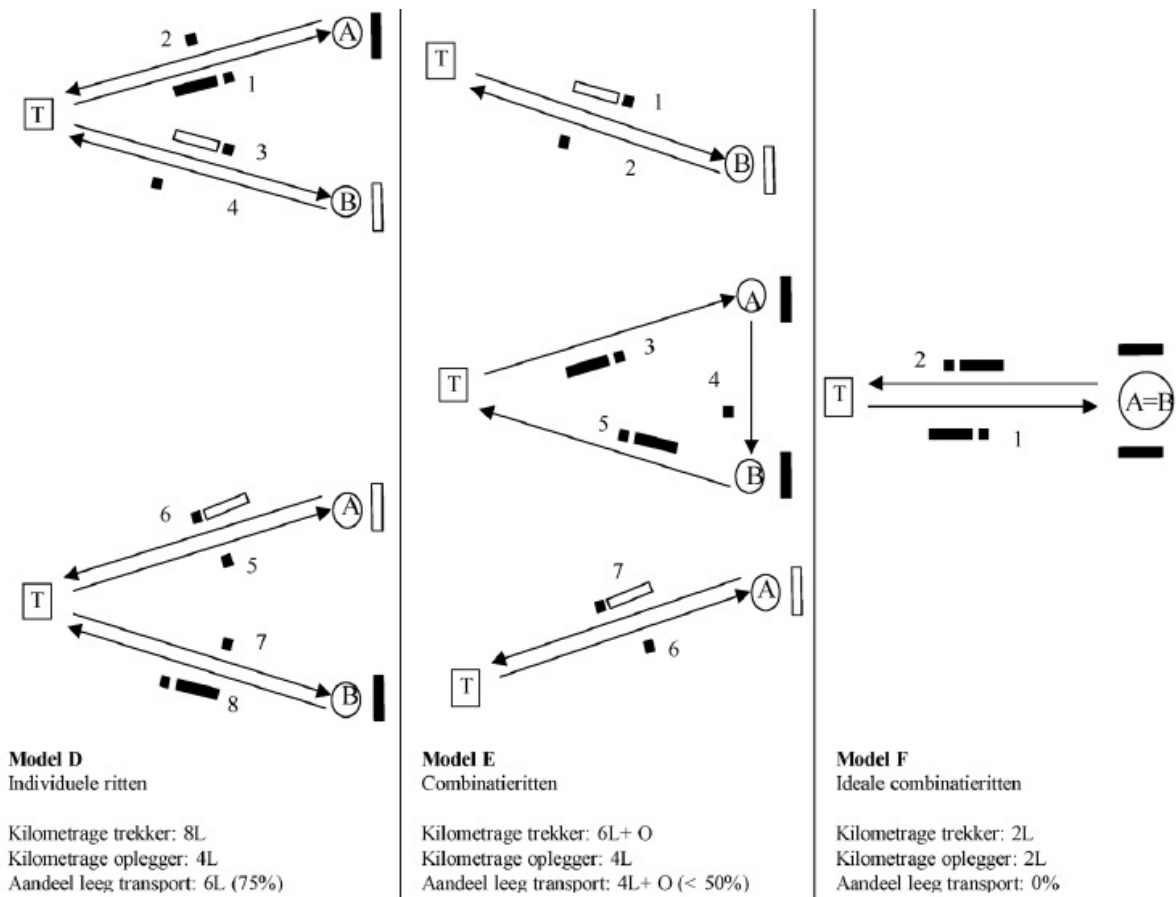
terminal, rijdt men rechtstreeks door naar een nieuwe klant om de container daar eerst te vullen. Bij deze werkwijze zal het aandeel van het leeg transport kleiner zijn dan 50%. De meest ideale situatie doet zich voor in model C. Hier wordt de container op het losadres weer herladen en naar de terminal gebracht. Op deze wijze is er nooit sprake van leeg transport en wordt er dus zo efficiënt mogelijk gewerkt. In het algemeen zijn de vaste kosten voor de drie modellen echter relatief hoog omdat de trekker met chauffeur tijdens het laden en lossen wacht en dus onproductief is.



Figuur 8: 'Stay with' ritten (trekker en oplegger blijven gekoppeld): drie basispatronen
Bron: Konings, Bontekoning en Maat, 2006

Om de vaste kosten van het wachten te verhinderen kan men beter gebruik maken van 'drop and pick-ritten'. Hierbij wordt de oplegger immers van de trekker afgekoppeld zodat de trekker onmiddellijk weer voor een nieuwe rit kan worden ingezet. Het laden en lossen gebeurt terwijl de trekker al op weg is naar een andere bestemming waardoor hij dus geen tijd verliest met wachten. De oplegger met container wordt op een later

moment weer opgehaald. In zulke ritten zijn de tijdskosten relatief gezien lager, maar de kilometerkosten zijn hoger omdat er meer leeg wordt rondgereden. Het aandeel lege ritten kan zelfs oplopen tot 75%, zoals in model D, wat erg hoog is. Model E brengt al een verbetering door het gebruik van combinatieritten maar het is model F die de ideale ritten voorstelt met 0% leeg transport. (KONINGS, BONTEKONING EN MAAT, 2006)



Legenda:

- T = terminal
- A = klant A
- B = klant B
- = trekker/opleggercombinatie met beladen container
- = trekker/opleggercombinatie met lege container
- = oplegger met beladen container
- = oplegger met lege container
- = trekker
- 1,2,3,4 = nummers duiden op volgorde activiteiten

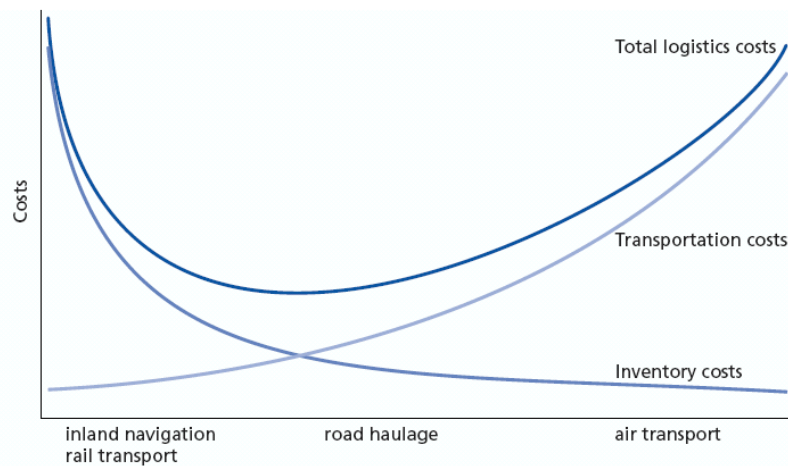
Figuur 9: 'Drop and pick' ritten (trekker en oplegger worden ontkoppeld): drie basispatronen
Bron: Konings, Bontekoning en Maat, 2006

Zoals aangegeven in voorgaande paragrafen is het duidelijk dat men bij de bepaling van de transportkost bij multimodaal vervoer met verschillende kostencomponenten rekening dient te houden. Vaak is het zo dat wat betreft de transportkost, het multimodaal netwerk een goedkoper alternatief vormt voor het goederenvervoer via de weg. Soms echter gaat de overstap van het unimodaal transport naar een transport via het spoor of de binnenvaart, niet gepaard met een daling van de transportkosten. Dit heeft uiteraard meestal te maken met het feit dat de begin- of eindschakel in de keten niet rechtstreeks aan een overslagplaats gelegen is, waardoor er geen deur-tot-deurtransport mogelijk is. De extra kosten van goederenbehandeling bij de terminal en het nodige voor- en natransport maken het gecombineerd vervoer vaak even duur of soms zelfs duurder dan het rechtstreeks wegvervoer. De juiste transportkost hangt dus af van situatie tot situatie en wordt hoofdzakelijk beïnvloed door de ligging van de overslagterminal en de onderneming zelf. Het is hierbij belangrijk dat men zorgt voor een optimale inplanting van de terminals en aandacht besteedt aan de aanleg van industrieterreinen in de nabijheid van overslagfaciliteiten. Dit onderzoeksdomein zou zeer interessant zijn voor verder onderzoek.

2.3 Voorraadkosten

De tweede categorie van logistieke kosten die een belangrijke impact kan ondervinden van een modal-shift, zijn de voorraadkosten. De voorraadkosten zijn sterk met transportbeslissingen verbonden en maken hierdoor een belangrijk deel uit van de totale logistieke kostprijs. Het is bij de keuze van de vervoerswijze belangrijk om een afweging te maken tussen de voorraadkosten en de transportkosten. De trade-off tussen transport- en voorraadkosten wordt weergegeven in figuur 10. Vanuit het standpunt van de transportkosten gebruikt men best een traag transportmiddel met een hoge laadcapaciteit waardoor we veel goederen tegelijkertijd kunnen vervoeren en op die manier kunnen profiteren van schaalvoordelen. We denken hierbij aan het gebruik van een binnenschip, een trein of een zeeschip als ideale transportmodus. De inzet van deze modi gaat echter gepaard met hoge voorraadkosten. Als men de kosten voor voorraad wil reduceren, kiest men beter voor een snel voertuig met een lage capaciteit zodat de goederen niet lang onderweg zijn en weinig voorraadkosten met zich meebrengen. Voorbeelden hiervan zijn het wegtransport en het luchtvervoer. Deze transportmodi hebben echter een hoge transportkost. Welk transportmiddel uiteindelijk gekozen wordt is afhankelijk van factoren als de waarde van de goederen (bulk met een lage waarde of

hoogwaardige producten), de kosten voor het aanhouden van een voorraad, de doorlooptijden van de verschillende modi en het volume dat jaarlijks wordt getransporteerd.



Figuur 10: Trade-off tussen de transport- en voorraadkosten
Bron: Blauwens et. al., 2003

We zien in bovenstaande grafiek dat de totale logistieke kost, die hier enkel bestaat uit de grootste componenten namelijk de transport- en voorraadkost, het laagst is voor het wegvervoer. De transportbeslissing is optimaal daar waar de totale logistieke kosten geminimaliseerd worden. Het transport via de binnenvaart of het spoor bevindt zich links van het wegvervoer en kan een hogere totale kostprijs hebben. In de multimodale context kunnen we stellen dat de voorraadkosten in het nadeel uitvallen van de binnenvaart en het spoor. Deze hogere voorraadkost wordt in de meeste multimodale benaderingen echter gecompenseerd door een lagere transportkost van het gecombineerd vervoer. Het is hierbij van belang om ook de externe kosten in beschouwing te nemen waardoor het multimodaal vervoer waarschijnlijk beter zal scoren naar aanleiding van zijn milieuvriendelijker en veiliger karakter. Deze externe kosten worden besproken in hoofdstuk 3. (BLAUWENS ET. AL., 2001; BLAUWENS ET. AL., 2002; BLAUWENS ET. AL., 2003)

Er bestaan drie soorten voorraadkosten die systematisch door het transport beïnvloed worden. Men moet dan ook bij de analyse van de transportbeslissing vooral rekening houden met deze drie kostengroepen. De keuze van een vervoerswijze heeft een weerslag op:

- de cyclische voorraadkosten: aangezien vervoer voorraden doet ontstaan door ineens een kwantiteit af te leveren die niet onmiddellijk gebruikt kan worden.
- de voorraadkosten tijdens het vervoer: aangezien vervoer voorraadkosten berokkent op de goederen die in het transport zelf aanwezig zijn.
- de kosten van veiligheidsvoorraad: aangezien vervoer leidt tot veiligheidsvoorraden door de tijd die het in beslag neemt.

Voor we de verschillende types van voorraden verder bespreken, zullen we aandacht besteden aan de kostprijs om goederen in voorraad te houden. Die kostprijs dienen we te kennen als we de voorraden tegen het transport willen afwegen. De kostprijs om goederen in voorraad te houden bestaat uit vier elementen, namelijk (i) intrestkosten, (ii) verzekeringskosten of risico, (iii) ontwaarding van de goederen en (iv) magazijnkosten. Bespreken we achtereenvolgens deze componenten die de voorraadkosten bepalen.

(i) Intrestkosten

In de goederen die in voorraad gehouden worden, ligt geld vast dat niet gebruikt kan worden voor investeringen of beleggingen. De intrest die men hierdoor derft, nemen we op als element van de voorraadkost. (BLAUWENS ET. AL., 2002)

Voor de berekening van de intrestkosten mag men de intrestvoet slechts tellen in de mate dat hij de gemiddelde prijsstijging overtreft. Men beschouwt dus niet de nominale, maar wel de reële intrestvoet, zijnde de intrestvoet boven inflatie. (BLAUWENS ET. AL, 2001) De intrestkosten gelden zowel voor de voorraad tijdens het vervoer als voor de cyclische voorraad en de veiligheidsvoorraad. Of de goederen aanwezig zijn in het transport of op de plaats van de bestemming, maakt voor de berekening van de intrest immers niet uit. In beide situaties zit het geld vast en kunnen we het niet laten renderen in andere projecten of op een spaarrekening.

(ii) Verzekeringskosten of risico

Als men de goederen verzekert tegen brand en diefstal en als de premie afhangt van de in voorraad aanwezige kwantiteit, is de bijkomende jaarpremie per eenheid van het goed ook een element van de jaarlijkse kostprijs van voorraadhouding. Voor iedere container kan door toepassing van deze premie de verzekeringskosten worden bepaald. Verzekert men niet, dan moet men in een nauwgezette berekening van de voorraadkost ook het

brand- en diefstalrisico tellen dat de ondernemer zelf loopt. De component verzekeringskost of risico zal echter meestal een minder belangrijke rol spelen. (BLAUWENS ET. AL., 2002)

(iii) Ontwaardingskosten

Ontwaarding van goederen kan ontstaan door fysische aftakeling of bederf. Meestal is dit echter niet de hoofdoorzaak. Veel belangrijker zijn de economische ontwaardingskosten. In een aantal gevallen kan de economische ontwaarding berekend worden uit de gemiddelde levensduur van een product. Er bestaan immers bepaalde goederen die na enkele maanden of jaren hun volledige waarde verliezen. Ze worden dan onverkoopbaar. We denken hierbij aan modekleding of computeronderdelen. De ontwaardingskosten zijn bij deze goederen zeer hoog. In het transport gaat het echter niet altijd over dergelijke goederen. Er zijn ook situaties waar de ontwaarding van de goederen nul is. Het in voorraad houden van ijzererts bijvoorbeeld of het stockeren van onderdelen in een autofabriek die nog jaren zal doorgaan met de productie van een zelfde model, brengt geen risico mee op bederf of op het onverkoopbaar worden. Of men rekening dient te houden met deze groep van kosten hangt dus af van de fysische of economische ontwaarding van de goederen in de goederen in kwestie.

(iv) Magazijnkosten

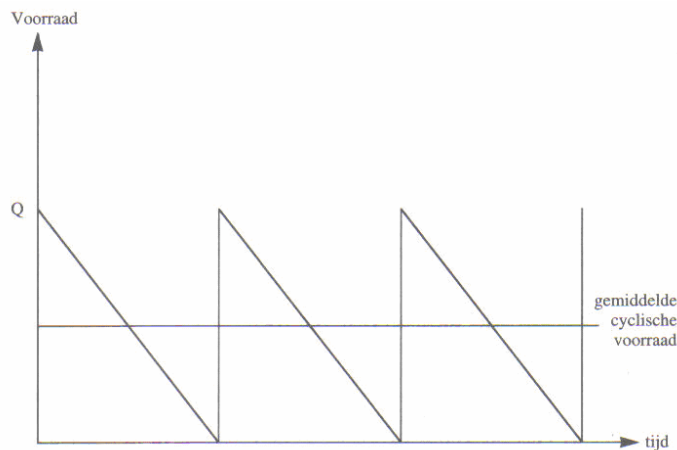
Deze kosten dienen in rekening te worden gebracht wanneer men niet over een eigen magazijnruimte beschikt om de goederen te stockeren en de goederen worden opgeslagen in een extern magazijn. Dit is vaak het geval bij zeehavens of in logistieke centra. Het tarief wordt bepaald door het bedrag dat gevraagd wordt voor de opslag per ton of per m³ of algemeen per eenheid van het goed. Wanneer men wel over een eigen opslagruimte beschikt, dient men de jaarlijkse kostprijs van dat magazijn te berekenen. Dit houdt niet alleen de intrestkosten of de afschrijvingen in maar tevens de kosten van verlichting, verwarming, onderhoud enz. Om vervolgens de jaarlijkse kost per eenheid goederen te bepalen, deelt men de totale kost door de kwantiteit die gemiddeld aanwezig is (BLAUWENS ET. AL., 2002).

Aan de hand van bovenstaande kostencomponenten van de voorraad kunnen we de voorraadkost per container per jaar berekenen. Aan de hand van deze gegevens kunnen de cyclische voorraadkosten, de voorraadkosten tijdens het vervoer en de kosten van veiligheidsvoorraad berekend worden voor zowel het unimodaal wegvervoer als het

multimodaal vervoer. Deze voorraadkosten worden immers systematisch door het transport beïnvloed.

2.3.1 Cyclische voorraadkosten

Wanneer een onderneming goederen aanvoert, doet ze dat meestal in een kwantiteit die gedurende een bepaalde tijd haar behoeften dekt. De aangevoerde goederen zullen dus een tijd in voorraad liggen. Het verloop van deze voorraad is cyclisch zoals aangegeven op figuur 11. Onmiddellijk na aankomst van de goederen bedraagt de cyclische voorraad de totale bestelkwantiteit Q . Tegen het einde van de bestelcyclus, op het moment dat de volgende voorraadaanvulling plaatsvindt, is de cyclische voorraad reeds gedaald tot nul. Hieruit leidt men af dat, gemiddeld gezien, de helft van de bestelkwantiteit in cyclische voorraad ligt.



Figuur 11: Cyclische voorraad bij bestelkwantiteit Q
Bron: Blauwens et. al., 2001

De cyclische voorraad vormt zich op de plaats van bestemming waar de goederen afgeleverd worden. Maar het spreekt vanzelf dat ook cyclische voorraden kunnen ontstaan op de plaats van verzending en zelfs op plaatsen van tussenopslag bij overlading van de goederen. Het belang van de cyclische voorraadkosten is hier echter veel geringer daar op grote productieplaatsen of plaatsen van opslag het debiet erg groot is in vergelijking met de partijgrootte van het vervoer. Er komen op die plaatsen zoveel goederen samen waardoor één partij goederen maar een relatief klein belang heeft in de totale hoeveelheid goederen ter plaatse. Dat de helft van de partijgrootte in cyclische voorraad ligt, maakt dan weinig uit in de kostprijs per behandelde ton.

Het is duidelijk dat de keuze van een vervoerswijze gevolgen heeft voor de voorraadkosten. Wie vervoerkosten wil besparen door te vervoeren in voertuigen met groter laadvermogen, waarbij dus de partijgrootte opgevoerd wordt, loopt bijkomende kosten op van cyclische voorraadvorming. Op de kosten van cyclische voorraad zo laag mogelijk te houden kan men best vervoeren in kleine partijen. (BLAUWENS ET. AL., 2001) Het valt hier op te merken dat men zowel bij het goederenvervoer via het spoor als bij het vervoer via het water, steeds een partijgrootte van één container kan vervoeren. Ook een vrachtwagen kan één container transporteren. In dit opzicht ligt er dus gemiddeld een halve containerlading in cyclische voorraad. Dit levert voor alle vervoersalternatieven dezelfde kostprijs op. Enkel wanneer men meerdere containers per spoor of via de binnenvaart vervoert, zijn de cyclische voorraadkosten groter dan het vervoer van één container via de weg.

2.3.2 Voorraadkosten tijdens het vervoer

De vervoerde goederen blijven gedurende de volledige transporttijd onbeschikbaar en veroorzaken gedurende deze tijd voorraadkosten. Deze voorraadkosten worden ook wel transporttijdskosten genoemd. Om de voorraadkosten tijdens het vervoer te kunnen bepalen, moeten de transporttijden van de verschillende vervoerswijzen enkel vermenigvuldigd worden met de intrestkosten per container per jaar. Verzekeringskosten moeten hier niet geteld worden, aangezien deze reeds vervat zitten in de transportkost. Uiteraard dienen er ook geen magazijnkosten tijdens het vervoer geteld te worden.

Het is duidelijk dat voorraadkosten tijdens het vervoer aansporen tot het gebruik van snelle vervoersmodi, daar waar de cyclische voorraadkosten aanzetten tot het vervoer in kleine partijen. Hierbij kunnen we aanhalen dat het gecombineerd vervoer doorgaans trager verloopt dan het rechtstreeks vervoer via de weg. Dit wordt vooral veroorzaakt door de overslag die onlosmakelijk verbonden is aan het gebruik van meerdere vervoersmodi. We kunnen dan ook concluderen dat het multimodaal vervoer gepaard gaat met hogere voorraadkosten tijdens het vervoer. (BLAUWENS ET. AL., 2001; BLAUWENS ET. AL., 2002)

2.3.3 Kosten van veiligheidsvoorraad

Een derde soort voorraadkosten die we moeten beschouwen in de logistieke analyse, zijn de kosten van de veiligheidsvoorraad die bij de bestemming aangehouden wordt. Onder veiligheidsvoorraad of buffervoorraad verstaan we de hoeveelheid goederen die gemiddeld gezien nog in voorraad liggen bij de aankomst van een voorraadaanvulling. Eerder werd gesteld dat de voorraad gedaald zou zijn tot nul wanneer een nieuwe levering aankomt, maar bedrijven zijn geneigd een veiligheidsvoorraad aan te houden indien er onzekerheid bestaat over de vraag vanwege de klanten of over de tijd die zal verstrijken eer een bestelling arriveert. Omwille van de schommelingen die in voornoemde situaties kunnen optreden, wenst men een reserve aan te houden. (BLAUWENS ET. AL, 2001)

Tot slot kunnen we concluderen dat de voorraadkosten, naast de transportkosten, een belangrijk aspect zijn van de totale logistieke kost. Zij moeten zeker in beschouwing worden genomen wanneer men de transportbeslissing zo goed mogelijk wil maken. Bovendien dient opgemerkt te worden dat ook de frequentie van het traject een belangrijke rol speelt. Een lage vertrekfrequentie van een schip of een trein zorgt immers voor een traag en onbetrouwbaar multimodaal transport. Dit gaat gepaard met hogere voorraden zowel tijdens het vervoer als de veiligheidsvoorraad. Een verlaging van de frequentie doet dus de totale logistieke kost toenemen aangezien de voorraadkosten stijgen. De laagste voorraadkost vindt men terug bij de hoogste frequentie. Wanneer dus een trein of een schip meerdere malen zijn traject zou aanvangen, vergroot dit de mogelijkheden om het gecombineerd vervoer concurrentieel te houden ten opzichte van het rechtstreeks wegvervoer. (BLAUWENS ET. AL, 2002; BLAUWENS ET. AL, 2003)

2.4 Kwalitatieve aspecten

De eigenlijke logistieke kost of 'out-of-pocket' kost is veelal de belangrijkste overweging bij het kiezen van een modaliteit voor het transport van goederen. In deze logistieke kost zit zowel de voorraadkost als de transportkost vervat zoals deze in voorgaande paragrafen reeds besproken werd. Andere criteria zoals betrouwbaarheid en flexibiliteit spelen hierbij eerder een aanvullende rol (COEBERGH, 1999). Dit wordt eveneens bevestigd door PROMODI (2001) dat stelt dat de transportkost op nummer één staat in de top vijf van de beslissingscriteria voor het al dan niet omschakelen van een

onderneming naar multimodaal vervoer. Toch zou men volgens deskundigen ook met kwalitatieve factoren rekening moeten houden om de beste transportbeslissing te kunnen maken. Tot de kwalitatieve aspecten van het transport behoren variabelen als betrouwbaarheid, flexibiliteit, transporttijd en risico op verlies en schade. (WITLOX, 2003; VERNIMMEN EN WITLOX, 2003; WITLOX EN VANDAELE, 2005)

Betrouwbaarheid is de kans dat een bepaalde dienst ook echt geleverd wordt conform de afgesproken tijd en conform de kwaliteit. Het criteria van betrouwbaarheid kan dus zowel gelinkt zijn aan termen als stiptheid en punctualiteit als aan het naleven van het contract en de gemaakte afspraken. (WITLOX, 2003) Wat het spoorvervoer betreft, kunnen we stellen dat dit vervoer stakingsgevoelig is en ook niet uitblinkt in punctualiteit. Bovendien worden wagons soms om technische redenen of ouderdom uit het verkeer gehaald waardoor de bruikbare infrastructuur afneemt. Er kan eveneens congestie op het spoornet optreden en reizigerstreinen krijgen vaak voorrang. Het vrachtvervoer komt hierdoor sterk in gedrang waardoor deze modaliteit niet als betrouwbaar aanzien kan worden. Het vervoer over water kan echter ook ernstig verstoord worden door ijs of door de heersende waterstanden. Bij te hoog water kunnen hooggestapelde ladingen niet meer onder bepaalde bruggen door terwijl bij te laag water het binnenschip de grond kan raken. Bovendien kan het schip ook vertraging oplopen door de wachttijden bij sluizen. Globaal gezien scoren de twee alternatieven voor het wegvervoer niet erg goed op het betrouwbaarheids criterium. Het valt hier echter op te merken dat de aangehaalde problemen, zoals staking of weersomstandigheden, slechts tijdelijke hindernissen vormen die ook bij het wegvervoer parten kunnen spelen. Bovendien heeft het vrachtverkeer over de weg eveneens te kampen met een grote fileprobleem dat voor de vrachtwagenchauffeur kan betekenen dat hij zijn goederen niet op tijd kan afleveren aan de geadresseerde. Hierdoor krijgt ook zijn betrouwbaarheid een flinke deuk.

In de context van de transportkeuze voor het goederenvervoer, staat betrouwbaarheid ook in verband met de transporttijd. (WITLOX, 2003; WITLOX EN VANDAELE, 2005) De onderneming moet immers zijn goederen op tijd bij de klant kunnen afleveren waardoor de transportsnelheid van essentieel belang is. Het niet op tijd leveren bij de klant kan immers het verlies van de klant als gevolg hebben. Als we de totale transportketen onder de loep nemen, kunnen we concluderen dat de trein gewoonlijk sneller is dan een schip en iets langzamer dan het wegvervoer. Toch kan de trein door het grote congestieprobleem op de wegen ook de vrachtwagen inhalen wanneer deze laatste wordt

opgehouden door files. Het grensoverschrijdend wegvervoer in Europa haalt gemiddeld een snelheid tussen de 40 en 70 km/u terwijl het spoor een gemiddelde snelheid van 15 tot 45 km/u kan bereiken. Een binnenschip daarentegen kan slechts varen tegen 6 tot 12 km/u stroomopwaarts en 16 tot 20 km/u stroomafwaarts.

Het belang van de snelheid van het transportmiddel hangt af van het type goederen dat men vervoert en het productiesysteem dat wordt toegepast. De periode dat de goederen onderweg zijn, is immers niet altijd 'verloren' tijd. Het kan immers zijn dat de goederen nog verkocht moeten worden terwijl ze wel al onderweg zijn via een goederentrein of een binnenschip. De tragere transporttijd van deze modi is dan niet echt een negatief gegeven daar hierdoor genoeg ruimte wordt gelaten om een koper te vinden en de onderhandelingen aangaande de verkoop goed af te sluiten. Het kan voor een verlader eveneens een voordeel zijn als het vervoer langzaam gaat omdat er dan opslagkosten in het magazijn worden uitgespaard. De goederen die onderweg zijn, worden dan reeds beschouwd als voorraad waardoor we kunnen spreken over een 'floating stock' (varende of vlottende voorraad) of 'floating warehouse concept'. (WITLOX, 2003; WITLOX EN VANDAELE, 2005; WITLOX, 2006-2007)

Een tweede kwalitatieve factor die een rol speelt in de transportbeslissing is de flexibiliteit van het transportmiddel. De flexibiliteit van een vervoermiddel kan omschreven worden als het aanpassingsvermogen van een transportmodus aan veranderingen in de markt. Kan men zich snel aanpassen aan veranderende volumes, bestemmingen, aankomst- en vertrektijden of is men eerder star? Het mag hierbij duidelijk zijn dat de modaliteit weg hier beduidend beter scoort daar een truck sneller een ommetje kan maken en we in België over een fijnmazig wegennetwerk beschikken. De binnenvaart of het spoor kunnen daarentegen niet zo flexibel opereren daar zij niet gewoon rechtsomkeer kunnen maken of een andere route kunnen volgen. Het spoor kan wel flexibel zijn in die zin dat het aantal wagons kan aangepast worden aan de hoeveelheid lading.

Als laatste vermelden we het risico op verlies en schade. Het risico op verlies en schade wordt groter wanneer de goederen dikwijls worden behandeld zoals bij het laden en lossen. In dit opzicht scoort het unimodaal vervoer via de weg beter dan het multimodaal goederentransport daar men bij de multimodale benadering steeds geconfronteerd wordt met de overslag van goederen van de ene transportmodus naar de andere.

Daartegenover staat dat ongevallen veel minder voorkomen in de binnenvaart en het spoorvervoer dan bij het rechtstreeks wegvervoer. De kans dat een vrachtwagen betrokken raakt in een verkeersongeval is significant groter dan de kans dat een binnenschip of een trein deel uitmaakt van een aanvaring of botsing. Hierbij valt echter wel op te merken dat wanneer er een treinongeval of aanvaring plaatsvindt, de gevolgen hiervan veel grotere proporties aannemen dan een ongeval op de weg.

Vele jaren heeft men kwalitatieve factoren als betrouwbaarheid, flexibiliteit en risico op verlies en schade niet opgenomen in modellen die de transportbeslissing ondersteunen. Dit omwille van het feit dat kwalitatieve factoren vaak moeilijk in monetaire termen uit te drukken zijn en er ook geen modellen beschikbaar waren waarin de opname van kwalitatieve overwegingen vervat zit. Ondernemingen konden deze factoren dan enkel in rekening nemen door de toepassing van een multi-criteria analyse of de Multi Criteria Decision Making (MCDM) methode. Via de MCDM-methode worden verschillende kwalitatieve criteria op een objectieve manier opgenomen in de transportbeslissing. Aan elke beslissingsfactor wordt een bepaald gewicht toegekend afhankelijk van de relevantie ervan in het keuzeproces. Dit toewijzen van gewichten zorgt er echter voor dat de methode een deel van zijn objectieve karakter verliest daar we de gewichten nooit geheel objectief kunnen vastleggen en er steeds een mate van subjectiviteit opduikt. Deze subjectiviteit kan gezien worden als een belangrijke beperking van de MCDM-methode. Een objectieve manier om scores toe te kennen aan kwalitatieve factoren zou zeer interessant zijn voor de ondernemer, aangezien hij op die manier een betere transportbeslissing zou kunnen nemen die naast de transportprijs ook met alle andere beslissingsfactoren rekening houdt. Een onderzoek naar het kwantificeren van kwalitatieve aspecten is echter niet haalbaar voor elke onderneming afzonderlijk en zou dus beschouwd kunnen worden als een taak voor de overheid of de wetenschap.

De laatste jaren is men veel meer aandacht gaan besteden aan de kwalitatieve aspecten van een transportsysteem en heeft men pogingen gedaan om naast de transportkost ook de kwalitatieve factoren op te nemen in modellen die de transportbeslissing ondersteunen. Dit onderzoeksdomein is echter nog redelijk nieuw en complex. Een studie van WITLOX EN VANDAELE (2005) toont aan dat men factoren als betrouwbaarheid en flexibiliteit kan kwantificeren aan de hand van twee verschillende methoden. De twee waarderingsmethoden die het effect van kwalitatieve aspecten gaat uitdrukken in geld zijn de methodes van 'beweerde voorkeur' (stated preference) en 'gedragsvoorkeur'

(revealed preference). Bij de methode van 'beweerde voorkeur' gebruikt men een hypothetische markt waar geïnterviewden moeten schatten welke waarde zij zouden willen betalen voor bepaalde kenmerken. Dit gebeurt doordat aan de respondenten verschillende sets van hypothetische transportmogelijkheden worden voorgelegd en men wordt verplicht één van deze mogelijkheden te kiezen. In de methode van 'gedragsvoorkeur' daarentegen gaat men de voorkeur van verladers afleiden uit hun werkelijk gedrag. Op die manier gaat men de waarde van de kwalitatieve factor bepalen. Beide methoden gaan uit van de veronderstelling dat een individu steeds streeft naar een maximalisatie van zijn nut. Op basis van deze methoden worden nutfuncties afgeleid en worden verschillende monetaire waarden gekoppeld aan een stijging of daling in waarde van een bepaald kwalitatief aspect. Deze monetaire waarden tonen aan hoeveel een onderneming bereid is te betalen voor een verbetering in een bepaalde kwalitatieve factor zoals bijvoorbeeld betrouwbaarheid. Op deze manier kan men de kwalitatieve criteria die men in rekening wil brengen bij de transportkeuze opnemen in zijn beslissing.

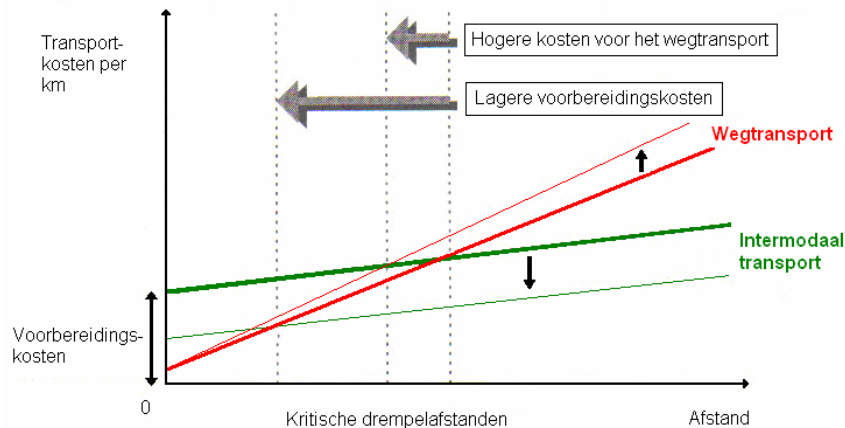
Hoofdstuk 3: Externe kosten van het vrachtvervoer

De prijs die aangerekend wordt voor het wegvervoer bevat niet alle maatschappelijke kostenaspecten die het eigenlijk zou moeten bevatten. Wanneer men de optimale keuze van een vervoersmodus voor de maatschappij wil nagaan, moet men deze keuze macro-economisch benaderen door rekening te houden met de externe kosten. Externe kosten zijn kosten die de vervoergebruiker veroorzaakt voor derden, zonder er zelf voor te betalen. De verschillende externe kosten worden in dit hoofdstuk besproken. De vraag naar transport over de weg is te groot doordat deze extra kosten niet worden aangerekend. Uit een studie die Transport & Mobility Leuven uitvoerde in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, blijkt dat de belastingen op wegverkeer in Vlaanderen fors zouden moeten stijgen, tot gemiddeld drie maal het huidige niveau. Dan pas zullen de negatieve effecten die de weggebruikers veroorzaken voor de gehele samenleving op een aanvaardbaar niveau komen. We gaan in dit hoofdstuk na wat de gevolgen zijn van het internaliseren van externe kosten op de concurrentiepositie van het multimodaal vervoer.

