



STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK

ENERGIEBESPARINGEN IN HET GOEDERENVERVOER

Eddy Van de Voorde

Rik Goegebeur

Rapport 80/107

September 1980

*Deze studie wordt uitgevoerd in het kader van het Nationaal R&D
Programma Energie (2de fase), gefinancierd door het Ministerie
van Wetenschapsbeleid, onder contractnummer E/I/4.2.*

*De auteurs wensen Prof. Dr. G. Blauwens te danken voor de
begeleiding van deze bijdrage.*

Universitaire Faculteiten St.-Ignatius

Prinsstraat 13 - 2000 Antwerpen

D/1980/69/17

INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk 1 : Aandeel van de globale transportsector in het energieverbruik	2
1. Het finale energieverbruik	2
2. Verbruikte energievormen	3
3. Verlies van energie	4
Hoofdstuk 2 : De goederenvervoersector	4
1. Vervoerprestaties	4
1. Wegvervoer, binnenvaart, spoorvervoer	4
2. Vervoer per pijpleiding	8
2. Modaal energieverbruik	8
1. Methodologische basisvoorwaarden	8
2. Specifiek energieverbruik der modi	9
1. Het wegvervoer	9
2. De binnenvaart	10
3. Het spoorwegvervoer	11
4. Vervoer per pijpleiding	12
5. Energieverbruikstabel	12
3. Schatting van het energieverbruik der goederenvervoersector	13
Hoofdstuk 3 : Besparingsstrategieën	14
1. Complexiteit van het probleem	14
2. Besparingsmaatregelen	15
1. Vermindering van de vervoerprestaties	15
2. Modale verschuivingen	16
3. Intra-modale energiebesparingen	18
1. Beladingscoëfficiënten	18
2. Vervoermiddelen met groter laadvermogen	19
3. Vervoercentra	19
4. Technologisch aspect	20
3. Implicaties voor de energiepolitiek	21
4. Toepassing op de relatie Antwerpen-Charleroi	21

INLEIDING.

De eerste oliecrisis in 1973, de angst voor een gebrekkige energiebevoorrading en de toenemende druk van de "olier rekening" op de betalingsbalans deden de noodzaak van onderzoek naar energiebesparende maatregelen ontstaan. De transportsector neemt wat het globale Belgische energieverbruik betreft de vierde plaats in (1). Voor onze nationale economie is een qua energieverbruik goed georganiseerde vervoersector dus uitermate belangrijk.

Centraal in het onderzoek staat het afgeleid karakter van de transportvraag: de transportactiviteit is een functie van de produktie en de consumptie. Dit verklaart de groeiende belangrijkheid van het vervoer in een wereld waarin de afstand tussen de plaats van produktie en de plaats van verbruik niet langer een kapitale rol speelt, o.a. door de technische evolutie der vervoermiddelen. Energiebesparende maatregelen in de transportsector mogen daarom in geen geval een hinder betekenen voor produktie- en/of consumptieactiviteiten.

Energie en vervoer zijn op een dubbele wijze met elkaar verbonden: enerzijds is de transportsector een der grootste energieverbruikers, anderzijds is diezelfde sector ook belast met het transport van de diverse energiedragers. Wanneer het brandstofverbruik beperkt wordt zal er een overeenkomstige daling zijn in het volume vervoerde brandstof. Maatregelen die het verbruik van een bepaalde energiedrager stimuleren kunnen verschuivingen tussen transportmodi veroorzaken.

Dit rapport vormt de samenvatting van een uitgebreide studie waarin gepoogd wordt een schets te geven van de vrij complexe problematiek betreffende het energieverbruik in de goederenvervoersector (2). Er wordt gestreefd naar het kenmerken van de evolutie in dit verbruik, en het bepalen van een eerste grootte-orde van mogelijke energiebesparingen. Op te merken valt dat de beschikbare gegevens over het energieverbruik schaars zijn. Meestal ontbreken dan nog nauwkeurige cijfers over beladingsgraad, gemiddelde snelheid, congestie...

Na een doorlichting van het energieverbruik in de globale transportsector wordt aandacht geschonken aan de structuur van de Belgische goederenvervoersector en het energieverbruik der modi. Op basis hiervan wordt een energieverbruikstabel opgesteld. De lezer die minder geïnteresseerd is in de studie van de goederenvervoersector en de technische verbruikscoefficienten der modi verwijzen we onmiddellijk naar hoofdstuk 3. Daarin worden een aantal mogelijke besparingsmaatregelen voorgesteld. De gevolgen en de economische haalbaarheid van deze maatregelen worden getest op een specifieke relatie tussen twee regio's.

De nadruk dient gelegd te worden op het feit dat dit rapport enkel de richting wil aangeven waar mogelijke energiebesparingen kunnen verwezenlijkt worden. Slechts wanneer het transport-energiemodel operationeel zal zijn kunnen concrete cijfermatige antwoorden gegeven worden op probleemstellingen op het vlak van transport en energie (3).

Hoofdstuk 1 : Aandeel van de globale transportsector in het energieverbruik

Het bewerken van statistisch materiaal betreffende energiestromen leidt tot veelvuldige methodologische problemen. Deze problemen tracht men op te vangen door het gebruik van energiebalansen die toelaten een onderscheid te maken tussen de energiebevoorrading die effectief aan de eindverbruiker geleverd wordt, en de verliezen tengevolge van activiteiten van de energiesector en bij de distributie. Schematisch geeft dat (4):

schijnbaar brutoverbruik van primaire energie
- leveringen aan het energetisch eindverbruik

= verliezen verbonden met de activiteiten van
de sector energie en met de distributie

Het begrip "leveringen voor het energetisch eindverbruik" wordt gedefinieerd als de som van de energieën geleverd aan de energetische eindverbruikers. Vermits dit begrip de energievraag inhoudt vormt het een ideaal referentiepunt om een energiebesparende politiek van de vervoersector te ontwikkelen.

1.1. Het finale energieverbruik

Van het Belgische finale energieverbruik (1409466 TJ) nam de globale transportsector in 1978 17% voor haar rekening, naast 40% voor de industriële sector en 43% voor de huishoudelijke sector (5). De uitsplitsing per modus toont aan dat vooral het wegvervoer de grote verbruiker is.

Tabel 1 - Finaal energieverbruik per modus voor de globale transportsector

Modus	Energieverbruik voor 1978	
	TJ	%
wegvervoer	197624	92,7
spoorvervoer	11392	5,3
binnenscheepvaart	4214	2,0

Bron: Planbureau, Bilan énergétique belge: grandes tendances de l'évolution 1960-1979, 1980.

In het tweede hoofdstuk wordt aan de hand van data over de goederenvervoersector en de energieverbruikstabel een schatting gemaakt van het energieverbruik in het goederentransport.

1.2. Verbruikte energievormen

Uit tabel 2 blijkt dat de aardolieprodukten vrijwel het hele finale energieverbruik van de globale vervoersector uitmaken. In het huidige stadium blijkt een betekenisvolle vervanging door andere energiebronnen nog niet mogelijk.

Tabel 2 - Verbruikte energievormen (1978)

Energievormen	Verbruik in TJ (1978)	%
aardolieprodukten	213064	98,5
elektriciteit	3265	1,5
andere	166	-

Bron: Planbureau, Bilan énergétique belge: grandes tendances de l'évolution 1960-1979, 1980.

Per modus kan een onderverdeling per energiedrager gemaakt worden. Voor de spoorwegen geeft dat volgend beeld voor 1978:

Tabel 3 - Spoorwegen: finaal verbruik per energiedrager

Energiedrager	Finaal verbruik in TJ(1978)	%
elektrische energie	3265	29
aardolieprodukten	7961	70
andere	166	1

Bron: Planbureau, Bilan énergétique belge: grandes tendances de l'évolution 1960-1979, 1980.

Iets minder dan driekwart van de finale energie wordt geleverd door dieselolie en slechts een vierde door elektriciteit.

In de binnenvaart kan het totale verbruik worden toegewezen aan dieselolie. Voorlopig lijkt diesel in deze sector niet vervangbaar door een andere energiedrager.

Het wegvervoer is uitsluitend verbonden met het verbruik van aardoliederivaten.

Tabel 4 - Wegvervoer: verbruik per energiedrager

Derivaten	Verbruik in TJ (1978)	%
benzines	136312	69,0
dieselolie	60024	30,4
LPG	1288	0,6

Bron: Planbureau: Bilan énergétique belge: grandes tendances de l'évolution 1960-1979, 1980.

