



STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK

VAKGROEP TRANSPORT EN RUIMTE

**Logistieke Waardering van Tijd
in het Goederenvervoer**

Prof. Dr. G. BLAUWENS
UFSIA

rapport 98/354

Februari 1998

Universitaire Faculteiten St.-Ignatius
Prinsstraat 13 - B 2000 Antwerpen

D/1998/1169/001

Abstract

Usually economists estimate the value of time in freight transport by an indirect method: they observe the decisions of logistic managers in situations where these decisions imply a trade off between time and money. The method has two variants: revealed preference or stated preference. The present article abandons this indirect approach and tries to estimate the value of time from a direct calculation of logistic costs. It calculates the effect of extra transport time on total logistic cost.

The difficult point and the essential problem to be solved, is the effect of transport time on stock outs: additional transport time increases the risk of stock depletion and hence reduces service rate. This aspect is treated by computing the cost of an extra safety stock, required to offset increased transport time and thus keep the risk of stock depletion constant.

The calculation is made for three cases: textile import by air, container transport from a seaport to its hinterland, and bulk transport by barge. The total logistic cost of delaying commodities in transport appears to be approximately 17 times the mere interest cost in the case of textile import, 7 times the interest cost in the case of container transport and 5 times the interest cost in the case of bulk transport. Broadly speaking, these results are consistent with existing estimates, based on revealed or stated preference

LOGISTIEKE WAARDERING VAN TIJD IN HET GOEDERENVERVOER

Prof Dr. G. Blauwens

Tijdsbesparing in het vervoer is vaak de belangrijkste baat van infrastructuurwerken. Het vermijden van tijdverlies in files is ook het centrale punt in het hele mobiliteitsdebat. Om uit te maken of maatregelen van mobiliteitsbeleid de welvaart van een gemeenschap dienen, is het nodig kosten tegen baten af te wegen. De waardering in geldeenheden van een tijdsbesparing in het vervoer is dan ook essentieel. Zo kunnen tijdwinsten worden vergeleken met de uitgaven die voor de betrokken maatregelen nodig zijn of met andere kosten en baten.

Economen hebben zeer veel aandacht besteed aan de reistijdwaardering in het personenvervoer¹ maar veel minder aan de tijdwaardering voor het goederenvervoer. Het is duidelijk nochtans dat ook in het goederenvervoer tijd een aanzienlijke waarde heeft. Die waarde is samengesteld uit twee elementen : een uur tijdsbesparing levert een baat op voor de vervoerder en een baat voor de goederen.

De baat voor de vervoerder bestaat uit de kostprijs van voertuig en bemanning gedurende dat uur. Die kostprijs is met de gebruikelijke boekhoudkundige methoden te berekenen. Een trekker-oplegger bijvoorbeeld met een laadvermogen van 28 ton kost zowat 50 gulden per uur, een bestelwagen van 0.5 ton een goede 30 gulden². Een duwkonvooi van 9000 ton kost in grootteorde 700 gulden per uur, een Spits van 300 ton 100 gulden³. De details van die berekening zijn voor discussie vatbaar. Als men diep op de berekening ingaat, ontdekt men ook vele boeiende methodologische problemen, maar echt onoverkomelijk zijn die niet. Elke accountant kan, met wat gezond verstand, een methode vooropstellen om te berekenen wat een uur kost voor het voertuig en de bemanning.

De kostprijs van een uur voor de goederen evenwel is veel moeilijker te berekenen. Hij is het onderwerp van deze bijdrage. Op voorhand moeten wij verwachten vrij hoge uitkomsten te vinden. Juist de kostprijs voor de goederen verklaart het grote belang dat tegenwoordig aan vervoersnelheid en aan just-in-time-levering wordt gehecht. Verzenders die de dure optie nemen van wegvervoer of luchttransport, terwijl goedkope alternatieven geboden worden door de trein of het schip, doen dat omwille van de tijdskosten voor de goederen.

¹Standaardwerk is nog steeds BRUZELIUS, N., *The value of travel time*, Croom Helm, London, 1979, 222 blz. Twee recente bijdragen: SENNA, L.A.D.S., "Influence of travel time variability on the value of time", *Transportation*, 1994, blz. 203-228, en DIAMANDIS, P., "Modelling the choice of mode and estimation of the value of travel time savings for the case of the Rhion-Antirion suspension bridge in Greece", *Annals of Regional Science*, 1997, blz. 473-489.

²BLAUWENS, G., DE BAERE, P., VANDEVOORDE, E., *Vervoerseconomie*, MIM-standaard uitgeverij, Antwerpen, 1996, blz. 133.

³ID., blz. 134.

1. BEREKENINGSMETHODEN

Om de waarde van tijd te berekenen, verkiezen de vervoerseconomen vrijwel altijd een indirecte berekening: men leidt de waardering van vervoertijd af door de beslissingen van verzenders te observeren in situaties waar zij tijd tegen geld afruilen. De keuze tussen wegvervoer en binnenvaart is zo een situatie. Wie wegvervoer kiest, offert geld op om tijd te winnen. Die preferentie vertelt iets over de geldwaarde die de verzender aan tijd hecht.

De methode heeft twee varianten : beweerde preferentie (stated preference)⁴ en bewezen preferentie (revealed preference)⁵. Het verschil tussen deze twee varianten is het verschil tussen zeggen en doen. Beweerde preferentie wordt geobserveerd door de verzenders te ondervragen over de keuze die zij zouden maken tussen wel omschreven vervoerwijzen, met bepaalde verschillen in vervoertijd en vervoerprijs. Uit hun beweerde keuzebeslissingen leidt men het bedrag af dat zij voor tijdwinst willen opofferen. Bewezen preferentie daarentegen observeert men niet door de verzenders te ondervragen, maar door te kijken naar hun werkelijk keuzegedrag tussen vervoerwijzen die inderdaad een verschil in prijs en in vervoertijd vertonen.