3.1 Prijsmechanisme

In figuur 12 worden de principes van het prijsmechanisme van multimodaal goederentransport weergegeven. Deze grafiek is een aangepaste weergave van het marktgebeuren doordat het intermodaal transport wordt weergegeven als een lineaire curve. Zoals gezien bij de bespreking van de interne kosten zou deze curve schommelingen moeten vertonen voor de verschillende componenten van de vervoersketen zodat we een soort van afgekapte curve zouden moeten bekomen. Om volgende analyse echter goed te kunnen illustreren, werken we hier met een lineaire kostencurve die enkel de kosten van het hoofdtransport via het spoor of via het water representeert. De kosten voor het voor- en natransport, het voorzien in aangepast materiaal en de overslagkosten worden gevat in de voorbereidingskosten die in de grafiek worden aangeduid als een vaste kost. Voor het intermodaal vervoer zijn deze initiële kosten hoger dan voor het traditionele wegvervoer, maar vermits het transport per spoor of via de binnenvaart per km goedkoper is dan met de vrachtwagen kunnen

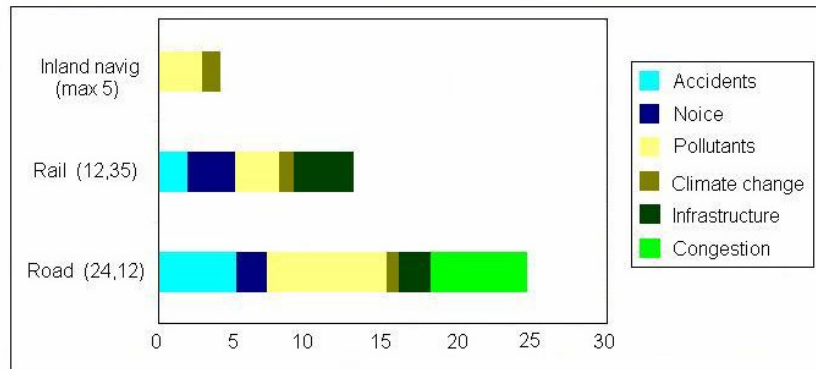
deze kosten gecompenseerd worden op de lange afstanden. (MACHARIS EN VERBEKE, 1999)



Figuur 12: Prijsmechanisme van het intermodaal transport
Bron: Macharis en Verbeke, 1999

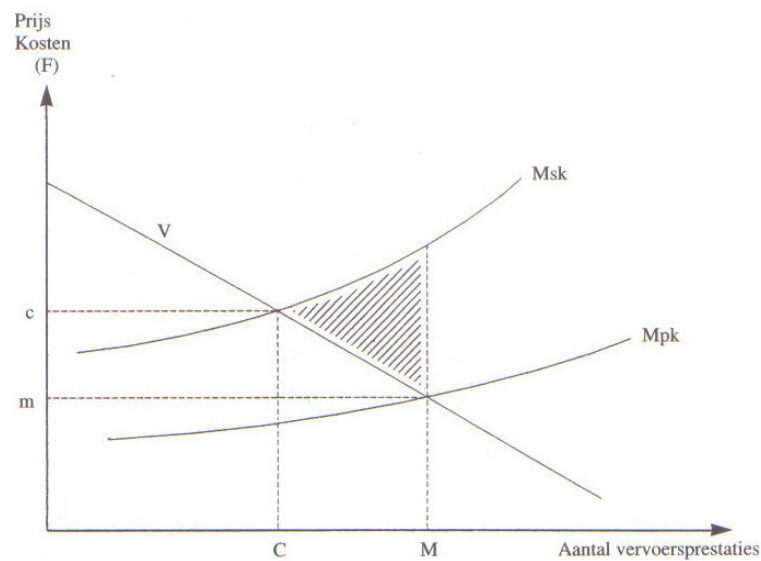
Zoals men in bovenstaand schema kan zien, kan de concurrentiekracht van het intermodaal vervoer verhoogd worden door een verbetering van de interne efficiëntie (lagere voorbereidingskosten) enerzijds of het verhogen van de kosten van het wegtransport anderzijds. Dit laatste kan bijvoorbeeld via een internalisatie van de externe kosten of het zogenaamde 'de vervuiler betaalt'- principe. (MACHARIS EN VERBEKE, 1999) Externe kosten worden immers ten laste gelegd van de maatschappij zonder dat hier werkelijk voor betaald wordt. Negatieve gevolgen van het transport zoals bijvoorbeeld luchtverontreiniging en lawaaihinder komen ten laste van de gehele samenleving terwijl deze kosten niet worden doorgerekend in de prijs die de gebruiker voor het vervoer betaalt. Het is de taak van de overheid om regels op te leggen zodat ook deze externe kosten kunnen worden doorgerekend aan elke weggebruiker.

Volgens studies door de EUROPESE COMMISSIE (2002) veroorzaakt het goederenvervoer over de weg meer externe kosten dan de multimodale benadering van het goederenvervoer. In de grafiek in figuur 13 ziet men dat de externe kosten van het wegvervoer zelfs het dubbel bedragen van de externe kosten verbonden aan het spoor en ongeveer het vijfvoud van de kosten die gepaard gaan met het gebruik van de binnenvaart. Dit gegeven zorgt er voor dat het probleem van de internalisering van de externe kosten zich vooral manifesteert op het terrein van het wegvervoer.



Figuur 13: Marginale externe kosten per transportmodus, in EUR per 1000 tonkm
Bron: Europese Commissie, 2002 (eigen bewerking)

Daar de externe kosten niet gedragen worden door de weggebruiker, bereikt vooral het wegtransport niet haar sociaal optimum en is de vraag naar wegvervoer veel groter dan ze zou zijn bij een correcte prijszetting. Externe kosten verstoren immers het marktmechanisme. Als producten of diensten worden verkocht tegen een prijs die de externe kosten niet bevat, ontstaat er overconsumptie. En dat is precies wat zich heeft voorgedaan bij de excessieve ontwikkeling van het verkeer. (BLAUWENS ET. AL., 2001) Wanneer we de externe kosten zouden internaliseren, zou het wegvervoer een veel correctere prijs kennen en zou de kritische drempelafstand op figuur 12 verschuiven naar links. Het gebruik van een intermodaal transportsysteem zou op die manier interessanter worden en aan concurrentiekracht winnen. Het effect van de internalisatie van externe kosten wordt in zijn algemene context weergegeven door figuur 14. Hierin zien we nog eens duidelijk dat als de marginale private kostprijs M_{pk} kleiner is dan de marginale sociale kostprijs M_{ks} , het maatschappelijk optimum niet bereikt wordt en we te kampen krijgen met een overconsumptie. In plaats van de maatschappelijk optimale vervoerkwantiteit C , komt er bij marktevenwicht een vervoerkwantiteit M tot stand. De overproductie $M-C$ wordt weergegeven door het gearceerde deel.



Figuur 14: Marktevenwicht en maatschappelijk optimum
Bron: Blauwens et. al, 2001

De externe kosten die we kunnen aanrekenen aan het goederenvervoer kunnen opgedeeld worden in verschillende componenten die hieronder besproken worden. Vooraf moet duidelijk zijn dat het begrip marginale externe kostprijs tweeledig is. Ten eerste moet het effect marginaal zijn. Dit wil zeggen dat het effect veroorzaakt wordt door een bijkomende vervoersgebruiker en dat de kost dus enkel gaat veranderen als de vervoerskwantiteit ook verandert. We kijken met andere woorden naar de verandering in de kost die elke extra rit met zich meebrengt. Ten tweede moet het effect extern zijn. Het moet zo zijn dat de bijkomende vervoersgebruiker een effect heeft op anderen en dat hij daarvoor geen prijs betaalt. De marginale externe kostprijs van het goederentransport bestaat uit:

- Marginale milieukosten
- Marginale congestiekosten
- Marginale ongevallenkosten
- Marginale infrastructuurkosten

Algemeen kan gesteld worden dat de externe kosten die een rechtstreekse invloed hebben op het dagelijks leven, zoals marginale ongevallenkosten en congestiekosten, door de mens als belangrijker beschouwd worden dan de kosten die gepaard gaan met schade aan het milieu. Deze perceptie kan in de eerste plaats verklaard worden door de egocentrische ingesteldheid van de mens die zij van nature met zich meedraagt. De mens is steeds geneigd zichzelf centraal te stellen. Bovendien kunnen we een verklaring

vinden in het feit dat negatieve effecten op het milieu geen rechtstreeks gevolg hebben voor de mensheid en slechts enkele decennia later tot uiting komen. De mens is bij zijn handelingen dan ook niet direct geneigd rekening te houden met deze kost. Door deze houding wordt het belang van het milieu achteruitgesteld en worden de marginale externe milieukosten in feite ondergewaardeerd. In tabel 4 wordt bevestigd dat de klimaatkosten de laagste externe kost wordt toegekend in vergelijking met de andere externe kosten. In deze tabel worden de gemiddelde externe kosten vergeleken voor de drie transportmodi namelijk het wegvervoer, de binnenscheepvaart en het spoorvervoer. Uit de tabel blijkt dat vooral de binnenvaart goed scoort wat betreft de verschillende externe kostengroepen. Deze verschillende externe kosten worden hierna nog ieder apart behandeld.

Tabel 4: Toerekening van de externe kosten van het vervoer (in EUR per tonkm)

Externe kost	Weg	Spoor	Binnenvaart
Geluidshinder	2,138	3,45	0
Schadelijke stoffen	7,85	3,8	3
Klimaatkosten	0,79	0,5	verwaarloosbaar
Congestie	5,45	0,235	verwaarloosbaar
Ongevallen	5,44	1,46	0
Infrastructuur	2,45	2,9	1
Totaal	24,118	12,345	maximum 5

Bron: De Decker, 2002

3.2 Marginale milieukosten

De marginale externe milieukost omvat de schade die veroorzaakt wordt voor mens en milieu maar die niet betaald wordt door de chauffeur. Binnen deze groep van marginale externe milieukosten kunnen we twee categorieën van kosten onderscheiden. Enerzijds is er de geluidshinder die schade berokkent aan de mens en anderzijds is er de schade voor mens en milieu die veroorzaakt wordt door zowel luchtverontreiniging als een klimaatverandering. Van alle milieukosten die het vervoer veroorzaakt, is geluidshinder (inclusief trillingen) de meest opvallende. Het effect kan tegenwoordig goed gemeten worden met methoden die een grote technische verfijning bereikt hebben. Ook de prijs waartegen het effect moet omgerekend worden in geld is goed te schatten waardoor deze externe kost al redelijk goed gekwantificeerd kan worden. Het probleem ontstaat echter wanneer men deze kost moet gaan toewijzen aan de veroorzaker. (BLAUWENS ET. AL., 2001)

Veel moeilijker wordt het wanneer we de impact van luchtverontreiniging en klimaatverandering willen kennen. De bekendste uitstootgassen die gerelateerd worden met een vervuiling van de lucht zijn CO (koolstofmonoxide), NO_x (stikstofoxide), SO₂ (zwaveldioxide) en kleine roetdeeltjes (PM10). Klimaatverandering wordt eerder geïnduceerd door de uitstoot van CO₂ (koolstofdioxide) en CH (koolwaterstoffen). De Vlaamse Milieumaatschappij verklaart in het MILIEURAPPORT VLAANDEREN dat de sector transport mee verantwoordelijk is voor de emissie van: CO₂, SO₂, NO_x en CH waardoor de sector zijn bijdrage levert aan zowel de klimaatsverandering als de luchtverontreiniging.

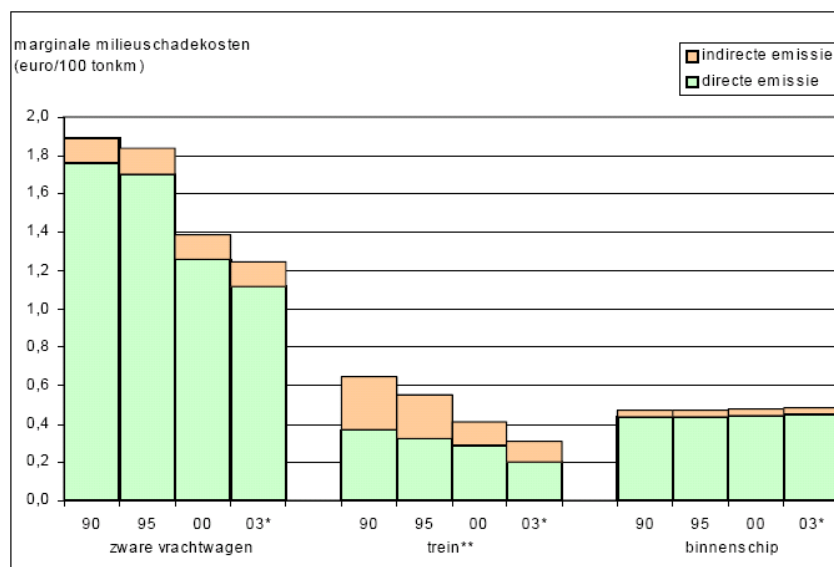
De uitstoot van CO₂ is in die zin enkel schadelijk wanneer het zijn normale niveau overstijgt. Koolstofdioxide is immers een natuurlijk broeikasgas en niet giftig maar kent een zeer niet-lineair verloop waardoor het gas pas vanaf een bepaalde concentratie in de atmosfeer als schadelijk wordt aanzien. De andere emissies zijn van nature reeds schadelijk en vormen dus op ieder moment een bedreiging voor het milieu en onze gezondheid. De schade van de verschillende emissies bestaat hoofdzakelijk uit de vorming van het broeikaseffect, van fotochemische smog en zure regen, met aanzienlijke gevolgen voor het klimaat, de menselijke gezondheid en fauna en flora. Naast de vier genoemde pollutanten bevatten uitlaatgassen ook het zeer giftige koolmonoxide of CO, maar dat wordt door zijn affiniteit met zuurstof vrijwel onmiddellijk omgezet in kooldioxide of CO₂. (BLAUWENS ET. AL., 2001; MAYERES ET. AL., 2001) Bij de uitstoot van de verschillende chemische stoffen valt op te merken dat de vrachtwagens ongeveer de helft van de uitstoot van het transport voor hun rekening nemen. Nochtans leggen vrachtwagens geen vijftig procent van alle gereden kilometers af. (LOGGHE EN VANHOVE, 2004)

Sinds 1991 zijn de totale externe kosten van luchtvervuiling reeds gedaald met 47% waardoor ze in 2002 nog ongeveer 12,5% van de totale externe kosten beslaan. (BLAUWENS ET. AL., 2001) Deze reductie in uitstoot is vooral te danken aan verbeterde verbrandingsmotoren. (LOGGHE EN VANHOVE, 2004) Ook het MILIEURAPPORT VLAANDEREN van de Vlaamse Milieumaatschappij bevestigt deze trend. Dit rapport stelt vast dat de uitstoot van pollutanten, met uitzondering van CO₂, verminderde tussen 1995 en 2005. Enkel voor de uitstoot van het broeikasgas CO₂ is er nog geen verbetering in zicht. In 2005 was er immers een overschrijding van de Vlaamse doelstelling voor transport (stabilisatie in 2010 ten opzichte van 1990) met 27%. Het verminderen van de

emissie van deze stof is dan ook nog steeds een belangrijk punt op de agenda voor het behalen van het Kyoto-protocol waartoe België zich verbonden heeft.

De studie van MAYERES ET. AL. (2001) neemt aan dat de totale externe milieukosten (kosten van luchtverontreiniging + klimaatkosten) voor het vervoer kunnen opgesplitst worden in twee componenten, namelijk in (1) de milieukosten veroorzaakt tijdens de gebruiksfase en (2) de milieukosten die worden gemaakt tijdens een analyse van de gehele levenscyclus (LCA). Deze laatste kostencategorie bevat de milieukosten veroorzaakt door de productie van brandstof, de productie van het voertuig zelf en de aanleg van de infrastructuur. Het MIRA ACHTERGRONDDOCUMENT (2006) spreekt in deze context over directe en indirecte emissie. In figuur 15 worden deze emissies weergegeven per transportmodus. Om de vergelijking te maken tussen de voertuigen voor het goederenvervoer zijn de marginale kosten uitgedrukt in EUR per 100 tonkm.

Wanneer we de grafiek in figuur 15 willen vergelijken met de gegevens in tabel 4 dienen we voorzichtig te zijn qua interpretatie van de cijfers. We moeten vooral rekening houden met het feit dat de milieukosten die in figuur 15 worden uitgedrukt zowel de klimaatkosten als de kosten van luchtverontreiniging of schadelijke stoffen bevat, die in tabel 4 apart worden aangegeven. Bovendien worden in figuur 15 de marginale kosten per 100 tonkm voorgesteld terwijl we in tabel 4 de absolute gegevens zien per tonkm.



* voorlopige cijfers

** rekening houdend met het aandeel diesel en elektrisch in het goederenvervoer (jaarafhankelijk)

In de emissieberekeningen voor de binnenvaart en het spoor werd, in tegenstelling met het wegvervoer, nog geen rekening gehouden met de technologische vooruitgang, met uitzondering voor CO₂.

Figuur 15: Marginale milieukosten (directe en indirecte emissies) voor goederenvervoer (Vlaanderen, 1990, 1995, 2000 en 2003)

Bron: MIRA, 2006

Uit figuur 15 kunnen we aflezen dat de marginale milieukosten (directe plus indirecte emissies) voor het goederenvervoer per vrachtwagen en per trein daalden in de periode 1990-2003. Voor het goederenvervoer per binnenschip bleven de marginale externe milieukosten nagenoeg constant. Bij het transport per vrachtwagen is de daling volledig voor rekening van de directe emissies. Dit is het gevolg van de verstrenging van de Europese emissienormen voor nieuwe voertuigen. Voor het transport per trein is de oorzaak tweeledig. Enerzijds is er een daling van de directe emissies door de toenemende elektrificatie van het spoorverkeer in Vlaanderen. Voor het goederenvervoer per spoor is daardoor het aandeel van de dieseltreinen in de periode 1990-2003 gedaald van 38% naar 20%. Anderzijds is er een vermindering van de indirecte emissies doordat steeds minder steenkoolcentrales worden ingezet voor de productie van elektriciteit. Het opwekken van elektriciteit gebeurt nu eerder in een kerncentrale wat gepaard gaat met de uitstoot van veel minder externe kosten. Moesten alle goederentreinen bovendien 's nachts rijden dan kunnen deze treinen allen op kernenergie worden aangedreven en is er praktisch geen CO₂-uitstoot. Overdag kan men slechts een deel van de treinen op kernenergie laten sporen omdat deze energie overdag eerder gebruikt wordt voor andere doeleinden dan het spoorvervoer. De aandrijving van spoorvervoer is hier niet prioritair.

Een vergelijking van de externe milieukosten tussen de verschillende modi leert dat de milieukosten (direct plus indirect) het hoogst zijn voor de vrachtwagens. Zelfs de modernste dieseltrucks hebben hogere externe milieukosten dan de andere beschikbare modi. Een vrachtwagen heeft immers niet het schaalvoordeel (laadcapaciteit) van treinen of binnenschepen. In 1990 had het vervoer per binnenschip de laagste marginale milieukosten en in 2003 lagen deze kosten dankzij bovenvermelde redenen het laagst voor het vervoer via het spoor. In 2003 lagen de marginale milieukosten voor vrachtwagens nog steeds een factor 2,5 hoger dan voor het binnenschip en een factor 4 hoger dan voor de trein. Het aandeel van de indirecte emissies in de milieukost was steeds het grootst voor het vervoer per trein maar daalde wel van 43% in 1990 tot 36% in 2003. (MIRA, 2006)

Alles samengenomen, inclusief de impact van geluid, kunnen we stellen dat (grote) schepen voor binnenvaart vanuit milieuoogpunt een goed alternatief zijn voor spoor- of wegverkeer. De laatste jaren wordt echter ook goed gewerkt aan de externe milieukost van het spoorvervoer zodat ook deze transportmodus erg interessant wordt vanuit milieuperspectief. Pas in 2004 werd een Europese richtlijn (2004/26/EG) uitgevaardigd

die de emissies door binnenschepen en treinen reglementeert. Daar bovenstaande grafiek maar een beeld geeft tot 2003 zijn de effecten van deze richtlijn hier nog niet zichtbaar. Als conclusie kunnen we dan ook stellen dat zowel het spoorvervoer als het goederenvervoer via de binnenvaart wat betreft de marginale externe milieukosten een zeer goed alternatief vormen voor het goederenvervoer via de weg. Multimodaal vervoer heeft dus gekeken vanuit milieuoverwegingen zeker een toekomst.

3.3 Marginale congestiekosten

Een tweede element in de marginale externe kostprijs van het vervoer zijn de congestiekosten. Congestie bestaat hierin, dat één vervoersgebruiker de anderen hindert. Een toenemende verkeersdruk beïnvloedt de gemiddelde snelheid en bijgevolg de tijd nodig om een bepaald traject af te leggen. Tijdsverliezen ten gevolge van congestie worden door reizigers negatief gewaardeerd. De marginale externe congestiekost wordt gedefinieerd als de totale waarde van het tijdverlies voor alle andere weggebruikers die door een bijkomend voertuig worden veroorzaakt. Hoofdzakelijk bestaat de congestiekost dus uit tijdverlies waardoor men ook spreekt van tijdskosten. (BLAUWENS ET. AL., 2001) De congestiekost hangt nauw samen met de tijd die we op de weg verliezen en de financiële waarde van die tijd. De waarde van tijd is echter voor iedereen verschillend. We onderscheiden daarom verschillende type reizigers die elk een andere tijdswaardering hebben. De tijdswaardering wordt in het algemeen bepaald door WTP (willingness-to-pay) studies. Vrachtwagens hebben hierbij de hoogste waarde. Voor een vrachtwagen is men gemiddeld bereid 46 EUR te betalen om een uur sneller ter plaatse te zijn. Zakenreizigers hebben 22 EUR over om een uur te winnen terwijl de waarde voor pendelaars 6 EUR en voor de overige automobilisten op 4 EUR wordt vastgelegd. Daarmee verder rekenen levert voor 2002 een filekost op van 114 MEUR. Drie kwart van alle congestiekosten worden rond Antwerpen en Brussel verloren en Vlaamse snelwegen nemen 92% van de kosten op zich. Hierbij moet men opmerken dat de Brusselse ring hoofdzakelijk een Vlaamse snelweg is. (LOGGHE EN VANHOVE, 2004; DE CEUSTER, 2004)

De congestiekosten stegen in de periode 1991-2002 met 31% waardoor deze kosten een aandeel hebben van 79% van de totaal beschouwde marginale externe kosten. Met dit percentage vormt deze kost de grootste groep binnen de totale externe kosten. De cijfers duiden nogmaals op het ernstige probleem van filevorming op de Belgische wegen. Door

het gebruik van de binnenvaart of het spoorvervoer kan men voor een groot deel de wegen ontlasten waardoor de congestie daalt. Bovendien heeft men bij het gebruik van het binnenschip of de trein als transportmiddel van de goederen nauwelijks last van vertragende elementen als files. Bij het spoorvervoer kan men de wachttijden tot een minimum beperken door een goede organisatie en uurregeling. Bij de binnenvaart kan men stellen dat de congestie nul is daar de maximale capaciteit van de waterwegen nog lang niet bereikt is. Het enige probleem dat zich bij de binnenvaart kan voordoen is het wachten op doorgang bij de sluizen. We kunnen dan ook concluderen dat er bij beide modi haast geen sprake is van congestiekosten. (BLAUWENS ET. AL., 2001)

3.4 Marginale ongevallenkosten

De marginale externe ongevallenkosten van het wegverkeer zijn de extra ongevallenkosten aan de gemeenschap die een weggebruiker teweegbrengt door een kilometer meer te rijden. De schadekosten die vergoed worden door de voertuigverzekering maken geen deel uit van deze externe kosten. We verstaan dus onder de marginale ongevallenkost de sommen geld die noch door de verzekering, noch door de veroorzaker van het ongeval worden betaald. De externe ongevallenkosten vertegenwoordigen 9% van de totale externe kost. (BLAUWENS ET. AL., 2001; MIRA, 2006)

We merken hier echter op dat het risico niet permanent blijft toenemen als er meerdere weggebruikers deelnemen aan het verkeer. Dit wordt het principe van de niet-lineariteit genoemd. Uiteindelijk zal door een stijging van het aantal voertuigen op de weg het aantal ongevallen dalen. Als het aantal voertuigen per uur immers boven een bepaald punt stijgt, gaat de gemiddelde snelheid op de wegen dalen omdat er zich files gaan vormen. Dit heeft al gevolg dat ook het aantal ongevallen per gereden kilometer zal dalen. Bij een nog verdere verhoging van het aantal weggebruikers per uur zal men uiteindelijk het saturatiepunt bereiken. Dit is het punt waarop er zoveel vervoerders op de weg zijn dat het niet meer mogelijk is om verder te rijden en we dus stilstaan.

Volgens het MIRA ACHTERGRONDDOCUMENT (2006) zijn vrachtwagens relatief (per gereden kilometer en in vergelijking met personenwagens) weinig bij ongevallen betrokken en de inzittenden zijn minder snel zwaargewond zodat hun externe ongevalkost kleiner uitvalt. Het valt hier echter op te merken dat de schade aan de

omgeving bij een ongeval met een vrachtwagen vaak groter is dan een ongeval met uitsluitend personenwagens. Door de grootte en het gewicht van een vrachtwagen kan een slag immers een veel grotere impact hebben. Door het inschakelen van andere transportmodi zoals de trein of het binnenschip kunnen ook deze ongevallen vermeden worden. Bij de multimodale vervoerswijzen zijn de ongevallen beperkt tot een minimum en zijn de externe ongevallenkosten dan ook minimaal of zelfs nul.

3.5 Marginale infrastructuurkosten

Een laatste besproken externe kost is de marginale infrastructuurkost. Een bijkomende vervoersgebruiker veroorzaakt slijtage aan de infrastructuur. Dit is nauwelijks het geval bij personenwagens maar des te meer bij zware vrachtwagens voor het vervoer van goederen. Door de hoge asdruk, oefent het voertuig immers een grote druk uit op het wegdek en wordt het wegdek beetje bij beetje afgesleten. Deze asdruk is in de eerste plaats afhankelijk van het gewicht van het voertuig en het gewicht van de lading. Proefondervindelijk werd bepaald dat de slijtage aan de infrastructuur veroorzaakt door een truck evenredig is met de vierde macht van de aslast. De eenheid van een standaardaslast wordt hierbij vastgesteld op 8,2 ton. Op die manier kan een aslast omgezet worden in een equivalent standaard aslast (ESA). Eén ESA wordt aldus gedefinieerd als:

$$(W/8,2)^4$$

Met: W = de belasting op een enkele as, uitgedrukt in ton.

Een as met een last van 10 ton wordt dus uitgedrukt in $(10/8,2)^4 = 2,21$ ESA. (DE CEUSTER, 2004) De heffing per ESA kan vervolgens berekend worden door de schade die een weg ondergaat te vergelijken met het aantal ESA dat hij verwerkt. Zo goed als alle sleet die hierbij geconstateerd wordt, kan immers worden toegeschreven aan het vrachtvervoer.

Tenzij men zelf voor het onderhoud van de infrastructuur instaat, is de kost voor de herstellingen en aanpassingen aan het netwerk een externe kost. Doordat de nationale spoorbedrijven zelf waken over de goede staat van hun spoorlijnen, kunnen we stellen dat de besproken externe kost niet op het spoorvervoer van toepassing is en wordt dit alternatief aantrekkelijker als transportmodus ten aanzien van de binnenvaart en het wegvervoer. (BLAUWENS ET. AL., 2001) De binnenvaart heeft eveneens met minder

externe infrastructuurkosten te kampen dan het wegvervoer omdat het varen van een binnenschip over een kanaal of rivier niet gepaard gaat met een bepaald soort van slijtage en dus geen kost met zich meebrengt. Enkel de aftakeling van de oevers zou beschouwd kunnen worden als een mogelijke externe kost.

Tot slot kunnen we concluderen dat het transport op verschillende gebieden negatieve invloeden heeft op zijn omgeving. Mechanisch transport veroorzaakt lawaai, trillingen, giftige uitstoot, filevorming, vervuiling en kan zorgen voor een gevoel van onveiligheid. De schade die gepaard gaat met deze ongewenste neveneffecten kan worden uitgedrukt in geldeenheden en wordt gezien als een externe kost. Hierboven hebben we reeds aangetoond dat deze kosten zich vooral manifesteren op het vlak van wegvervoer. De toekenning van de externe kosten aan de verschillende weggebruikers is niet eenvoudig. Voor een aantal externe kosten is het zelfs niet eens duidelijk hoe men het totaalbedrag van de kosten kan bepalen. De berekening van marginale externe kosten bevat dan ook vrij veel onzekerheden die te wijten zijn aan de kwaliteit en kwantiteit van de waarderingstechnieken. De omzetting en vertaling van deze externe kosten in geldeenheden zou ons dan ook veel te ver leiden van het kernprobleem en valt daarmee buiten het bestek van deze eindverhandeling. Voor een verdere verdieping hieromtrent verwijzen we naar het boek 'Vervoersbeleid' van Blauwens.

Hoofdstuk 4: Het broeikaseffect en het Kyoto-protocol

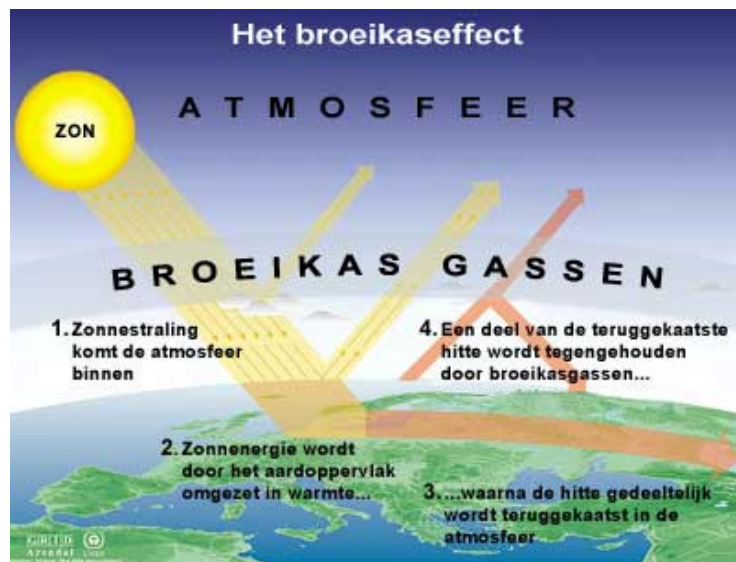
Het verwezenlijken van een modal-shift van unimodaal wegvervoer naar multimodaal vervoer via het spoor of de binnenvaart, kunnen we plaatsen in een groter kader. Deze omschakeling zou namelijk gestimuleerd kunnen worden vanuit de wereldwijde bekommernis om de opwarming van onze aarde. In dit hoofdstuk trachten we een beeld te schetsen van de rol van het verkeer in het broeikaseffect en het Kyotoprotocol.

4.1 Het broeikaseffect

De aarde wordt verwarmd door de zon. Een gedeelte van de zonnestraling wordt door de atmosfeer terug de ruimte in gekaatst terwijl een ander deel door de atmosfeer gaat en omgezet wordt in warmte op de aarde. Ook deze warmte verdwijnt gedeeltelijk terug de ruimte in. De natuurlijke broeikasgassen, zoals waterdamp en CO₂, zorgen er echter voor dat de warmte die de aarde terug uitstraalt wordt teruggekaatst naar de aarde toe. Zonder dit natuurlijke broeikaseffect zou de gemiddelde temperatuur op aarde op jaarbasis -18 graden Celsius bedragen in plaats van de huidige + 15 graden.

Het probleem ontstaat echter door de te hoge hoeveelheid broeikasgassen die de mens in de dampkring brengt waardoor het broeikaseffect behoorlijk versterkt wordt. Door dit broeikaseffect, dat voorgesteld kan worden als een dikke mantel rond onze planeet, wordt te veel warmte teruggekaatst naar de aarde. De werking van het broeikaseffect wordt op figuur 16 weergegeven. Dit versterkte broeikaseffect kan een wereldwijde klimaatverandering tot gevolg hebben. (BOLLEN EN VAN HUMBEECK, 2002) De VERENIGDE NATIES verwachten dat de klimaatverandering gedurende de 21^{ste} eeuw zou kunnen zorgen voor grote overstromingen, extreme weersomstandigheden, droogte en ongeschiktheid van de landbouwgrond. Bovendien concludeert een onderzoek uit maart 2001 van het wetenschappelijke klimaatbureau van de Verenigde Naties dat de temperatuur op aarde aan het einde van de 21^{ste} eeuw variërend van 1,4 tot 5,8 graden Celsius zal zijn gestegen. Het laatste rapport van de IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) dat bekend werd gemaakt op 2 februari 2007 en de nieuwste wetenschappelijke bevindingen over klimaatverandering bevat, bevestigt deze

voorspelling. Het EUROPEES MILIEUAGENTSCHAP (EEA) concludeerde in augustus 2004 dat er rond 2080 in Europa geen koude winters meer zouden voorkomen. De gemiddelde temperatuur op het aardoppervlak is tussen 1906 en 2005 al gestegen met 0,74 °C. Bovendien horen elf van de twaalf laatste jaren bij de twaalf warmste jaren die ooit werden opgetekend vanaf de start van de temperatuurmetingen in de 19^{de} eeuw. In Europa is ook het aantal weer- en klimaatgerelateerde rampen tussen 1990 en 2000 verdubbeld ten opzichte van de tien jaren daarvoor (KLIMAAT, 2006). Deze feiten duiden aan dat het noodzakelijk is om voldoende aandacht te besteden aan het broeikaseffect en dat men maatregelen moet nemen om de uitstoot van de broeikasgassen tot een minimum te beperken. Ook Al Gore, voormalig vice-president van de Verenigde Staten, spreekt in zijn documentaire 'The Inconvenient Truth', die in 2006 uitkwam in de Belgische cinemazalen, over zijn bezorgdheid over de ecologische evolutie van onze planeet en de rol van de mens daarin.