1.3. Verlies van energie

Bovenstaande berekening van het aandeel van de transportsector in het totale energieverbruik is gebaseerd op het finale energieverbruik. Nu houdt elke omzetting van energie, krachtens de natuurwetten, altijd een zeker verlies van energie in. Dit energieverlies wordt gedefinieerd als het geheel van energiestromen dat verbruikt wordt om te beantwoorden aan de binnenlandse energievraag, maar dat de eindverbruiker niet bereikt. Het kan uitgesplitst worden in transformatieverliezen, verbruik van de sector energie, verliezen bij de distributie. In dit stadium is de grootste oorzaak van verliezen de transformatie van primaire energie in elektriciteit: het gemiddeld rendement van een klassieke thermische centrale is inderdaad van de orde van 34%, terwijl deze van een raffinaderij 98,8% bedraagt (6). Naast de verliezen verbonden aan de activiteiten van de energiesector zijn er nog de verliezen bij het verbruik.

Een belangrijk begrip in deze kontekst is het reële rendement van het energetisch systeem, gedefinieerd als de verhouding van de nuttige energie tot de totale energiebevoorrading. Vooral de vervoersector heeft de grootste verliezen aan nuttige energie, met een globale verhouding van nuttige energie tot de geleverde energie van 26% (7). De vervoersector, die als finale energieverbruiker minder belangrijk is dan de industriële en de huishoudelijke sector, neemt ruim één derde van de totale verliezen aan nuttige energie voor zijn rekening. Dit verantwoordt nog meer een doorgedreven onderzoek naar mogelijke energiebesparingen in de transportsector.

Hoofdstuk 2 : De goederenvervoersector

2.1. Vervoerprestaties

2.1.1. Wegvervoer, binnenvaart, spoorvervoer :

Om een inzicht te krijgen in de modale concurrentieverhouding wordt in dit hoofdstuk de structuur van de Belgische goederenvervoermarkt onderzocht. Een koppeling van deze structuur met het respectievelijke energieverbruik zal toelaten de gevolgen van mogelijke maatregelen te voorspellen.

De goederenvervoermarkt bleef over de periode 1971-1978 vrij stabiel, zowel wat de vervoerde tonnage als de tonkilometer betreft.

Tabel 5 - De Belgische vervoermarkt

Jaar	Ton (x 1000)	Index (1971=100)	Tonkm (x 1000000)	Index (1971=100)
1971	525422	100,0	27919	100,0
1976	520656	99,1	27473	98,4
1977	501821	95,5	26666	95,5
1978	517356	98,5	28686	102,7

Bron: N.I.S., Vervoerstatistieken
Eigen verwerking

Wat de concurrentiële positie van de drie beschouwde modi betreft is de toestand tussen 1971 en 1978 ook vrij stabiel gebleven (8); Qua tonkilometer kenden de binnenvaart en de spoorwegen een lichte achteruitgang, het wegvervoer een lichte vooruitgang. Nochtans toont Tabel 6 duidelijk aan dat in 1973 en vooral in 1974 het aandeel van de spoorwegen en de binnenvaart toenam ten nadele van het wegvervoer. Dit vindt een verklaring in de oliecrisis van 1973: de factor energie werd een beslissingsfactor, sommige verzenders schakelden over naar minder verbruikende modi.

Tabel 6 - Aandeel der modi

Jaar	Ton (x 1000)			Tonkm (x 1000000)		
	wegvervoer	binnen- vaart	spoor- weg	wegvervoer	binnen- vaart	spoor- weg
1971	69,2	18,2	12,6	49,8	24,1	26,1
1972	68,7	18,2	13,1	50,4	23,6	26,0
1973	67,5	18,7	13,8	50,4	22,0	27,6
1974	66,3	19,1	14,6	49,8	21,5	28,7
1975	71,9	16,5	11,6	56,2	18,9	24,9
1976	69,2	19,3	11,5	53,7	22,1	24,2
1977	68,3	20,1	11,6	54,1	21,6	24,3
1978	68,4	19,4	12,2	54,5	20,7	24,8

Bron: N.I.S., Vervoerstatistieken
Eigen verwerking

Opmerkelijk is dat dit schokeffect in 1975 volledig verdwenen is, waarschijnlijk voor een stuk tengevolge van de schipperstaking, mogelijk ook door prijseffecten. Tabel 7 toont immers aan dat het wegtransport t.o.v. spoorvervoer en binnenscheepvaart vanaf 1974-75 relatief goedkoper werd.

Tabel 7 - Prijsratio's

Jaar	<u>binnenscheepvaart</u> wegvervoer	<u>spoorvervoer</u> wegvervoer
1973	4,71	1,18
1974	4,84	1,11
1975	4,97	1,12
1976	5,10	1,24
1977	4,97	1,27
1978	5,68	1,35

Bron: DRB, NMBS, IWT ; Eigen verwerking.

Een vergelijking tussen de modi op basis van de aard der vervoerde goederen geeft de geschiktheid aan van een bepaalde modus voor een bepaalde goederenklasse. Qua relatieve belangrijkheid neemt de binnenvaart meestal een positie in tussen het wegvervoer en het spoorvervoer.

Tabel 8 - Vergelijking tussen modi naar aard der goederen (x 1000 ton)

Omschrijving	spoorvervoer			binnenvaart			wegvervoer (9)		
	1974	1977	1978	1974	1977	1978	1974	1977	1978
Landbouwprodukten	2601	2347	2222	7668	6658	6936	22232	20887	18450
Voedingsprodukten	895	927	1017	5036	6206	6548	36391	36413	38322
Vaste brandstoffen	17460	12659	13112	9680	6855	7101	7708	6349	6822
Petroleumprodukten	2709	3633	3422	17612	19593	20074	19354	15520	16008
Ertsen	23908	13076	14833	5670	3839	4597	2832	2861	2730
Metaalprodukten	17404	11739	13966	12930	11460	11851	12534	9140	9026
Bouwmaterialen	6161	3942	4173	33840	32833	29210	189628	170694	180091
Meststoffen	2613	1981	2080	4073	3622	3391	7699	8837	7547
Chemische produkten	3184	2291	2374	9317	8108	9206	9949	8914	9357
Diverse	4951	5613	5893	1054	1750	1333	34226	34464	35447
Totaal	81888	58208	63092	91565	100924	100247	342554	314078	323800

Bron: N.I.S., Vervoerstatistieken

Een nauwkeurige bestudering van Tabel 8 toont aan dat binnen bepaalde goederencategorieën er een modale verschuiving plaatsgevonden heeft die niet noodzakelijk overeenkomt met een verschuiving binnen de globale vervoermarkt. Terwijl in de periode 1974-77 de vervoerde hoeveelheid petroleum quasi constant bleef verloor het wegvervoer zijn dominante positie ten voordele van de binnenvaart, terwijl het spoorvervoer licht toenam.

Wat de gemiddelde afgelegde afstand per ton betreft is er wel een verschuiving gebeurd: terwijl bij de spoorwegen de gemiddelde afgelegde afstand ongeveer gelijk bleef, kende de binnenvaart een daling en het wegvervoer een stijging van die afgelegde afstand.

Tabel 9 - Gemiddelde afstand per ton

Jaar	gemiddelde afstand (km) per ton		
	wegvervoer	binnenvaart	spoorwegen
1971	38,2	70,6	110,1
1976	41,0	60,6	110,7
1977	42,1	57,1	111,1
1978	44,2	59,2	112,6

Bron: N.I.S., Vervoerstatistieken
Eigen verwerking

Voor het wegtransport kan een verdere onderverdeling naar afstandsklasse gemaakt worden. Uit Tabel 10 blijkt dat wegvervoer vooral gespecialiseerd is in vervoer over kleine afstanden. Het vervoer voor eigen rekening geniet, zowel voor de tonnage als de tonkilometer, de voorkeur voor afstanden beneden 100 km. Boven de 100 km grens wordt procentueel beschouwd een groter beroep gedaan op het gespecialiseerde vervoerbedrijf (vervoer voor derden).

Tabel 10 - Indeling van het gewoon binnenlands vervoer
per afstandsklasse (1978)

Afstandsklasse	Eigen rekening		Voor derden	
	Ton (x1000)	Tonkm (x1000)	Ton (x1000)	Tonkm (x1000)
0 - 24 km	16231	197675	4702	64131
25 - 49 km	10347	363166	5832	210914
50 - 99 km	12129	852264	10470	733889
100 - 199 km	6911	880305	8555	1100492
200 - 299 km	609	137012	734	163983
300 - meer	27	9128	29	9719
Totaal	46254	2439550	30322	2283129

Bron: N.I.S., Vervoerstatistieken, 1980 (1)

Een ander interessant gegeven is de beladingsgraad die bekomen wordt door de verhouding te berekenen tussen de gepresteerde tonkilometer en de aangeboden tonkilometer. Dit laatste stemt overeen met het laadvermogen van het vervoermiddel vermenigvuldigd met het aantal kilometer die hetzij in geladen toestand, hetzij ledig werd afgelegd.