Methoden van beweerde preferentie hebben het voordeel van een grote vrijheid in de constructie van prijs-, tijd- en andere verschillen tussen vervoerwijzen, met laboratoriumprecisie zelfs in functie van het onderzoek. Methoden van bewezen preferentie daarentegen hebben het voordeel van een groter realiteitsgehalte. Werkelijk keuzegedrag is beter overwogen dan het vlugge antwoord op een vragenlijst. Werkelijke beslissingen ook geven eerlijk de preferentie aan, terwijl de beweringen in een ondervraging strategische bedoelingen kunnen hebben.

Hoe ook, elke indirecte tijdwaardering uit een observatie van verzendersbeslissingen, bewezen of beweerd, is oppervlakkig. Zij constateert wel een geldwaarde die verzenders klaarblijkelijk bereid zijn voor tijd te betalen, maar zij verklaart die geldwaarde niet. Zij geeft geenszins aan waarom verzenders die betalingsbereidheid opbrengen. Zij geeft dus ook niet aan hoe die betalingsbereidheid verandert bij een wijziging van de logistieke omstandigheden.

⁴Voorbeelden daarvan zijn HAGUE CONSULTING GROUP, "De reistijdwaardering in het goederenvervoer", Rijkswaterstaat, Den Haag, 1992, 65 blz. + bijl., DE JONG, G.C., GOMMERS, M.A., KLOOSTER, J.P.G.N., "De reistijdwaardering in het goederenvervoer", Tijdschrift Vervoerswetenschap, 1993, blz. 77-85, MARMORSTEIN-WYNTER, L. "La valeur du temps de transport de fret en France", Recherche Transports Sécurité, Nr. 44, 1994, blz. 23-29, WYNTER, L.M., "The value of time of freight transport in France: estimation of continuously distributed values from a stated preference survey", International Journal of Transport Economics, 1995, blz. 151-165.

⁵Toegepast in BLAUWENS, G. & VANDEVOORDE, E., "The valuation of time savings in commodity transport", International Journal of Transport Economics, 1988, blz. 77-87.

Daarom willen wij in deze bijdrage afstappen van de indirecte benadering. Wij trachten een rechtstreekse berekening van logistieke kosten op te zetten. Wij willen berekenen welk effect door de tijdsduur van het vervoer wordt uitgeoefend op de logistieke kosten in de bedrijven. De waarde van een uur vervoertijd is de stijging van logistieke kosten die door een bijkomend uur vervoertijd veroorzaakt wordt. Het is deze waarde die verzenders zullen willen betalen om een uur in het vervoer te winnen.

De rechtstreekse berekening van logistieke kosten is zodanig gecompliceerd, dat wij ze slechts voor enkele specifieke gevallen kunnen uitvoeren. Zij is daarom minder algemeen dan de gebruikelijke methoden die de tijdwaarde indirect meten uit bewezen of beweerd preferentie. Toch denken wij dat zij door haar verklaringskracht een interessante aanvulling biedt.

2. LOGISTIEKE KOSTEN

Centraal in de analyse van logistiek is het "total cost concept". Men moet bij het nemen van logistieke beslissingen rekening houden met de totale logistieke kostprijs, bestaande uit:

- voorraadkosten (inclusief magazijnkosten)
- kosten van voorraadtekort
- kosten van goederenbehandeling
- verpakkingskosten
- orderbehandelingskosten
- administratiekosten
- instelkosten
- kosten van service na verkoop
- kosten van vestigingsplaats
- transportkosten

Voorraadkosten worden door vervoertijd beïnvloed op twee manieren: Het eerste en evidente effect is de langere voorraadtijd tijdens het vervoer zelf. De goederen blijven gedurende de ganse vervoertijd onbeschikbaar en ondergaan gedurende gans die tijd voorraadkosten. Een tweede, minder evident maar soms veel belangrijker effect betreft de veiligheidsvoorraad in de bedrijven zelf. De veiligheidsvoorraad is de hoeveelheid die men nog verwacht in stock te hebben bij aankomst van een voorraadaanvulling. Die reserve wenst men aan te houden om onvoorzienbare schommelingen te overbruggen van de vraag tijdens de levertijd. Lange levertijd dwingt bestemmingen een hogere veiligheidsvoorraad aan te leggen. Ook daar stijgen dus de voorraadkosten.

De kosten van voorraadtekort zijn een tweede soort kosten die van vervoertijd afhangen. Bij stijgende vervoertijd kan het vaker voorkomen dat op de plaats van bestemming een voorraadtekort ontstaat.

De andere elementen uit de lijst van logistieke kosten zijn bij vervoertijd niet betrokken of worden slechts in onbelangrijke mate beïnvloed.

Kosten van goederenbehandeling bijvoorbeeld nemen niet toe als het vervoer trager gebeurt, tenzij in zeer uitzonderlijke omstandigheden : bijvoorbeeld wanneer die

vervoertijd minder regelmatig wordt zodat bedrijven ook minder goed hun goederen-behandeling kunnen plannen. Meestal is dat effect te verwaarlozen.

Verpakkingskosten hangen ook normaal niet van de vervoertijd af, tenzij die zo sterk zou oplopen dat bijkomende verpakking nodig is, maar dat zal opnieuw zeer uitzonderlijk zijn.

Ook kosten van orderbehandeling, administratiekosten, instelkosten en de kosten van service na verkoop zullen maar bij zeer grote verandering van vervoertijd beïnvloed worden en dan nog maar in een zeer bijkomstige mate.

De kosten van vestigingsplaats zijn zelfs in de korte periode volledig vast. Zij kunnen alleen in de lange periode veranderen en ook dan is het duidelijk dat al een zeer grote verandering in vervoertijd moet optreden eer een onderneming tot verandering van vestigingsplaats zal beslissen.

De transportkosten tenslotte moeten wij ook niet bespreken. Het effect van tijd op de transportkosten is, zoals eerder gemeld, te berekenen met de gekende boekhoudkundige technieken. Dat effect komt ook tot uiting in de vervoerprijs. Het is geen onderwerp van onze huidige berekening. Wij willen de tijdwaarde kennen voor de goederen, niet voor de vervoerder.

Het is dus verantwoord de logistieke kostenanalyse te beperken tot de voorraadkosten en de tekortkosten. Wat vervoertijd buiten deze twee kostensoorten nog kan veroorzaken, mogen wij verwaarlozen.