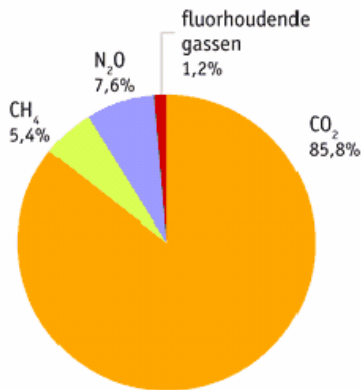
Figuur 16: Het broeikaseffect
Bron: Milieuloket, 2006

Het belangrijkste broeikasgas is koolstofdioxide of CO₂ dat vrijkomt bij verbranding van fossiele brandstoffen zoals steenkool, aardolie en (in mindere mate) aardgas. Bovendien komt CO₂ ook meer voor naar aanleiding van ontbossing. Bomen zorgen via fotosynthese immers voor de omzetting van CO₂ in zuurstof. Zij vangen hierdoor meer CO₂ op dan ze uitstoten waardoor de totale hoeveelheid CO₂ gereduceerd wordt. Door de ontbossing van onze planeet kan dit mechanisme echter steeds minder werken. Ook door de opwarming van de aarde zijn de bomen steeds minder in staat deze omzetting waar te

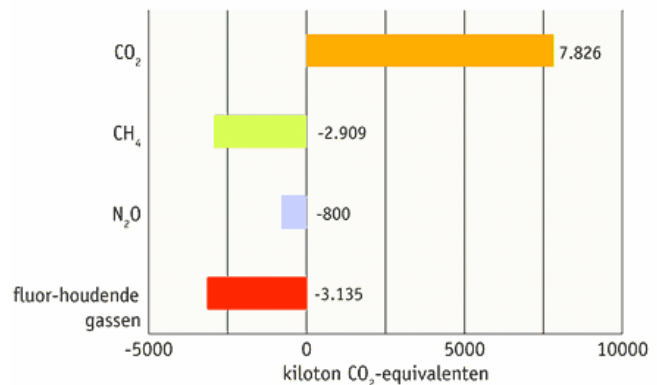
maken. Als het warmer wordt, stijgt immers de activiteit van de microben die het plantaardig afval afbreken en zo CO₂ produceren sneller dan de activiteit van de bomen, zodat er netto minder CO₂ wordt omgevormd. Net als de bomen zijn ook de oceanen een soort verzamelvat van CO₂. Onder normale omstandigheden lost er veel CO₂ op in de oceanen waardoor de hoeveelheid in de lucht daalt. Door de opwarming van de aarde echter daalt de oplosbaarheid van CO₂ en blijft er meer van dit broeikasgas in de atmosfeer hangen. Men schat dat het land tegen 2030 geen koolstof meer zal opnemen, zodat er nog meer van deze emissie in de atmosfeer blijft hangen. (DRAULANS, 2006)

Enkele andere belangrijke broeikasgassen zijn methaan (CH₄), distikstofoxide (N₂O, lachgas), CFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen) en stikstofoxiden (NO_x). Ook koolstofmonoxide (CO) is een gas dat men in het oog moet houden. CO kan in verbinding met zuurstof immers ontwikkelen tot koolstofdioxide en daardoor bijdragen tot het broeikaseffect. De meeste van deze stoffen zijn een natuurlijk onderdeel van onze atmosfeer. Maar door menselijke factoren is gedurende de afgelopen twee eeuwen de concentratie van koolstofdioxide in de atmosfeer met ongeveer 30% toegenomen. De verbranding van fossiele brandstoffen, als steenkool, aardolie en aardgas, heeft veel CO₂ op niet-natuurlijke wijze vrijgemaakt. Bovendien is sinds 1750 de hoeveelheid methaan meer dan verdubbeld, de uitstoot van lachgas nam toe met 15%, terwijl de aanwezigheid van CFK's (chloorfluorkoolwaterstoffen) in de atmosfeer slechts door menselijk handelen te verklaren is. (KLIMAAT, 2006)

Figuren 17 en 18 tonen aan dat in 2004 de fractie CO₂ in de totale emissies 85,8% bedroeg. Dit maakt dat koolstofdioxide het meest voorkomende broeikasgas in België is. In vergelijking met 1990 zien we dat enkel de emissie van CO₂ is toegenomen terwijl de andere broeikasgassen in hoeveelheid gedaald zijn.



Figuur 17: Aandeel van de verschillende broeikasgassen in de totale uitstoot (in %)
Bron: Klimaat, 2006



Figuur 18: Evolutie van de uitstoot van de verschillende broeikasgassen (in 2004 in verhouding tot het niveau van 1990)(in kiloton CO₂-equivalenten)
Bron: Klimaat, 2006

4.2 Het verdrag van Kyoto

4.2.1 Conferenties

Regeringen van vele landen, waaronder België, erkennen dat de mens verantwoordelijk is voor de klimaatverandering. Om de uitstoot van broeikasgassen in de atmosfeer te verminderen zijn daarom internationale afspraken gemaakt. In het Japanse Kyoto kwamen vrijwel alle landen ter wereld in 1997 samen om methodes tot uitstootbeperking te bepalen. Op die manier kwam het Kyoto-protocol tot stand.

De deelnemende landen komen in het Verdrag van Kyoto overeen om de uitstoot van broeikasgassen, zoals koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), lachgas (N₂O) en aantal CFK's, in de periode tussen 2008 en 2012 te verminderen met 5% ten opzichte van het niveau van 1990. Tijdens de bijeenkomst in Kyoto werd vervolgens berekend hoeveel broeikasgassen door de diverse landen werd uitgestoten in 1990 om vervolgens de nodige reductie te kunnen bepalen. De lijst met uitstoot in 1990 werd aangevoerd door Amerika (36,1%), gevolgd door de landen in de Europese Unie (24,2%), Rusland (17,4%), Japan (8%), kandidaat EU-lidstaten (7,4 %), Canada (3,3%) en Australië (2,1%). In deze cijfers is het aandeel van Derdewereldlanden echter niet meegerekend. Grote vervuilers als China en India blijven hierdoor buiten de cijfers.

Hoewel iedereen bewust is van het belang van het terugdringen van broeikasgassen, maakten weinig landen haast met de ondertekening van het Protocol van Kyoto. Van 1997 tot 2000 bleken slechts enkele eilandstaten en enkele ontwikkelingslanden bereid om hun handtekening te zetten. Om de internationale afspraken 'hard' te maken, werd van 13 tot 24 november 2000 een klimaatconferentie in Den Haag gehouden, onder voorzitterschap van milieuminister Jan Pronk.

Als gevolg van de conferentie in Den Haag ratificeerden vrijwel alle Europese landen, Japan en Canada het protocol in 2001 en 2002. België heeft zich in dit protocol geëngageerd om zijn emissies in de opgelegde periode van 2008 tot 2012 met 7,5% te toen dalen ten opzichte van het niveau van 1990. Rusland liet lang op zich wachten, maar sinds Rusland het Protocol in november 2004 bekrachtigde, is 'Kyoto' sinds 16 februari 2005 van kracht kunnen gaan. Er werd immers vastgelegd dat het Verdrag van Kyoto enkel in werking kon treden wanneer 55 landen die samen goed zijn voor 55% van de mondiale CO₂-uitstoot het verdrag geratificeerd hebben. Met de toetreding van Rusland in 2004 werd dit doel bereikt. Wanneer een lidstaat niet aan het Protocol voldoet zal een straf opgelegd worden, in de vorm van een verdere verplichting tot reductie van CO₂-uitstoot. Er worden echter geen boetes opgelegd en de sancties gelden pas vanaf 2008.

Maar niet alle landen bekrachtigden het zogenaamde Protocol van Kyoto. Australië en Amerika doen immers niet mee. Omdat Australië een land is met een machtige energiesector was men er bang voor productiebeperkingen. De omvangrijke steenkolenindustrie won aldaar de discussie en de Australische regering kondigde in 2002 aan dat het land zich niet zou verbinden aan het verdrag van Kyoto. Ook de Amerikaanse president George W. Bush trok in april 2001 aan de noodrem. Volgens de Amerikaanse regering bevat het Protocol fundamentele fouten. Zo zette president Bush vraagtekens bij de wetenschappelijke onderbouwing van de oorzaken van het broeikaseffect. Hij twijfelt aan de rol van het menselijk handelen in het veroorzaken van de opwarming van de aarde. Bovendien vond de president dat de klimaatmaatregelen de Amerikaanse economie te veel zouden schaden. Dit was een grote klap voor het verdrag daar de Verenigde Staten verantwoordelijk zijn voor de uitstoot van 36,1% van alle broeikasgassen wereldwijd.

Omdat het Protocol van Kyoto een looptijd heeft tot 2012, is de Europese Commissie bovendien begonnen met de voorbereidingen voor een klimaatbeleid na 2012. In september 2004 heeft de EU belanghebbenden uitgenodigd om hun visie te geven op de toekomst van het klimaatbeleid. Een internationale klimaatconferentie in Buenos Aires (6-17 december 2004) leverde in dit verband geen aanknopingspunten. Ook de klimaatconferentie van Montreal (28 november - 9 december 2005) bracht wat dat betreft geen akkoord. De onderhandelingen over toekomstige maatregelen zijn verder gecompliceerd nadat Amerika, Australië, China en India in juli 2005 een rivaliserende klimaat-associatie hebben opgericht. (KLIMAAT, 2006) De meest recente VN-klimaatop bij het opstellen van dit hoofdstuk, vond plaats in Nairobi in het Afrikaanse Kenia van 6 tot 17 november 2006. Wederom werd er onderhandeld over het gevolg dat moet worden gegeven aan het Verdrag van Kyoto na 2012.

4.2.2 Flexibiliteitsmechanismen

Het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen is in sommige landen gemakkelijker te bereiken dan in andere. Zo is het voor rijke landen vaak goedkoper om minder rijke landen te helpen met de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, dan om zelf de reducties in eigen land te bewerkstelligen. De industrie in West-Europa is momenteel al schoner dan de industrie in Oost-Europa of de Derdewereldlanden. Om de industrie in de Westerse landen nog schoner te maken zijn zeer hoge investeringen nodig. Het is dan ook veel goedkoper om de vervuilende industrie in andere landen te zuiveren. Daar het broeikas effect een wereldwijd probleem is, maakt het niet uit of reducties in broeikasgassen in West-Europa of elders worden bereikt. Het Kyoto-protocol brengt in dit verband dan ook drie verschillende methodes naar voor.

Ten eerste is er het Clean Development Mechanism (CDM) (artikel 12) waarbij ontwikkelingslanden worden geholpen met het opzetten van onder meer duurzame energieprojecten en duurzame bosbouw. De Westerse landen kunnen de inspanningen die zij leveren en de broeikasreductie die hiermee gepaard gaat, verrekenen met de eigen binnenlandse reductieverplichtingen. Op deze manier kunnen rijkere industrielanden goedkoper hun Kyotodoelstellingen realiseren. Bijkomend voordeel is dat landen in de Derde wereld zich op een milieuvriendelijkere wijze verder kunnen ontwikkelen. Landen die gebruik maken van dit mechanisme ontvangen hiervoor een

certificaat 'Certified Emission Reductions' (CER's) waarmee zij ontslagen worden van de verplichting om de vermindering van uitstoot in het eigen land te behalen.

Een tweede methode om de uitstoot elders dan in het eigen land te doen dalen, is de toepassing van Joint Implementation Projects (artikel 16). In het kader van dit mechanisme financieren geïndustrialiseerde landen projecten in andere geïndustrialiseerde landen om de uitstoot van broeikasgassen daar te doen afnemen. Voor deze inspanning ontvangt het land 'Emission Reduction Units' (ERU's). Met deze certificaten wordt men, net als bij CDM-certificaten, vrijgesteld om de eigen reductie in emissiegassen te behalen.

Een derde belangrijk onderdeel van het Kyoto-protocol was de invoering van een systeem van handel in broeikasgas-emissierechten (artikel 17). Deze methode bepaalt dat landen die een hogere CO₂-reductie realiseren dan hen werd opgelegd door het verdrag van Kyoto, deze overschot in de vorm van 'tonnen CO₂-equivalenten' kunnen verkopen. Landen die denken dat zij meer gaan uitstoten dan toegelaten is en hierdoor hun doelstelling niet kunnen halen, kunnen dan het overschot kopen van een ander land. Op die manier gaan landen die meer kunnen reduceren dan nodig gestimuleerd worden omdat zij hun overschot kunnen aanbieden op de markt. Deze emissiehandel zorgt ervoor dat een ton CO₂ een prijs krijgt die op dit moment schommelt rond 20 EUR/ton CO₂-equivalent.

Al de grote energie-intensieve Europese bedrijven zitten verplicht in het systeem van de emissiehandel. Ieder land bepaalt hoeveel de bedrijven samen per jaar mogen uitstoten. Het houdt daarbij rekening met de eigen Kyotodoelstellingen, met de kost van uitstootvermindering in de industrie en met wat er in andere sectoren kan en zal gebeuren. Die overwegingen gieten de landen in een plan, het zogenaamde Nationaal Allocatieplan (NAP). Dit plan zet een plafond op de totale hoeveelheid CO₂ die de industrie van dat land mag uitstoten. Tegelijk bepaalt het NAP de regels waarmee individuele bedrijven emissierechten toegewezen krijgen. Een emissierecht komt overeen met een ton CO₂. Grosso modo bekijkt de overheid per bedrijf hoeveel het vandaag uitstoot en hoeveel het zou kunnen verminderen. De totale hoeveelheid rekening houdend met het verminderingspotentieel is dan vervolgens de totale hoeveelheid rechten die een bedrijf toegewezen krijgt. In de praktijk houdt men ook rekening met de verwachte groei van het bedrijf.

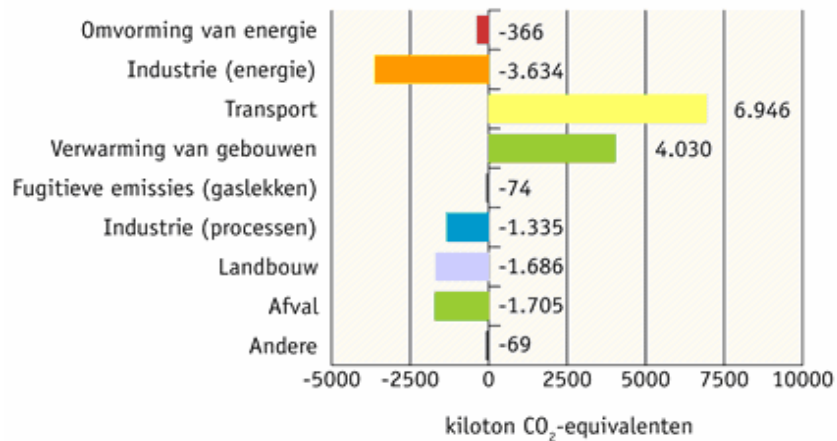
Met de hem toegewezen rechten kan een bedrijf vervolgens beginnen handelen. De bedoeling is dat het bedrijf eerst probeert zoveel mogelijk intern het energieverbruik te verbeteren, om op die manier rechten over te houden. Dat overschot kan het dan verkopen aan bedrijven die extra rechten nodig hebben wegens te veel CO₂-uitstoot.

De Europese emissiehandel startte op 1 januari 2005. Ze doorloopt nu de eerste periode die zal duren tot eind 2007. De Commissie ziet deze periode vooral als een leerfase. De handel in CO₂-rechten kent ondertussen een enorme groei. De eerste helft van 2006 werd er 684 Mton CO₂ verhandeld wat goed is voor 12 GEUR. Dat is meer dan vijf maal meer dan in dezelfde periode het jaar ervoor. Vanaf 2008 zal het serieuze werk beginnen. De tweede periode van 2008 tot 2012 valt immers samen met de periode waarin de Europese lidstaten hun Kyoto-doelstelling moeten halen. (CLAEYS, 2006)

4.3 De rol van het transport

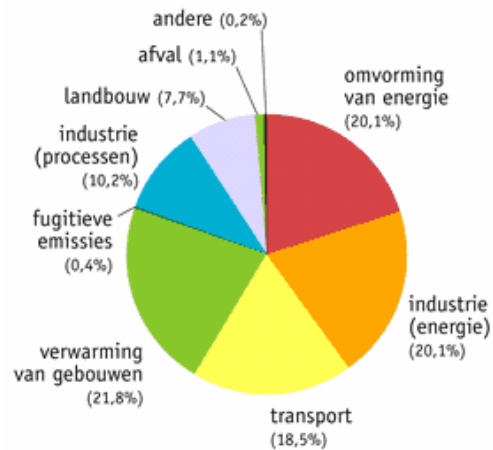
Wat het behalen van de Kyoto-normen betreft, zijn vanuit de huidige inzichten vooral de CO₂-uitstoot en (in mindere mate) de andere broeikasgassen van de transportsector verontrustend. In het kader van de internationale verbintenissen waartoe België zich engageerde in het Protocol van Kyoto, is het dan ook nuttig de specifieke mogelijkheden na te gaan van het transport als vervuiler om deze verbintenissen na te komen.

De transportsector vormt een belangrijke sector die een significante bijdrage levert in de totale uitstoot van CO₂. In de taartdiagram in figuur 20 waarin de bijdrage van de belangrijke sectoren in totale CO₂-uitstoot wordt weergegeven, zien we dat het transport in 2004 verantwoordelijk kan geacht worden voor 18,5% van de emissies van CO₂ en hiermee de categorie is die sinds 1990 het meest gestegen is. 97% van deze uitstoot kan toegeschreven worden aan het wegvervoer. Het is ook in de vervoerssector dat we de grootste groei van CO₂ kennen in plaats van een gewenste daling. Deze groei wordt in figuur 19 aangeduid met de gele balk en komt ongeveer overeen met een toename van 34% ten opzichte van het basisjaar 1990. De andere sectoren, met uitzondering van de verwarming van gebouwen, kenden wel een daling in CO₂-uitstoot uitgedrukt in kiloton CO₂-equivalenten. Uit deze cijfers kunnen we concluderen dat de transportsector wel degelijk belangrijke en grote inspanningen moet en kan doen om mee te werken aan de reductie van de broeikasgassen en het behalen van de Kyotonorm.



Figuur 19: Evolutie van de uitstoot van de verschillende sectoren in verhouding tot het niveau van 1990 (in kiloton CO₂-equivalenten)

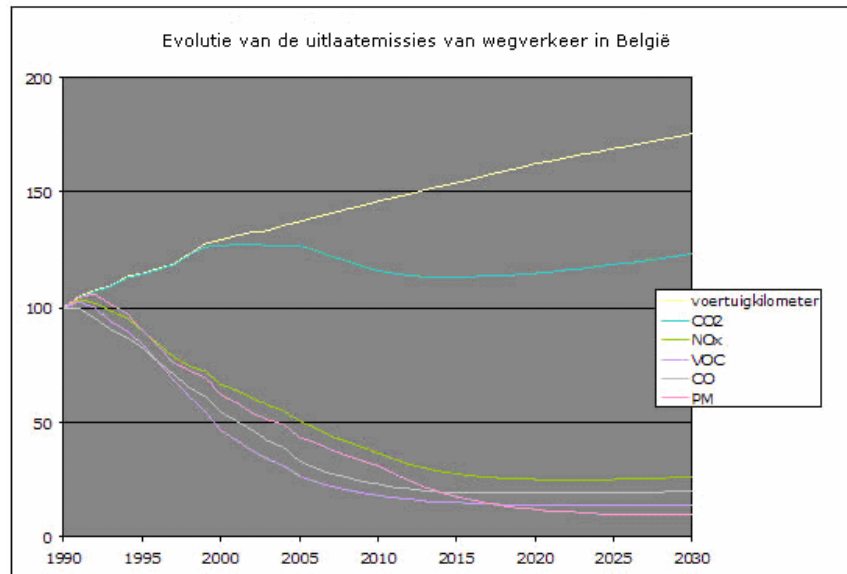
Bron: Klimaat, 2006



Figuur 20: Bijdrage van de belangrijkste sectoren in de totale uitstoot (2004)

Bron: Klimaat, 2006

Het behalen van een vermindering in CO₂-uitstoot van 7,5% in de vastgelegde termijn is allerm minst evident daar men in de vervoerssector verwacht dat het aantal voertuigkilometer nog zal blijven stijgen waardoor ook de hoeveelheid CO₂ zal toenemen, hoewel weliswaar in mindere mate. Andere broeikasgassen zoals NO_x, VOC en CO, daarentegen kennen volgens voorspellingen wel een significante daling in de toekomst. Deze bevindingen worden weergegeven in onderstaande grafiek en aangeduid met cijfers in tabel 5.



Figuur 21: Evolutie van de uitlaatemissies van wegverkeer in België
Bron: FEBIAC, 2006

Tabel 5: Evolutie van de broeikasgassen over verschillende periodes

	periode 1990-2005	periode 2005-2015	periode 2015-2030
voertuigkilometer	+ 2,1%	+ 1,2%	+ 0,9%
broeikasgas (CO ₂)	+ 1,6%	- 1,1%	+ 0,6%
koolwaterstoffen (VOC)	- 8,4%	- 5,7%	- 0,6%
koolstofmonoxide (CO)	- 7,1%	- 5,3 %	+ 0,2%
stikstofoxiden (NO _x)	- 4,5%	- 6,0%	- 0,3%
fijn stof (PM10)	- 5,4%	- 8,8%	- 3,7%

Bron: FEBIAC, 2006

Naast het Protocol van Kyoto dat zich richt op de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, heeft België zich ook geëngageerd voor het Protocol van Göteborg. Dit laatste protocol is een verkorte benaming van het 'Protocol van Göteborg inzake vermindering van verzuring, eutrofiëring en ozon op leefniveau bij het Verdrag betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand'. Dit protocol dat werd aangenomen in 1999 legt nationale emissieplafonds op voor stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO₂) en vluchtige organische stoffen (VOS) voor 2010. Hierdoor streeft het naar een vermindering van de gevolgen van luchtvervuiling op de gezondheid en het milieu. De uitstoot voor deze stoffen worden vertaald naar specifieke emissieplafonds voor het verkeer in België. (DE VLIETGER ET. AL., 2001)

Er zijn reeds verschillende initiatieven genomen om de schadelijke uitstoot van het transport te beperken en zo een stap in de goede richting te zetten tot het behalen van

de Kyotonorm. We denken hierbij aan de introductie van biobrandstoffen die op langere termijn de conventionele of fossiele brandstoffen geheel zouden kunnen vervangen. Aardolieproducten afkomstig uit het buitenland leveren in Vlaanderen nagenoeg 100% van de energie voor transport. Dat maakt Vlaanderen erg energieafhankelijk en kwetsbaar. De introductie van alternatieve brandstoffen kan daarin verandering brengen. Bepaalde biobrandstoffen, als beperkte bijmenging met klassieke brandstoffen, werden op korte termijn gepland. Sinds november 2006 werd de biobrandstof in de handel gebracht en kon men voor het eerst biodiesel kopen in de benzinestations in België. Biobrandstoffen zijn vooral belangrijk om broeikasgasemissies te verlagen. Het gebruik van fossiele brandstoffen levert immers een aanzienlijke bijdrage aan de CO₂-uitstoot. Op de verbetering van de luchtkwaliteit hebben andere alternatieven zoals roetfilters, katalysatoren of elektrische en hybride voertuigen een grotere impact.

Ook gelden er Euronormen voor het zwaar vervoer. Deze Ecoscore is een maat voor de milieuvriendelijkheid van een voertuig en houdt rekening met de effecten op gezondheid (voor 20% opgenomen in de eindscore), ecosystemen (20%), klimaatverandering (50%) en geluidshinder (10%). In deze normen die vastgelegd werden in Europese Richtlijnen worden limieten bepaald voor de uitstoot van koolstofmonoxide (CO), onverbrande koolwaterstof, stikstofoxiden, roet en fijne stofdeeltjes. Door de steeds strengere grenswaarden, kan de uitstoot van deze schadelijke stoffen stapsgewijs afnemen. Hoe hoger de Euronorm, hoe strenger de eisen. De Euronorm kan dus door het beleid gebruikt worden om milieuvriendelijkere voertuigen en brandstoffen te stimuleren. Euronormen worden zowel vastgelegd voor personenvoertuigen als voor vrachtwagens. (MACHARIS ET. AL., 2005)

Tabel 6: Euronormen voor bussen en vrachtwagens (dieselmotoren) in g/km

Tier	Date	CO	HC	NOx	PM	Smoke
Euro I	1992, < 85 kW	4.5	1.1	8.0	0.612	
	1992, > 85 kW	4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II	1996.10	4.0	1.1	7.0	0.25	
	1998.10	4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	2000.10	2.1	0.66	5.0	0.10	0.8
Euro IV	2006.09	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
Euro V	2008.10	1.5	0.46	2.0	0.02	0.5

Bron: www.dieselnet.com

Zoals kan gezien worden in tabel 6, wordt de maximaal toegelaten emissie steeds kleiner. De meeste vrachtwagens die nu op de weg zijn, voldoen al aan de Euro II of Euro III-norm. Vanaf 1 september 2006 moeten nieuwe vrachtwagens verplicht voldoen aan Euro IV. De maximale uitstoot bedraagt volgens Euro IV voor zware voertuigen tot 1,5 g/km koolstofmonoxide en 3,5 g/km stikstofoxiden. Euro V gaat nog een stap verder en is pas vanaf 2008 verplicht. Hierbij is de voorgestelde maximale emissie voor vrachtwagens zelfs beperkt tot 2 g/km stikstofoxiden.

De huidige technologische verbeteringen of initiatieven om de CO₂-uitstoot van nieuwe wagens te verlagen, volstaan echter niet om de CO₂-uitstoot door het verkeer te stagneren, laat staan te verminderen. Wel is er, zoals zichtbaar in figuur 21 een minder snelle stijging van de CO₂-emissies door het verkeer, maar de gestage toename in mobiliteitsvraag compenseert ruimschoots alle technologische verbeteringen die vandaag op de markt zijn. Om het Protocol van Kyoto te kunnen nakomen zal in andere sectoren de reductie in broeikasemissies in de periode 1990-2010 meer moeten bedragen dan de 7,5% die door het Kyoto-protocol voorop werd gesteld. Voor het halen van Göteborg voor het verkeer zullen voornamelijk zware inspanningen moeten geleverd worden naar NO_x-emissies. De uitstoot van NO_x voor de verschillende beleidsopties schommelen immers rond het emissieplafond.

De efficiëntste manier om de negatieve gevolgen van het verkeer op het milieu en de volksgezondheid in te perken, is door ons met zijn allen minder te verplaatsen. Beleidsmatig zijn initiatieven die de mobiliteitsvraag beheersen dus van primordiaal belang. Men moet streven naar een ontkoppeling van de economische groei en de mobiliteitsbehoefte. Het stimuleren van telewerken moet voldoende aandacht krijgen in het beleid. Maar voor het vrachtvervoer is dergelijke oplossing niet mogelijk. De goederen moeten sowieso vervoerd worden van de afzender naar de geadresseerde.

Als men zich dan toch moet verplaatsen, dient dit op de meest milieuvriendelijke en meest duurzame manier te gebeuren. Zoals eerder aangehaald kunnen er technische maatregelen genomen worden, zoals het stimuleren van milieuvriendelijke voertuigen en het uitwerken van een aangepast inspectie- en onderhoudsprogramma. Oudere voertuigen zorgen immers voor een grote uitstoot van CO₂. Een andere oplossing die in deze eindverhandeling sterk benadrukt wordt, is het bewerkstelligen van een modal-split. Het promoten van multimodaal vervoer over spoor en water kan een goede oplossing

bieden om de druk van het vrachtvervoer op het milieu te verlagen. CO₂-uitstoot is immers een criteria waar de binnenvaart erg goed op scoort. Aangezien de binnenvaart per tonkilometer minder CO₂ uitstoot dan het wegvervoer, kan de verwachte stijging in koolstofdioxide verminderd worden door goederenvervoer van de weg naar de binnenvaart over te hevelen. (MACHARIS EN VERBEKE, 2004) Binnenschepen van 1350 ton verbruiken 4 tot 7 keer minder brandstof per tonkilometer dan vrachtwagens. Met eenzelfde hoeveelheid diesel als een vrachtwagen, kan een binnenschip dus een grotere hoeveelheid goederen over een langere afstand vervoeren. (VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK, 2003 UIT MACHARIS EN VERBEKE, 2004) Het goederenvervoer met de trein zorgt ook voor een beperking van de uitstoot. Volgens cijfers van de NMBS (2001) verbruikt het goederenvervoer per trein zelfs minder kJ per tonkilometer dan de binnenvaart.

4.4 De Belgische situatie

Samen met de Europese Unie heeft België het verdrag van Kyoto in 2002 bekrachtigd. Door dit verdrag te ondertekenen heeft ons land zich geëngageerd om de emissies in de periode 2008-2012 met 7,5% te verminderen ten opzichte van het niveau van 1990. Dit betekent dat België jaarlijks 135,874 Mton CO₂-equivalenten mag uitstoten in de periode 2008-2012. De CO₂-equivalent is een rekeneenheid om de bijdrage van broeikasgassen aan het broeikaseffect onderling te kunnen vergelijken. De factor duidt de potentiële bijdrage aan van 1 ton van een broeikasgas tot de toename van het broeikaseffect, in vergelijking met 1 ton CO₂. In het federale België spelen zowel de Federale Overheid als de Gewesten een rol in de opmaak van het Belgische Nationale Toewijzingsplan. De drie Gewesten zijn bevoegd voor de meeste installaties in België. Voor één specifiek type van installaties, met name de veiligheids- en hulpinstallaties bij kerncentrales, is de Federale Overheid bevoegd. Tijdens het Overlegcomité tussen de federale regering en de gemeenschaps- en gewestregeringen in maart 2004 werd een akkoord bereikt over de lastenverdeling. In tabel 7 wordt de hoeveelheid rechten die gemiddeld jaarlijks in de periode 2008-2012 moeten voorgelegd worden, weergegeven.

Tabel 7: De nationale lastenverdeling

(Mton CO ₂ -eq.)	1990 emissions	2008-2012 annual average quantity of allowances	corresponds to x% compared to CO ₂ -eq. emissions in 1990
Flemish Region	88,013	83,436	-5,2 %
Walloon Region	54,793	50,683	-7,5 %
Brussels Capital Region	4,085	4,227	+3,375 %
Federal government	-	-2,473	-
Total BELGIUM	146,891	135,874	-7,5 %

Bron: Belgian National Allocation Plan for CO₂-emission: allowances 2008-2012, 2006

Met deze nationale overeenkomst werden echter meer rechten (of uitstoot) toegestaan aan de drie Gewesten dan België volgens het Kyoto-protocol wordt toegekend. Om dit te veel aan uitstoot, dat geraamd wordt op 2,473 Mton CO₂-equivalenten per jaar in de periode 2008-2012, te compenseren, is er een akkoord bereikt dat de Federale Overheid toelaat gebruik te maken van de flexibiliteitsmechanismen die het Protocol voorziet. Ons land gaat op die manier extra rechten kopen om meer CO₂ te mogen uitstoten. (Federale Overheid, 2006)

De afspraak tussen de Gewesten en de Federale overheid om rechten te kopen in het buitenland zijn noodzakelijk daar de huidige toestand voor het behalen van de Kyotodoelstellingen er niet zo rooskleurig uitziet. De totale uitstoot van broeikasgassen over alle sectoren heen lopen in België in het jaar 2004 op tot 147,9 Mton CO₂-equivalenten. Als we deze uitstoot vergelijken met die van het jaar voordien of met die van het jaar 1990, stellen we twee zaken vast. Ten eerste is er een verhoging van het geheel van de broeikasgassen in 2004, van:

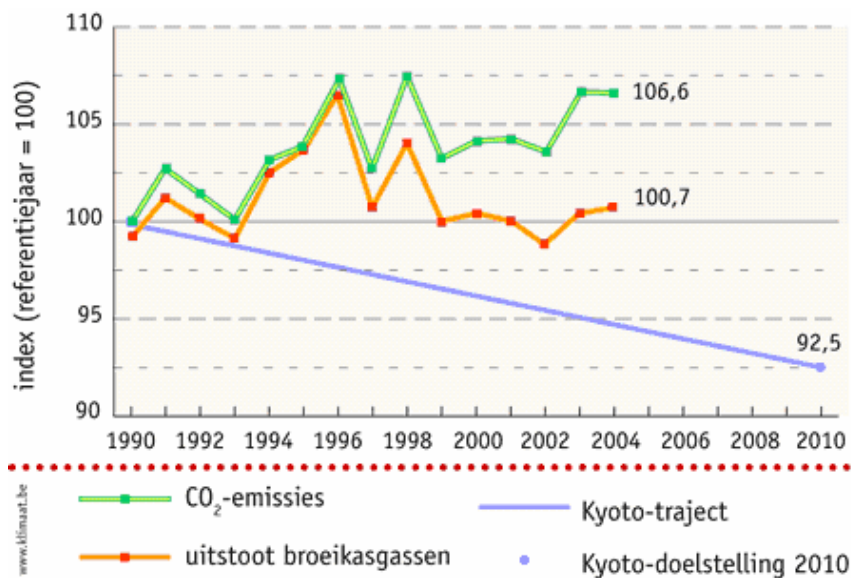
- + 0,2% in vergelijking met 2003
- + 1,4 % in vergelijking met 1990
- + 5,9% in vergelijking met "Kyoto-traject" (het theoretische lineaire traject naar de Kyotodoelstelling)

Ten tweede is er een veel belangrijkere verhoging voor koolstofdioxide (CO₂), nauw verbonden met het energieverbruik, in vergelijking met 1990, maar een stabilisatie in vergelijking met 2003:

- - 0,1% in vergelijking met 2003
- + 6,6% in vergelijking met 1990

Voor 2005 en 2006 kunnen we eveneens besluiten dat de hoeveelheid CO₂-uitstoot een stabilisatie kent.

In grafiek 22 wordt de evolutie van CO₂-emissies en de totale uitstoot van broeikasgassen weergegeven tot het jaar 2004. We zien hierbij dat er een duidelijke afwijking is met het theoretische lineaire traject dat werd voorgesteld door het verdrag van Kyoto. We bevinden ons vandaag de dag nog ver boven het Kyoto-traject en stoten dus nog steeds veel te veel CO₂ uit. Het nastreven van deze doelstelling is belangrijk om op langere termijn het natuurlijk evenwicht op aarde niet verder te verstoren en de opwarming van de aarde tegen te gaan.



Figuur 22: Evolutie van CO₂-emissies en de uitstoot van broeikasgassen in vergelijking met de Kyotodoelstelling
Bron: Klimaat, 2006

Van 6 tot 17 november 2006 vond in het Keniaanse Nairobi de VN-klimaattop plaats. Tientallen landen kwamen er samen om te praten over de nodige maatregelen voor de terugdringing van de klimaatverandering. Er werd bovendien onderhandeld over het gevolg dat moet worden gegeven aan het Verdrag van Kyoto na 2012. De Belgische milieuminister Bruno Tobback heeft op deze VN-klimaattop een eerste contract ondertekend voor de aankoop van emissierechten in het buitenland. Tobback sloot een Clean Development Mechanism-contract met het bedrijf LaGero in El Salvador dat

gespecialiseerd is in geothermische elektriciteitsproductie. België zal de komende vijf jaar bij LaGero tussen 183 000 en 262 000 emissiekredieten kopen. In een eerste fase maakt de ministerraad hier 9,3 MEUR voor vrij. (METRO, 2006)

De bedrijven die in België aan de emissiehandel deelnemen krijgen in de periode 2008-2012 een jaarlijks plafond van gemiddeld ongeveer 63 Mton CO₂. Ze staan in voor ongeveer 43% van de Belgische broeikasgasuitstoot. Als alles volgens plan verloopt, zijn ze verantwoordelijk voor 33% van de vermindering in uitstoot die we nodig hebben voor het halen van de Belgische kyotodoelstelling. De reductiepotentiëlen komen volgens Bart CLAEYS van de Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen (2006) echter onvoldoende naar voor in het Nationaal Allocatieplan (NAP) van ons land. De plafonds liggen veel te dicht bij wat de uitstoot sowieso zou geweest zijn. In de praktijk zullen de verschillende overheden vooral beroep doen op de aankoop van kredieten uit projecten in het Zuiden of de opkomende industrielanden. De toepassing van de emissiehandel zoals opgenomen in het Kyotoprotocol, gebeurt toch niettegenstaande de studie van het Fraunhofer instituut uit 2003. Uit dit onderzoek bleek dat België tegen 2012 haar CO₂-emissies tot 14,4% onder het niveau van 1990 kan laten zakken en dat met maatregelen die zich op voldoende korte termijn terugbetalen. Opvallend in het Belgisch allocatieplan is dat de bedrijven hun uitstoot zelfs nog kunnen laten stijgen. Het ziet er dan ook naar uit dat de deelname aan de Europese emissiehandel niet veel verschil zal maken voor de uitstoot van de Belgische bedrijven. Door de bedrijven overdreven veel CO₂-uitstootrechten toe te kennen, ondermijnt de overheid de werking van de Europese emissiehandel. De kosten voor het klimaatbeleid dreigen voor België buitensporig hoog te worden.