Tabel 11 - Gemiddelde beladingscoëfficiënten volgens
laadvermogenklasse (1975)

Laadvermogenklasse der binnenschepen (%)						
minder dan	250 tot	400 tot	650 tot	1000 tot	1500 ton	Totaal
250 ton	399 ton	649 ton	999 ton	1499 ton	en meer	
47,7	50,6	53,2	58,0	57,3	55,4	53,9

Bron: N.I.S., Statistisch Tijdschrift, 1976(9)

De beladingsgraad van alle schepen samen bedroeg in 1975 53,9%, d.w.z. iets meer dan de helft. Een afzonderlijke berekening der beladingscoëfficiënten voor de verschillende laadvermogenklassen geeft aan dat deze nauwelijks 50% bedroegen voor de kleinere schepen en tussen 55 en 60% voor de grotere laadvermogenklassen.

Wat het wegvervoer betreft stellen we zowel voor het eigen vervoer als het vervoer voor derden een langzame daling van de bezettingscoëfficiënt vast. Voertuigen met een hoger laadvermogen halen ook een betere beladingsgraad. De bezettingscoëfficiënt bij het vervoer voor derden ligt boven die van het eigen vervoer.

Tabel 12 - Gemiddelde beladingsgraad van de wegvoertuigen

voor eigen rekening			voor rekening van derden		
1976	1977	1978	1976	1977	1978
39,1	38,9	37,9	42,9	43,6	42,3

Bron: N.I.S., Vervoerstatistieken, 1980(1)

Om een indicatie te geven van de evolutie van de benuttigingscoëfficiënt bij het spoorwegvervoer werd de ratio vervoerde tonkm/bruto tonkm gebruikt (10).

Tabel 13 - Spoorwegvervoer: indicatie beladingscoëfficiënt

Jaar	Vervoerde tonkm (A)	Gesleepte bruto tonkm (B)	ratio (A)/(B)
1978	7119	17806	39,98

Bron: NMBS, Statistisch Jaarboek
Eigen verwerking

Dat resultaat voor de NMBS komt overeen met de resultaten voor Duitsland(40%), Frankrijk (41%) en in mindere mate Zwitserland (36,1) (11).

2.1.2. Vervoer per pijpleiding :

Het beschikbaar statistisch materiaal over het vervoer per pijpleiding is erg schaars. Tesamen met de stijging van het aardolieverbruik werd in de laatste decennia overgegaan tot de aanleg van een aantal pijpleidingen voor het vervoer van vooral chemische en petrochemische produkten. Tabel 14 geeft een indicatie van de snelle groei die tussen 1970 en 1975 heeft plaatsgevonden, een groei die in 1978 werd afgebroken.

Tabel 14 - Vervoer per pijpleiding van ruwe petroleum en geraffineerde produkten

Jaar	Vervoerde ton (x 1000)	Index	Vervoerde tonkm (x 1000000)	Index
1970	5408	100	270,4	100
1975	31515	583	1535,0	567
1977	39186	724	1756,0	649
1978	37615	695	1726,0	638

Bron: Ministerie van Economische Zaken - Administratie voor Energie
Eigen verwerking

2.2. Modaal energieverbruik

2.2.1. Methodologische basisvoorwaarden :

In een vergelijkende studie qua energieverbruik dienen een aantal methodologische voorwaarden in acht genomen te worden:

- . Het definiëren van het kader waaronder de studie ressorteert. De studie dient beperkt te worden tot een geheel van vergelijkbare prestaties waarvoor reële substitutiemogelijkheden bestaan. Zo zal slechts het spoorwegvervoer met complete treinen vergeleken kunnen worden met de binnenvaart, terwijl het spoorvervoer per afzonderlijke wagon kan vergeleken worden met het wegvervoer.
- . De beoordelingscriteria worden best gediversifieerd. Naast het verbruik per tonkilometer zijn nog andere criteria aanvaardbaar: de energieconsumptie per vervoerde kubieke meter x kilometer; het verbruik per waarde-eenheid van de vervoerde goederen x kilometer.

-
- . een vergelijking kan slechts gebeuren wanneer het transport van oorsprong tot bestemming beschouwd wordt, met inbegrip van eventueel voor- en natransport.
 - . In de mate van het mogelijke dient rekening gehouden te worden met de praktische exploitatievoorwaarden van elke modus: ledig parcours, eventuele rangeermaneuvers, beladingscoëfficiënt...

Bovenstaande basisvoorwaarden vereisen dat men elke studie fundeert op betrouwbare statistieken of technische gegevens. Het Belgisch statistisch apparaat is op dit gebied nog niet voldoende ontwikkeld zodat elk onderzoek in verband met energieverbruik gebaseerd dient te worden op erg van mekaar afwijkend buitenlands cijfermateriaal. Sommige van de vereiste voorwaarden kunnen daarom niet steeds in voldoende mate vervuld worden. Dit versterkt nog meer het complexe karakter van de probleemstelling.

2.2.2. Specifiek energieverbruik der modi :

Dit hoofdstuk is toegespitst op een vergelijking van het specifiek energieverbruik der diverse modi, alsmede op het identificeren van een aantal factoren die de energievereisten op een significante manier beïnvloeden. In een later stadium van het onderzoek vormt dit cijfermateriaal input voor het goederenvervoer-energiemodel. Slechts op dat ogenblik zal het mogelijk zijn de dubbele impact van de relatie goederenvervoer-energie te analyseren: enerzijds het effect van wijzigingen in de energiesector op de vraag naar goederentransport; anderzijds het effect van wijzigingen in de transportsector op de energievraag.

De analyse mag niet beperkt blijven tot een gewone ontleding van gemiddelde energieverbruikscijfers. Hierdoor kan de impact van diverse (operationele) invloeden op het specifiek energieverbruik moeilijker nagegaan worden. Daarom wordt ondermeer getracht een indicatie te geven van de spreiding rond de vermelde gemiddelde waarden, in functie van diverse invloedsfactoren.

In de berekeningen wordt als gemeenschappelijke eenheid voor het energieverbruik de KiloJoule per tonkilometer (KJ/tkm) gebruikt.

2.2.2.1. Het wegvervoer :

In vrijwel alle vermelde studies worden steeds een drietal kenmerken van het wegtransport beklemtoond: vervoer van oorsprong naar bestemming zonder voor- en natransport, snelheid, soepelheid. De meeste auteurs gebruiken deze voordelen als tegengewicht voor het hogere energieverbruik van het wegvervoer in vergelijking met de concurrerende modi.

Tabel 15 - Wegtransport: energieverbruikscijfers (KJ/tkm)

Auteur(12) Type	Dobias	Le Vert	E.B.W. (*)	Baumgartner (*)	I.R.U. (*)	Blanc (*)
gemiddelde	3370	1676				
geheel 19 ton	1105		1778			
geheel 38 ton	697			1350	1380	1625

Eigen verwerking

(*) we veronderstellen een beladingsgraad van 50%.

Tabel 15 vat een aantal resultaten samen: gemiddelde verbruikscijfers en cijfers voor een geheel van respectievelijk 19 en 38 ton. Zulke cijfers moeten echter voorzichtig gebruikt worden: Dobias signaleert bij het onderzoek naar de spreiding van het gemiddelde immers een spreiding van 1 tot 4,7 naargelang het onderzochte vervoertype.

In zijn studie legt P.Le Vert vooral het verband tussen het energieverbruik en de vervoerde afstand: de daling van het gemiddeld energieverbruik bij stijgende afstand is vooral te verklaren door de daling van het percentage lege retourbewegingen en de stijging van de nuttige lading der gebruikte voertuigen.

2.2.2.2. De binnenvaart :

De binnenvaartsector staat bekend als een kleine afnemer van energieprodukten. Dit wordt toegeschreven aan de combinatie van twee essentiële vervoerkenmerken, namelijk massa-vervoermiddel en lage snelheid. Vrijwel de gehele vloot gebruikt de dieselmotor. Sterke innovaties op technisch gebied dienen niet verwacht te worden, zodat een optimalisering van het energieverbruik eerder dient te geschieden binnen de bestaande structuur. Tabel 16 geeft de randtotalen van Le Vert en Dobias weer.