3. VOORRAADKOSTEN

Tijdverlies in het vervoer drijft, voor de bedrijven die goederen verzenden, voornamelijk de voorraadkosten op. De goederen blijven, ten eerste, langer aanwezig in het transport en ondergaan gedurende die bijkomende tijd voorraadkosten. De bedrijven zullen, ten tweede, bij trager vervoer ook hogere veiligheidsvoorraden aanleggen.

De kostprijs om goederen in voorraad te houden bestaat uit intrestkosten, verzekeringskosten of risico, ontwaarding van de goederen en magazijnkosten. Die kosten kunnen uitgedrukt worden in een bedrag per uur, per jaar of andere tijdseenheid.

3.1 intrestkosten

Deze berekent men door de intrest toe te passen op de waarde die in een eenheid van het goed geïnvesteerd is. Om de intrest correct te berekenen, verdient het aanbeveling de intrestvoet te verminderen met de verwachte prijsstijging van de goederen. En aangezien de verwachte prijsstijging van de goederen vaak nog het best wordt ingeschat door ze gelijk te stellen aan het algemene inflatieritme, valt meestal ook aan te bevelen dat men de intrestvoet gelijk stelt aan de reële intrest: de intrest boven inflatie.

De kapitaalmarkt in vele Westerse landen, als men een gemiddelde maakt over vele jaren, vertoont een reële intrest van ongeveer 4 of 5 procent per jaar. Wij zullen

daarom een percentage van 4.5 aanvaarden voor de berekening van de reële intrest tijdens het vervoer of in de bedrijven die voorraden aanleggen. Uiteraard zijn ook hier verschillen te noteren van de ene onderneming tot de andere. Er zijn ondernemingen die voor al hun investeringen een corporate intrest rate opleggen van 12 procent. Dat is bij een inflatie van 2 procent een reële intrest van $1.12 / 1.02 = 1.098$, een reële intrestvoet dus van 9.8 procent. Andere ondernemingen beleggen op termijnrekeningen die soms niet meer opbrengen dan 3 procent. Bij een inflatie van 2 procent is dat een reële intrest van $1.03 / 1.02 = 1.0098$, nog iets minder dus dan 1 procent. Voor de berekeningen in deze bijdrage, houden wij het bij 4.5 procent. Dat is een redelijke schatting van het gemiddelde.

Intrestkosten gelden uniform voor de voorraadkosten tijdens de vervoertijd en voor de veiligheidsvoorraad. Of de goederen aanwezig zijn in het transport of in magazijn, maakt voor de berekening van de intrest niet uit.

3.2 verzekeringskosten of risico

Als men de goederen verzekert tegen brand of diefstal en als de premie bovendien afhangt van de in voorraad aanwezige kwantiteit of van de tijd die de goederen in voorraad doorbrengen, is de bijkomende jaarpremie per eenheid van het goed ook een element in de kostprijs van vervoertijd. Verzekert men niet, dan moet men in een nauwgezette berekening het risico tellen dat de ondernemer zelf loopt door bijkomende vervoertijd.

Men zou op het eerste gezicht kunnen verwachten dat verzekeringskosten of risico wat hoger zijn tijdens de transporttijd dan gedurende de stockage in magazijn, maar dat hoeft niet zo te zijn. In vele gevallen zelfs hangt de premie van een transportverzekering niet af van de vervoertijd. Hij moet dan ook in de kostenberekening van vervoertijd niet opgenomen worden.

3.3 ontwaarding van de goederen

Ontwaarding van de goederen kan ontstaan door bederf, d.w.z. door fysische aftakeling. Meestal evenwel is dat niet de hoofdzaak. Van veel groter belang is de economische ontwaarding. Die is vaak het belangrijkste element in de berekening van de voorraadkosten.

In een aantal gevallen kan economische ontwaarding berekend worden uit de gemiddelde levensduur van de producten. In de computerbranche bijvoorbeeld is het niet onrealistisch te stellen dat elk artikel, ongeacht zijn leeftijd, op elk moment door een innovatie achterhaald kan worden, maar dat een gemiddeld artikel wel drie jaar gangbaar blijft. Een computer gedurende één jaar in voorraad houden, brengt dan economische ontwaardingskosten mee die men kan schatten op een derde van de waarde.

Er zijn ook goederen waarvoor de ontwaarding nul is. Het in voorraad houden van bijvoorbeeld zand of ijzererts of aardolie brengt geen risico mee op het incurant worden van de goederen, ook niet op bederf. Hooguit kan er een kostprijs zijn van een verwachte prijsdaling of van een prijsevolutie die niet de algemene inflatie volgt. Maar om zulke prijsevolutie voorop te stellen, moet men al welbepaalde redenen hebben.

Zo bestaan ook geen ontwaardingskosten voor onderdelen die in voorraad gehouden worden bij een autofabriek, die nog jaren zal doorgaan met de productie van een zelfde model, zodat men absoluut zeker is de onderdelen te gebruiken.

De economische ontwaardingskosten verschillen sterk van het ene goed tot het andere: nul voor de onderdelen in de autofabriek, zeer hoog voor computers of voor modekleding die op enkele weken tijd incurant kan worden. Ook in de gevallen die wij nog zullen voorstellen in deze bijdrage, zijn de ontwaardingskosten sterk verschillend.

Wel gelden de ontwaardingskosten steeds op een uniforme of bijna uniforme manier voor de voorraad tijdens het vervoer en voor de veiligheidsvoorraad. Dat de goederen in het transport zijn of in magazijn liggen, maakt namelijk voor hun economische ontwaarding niets uit. Ten hoogste kan er een klein verschil zijn in bederfrisico. Dat eventuele verschil in bederfrisico zullen wij verwaarlozen in de cases verder in deze bijdrage.

3.4 magazijnkosten of huur van een container

In de kostprijs om een eenheid van het goed gedurende een bepaalde tijd in voorraad te houden, moeten tenslotte ook de magazijnkosten opgenomen worden. Die magazijnkosten zijn gemakkelijk te bepalen wanneer de goederen opgeslagen worden in een publiek magazijn, wat vaak het geval is bij zee- of luchthavens of in logistieke centra. Men moet dan gewoon het tarief aanrekenen dat door de magazijnuitbater gevraagd wordt per eenheid van het goed.