4.5 Transgenerationele solidariteit

Het broeikaseffect is een fenomeen dat pas na een lange termijn tot uiting komt. De gevolgen van beslissingen die nu genomen worden zullen dan ook pas door de volgende generatie of door latere generaties gedragen moeten worden. Geograaf Philippe HUYBRECHTS van de Vrije Universiteit Brussel stelt dat het venijn in de traagheid van de klimaatsystemen zit. Veel gevolgen van de opstapeling van broeikasgassen in de atmosfeer zullen pas binnen honderden jaren duidelijk worden. Wat er deze eeuw gebeurt, zal nog lang nawerken. Het is in dat opzicht dan ook belangrijk dat we nu bij het nemen van beslissingen rekening houden met de aardbewoners die over 50 jaar en meer op onze planeet leven. Deze denkwijze wordt benoemd als transgenerationele solidariteit,

namelijk bij onze beslissingen solidair zijn met de komende generaties zodat ook onze nakomelingen een gezond en goed leven kan gegarandeerd worden. Deze manier van denken behoort dat de normatieve economie en is zeer subjectief. Iedereen kan er zijn eigen mening over vormen. De ene persoon kan andere prioriteiten stellen dan een andere persoon, hoewel het voortbestaan van onze planeet en de zorg voor de volgende generaties toch tot de algemene waarden van de mens moet behoren.

Het zou ook vanuit een ethisch standpunt niet te rechtvaardigen zijn om nu al onze voorraden aan conventionele brandstoffen te consumeren en op die manier enkel aan onszelf te denken. Het is beter om nu reeds over te stappen naar vormen van gecombineerd vervoer waar zowel de samenleving van vandaag als deze in de toekomst beter van wordt!

Volgens een rapport opgemaakt in opdracht van de Britse regering zou het ons bovendien op termijn wel twintig keer meer kunnen kosten om de gevolgen van het broeikaseffect op te vangen dan dat we nu zouden moeten spenderen aan het voorkomen van de hoge CO₂-uitstoot. (DRAULANS, 2006) Deze stelling kan nog maar eens een stimulans vormen om vandaag de dag reeds acties te ondernemen om het broeikaseffect een halt toe te roepen. Het reduceren van de uitstoot aan CO₂ begint alvast bij elk individu afzonderlijk.

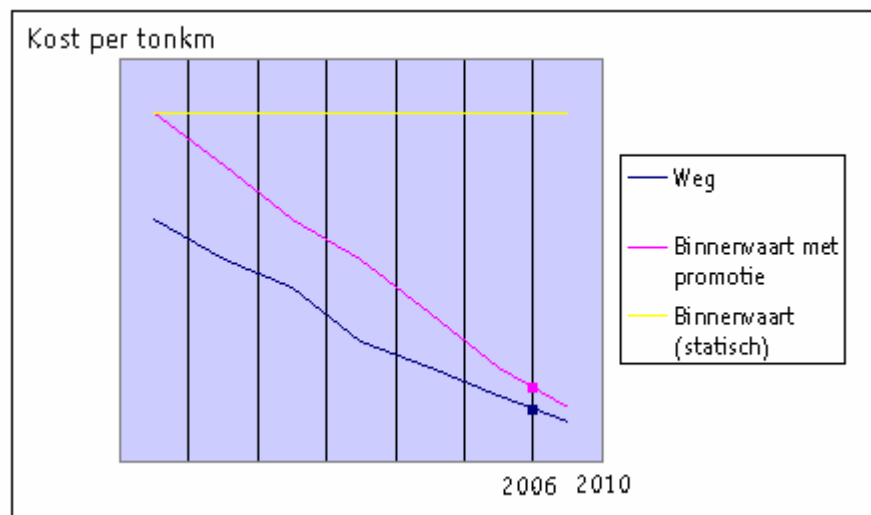
Hoofdstuk 5: Toekomstvisie

Inmiddels speelt het multimodaal vervoer in België een respectabele rol. De combinatie weg-binnenvaart is daarbij het meest in het oogspringend, niet alleen qua volumes maar ook wat betreft haar ontwikkeling. De binnenvaart biedt in Vlaanderen op korte termijn meer mogelijkheden dan het spoorvervoer. De huidige binnenvaarttrafiek komt nog geenszins in de buurt van de maximumcapaciteit. Eind jaren negentig is de binnenvaart geliberaliseerd en nu reeds blijkt deze vervoersmodus competitief met het wegvervoer voor bepaalde vervoersniches. De groei in de binnenvaart wordt hierbij vooral gedreven door het toenemende containervervoer. De binnenvaart trekt de laatste jaren ook nieuwe soorten ladingen aan, zoals bijvoorbeeld op het gebied van afvaltransporten. (VANNIEUWENHUYSE EN MISSCHAERT, 2006; DEGRAEF, 2002) Het goederenvervoer via het spoor heeft het moeilijker om zich als ideaal transportmiddel te profileren. Door het jarenlange nationale beheer van de spoorwegen was deze vervoersmodus immers star en weinig transparant. Sinds 1 januari 2007 is het goederenvervoer via het spoor echter geheel geliberaliseerd via een Europese Richtlijn met als doelstelling het marktaandeel van het spoor sterk te laten toenemen.

In dit hoofdstuk schetsen we in het kort de huidige situatie van de verdeling van de transportmodi voor het goederenvervoer. We proberen aan de hand van deze gegevens eveneens een visie voor de toekomst te formuleren. Hoe zal het Vlaamse transportlandschap er over enkele tientallen jaren uitzien? Gebeurt dan het merendeel van het goederentransport via het spoor of via de binnenvaart in plaats van via de weg? Heeft het wegtransport zijn positie als koning van het transport moeten afstaan? Om het goederenvervoer via het spoor of via de binnenvaart verder te stimuleren zullen zowel de Europese als de Belgische en Vlaamse overheden een goed transportbeleid moeten voeren. Het multimodaal vervoer heeft immers nog te kampen met enkele knelpunten waardoor een ondersteuning van de overheid zeker een bijdrage kan leveren om de toegankelijkheid van het multimodaal vervoer te verhogen.

Aan de hand van figuur 23 proberen we een beeld te schetsen voor de toekomst. De grafiek zet de kost per tonkilometer uit in functie van de tijd. We veronderstellen hierbij dat de kost per tonkm van het wegvervoer zal dalen in de tijd door de steeds

evoluerende technologie. Hierbij gaan we niet uit van een internalisering van externe kosten want in dat geval zou de kost van het wegvervoer moeten toenemen. De kost per tonkm die gepaard gaat met het goederenvervoer via het spoor of via de binnenwateren daalt in tegenstelling met het wegvervoer niet. Zij zal stabiel blijven in de tijd wanneer er geen promotie wordt gevoerd en wanneer deze middelen niet aantrekkelijk worden gemaakt voor het publiek. Enkel wanneer er voldoende publiciteit en voldoende transparantie op deze markten aanwezig is, zullen deze transportmodi overwogen worden als alternatief voor het wegvervoer. Op die manier heeft Promotie Binnenvaart Vlaanderen al veel kunnen verwezenlijken voor de sector van de binnenvaart. We kunnen dan ook concluderen dat de kost per tonkm van de binnenvaart met behulp van de nodige promotie daalt.

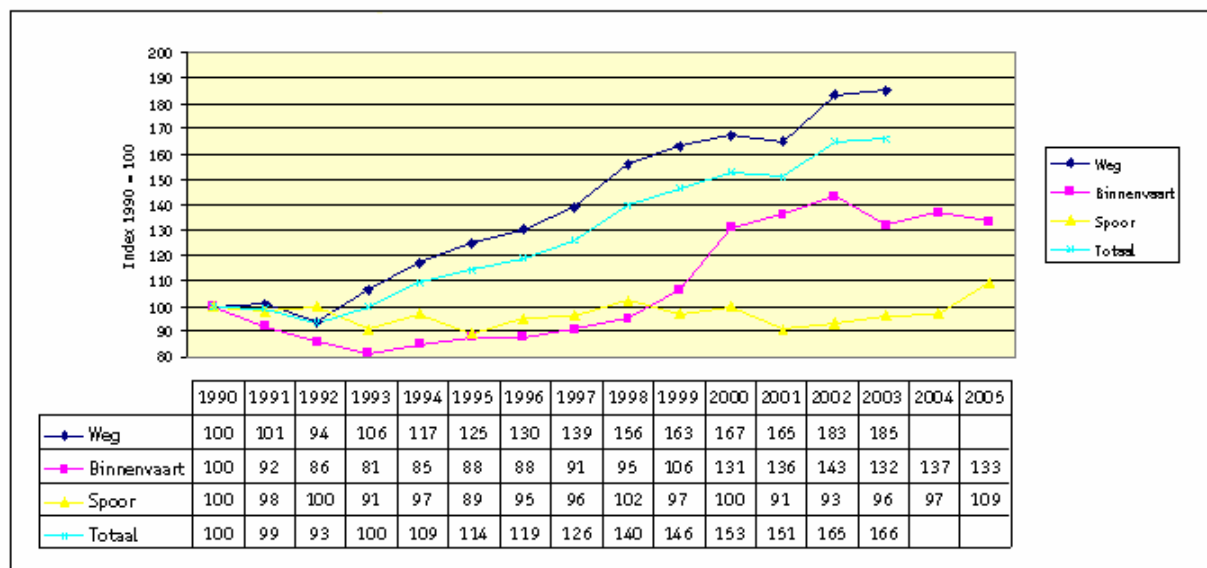


Figuur 23: Evolutie van de kost per tonkm in de tijd voor het wegvervoer en de binnenvaart, eigen voorstelling

We kunnen aannemen dat anno 2006 de kost van de binnenvaart zich boven de kost van het wegvervoer bevindt. Een onderneming zou dus vandaag de dag, puur vanuit kostenoverwegingen en geen rekening houdend met externe kosten en milieuoverwegingen, eerder kiezen voor de vrachtwagen voor het vervoer van zijn goederen. Het zou echter vanuit strategisch standpunt toch te verantwoorden zijn om vandaag voor goederenvervoer via de binnenvaart te kiezen, wanneer men gelooft dat de kost van het transport via de wateren over enkele jaren onder het niveau van het wegvervoer zal dalen. Na enkele jaren ondervinding bij het laden en lossen van vrachten in de binnenvaart, kan de kost wegens het leereffect immers sterk dalen en kunnen we voordelen halen ten opzichte van het wegvervoer.

5.1 Huidige situatie

Onderstaande figuur toont de evolutie van het totale aantal tonkilometers in Vlaanderen en geeft hierbij aan over welke modi die goederenstromen verdeeld zijn. Voor 2004 en 2005 zijn er nog geen cijfers beschikbaar voor het wegtransport. Het aandeel van de diverse modi wordt daarom voor het jaar 2003 besproken en vergeleken. Gegevens voor Vlaanderen zijn niet rechtstreeks beschikbaar. De Vlaamse cijfers voor het aantal tonkilometers werden daarom afgeleid uit de Belgische cijfers voor weg- en spoorvervoer. Voor de binnenvaart werden de tonkilometers van de drie waterwegbeheerders samengeteld. De waterwegbeheerders exploiteren de bevaarbare waterwegen in Vlaanderen en kunnen benoemd worden als zijnde: de NV Zeekanaal en Watergebonden Grondbeheer Vlaanderen; de Dienst voor de Scheepvaart; en de Administratie Waterwegen en Zeewezen.



Figuur 24: De evolutie van transportstromen van goederenvervoer en hun modale verdeling (Vlaanderen, 1990-2005)

Bron: MIRA, 2006 (eigen bewerking)

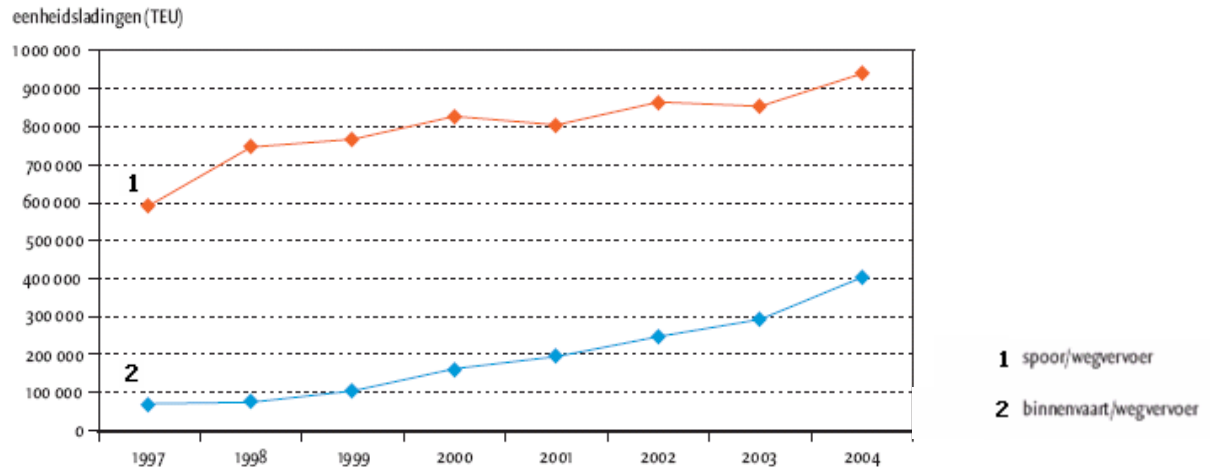
In 2003 bedroeg het totale aantal tonkilometers van alle modi samen 49,42 miljard. Dit betekent een stijging van 66% ten opzichte van het jaar 1990. Deze stijging manifesteert zich hoofdzakelijk in het wegvervoer waar we een toename kunnen waarnemen van 85% tussen 1990 en 2003. Opmerkelijk hier was een nieuwe stijging tussen 2001 en 2003 na een periode van stagnatie. Het wegvervoer nam in 2003 met 39,5 miljard tonkilometers 80% van het totaal in, terwijl dat in 1990 nog 71% was. De streefwaarde voor 2010 die

vermeld wordt in het Mobiliteitsplan Vlaanderen Beleidsvoornemens is maximaal 69%. Het is duidelijk dat hier nog heel wat werk te verrichten valt.

Wanneer we het goederenvervoer per spoor meer in detail gaan bekijken, zien we dat dit in de periode 1990-2005 sterk schommelde. De laatste vier jaar is dit goederentransport echter gestegen en in 2005 bereikte het een voorlopig maximale waarde van 3,94 miljard tonkilometers wat een stijging betekent van 9% in vergelijking met 1990. Door het groeiende belang van andere modi daalde het aandeel van het spoor van 12% in 1990 naar 7% in 2003. Het spoor heeft de grote toename van het transport via de binnenwateren niet kunnen volgen. Het huidige aandeel van het spoor in de transportsector is zeer laag ten opzichte van de streefwaarde van 14% die voorop wordt gesteld voor 2010. (MACHARIS ET. AL., 2005; MIRA, 2006)

Wat betreft het goederenvervoer via de binnenvaart bedroeg het aantal tonkilometers in 2005 6,5 miljard. Het transport van goederen over het water is ten opzichte van 1990 met circa 33% gestegen. Dit is mede te danken aan het kaaimurenprogramma van de Vlaamse overheid dat sinds 1998 het transport via de binnenvaart wil stimuleren. (MACHARIS EN VERBEKE, 2004) Dit programma wordt verder in dit hoofdstuk nog behandeld. We zien dat de curve sinds 1998 dan ook een scherpe stijging vertoont. De laatste drie jaar treedt er echter een stabilisatie op. In 2003 bedroeg het marktaandeel van de binnenvaart 13% terwijl de streefwaarde voor 2010 17% bedraagt. Er zijn dus goede vooruitzichten voor het behalen van dit doel. (MIRA, 2006)

In bovenstaande uiteenzetting werd de evolutie van de verschillende transportmodi weergegeven op basis van het aantal tonkilometers. We kunnen deze evolutie echter ook overdoen op basis van het aantal behandelde TEU bij de intermodale terminals. We constateren op figuur 25 duidelijk een stijgend aantal containers dat op de terminals behandeld wordt. Het spoor-wegvervoer blijkt in absolute overslagcijfers belangrijker dan het binnenvaart/wegvervoer. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat er bij het spoor-wegvervoer dubbeltellingen kunnen optreden indien de container bij meerdere terminals behandeld en overgeslagen werd. Dit kan bijvoorbeeld voorkomen bij het voor- en het natransport.



Figuur 25: Behandelde eenheidsladingen in intermodale terminals (1997-2004)
Bron: Macharis et. al., 2005

De procentuele stijging ten opzichte van 1997 is wel meer uitgesproken bij het binnenvaart/wegvervoer. Er is een stijging van 82% (van 621110 TEU in 1997 tot 1130704 TEU in 2005) voor het spoor/wegvervoer en een stijging van 664% (van 59700 TEU in 1997 tot 456279 TEU in 2005) voor het binnenvaart/wegvervoer. Het goederenvervoer via het spoor kende gedurende de laatste acht jaar een gemiddelde jaarlijkse groeivoet van 8% en de binnenvaart zelfs van 30%. Beide intermodale systemen zijn gegroeid dankzij het stijgende aantal containers dat in de havens behandeld wordt. Bij de binnenvaart is die groei hand in hand gegaan met het ontstaan van verschillende nieuwe containerterminals in het hinterland. Bovendien raakt de containerbinnenvaart bekend als een betrouwbare transportmodus, daar waar de combinatie trein-vrachtwagen nog te kampen heeft met imagoproblemen en problemen van interoperabiliteit tussen de verschillende nationale spoorwegnetwerken. (MIRA, 2006)

5.2 Knelpunten

Een goed uitgebouwd, multimodaal vervoerssysteem geldt als kritische succesfactor voor het behouden en verder uitbouwen van Vlaanderen als logistieke topregio. In Vlaanderen beschikken we over een dicht wegen-, waterwegen- en spoornetwerk. Dit is een onmiskenbare troef. De uitdaging bestaat er echter in om deze unimodale netwerken op elkaar af te stemmen en door een evenwichtige verdeling over de verschillende modi deze netwerken optimaal te benutten. Het is van groot belang om de concurrentiepositie van het multimodaal vervoer verder te versterken en het multimodaal netwerk dat reeds

aanwezig is in ons land verder uit te bouwen. Voor zowel de combinatie weg-binnenvaart als de combinatie weg-spoor geldt dat een grotere marktpenetratie dient te worden nagestreefd.

Diverse knelpunten staan een naadloze en doeltreffende multimodaliteit vooralsnog in de weg. Deze knelpunten zijn zowel technisch-infrastructureel, organisatorisch als maatschappelijk van aard. Op technisch-infrastructureel vlak springen vooral het gebrek aan flexibiliteit in het spoornetwerk, de beperkte dichtheid van het binnenvaartnetwerk en de soms ongecoördineerde inplanting van overslagterminals in het oog. Op organisatorisch vlak staan de niet-commerciële instelling van de nationale spooroperatoren, het gebrek aan transparantie in de binnenvaart en de gespannen relatie tussen de verladende en dienstverlenende industrie een vlot intermodaal vervoer in de weg. Op maatschappelijk vlak creëert een gebrek aan transparantie, harmonisatie en standaardisatie in de transportmarkt, wat een rechtstreeks gevolg is van het uitblijven van een eenduidig en geïntegreerd vervoerbeleid, heel wat wrevel bij de marktspelers. Een uitgebreide weergave van deze 3 categorieën van knelpunten kan men terugvinden in bijlage 4.

Het spoorvervoer blijkt meestal geen goed alternatief voor het wegvervoer. Vooral op gebied van flexibiliteit en betrouwbaarheid, twee belangrijke beslissingscriteria, scoort het wegvervoer niet bijster goed. Voorlopig blijkt het samenwerken met de nationale spoorbedrijven eerder problematisch. Deze spooroperatoren richten zich hoofdzakelijk op een beperkt aantal grote spelers die al jaar en dag klant zijn. Een liberalisering van het spoor die volledig werd afgewikkeld in januari 2007, kan misschien leiden tot een gunstigere positie van deze transportmodus binnen de modal-split benadering. In een liberaliserende markt ontstaan immers diverse nieuwe spelers die zich vaak richten op nichemarkten. Het is echter niet evident om op te boksen tegen de reeds bestaande machtige nationale spoorbedrijven. Bovendien kampt ook het spoorvervoer tegenwoordig al met capaciteitsproblemen, bijvoorbeeld in de ontsluiting van de Antwerpse haven. (VANNIEUWENHUYSE EN MISSCHAERT, 2006) De vele knelpunten bewijzen dat er heel wat werk aan de winkel is om het multimodaal vervoersysteem verder uit te bouwen tot een performant systeem.

5.3 Intermodaal transportbeleid

Om de doelstellingen voor 2010 te halen en de knelpunten zo goed mogelijk op te lossen, zullen spoor en binnenvaart verder gestimuleerd moeten worden. Sedert 2001 is er het Europees Witboek 'Het Europese vervoersbeleid tot het jaar 2010: tijd om te kiezen', dat bijna zestig maatregelen voorstelt om de transportmodi meer evenwichtig te verdelen. De verhoogde aandacht die door het beleid aan het intermodaal vervoer wordt geschonken, vloeit deels voort uit de hoge externe kosten van het wegvervoer ten opzichte van de andere transportmodi. Met het vooruitzicht dat de marginale externe kosten van het wegtransport verder zullen stijgen door de dichtslibbende wegen, heeft de overheid er belang bij de mogelijkheden na te gaan om het intermodale transportalternatief te stimuleren. Zowel Europa als België nemen daarom in hun transportbeleid richtlijnen op die het intermodaal vervoer aantrekkelijker en makkelijker toegankelijk moeten maken. Het intermodaal vervoer zou op die manier een volwaardige plaats kunnen veroveren in het vervoerslandschap.

Het **Europese transportbeleid** heeft drie specifieke acties gericht naar het gecombineerde vervoer:

- Door middel van het Marco Polo-programma worden innovatieve projecten gesteund die bijdragen tot een efficiëntere en milieuvriendelijkere logistieke organisatie van bedrijven;
- In het kader van de Trans-Europese Netwerken van transport, de zogenaamde TEN-T projecten, worden bepaalde infrastructuurprojecten als prioritair aangeduid en financieel gesteund (tot maximaal 20%);
- Om het intermodale vervoer te stimuleren worden onderzoeksprojecten en talrijke studies over intermodaliteit aangevat. (MIRA, 2006)

Het stimuleren van intermodaal transport is een belangrijk onderdeel van de 'White paper: European Transport Policy for 2010: Time to decide' van de Europese Commissie. In deze paper stelt de Commissie maatregelen voor die een modal-shift naar de binnenvaart en het spoor zou moeten verwezenlijken. Zij stelt hierbij vast dat men de marktaandelen van de verschillende transportmodi terug moet herstellen tot op het niveau van 1998 waar het spoor en de binnenvaart nog een aanzienlijke bijdrage leverden tot het transport van goederen. Bovendien moet de congestie op de weg sterk gereduceerd worden en de omgevingsfactoren voor de uitbouw van een multimodaal

netwerk worden versterkt. Om dit doel te bereiken werd in juli 2003 het Marco Polo-programma van start gegaan. Dit programma steunt commerciële acties in de markt van de goederentransporteurs. De EU cofinanciert tot 30% van de omschakelingskosten bij een overstap van wegvervoer naar de andere vervoersmodi. Om in aanmerking te komen voor een investerings- en opstartbijdrage moet er per project minstens 250 Mtonkm grensoverschrijdend vervoer worden omgeschakeld. (BINNENVAART, 2006) Door de aard van de financiering gaat het hier dus in de eerste plaats om internationale projecten. Het Marco Polo I programma loopt van 2003 tot 2006 met een budget van 100 MEUR. Zelfs landen die op dat moment geen deel uitmaakten van de Europese Unie zoals IJsland Noorwegen en Roemenië, namen deel aan het programma. Elk deelnemend land zal bijdragen aan het budget dat door de Commissie voorop wordt gesteld en elk land kan ieder jaar een voorstel doen dat de intermodaliteit van Europa kan doen verbeteren. Van de voorstellen van 2003 en 2004 werden reeds 25 projecten aanvaard. De eerste projecten zullen afgerond zijn tegen 2006.

Als navolging op het Marco Polo I start in 2007 het Marco Polo II programma dat zal lopen tot 2013. Dit programma zal doorgaan met de uitwerking van nieuwe acties. Het programma beschikt over een budget van 400 MEUR voor de periode 2007-2013 en werd uitgebreid voor landen buiten de EU. De Commissie schat dat elke EUR die in het Marco Polo programma geïnvesteerd wordt, sociale en milieuvoordelen zal genereren van tenminste 6 EUR. (EUROPESE COMMISSIE, 2006)

De **Belgische federale overheid** speelt na de liberalisering nog slechts een kleine rol in de binnenvaart. Voor het goederenvervoer via het spoor wordt sedert 2005 wel een subsidie voorzien om het huidig binnenlandse spoorvervoer te behouden en een verdere ontwikkeling van deze activiteit te ondersteunen. De steun bestaat enerzijds uit een premie per transporteenheid op basis van de afstand en anderzijds uit een vast bedrag voor de vaste vervoerskosten, met inbegrip van de overslagen. De subsidie wordt toegekend voor binnenlands spoorvervoer met een minimumafstand van 50 km. Voor die transporten wordt een subsidie gegeven van 20 EUR per container met een bijkomende hulp van 0,4 EUR per km. Dit stelsel trad in werking op 1 januari 2005 en eindigt op 31 december 2007. Er is hiervoor een jaarlijks budget voorzien van 30 MEUR. (FEDERALE OVERHEIDSDIENST MOBILITEIT EN VERVOER, 2005; MIRA, 2006)

De krachtlijnen van het **Vlaamse overheidsbeleid** zijn het kaaimurenprogramma en de verlaging van de vaarrechten voor de binnenvaart. Kaaimuren vormen zoals zichtbaar in figuur 26, de toegang tot de waterweg. Het kaaimurenprogramma houdt in dat het Vlaamse gewest 80% van de investeringskost van de kade voor haar rekening neemt terwijl de overige 20% gedragen wordt door de privé-partner. In ruil voor deze cofinanciering verbindt de private partner zich ertoe een bepaalde tonnage via die kaaimuur over te hevelen naar de binnenvaart. Het Vlaams Gewest blijft wel eigenaar van de loskade of kaaimuur. Deze publiek-private samenwerking (PPS) werd in februari 1998 opgestart. In juli 2006 waren 124 aanvragen goedgekeurd en reeds 53 nieuwe kaaimuren gebouwd. Op die manier werden reeds 1356632 vrachtwagenritten vermeden waarvan 474853 in 2005. Met deze cijfers wordt 66,5% van de binnenvaartgroei van de voorbije 5 jaar gerealiseerd door het kaaimurenprogramma. (BINNENVAART, 2006-2007)

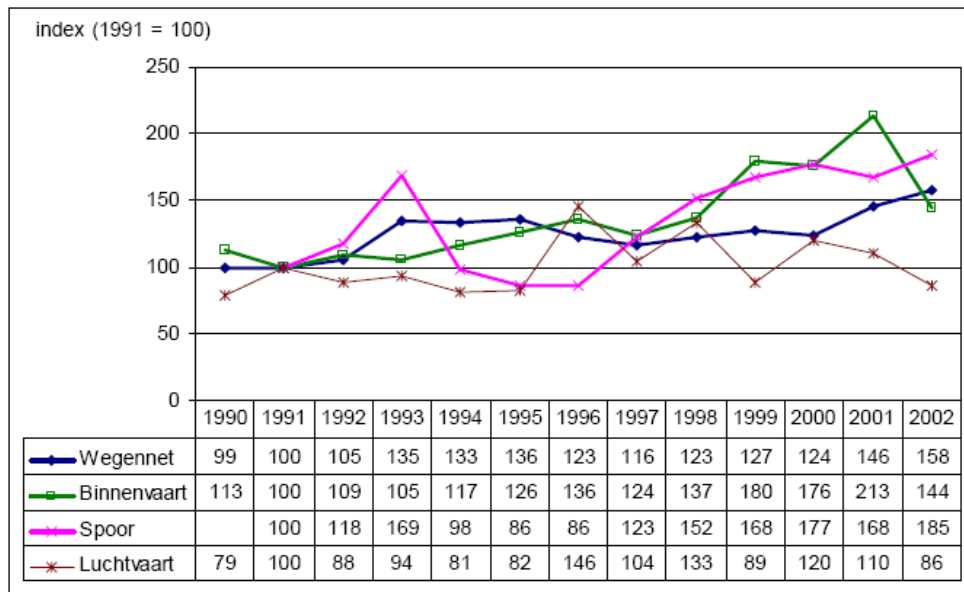


Figuur 26: Kaaimuur
Bron: Binnenvaart, 2006-2007

Het verminderen van de vaarrechten tot een tiende van de oorspronkelijke prijs heeft eveneens een gunstig effect gehad op de concurrentiekracht van de combinatie binnenvaart/weg. (MACHARIS EN VERBEKE, 2004; VERNIMMEN, 2004) De Vlaamse overheid steunde verschillende projecten om de modale verschuiving te stimuleren. Hierbij werden goederenstromen van bedrijven doorgelicht om na te gaan of transport via binnenvaart of spoor een optie was. In de praktijk is het echter vaak moeilijk een optimaal beleid ter bevordering van het intermodaal transport te voeren daar er een verdeling is van de bevoegdheden tussen het federale niveau (spoor) en het gewestelijke niveau (binnenvaart). (MIRA, 2006)

Dat de overheden de laatste jaren inspanningen geleverd hebben om het vervoer via spoor en binnenvaart te bevorderen kan ook afgeleid worden uit de evolutie van de

investeringen in de infrastructuur van deze modi. Omwille van onvolkomenheden in de cijfers beperkt figuur 27 zich tot het weergeven van de tendensen.



Figuur 27: Evolutie van de overheidsinvesteringen in infrastructuur opgesplitst per modus in constante prijzen (basisjaar = 1991) (Vlaanderen, 1990-2002)
Bron: MIRA, 2006

De investeringen door het Vlaams gewest in het wegennet kenden een stijging van een kleine 30% in 1993 ten opzichte van 1992. In de tweede helft van de jaren negentig daalden de uitgetrokken kredieten lichtjes om vanaf 2001 weer te stijgen. De investeringen in de spoorinfrastructuur zijn, afgezien van de piek in 1993, vanaf 1997 significant toegenomen en bedroegen in 2002 ruim het dubbele van het geïnvesteerde bedrag in 1995-1996. Voor het spoor zijn op dit moment nog structuurwerken gepland of in uitvoering. Het terug in gebruik nemen van de IJzeren Rijn past in dat kader. Ook de investeringen in de infrastructuur voor de binnenscheepvaart zijn in het afgelopen decennium fors toegenomen. Via onder andere de bouw van nieuwe kaaimuren en het renoveren van bruggen en sluizen kreeg de binnenvaart de laatste jaren een extra stimulans. Bovendien plant de Vlaamse overheid om het kaaimurenprogramma te verlengen tot 2010. Het budget zou worden verhoogd van 8,5 MEUR in het vorige programma tot 10 MEUR per jaar. (MIRA, 2006)

Hoofdstuk 6: Palletvervoer via de binnenvaart

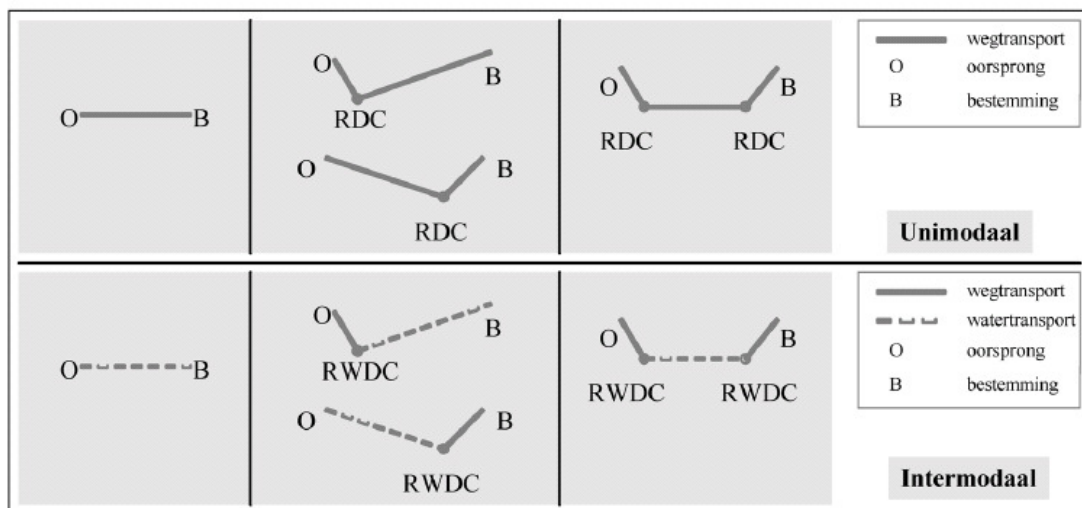
6.1 Het concept 'palletvervoer'

In dit hoofdstuk wordt een innovatief concept in het goederenvervoer verder uitgediept. Palletvervoer via de binnenvaart is het concept waarbij binnenschepen worden ingezet voor het binnenlands vervoer van pallets in tegenstelling tot het vervoer via de vrachtwagen of via de binnenscheepvaart per container. Het palletvervoer spitst zich vooral toe op twee soorten goederencategorieën, namelijk bouwmaterialen en Fast Moving Consumer Goods (FMCG) zoals bier en frisdrank, daar deze goederen meestal op pallets vervoerd worden. (KONINGS, BONTEKONING EN MAAT, 2006) Jaarlijks worden binnen België 61,1 Mton gepalletiseerde goederen getransporteerd (NIS, 2003). De idee is dat uit deze miljoenen pallets toch een kritisch volume te halen moet zijn om via de binnenvaart te verschepen. In navolging van het succes van de containerbinnenvaart, hoopt men ook de palletbinnenvaart te laten uitgroeien tot een volwaardig alternatief voor het wegtransport.

Een pallet is een constructie meestal gemaakt van hout of kunststof waarop goederen kunnen worden gestapeld waardoor ze in één behandeling kunnen worden vervoerd. Ze hebben een dubbele bodem zodat ze gemakkelijk verplaatsbaar en behandelbaar zijn met behulp van vorkheftrucks of kranen. De meest courante afmeting van een pallet op het Europese vasteland is 80x120 cm. Deze pallet wordt ook wel aangeduid met de term 'Europallet' wanneer zij voldoet aan bovenstaande afmeting en bovendien gemaakt werd conform de kwaliteitsstandaard en het brandmerk EUR in één van de blokken heeft. Een pallet met de afmeting 100x120 cm wordt een blok- of industriepallet genoemd.

Vandaag verloopt het transport van pallets in Vlaanderen quasi uitsluitend via de weg (unimodaal). In figuur 28 wordt dit geïllustreerd aan de hand van een volle lijn tussen de verlader of de oorsprong (O) en de bestemming (B). Dit transport kan rechtstreeks verlopen tussen verlader en bestemming of via één of meerdere regionale distributiecentra (RDC) aan de kant van de verlader en/of geadresseerde. Voor dergelijke palletstromen zou de binnenvaart ingeschakeld kunnen worden als alternatief voor de

unimodale benadering. Hiervoor zou een netwerk van Regionale Watergebonden Distributiecentra (RWDC) worden uitgebouwd dat verspreid ligt over Vlaanderen. Het RWDC werkt als een watergebonden logistiek centrum dat bediend kan worden van op het water en de weg en van waaruit uitgaande stromen eveneens mogelijk zijn per schip of per vrachtwagen. In onderstaande figuur wordt het traject via een waterweg aangeduid met een stippellijn tussen de oorsprong (O) en de bestemming (B). Dit transport kan rechtstreeks verlopen indien O en B beide aan het water gelegen zijn en over een kaaimuur beschikken of via één of twee RWDC's indien O en/of B niet aan het water gelegen zijn. Bij het niet-rechtstreeks scenario vindt in de RWDC telkens een extra los- en laadactiviteit plaats en een mogelijke tijdelijke opslag. Het eventuele voor- of natransport vindt plaats over de weg. (MACHARIS EN CORNILLIE, 2006) Het principe van palletvervoer via de binnenvaart bestaat dus uit het combineren van binnenvaart, wegvervoer en overslagpunten voor de ladingdrager pallet in plaats van voor de conventionele container.