Tabel 16 - Binnenvaart: energieverbruikscijfers (KJ/tkm)

auteurs(13) type	Le Vert (*)	Dobias (*)
gemiddeld	838	917
zelfbewegend schip van 38,50m	712	384

(*) Le Vert: 70% beladingsgraad

Dobias : beladingsgraad onbekend

De vastgestelde spreiding, van 1 tot 3 naargelang het onderzochte type, ligt wel lager dan bij het wegtransport. Toch wordt eens te meer aangetoond dat omzichtigheid geboden blijft bij vergelijking van energieverbruikscijfers.

Op basis van een studie over de spits in de binnenvaart hebben wij het verbruik berekend voor drie scheepstypes (14). Het verbruik per tkm wordt berekend door het verbruik per uur te delen door de prestatie gemeten in tkm per uur bij 50% beladingsgraad. Naast de berekende resultaten zetten wij ter illustratie de door het E.B.W. berekende verbruikscijfers voor de

overeenkomstige laadvermogenklassen (15). Niettegenstaande grote verschillen in gemiddeld verbruik wordt aangetoond dat de energieconsumptie per tkm meestal lager is bij een groter scheepstype.

Tabel 17 - Binnenvaart: Energieverbruik volgens scheepstype

Benaming	Verbruik in l/tkm 50% beladingsgraad	KJ/tkm	resultaten E.B.W. 50% beladingsgraad
Spits(300t)	0,0396	1425	738
Kempenaar(600t)	0,0267	1001	700
1000-tonner DEK	0,0243	911	734

2.2.2.3. Het spoorwegvervoer :

Bij een analyse van het energieverbruik bij spoorwegvervoer dient onderscheid gemaakt te worden tussen verschillende fasen van de verzending:

- de verzending van de expediteur naar het station
- het vervoer van station tot station
- de levering van het station van aankomst naar de plaats van bestemming
- de behandeling in de stations

Daar waar geen rechtstreekse aansluitingen op het spoorwegnet zijn is er voor- en natransport nodig. Over dit voor- en natransport dat meestal over de weg gebeurt bestaat weinig statistisch materiaal. De schattingen van het energieverbruik bij het spoorwegvervoer zijn dan ook in de meeste gevallen een onderschatting van de werkelijkheid.

In tabel 18 volgt een overzicht van de belangrijkste resultaten.

Tabel 18 - Spoorwegvervoer: energieverbruikcijfers (KJ/tkm)

auteur(16) type	De Bruin	Dobias	Le Vert	Shima
gemiddelde	524-1194	694		
-elektrisch				335
-diesel				670
complete treinen	314-587		476	
-elektrisch		174		
-diesel		128		
afzonderlijke wagons	587-922		866	
-elektrisch		255-267		
-diesel		211		

Eigen verwerking

De geciteerde cijfers bevinden zich in een tamelijk grote vork, als gevolg van de verscheidenheid in exploitatievoorwaarden: profiel der lijnen, intensiteit der verwarming, snelheid, gebruik der treinen.

2.2.2.4. Vervoer per pijpleiding :

Het energieverbruik bij vervoer per pijpleiding hangt van heel wat factoren af: (17)

- de diameter van de leiding
- de druk, het drukverlies en de afstand tussen de pompstations
- de lengte van de pijpleiding
- de aard van het terrein
- de dichtheid en de viscositeit van het vervoerde produkt:
hoe groter het soortelijk gewicht, hoe moeilijker het produkt te vervoeren is.

Tabel 19 geeft een overzicht van de beperkte onderzoeksresultaten op dit vlak.

Tabel 19 - Pijpleidingen: energieverbruikscijfers

auteurs(18)	verbruikscijfers(KJ/tkm)
Le Vert	125-63
Dobias	87,9
Heist	297
Mooz	1222

Eigen verwerking

Niettegenstaande de vermelde resultaten bruikbare informatie verschaffen, kunnen een tweetal kritieken geformuleerd worden: enerzijds gaat het om gemiddelde waarden, anderzijds betreft het de energieconsumptie in een deel van het systeem. Een zinvolle vergelijking kan ook hier slechts getrokken worden voor zover het gaat om een identieke situatie en identieke vervoersvereisten. Zandi en Kim maken in dit verband onderscheid tussen het energieverbruik voor het eigenlijke vervoer (171 B.T.U./tonmile = 113KJ/tkm), en de consumptie van heel het systeem (465 B.T.U./tonmile = 307KJ/tkm). (19)

2.2.2.5. Energieverbruikstabel :

Vrijwel alle geciteerde auteurs zijn het er over eens dat er enorme besparingen inzake energieverbruik mogelijk zijn, hetzij door verbetering van de energiecoëfficiënten binnen een bepaalde modus, hetzij door modale verschuivingen. Alhoewel de verbruikscijfers deze hypothese lijken te bevestigen dient voorzichtig omgesprongen te worden met mogelijke veralgemeende besluiten. De enige aanvaardbare conclusie is dat wanneer het energieverbruik het enige selectie criterium zou zijn, de binnenscheepvaart en het vervoer per pijpleiding valabele kanshebbers zijn. Onder gunstige omstandigheden kunnen door het gebruik van deze modi grote besparingen gerealiseerd worden.

Het evalueren van energiebesparingen dient erg omzichtig te gebeuren. In een eerste fase berekent men als nettowijziging het verschil tussen het huidige energieverbruik van de gebruikte modus en het geschatte verbruik door de nieuwe te gebruiken modus. Deze besparingen geven slechts een indicatie van het directe effect. Prognoses hangen echter ook af van een aantal onzekerheden, onder meer de grootte van de toekomstige vervoermarkt.

In tabel 20 wordt een overzicht gegeven van de energieverbruikscijfers der diverse modi, rekening houdend met de vooropgestelde methodologische

basisvoorwaarden. Het niet beschikbaar zijn van marginale verbruikscijfers noopt er ons echter toe in wat volgt te veronderstellen dat voor de betrokken modi het gemiddeld verbruik gelijk is aan het marginaal verbruik.

Tabel 20 - Energieverbruikstabel

Type prestatie	Verbruik (KJ/tkm)			
	Weg	Spoorweg	Binnenvaart	Pijpleiding
gemiddeld	1676-1350	704-694	917-838	125-63
afstand: -kort (<50km)	3668-2715			
-lang (150km en meer)	2288-1061			
laadvermogen: 10ton	2500-2100	wagons: { 922-587		
(50%) 20ton	1778-1450			
30ton	1350-1228			
300ton		complete treinen: { 587-314	1485-738	
600ton			1000-700	
1000ton			911-734	
2000ton			702	
minimaal verbruik systeemcijfers	870- 796	209	189	
		915-768		307

2.3. Schatting van het energieverbruik der goederenvervoersector

Vertrekkend van de geleverde vervoerprestaties en de modale energieverbruikscijfers kan een schatting gemaakt worden van het aandeel in het energieverbruik toewijsbaar aan de goederenvervoersector. Deze schatting gaat gepaard met het stellen van een aantal hypothesen, in het bijzonder voor wat het wegvervoer betreft.

- . binnenscheepvaart: volledig toewijsbaar aan het goederenvervoer: 4214 TJ
- . spoorwegvervoer: schatting met behulp van gegevens uit tabel 5 ,6 en 20.
aantal tkm: 7105×10^6
gemiddeld verbruik: 709 KJ/tkm
schatting totaal verbruik: 5037 TJ
- . wegvervoer: Uit tabel 20 blijkt dat het goederenvervoer over korte afstand meer energie vereist dan het vervoer over lange afstand. Vertrekkend van een schatting van het aantal tonkilometer per afstandsklasse (<50km, >50km) worden twee hypothesen getest (20): enerzijds worden gemiddelde verbruikscijfers per afstandsklasse gebruikt, anderzijds wordt gebruik gemaakt van de maximale verbruikscijfers.

Er stelt zich echter nog een bijkomend probleem. De N.I.S. statistieken behandelen slechts het wegvervoer door voertuigen met minstens 1 ton laadvermogen. Nu blijkt dat in 1978 gemiddeld 54171 voertuigen een laadvermogen beneden 1 ton hadden, samen goed voor een gemiddeld laadvermogen van 29022,1 ton (gemiddeld laadvermogen per voertuig: 0,536ton). Aangenomen wordt dat de bezettingsgraad rond .30 schommelt, en dat het gemiddeld aantal afgelegde kilometers per jaar 15000 bedraagt.

Hypothese 1:

	verbruik (KJ/tkm)	totaal verbruik (TJ)
tkm(afstand < 50km): 1209 x 10 ⁶	3192	3859
tkm(afstand > 50km): 14436 x 10 ⁶	1675	24180
tkm(gewicht < 1ton): 131 x 10 ⁶	3192	418
		<u>28457 TJ</u>

Hypothese 2:

Het aantal tkm is hetzelfde als bij hypothese 1, maar de verbruikscijfers zijn respectievelijk 3668 KJ/tkm en 2288 KJ/tkm. Het totaal verbruik bedraagt dan 37946 TJ.