Wie goederen opslaat in een eigen magazijn, zal de jaarlijkse kostprijs van dat magazijn moeten berekenen, d.w.z. niet alleen de huur of de intrestkosten en afschrijving, maar ook verlichting, verwarming, onderhoud, enz.

Magazijnkosten moeten natuurlijk niet opgenomen worden in de voorraadkosten tijdens het vervoer. Ten hoogste kan men daar spreken van een soort virtuele magazijnkosten: de huur namelijk van een container.

3.5 samenvatting

Wij kunnen samenvatten dat de kostprijs om een eenheid van de goederen in voorraad te houden, bestaat uit intrest, verzekering of risico, ontwaarding van de goederen, en magazijnkosten of huur van een container. Die kosten kunnen erg verschillen naargelang het geval. Zij zullen een belangrijk element zijn van differentiatie tussen de cases die in deze bijdrage bekeken worden.

4. KOSTEN VAN VOORRAADTEKORT

Tijdverlies in het vervoer veroorzaakt bijkomende kosten van voorraadtekort. Kosten van voorraadtekort mogen niet verward worden met voorraadkosten. Onder de kosten van voorraadtekort verstaat men de nadelen die uit het ontbreken van voorraad voortvloeien: het klantenverlies dat men dan lijdt, de schadevergoeding die men wegens contractbreuk moet betalen, de leegstand van machines, de vertraging en aanpassing van de productie, enz.

Een berekening van deze kosten roept vragen op die bijzonder moeilijk te beantwoorden zijn. Wat kost een voorraadtekort voor de bestemming die op de zending zit te wachten? Is dat alleen de interest op de goederen of moet men de kostprijs tellen van een hele fabriek, die gedurende dat uur stil ligt, wachtend op de vrachtwagen? Wat kost een voorraadtekort voor goederen die aan een kortstondig verkoopseizoen gebonden zijn? Wat kost een tekort voor een verzender die een traditie heeft van prompte aflevering en die daar ook een commerciële troef wil van maken?

De econoom die uitdrukkelijk op dit soort vragen wil antwoorden, raakt verloren in eindeloze berekeningen en oeverloze casuïstiek. Een oplossing evenwel kan geboden worden door niet tekortkosten als dusdanig te willen berekenen, maar voorraadkosten, nodig om tekorten uit te schakelen.

4.1 bijkomende veiligheidsvoorraad in plaats van bijkomende tekorten

Wij kunnen vaststellen dat de tekortkosten in een bedrijf te vermijden zijn door bijkomende veiligheidsvoorraad aan te leggen. Als vervoer trager gaat, is de ondernemer dus niet verplicht een bijkomend risico van voorraadtekorten te accepteren. Hij kan de bijkomende vervoertijd compenseren met een hogere veiligheidsvoorraad en zodoende het risico op voorraadtekorten constant houden. De kostprijs van vervoertijd komt in die benadering volledig tot uiting in bijkomende voorraadkosten, welke veel gemakkelijker te berekenen zijn dan de schade die uit bijkomende tekorten zou voortvloeien.

Deze benadering is een belangrijke sleutel voor de berekening die wij willen opzetten. : wij tellen in de kostprijs van vervoertijd geen bijkomende voorraadtekorten, maar wel de bijkomende veiligheidsvoorraad die nodig is om de voorraadtekorten niet te laten oplopen.

Deze aanpak, die vele problemen oplost, kan leiden tot een lichte overschatting van de tijdskosten. In de werkelijkheid immers kan de logistieke manager op bijkomende vervoertijd reageren met een mix van twee effecten: gedeeltelijk met een verhoging van de veiligheidsvoorraad, gedeeltelijk met de aanvaarding van bijkomende tekorten. Door op te leggen dat hij uitsluitend met verhoging van de veiligheidsvoorraad moet reageren, zonder bijkomende tekorten te accepteren, nemen wij vrijheid voor hem weg. Dat strekt tot een verhoging van de kosten.

Bij een geringe wijziging in vervoertijd evenwel, en in een bedrijf met een goed voorraadbeleid, is deze overschatting te verwaarlozen. De ondernemer die een optimaal voorraadbeleid voert, ruilt immers voorraadkosten af tegen tekortkosten. In het optimum zijn dus bijkomende tekorten exact even duur als de bijkomende veiligheidsvoorraad om die tekorten uit te schakelen. De optie tussen bijkomende veiligheidsvoorraad of bijkomende tekorten, maakt dan, wat kosten betreft, niets uit.

In een bedrijf evenwel dat geen optimaal voorraadbeleid voert, kan onze benadering wel tot aanzienlijke fouten leiden. Als bijvoorbeeld de aanwezige veiligheidsvoorraad reeds veel te groot is en wij tellen dan, bij verhoging van de vervoertijd, nogmaals een aanzienlijke bijkomende veiligheidsvoorraad, dan overschatten wij de tekortkosten die het tragere vervoer kan meebrengen.

Zo kan onze benadering ook een beduidende overschatting inhouden in een bedrijf met optimaal voorraadbeleid, wanneer de wijziging in vervoertijd zeer aanzien-

lijk is, zodat men ver buiten het oorspronkelijke evenwichtspunt komt, waarin de gelijkheid bestond tussen bijkomende voorraad- en bijkomende tekortkosten. Ook dan kan namelijk een merkbare kostenverspilling ontstaan door de vervoertijd uitsluitend met veiligheidsvoorraad op te vangen.

Normaal gesproken echter moet onze methode verantwoord zijn. De meeste beslissingen immers in mobiliteitsbeleid of bij infrastructuurwerken hebben betrekking op relatief geringe wijzigingen in vervoertijd. De meeste bedrijven ook worden geleid door beslissingnemers die economisch trachten te handelen en die bij de vorming van veiligheidsvoorraden dan ook min of meer een optimum tot stand brengen.