Figuur 28: Logistieke concepten
Bron: Macharis en Cornillie, 2006

Concreet gaat het om het ontwikkelen van een infrastructuurnetwerk waarop relatief kleine schepen met een frequente dienstregeling rondvaren en waarbij snelle en goedkope overslag van gepalletiseerde vrachten plaatsvindt op de knooppunten die het binnenvaartnetwerk verbinden met het wegennetwerk. (VANNIEUWENHUYSE, 2004) Deze knooppunten worden, zoals hierboven reeds aangehaald, door MACHARIS EN CORNILLIE (2006) benoemd als regionale watergebonden distributiecentra (RWDC).

Naast het conceptuele kader is het opportuun om de praktische aspecten zoals de organisatorische en technische elementen van een RWDC-netwerk te concretiseren. Wat de organisatorische aspecten betreft, blijkt dat een RWDC idealiter aangestuurd wordt door één centrale beheerder. Deze RWDC-beheerder is verantwoordelijk voor de volledige logistieke keten en fungeert als enkelvoudig aanspreekpunt voor de verlader. De beheerder zal gebruik maken van ICT-systemen zodat voorraden door de keten heen continu beheerst en gevolgd kunnen worden. Op deze manier wordt het beheer van de totale keten geoptimaliseerd. De lay-out en opstelling van een RWDC hangt af van de voorwaarden die gesteld worden door de verladers. Afhankelijk van de karakteristieken van hun goederen zal ofwel een openlucht opstelling met een eenvoudige omheining volstaan, ofwel zal bescherming van de goederen via een luifel of een dak en een volledig gesloten opstelling noodzakelijk zijn. Voor bouwmaterialen worden hierbij minder eisen gesteld dan voor FMCG. Naast de opslagmogelijkheden kunnen op het RWDC tevens meerwaarde activiteiten (value added logistics) aangeboden worden zoals bijvoorbeeld verpakking of kwaliteitscontrole van de goederen.

Qua technische aspecten kunnen we stellen dat het type binnenschip dat voor het palletvervoer gekozen wordt, sterk afhankelijk is van de dikte van de goederenstromen en de te bevaren waterwegen. De Kempenaar (600 ton) en het Rijn Herne Kanaal schip (1350 ton) zijn hiervoor het meest geschikt. Deze schepen beschikken respectievelijk over een laadcapaciteit van 500 en 1125 pallets in tegenstelling met een vrachtwagen die gemiddeld plaats heeft voor 20 tot 30 pallets. (MACHARIS EN CORNILLIE, 2006) Naar de toekomst toe kan gedacht worden aan het ontwikkelen van schepen specifiek voor het palletvervoer. Binnenschepen met een rechthoekige vorm laten dankzij een rechthoekig ruim een optimale benutting van de ruimte toe.

De binnenvaartschepen voor palletvervoer worden uitgerust met stellingen die de mogelijkheid bieden om pallets zowel horizontaal als verticaal te verplaatsen. In een volautomatische scheepsvariant kan tijdens de vaart de voorraad worden geherpositioneerd waardoor het mogelijk is om de producten in elke gewenste volgorde te lossen. (PROMOTIE BINNENVAART VLAANDEREN, 2003) Foto 29 toont hoe een volautomatisch overslagsysteem binnen in het ruim van het binnenschip pallets kan verplaatsen. Op deze manier kunnen laad- en lossnelheden worden verdubbeld. Het laden en lossen van het schip aan de kade kan gebeuren via een mobiele of permanente

kabelhijskraan of via innovatieve los- en laadsystemen zoals een geheel automatisch wal-schip interface.



Figuur 29: Volautomatisch overslagsysteem in het ruim van een binnenschip
Bron: Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2003

Het idee om goederen op pallets te vervoeren via de binnenwateren komt oorspronkelijk uit Nederland. De innovatie kreeg er de naam Distrivaart en in 2002 vond het eerste experiment plaats met het transport van pallets op de Riverhopper, een binnenvaartschip met een draagvermogen van 850 ton dat zichtbaar is op onderstaande figuur. De Riverhopper werd speciaal voor het palletvervoer ingericht en is het eerste in zijn soort ter wereld. Het schip heeft gedurende enkele maanden pallets met bier en frisdrank getransporteerd tussen producenten en distributiecentra voor de detailhandel. Bij deze proef plaatsten heftrucks pallets van vrachtwagens op laadplateaus op het schip. In het ruim zette een andere heftruck de pallets in speciaal aangebrachte stellingen op drie niveaus. De Riverhopper vervoerde op die manier 528 industriepallets per keer volgens een vaste route en volgens een dienstregeling.



Figuur 30: Het palletschip 'Riverhopper'
Bron: Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2003

Uit het experiment bleek echter dat de overslagtijden van grote invloed waren op de economische haalbaarheid van Distrivaart. Er moest sneller geladen en gelost worden om het logistieke concept rendabel en interessant te maken ten opzichte van het

wegvervoer. Om de overslagkosten te beperken heeft men speciaal voor de Riverhopper een automatisch pallet op- en overslaginstallatie ontwikkeld met een geautomatiseerd palletmagazijn, namelijk een wal-schip interface zoals eerder al aangehaald. De installatie is afgestemd op opleggers met automatische laad- en losvloeren zodat er geen heftrucks meer nodig zijn.

Het pilootproject met de Riverhopper is in juni 2003 succesvol afgerond. Met de rondvaart van de Riverhopper volgens een bepaalde dienstregeling werd de technische haalbaarheid van het project aangetoond. Maar is palletvervoer via de binnenvaart ook economisch haalbaar? Hier moeten we concluderen dat het vervoeren van pallets via de binnenwateren enkel economisch rendabel is ten opzichte van het unimodaal wegvervoer wanneer een voldoende groot ladingaanbod verwezenlijkt kan worden. Samenwerking en bundeling van stromen zijn hiervoor essentieel. Het is net om die reden dat het binnenvaartproject in Nederland ondertussen werd stilgelegd. Het bleek bijzonder moeilijk verladers te overtuigen om in het project te stappen. Behalve dit ladingtekort, vormt ook het voor- en natransport een knelpunt. Onder de 30 km is het concept volgens initiatiefnemers competitief met het unimodaal vervoer, maar daarboven zou het lastiger zijn om het systeem interessant te maken. Gesteld werd dat afnemers dichterbij het water zouden moeten liggen. (MARCHO, 2005)

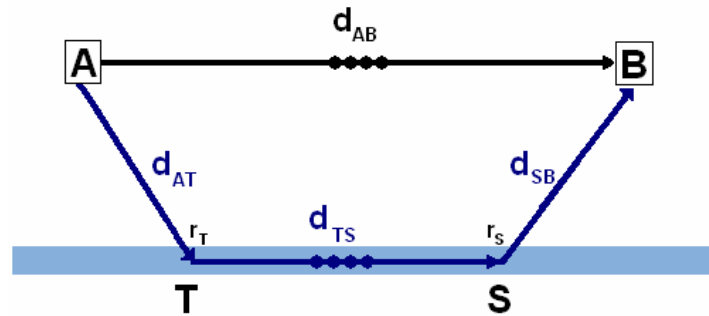
Wat de Belgische vervoersmarkt betreft, deden MACHARIS EN CORNILLIE reeds in de periode 2005-2006 een onderzoek naar de haalbaarheid van palletvervoer in de binnenvaart voor Vlaanderen. Dit project werd uitgevoerd in opdracht van Waterwegen en Zeekanaal NV, in samenwerking met COMISOL en gecoördineerd door het Vlaams Instituut voor de Logistiek (VIL). Zij komen hierbij tot de conclusie dat er in Vlaanderen een groot potentieel aan palletstromen aanwezig is dat overgeheveld kan worden naar de binnenvaart. Bovendien toont de markt een afwachtende maar open houding ten opzichte van nieuwe innovatieve concepten. Voornamelijk in de bouwsector werd het RWDC-concept positief onthaald. Voor de bouwsector zijn de baten van het concept te vinden in de realisatie van competitieve voordelen. Via een netwerk van RWDC's wordt de mogelijkheid gecreëerd om dichterbij de klant aanwezig te zijn. Enerzijds kan het RWDC dienst doen als volwaardig bouwhandelaar en de opportuniteit bieden aan de aannemer om rechtstreeks op het RWDC de goederen te komen halen. Anderzijds kan de bouwproducent vooruitgeschoven voorraad aanhouden op het RWDC en bijgevolg piekmomenten bij afhaling op de productiesites beperken. (MACHARIS EN CORNILLIE,

2006) Hierbij dient echter eveneens opgemerkt te worden dat het concept van palletvervoer enkel economisch rendabel kan worden wanneer er voldoende ladingaanbod voorhanden is zodat de schepen geheel beladen kunnen worden.

6.2 Algemene rentabiliteitsstudie

In dit onderdeel construeren we een wiskundig model dat geschikt is om de algemene haalbaarheid of rentabiliteit van een multimodaal vervoerssysteem na te gaan. Deze haalbaarheidsstudie wordt uitgevoerd op drie te onderscheiden gebieden die eerder al werden aangeduid met de 3 E's. Meer bepaald bestaat het onderzoek uit zowel een Economische als een Energetische en Ecologische analyse. We stellen ons in elk van deze drie analyses de volgende vraag: *Welke manier van transporteren, multimodaal of unimodaal, is vanuit het betreffende standpunt het meest rendabel?* Een vernieuwende transportwijze kan immers niet alleen de kostencomponenten van de keten beïnvloeden maar ook invloeden op het milieu en de omgeving kunnen interessant zijn om te onderzoeken.

In de haalbaarheidsstudie die we hieronder zullen uitwerken, vindt het transport van goederen plaats tussen de ondernemingen A en B. De goederen vertrekken bij onderneming A en kunnen via twee alternatieve routes tot bij onderneming B gebracht worden. Op onderstaande figuur wordt deze situatie grafisch weergegeven. Ten eerste is er de mogelijkheid om de goederen rechtstreeks via de weg te transporteren over een afstand d_{AB} . Een tweede mogelijkheid is de goederen te vervoeren via een multimodaal traject dat bestaat uit het voortransport (d_{AT}), het hoofdtransport via de waterweg (d_{TS}) en het natransport (d_{SB}). Op die manier wordt een totale afstand van $d_{AT} + d_{TS} + d_{SB}$ overbrugd. Bij deze laatste wijze van transport is overslag noodzakelijk van de vrachtwagen naar het binnenschip en andersom en dit bij respectievelijk terminal T en terminal S. Elke terminal heeft zijn eigen overslagkost die gepaard gaat met het overslaan van de goederen. Deze kosten bedragen respectievelijk r_T en r_S en worden uitgedrukt in EUR/ton.



Figuur 31: Voorstelling van het rechtstreeks wegvervoer versus het multimodaal transport via het water, eigen opmaak

Andere parameters die in de haalbaarheidsstudie gebruikt worden zijn de transportkosten. Iedere afstand die moet worden afgelegd, namelijk d_{AB} , d_{AT} en d_{SB} gaat immers gepaard met een transportkost van respectievelijk C_{AB} , C_{AT} en C_{SB} . Afhankelijk van welke analyse we uitvoeren, kunnen deze kostencomponenten anders worden ingevuld. In de economische analyse berekenen we de transportkost van het unimodaal en multimodaal transport en gebruiken we de economische kost (C_E) uitgedrukt in EUR per tonkm. Bij de energetische analyse onderzoeken we het verbruik van energie van beide vervoerswijzen en wordt de kost ingevuld als de energetische kost (C_{EN}) die het verbruik uitdrukt in liter per tonkm. Tenslotte wordt in de ecologische analyse de kostencomponent (C_{ECO}) ingevuld als de emissie van CO_2 uitgedrukt in gram per kmton.

6.2.1 Economische analyse

De afstand van de ondernemingen ten opzichte van de waterweg speelt vooral in de economische analyse een cruciale rol. Het voor- en natransport zijn immers belangrijke kostencomponenten in de totale kostenstructuur van het multimodale vervoerssysteem. Hoe meer men het voor- of natransport kan beperken, hoe interessanter het multimodaal systeem zal worden vanuit economisch standpunt.

In het model bevindt onderneming A zich op een bepaalde afstand van het kanaal of de waterweg. We berekenen zowel de transportkost voor het rechtstreeks wegvervoer als voor het multimodaal vrachtvervoer. Daarna wordt aan de hand van de break-even afstand en de constructie van hyperbolen bepaald in welke zone onderneming B best gelegen is opdat het multimodaal transport rendabel is ten opzichte van het rechtstreeks wegvervoer.

Rechtstreeks wegvervoer: kost uitgedrukt in EUR/ton

Bij het unimodale wegvervoer worden de goederen rechtstreeks van onderneming A naar onderneming B getransporteerd. In deze situatie zijn enkel de transportkosten van belang. We bekomen dan ook onderstaande vergelijking voor de totale transportkost van het wegvervoer (TK) waarbij C_{AB} symbool staat voor de kost van het wegtransport uitgedrukt in EUR per tonkm.

$$TK_W = d_{AB} * C_{AB}$$

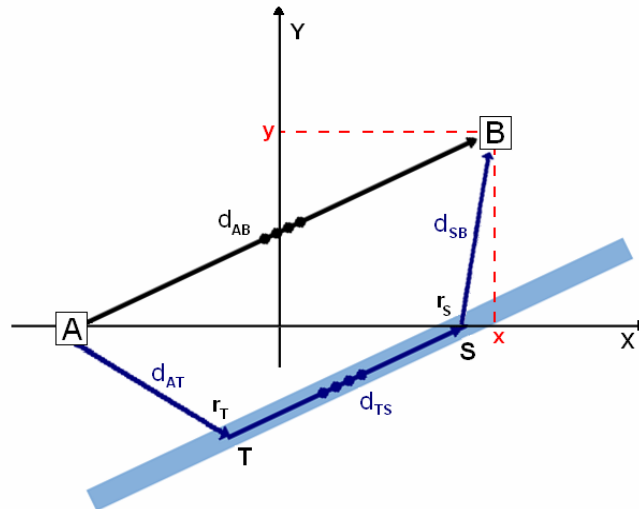
Multimodaal vervoer: kost uitgedrukt in EUR/ton

Bij de economische analyse van het multimodaal vervoer dienen we niet enkel rekening te houden met de transportkosten. Ook de overslagkosten spelen een belangrijke rol in de berekening van de totale transportkost van het multimodaal vervoer (TK_M). We bekomen dan ook onderstaande vergelijking. In deze vergelijking staat C_{TS} symbool voor de transportkost van de boot per tonkm. C_{AT} en C_{SB} zijn de transportkosten per tonkm van respectievelijk het voor- en natransport.

$$TK_M = d_{AT} * C_{AT} + d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_T + r_S$$

Voor beide alternatieven kunnen we de break-even afstand berekenen die aangeeft vanaf welke afstand het transport over het water rendabeler is dan het transport over de weg. Hiervoor stellen we de totale transportkost van het rechtstreeks wegvervoer gelijk aan de totale kost van het multimodaal vrachtvervoer. Op die manier bekomen we uiteindelijk hyperbolische krommen die aangeven waar onderneming B zich zou moeten bevinden om het multimodaal systeem rendabel te maken. In dit opzicht beschouwen we dus in dit model het natransport als kritische kostencomponent in de multimodale transportketen. De afstand van eindbestemming B tot de terminal bepaalt hier immers of het systeem economisch interessant is of niet. Hieronder volgen de nodige berekeningen.

Om de ideale ligging van onderneming B grafisch weer te geven, schetsen we de situatie in een assenstelsel. In dit assenstelsel worden onderneming A en terminal S op de X-as geplaatst. De Y-as vormt de middelloodlijn van lijnstuk d_{AS} waardoor dit lijnstuk in twee gelijke helften wordt verdeeld. We bekomen dan onderstaande voorstelling.



Figuur 32: Voorstelling van het rechtstreeks wegvervoer versus het multimodaal transport via het water in een assenstelsel, eigen opmaak

De break-evenafstand bevindt zich dus daar waar de totale transportkost van het rechtstreeks wegvervoer gelijk is aan de totale transportkost van het multimodaal vervoer. We krijgen dan volgende gelijkheid:

$$\begin{aligned} TK_W &= TK_M \\ d_{AB} * C_{AB} &= d_{AT} * C_{AT} + d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_T + r_S \end{aligned}$$

Aangezien we de ligging van B onderzoeken, krijgt onderneming B, of met andere woorden de eindbestemming, de veranderlijke coördinaten x en y toegekend. De terminals T en S worden beschouwd als vaste locaties aangezien de spreiding van de terminals over het land het niet toelaat om snel over te schakelen naar een andere terminal in de buurt. We kunnen hieruit afleiden dat de afstanden d_{AB} en d_{SB} de enige veranderlijke lengtes zijn binnen dit model. Om die reden stellen we de som van de constante termen in bovenstaande gelijkheid gelijk aan D . We bekommen dan:

$$d_{AB} * C_{AB} = D + d_{SB} * C_{SB}$$

Beide variabele afstanden naar het linkerlid overbrengen, geeft ons:

$$d_{AB} * C_{AB} - d_{SB} * C_{SB} = D$$

Wanneer we nu aan beide kanten van de gelijkheid delen door C_{AB} , krijgen we:

$$d_{AB} - d_{SB} * \frac{C_{SB}}{C_{AB}} = \frac{D}{C_{AB}}$$

Deze gelijkheid geeft ons, na de nodige berekeningen, de vergelijking van de hyperbool maar dit enkel en alleen wanneer $C_{SB} = C_{AB}$. Dit houdt in dat de transportkost per tonkm van het natransport gelijk moet zijn aan de transportkost per tonkm voor de gehele route per vrachtwagen. Logisch gezien is dit echter zelden het geval. De transportkost per km van het natransport zal meestal duurder zijn dan de normale transportkost via de weg omdat men minder km moet afleggen met de inzet van dezelfde middelen. De vaste kosten kunnen dus over minder kilometers verdeeld worden waardoor de kost per km stijgt. Toch veronderstellen we in dit model dat deze kosten aan elkaar gelijk zijn, aangezien het model anders te complexe gelijkheden zal genereren. We concluderen dan ook dat:

$$d_{AB} - d_{SB} = K \quad \text{waarbij } K = \frac{D}{C_{AB}} \text{ een constante is.} \quad (1)$$

De afstanden d_{AB} en d_{SB} kunnen met behulp van figuur 32 en de stelling van Pythagoras als volgt geformuleerd worden:

$$d_{AB}^2 = (x + x_A)^2 + (y - y_A)^2$$

$$d_{SB}^2 = (x - x_S)^2 + (y - y_S)^2$$

Daar in figuur 32 de Y-as de middelloodlijn is van de afstand tussen A en S, kunnen we stellen dat $x_S = x_A$. Bovendien is $y_A = 0$ en $y_S = 0$ omdat deze punten beiden op de X-as gelegen zijn. Dit invullen in bovenstaande gelijkheden geeft ons:

$$d_{AB}^2 = (x + x_S)^2 + y^2$$

$$d_{SB}^2 = (x - x_S)^2 + y^2$$

Wanneer we deze kwadraten van elkaar aftrekken krijgen we:

$$d_{AB}^2 - d_{SB}^2 = 4 * x * x_S \quad (2)$$

De uitdrukking $d_{AB}^2 - d_{SB}^2$ kan eveneens bekomen worden uit vergelijking (1). Na enkele berekeningen bekomen we:

$$d_{AB}^2 - d_{SB}^2 = K^2 + 2 * d_{SB} * K \quad (3)$$

Uit de gelijkheden (2) en (3) kunnen we vervolgens concluderen dat:

$$4 * x * x_S = K^2 + 2 * d_{SB} * K$$

Waaruit volgt dat:
$$d_{SB} = \frac{2 * x * x_s}{K} - \frac{K}{2}$$

Eerder vonden we al dat:
$$d_{SB}^2 = (x - x_s)^2 + y^2$$

Dus:
$$(x - x_s)^2 + y^2 = \left(\frac{2 * x * x_s}{K} - \frac{K}{2} \right)^2$$

Na hervorming van deze gelijkheid bekomen we de vergelijking van de hyperbool, namelijk:

$$\left(\frac{x}{\frac{K}{2}} \right)^2 - \left(\frac{y}{\frac{1}{2} \sqrt{4 * x_s^2 - K^2}} \right)^2 = 1$$

Wanneer we stellen dat
$$\alpha = \frac{K}{2}$$

En
$$\beta = \frac{1}{2} \sqrt{4 * x_s^2 - K^2},$$

Krijgen we de typische vergelijking van de hyperbool, namelijk:

$$\left(\frac{x}{\alpha} \right)^2 - \left(\frac{y}{\beta} \right)^2 = 1$$

Om deze hyperbool te kunnen tekenen, berekenen we y zodat we voor elke waarde van x rechtstreeks de corresponderende y-waarde kunnen vinden. Op die manier bekomen we:

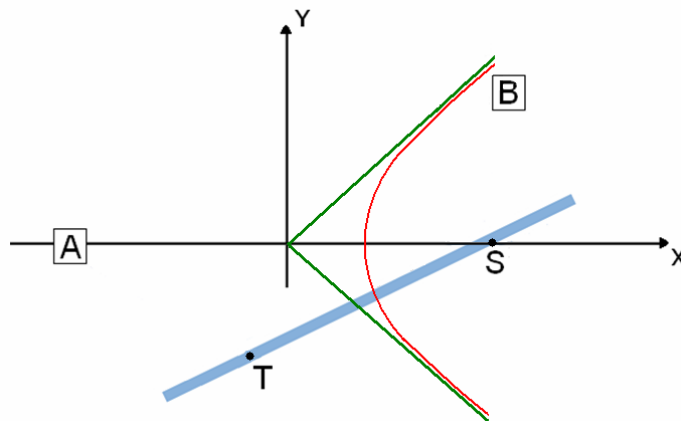
$$y = \pm \beta \sqrt{\left(\frac{x}{\alpha} \right)^2 - 1}$$

Bovenstaande omkaderde vergelijking stelt een hyperbool voor met $y = 0$ als $x = \frac{K}{2}$.

Deze coördinaten vormen dus het snijpunt met de X-as. De X- en Y-as zijn de symmetrieassen van de hyperbool en de rechten $y = \pm \frac{\beta}{\alpha} * x$ stellen de asymptoten voor.

Deze asymptoten worden bekomen door de vergelijking van de hyperbool gelijk te stellen

aan 0 in plaats van aan 1. Met behulp van deze parameters en vergelijkingen kan men voor iedere situatie de hyperbool construeren. Figuur 33 geeft de algemene constructie van een hyperbool weer binnen het assenstelsel dat reeds in figuur 32 werd geconstrueerd. De ligging van onderneming B ten opzichte van deze hyperbool geeft dan aan of de toepassing van het multimodaal vervoerssysteem voor deze onderneming rendabel zal zijn. Wanneer onderneming B rechts van de hyperbool gelegen is, zal immers het multimodaal transport interessanter zijn dan de rechtstreeks benadering. Op deze redenering gaan we dieper in bij de rentabiliteitsstudie toegepast op steenproducent Vandersanden (7.2.1).



Figuur 33: De algemene constructie van de hyperbool binnen het assenstelsel van het rechtstreeks wegvervoer versus het multimodaal transport via het water, eigen opmaak

6.2.2 Energetische analyse

In de energetisch analyse proberen we na te gaan hoeveel energie er kan gewonnen worden door de toepassing van het multimodale vervoerssysteem in plaats van het transport via de vrachtwagen. De mogelijkheid om energie te winnen is een interessant onderzoeksdomein omdat, zoals eerder reeds aangehaald, de energievoorraden sterk beginnen af te nemen. Onze voorraden aan energie zijn immers niet onuitputtelijk en zouden door een aanhoudende consumptie na ongeveer 40 jaar zo ver afgebouwd zijn dat ze te duur worden om in grote hoeveelheden te gebruiken in de transportsector.

Ook vanuit de denkwijze van de transgenerationele solidariteit dat eerder besproken werd, is het zuinig omgaan met energievoorraden een belangrijke gedachte. Bij deze vorm van solidariteit stelt men dat we bij de beslissingen die we nu nemen rekening dienen te houden met de generaties die na ons komen. De mensen die nu op aarde

wonen zouden nu minder energie moeten verbruiken, zodat ook onze nakomelingen nog over voldoende energievoorraden kunnen beschikken.

Het verbruik van de twee alternatieve vervoerswijzen kunnen als volgt in een model gegoten worden.

Rechtstreeks wegvervoer: verbruik uitgedrukt in liter/ton

Het energieverbruik van het unimodaal wegvervoer (V_W) wordt berekend door het verbruik te vermenigvuldigen met de afstand die men aflegt. We bekomen dan ook de volgende vergelijking waarin C_{AB} de energetische kost uitdrukt die gelijk staat aan het verbruik van de vrachtwagen over de afstand d_{AB} .

$$V_W = d_{AB} * C_{AB}$$

Multimodaal vervoer: verbruik uitgedrukt in liter/ton

Bij de multimodale benadering van het transport zijn er meerdere componenten van belang om het energieverbruik van de keten te kunnen berekenen. Ook voor- en natransport van en naar de terminals en de overslag in de terminal gaan immers gepaard met energieverbruikende activiteiten. In de vergelijking die hier van toepassing is, staat C_{TS} voor het verbruik van de boot over de afstand d_{TS} en C_{AT} en C_{SB} voor het energieverbruik van voor- en natransport. We bekomen dan het volgende:

$$V_M = d_{AT} * C_{AT} + d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_T + r_S$$

6.2.3 Ecologische analyse

In deze paragraaf vergelijken we beide transportsystemen wat betreft hun invloed op het milieu en andere externe factoren zoals files en lawaaihinder.

Rechtstreeks wegvervoer: CO₂-uitstoot uitgedrukt in gram/ton

Voor het vrachtvervoer van goederen dat uitsluitend via de weg verloopt, wordt de uitstoot of emissie (E_W) uitgedrukt aan de hand van de onderstaande vergelijking. Hierin wordt de ecologische kost, die de uitstoot uitgedrukt in gram per kmton aangeeft over de afstand d_{AB} , weergegeven door C_{AB} .

$$E_W = d_{AB} * C_{AB}$$

Multimodaal vervoer: CO₂-uitstoot uitgedrukt in gram/ton

De CO₂-emissie van het multimodaal vervoerssysteem (E_M) wordt berekend via onderstaande formule. In deze vergelijking wordt de ecologische kost of uitstoot van CO₂ van het binnenschip aangeduid met C_{TS} .

$$E_M = d_{AT} * C_{AT} + d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_T + r_S$$

Hoofdstuk 7: Palletvervoer bij Vandersanden

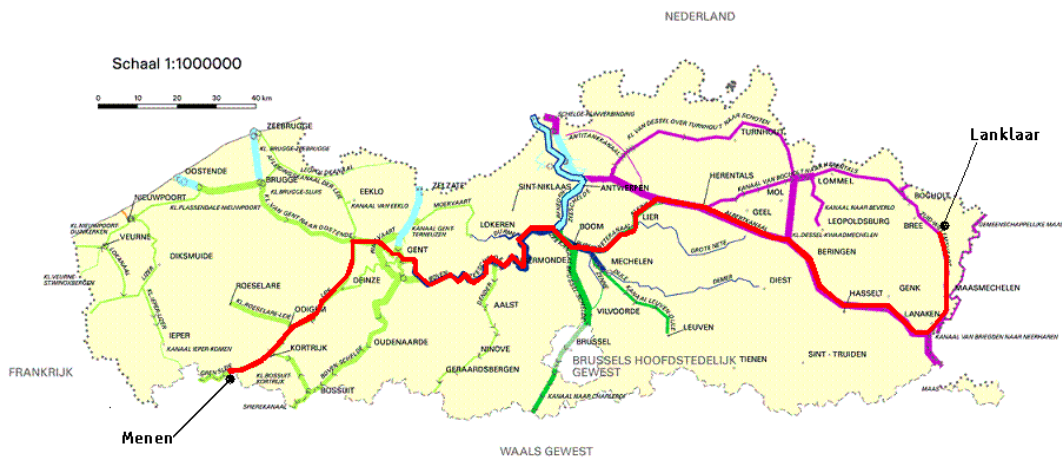
Palletvervoer via de binnenvaart is een nieuwe transportwijze die in België nog niet veelvuldig wordt toegepast. Verschillende organisaties zijn echter wel bezig met het promoten en analyseren van deze alternatieve vervoerswijze. In het kader van mijn eindverhandeling wil ik de kansen van dit nieuwe logistieke concept achterhalen voor steenfabriek Vandersanden te Lanklaar. Wel dient opgemerkt te worden dat het palletvervoer bij Vandersanden enigszins anders is dan besproken in het vorige hoofdstuk (6.1). Vandersanden gaat immers geen deel uitmaken van een vaartdienst voor palletten van verscheidene bedrijven zoals dat het geval was bij Distrivaart in Nederland. De bedoeling is dat de steenfabriek eigenhandig een traject uitwerkt dat zij zullen bevaren om enkel hun eigen producten tot bij hun klanten te brengen. Op die manier zijn zij de enige partij die belang heeft bij het opzetten van het binnenvaartproject.

Steenfabriek Vandersanden heeft in België drie vestigingen, namelijk in Spouwen-Bilzen, in Lanklaar-Dilsen en in Affligem-Hekelgem. De site te Lanklaar in Limburg is de enige vestiging die gelegen is aan een waterweg, meer bepaald de Zuid-Willemsvaart, waardoor zij erg geschikt is voor transport via de binnenvaart. Zoals zichtbaar op de luchtfoto van Vandersanden Lanklaar in bijlage 5 ligt de onderneming net naast de Zuid-Willemsvaart waardoor voortransport kan worden uitgesloten en multimodaal vervoer interessanter wordt. Door het vermijden van voortransport sparen we immers kosten uit zoals eerder reeds werd aangetoond.

In 1984 verwierf Vandersanden de fabriek van Gyproc te Lanklaar. De toenmalige strengpersfabriek MOSABRIK werd omgebouwd tot een handvormfabriek. Sindsdien breidde de site in Lanklaar voortdurend uit tot een groot modern fabriek met 4 ovens, goed voor een productiecapaciteit van ongeveer 100 miljoen stenen per jaar. Steenfabriek Vandersanden draagt bovendien het milieuaspect hoog in het vaandel. Het milieubewust denken dringt door tot elk onderdeel van het productieproces van de baksteen. Zo voeren zij onder meer een spaarzaam grondstoffenbeleid, gebruiken zij geen synthetische producten of chemische behandelingstechnieken, maken zij gebruik van tunnelovens die gevoelig energiezuiniger zijn dan de voormalige ovens, schenken zij voldoende aandacht aan de kwaliteit van de lucht bij het bakproces en trachten zij de

hoeveelheid verpakkingsmaterialen te herleiden tot een minimum. Hier bovenop wil Vandersanden nu ook zijn logistieke afdeling meer milieubewust maken. In februari 2007 experimenteerde de Limburgse fabrikant van handvormgevelstenen dan ook met het transport van bakstenen via de binnenscheepvaart. Dit experiment moet echter nog onderworpen worden aan een economische, ecologische en energetische analyse die we hieronder trachten op te zetten.

Wanneer we het transport van de bakstenen van Vandersanden van naderbij gaan bekijken, zien we dat het oorspronkelijke vrachtvervoer via de weg verloopt van de bouwproducent Vandersanden in Lanklaar (Limburg) rechtstreeks tot bij de bestemming of aannemer in Noord-Frankrijk. De transporteur legt hierbij een afstand af van 280 km. Wanneer we echter de bakstenen via de binnenwateren gaan verschepen, loopt het traject via het water van Lanklaar eerst tot aan een depot in Menen (West-Vlaanderen). Dit depot is men nog volop aan het opstarten en men is nog bezig met het doorvoeren van maatregelen om de organisatie zo vlot mogelijk te laten verlopen. Op figuur 34 kan men het traject, aangegeven met een rode lijn, volgen. De vaarroute is nog niet definitief bepaald maar volgens de heer Verbeke, transportdeskundige bij NV De Scheepvaart/VOKA die Vandersanden begeleidt bij de opzet van dit nieuwe project, zal de route vermoedelijk verlopen in de volgende volgorde: Lanklaar – Zuid-Willemsvaart – Julianakanaal tot sluis van Lanaye - Albertkanaal - Netekanaal - Rupel – Kanaal van Gent naar Oostende - Leie - Menen. Deze afstand over het water is ongeveer 296,5 km lang en zal ongeveer 30 uren duren. Meer specificaties omtrent de binnenvaartroute worden weergegeven in bijlage 6. In Menen zal dan een vrachtwagen zorgen voor het natransport van 60 km tot in Noord-Frankrijk. Het vervoer naar Frankrijk zal gemiddeld 1 uur in beslag nemen, exclusief laden en lossen, waarna de bakstenen worden afgeleverd op de verschillende werven. Jaarlijks zou via deze vervoersstroom 40 000 ton bakstenen naar Frankrijk getransporteerd moeten worden. Deze hoeveelheid bakstenen komt overeen met een export naar Frankrijk van 20 miljoen bakstenen per jaar vermenigvuldigd met een gewicht van 2 kg/steen. Aangezien men voor deze lading tijdens een proefvaart gebruik maakte van binnenschepen met een laadruim van 1100 ton, komt dit overeen met 36 afvaarten per jaar gecombineerd met 1600 ritten met de vrachtwagen voor het natransport. De vrachtwagens hebben elk een laadvermogen van 25 ton.



Figuur 34: Vaarroute Vandersanden
Bron: Binnenvaart, 2007, eigen bewerking

Tijdens de proefvaart bij Vandersanden gebeurde de overslag van de pallets via twee kraanwagens die de pallets één voor één in het ruim van het binnenschip plaatsen. Deze activiteit neemt in totaal 13,5 uur in beslag voor het laden in Lanklaar en nogmaals 16,5 uur voor het lossen in Menen. Het verschil in laad- en lostijd kan verklaard worden door het beschikbare materiaal, de ervaring en de organisatie ter plaatse. Zo had men bij het laden in Lanklaar een deskundige ter beschikking die reeds ervaring had met het laden van schepen waardoor het laden sneller en vlotter verliep dan in Menen. Op onderstaande foto wordt het proces van laden en lossen van het schip voorgesteld.



Figuur 35: Laden van het binnenschip bij Vandersanden
Bron: Vandersanden

Hierna volgen twee wiskundige modellen die we kunnen aanwenden om de transportkosten van het multimodaal systeem van Vandersanden te berekenen. We maken in iedere benadering een vergelijking tussen het unimodale traject met de vrachtwagen rechtstreeks naar Noord-Frankrijk en de multimodale benadering die de

bakstenen eerst tot in een depot in Menen in West-Vlaanderen brengt en van daaruit verder naar Frankrijk. In het eerste hoofdstuk (7.1) werken we de 'inventory-theoretic approach' uit dat rekening houdt met de trade-off tussen transport- en voorraadkosten. In het tweede hoofdstuk (7.2) volgt zowel een economische als een ecologische en energetische analyse van de proefvaart die men bij steenfabriek Vandersanden uitvoerde voor het palletvervoer. Deze analyses gebeuren op basis van de algemene rentabiliteitsstudie die in hoofdstuk 6 (6.2) werd opgesteld.