Voor de drie modi samen geeft dat een energieverbruik van 37708 TJ (hypothese 1) tot 47197 TJ (hypothese 2). Het percentage energieverbruik dat toewijsbaar is aan het goederenvervoer wordt dan verkregen door een deling door het totale energieverbruik van de transportsector (tabel 1): 17,7% (hypothese 1) tot 22,1% (hypothese 2).

Tabel 21 geeft de verdeling van het energieverbruik in het goederenvervoer per modus:

Tabel 21 - Energieverbruik per modus

Modus	energieverbruik voor 1978			
	hypothese 1		hypothese 2	
	TJ	%	TJ	%
Wegvervoer	37708	80,3	47197	83,6
Spoorvervoer	5037	10,7	5037	8,9
Binnenscheepvaart	4214	9,0	4214	7,5

Eigen verwerking

Hoofdstuk 3 : Besparingsstrategieën

3.1. Complexiteit van het probleem

De opeenvolgende prijsverhogingen en de daarbij aansluitende deviezen crisis, maken dat de eerstkomende jaren van cruciaal belang zijn op het vlak van de energievoorziening. Besparingsmaatregelen zullen daarom in de eerste plaats geselecteerd moeten worden vanuit een korte termijn standpunt. Het vergt immers een lange voorbereidingsperiode om bijvoorbeeld technische maatregelen op punt te stellen die de energiecoëfficiënten naar beneden drukken. Lee Schipper schrijft in dit verband: "It costs less to conserve energy than to produce energy from any new sources". (21).

Het doel van een energiebesparingspolitiek kan in een drietal kenmerken weergegeven worden:

- de substitutie van dure door goedkope energie
- beïnvloeding van het consumentengedrag: de waarde van de door de verzender bespaarde energie moet groter zijn dan de marginale kost

van de modale wijziging
- structurele wijzigingen

Elk van deze kenmerken benadrukt het continue karakter van energiebesparingsmaatregelen

De door de overheid tot dusver gevoerde energiepolitiek betreft vooral de aanbodzijde; weinig aandacht werd geschonken aan een efficiënter gebruik van energie als een energiebron. Verdere beïnvloeding van de aanbodzijde zal massale overheidsinterventie vergen. Daarom moeten in de toekomst de inspanningen ter beïnvloeding van de energievraag afgewogen worden tegen de kosten van verhoging van het energieaanbod (cfr. kernenergie).

Nu gaan zowel besparingsmaatregelen als het creëren van supplementair aanbod in de praktijk gepaard met grote onzekerheid. A.French schrijft hierover: "Due to the diversity of commodities, operators, and routes, it is difficult to devise regulations which will consistently result in intended fuel economies without unforeseen reverse effects in certain areas" (22). De onzekerheid die gepaard gaat met het doorvoeren van alternatieve besparingsstrategieën kan slechts door het gebruik van gecalibreerde modellen opgevangen worden.

3.2. Besparingsmaatregelen

3.2.1. Vermindering van de vervoerprestaties :

Tussen de vervoersector en de rest van de economie bestaat een fundamentele samenhang die zijn oorsprong vindt in het complementair karakter van het transport ten opzichte van het produktie- en consumptieproces: de vraag naar transport is een afgeleide vraag.

Optimale energiebesparingen zouden geen grote hinderpaal mogen vormen voor produktie- en/of consumptieactiviteiten. Elke besparing is waardevol in die mate dat ze niet vergezeld gaat van een produktiviteitsdaling waarvan de reële impact belangrijker is dan de gerealiseerde besparing. Vertrekkend van de hypothese dat de totale te vervoeren tonnage dezelfde blijft kan gesteld worden dat een vermindering van de vervoerprestaties die niet gepaard gaat met een produktiviteitsverhoging van de vervoersector niet in overweging kan genomen worden. Wel kan gestreefd worden naar een vermindering van de totale trafiek door eliminatie van elkaar overlappende transportdiensten. Efficiëntie op energiegebied mag geen hinderpaal vormen voor economische efficiëntie.

Bepaalde auteurs zien het prijsmechanisme als het belangrijkste instrument om het energieverbruik terug te schroeven. Zo schrijft Dewees: "If transportation uses too much energy, the best solution is also the simple solution: increase the price. Doubling the wholesale price of petroleum products would probably reduce total transportation output less than 10 percent, but could reduce transportation energy use by 25 percent or more (23).

Nu is echter volgens Mc Kitterick de prijselasticiteit van de transportvraag laag, voor goederenvervoer zelfs heel laag (24). Het vervoer van goederen zoals kolen is vrijwel prijsongevoelig: de kolen worden vertransporteerd of niet, maar de prijs speelt geen rol. Wanneer we nu aannemen dat voor het goederenvervoer de energieprijselasticiteit rond -0.10 ligt, kan een prijsstijging van 10% een daling van het energieverbruik van de grootte-orde 425 TJoule inhouden. Dit zijn echter geen zuiver economische besparingen gezien de negatieve invloed op productie- en/of consumptieactiviteiten.

Gesteld kan worden dat een willekeurige vermindering van de vervoerprestaties, niet ingegeven door economische rationalisatieprincipes, niet tot de haalbare besparingsmaatregelen mag gerekend worden.

3.2.2. Modale verschuivingen :

Het competitiever maken van spoorwegen en binnenvaart t.o.v. het energieintensievere wegvervoer kan een modale verschuiving veroorzaken. B.Hannon ziet hierin een economisch efficiënte maatregel: "It is apparent that initially a move from truck to rail shipping would save energy, reduce dollar cost, and reduce employment" (25).

In tabel 22 worden de resultaten weergegeven van de berekeningen van het wegvervoeraandeel dat substitueerbaar is door spoorvervoer (of binnenvaart) (26). Er worden een drietal veronderstellingen gemaakt:

- . Slechts het gewoon vervoer wordt beschouwd: het eenmalig transporteren van goederen van de laad- naar de losplaats. Pendelvervoer en ophalingen en afleveringen komen niet in aanmerking voor substitutie naar andere modi.
- . Substitutie wordt haalbaar vanaf een afstand van 100 km.
- . Sommige goederen komen door hun aard niet voor substitutie in aanmerking (Levende dieren worden bv. niet per spoor of binnenschip vervoerd).

Bij de toewijzing dient verder nog rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van transportinfrastructuur. Op te merken valt ook dat de substitutie in sommige gevallen aanleiding zal geven tot voor- en natransport. Slechts een percentage van de in tabel 22 berekende wegtrafiek zal in de praktijk op een economisch efficiënte wijze overdraagbaar zijn.

Tabel 22 - Substitueerbaar wegvervoer

omschrijving (NVS)	1000 ton	1000000 tonkilometer (*)			
	TOTAAL	BINNENLANDS	INVOER	UITVOER	TOTAAL
landbouwprodukten	2401,9	192,4	244,4	163,7	600,5
voedingsprodukten	2857,6	194,2	265,5	246,0	705,7
vaste brandstoffen	572,6	43,3	47,4	6,3	97,0
petroleumprodukten	1016,3	88,6	46,8	40,5	175,9
ertsen	381,7	18,7	28,5	46,7	93,9
metaalprodukten	3507,5	194,7	204,5	544,4	943,6
bouwmaterialen	6396,6	634,4	228,6	232,7	1095,7
meststoffen	577,3	47,5	22,6	44,1	114,2
chemische produkten	3133,1	174,8	251,8	631,1	1057,7
diversen	6070,8	404,4	629,8	885,9	1920,1
totaal	29915,4	1993,0	1969,9	2841,4	6804,3

Bron: N.I.S.-Vervoerstatistieken (wegvervoer)
eigen verwerking

(*) Invoer en uitvoer: door Belgische voertuigen
afgelegde tonkilometer

Tabel 22 toont aan dat 8,3% van de tonnage en 40,5% van de tonkilometer van het globale wegvervoer voor substitutie in aanmerking zou kunnen komen (27). Vooral de invoer- en uitvoerbewegingen van Belgische voertuigen bieden enorme mogelijkheden.

Vertrekkend van de hypothese dat de totale vervoermarkt constant blijft kan het netto-besparingseffect berekend worden (28). Wanneer verondersteld wordt dat de substitutie geen aanleiding geeft tot voor-en natransport kan een verschuiving van 5% van het wegvervoer (uitgedrukt in tkm) naar de spoorwegen een besparing opleveren in de grootte-orde van 636 TJ.