4.2 Berekening van de bijkomende veiligheidsvoorraad

De additionele veiligheidsvoorraad die een bestemming van vervoer moet aanleggen om bij langere vervoertijd het tekortrisico constant te houden, is te berekenen als men twee eenvoudige en vrij plausibele hypothesen accepteert:

1) De vraag tijdens de levertijd (d.w.z. tijdens de tijd die verstrijkt tussen de beslissing de voorraad aan te vullen en de werkelijke aankomst van de goederen in magazijn) is normaal verdeeld. Deze veronderstelling is plausibel wanneer de vraag tijdens de levertijd samengesteld is uit vele onderling onafhankelijke bestellingen. Zij gaat ook op in vele andere gevallen of kan tenminste in vele gevallen als benadering gelden.

De normale verdeling heeft een algemeen bekende eigenschap, die bij de berekening van de vereiste veiligheidsvoorraad goed van pas komt: haar overschrijdingskans hangt uitsluitend af van de standaardafwijking. Men kan, als de vraag tijdens de levertijd normaal verdeeld is, een constant risico op tekort handhaven door de veiligheidsvoorraad proportioneel te houden met de standaardafwijking van die vraag. De vereiste veiligheidsvoorraad kan dus eenvoudig geschreven worden als $K\sigma$, waarin σ de standaardafwijking is van de vraag tijdens de levertijd en K een constante, die men vastlegt door een toegelaten tekortrisico voorop te stellen.

2) Wij veronderstellen, ten tweede, dat er geen correlatie is tussen enerzijds de levertijd en anderzijds de bestellingen in het bedrijf van bestemming. Met deze hypothese bedoelen wij dat wisselvalligheden in het vervoer of in andere elementen van de aanvoerprocedure geen verband vertonen met bestellingen die in het bedrijf van bestemming toekomen.

Er is wat kritiek op deze tweede veronderstelling mogelijk, bijvoorbeeld omdat bestellingen bij het bedrijf van bestemming en vertragingen in de aanvoer functie zijn van een zelfde economische conjunctuur of van seizoenpatronen die aan de levertijd en aan de bestellingen gemeen zijn. Over het algemeen evenwel is die veronderstelling wel bij benadering te accepteren. Zij is ook zeer gangbaar in analyses van voorraadbeleid.

De hypothese heeft tot gevolg dat de standaardafwijking van de vraag tijdens de levertijd kan geschreven worden als volgende formule, die wij de formule van Fetter en Dalleck zullen noemen⁶:

$$\sigma = \sqrt{(Tv + V^2t)}$$

waarin:

σ = standaardafwijking van de vraag tijdens de levertijd

T = gemiddelde levertijd

V = gemiddelde vraag per tijdseenheid

t = variantie van de levertijd

v = variantie van de vraag per tijdseenheid

De keuze van de eenheden is vrij, maar men moet ze wel consequent toepassen. Wanneer men bijvoorbeeld als tijdseenheid een dag kiest en als eenheid voor de goederen een ton, zal men de levertijd T moeten uitdrukken in dagen, de gemiddelde vraag V in ton per dag, men zal dan de variantie van de levertijd t ook moeten meten in dagen en de variantie van de vraag v in ton per dag. De berekende standaardafwijking σ wordt dan bekomen in ton.

De uitdrukking onder het wortelteken stelt de variantie voor van de totale vraag tijdens de ganse levertijd. Die variantie bestaat uit twee termen. De term Tv geeft de variantie aan die te wijten is aan de schommelingen van de vraag. De onzekerheid die daaruit voortvloeit, is proportioneel met de levertijd T. De term V^2t geeft de variantie aan die te wijten is aan schommelingen in de levertijd. Die onzekere levertijd veroorzaakt een variantie die proportioneel is met het kwadraat van de gemiddelde vraag. Ook zonder in te gaan op de exacte bewijsvoering, kan men de logica van deze berekening inzien. Men moet wel onthouden dat de berekening slechts opgaat als de afwijkingen van de levertijd ten opzichte van zijn gemiddelde T en de afwijkingen van de vraag ten opzichte van haar gemiddelde V ongecorrleerd zijn⁷.

De gemiddelde levertijd T en de gemiddelde vraag V zijn twee begrippen die voor zichzelf spreken. Wij moeten hun berekening niet toelichten. De variantie t van de levertijd kan men berekenen door over een bepaalde periode een reeks van n levertijden te observeren, de lengten van die levertijden T_1, T_2, \dots, T_n te noteren en ze dan te vergelijken met hun gemiddelde T. De variantie van de levertijd is gelijk aan

⁶Zie bijvoorbeeld BOWERSOX, D.J., *Logistical Management*, Macmillan, New York-London, 1978, blz. 178-179 of BALLOU, R.H., *Business Logistics Management*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985, blz 388 of LAMBERT, D.M. & STOCK, J.R., *Strategic Logistics Management*, Irwin, Homewood-Boston, 1993, blz. 415. De oorspronkelijke afleiding van de formule is te danken aan FETTER, R.B. & DALLECK, W.C., *Decision Models for Inventory Management*, Irwin, Homewood, 1961, blz. 105-108.

⁷Die conditie wordt door FETTER en DALLECK, Op. cit., niet uitdrukkelijk vermeld, maar zij is aanwezig in hun eerste substitutie op blz. 108, waar de verwachte afwijking van de vraag tegenover haar gemiddelde nul gesteld wordt, ongeacht de lengte van de levertijd. Latere auteurs die de formule van Fetter en Dalleck overnemen, laten ook na de conditie uitdrukkelijk te melden.

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T)^2}{n-1}$$

Zo kan men ook de variantie v van de dagelijkse vraag berekenen door op n verschillende dagen de vraag V_1, V_2, \dots, V_n te observeren en dan die vraaghoeveelheden te vergelijken met hun gemiddelde V . De variantie van de vraag is gelijk aan:

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i - V)^2}{n-1}$$

In de levertijd is het vervoer natuurlijk maar één element. Aan het vervoer gaat nog de reactietijd van de leverancier vooraf, d.w.z. de tijd die verstrijkt tussen de beslissing de voorraad aan te vullen en het afgeven van de producten door de leverancier aan de vervoerder. De gemiddelde levertijd T is daarom de som van die gemiddelde reactietijd en de gemiddelde vervoertijd. Als schommelingen in de reactietijd van de leverancier en in het vervoer onafhankelijk zijn, geldt dat ook voor de variantie: de variantie t van de totale levertijd is dan eenvoudig de som van de twee samenstellende varianties (de variantie in de reactietijd plus de variantie in vervoertijd.)