7.1 Inventory-theoretic approach

Om een economische analyse uit te werken van de twee verschillende vervoerswijzen die Vandersanden op dit moment overweegt, kunnen we gebruik maken van een methode die gebaseerd is op het concept van 'totale logistieke kosten'. Hierbij wordt aandacht besteed aan alle kostenelementen die in de supply chain worden beïnvloed door de keuze van het transportmiddel. We maken dus met andere woorden een analyse van de gehele keten terwijl we in paragraaf 7.2 enkel die kosten in beschouwing nemen die ten laste komen van Vandersanden en dit exclusief voorraadkosten. In de 'inventory-theoretic approach' wordt vooral de aandacht gevestigd op de trade-off tussen transport- en voorraadkosten die eerder in deze eindverhandeling al aan bod kwam. Met behulp van 'the inventory-theoretic approach to modal choice in freight transport' willen we vanuit economisch perspectief het beste alternatief bepalen voor steenproducent Vandersanden en zijn klanten.

'The inventory-theoretic approach to modal choice in freight transport' van Baumol en Vinod uit 1970 wordt beschouwd als pionierswerk. Volgens Baumol en Vinod spelen niet alleen de feitelijke transportkosten (per tijdseenheid) een rol bij de keuze van het transportmiddel. Ook de gemiddelde levertijd en de variantie van deze levertijd (of met andere woorden de betrouwbaarheid van het transportmiddel) zijn van belang. De duur en de variantie van de levertijd hebben bovendien invloed op de voorraadkosten die doorheen het traject opgelopen worden. Een langere transporttijd vergroot immers de voorraadkosten tijdens het vervoer en een langere en/of meer onzekere transporttijd vergroot de benodigde veiligheidsvoorraad op de bestemming. (HOF EN KOOPMANS, 2005)

Baumol en Vinod (1970) formuleren de totale logistieke kosten van een transportmodus als volgt:

$$\text{TLC} = \underset{1}{r} * \underset{2}{T} + \underset{3}{u} * \underset{4}{t} * \underset{5}{T} + \frac{a}{s} + w * s * \frac{T}{2} + w * K * \sqrt{(s+t) * T}$$

Waarbij TLC = totale logistieke kosten van een transportmiddel (op jaarbasis)
 r = transportkost per eenheid (inclusief laden en lossen)
 T = totale hoeveelheid getransporteerd per jaar (in eenheden)
 u = voorraadkost tijdens het vervoer per eenheid per jaar
 t = gemiddelde tijd nodig voor een levering (in jaren)
 a = bestelkost per levering
 s = gemiddelde tijd tussen 2 leveringen (in jaren)
 w = opslagkost per pallet per jaar
 K = constante, afhankelijk van de kans op stock-outs tijdens de levertijd

De eerste term in de vergelijking verwijst naar de jaarlijkse transportkost voor de verlader of opdrachtgever van het vervoer. Deze kosten worden soms ook aangeduid als de out-of-pocket kosten omdat deze kosten daadwerkelijk betaald moeten worden. De tweede term geeft de jaarlijkse voorraadkosten tijdens het transport weer. De volgende component zorgt ervoor dat de jaarlijkse bestelkosten toegevoegd worden aan de totale logistieke kost. De vierde term in de vergelijking staat voor de jaarlijkse cyclische voorraadkosten en de laatste component omvat de jaarlijkse kosten voor de aanleg van een veiligheidsvoorraad. (VERNIMMEN EN WITLOX, 2003) Al deze kostencomponenten, behalve de bestelkosten, werden reeds in hoofdstuk 2 van deze eindverhandeling uitvoerig besproken. Uit de gegevens die we verkregen van de heer Roox, logistiek coördinator bij Steenfabriek Vandersanden, kunnen we bovenstaande vergelijking verder uitwerken. Aangezien het in deze gevalstudie gaat om het vervoer van pallets zal het ook de pallet zijn die in het verdere verloop van de studie als eenheid wordt aangenomen. We bespreken de vergelijking aan de hand van alle aparte componenten en maken per component een vergelijking van de unimodale en multimodale benadering.

1 Transportkost

Bespreken we eerst de eerste kostencomponent of transportkost. Volgens de vergelijking van Baumol en Vinod moet dit bedrag bekomen worden door het aantal pallets te

vermenigvuldigen met de transportkost per pallet ($r \cdot T$). Het aantal pallets dat per jaar getransporteerd wordt is volgens de verkregen gegevens gelijk aan 40 000 ton/1,3 ton per pallet = 30770 pallets. De transportkost per pallet verschilt naargelang de vervoerswijze.

Rechtstreeks wegvervoer:

De transportkost per pallet bij het wegvervoer wordt bekomen door de transportprijs voor één rit te delen door het aantal pallets dat die vracht maximaal kan vervoeren. De plaatsen van bestemming in Noord-Frankrijk worden ingedeeld in vijf verschillende zones met elk een andere transportprijs. Hoe verder de bestemming van de terminal verwijderd is, hoe verder we moeten rijden en hoe duurder dus de totale transportprijs. Een overzicht van de transportprijzen wordt weergegeven in bijlage 7. Voor onze berekeningen gebruiken we de gemiddelde transportprijs naar zone 2 van 344,40 EUR voor het transport van 20 palletten (laadvermogen van 25 ton verdeeld over ongeveer 1,3 ton/pallet). Hierbij gaan we uit van de veronderstelling dat elke vrachtwagens steeds optimaal geladen is en de volledige laadcapaciteit voor 20 palletten gebruikt wordt. We bekomen dan $344,40 \text{ EUR} / 20 \text{ pallets} = 17,22 \text{ EUR/pallet}$. Op deze manier verkrijgen we een totale transportprijs van $17,22 \text{ EUR/pallet} \cdot 30770 \text{ pallets per jaar} = \textbf{529 859 EUR per jaar}$.

Multimodaal vervoer:

Om de transportkost per pallet te bepalen voor het multimodaal vervoer, moeten we verschillende prijzen hanteren voor de verschillende transportmodi die deel uitmaken van het vervoerssysteem. In het geval van Vandersanden is er geen voortransport aangezien de steenfabriek aan de Zuid-Willemsvaart gelegen is. Het hoofdtransport via het water brengt een kost van 4,7 EUR/ton met zich mee. Wanneer we dit vermenigvuldigen met 1,3 ton/pallet bekomen we de transportkost van 6,11 EUR/pallet.

Na het hoofdtransport van Lanklaar tot in Menen dient er ook een natransport gerealiseerd te worden om de goederen tot in Frankrijk te brengen. Dit natransport kost ons gemiddeld 210 EUR voor een rit zoals aangegeven in bijlage 7. Voor 20 palletten die per vrachtwagen getransporteerd kunnen worden, betekent dit dus $210 \text{ EUR} / 20 \text{ palletten} = 10,5 \text{ EUR/pallet}$.

In totaal verkrijgen we zo een transportkost van 6,11 EUR/pallet + 10,5 EUR/pallet = 16,61 EUR/pallet. Dit vermenigvuldigen met 30 770 pallets die per jaar getransporteerd worden, geeft ons een transportkost van **511 090 EUR per jaar**.

In deze transportkost van het multimodaal vervoer zitten de kosten van overslag nog niet meegerekend. Onder overslag verstaan we het lossen van het schip in Menen, het naar de opslagplaats rijden, stockeren, terug laden op de vrachtwagen en de bijhorende administratie. De accommodatie in Menen is op dit moment echter nog niet ideaal georganiseerd. Er moet eerst geïnvesteerd worden om een zeer economische overslag te kunnen organiseren. Het gaat hier om de bouw van een aangepaste kaai, de aanschaf van zwaardere heftrucks om meer pallets tegelijk te kunnen opnemen, de aanleg van een nieuwe binnenplaats van 1000 m² en enkele organisatorische wijzigingen. Vandersanden hoopt na de nodige investeringen tot een overslagkost te komen van ongeveer 1,5 EUR/ton. 1,5 EUR/ton * 1,3 ton/pallet brengt ons dan tot een overslagkost van 1,95 EUR/pallet. Voor de totale getransporteerde lading over een jaar geeft dit **60 002 EUR per jaar**. Wanneer we dit optellen bij de transportkost die we al hadden voor het eigenlijke vervoer, bekomen we een totale transportkost inclusief overslag van **571 092 EUR per jaar**.

Bij de eerste proefvaart kreeg steenfabrikant Vandersanden echter een overslagkost gefactureerd van 3 EUR/pallet. Achteraf bleek zelfs dat deze kost nog veel te laag lag. De overslagkost zou dus nog hoger moeten liggen. Wanneer we voor de hoeveelheid die jaarlijks getransporteerd wordt naar Frankrijk de overslagkost berekenen aan de hand van 3 EUR/pallet, bekomen we een overslagkost van **92 310 EUR per jaar**. Dit optellen bij de transportkost die we al hadden, geeft een totale transportkost van **603 400 EUR per jaar**.

We kunnen uit deze gegevens concluderen dat wat betreft de transportkost de traditionele transportwijze via de weg goedkoper is dan de multimodale benadering van het palletvervoer (529 398 EUR < 603 400 EUR). Zelfs wanneer Vandersanden de voorgestelde investeringen aan de terminal in Menen kan realiseren waardoor de overslagkost daalt tot 1,5 EUR/pallet, is het palletvervoer over het water nog duurder (529 398 EUR < 571 092 EUR).

2 Voorraadkosten tijdens het vervoer

Baumol en Vinod stellen dat de goederen tijdens het vervoer beschouwd kunnen worden als 'inventory on wheels' of rijdende/varende voorraad. Net als goederen in bewerking tijdens een productieproces ligt in de goederen tijdens het vervoer een zekere hoeveelheid werkkapitaal vast. Deze kost wordt ook wel de transporttijd kost genoemd.

Rechtstreeks wegvervoer:

De gemiddelde tijd die nodig is voor een levering bedraagt voor het wegvervoer 5 uur of 0,20 dagen. Hierin zit inbegrepen: het laden 0,5u (inclusief wachttijd), de transporttijd 4u en het lossen 0,5u (inclusief wachttijd). De jaarlijks getransporteerde waarde bedraagt volgens gegevens van Vandersanden 3840000 EUR. Aangezien er jaarlijks 40000 ton bakstenen getransporteerd worden, is de waarde per ton dus gelijk aan 96 EUR. De kost voor het financieren van de voorraad tijdens het transport wordt de kapitaal- of opportuiniteitskost genoemd. Het is de kost voor het kapitaal dat vervat zit in de opgeslagen goederen en dat tijdens de opslag niet aangewend kan worden voor andere doeleinden. Volgens gegevens opgevraagd bij de KBC komt deze kost ongeveer overeen met een rentevoet van 4,2%. Waardoor elke ton stenen met een waarde van 96 EUR die we een jaar in voorraad moeten houden ons 4,032 EUR kost aan voorraadkost. Bij de berekening van deze voorraadkost namen we dus enkel de intrestkost van 4,2% in rekening. Andere componenten van de voorraadkost die aangehaald worden in de literatuur en in hoofdstuk 2 (2.3) van deze thesis, worden niet opgenomen. Ontwaardingskosten zijn immers bij laagwaardige producten als bakstenen niet van toepassing. Een baksteen zal niet dalen in waarde omdat hij al enkele weken of maanden in voorraad ligt. Het is geen trendgevoelig of bederfelijk product. Bovendien dienen ook geen magazijnkosten in rekening te worden gebracht aangezien de goederen zich in het transportmiddel bevinden en niet in een opslagruimte zoals een magazijn of depot.

Wanneer we bovenstaande gegevens invullen in de formule voor de transporttijd kost of voorraadkost tijdens het vervoer geeft dat ons:

$$0,2 \text{ dagen} * \frac{4,032}{365} \text{ EUR per ton per dag} = 0,0022 \text{ EUR/ton}$$

Over een tijdspanne van een jaar komt dit overeen met $0,0022 \text{ EUR/ton} * 40\,000 \text{ ton} =$

88 EUR.

Multimodaal vervoer:

Vanzelfsprekend duurt het transport langer bij de multimodale benadering omdat we hier meerdere deelactiviteiten hebben. Voor de duidelijkheid geven we de verschillende componenten even schematisch weer (alles inclusief wachttijden).

- Laden van het schip bij Vandersanden: om te beginnen wordt het schip in Lanklaar tijdens het experiment geladen tegen een snelheid van 60 palletten per uur. Dit vermenigvuldigen met 1,3 ton/pallet geeft ons een laadsnelheid van 78 ton/u. Aangezien het de bedoeling is om de maximale capaciteit van de Zuid-Willemsvaart te benutten, kunnen we elk binnenschip maximum beladen met 1100 ton bakstenen. Het laden van het schip duurde dan ook tijdens de proefvaart bij Vandersanden 13,5u wat ongeveer overeenkomt met $\frac{1100 \text{ ton}}{78 \text{ ton / u}}$.
- Varen: Volgens gegevens van Vandersanden duurt het varen 0,027 u/ton. Dit vermenigvuldigen met 1100 ton geeft ons een duurtijd van 30u dat het schip onderweg is naar Menen.
- Lossen van het schip in Menen: het lossen gebeurt met een snelheid van 50 palletten per uur. Dit vermenigvuldigt met een gewicht van 1,3 ton/pallet, geeft ons een snelheid van het lossen van 65 ton/u. Voor een totale hoeveelheid van 1100 ton, hebben we dan 16,5u nodig om het schip te lossen.
- Laden van een vrachtwagen: voor de vervoerde 1100 ton bakstenen worden er 44 vrachtwagens ingezet die elk 25 ton zullen vervoeren. Elke vrachtwagen heeft een laadtijd van 0,5u.
- Rijden: voor het natransport van Menen tot in Noord-Frankrijk wordt bij Vandersanden een transporttijd van 0,04 u/ton geteld. Aangezien een vrachtwagen 25 ton vervoert, geeft dit een tijdsduur van 1u dat men moet rijden per vrachtwagen.
- Lossen van de vrachtwagen in Frankrijk: dit duurt net als het laden 0,5u.

In het totaal duurt het dus $13,5u + 30u + 16,5u + 0,5u + 1u + 0,5u = 62u$ om 1100 ton bakstenen te vervoeren van Lanklaar naar de bestemming in Frankrijk. Omgerekend komt dit neer op 2,58 dagen. Zoals bij het rechtstreeks vervoer reeds berekend werd, kost elke ton stenen die een waarde heeft van 96 EUR en die we een jaar in voorraad moeten houden ons 4,032 EUR. De voorraadkosten tijdens het multimodaal vervoer bedragen dan:

$$2,58 \text{ dagen} * \frac{4,032}{365} \text{ EUR per ton per dag} = 0,0285 \text{ EUR/ton}$$

Op jaarbasis komt dit overeen met $0,0285 \text{ EUR/ton} * 40\,000 \text{ ton/jaar} = \underline{\underline{1140 \text{ EUR}}}$.

De voorraadkost tijdens het vervoer ligt dus, zoals ook al bevestigd werd door de literatuur in hoofdstuk 2 (2.3.2), hoger voor de multimodale benadering dan voor het rechtstreeks wegtransport. Een hogere voorraadkost tijdens het transport is typisch voor tragere vervoersmodi zoals dat hier het geval is voor het transport via de binnenvaart.

3 Bestelkost

Het bestellen van bakstenen bij Vandersanden gebeurt steeds door verdelers van bouwmaterialen en altijd via telefoon, fax en email. De kosten die hieraan verbonden zijn, zijn eerder miniem in vergelijking met bijvoorbeeld de transportkosten. Het maakt voor de bestemming niet uit of de bestelling nu wordt geleverd vanuit Menen of vanuit Lanklaar naar de werf. De bestelkosten zijn met andere woorden niet verschillend voor het unimodaal of het multimodaal transportsysteem. Wanneer de klant een bepaalde hoeveelheid stenen bestelt, bepaalt Vandersanden zelf vanuit welk depot, hetzij dat in Lanklaar, hetzij dat in Menen, de stenen worden geleverd. Het binnenschip is in principe een transport van vooruitgeschoven voorraad.

4 Cyclische voorraadkosten

Zoals reeds aangetoond in hoofdstuk 2 en zoals zichtbaar in de vergelijking van Baumol en Vinod, is de gemiddelde cyclische voorraad op de bestemming steeds gelijk aan de helft van de vervoerde hoeveelheid. Aangezien de bakstenen van Vandersanden in Noord-Frankrijk rechtstreeks naar de werven van particuliere mensen worden gebracht, spelen de cyclische voorraadkosten hier geen rol.

5 Kost van de veiligheidsvoorraad

In het geval van Vandersanden worden er geen veiligheidsvoorraden aangehouden omdat Vandersanden steeds produceert op bestelling. Ook bij de bestemming worden geen veiligheidsvoorraden aangelegd omdat het hier de bouwwerf van een particulier betreft.

Aan de hand van bovenstaande uitwerking van de voorraadkosten en een overzicht in tabel 8 kunnen we concluderen dat de voorraadkosten bij Vandersanden, zoals bevestigd werd door de heer Roox, een ondergeschikte rol spelen omdat de eindschakel in het systeem een particulier is die de stenen dadelijk in gebruik neemt. Door dit gegeven

vallen enkele voorraadkosten buiten het besproken model zoals hierboven reeds geïllustreerd werd. De voorraadkosten die wel een rol spelen, vertegenwoordigen dan weer slechts een klein bedrag in de totale logistieke kosten aangezien het gaat om de opslag van laagwaardige producten.

Tabel 8: Overzicht van de vijf kostencomponenten van de 'inventory-theoretic approach' uitgedrukt in EUR per jaar, eigen opmaak

	Unimodaal	Multimodaal
Transportkost	529 859 EUR	571 092 EUR
Voorraadkost tijdens vervoer	88 EUR	1140 EUR
Bestelkost	Nvt	Nvt
Cyclische voorraadkost	Nvt	Nvt
Kost van veiligheidsvoorraad	Nvt	Nvt
Totaal	529 947 EUR	572 232 EUR

Nvt = niet van toepassing

Als conclusie van dit geheel kunnen we vaststellen dat volgens de 'inventory-theoretic approach' het multimodaal vervoer bijna 8% duurder is dan het rechtstreeks wegvervoer en dat deze hogere kostprijs vooral wordt bepaald door de transportkost. Wanneer we de transportkost weergeven per kostencomponent, zien we in tabel 9 dat procentueel vooral het natransport een grote bijdrage levert tot de totale kost. Zoals eerder in deze thesis reeds werd aangehaald, vermeldt de literatuur dat de kosten van het natransport kunnen oplopen tot 50%, maar bij Vandersanden wordt zelfs dit percentage, dat al als een ruim aandeel in de kosten wordt gezien, overschreden. Het is dan ook vooral op dit vlak dat we een kostenreductie zouden moeten realiseren om het multimodaal transport te stimuleren en aantrekkelijker te maken ten opzichte van het rechtstreeks wegvervoer.

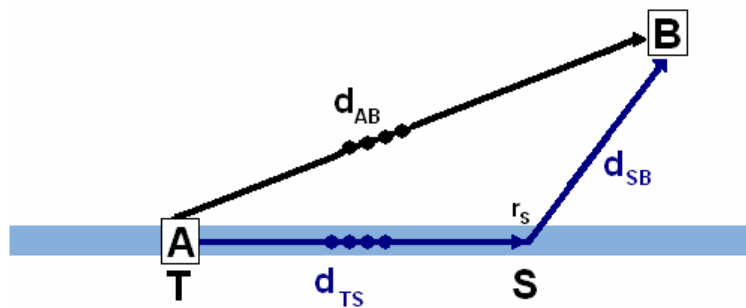
Tabel 9: Procentueel aandeel van de multimodale kostencomponenten in de transportkost in EUR per jaar, eigen opmaak

Multimodaal transport			
Hoofdtransport	Natransport	Overslag	Totaal
188004,7 EUR 33%	323085 EUR 56,5%	60002 EUR 10,5%	571092 EUR 100%

Ten slotte dient opgemerkt te worden dat deze methode enkel rekening houdt met interne of private kosten en externe kosten buiten beschouwing worden gelaten.

7.2 Rentabiliteitsstudie toegepast op Vandersanden

Voor we aan de verschillende analyses beginnen, dienen we op te merken dat er bij steenfabrikant Vandersanden slechts éénmaal overslag nodig is. Dit wil zeggen dat er geen voortransport is aangezien onderneming A reeds aan de waterweg gelegen is. Hierdoor vallen sommige componenten weg die in het algemene rentabiliteitsmodel wel opgenomen werden in de verschillende formules. Natransport is daarentegen wel noodzakelijk van de terminal tot aan onderneming B. Figuur 36 geeft een voorstelling van deze situatie. De afstand tot onderneming B bepaalt of het multimodaal transport rendabel is ten opzichte van het unimodaal wegvervoer. Aan de hand van de constructie van hyperbolen wordt onderzocht in welk gebied B best gelegen is om de rentabiliteit te garanderen.



Figuur 36: Grafische voorstelling van de rentabiliteitsstudie tussen A en B voor de situatie van Vandersanden waar A reeds aan de waterweg gelegen is, eigen opmaak

7.2.1 Economische analyse

Wanneer we de ecologische analyse toepassen voor steenfabrikant Vandersanden bekomen we volgende resultaten.

Rechtstreeks wegvervoer: kost uitgedrukt in EUR/ton

Het rechtstreeks wegvervoer van Lanklaar tot in Noord-Frankrijk, vindt plaats over een afstand van 280 km. De transportprijs per tonkm wordt berekend aan de hand van de gemiddelde transportprijs van 344,40 EUR die men betaalt voor het transport van 20 palletten per vrachtwagen van 25 ton. Dit tarief is de gemiddelde transportprijs en kan men terugvinden in bijlage 7.

$$\frac{344,40 \text{ EUR}}{280 \text{ km}} = 1,23 \text{ EUR / km}$$

$$\frac{1,23 \text{ EUR / km}}{25 \text{ ton}} = 0,049 \text{ EUR / tonkm}$$

De economische kost of C_{AB} bedraagt dus 0,049 EUR/tonkm. Dit invullen in de formule geeft ons:

$$TK_W = d_{AB} * C_{AB}$$

$$TK_W = 280 \text{ km} * 0,049 \text{ EUR/tonkm}$$

$$TK_W = 13,72 \text{ EUR/ton}$$

Multimodaal vervoer: kost uitgedrukt in EUR/ton

Het multimodale traject dat eerst via het water van Lanklaar tot Menen loopt en daarna via de vrachtwagen tot in Frankrijk, heeft een meer complexe berekening van de transportkost zoals we reeds vaststelden in de algemene rentabiliteitsstudie. Aangezien bij steenproducent Vandersanden geen voortransport nodig is, vallen echter enkel factoren uit de vergelijking van de totale transportkost weg. Meer bepaald gaat het hier om de transportkost van het voortransport en de overslagkost in Lanklaar. De afstanden via het water en via de weg bedragen respectievelijk 296,5 en 60 km. De transportkosten per tonkm worden dan als volgt berekend:

$$\text{Wegvervoer: } \frac{210 \text{ EUR}}{60 \text{ km}} = 3,5 \text{ EUR / km} \quad \text{en} \quad \frac{3,5 \text{ EUR / km}}{25 \text{ ton}} = 0,14 \text{ EUR / tonkm}$$

$$\text{Binnenvaart: } \frac{4,7 \text{ EUR / ton}}{296,5 \text{ km}} = 0,016 \text{ EUR / tonkm}$$

De overslagkost in Menen bedraagt volgens gegevens die rechtstreeks verkregen werden bij Vandersanden 1,5 EUR/ton. Met deze gegevens kunnen we de formule van het multimodaal vervoer vervolledigen.

$$TK_M = d_{AT} * C_{AT} + d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_T + r_S$$

Deze gelijkheid wordt in de situatie van Vandersanden met éénmaal overslag:

$$TK_M = d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_S$$

Dit invullen geeft:

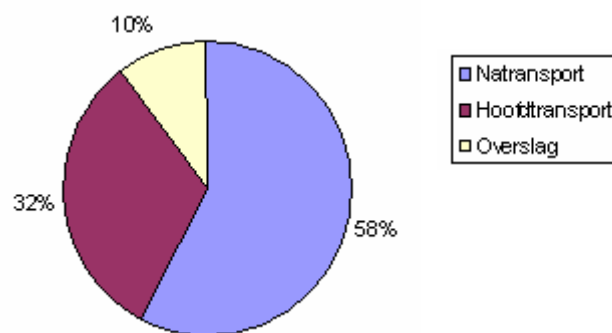
$$TK_M = 60 \text{ km} * 0,14 \text{ EUR/tonkm} + 296,5 \text{ km} * 0,016 \text{ EUR/tonkm} + 1,5 \text{ EUR/ton}$$

$$TK_M = 8,4 \text{ EUR/ton} + 4,7 \text{ EUR/ton} + 1,5 \text{ EUR/ton}$$

$$TK_M = 14,6 \text{ EUR/ton}$$

Uit deze berekeningen kunnen we concluderen dat het multimodaal vervoerssysteem economisch gezien minder interessant is dan het unimodale vervoer via de weg. De kost per ton ligt bij het multimodaal vervoer 0,88 EUR hoger dan bij het rechtstreeks wegvervoer.

Wanneer we onderzoeken wat de verhoudingen zijn van de verschillende kostencomponenten in de totale kost van het multimodaal vervoer, bekomen we de taartdiagram in figuur 37. Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2, werd via recente studies vastgesteld dat de kosten van overslag kunnen oplopen tot 25 à 30% van de totale kost. Aangezien de overslagkost bij Vandersanden slechts 10% bedraagt van het geheel, kunnen we concluderen dat men er goed in slaagt deze kost laag te houden. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat Vandersanden op dit moment nog een prijs van meer dan 3 EUR/ton krijgt aangerekend voor de overslag in Menen. Zij laten de overslag aan de terminal immers uitvoeren door een externe partij waardoor het multimodaal vervoer 2,38 EUR/ton duurder zou zijn dan het unimodaal transport. De overslag van 1,5 EUR/ton is het streefdoel dat men in de toekomst wil bereiken via investeringen en een reorganisatie aan de terminal in Menen. Deze investeringswerken zouden zeker uitgevoerd worden waardoor we er vanuit kunnen gaan dat de overslagkost bij Vandersanden 1,5 EUR/ton bedraagt en geen 3 EUR/ton of meer.



Figuur 37: Procentueel aandeel van de verschillende kostencomponenten van het multimodaal transport in de economische analyse, eigen opmaak

Het meest opvallende in bovenstaande taartdiagram is het zeer grote aandeel van de kosten van het natransport dat maar liefst 58% van de totale kosten uitmaakt. De

literatuur vermeldt hieromtrent dat de kosten van natransport hoog kunnen oplopen, tot zelfs 50% van de totale ketenkosten, maar Vandersanden overschrijdt zelfs deze voorgestelde 50%. De oplossing om het multimodaal vervoer winstgevender te maken dan het unimodaal wegvervoer zou dus kunnen liggen in een daling van de transportprijs voor het natransport. Hiervoor zouden nieuwe onderhandelingen moeten gebeuren met de transporteur of zou men op zoek moeten gaan naar een nieuwe transporteur met voordeligere tarieven. Een andere verklaring voor het feit dat het multimodaal vervoer duurder is, kan gevonden worden in de ligging van onderneming B ten opzichte van onderneming A en de terminal S. Deze gedachtegang wordt verder toegelicht in onderstaande constructie van de breakevenkromme of hyperbool.

Wanneer we de break-evenafstand van de twee vervoersalternatieven willen berekenen, moeten we overgaan tot de constructie van een hyperbool aangezien het in dit geval niet om een breakevenpunt gaat maar om een breakevenkromme. De vergelijking van de hyperbool werd reeds in de algemene rentabiliteitsstudie (6.2) uitgewerkt. Deze hyperbool heeft dan ook de volgende vorm:

$$\left(\frac{x}{\alpha}\right)^2 - \left(\frac{y}{\beta}\right)^2 = 1$$

Waarbij: $\alpha = \frac{K}{2}$

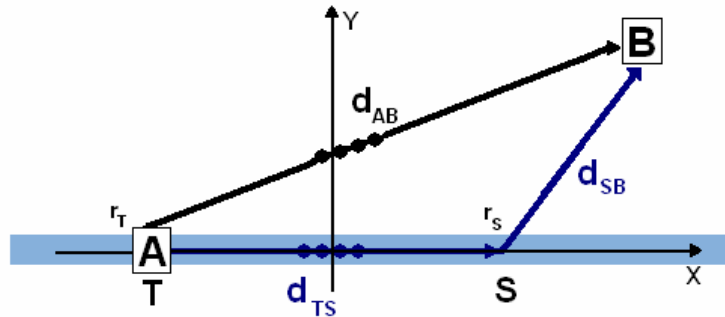
$$\beta = \frac{1}{2} \sqrt{4 \cdot x_s^2 - K^2}$$

$$K = d_{AB} - d_{SB}$$

$$x_s = \text{de helft van de afstand tussen A en S}$$

Bovenstaande hyperbool werd opgesteld voor de multimodale benadering waarbij overslag vereist is aan twee verschillende terminals. Aangezien steenfabrikant Vandersanden echter rechtstreeks aan de Zuid-Willemsvaart gelegen is, is hier geen voortransport nodig. De goederen kunnen rechtstreeks geladen worden op het binnenschip. Zoals reeds in figuur 36 grafisch voorgesteld werd, kan dus de algemene situatie weergegeven in figuur 31 vereenvoudigd worden. Deze vereenvoudigde weergave zoals ze van toepassing is bij Vandersanden, wordt in onderstaande figuur geplaatst in een assenstelsel. De Y-as is hier de middelloodlijn van de afstand d_{TS} . De afstand x_s wordt hierdoor niet langer aanzien als de helft van de afstand tussen onderneming A en terminal S. Aangezien A nu immers aan de terminal gelegen is, wordt

de afstand x_s gelijkgesteld met de helft van de afstand tussen de terminals T en S over het water, dus de helft van d_{TS} .



Figuur 38: Multimodaal versus unimodaal transport voor Vandersanden, eigen opmaak

Wanneer we de variabelen van de hyperbolen berekenen met de concrete gegevens voor Vandersanden, bekomen we:

- $K = d_{AB} - d_{SB} = 280 \text{ km} - 60 \text{ km} = 220 \text{ km}$
- $\alpha = \frac{K}{2} = \frac{220 \text{ km}}{2} = 110 \text{ km}$
- $x_s = \text{de helft van afstand tussen Vandersanden in Lanklaar en de terminal in Menen over het water} = \frac{296,5 \text{ km}}{2} = 148,25 \text{ km}$
- $\beta = \frac{1}{2} \sqrt{4 * x_s^2 - K^2} = \frac{1}{2} \sqrt{4 * 148,25^2 - 220^2} = 99,4$

De hyperbool toegepast op Vandersanden kan dan ook geschreven worden als:

$$\left(\frac{x}{110}\right)^2 - \left(\frac{y}{99,4}\right)^2 = 1$$

Deze hyperboolvergelijking stelt een hyperbool voor met $y = 0$ als $x = \frac{K}{2} = 110$. Het

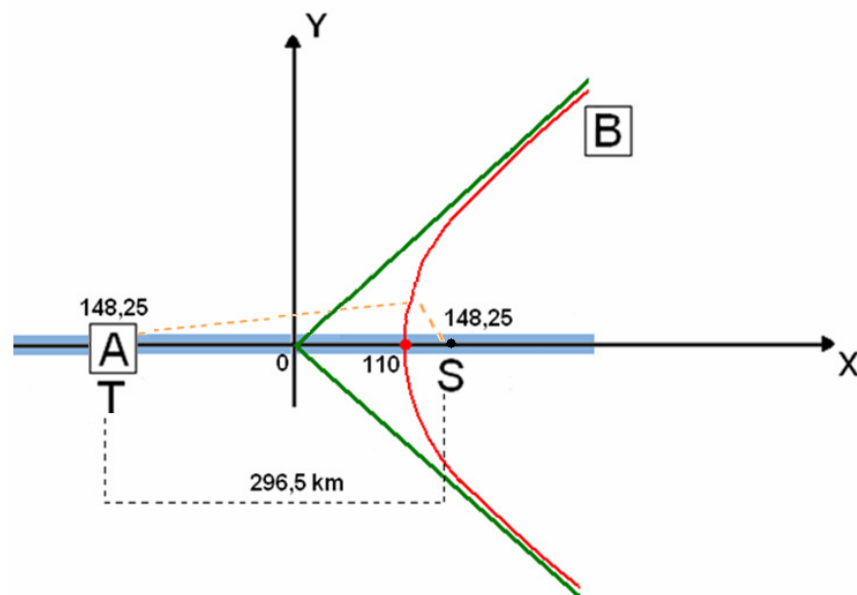
punt met coördinaten (110,0) is dan ook het snijpunt met de X-as. Zoals reeds in de algemene studie vermeld, zijn de X-as en Y-as de symmetrieassen en stellen de rechten

$y = \pm \frac{\beta}{\alpha} * x = \pm 0,9 * x$ de asymptoten voor. Bovendien kan elke y uitgezet worden door

volgende formule in te vullen:

$$y = \pm \beta \sqrt{\left(\frac{x}{\alpha}\right)^2 - 1} = \pm 99,4 \sqrt{\left(\frac{x}{110}\right)^2 - 1}$$

Met behulp van deze gegevens gaan we de hyperbool tekenen die aangeeft in welk gebied de werven in Frankrijk, die overeenstemmen met onderneming B, moeten liggen opdat het multimodaal binnenvaartproject rendabel is voor steenfabriek Vandersanden. Met andere woorden, we gaan na hoeveel km het natransport van terminal S tot onderneming B mag bedragen opdat het multimodaal systeem nog rendabel zou zijn ten opzichte van het rechtstreeks wegvervoer. Dit wel in de veronderstelling dat de transportkost per tonkm voor het unimodaal en multimodaal transport overeenstemmen. Deze assumptie geldt echter in de realiteit niet voor Vandersanden maar er wordt wel vanuit gegaan om zo de complexiteit van het model in te perken. In onderstaande figuur wordt de hyperbool geconstrueerd voor Vandersanden.



Figuur 39: Hyperbool toegepast op Vandersanden, eigen opmaak

Een hyperbool kan gedefinieerd worden als een meetkundige plaats van punten waarvoor geldt dat het verschil van de afstanden tot twee vaste punten constant is. Deze twee vaste punten worden de brandpunten genoemd en zijn in onze situatie onderneming A en terminal S. (NACHTEGAEL EN BUYSSSE, 1995) Uit vorige berekeningen blijkt dat de hyperbool de X-as snijdt bij $x=110$. Aangezien de afstand over het water 296,5 km bedraagt en de Y-as de middelloodlijn vormt van het lijnstuk d_{TS} , kunnen we de

breakeven-afstand berekenen. Het verschil tussen de afstand van onderneming B tot onderneming A en tot terminal S bedraagt dan immers $258,25 \text{ km} - 38,25 \text{ km} = 220 \text{ km}$. Dit wil zeggen dat de breakevenkromme de verzameling van punten is waarbij het verschil tussen de afstand van de bouwwerf in Frankrijk tot Lanklaar en de afstand van de bouwwerf tot de terminal in Menen minimaal 220 km is. De twee afstanden waarvan men het verschil moet maken, worden voor de duidelijkheid in figuur 39 nog eens in het oranje aangegeven. De verkregen afstand van 220 km is het uitgespaarde transport via de weg. Wanneer dit uitgespaarde wegtransport groter is dan 220 km is het multimodaal vervoer rendabeler dan het unimodaal vervoer. Deze situatie doet zich voor rechts van de hyperbool.