Nu rest de vraag hoe zulk een modale verschuiving veroorzaakt kan worden. Aangenomen wordt dat de overheid geen trafieken op een directieve manier toekent aan een bepaalde modus (cfr. Duitsland (1967) maatregel van verkeersminister Leber). De overheid zou eventueel wel het prijsmechanisme kunnen gebruiken, ondermeer door het heffen van een additionele taks per tonkilometer voor vrachtwagens over bepaalde afstandscategorieën, of door het introduceren van een taks op de autowegen.

De modale keuzemogelijkheid wordt echter vooral bepaald door andere factoren dan de energiekost. Dit kan gedeeltelijk verklaard worden door de kostenstructuur. De brandstof maakt immers slechts een kleine kostencomponent uit voor de verzender: voor het wegvervoer bedroeg op 1 januari 1980 de brandstof ongeveer 15% van de kostprijs, terwijl de lonen van het rijdend personeel ongeveer 35% van die kostprijs bedroegen (29).

Het prijsmechanisme hier gebruiken is dan ook verwerpelijk, zeker wanneer de prijzen op een accurate manier de sociale kosten weergeven. Om zulke interventie te verrechtvaardigen is vereist dat de huidige prijzen niet sociaal optimaal zijn, en/of dat er serieuze externe effecten bestaan: zulke situatie leidt immers tot overconsumptie van energie. In het andere geval introduceert men een substantiële inefficiëntie in de transportsector. Het

is best mogelijk dat zulke regulerende overheidsmaatregelen tot geen energiebesparingen leidt, maar wel tot een grote misallocatie van (schaarse) middelen, zodat de totale energieconsumptie in feite kan verhogen.

Eerder dan het gebruik van het prijsmechanisme is het de taak van de overheid om de N.M.B.S. en de binnenschippers te wijzen op de noodzaak een voldoende dynamische politiek te voeren om trafieken aan te trekken daar waar hun prestaties zowel op het vlak van de energie als economisch voordeliger zijn dan bij het wegvervoer. Vermits zulke dynamische politiek in sommige gevallen structuurveranderingen vereist, is de medewerking van de overheid noodzakelijk. Vooral op het vlak van de infrastructuurvoorziening kan ze haar stimulerende rol vervullen, en de mogelijkheid bieden de technologische kennis qua transport op maximale wijze uit te baten.

3.2.3. Intra-modale energiebesparingen :

In verband met het verminderen van de energieconsumptie per eenheid transportoutput onderzoeken wij een viertal mogelijke maatregelen.

3.2.3.1. Beladingscoëfficiënten :

Een verhoging van de beladingsgraad drukt het energieverbruik per tonkilometer naar beneden. Vertrekkend van de hypothese dat een verhoging van de gemiddelde benutting met 2% (5%) het aantal transportbewegingen met 2% (5%) doet dalen, kan voor de Belgische transportsector een schatting gemaakt worden van de mogelijke energiebesparingen. Het aantal vervoerde ton blijft op het niveau van 1978.

Tabel 23 - Ordegrootte van mogelijke energiebesparingen door verhoging van de beladingscoëfficiënt met 2% (5%).

modus	beladingscoëfficiënt			gemiddeld verbruik (KJ/tkm)	ordegrootte besparing(TJ)	
	huidige	+2%	+5%		+2%	+5%
binnenvaart wegvervoer	53,9	55,0	56,6	877	104	260
-eigen rekening	37,9	38,7	39,8	1513	473	1182
-voor derden	42,3	43,1	44,4			
spoorvervoer	39,9	40,7	41,9	699	99	249
totaal					676	1691

Eigen verwerking

In de praktijk kunnen de gerealiseerde besparingen wel lager liggen. Een verhoging van de beladingscoëfficiënt zal het aantal bewegingen verminderen, maar met minder dan 2% (5%). Daarenboven vergt een hogere belading technisch gezien een hoger energieverbruik.

In de Belgische transportsector bestaat er ongetwijfeld ruimte voor het terugschroeven van het aantal ledige bewegingen en een betere benutting van het laadvermogen. In de binnenscheepvaart bedroeg de beladingsgraad in 1975 53,9% (tabel 11). Vooral bij de laagste laadvermogenklassen is er ruimte voor het optrekken van de beladingscoëfficiënt.

Ook in het wegvervoer kunnen maatregelen die het exploitatierendement optrekken energiebesparend werken. Capaciteitsbeperkende maatregelen kunnen een gunstige invloed uitoefenen op de benutting van het wagenpark. Een beperking van de capaciteitsuitbreiding van het beroepsgoederenvervoer kan een eerste stap zijn naar een geleidelijke capaciteitsafbouw.

Zowel het eigen vervoer als het beroepsgoederenvervoer kenden een daling van de bezettingscoëfficiënt. De benuttigingscoëfficiënt van de wegvoertuigen voor vervoer voor eigen rekening lagen daarenboven duidelijk lager dan bij het beroepsgoederenvervoer. Als mogelijke oplossing kan de reglementering versoepeld worden, zodat voertuigen die gebruikt worden voor eigen vervoer terugvracht voor derden zouden mogen opnemen. Een alternatieve oplossing is poolvorming. Een andere (teggengestelde) mogelijkheid ligt in het strenger reglementeren van het eigen vervoer voor wat betreft vergunningen en capaciteitsuitbreiding, met een verschuiving van eigen vervoer naar beroepsgoederenvervoer tot gevolg.

Voor de spoorwegen vormt het beperken van het aantal vormingstations voor goederentreinen een mogelijkheid tot verbetering van de beladingscoëfficiënt. Op die manier worden langere treinen gevormd, met een hogere beladingscoëfficiënt. Tevens zal het aantal ledige ritten kunnen verminderd worden.

3.2.3.2. Vervoermiddelen met groter laadvermogen. :

Een interne verschuiving naar vervoermiddelen met grotere tonnemaat kan tot energiebesparingen leiden, vermits het gemiddeld energieverbruik daalt naarmate het laadvermogen stijgt. Op basis van de gepresteerde tonkilometer per laadvermogenklasse (basisjaar 1975) en de energieverbruikscijfers werd voor de binnenvaart de impact van een interne verschuiving berekend.

Tabel 24 - Mogelijke energiebesparingen in de binnenvaart door interne verschuiving

maatregel(30)	energiebesparing
- 10% van (I) naar (II)	86 TJ
- 10% van (II) naar (III)	8 TJ
- 10% van (I) en 10% van (II) naar (III)	110 TJ

Eigen verwerking

Het gebruik van een bepaald transporttype wordt echter op verschillende wijzen beperkt, ondermeer door de aanwezige infrastructuur: in de binnenscheepvaart is ruim een derde van de totaliteit der bevaarbare waterwegen enkel toegankelijk voor kleinere schepen tot 300 ton.

3.2.3.3. Vervoercentra :

Het vervoer over langere afstand wordt uitgevoerd door spoorwegen, binnenvaart en grotere vrachtwagens. Het distributievervoer wordt verzekerd door kleinere

vrachtwagens. Elk bestemmingspunt zal in plaats van dagelijks leveringen door verschillende voertuigen te ontvangen slechts door een of enkele voertuigen (met groter laadvermogen dan bestelwagens) vanuit het vervoercentrum bediend worden, afhankelijk van het dagelijks volume. Wanneer de distributie binnen de steden bovendien nog verricht wordt tijdens de daluren kan dat tot supplementaire energiebesparingen leiden.

Ter illustratie kan voor het binnenlands wegvervoer berekend worden welke besparingsmogelijkheden bestaan bij een verschuiving van vrachtwagens beneden 3 ton (5250 KJ/tkm), die vooral gebruikt worden in de steden, naar vrachtwagens met een laadvermogen van 5 tot 10 ton (2500 KJ/tkm). Wij beperken ons wel tot de ophalingen en afleveringen enerzijds, en de pendelreizen anderzijds.

Tabel 25 - Grootte-orde van energiebesparingen door consolidatie van goederen

aard van het vervoer (< 3 ton)	tkm(x1000)	grootte-orde besparingen
ophalingen en afhalingen	271345	746 TJ
pendelvervoer	12415	34 TJ

3.2.3.4. Technologisch aspect :

Technologische wijzigingen kunnen tot belangrijke energiebesparingen leiden. Het I.R.U. stelt in verband met het goederenvervoer per vrachtwagen dat:

- "une économie de consommation pouvant atteindre 15% pourrait être obtenue par une utilisation dans la construction des véhicules de tous les perfectionnements techniques et technologiques connus actuellement;

- une économie d'au moins 15% pourrait être obtenue en plus de la précédente en fixant pour les poids et dimensions des véhicules des limites qui tiennent plus compte du problème énergétique que celles actuellement en vigueur"

Voor het Belgisch wegvervoer zou 15% minder brandstofverbruik een energiebesparing van de grootte-orde 3550 TJ (berekeningsbasis:1978) kunnen betekenen.