De formule voor σ laat toe het belang te bepalen van snelheid en stiptheid in het vervoer. Bespaarde vervoertijd gaat in mindering van T , bespaarde variantie van vervoertijd daarentegen gaat in mindering van t . Het effect op σ en op de vereiste veiligheidsvoorraad $K\sigma$, zoals men kan berekenen, zal vooral groot zijn, wanneer de leverancier geringe reactietijden heeft, met weinig variantie. Dan zijn T en t bijna uitsluitend aan vervoer toe te schrijven, zodat vervoer een groot relatief impact op de veiligheidsvoorraad uitoefent. Snel en stipt vervoer zal dus vooral renderen in een omgeving die algemeen op het just-in-time concept is ingesteld, met leveranciers die zelf ook stipt en snel leveren.

Men kan uit de formule voor σ ook afleiden dat het impact van snelheid (levertijd T) en van stiptheid (variantie van de levertijd t) gewogen wordt respectievelijk met de variantie v van de vraag en met de gemiddelde vraag V . Als de vraag een grote relatieve variantie heeft (v groot in proportie tot V), zal vooral snel vervoer belangrijk zijn. Dan wordt de levertijd T met een hoge factor v gewogen. Als daarentegen de vraag redelijk stabiel is (v klein in proportie tot V), zal vooral stiptheid van het vervoer helpen om de veiligheidsvoorraad laag te houden. Dan krijgt namelijk de variantie t een hoge wegingsfactor.

Voor bestemmingen met een slecht te plannen vraag loont dus vooral snel vervoer, voor bestemmingen met een goed geplande vraag stipt vervoer. Of met een boutade: "stipt vervoer voor de stipten, snel vervoer voor de knoeiers".

5. OPBOUW VAN ENKELE CASES

Het impact van vervoertijd op de logistieke kosten zal verschillend zijn van geval tot geval. Men kan het berekenen als men gedetailleerde gegevens heeft over

- de voorraadkosten voor de betrokken goederen,
- de veiligheidsvoorraad bij de bestemming van het vervoer
- de vraag tijdens de levertijd.

Die gegevens evenwel zijn niet algemeen bekend en hun verzameling in meerdere ondernemingen is een zware opgave, met hoge onderzoekskosten. Wij kunnen alleen enkele typische gevallen bekijken, waarover wij bij voorgaand consultantswerk gegevens bekomen hebben. Drie zulke voorbeelden zullen wij in deze bijdrage behandelen, zonder de betrokken ondernemingen bekend te maken. Wij geven slechts de algemene omschrijvingen, voldoende om de berekeningen te situeren:

- textielinvoer per vliegtuig
- vervoer van containers over de weg vanuit een zeehaven.
- vervoer van massagoed per binnenschip

In de drie gevallen berekenen wij de besparing op logistieke kosten, te danken aan een vermindering in vervoertijd. Die besparing bestaat telkens uit een vermindering van voorraadkosten tijdens het vervoer en uit een vermindering van veiligheidsvoorraad.

Om de uitkomsten onderling te vergelijken plaatsen wij de totale besparing in verhouding tot alleen de intrestkosten gedurende de uitgespaarde vervoertijd. Wij verwachten een tamelijk hoge verhouding te vinden. Op grond van verzendersbeslissingen, met bewezen preferentie, vonden wij in vroeger onderzoek een verhouding van ongeveer zeven: verzendersbeslissingen impliceerden een tijdwaarde iets hoger dan zevenmaal de intrest op de goederen⁸. Die berekening had betrekking op massagoederen. Wij willen nu nagaan in welke mate die algemene statistische uitkomst bevestigd wordt door de drie cases. Voor hoogwaardige en seizoengebonden goederen als textiel verwachten wij een veel hogere uitkomst, voor containers ook een nog wat hoger resultaat, voor massagoederen in de binnenvaart ongeveer een gelijke uitkomst.

6. TEXTIELINVOER PER VLIEGTUIG

6.1 Kostengegevens

Volgende tabel vat de kostengegevens samen voor deze case.

⁸BLAUWENS, G. en VANDEVOORDE, E., Op. cit., blz. 86.

Textielinvoer per vliegtuig	
1. Jaarlijkse intrestkosten per stuk (4.5 %)	59 BEF
2. Jaarlijkse ontwaardingskosten per stuk	260 BEF
3. Jaarlijkse magazijnkosten per stuk	10 BEF
4. Jaarlijks brand- en diefstalrisico per stuk	13 BEF
5. Jaarlijkse voorraadkosten per stuk in magazijn (som 1 tot 4)	342 BEF
6. Jaarlijkse voorraadkosten per stuk in transport (som 1 en 2)	319 BEF
Gemiddelde levertijd	5.5 dagen
Variantie levertijd	3.7 dagen
Veiligheidsvoorraad	2 154 stuks
Jaarlijkse omzet	38 500 stuks

De berekening van de kostengegevens in de tabel is vrij eenvoudig. Er is een reële intrest geteld van 4.5 % op een gemiddelde waarde van 1300 BEF per stuk. De gemiddelde gangbaarheid van een artikel in de beschouwde branche is ongeveer 5 jaar, zodat men per jaar moet rekening houden met een ontwaardingskans van 1/5. Op een bedrag van 1300 is dat 260 BEF. Om de jaarlijkse magazijnkosten te berekenen per stuk, zijn de totale jaarlijkse magazijnkosten bij de importeur gedeeld door de gemiddeld aanwezige voorraad. Het brand- en diefstalrisico in het magazijn, waarvoor geen verzekering wordt aangegaan, is ingeschat op één procent per jaar.

De jaarlijkse voorraadkosten van 342 BEF per stuk zijn dan gelijk aan de som van intrest, ontwaarding, magazijnkosten, brand- en diefstalrisico. Dit zijn kosten tijdens voorraadhouding in het magazijn. De voorraadkosten tijdens het transport bevatten geen magazijnkosten en ook geen kosten van brand- of diefstalrisico. Tegen die risico's tijdens het transport wordt namelijk wel een verzekering afgesloten, waarvan de premie niet door vervoertijd beïnvloed wordt, zodat wij hem mogen verwaarlozen.