Het snijpunt met de X-as bij $x=110$ is de minimale afstand dat de werven moeten verwijderd zijn van Vandersanden te Lanklaar om het multimodaal systeem financieel rendabel te maken. Deze afstand bedraagt 258,25 km vanaf Lanklaar of 38,25 km vanaf Menen. Wanneer we de ligging van B zouden verschuiven op de X-as van het punt (110, 0) in de richting van terminal S, wordt het uitgespaarde wegtransport steeds groter totdat we bij terminal S een uitgespaard transport bekomen van 296,5 km. Wanneer B op de X-as gelegen zou zijn achter terminal S en dus nog meer verwijderd van onderneming A, is het verschil tussen de afstanden tot A en S constant. We bekomen steeds een uitgespaarde afstand via de weg van 296,5 km, dat groter is dan de minimale afstand van 220 km die bereikt moet worden om het multimodaal transport rendabeler te maken dan het unimodaal transport. Wanneer hyperbolen worden geconstrueerd voor de verschillende punten van $x > 110$, wordt het hele oppervlakte rechts van de hyperbool bestreken waar het multimodaal vervoer economisch gezien winstgevender is dan een unimodale benadering van het transport.

Uit bovenstaande tekening kunnen we dus afleiden dat het multimodaal palletsysteem van Vandersanden enkel rendabel is ten opzichte van het rechtstreeks wegvervoer wanneer de bouwerven in Noord-Frankrijk rechts van de hyperbool gelegen zijn. Wanneer B links van de hyperbool gepositioneerd is, zou het multimodaal transport niet voordelig zijn en kiest men vanuit economisch standpunt beter voor het rechtstreeks wegvervoer.

Hoe kunnen we dan verklaren dat bij de gedetailleerde berekening onder deze paragraaf, het rechtstreeks vervoer economisch gezien beter is voor het transport van de bakstenen

naar Frankrijk? Terwijl we toch een verschil in afstand hebben van onderneming B tot onderneming A en terminal S van 220 km die minimaal werd vooropgesteld om het multimodaal rendabel te maken. De verklaring hiervoor kan gevonden worden in de assumptie van de gelijke transportkost per tonkm. In het gebruikte model voor de constructie van de hyperbolen werd immers verondersteld dat de transportkost per tonkm voor het rechtstreeks vervoer gelijk is aan de transportkost per tonkm van het multimodaal vervoer. Bij Vandersanden is dit echter niet het geval. De transportkost is voor het multimodaal vervoer duurder dan voor het unimodaal vervoer waardoor de hyperbool zal opschuiven naar rechts. Men moet dan meer km over de weg uitsparen om het multimodaal transport interessanter te maken dan het rechtstreeks vervoer.

7.2.2 Energetische analyse

Hoewel de economische analyse van Vandersanden ons geen beter resultaat geeft voor het multimodaal vervoer, kan het toch interessant zijn deze transportwijze door te voeren omwille van energetische overwegingen. In het licht van de slinkende energievoorraden kan een onderneming immers nastreven zo weinig mogelijk energie te verbruiken. Op die manier denkt zij aan de energievoorraden voor de toekomstige generaties. Voor steenfabrikant Vandersanden bekomen we voor de energetische analyse volgende resultaten.

Rechtstreeks wegvervoer: verbruik uitgedrukt in liter per ton

Steenproducent Vandersanden werkt voor het transport van haar bakstenen met vrachtwagens van 25 ton en een verbruik van 45 liter per 100 km. Dit verbruikt stemt overeen met een verbruik van 0,45 l/km. Om de nodige parameters van de vergelijking te bekomen, maken we volgende berekening.

$$\frac{0,45 \text{ l/km}}{25 \text{ ton}} = 0,018 \text{ l/tonkm}$$

Zodat

$$V_w = d_{AB} * C_{AB}$$

$$V_w = 280 \text{ km} * 0,018 \text{ l/tonkm}$$

$$V_w = 5,04 \text{ l/ton}$$

Multimodaal vervoer: verbruik uitgedrukt in liter per ton

Wederom dienen voor het verbruik van het multimodaal systeem enkel termen uit de vergelijking geschrapt te worden aangezien men bij Vandersanden slechts éénmaal overslag heeft in Menen. We bekomen dan ook volgende formule:

$$V_M = d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_S$$

Wanneer we specifiek naar het binnenvaartsysteem bij Vandersanden kijken, zien we dat het verbruik van het binnenschip dat zij aanwenden voor het watervervoer 150 liter stookolie per uur bedraagt. Aangezien het schip ongeveer 30u zal varen op het traject van Lanklaar naar Menen, bedraagt het totale verbruik van één vaart 4500 liter stookolie, namelijk:

$$150 \frac{l}{u} * 30 u = 4500 l$$

Deze hoeveelheid brandstof wordt gebruik over een afstand van 296,5 km over het water waardoor we een verbruik bekomen van:

$$\frac{4500 l}{296,5 km} = 15,18 l / km$$

Vervolgens bekomen we het verbruik van het binnenschip per tonkm via:

$$\frac{15,18 l / km}{1100 ton} = 0,0138 l / tonkm$$

Tegenover het lagere verbruik van het binnenschip per ton, staat wel het verbruik van de twee overslagkranen aan de terminal. Deze twee kraanwagens zijn verschillende uren achter elkaar aan het draaien om het ruim van het binnenschip te laden. De overslagkranen hebben ieder een verbruik van 50 liter per uur en hebben 16,5 uur nodig om het schip te lossen. We krijgen dan een verbruik van de overslag van:

$$16,5 \text{ uur} * 50 l / \text{uur} * 2 \text{ overslagkranen} = 1650 \text{ liter}$$

Deze hoeveelheid brandstof wordt aangewend voor de overslag van 1100 ton bakstenen waardoor we een verbruik per ton krijgen van 1,5 liter. Het verbruik per km van de vrachtwagens die het natransport verzorgen blijft hetzelfde als de vrachtwagens die oorspronkelijk het rechtstreeks vervoer voor hun rekening namen.

Wanneer we deze gegevens invullen in de formule voor het verbruik van het multimodaal systeem van Vandersanden bekomen we:

$$V_M = d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_S$$

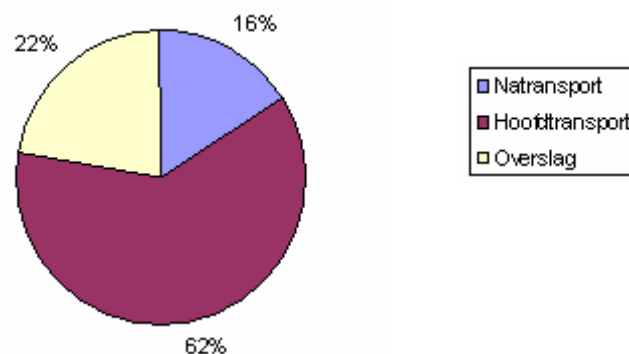
$$V_M = 60 \text{ km} * 0,018 \text{ l/tonkm} + 296,5 \text{ km} * 0,0138 \text{ l/tonkm} + 1,5 \text{ l/ton}$$

$$V_M = 1,08 \text{ l/ton} + 4,09 \text{ l/ton} + 1,5 \text{ l/ton}$$

$$V_M = 6,67 \text{ l/ton}$$

De extra energie nodig voor de overslag verhoogt het energieverbruik van het multimodaal systeem. Met het totale verbruik dat dan bereikt wordt, wordt de energetische kost van de multimodale benadering met palletvervoer minder interessant dan het rechtstreeks vervoer via de weg. We verbruiken dus door de invoering van het palletsysteem via het water zelfs meer energie dan bij het rechtstreeks wegvervoer.

Wanneer we de procentuele aandelen van de verschillende energetische kostencomponenten bekijken in de totale kost van het multimodaal transport, bekomen we onderstaande figuur. We kunnen hieruit concluderen dat vooral het hoofdtransport het meeste energie verbruikt per ton en dus het grootste aandeel heeft in de totale uitstoot om één ton stenen te transporteren. Dit is echter logisch aangezien één ton bakstenen tijdens zijn reistijd het meeste tijd doorbrengt op het water. Het verbruik van een binnenschip zou men kunnen reduceren door een verbetering van de brandstofmotoren. Het verbruik van de overslag zou men makkelijk kunnen laten afnemen door het aantal werkuren van de kranen drastisch te doen dalen. Nu wordt het verbruik immers berekend aan de hand van een overslagduur van 16,5 uur. Steenproducent Vandersanden is, zoals we later in dit hoofdstuk nog zullen uitleggen, wel al volop bezig met de zoektocht en implementatie van een andere overslagtechniek.



Figuur 40: Procentueel aandeel van de verschillende kostencomponenten van het multimodaal transport in de energetische analyse, eigen opmaak

7.2.3 Ecologische analyse

Hoewel volgens de economische en energetische analyse het palletvervoer via de binnenvaart bij Vandersanden niet kan opboksen tegen het unimodale vervoer via de weg, zou het transport via de binnenvaart wel een beter alternatief kunnen vormen vanuit ecologisch standpunt.

Zoals reeds in tabel 2 aangegeven, wordt de CO₂-uitstoot van een binnenschip en van een vrachtwagen vastgelegd op respectievelijk 15 tot 30 g/kmton en 210 tot 1430 g/kmton. Aangezien de specifieke uitstoot van de transportmodi die Vandersanden gebruikt niet gekend is, gebruiken we voor de waarden van de emissie de gemiddelde waarden uit de literatuur. Voor het transport over de waterweg komt dit neer op 22,3 g/kmton CO₂-uitstoot en voor het rechtstreeks wegvervoer op 820 g/kmton uitstoot.

Rechtstreeks wegvervoer: CO₂-uitstoot uitgedrukt in gram per ton

De CO₂-emissie van het rechtstreeks wegvervoer kan eveneens berekend worden via de formule uit de algemene haalbaarheidsstudie. De bakstenen leggen nog steeds een route af van 280 km van Lanklaar rechtstreeks naar Frankrijk.

$$E_W = d_{AB} * C_{AB}$$

$$E_W = 280 \text{ km} * 820 \text{ g/kmton}$$

$$E_W = 229600 \text{ g/ton}$$

Multimodaal vervoer: CO₂-uitstoot uitgedrukt in gram per ton

Voor de multimodale vervoerswijze splitsen we de emissies op naargelang het transportmiddel. Voor de emissie van het binnenschip en de vrachtwagen voor het voortransport gebruiken we de gemiddelden die we net berekenden. De CO₂-uitstoot van de overslagkraan is echter niet specifiek gegeven. Aangezien deze overslagfaciliteiten in de situatie van Vandersanden kraanwagens zijn die identiek zijn aan de vrachtwagens die gebruikt worden voor het transport, veronderstellen wij dat deze wagens bij stilstand dezelfde emissies hebben dan een vrachtwagen die rondrijdt. De uitstoot is echter uitgedrukt in g/kmton. We berekenen daarom de uitstoot van de stilstaande overslagkraan aan de hand van een gemiddelde rijsnelheid van 65 km/u. Deze gemiddelde snelheid werd bekomen aan de hand van de rijsnelheid van de vrachtwagen bij het rechtstreeks wegvervoer en bij het natransport. Het vervoer via de vrachtwagen van Lanklaar naar Noord-Frankrijk over een afstand van 280 km, zou 4u duren waardoor

een gemiddelde snelheid van 70 km/u bekomen wordt. De afstand van Menen tot Frankrijk die 60 km bedraagt, wordt afgelegd in 1u tijd zodat de gemiddelde snelheid op dat traject 60 km/u is. Wanneer we het gemiddelde nemen van de gemiddelde snelheden op beide trajecten, bekomen we een gemiddelde rijsnelheid van de kraanwagen van 65 km/u. Voor de CO₂-uitstoot van het rechtstreeks wegvervoer gebruiken we de gemiddelde waarde uit de literatuur die neerkomt op 820 g/kmton. Precieze gegevens zijn hierover immers niet bekend bij Vandersanden. Aangezien de overslagkraan in Menen 16,5u werkt voor het laden van het schip komt dit neer op een uitstoot van:

$$65 \text{ km/u} * 16,5\text{u} * 820 \text{ g/kmton} = 879450 \text{ g/ton}$$

Omdat het voortransport, door haar ligging aan de Zuid-Willemsvaart, wegvalt bij Vandersanden, bekomen we volgende formule.

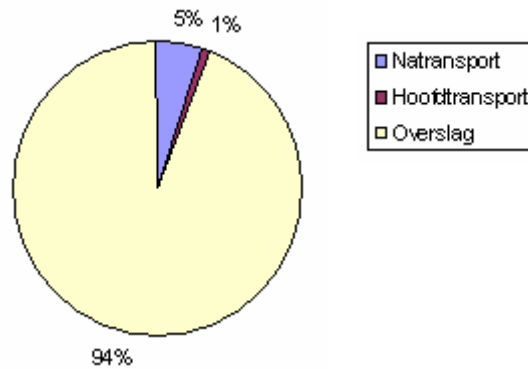
$$E_M = d_{SB} * C_{SB} + d_{TS} * C_{TS} + r_S$$

$$E_M = 60 \text{ km} * 820 \text{ g/kmton} + 296,5 \text{ km} * 22,5 \text{ g/kmton} + 879450 \text{ g/ton}$$

$$E_M = 49200 \text{ g/ton} + 6671 \text{ g/ton} + 879450 \text{ g/ton}$$

$$E_M = 935321 \text{ g/ton}$$

Wanneer we deze resultaten met elkaar vergelijken, zien we dat de uitstoot per ton bakstenen die verkregen wordt bij de multimodale benadering van het vervoer significant groter is dan de uitstoot verkregen bij het wegvervoer (935321 g/ton > 229600 g/ton). Hiermee wordt aangetoond dat qua emissies van CO₂ het multimodaal transport veel nadeliger en schadelijker is voor het milieu. Intuïtief hadden we eerder het tegenovergestelde verwacht. Wanneer we de gegevens analyseren, zien we dat deze grote hoeveelheid CO₂ bijna geheel kan worden toegeschreven aan de overslagactiviteiten. Dit wordt eveneens duidelijk zichtbaar in figuur 41 waar de uitstoot procentueel wordt weergegeven voor ieder component van de multimodale keten.



Figuur 41: Procentueel aandeel van de verschillende kostencomponenten van het multimodaal transport in de ecologische analyse, eigen opmaak

Hoewel het multimodaal transport bij Vandersanden qua CO₂-uitstoot niet interessant is om door te voeren, kunnen we door het opzetten van dit binnenvaartproject wel andere winsten genereren voor de omgeving. Zo zal de invoering van het project ervoor zorgen dat zowel de filelast als het lawaaihinder zal verminderen. De vrachtwagens die voor het transport zorgen, zijn voor het natransport immers minder lang op de weg dan voor het gehele transport van Lanklaar naar Noord-Frankrijk. Bij dit rechtstreeks vervoer moet de transporteur 1600 ritten * 280 km = 448000 km afleggen tegenover 1600 ritten * 60 km = 96 000 km bij het natransport van Menen tot Frankrijk. Voor deze prestatie is men bij het rechtstreeks vervoer vier keer zo lang onderweg aangezien een rit van Lanklaar naar Frankrijk vier keer langer duur dan een rit van Menen tot de eindbestemming. Wat betreft het lawaaihinder hebben we reeds in hoofdstuk 3 aangehaald dat de binnenvaart nauwelijks lawaaihinder met zich meebrengt. In dat opzicht vormt het een ideaal alternatief voor het luidruchtige vrachtvervoer via de weg.

7.3 Conclusies en toekomstvisie voor Vandersanden

Na het uitvoeren van de rentabiliteitsstudie met de drie verschillende analyses en de 'inventory-theoretic approach', kunnen we vaststellen dat het multimodaal vervoer van bakstenen bij Vandersanden niet rendabel is wanneer men de vaart op de beschreven manier organiseert. In de betreffende paragrafen analyseerden we reeds de verschillende kostencomponenten van iedere uitgevoerde analyse apart. In onderstaande tabel wordt nog een duidelijk overzicht gegeven van de resultaten van de verschillende analyses die onder 7.2 werden uitgevoerd.

Tabel 10: Overzicht van de drie uitgevoerde analyses, eigen opmaak

	UNIMODAAL	MULTIMODAAL
Economisch	13,72 EUR/ton	14,6 EUR/ton
Energetisch	5,04 l/ton	6,67 l/ton
Ecologisch	229600 g/ton	935321 g/ton

In de uitgevoerde economische analyse voor Vandersanden maken vooral de natransportkosten van Menen naar Noord-Frankrijk een significant deel uit van de kosten van het multimodaal systeem. Deze kosten zijn voor Vandersanden bovendien duurder dan aangegeven wordt in de literatuur. Het is dan ook aangewezen om voor deze component van de transportketen te onderzoeken wat de oorzaak is van het hoge kostenaandeel.

Zowel in de economische als in de ecologische en energetische ontleding komt naar voren dat de overslag een belangrijke rol speelt in de rentabiliteit van het systeem. Vooral in de ecologische analyse zorgen de overslagactiviteiten ervoor dat de impact op het milieu en de omgeving minder positief wordt doordat de overslagkranen voor een enorme CO₂-uitstoot zorgen. Bovendien neemt de overslagactiviteit veel te veel tijd in beslag. Hierdoor worden kostbare uren verloren en is het vanuit economisch standpunt dus ook niet optimaal. Zoals men in de zakenwereld immers zegt: time is money. Door de tijdrovende overslag kunnen bovendien de personeelskosten voor de overslagactiviteit hoog oplopen. Deze personeelskosten werden niet in beschouwing genomen tijdens de verschillende analyses maar het is intuïtief duidelijk dat wanneer de overslag langer duurt, de werknemers ook langer beschikbaar moeten blijven om het systeem te coördineren en te sturen.

We kunnen dan ook concluderen dat de overslag een cruciaal component vormt in de keten van het binnenvaartproject. Ook de heer Roox, logistieke coördinator van steenfabriek Vandersanden, is zich ervan bewust dat de overslag de rentabiliteit van het palletsysteem drastisch doet dalen. Het één voor één lossen van de pallets dat 16,5u in beslag neemt, duurt veel te lang en bovendien lijdt de verpakking onder de herhaaldelijke behandeling die een pallet moet ondergaan om verplaatst te worden. De bakstenen worden immers maar verpakt in een houten wegwerppallet omgeven door krimpfolie. Het verhogen van de kwaliteit van de verpakking is geen optie, daar bakstenen laagwaardige producten zijn en de verpakkingskost dus relatief gezien per pallet een grote kost betekent. Steenfabriek Vandersanden is dan ook op zoek gegaan

naar andere oplossingen. Een mogelijke oplossing om het laden en lossen van het binnenschip te vergemakkelijken en te versnellen, is het gebruik van pontons.

Een ponton is een drijvend platform dat beladen kan worden met pallets. Vandersanden overweegt om een ponton zoals voorgesteld in bijlage 8 in te schakelen. In plaats van iedere pallet in het ruim van een binnenschip te hijsen, kan men dan gewoon de pallets aan boord van het ponton rijden met behulp van een heftruck. In eerste instantie plaats men een heftruck op het ponton. Een tweede heftruck staat op de kade en plaatst de palletten bakstenen op de rand van de kade zodanig dat de heftruck op het ponton deze weer kan opnemen en stuwen op het ponton. Vandersanden heeft reeds verschillende grote heftrucks in zijn bezit. Deze vorkliften zijn voorgesteld in bijlage 9 en door hun breedte kunnen ze 3 à 4 palletten bakstenen tegelijk vervoeren. Wanneer de pontons zouden gebruikt worden om de pallets te vervoeren, zouden ook deze grote heftrucks ingeschakeld kunnen worden waardoor de laadtijd nog meer daalt. Het gebruik van deze trucks was in het verleden niet mogelijk daar de pallets toen tot in het ruim moesten dalen wat technisch niet haalbaar is met een vorklift. Wanneer het gebruik van de pontons definitief is, zal ook een Ro-Ro brugje worden geïnstalleerd van ongeveer 8m lang en 4m breed dat bevestigd wordt op de oever. Ro-Ro staat voor Roll On-Roll Off en is een aanduiding voor de overslagactiviteit waarbij de lading aan en van boord gereden wordt. (WITLOX, 2006-2007) Aan de hand van deze overslagwijze kan de heftruck met 4 pakken stenen rechtstreeks van de stapelplaats het ponton oprijden.

Er bestaan verschillende types pontons. Het eerste ponton dat ze bij Vandersanden overwegen is in feite een constructie van twee pontons die aan elkaar gekoppeld worden. Op die manier bekomt men een lengte van 50m (2*25m), een breedte van 8m en een laadvermogen van 542 ton. In vergelijking met een binnenschip heeft een ponton dus maar de helft van de capaciteit. Het tonnage van 542 ton kan echter moeilijk uitgebreid worden omdat men rekening moet houden met een breedtebeperking van de Zuid-Willemsvaart van 8,2m. De Zuid-Willemsvaart is het kleinste kanaal wat betreft het traject van Lanklaar tot Menen. De minimumvaarbreedte op volle diepte bedraagt wel 16m waardoor we nog een breder ponton zouden kunnen gebruiker wanneer het kanaal overal diep genoeg is. Het ponton dat men dan zou kunnen opteren is 11,4m breed, 32m lang en heeft een laadvermogen van 593 ton. Met dit type van ponton kan men geen ander schip kruisen op de smalste doorgangen van de Zuid-Willemsvaart. Daarom zijn er drie 'wachtplaatsen' waar schepen even kunnen wachten totdat het ponton voorbij

gevaren is. Een ponton moet bovendien voortgeduwd worden door een zogenaamde duwboot omdat een ponton zelf niet gemotoriseerd is. Figuur 42 toont een duwboot die een ponton tot op zijn bestemming brengt. Deze alternatieve manier van laden en lossen zal rond mei-juni 2007 in praktijk getest worden.



Figuur 42: Duwboot met ponton
Bron: www.broeckaert-dekoning.be

De huur van een ponton kost 200 EUR per dag en de duwboot 900 EUR per dag. Samen komt dit neer op een boot-ponton combinatie van 1100 EUR per dag voor een vaart van 14 uur. De totale vaartijd met het ponton zou ongeveer 3 dagen bedragen inclusief laden en lossen wat ons tot een totale kost van 3300 EUR per vaart brengt. Met het voorgestelde laadvermogen van 593 ton moeten er echter wel meer vaarten gepland worden om aan de jaarlijkse vraag van 40 000 ton in Noord-Frankrijk te voldoen. We zouden dan dus minimum 67 vaarten moeten realiseren. Dit komt overeen met een transportkost voor het watertraject van $67 \text{ vaarten} \times 3300 \text{ EUR/vaart} = 221100 \text{ EUR}$. Wanneer we hierbij nog de transportkost voor het natransport (336000 EUR) en de overslagkost (60000 EUR) bijtellen die we eerder al berekenden, bekomen we een totale transportkost van 617100 EUR. In vergelijking met de transportkost van de proefvaart die verliep met een gewoon binnenschip in plaats van een ponton zien we dat dit laatste alternatief nog duurder is. Het opzetten van een binnenvaartproject dat gebruik maakt van een ponton zou slechts interessant zijn wanneer er minder vaarten georganiseerd kunnen worden en men dus een ponton gebruikt met een grotere capaciteit.

Wat de energetische en ecologische analyse betreft, stellen we vast dat bij een multimodaal systeem met pontons, men geen gebruik meer dient te maken van de zwaar milieubelastende kraanwagens. Om het ponton te laden gebruikt men immers, zoals

eerder in dit hoofdstuk aangehaald, vorkliften die veel minder energie verbruiken en veel minder CO₂-uitstoot met zich meebrengen. Precieze gegevens omtrent het verbruik en de emissies van een vorklift zijn echter niet voorhanden zodat het moeilijk wordt om een energetische en ecologische analyse te herconstrueren. In de toekomst zou het inzetten van elektrische heftrucks misschien een optie zijn waardoor het energieverbruik en de uitstoot van broeikasgassen bij de overslag geëlimineerd wordt. We krijgen dan zoals zichtbaar in tabel 9 een verschil in CO₂-uitstoot voor één bakstenen van 229600 g – 55871 g = 173729 g in het voordeel van het multimodaal vervoer. Op jaarbasis komt dit overeen met een hoeveelheid uitgespaarde CO₂-uitstoot van 173 729 g/ton * 40 000 ton bakstenen = 7 000 000 000 g of 7000 ton. Wanneer we deze reductie in CO₂-uitstoot door de inzet van elektrische heftrucks zouden omzetten in geldeenheden, kunnen we concluderen dat we door het binnenvaartproject van Vandersanden jaarlijks 140 000 EUR kunnen besparen. De prijs van één ton CO₂ bedraagt op dit moment immers ongeveer 20 EUR/ton. (EMISSIONSRECHTEN, 2007) Voor dit totale bedrag van 140 000 EUR zou men dan geen emissierechten moeten aankopen in het buitenland aangezien de hoeveel CO₂ die met dit bedrag overeenkomt al in eigen land uitgespaard werd door het palletsysteem van Vandersanden. De Belgische overheid kan deze hoeveel geld dan beter spenderen aan andere projecten in ons land.

Een andere factor die naast de overslagtechnieken een invloed heeft op de rentabiliteit van het multimodaal project, is de beschikbaarheid van een terugvaart. Op dit moment moet het binnenschip immers leeg terugvaren wat de rentabiliteit sterk doet dalen. Het zoeken van een lading voor de terugvaart van Menen naar Lanklaar zou de kosten kunnen drukken en is dus ook een cruciale factor in het slagen van het systeem.

Zelfs wanneer het multimodaal vervoer bij Vandersanden economisch niet rendabel is, zou men het systeem van palletvervoer via de binnenvaart toch kunnen doorvoeren omwille van enkele andere redenen. Ten eerste is er de ecologische baat die we eerder al besproken hebben. Het multimodaal transport zou door het inzetten van een binnenschip moeten zorgen voor vermeden externe kosten zoals onder andere de emissie van CO₂, een vermindering van de geluidshinder en minder infrastructuurkosten. Uit voorgaande analyse bleek echter dat een reductie in de emissies van CO₂ niet bekomen wordt bij het gebruik van overslagkranen voor de overslag. Met andere overslagtechnieken zoals de inzet van pontons zou dit misschien wel gerealiseerd kunnen worden. Bovendien kan een multimodaal vervoerssysteem vanuit energetisch oogpunt bijdragen tot de

transgenerationele solidariteit wanneer men het binnenvaartsysteem toch zou invoeren omwille van de bespaarde energie. Ook dit element komt echter niet naar voren in de gevalsstudie bij Vandersanden maar zou wel bekomen kunnen worden door een reorganisatie van de keten of verbeteringen aan verbrandingsmotoren.

Ten derde kan met toch besluiten over te stappen van een unimodale naar een multimodale transportmethode, omwille van wat men noemt het technologische multiplicatoreffect. Omdat het multimodaal netwerk nog niet op punt staat, is men immers steeds op zoek naar nieuwe technieken en technologische snufjes om zowel de kosten van overslag als de transportkosten van het binnenschip te verlagen. We denken hier bijvoorbeeld aan nieuwe, snellere en meer efficiënte overslagtechnieken. Ook onderzoek op ecologisch gebied kan interessant zijn zoals de toepassing van energieuze motoren. In plaats van technieken in het buitenland aan te kopen, kan men beslissen geld te investeren in het eigen land en hier de kennis te ontwikkelen. Doordat er in België meer geïnvesteerd wordt in onderzoek naar nieuwe technieken, zullen vanzelf ook andere technologieën verbeteren. De beslissing om goed in eigen land te investeren om technieken voor multimodaal vervoer te ontwikkelen zal dus versterkt worden door het feit dat er ook andere toepassingen uit de bus komen. Dit fenomeen wordt aangeduid als het technologisch multiplicatoreffect.

Multimodaal transport kan ook toegepast worden omwille van het sociaal multiplicatoreffect dat dan geïnduceerd wordt. Wanneer men immers op zoek gaat naar nieuwe technieken om het multimodaal vervoerssysteem te verbeteren, zal men hiervoor mensen moeten inschakelen. Om deze technologische kennis te vergaren en nieuwe technologieën te kunnen ontwikkelen, zullen er voldoende mensen ingezet moeten worden. Op die manier wordt er meer werkgelegenheid gecreëerd en worden dus meer mensen aan het werk gezet. Meer mensen krijgen een inkomen dat ze daarna dan weer kunnen consumeren in de maatschappij. Er wordt dus extra inkomen gecreëerd. Gezinnen kopen hiermee vakanties, verzekeringen en etenswaren die op hun beurt geproduceerd moeten worden door personen die hierdoor een inkomen verdienen en dit ook weer gaan spenderen. Het uiteindelijke effect is een aantal keren groter dan de oorspronkelijke investering, waardoor we kunnen spreken van het sociaal multiplicatoreffect.

Wat de toekomst betreft zien we heel wat mogelijkheden voor Vandersanden. In plaats van de handgevelstenen rechtstreeks naar het depot in Menen te vervoeren zou het binnenschip onderweg enkele haltes kunnen aangaan. Er liggen immers enkele belangrijke klanten van Vandersanden langs het binnenvaarttraject. Deze klanten hebben zelf kades aan de oever van het kanaal dus het binnenschip zou er kort kunnen stoppen, enkele palletten kunnen afladen op de kade en doorvaren. Om dit mogelijk te maken vaart er steeds een heftruck mee aan boord van het schip.

Bovendien heeft de steenfabrikant destijds een joint-venture opgezet met HUWA baksteen in Nederland. De twee productiesites van HUWA hebben een productiecapaciteit die vergelijkbaar is met die van Vandersanden en liggen beide langs de Rijn waar reeds veel trafiek is van de scheepvaart. Wanneer het Belgisch binnenvaartproject zou slagen, biedt dit opportuniteiten om ook het verkeer tussen de beide partners via de binnenvaart te laten verlopen en dit zelfs zonder voor- en natransport.

Hoofdstuk 8: Algemeen besluit

In dit afsluitend hoofdstuk geven we een algemeen besluit van deze eindverhandeling waarin het concept 'multimodaal vrachtvervoer' uitvoerig behandeld werd.

Het wegvervoer is in de loop der decennia uitgegroeid tot de absolute nummer één van de klassieke transportmodi. Vandaag de dag neemt de vrachtwagen nog steeds meer dan 75% van het goederenvervoer voor zijn rekening en dit in tegenstelling tot het transport per spoor of per binnenschip dat een veel kleiner aandeel van de totale transportactiviteiten inneemt.

Over de redenen die aan de basis liggen van bovenstaande evolutie, bestaan er twee grote strekkingen. Volgens de ene theorie dankt de vrachtwagen zijn groeiend succes aan het feit dat het wegvervoer steeds heeft kunnen genieten van een fiscaal gunstregime. In dat kamp situeren zich degenen die beweren dat het wegvervoer al decennialang onvoldoende bijdraagt tot de kosten die het veroorzaakt. Het wegtransport brengt immers negatieve effecten zoals congestie en CO₂-uitstoot met zich mee waarvan de schadekosten nooit betaald worden door de weggebruiker. Vertrekkend van die stelling pleiten de aanhangers dan ook voor een internalisering van de externe kosten en bijgevolg dus voor het duurder maken van het wegvervoer via een verhoging van bestaande heffingen of via de invoering van nieuwe taksen. In hun filosofie, zal er minder gebruik gemaakt worden van het wegvervoer, als de kostprijs ervan de hoogte ingejaagd wordt.

Volgens de andere strekking beschikt het wegvervoer over een aantal troeven of pluspunten die verklaren waarom verladers de andere transportmodi zoals het spoor en de binnenvaart in de loop der jaren steeds meer links hebben laten liggen. Als voornaamste troeven wordt over het algemeen gedacht aan flexibiliteit, betrouwbaarheid, vrij hoge gemiddelde commerciële snelheid ondanks de toenemende mobiliteitsproblemen, mogelijkheid om haast elk punt op de landkaart te bereiken en een ruime waaier aan rijdend materieel dat specifiek aangepast is aan de aard van de te vervoeren goederen.

Uit deze beide denkpatronen kunnen we concluderen dat het wegvervoer zowel positieve als negatieve kanten heeft. Verladers verkiezen deze vervoerswijze omwille van haar flexibiliteit en betrouwbaarheid, terwijl problemen omtrent verkeerscongestie en milieubelasting de laatste jaren steeds meer de kop opsteken en meer aandacht verdienen. Het is net om deze laatste reden dat het multimodaal vervoer een interessant alternatief kan vormen. De multimodale vervoerswijze combineert immers de voordelen van de vrachttrein of het binnenschip met de voordelen van het wegvervoer. Het hoofdtransport via het spoor of het water brengt nauwelijks externe kosten met zich mee in vergelijking met het wegtransport, terwijl het voor- en natransport per vrachtwagen ervoor zorgt dat de flexibiliteit van het systeem zo goed als mogelijk behouden blijft.

Ook wanneer men een internalisering van externe kosten zou doorvoeren, is het aangewezen een modale verschuiving te bewerkstelligen van het unimodaal wegvervoer naar het multimodaal wegvervoer. Aangezien het vervoer over de weg te kampen heeft met grote externe kosten als luchtvervuiling en congestie, zal immers de prijs sterk stijgen. Vervoer dat uitsluitend over de weg plaatsvindt en frequent wordt uitgevoerd, zal dan niet meer betaalbaar blijven. Op die manier wordt een verschuiving naar multimodaal vervoer in de hand gewerkt.

Het kiezen voor een ander vervoermiddel dan de vrachtwagen om een deel van het goederentraject af te leggen, is echter nog niet erg ingeburgerd in de bedrijfswereld. De meeste ondernemingen beschikken over te weinig informatie over deze manier van transporteren waardoor ze ook de voordelen van het multimodaal vervoer onvoldoende kennen. Het is dan ook aan de verschillende overheden om deze manier van transporteren zoveel mogelijk te promoten.

Het slagen van het multimodaal systeem kan echter enkel gegarandeerd worden wanneer de totale transportketen optimaal georganiseerd wordt. Hierbij spelen vooral de overslagkosten en het natransport een cruciale rol voor de rentabiliteit van het multimodaal transport. Vaak wordt bij de overslag te veel tijd verloren en wegen de overslagkosten te zwaar door in de totale kosten. Wat het natransport betreft, is het noodzakelijk dat deze kost niet te hoog oploopt. Deze stelling wordt duidelijk bevestigd in de gevalstudie van steenproducent Vandersanden die in deze eindverhandeling werd uitgewerkt. De kost van het natransport neemt hier immers een significant aandeel van de kost per ton voor zijn rekening. Het multimodaal binnenvaartproject wordt voor de

uitgevoerde analyses slechts rendabel wanneer er gesnoeid kan worden in de tijdsduur van de overslag en de kosten van het natransport gedrukt kunnen worden. Om de kansen en de competitiekracht van het multimodaal transport ten opzichte van het rechtstreeks vervoer in de toekomst te vergroten, is het raadzaam voldoende geld te investeren in het onderzoek naar nieuwe en efficiënte overslagtechnieken.

Een ander belangrijk knelpunt dat de literatuur vermeldt, is de beperkte infrastructuur. De spreiding van de terminals is anno 2007 immers nog niet optimaal genoeg om het multimodaal transport op iedere locatie in België te kunnen aanwenden. Door de te grote afstand van de terminal tot de onderneming, dus het te lange voor- of natransport, wordt de toepassing van multimodaal transport minder of zelfs niet interessant. Ook hier zal België of Vlaanderen in de toekomst nog voldoende aandacht aan moeten schenken om het multimodaal vervoer als een volwaardige alternatieve vervoerswijze te kunnen aanschouwen.