Het realiseren van aanpassingen op technologisch vlak vergt inspanningen van alle betrokken partijen. De constructeurs van vrachtwagens, binnenschepen, spoorwegmateriaal, dienen de technologische ontwikkeling te heroriënteren met het oog op een minimalisering van het energieverbruik. De gebruiker-transporteur moet de energierationaliteit onder zijn keuzebepalende variabelen opnemen. De overheid dient een reglementerende bevoegdheid uit te oefenen: maatregelen inzake het maximale toegelaten totale gewicht, de maximale lading per transportverbinding, maximale lengte en breedte, het minimale vermogen per ton...

3.3. Implicaties voor de energiepolitiek

In tabel 26 worden mogelijke maatregelen op korte termijn gerangschikt volgens hun vermoedelijk besparingseffect, maar rekening houdend met de haalbaarheid van de voorgestelde maatregelen. Onderstaande voorbeelden kunnen de basis vormen voor verschillende variaties.

Tabel 26 - Besparingseffect van enkele maatregelen

maatregel	besparingseffect(TJ) in het binnenlands vervoer			
	wegvervoer	spoorwegen	binnenvaart	totaal
-verhoging van de beladingscoëfficiënt met 2%	473	99	104	676
-consolidatie van goederen (wegstations)	780			780
-interne verschuiving naar grotere tonnemaat			110	110
-modale verschuiving van 5% (weg naar spoor)				636
-prijsstijging van de energie met 10% (prijselasticiteit = -.10)				425
-technologische verbeteringen in wegvervoer: geschat minverbruik: 2%	849			849

In een eerste fase lijkt een pakket besparingsmaatregelen ten belope van 3000 TJ best haalbaar. Omgezet in financiële termen betekent dit, zonder rekening te houden met transport- en raffinagekosten, iets meer dan een half miljard frank in huidige prijzen (32).

3.4. Toepassing op de relatie Antwerpen-Charleroi

In wat volgt is het de bedoeling een illustratie te geven van de mogelijke impact van implementeerbare alternatieve strategieën die aangewend kunnen worden om een bepaald doel te bereiken. Vertrekkend van maatregelen voor de hele Belgische transportsector wordt getracht een idee te geven van wat het meest waarschijnlijke gevolg zal zijn voor het modaal energieverbruik op de relatie tussen de regio Antwerpen-St.-Niklaas en de regio Charleroi-Zinnik-Thuin (38).

Tabel 27 - Aantal ton en tkm op de relatie Antwerpen-Charleroi(1978)

	spoorwegen		wegtransport		binnenvaart	
	ton	tkm	ton	tkm	ton	tkm
Charleroi-Antwerpen	33060	3750162	593584	60898805	284496	30329535
Antwerpen-Charleroi	316343	35606113	600416	58801590	389369	47228594
totaal	349403	39356275	1194000	119700395	673865	77558129

Bron: N.I.S., N.M.B.S.
Eigen verwerking

De gemiddelde afgelegde afstand ligt voor de drie modi dicht bij elkaar. Voor zover de huidige stand van het onderzoek toelaat werd rekening gehouden met de methodologische basisvoorwaarden waaraan een vergelijkende studie qua energieverbruik dient te voldoen. Als hypothese geldt dat het marginaal verbruik gelijk is aan het gemiddeld verbruik (34).

- . verhoging beladingsgraad: Rekening houdend met de totale vervoerde tonnage in beide richtingen kan voor de relatie Antwerpen-Charleroi een theoretische "ideale beladingscoëfficiënt" berekend worden: spoorwegen: .55(.40); wegvervoer: .98(.42); binnenvaart: .82(.54). (35) Niettegenstaande de praktische benutting steeds lager zal liggen (verschillende sloopstypes, ongelijkheden in vraag en aanbod op verschillende tijdstippen) bestaat op deze drukke verbinding zeker de mogelijkheid tot een verhoging van de beladingscoëfficiënt met 5%. Theoretisch kan dat een daling van het energieverbruik opleveren van de grootte-orde 13,8 TJ (spoor: 1,3; weg: 9,1; binnenvaart 3,4).
- . interne verschuiving: Met de hypothese dat op de relatie Antwerpen-Charleroi de marktaandelen voor de verschillende sloopstypes de nationale verdeling volgen (tot 1350 ton), kunnen volgende schattingen gemaakt worden:
 - 10% van de spits naar de Kempenaar : 1,618 TJ
 - 10% van de spits naar de D.E.K. : 1,918 TJ
 - 10% van de Kempenaar naar de D.E.K. : 0,151 TJ
- . modale verschuiving: Indien 5% van het wegvervoer naar de spoorwegen kan overgeheveld worden (5 x 10 tkm) betekent dat een besparing van 4,9 TJ.
- . energiebelasting op het wegvervoer: Indien een energietaks op het wegvervoer bij gelijkblijvend transportvolume een verschuiving van 1% naar de binnenvaart en de spoorweg veroorzaakt, geeft dat voor de relatie Antwerpen-Charleroi een besparing van meer dan 0,761 TJ. De juiste prijselasticiteit kan echter slechts bepaald worden door een diepgaande modelvorming van het transportsysteem.

Besparingseffect: Het totale energieverbruik op de relatie Antwerpen-Charleroi kan geschat worden op 276,5 TJ. Het pakket voorgestelde maatregelen levert theoretische besparingen op van de grootte-orde 23,1 TJ, of meer dan 8% van het totale energieverbruik op de relatie. Niettegenstaande praktisch beschouwd dat cijfer wel iets lager zal liggen geeft het toch een idee van de enorme energiebesparingen die mogelijk zijn in de goederenvervoersector.

CONCLUSIE

In dit rapport werd gepoogd de complexe problematiek betreffende het energieverbruik in de goederenvervoersector te schetsen. Via het analyseren van het specifiek energieverbruik der modi werden mogelijke besparingsmaatregelen op hun "bezuinigingswaarde" onderzocht. Een efficiënte bezuinigingspolitiek mag zich echter niet beperken tot geïsoleerde maatregelen, maar moet een pakket elkaar aanvullende maatregelen bevatten.

Een aantal vragen blijven onbeantwoord. In het huidige stadium van het onderzoek is het slechts mogelijk de richting aan te geven van de impact die diverse strategieën op de modale vervoerstromen zullen hebben. Met het gecalibreerd transport-energiemodel zal het mogelijk zijn gedetailleerde besparingsresultaten te evalueren, ook voor maatregelen zoals ondermeer de creatie van vervoercentra. Op basis daarvan kan de overheid een gefundeerde bezuinigingspolitiek uitstippelen.

VOETNOTEN

- . (1) na de industriesector, de huishoudelijke sector en de energiesector.
- . (2) Zie: Energieverbruik in het goederenvervoer: mogelijke besparingsmaatregelen, Nationaal Programma R&D "Energie", semestrieel aktiviteitsverslag 1/1980, Bijlage A. Vooral de lezer die geïnteresseerd is in de data en de berekening van de modale energieverbruikscijfers verwijzen we naar het oorspronkelijk rapport.
- . (3) Zie: Modelspecificatie: De vraag naar goederenvervoer en de energievraag die eruit voortvloeit: een tentatief model, Nationaal Programma R&D "Energie", semestrieel aktiviteitsverslag 2/1979, Bijlage D.
- . (4) Zie: Methodologische aspecten en resultaten van een modellisatieoefening van vraag en aanbod van energie, Nationaal Programma R&D "Energie", september 1979, p.I-15.
- . (5) Planbureau, Bilan énergétique belge: grandes tendances de l'évolution 1960-1979, 1980. (data van het Bureau voor Statistiek van de Europese Gemeenschap).
- . (6) Zie: Methodologische aspecten en resultaten van een modellisatieoefening van vraag en aanbod van energie, Nationaal Programma R&D "Energie", september 1979, p.I-19.
- . (7) Idem, p.I-29.
- . (8) Over het vervoer per pijpleiding bestaat weinig gecoördineerd statistisch materiaal. Daarom wordt deze modus afzonderlijk behandeld.
- . (9) Hier is NIET inbegrepen: invoer met vreemde voertuigen
uitvoer met vreemde voertuigen
doorvoer
- . (10) I.R.U., Bilan énergétique comparé du transport ferroviaire et routier de marchandises, 1975, p.5. Men spreekt over "le taux de l'utilisation par rapport au poids remorqué".
- . (11) Idem, p.5.
- . (12) G.DOBAS, "L'énergie dans les transports terrestres", Transports, 1974 (172), p.164.
P. LE VERT, Note sur la consommation d'énergie dans les transports terrestres de marchandises, C.E.S.M. 2, 1974, p.3.
P. LE VERT, "Transports et énergie", Transports, 1976, nr.196.
E.B.W. (Economisch Bureau voor het Weg- en Watervervoer), nota van Drs. G.GORT, (5/7/1979).
J.P. BAUMGARTNER, "La consommation d'énergie des transports ferroviaires, routiers et aériens", Rail International, 1976, p.201.
I.R.U., Bilan énergétique comparé du transport ferroviaire et routier de marchandises, 1975, p.6.
G.BLANC, "Consommation d'énergie comparée entre la route et le rail", Transports, 1975 (200), p.91-98.
- . (13) P.LE VERT, "Transports et énergie", Transports, 1976(196), p.335.