De gemiddelde levertijd, tussen de beslissing de voorraad aan te vullen en de aankomst van de goederen in magazijn, bedraagt 5.5 dagen. Daarin is de reactietijd van de leverancier inbegrepen en de ganse vervoertijd, inclusief wachttijden. De levertijd is niet altijd exact dezelfde. Men stelt een variantie vast van 3.7 dagen.

De veiligheidsvoorraad tenslotte werd berekend door het gemiddelde te maken van de voorraad die bij de importeur nog aanwezig is bij aankomst van een voorraad-aanvulling. Dat gemiddelde bedroeg 2 154 stuks.

6.2 Tijdwaardering

Wij kunnen nu een tijdsbesparing beschouwen van één dag in de totale vervoertijd en de daling van logistieke kosten berekenen per vervoerd stuk.

De daling in voorraadkosten tijdens het transport zal dan gelijk zijn aan een fractie $1/365$ van de jaarlijkse kostprijs 319, of 0.87 BEF. Die berekening is hyper-eenvoudig.

Iets minder eenvoudig is de berekening van de veiligheidsvoorraad. De daling in gemiddelde levertijd met één dag, zal immers ook een daling meebrengen in variantie van de levertijd. Wij stellen dat variantie en gemiddelde in een vaste verhouding blijven, m.a.w. dat de relatieve variantie niet verandert. Deze benadering is zeer neutraal. De variantie in totale levertijd kan namelijk beschouwd worden als veroorzaakt door vele opeenvolgende gebeurtenissen, die onderling onafhankelijk zijn en optellen naarmate de tijd verstrijkt. Hoe korter de levertijd, hoe kleiner dan ook zijn variantie. Wij hebben verder geen reden om aan te nemen dat de bespaarde vervoertijd een grotere of kleinere onzekerheid vertoont dan de overige elementen van de levertijd. Het is dan een neutrale stelling dat besparing op de vervoertijd niets verandert aan de relatieve variantie in de levertijd.

De besparing van één dag vervoertijd is dus een daling niet alleen in gemiddelde levertijd van 5.5 dagen naar 4.5. Ook de variantie van de levertijd daalt, proportioneel. Beide worden vermenigvuldigd met een factor $4.5/5.5 = 0.8182$.

Men kan dan met de formules van Fetter en Dalleck het effect berekenen op de standaardafwijking van de vraag tijdens de levertijd. De standaardafwijking σ is immers gelijk aan

$$\sigma = \sqrt{(Tv + V^2t)}$$

Als onder het wortelteken zowel de gemiddelde levertijd T als de variantie van de levertijd t met 0.8182 vermenigvuldigd worden, ondergaat σ een vermenigvuldiging met $\sqrt{0.8182} = 0.9045$.

Dezelfde verandering ondergaat de veiligheidsvoorraad die, om een constant risico op tekort te handhaven, proportioneel moet blijven met σ . De veiligheidsvoorraad die oorspronkelijk 2154 stuks beliep, gaat dus naar $2154 \times 0.9045 = 1948$ stuks. Bij een jaaromzet van 38 500 stuks zal één gemiddeld artikel nog $1948 / 38500 =$ een fractie 0.0506 van een jaar in de veiligheidsvoorraad doorbrengen in plaats van de oorspronkelijke 0.055948 van een jaar. Tegen voorraadkosten van 342 BEF/jaar is dat een besparing van 1.83 BEF.

De totale logistieke kostenbesparing, voorraadkosten tijdens het transport zelf en tijdens het verblijf in veiligheidsvoorraad, bedraagt dus $0.87 + 1.83 = 2.70$ BEF per vervoerd stuk.

Die besparing, te danken aan één dag tijdwinst in het vervoer, kunnen wij vergelijken met de intrest per dag. Die bedraagt slechts $(1/365) \times 59 = 0.16$ BEF. De totale logistieke tijdwaardering van 2.70 BEF belooft dus ongeveer 17 maal de intrest op de goederen.

7. CONTAINERVERVOER OVER DE WEG VANUIT EEN ZEEHAVEN

7.1 Kostengegevens

De gegevens voor deze tweede case staan in volgende tabel. Als eenheid is nu gekozen een containerlading, zodat kosten uitgedrukt worden per containerlading, niet per stuk zoals in het textielvervoer.

Containervervoer over de weg vanuit een zeehaven	
1. Jaarlijkse intrestkosten per containerlading (4.5 %)	45 000 BEF
2. Jaarlijkse ontwaardingskosten per containerlading	100 000 BEF
3. Jaarlijkse magazijnkosten per containerlading	18 250 BEF
4. Jaarlijks brand- en diefstalrisico per containerlading	10 000 BEF
5. Jaarlijkse voorraadkosten per containerlading in magazijn (som 1 tot 4)	173 250 BEF
6. Jaarlijkse huur van de container	51 000 BEF
6. Jaarlijkse voorraadkosten per containerlading in transport (som 1, 2 en 6)	196 000 BEF
Gemiddelde levertijd	22 dagen
Variantie levertijd	16 dagen
Veiligheidsvoorraad	14 container ladingen
Jaarlijkse omzet	182 container ladingen

Afgezien van de gekozen eenheid, blijft de berekening natuurlijk zeer gelijkwaardig. Er is een opnieuw een reële intrest geteld van 4.5 %, nu op een gemiddelde waarde van 1 miljoen BEF per container. De gemiddelde gangbaarheid van een artikel in de beschouwde branche is ongeveer 10 jaar, zodat men per jaar moet rekening houden met een ontwaardingskans van 1/10. Op een bedrag van 1 miljoen is dat 100 duizend BEF. De jaarlijkse magazijnkosten per containerlading zijn opnieuw berekend als de totale jaarlijkse magazijnkosten bij de importeur, gedeeld door de gemiddeld aanwezige voorraad, wat een bedrag oplevert van 18 250 BEF. Het brand- en diefstalrisico in het magazijn, waarvoor geen verzekering wordt aangegaan, is ingeschat op één procent per jaar.