Lijst van geraadpleegde werken

Internetadressen

Belgische spoorwegen (online) (geraadpleegd op 16 december 2006) <URL: <http://www.belrail.be>>

Belgisch Instituut der Transportorganisatoren (online) (geraadpleegd op 11 januari 2007) <URL: <http://www.bito-ibot.be>>

Broeckaert-dekoning, duwboot (online) (geraadpleegd op 4 april 2007) <URL: <http://www.broeckaert-dekoning.be>>

Brussels Observatorium voor Duurzame Consumptie (online) (geraadpleegd op 23 oktober 2006) <URL: <http://www.observ.be>>

Centraal Bureau voor de Statistiek (online) (geraadpleegd op 23 oktober 2006) <URL: <http://www.cbs.nl>>

De scheepvaart NV (online) (geraadpleegd op 29 december 2006) <URL: <http://www.descheepvaart.be>>

Dieselnet (online) (geraadpleegd op 2 december 2006) <URL: <http://www.dieselnet.com>>

Europese Commissie (online) (geraadpleegd op 11 januari 2007) <URL: http://ec.europa.eu/transport/marcopolo/index_en.htm>

FEBIAC, Belgische automobiel- en tweewielerfederatie (online) (geraadpleegd op 18 oktober 2006) <URL: <http://www.febiac.be>>

Federale politie (online) (geraadpleegd op 5 mei 2007) <URL: <http://www.polfed-fedpol.be>>

Federale portaalsite van België (online) (geraadpleegd op 19 mei 2007)
<URL:<http://www.belgium.be>>

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (online) (geraadpleegd op 11 maart 2007) <URL: <http://ipcc-wg1.ucar.edu>>

Katleen Van Brempt, Vlaams minister van Mobiliteit, Sociale Economie en Gelijke Kansen (online) (geraadpleegd op 16 december 2006) <URL: <http://www.kathleenvanbrempt.be>>

Klimaat (online) (geraadpleegd op 2 december 2006) <URL: <http://www.klimaat.be>>

Klimaatverandering (online) (geraadpleegd op 2 december 2006) <URL: <http://www.climatechange.be>>

Marcho, managing 21: een blik op het heden en de toekomst van de economie (online) (geraadpleegd op 10 mei 2007) <URL: <http://managing21.skynetblogs.be/>>

Milieudefensie (online) (geraadpleegd op 2 december 2006) <URL: <http://www.milieudefensie.nl>>

Milieuloket (online) (geraadpleegd op 2 december 2006) <URL: <http://www.milieuloket.nl>>

MIRA, Milieurapport Vlaanderen (online) (geraadpleegd op 10 januari 2007) <URL: <http://www.milieurapport.be>>

Nationaal Instituut voor de Statistiek (online) (geraadpleegd op 18 oktober 2006) <URL: <http://www.statbel.fgov.be>>

NIEMA, raadgevend ingenieursbureau b.v. (online) (geraadpleegd op 12 maart 2007) <URL: <http://www.niema.nl>>

Nieuwsbank, interactief Nederlands persbureau (online) (geraadpleegd op 19 mei 2007) <URL:<http://www.nieuwsbank.nl>>

Promotie Binnenvaart Vlaanderen (online) (geraadpleegd op 18 oktober 2006) <URL: <http://www.binnenvaart.be>>

Studiedienst van de Vlaamse regering (online) (geraadpleegd op 23 oktober 2006) <URL: <http://aps.vlaanderen.be>>

Transport & Mobility Leuven (online) (geraadpleegd op 19 mei 2007) <URL: <http://www.tmleuven.be>>

Universiteit Hasselt, bibliotheekcatalogus (online) (geraadpleegd op 10 oktober 2006) <URL: <http://www.luc.ac.be/bibliotheek>>

Vandersanden (online) (geraadpleegd op 12 maart 2007) <URL: <http://www.vandersanden.be>>

Vlaams Instituut voor de Logistiek, VIL (online) (geraadpleegd op 20 oktober 2006) <URL: <http://www.vil.be>>

Vlaams Overleg Duurzame Ontwikkeling (online) (geraadpleegd op 2 december 2006) <URL: <http://www.vodo.be>>

Vlaams Wetenschappelijk Economisch Congres (online) (geraadpleegd op 16 oktober 2006) <URL: <http://www.vub.ac.be/vwec2006/>>

Website over emissiehandel (online) (geraadpleegd op 5 mei 2007) <URL: <http://www.emissierechten.nl>>

Boeken, tijdschriften en papers

Blauwens, G., De Baere, P., Van de Voorde, E. (2001) *Vervoerseconomie*, Standaard Uitgeverij, Antwerpen.

Blauwens, G., Janssens, S., Vernimmen, B., Witlox, F. (2002) *Een logistieke kostenvergelijking tussen het wegvervoer en het gecombineerd vervoer voor het transport van containers vanuit de Antwerpse haven naar het hinterland*, in: Blauwens, G., Witlox, F. (Eds) *Multimodaal vervoer: zoektocht naar synergie tussen de modi?*, Garant, Leuven.

Blauwens, G., Janssens, S., Vernimmen, B., Witlox, F. (2003) *A logistical analysis of transport frequency*, Across the border: building upon a quarter century of transport research in the Benelux, De Boeck, Antwerpen, pp. 69-87.

Binnenvaart: magazine voor vervoer over water, '*Hoe zwaar weegt het PPS-programma?*', december 2006 – januari 2007, Jansen & Janssen, Hasselt.

Binnenvaart: magazine voor vervoer over water, '*12 stimulansen van en voor de binnenvaart*', juni 2006, Jansen & Janssen, Hasselt.

Bollen, A., Van Humbeeck, P. (2002) *Klimaatverandering en klimaatbeleid*, Academia Press, Gent.

Claeys, B. (2006) *Emissiehandel: over vlaggen en ladingen*, Zacht Geritsel, Vlaams Overleg Duurzame Ontwikkeling (VODO), Brussel.

Coebergh, H.P.Th. (1999) *Intermodaal vervoer: een praktisch handboek voor de manager*, Lemma bv, Utrecht.

De Borger, B., Proost, S. (1997) *Mobiliteit: de juiste prijs*, Garant, Leuven.

De Ceuster, G., (2004) *Internalisering van externe kosten van wegverkeer in Vlaanderen*, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, Transport & Mobility, Leuven.

De Decker, W. (2002) *Shortsea shipping: kansen en obstakels*, in: Blauwens, G., Witlox, F. (Eds) *Multimodaal vervoer: zoektocht naar synergie tussen de modi?*, Garant, Leuven.

Degraef, P. (2002) *Weg met het wegvervoer?*, in: Blauwens, G., Witlox, F. (Eds) *Multimodaal vervoer: zoektocht naar synergie tussen de modi?*, Garant, Leuven.

De Vlieger, I. et. al. (2001) *Maatregelen in de transportsector voor de vermindering van CO₂ en troposferische ozon*, Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden, Brussel.

Draulans, D. (2006) *Wij maken het warmer*, Knack, 15 november 2006.

ECMT, European Conference of Ministers of Transport (2001) *Terminology on combined transport*, Economic Commission for Europe, New York/ Genève.

Europese Commissie (1996) *Naar een eerlijke en doelmatige prijsstelling in het vervoer, Mogelijke beleidskeuzen voor het internaliseren van de externe kosten van vervoer in de Europese Unie*, Groenboek, Brussel.

Federale Overheid (2006) *Draft: Belgian National Allocation Plan for CO₂-emission: allowances 2008-2012*, Brussel.

Federale overheidsdienst mobiliteit en vervoer (2005) *Ministeriële omzendbrief betreffende de voorwaarden voor de behandeling van de subsidieaanvragen voor intermodale transporteenheden, die op het Belgisch grondgebied van het spoorwegverkeer gebruik maken*, Belgisch Staatsblad.

Het Belang van Limburg, *Experiment met bakstenen en scheepvaart*, 9 februari 2007.

Het Laatste Nieuws, *Goederenvervoer per spoor volledig geliberaliseerd in EU*, 21 december 2006.

Hof, B., Koopmans, C. (2005) *Tijdwaardering van verladers op het spoor*, Stichting voor economisch onderzoek der universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Konings, R., Bontenkoning, Y., Maat, K. (2006) *De concurrentiekracht van intermodaal vervoer in ruimtelijk perspectief: intermodaal op welke schaal?*, in: Macharis, C., Despontin, M. (Eds), *Mobiliteit en (groot)stedenbeleid*, Politeia, Brussel.

Logghe, S., Vanhove, F. (2004) *Het Belgisch verkeer in cijfers*, Transport & Mobility, Leuven.

Macharis, C. (2004) *Coöperatie of concurrentie? De intermodale transportketen nader bekeken*, in: Blauwens, G., d'Haens, P., Van Breedam, A. (Eds) *Logistiek: laatste front in de concurrentieslag*, Garant, Antwerpen.

Macharis, C., Cornillie, I. (2006) *Palletvervoer via de binnenvaart, een haalbaar alternatief?*, in: Macharis, C., Despontin, M. (Eds), *Mobiliteit en (groot)stedenbeleid*, Politeia, Brussel.

Macharis, C., Verbeke, A. (1999) *Intermodaal vervoer: economische en strategische aspecten van het intermodaal vervoer in Vlaanderen*, Garant, Leuven.

Macharis, C., Verbeke, A. (2004) *Intermodaal binnenvaartvervoer: economische en strategische aspecten van het intermodaal binnenvaartvervoer in Vlaanderen*, Garant, Antwerpen.

Macharis, C., et. al. (2005) *Transport: alternatieven voor een milieuvriendelijker vervoer*, Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2005, Transport & Mobility Leuven.

Martens, A. (2002) *De strategie van de NMBS voor het intermodaal vervoer*, in: Blauwens, G., Witlox, F. (Eds) *Multimodaal vervoer: zoektocht naar synergie tussen de modi?*, Garant, Leuven.

Mayeres, I., et. al. (2001) *De externe kosten van transport: syntheseverslag*, Mobiliteit, Federale Dienst voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele Aangelegenheden, Brussel.

Metro, *België koopt propere lucht*, 15 november 2006 : nr. 1338.

MIRA (2006) *Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005, Transport*, Ina De Vlieger, Erwin Cornelis, Luc Int Panis, Liesbeth Schrooten, Leen Govaerts, Luc Pelkmans, Steven Logghe, Filip Vanhove, Griet De Ceuster, Cathy Macharis, Frank Van Geirt, Joeri Van Mierlo, Jean-Marc Timmermans, Julien Matheys, Caroline De Geest en Els van Walsum, Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be.

Nachtegael, M., Buysse, J. (1996) *Wiskundige vademecum: een synthese van de leerstof wiskunde*, Uitgeverij Pelckmans, Kapellen.

Promotie Binnenvaart Vlaanderen (2003) *Palletvervoer: inventaris van de lopende Europese initiatieven*, Promotie Binnenvaart Vlaanderen, Antwerpen.

Thomas I., et. al. (2002) *Bereikbaarheid in België via de transportnetwerken voor goederenvervoer*, in: Blauwens, G., Witlox, F. (Eds) *Multimodaal vervoer: zoektocht naar synergie tussen de modi?*, Garant, Leuven.

Vannieuwenhuyse, B. (2004) *De vervoerwijzekeuze: drijfveren, hefboomen en katalysatoren in een bedrijfseconomische context*, in: Blauwens, G., d'Haens, P., Van Breedam, A. (Eds) *Logistiek: laatste front in de concurrentieslag*, Garant, Antwerpen.

Vannieuwenhuyse, B., Misschaert, M. (2006) *Handleiding voor een optimale verdeling over de verschillende vervoerswijzen weg, spoor en binnenwateren: van bewustwording tot implementatie*, Vlaams Instituut voor de Logistiek, Antwerpen.

Vernimmen, B. (2004) *Een logistieke analyse van de modale keuze in het goederenvervoer*, in: Blauwens, G., d'Haens, P., Van Breedam, A. (Eds) *Logistiek: laatste front in de concurrentieslag*, Garant, Antwerpen.

Vernimmen, B., Witlox, F. (2003) 'The inventory-theoretic approach to modal choice in freight transport: literature review and case study', *Brussels Economic Review*, Vol. 26:2.

Willems, K. (2002-2003) *Multimodaal goederenvervoer en de totale logistieke kostprijs*, eindverhandeling Handelsingenieur aan de faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen aan de Universiteit Hasselt, Diepenbeek.

Witlox, F. (2006-2007) *Vervoersbeleid: expeditie – verzending van goederen*, cursus 3de jaar HI-OML, Universiteit Hasselt, Diepenbeek.

Witlox, F. (2003) *Quality attributes in freight transport modelling: a literature review*, Across the border: building upon a quarter century of transport research in the Benelux, De Boeck, Antwerpen, pp. 27-41.

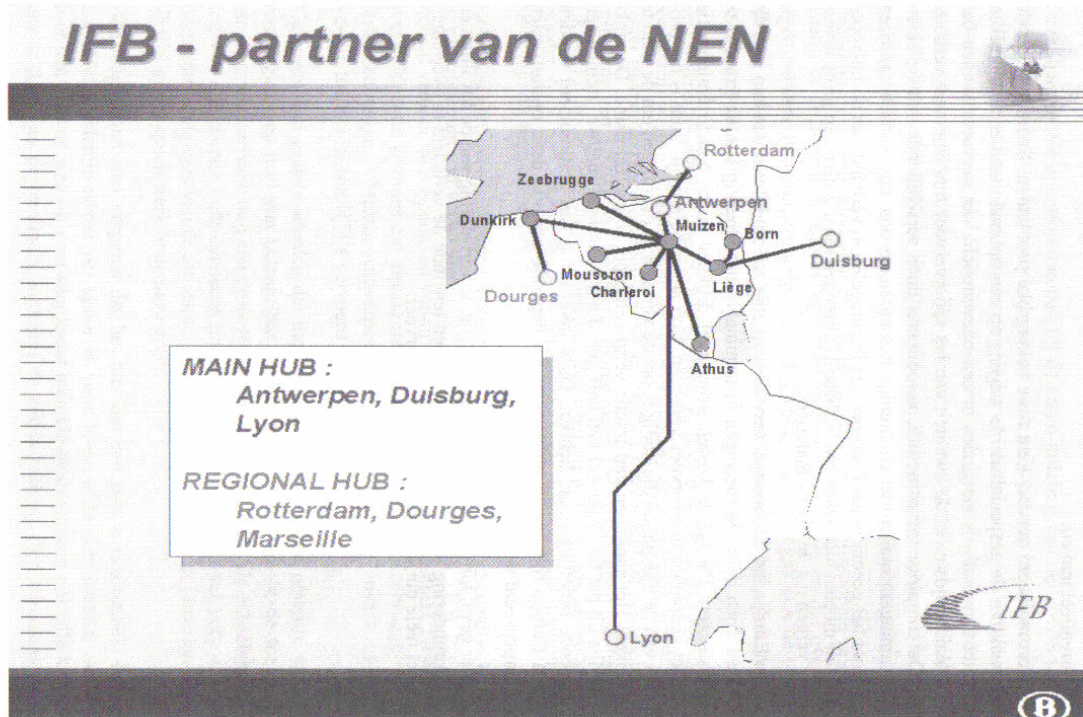
Witlox, F., Vandaele, E. (2005) 'Determining the monetary value of quality attributes in freight transportation using a stated preference approach', *Transportation Planning and technology*, Vol. 28:2, pp. 77-92.

Lijst van bijlagen

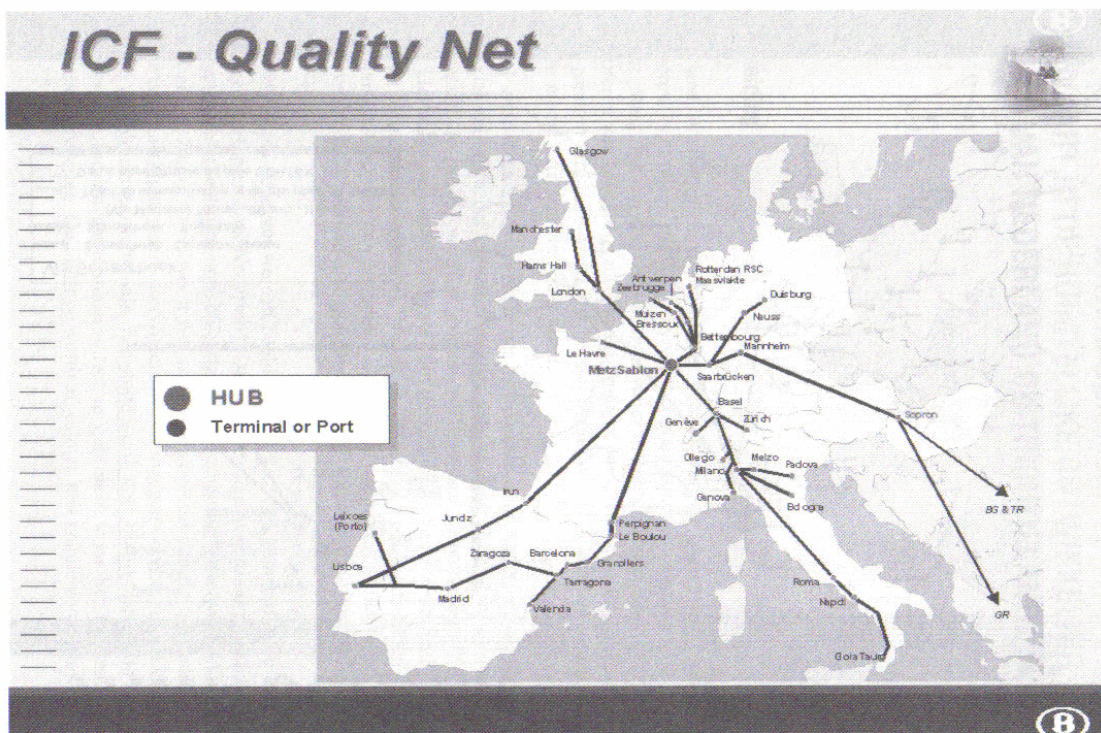
Bijlage 1	De verschillende spoornetwerken.....	146
Bijlage 2	De Belgische waterwegen	148
Bijlage 3	Het intermodale terminallandschap van België in 2005.....	149
Bijlage 4	Knelpunten van het multimodaal vervoer.....	150
Bijlage 5	Luchtfoto's Vandersanden Lanklaar aan de Zuid-Willemsvaart	152
Bijlage 6	Beschrijving binnenvaarttraject	153
Bijlage 7	Leveringszones en transportprijzen Vandersanden	155
Bijlage 8	Het ponton	156
Bijlage 9	Vorkheflift Vandersanden.....	157

Bijlage 1: de verschillende spoornetwerken

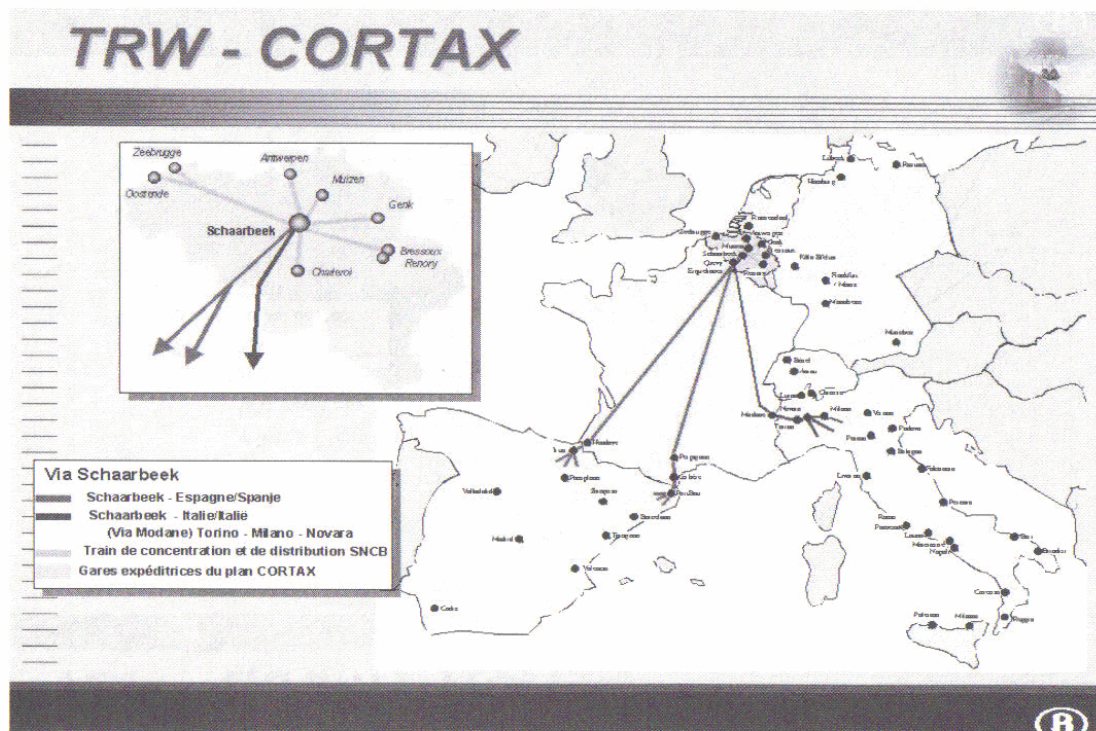
North European Network (NEN) van InterFerryBoats



ICF Quality Net

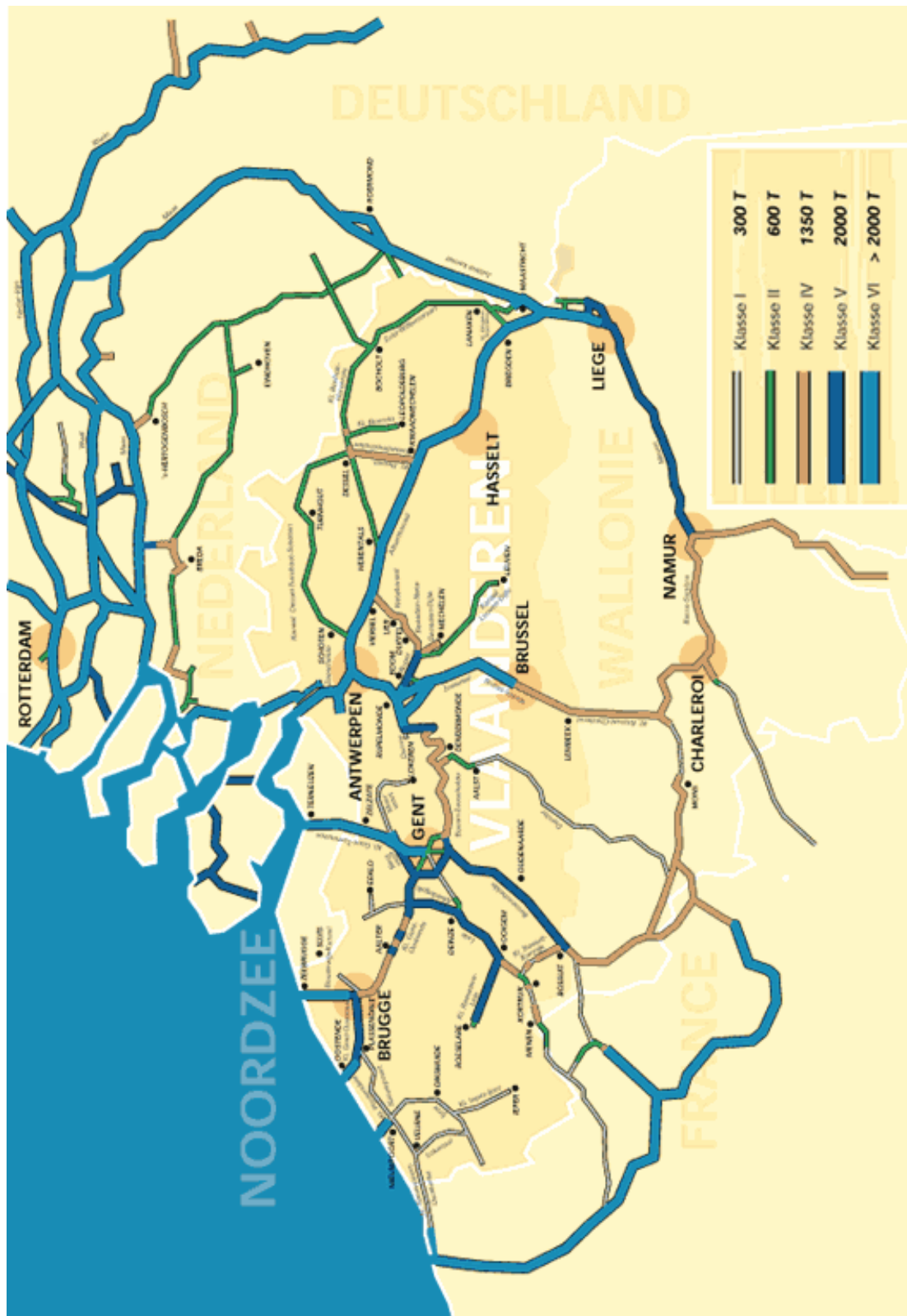


CORTAX-netwerk



Bron: Martens, 2002

Bijlage 2: de Belgische waterwegen



Bron: Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2007

Bijlage 3: het intermodale terminallandschap van België in 2005



Trimodale terminal ●

Trimodal Container Terminal te Willebroek (TCT)
 Trimodale Terminal in Genk
 Trimodale terminal in Brussel
 Trimodale terminal in Renory

Zeehaven ◆

Antwerpen
 Zeebrugge
 Gent

Spoor/wegterminal ▲

Haven Genk
 Antwerpen
 Kortrijk
 Moeskroen
 Charleroi
 Bierset
 Athus
 Muizen

Binnenvaart/wegterminal ■

Avelgem Container Terminal (AVCT)
 River Terminal Wielsbeke (RTW)
 Intermodal Platform Gent (IPG)
 Cargovill Container Terminal in Vilvoorde (CCT)
 Gosselin Container Terminal in Deurne (GCT)
 Meerhout Container Terminal (MCT) (WCT)
 BATOP: Terminal in Herent

Bron: MIRA, 2006 (eigen opmaak)

Bijlage 4: knelpunten van het multimodaal vervoer

Technisch/infrastructurele knelpunten

Wegvervoer	- Congestie op de wegen; beschikbare capaciteit is op bepaalde wegen ontoereikend; het wegtransport wordt onbetrouwbaar.
Spoorvervoer	- Gebrek aan flexibiliteit; rangeren en hervormen van treinen is een tijdrovende en dure activiteit. - Geen directe toegang tot het spoornetwerk voor de meeste bedrijven. - Ongecoördineerde inplanting van spoorterminals. - Hele trage operationele harmonisatie van het spoornet in Europa (spoorbreedte, signalisatie) wat vertragingen oplevert.
Binnenvaart	- Verouderde binnenvaartvloot, vooral een perceptie die leeft bij de vragende partij. - Sluizen en bruggen met beperkte openingstijden en capaciteit. - Beperkte densiteit van het netwerk, weinig bedrijven zijn watergebonden. - Te weinig kaaimuren en loskades volgens de verladers; in onbruik geraakte private kaaien. - Te weinig aandacht voor het onderhoud van kleine kanalen.
Intermodaal	- Niet altijd kost-efficiënte overslagterminals, o.a. wegens te kleine overslagvolumes, volgens bepaalde actoren ten gevolge van een ongecoördineerde inplanting van terminals.

Organisatorische knelpunten

Wegvervoer	- Vele kleine spelers met lage marges en bijgevolg weinig innovatiemogelijkheden. - Steeds strengere reglementering.
Spoorvervoer	- Slechte reputatie van het spoor bij gebruikers. - Niet-commerciële ingesteldheid van de nationale spooroperator. - Trage liberalisering van het spoorvervoer in Europa.
Binnenvaart	- Vele kleine spelers met lage marges. - Weinig transparantie in de binnenvaartsector. - Te sterke oriëntatie van de binnenvaartoperators op de traditionele doelmarkt.
Intermodaal	- Te weinig aandacht voor hinterlandverbindingen in de havens; alle aandacht gaat naar zeeschepen. - Te weinig kennis bij de wegvervoerders van de aanvullende mogelijkheden die het 'alternatief vervoer' hen biedt. - Te weinig samenwerking tussen de terminals. - Te weinig grensoverschrijdende samenwerking. - Het slecht 'verkopen' van het intermodaal product.

Maatschappelijke knelpunten

Geen 'level playing field'	- Ongelijke subsidiëring en financiering van verschillende vervoerwijzen. - Ongelijke subsidiëring en financiering van verschillende trajecten binnen een bepaalde vervoerwijze.
Geen eenduidig en geïntegreerd vervoerbeleid	- Versnippering van bevoegdheden inzake multimodaal vervoer over verschillende overheden in België. - Gebrek aan een eenduidig, krachtdadig Europees vervoerbeleid. - Gebrek aan voeling met de sector in de Europese commissie; er is een gebrek aan terreinervaring; het beleid staat ver van de praktijk. - Negatieve perceptie omtrent logistiek en goederenvervoer bij de publieke opinie die het beleid beïnvloedt. - Prioriteit vooralsnog aan het personenvervoer.

Geen 'level playing field' = een omgeving waarbij alle spelers in de markt dezelfde regels moeten volgen en een gelijkaardige mogelijkheid hebben om te concurreren.

Bron: Vannieuwenhuyse en Misschaert, 2006

Bijlage 5: luchtfoto's Vandersanden Lanklaar aan de Zuid-Willemsvaart



Bron: Vandersanden, 2007

Bijlage 6: beschrijving binnenvaarttraject

1. Vertrek vestiging Lanklaar

Zuid Willemsvaart (KLASSE II) + verbinding met Julianakanaal

Afstand: +/- 19 km

Traject: via Smeermaas tot aan sluis Bosscherveld (132,00 x 14,00)

2. Julianakanaal (KLASSE V)

Afstand: +/- 7,5 km

Tot aan de Sluis van Lanaye (136,00 x 16,00)

3. Albertkanaal (KLASSE VI)

Afstand: +/- 93 km

Traject via (in volgorde):

Sluizen Genk, Diepenbeek, Hasselt, Kwaadmechelen, Olen :

- 200,00 x 24,00 (1S)

- 136,00 x 16,00 (2S)

- 136,00 x 16,00 (3S)

Tot Viersel

4. Netekanaal (KLASSE IV)

Sluis Viersel (81,60 x 10,50)

Sluis Duffel (136,00 x 16,00)

Afstand: 25,6 km

5. Rupel (KLASSE V)

Afstand: 9,2 km

Tot sluis Merelbeke

6. Verbinding met Boven-Zeeschelde

- **KLASSE VI** 6a

Afstand: 13,7 km

Brug Temse

- **KLASSE V** 6b

Afstand: 21,3km

7. Boven-Zeeschelde (KLASSE IV)

Afstand: 28,3 km

8. Verbinding met Leie (KLASSE V)

Afstand: 22,9 km

Sluis Merelbeke: 2 x (180,00 x 18,00)

9. Leie tot eindbestemming Menen

· Eerste gedeelte **KLASSE V** (9a)

Afstand: +/- 31 km

Sluis Harelbeke (115,00 x 12,50)

· Laatste gedeelte **KLASSE IV** (9b)

Afstand: +/- 25 km

Sluis Menen (195,00 x 12,50)

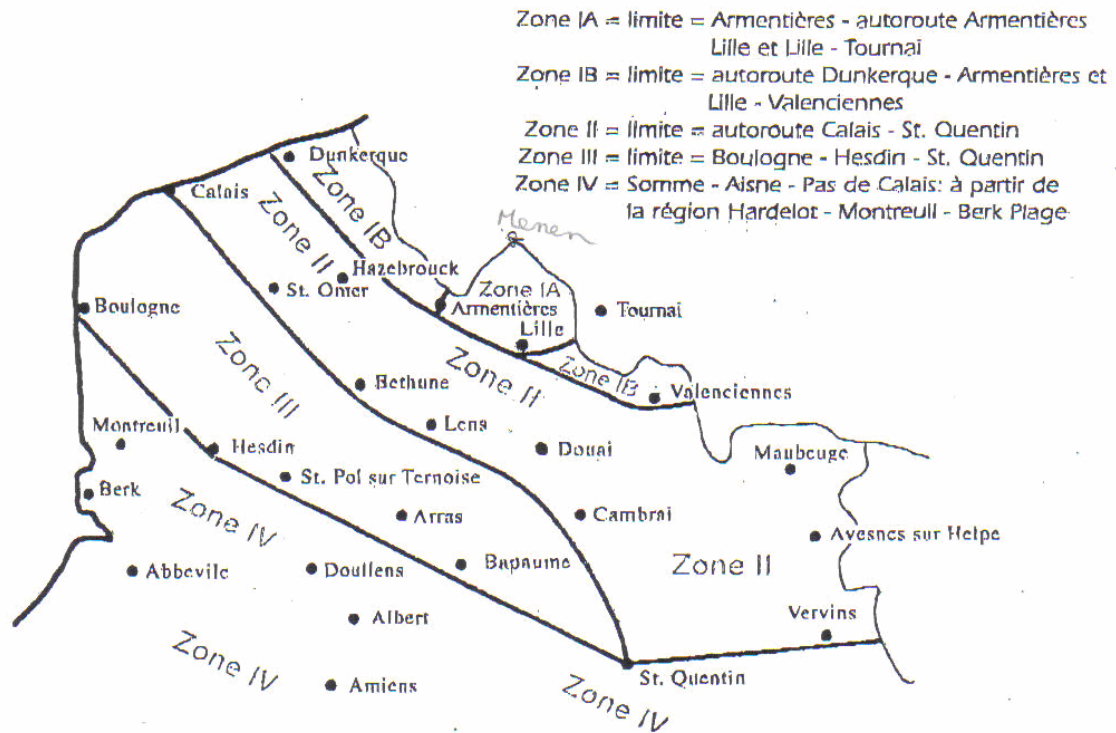
Aankomst in Menen

Totale afstand via de waterweg: 296,5 km

Bron: Vandersanden, 2007

Bijlage 7: leveringszones en transportprijzen Vandersanden

Verschillende leveringzones van Vandersanden in Frankrijk



Transportprijzen van Vandersanden overeenkomstig de leveringszone

Zone	Vertrek in Menen (multimodaal)	Vertrek in Lanklaar (rechtstreeks)
IA	140 EUR	285,80 EUR
IB	170 EUR	320,81 EUR
II	210 EUR	344,40 EUR
III	250 EUR	380,63 EUR
IV	300 EUR	401,10 EUR

Bron: Vandersanden, 2007

Bijlage 8: het ponton



Bron: Vandersanden, 2007

Bijlage 9: vorkheflift Vandersanden



Bron: Vandersanden, 2007

Auteursrechterlijke overeenkomst

Opdat de Universiteit Hasselt uw eindverhandeling wereldwijd kan reproduceren, vertalen en distribueren is uw akkoord voor deze overeenkomst noodzakelijk. Gelieve de tijd te nemen om deze overeenkomst door te nemen, de gevraagde informatie in te vullen (en de overeenkomst te ondertekenen en af te geven).

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Multimodaal vervoer: economische, energetische en ecologische analyse.

Toepassing : palletvervoer bij Vandersanden

Richting: **Handelsingenieur**

Jaar: **2007**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Ik ga akkoord,

Evy CUYPERS

Datum: **02.06.2007**