- G.DOBIAAS, "L'énergie dans les transports terrestres", Transports, 1974 (172), p.165.
- . (14) D. VAN DEN NOORTGATE, Herwerkte kostprijstudie voor een "spits" ten gerieve van de varende bij vrachtprijsonderhandelingen, I.T.B., 1978.
- . (15) E.B.W. (Economisch Bureau voor het Weg- en Watervervoer), nota van Drs. G.GORT, (5/7/1979).
- . (16) M.G. DE BRUIN, brief dd. 22 december 1975.
G.DOBIAAS, "L'énergie dans les transports terrestres", Transports, 1974 (172), p.165.
P. LE VERT, Note sur la consommation d'énergie dans les transports terrestres de marchandises, C.E.S.M. 2, 1974, p.3.
T. SHIMA, "Mesures prises par les chemins de fer pour faire face aux problèmes que pose la consommation d'énergie", Rail International, 1977, p.325-344.
- . (17) Zie hierover J. VAN KAMPEN, "Pijpleidingen", De ontwikkeling van de Vlaamse economie in internationaal perspectief- deel VI: Het Transportwezen, 1974, p.190-233.
- . (18) G.DOBIAAS, "L'énergie dans les transports terrestres", Transports, 1974 (172), p.164.
P. LE VERT, "Transports et énergie", Transports, 1976, nr.196, p.335
I. ZANDI en K.S. KIM, "Solid pipeline conserves energy", Transportation Research, 1974, p.474.
- . (19) B.T.U. (British Thermal Unit): de hoeveelheid energie die nodig is om de temperatuur van 1 pond water met 1 graad Fahrenheit te doen toenemen. 1 BTU= 0,251996 kcal= 1,055863 KJ.
- . (20) Gebaseerd op: NIS, Vervoerstatistieken, 1980(1), tabel II-9, Indeling van het gewoon vervoer, binnenlands en internationaal in 1000 ton en 1000 tkm naar de aard der goederen en per afstandsklasse, 1978.
- . (21) L.SHIPPER, "Another look at energy conservation", Energy Policy, 1979(2), p.362.
- . (22) A.FRENCH, "Energy and freight movements", Transportation Journal, 1976, p.41.
- . (23) D.N.DEWEES, Transportation energy demand, 1973, p.21.
- . (24) T.E.M. Mc KITTERICK, The effect of energy price changes on transport, p.51.
- . (25) B.HANNON, "A railway trust fund", Transportation Research, 1974, p.368.
- . (26) Berekeningen op basis van het gegevensbestand, NIS, wegvervoer, 1978.
- . (27) Kleine hoeveelheden over kleine afstanden vervoeren vormt zowat het monopolie van het wegvervoer. Vermits deze cijfers ook deel uitmaken van het databestand betekent dit dat tabel 22 maximumgrenzen voor substitueerbaarheid weergeeft.

- . (28) Netto-besparingseffect= het verschil tussen het huidige energieverbruik van de gebruikte modus (stel 1513 KJ/tkm) en het geschatte verbruik door de nieuwe te gebruiken modus (699 KJ/tkm)
- . (29) J.M.PARASIE, "Lonen in Belgisch wegvervoer doorslaggevend in kostprijs", De Lloyd, 10/3/1980, p.1.
- . (30) Gebruikte laadvermogenklassen: I(250-399t), II(400-649t), III(650-999t).
- . (31) I.R.U., Améliorations des rendements énergétiques du transport par camion, 1976, p.23.
- . (32) Omrekening in barrels van 5,8 x 10 BTU (1 BTU= 1,055863 KJ), prijs per barrel= 35 \$.
- . (33) Verder vermeld als de relatie Antwerpen-Charleroi.
- . (34) Volgende verbruikscijfers werden weerhouden: spoorvervoer:699 KJ/tkm; wegvervoer 1513 KJ/tkm; binnenvaart: 877 KJ/tkm:
- . (35) Tussen haakjes staan ter vergelijking de huidige nationale cijfers.

BIBLIOGRAFIE

- . BAUMGARTNER J.P., "La consommation d'énergie des transports ferroviaires, routiers et aériens", Rail International, 1976, p.195-202.
- . BEVILACQUA O.M., The potential for achieving energy conservation for the intercity movement of commodities by truck and rail transport systems, Ph.D. thesis, California, 1976.
- . BEVILACQUA O.M., "Overview of the potential for energy conservation for the intercity truck and rail operations", Energy use management, 1977, p.649-657.
- . BLANC G., "Consommation d'énergie comparée entre la route et le rail", Transports, 1975 (200), p.91-98.
- . BREIMEIER R., "Der energiebedarf von Binnenschiffen und Güterzügen (Ganzzügen) beim Massenguttransport", Internationales Verkehrswesen, 1974, p.104-107.
- . CHAPMAN P.F., LEACH G. & SLESSEN M., "The energy cost of fuels", Energy policy, 1974(3), p.231-243.
- . DEWEES D.N., Transportation energy demand, Toronto, 1973.
- . DE WITTE J., De spits in de Belgische binnenscheepvaart, thesis T.E.W., UFSIA, 1979.
- . DOBIAS G., "L'énergie dans les transports terrestres", Transports, 1974 (172), p.163-166.
- . FRENCH A., "Energy and freight movements", Transportation Journal, 1976(3), p.26-41.
- . HANNON B., "A railway trust fund", Transportation Research, 1974, p.363-372.

-
- . HIRST E., "Transportation energy conservation: opportunities and policy issues", Transportation Journal, 1974(3), p.42-52.
 - . I.R.U., Bilan énergétique comparé du transport ferroviaire et routier de marchandises, 1975, Geneve.
 - . I.R.U., Améliorations des rendements énergétiques du transport par camion, Genève, 1976.
 - . I.T.B., Invloed van de prijsschommelingen van de stookolieprodukten op het vrachtenpeil in de binnenvaart, Brussel, 1979.
 - . KOURIS G.J., "Price sensitivity of petrol consumption and some policy implications - The case of the EEC", Energy policy, 1978 (3), p.209-216.
 - . LE VERT P., Note sur la consommation d'énergie dans les transports terrestres de marchandises, 1974.
 - . LE VERT P., "Transports et énergie", Transports, 1976, nr.196, p.334-342
 - . MATERNINI M., "Vitesse, coûts et consommations d'énergie dans les transports sur rail", Rail International, 1976, p.530-555.
 - . McDERMOTT D., "An alternative framework for urban goods distribution: consolidation", Transportation Journal, 1975(3), p.29-39.
 - . MINISTERIE VAN VERKEERSWEZEN, "Proeven van berekening van specifieke inkomsten verschaft door de gebruikers van weg- en binnenvaartinfrastructuur in België", Echo's van Verkeerswezen, 1968(1), p.17-37.
 - . MINISTERIE VAN VERKEERSWEZEN, "Vervoer en energie", Echo's van Verkeerswezen, 1973(3), p.164-177.
 - . RAKOWSKI J.P., "Competition between railroads and trucks", Traffic Quarterly, 1976, p.285-301.
 - . SHIPPER L., "Another look at energy conservation", Energy Policy, 1979(2), p.362-368.
 - . SEYMER N., "Intermodal comparisons of energy intensiveness in long-distance transport", Transportation Research, 1976, p.275-279.
 - . SHIMA T., "Mesures prises par les chemins de fer pour faire face aux problèmes que pose la consommation d'énergie", Rail International, 1977, p.325-344.
 - . STENGER A.J., "An analysis of the impact of the energy shortage on business logistics systems, and its implication for freight transport", Transportation Research, 1974, p.419-426.
 - . VAN DEN NOORTGATE D., Herwerkte kostprijsstudie voor een "spits" ten gerieve van de varende bij vrachtprijsonderhandelingen, I.T.B., 1978.
 - . ZANDI I. en KIM K.S., "Solid pipeline conserves energy", Transportation Research, 1974, p.471-480.