De jaarlijkse voorraadkosten van 173 250 BEF per container zijn dan gelijk aan de som van intrest, ontwaarding, magazijnkosten, brand- en diefstalrisico. Dit zijn kosten tijdens voorraadhouding in het magazijn.

De voorraadkosten tijdens het transport bevatten geen magazijnkosten en ook geen kosten van brand- of diefstalrisico. Tegen die risico's tijdens het transport wordt een verzekering afgesloten, waarvan de premie niet door vervoertijd beïnvloed wordt, zodat wij hem mogen verwaarlozen. Tijdens het transport moet anderzijds wel de huur van de container geteld worden. Dat kostenelement was niet aanwezig in het geval dat wij voor textielimport uitrekenden. De huurprijs van een container blijkt 140 BEF per dag te bedragen of 51 000 BEF op jaarbasis, zodat uiteindelijk de voorraadkosten tijdens transport hoger uitkomen dan in magazijn..

De gemiddelde levertijd, tussen de beslissing de voorraad aan te vullen en de aankomst van de goederen in magazijn, bedraagt nu 22 dagen. Daarin is de reactietijd van de leverancier inbegrepen en de ganse vervoertijd, inclusief wachttijden. Die levertijd is zo lang, omdat niet alleen de vervoertijd geteld wordt vanuit de haven naar de bestemming in het hinterland, maar ook een binnenlands transport bij vertrek uit de Verenigde Staten, gevolgd door een transatlantisch vervoer per schip. Het is inderdaad die ganse levertijd, op de hele aanvoeroute, die moet beschouwd worden voor de berekening van de veiligheidsvoorraad bij de Europese bestemming.

Het was te verwachten dat bij de lange levertijd ook een aanzienlijke variantie zou horen. Zij belooft 16 dagen.

De veiligheidsvoorraad tenslotte, blijkend uit de gemiddelde voorraad die de bestemming nog heeft bij aankomst van een voorraadaanvulling, bedraagt 14 containerladingen.

7.2 Tijdwaardering

Wij kunnen nu een tijdsbesparing beschouwen van één dag in de totale vervoertijd en de daling van logistieke kosten berekenen per vervoerde containerlading.

De daling in voorraadkosten tijdens het transport zal dan gelijk zijn aan een fractie $1/365$ van de jaarlijkse kostprijs 196 000 of 537 BEF.

Voor de berekening van de veiligheidsvoorraad nemen wij opnieuw aan dat variantie en gemiddelde in een vaste verhouding blijven, m.a.w. dat de besparing van 1 dag op 22 in gemiddelde levertijd, gepaard gaat met een vermindering van ook $1/22$ ste in variantie.

Men kan dan met de formules van Fetter en Dalleck berekenen dat vermenigvuldiging van zowel gemiddelde levertijd T als variantie t met een factor $21/22$ als effect heeft, dat de standaardafwijking van de vraag tijdens de levertijd, σ , vermenigvuldigd wordt met $\sqrt{(21/22)}$.

Dezelfde verandering ondergaat de veiligheidsvoorraad die, om een constant risico op tekort te handhaven, proportioneel moet blijven met σ . De veiligheidsvoorraad die oorspronkelijk 14 containerladingen beliep, gaat dus naar $14 \times \sqrt{(21/22)} = 13.6781$ containerladingen. Bij een jaaromzet van 182 containerladingen zal één gemiddeld artikel nog $13.6781 / 182$ of een fractie 0.0752 van een jaar in de veiligheidsvoorraad doorbrengen in plaats van de oorspronkelijke 0.0769 van een jaar. Tegen voorraadkosten van 173 250 BEF/jaar is dat een besparing van 306 BEF.

De totale logistieke kostenbesparing, voorraadkosten tijdens het transport zelf en tijdens het verblijf in veiligheidsvoorraad, bedraagt dus $537 + 306 = 843$ BEF per containerlading.

Die besparing, te danken aan één dag tijdwinst in het vervoer, kunnen wij vergelijken met de intrestkosten per dag. Die bedragen slechts $(1/365) \times 45\ 000 = 123$ BEF. De totale logistieke tijdwaardering van 843 BEF belooft dus bijna 7 maal de intrest op de goederen.

Deze uitkomst is merkwaardig omdat zij zo nauw overeenstemt met de tijdwaarde van 7 maal de intrest, die geobserveerd werd uit verzenderpreferenties voor massagoederen. Men zou verwachten voor de hoogwaardige stukgoederen in containers een hogere tijdwaardering aan te treffen.

8. VERVOER VAN MASSAGOED PER BINNENSCHIP

8.1 Kostengegevens

Volgende tabel vermeldt de gegevens voor deze derde case, waarbij nu als eenheid een ton gekozen werd.

Vervoer van massagoed per binnenschip	
1. Jaarlijkse intrestkosten per ton (4.5 %)	408 BEF
2. Jaarlijkse ontwaardingskosten per ton	0 BEF
3. Jaarlijkse magazijnkosten per ton	390 BEF
4. Jaarlijks brand- en diefstalrisico per ton	91 BEF
5. Jaarlijkse voorraadkosten per ton in magazijn (som 1 tot 4)	889 BEF
6. Jaarlijkse voorraadkosten per ton in transport (som 1 en 2)	408 BEF
Gemiddelde levertijd	2.90 dagen
Variantie levertijd	0.54 dagen
Veiligheidsvoorraad	1325 ton
Jaarlijkse omzet	48010 ton

8.2 Tijdwaardering

Opnieuw beschouwen wij een tijdsbesparing van één dag. De daling in voorraadkosten tijdens het transport zal dan gelijk zijn aan een fractie $1/365$ van de jaarlijkse kostprijs 408 of 1.12 BEF. Voor de berekening van de veiligheidsvoorraad nemen wij opnieuw aan dat variantie en gemiddelde in een vaste verhouding blijven. De overgang van een levertijd 2.9 dagen naar 1.9, vermenigvuldigt dan de veiligheids-

voorraad met een fractie $\sqrt{(1.9/2.9)}$, wat een besparing is van 4.68 BEF per ton, geheel analoog met voorgaande berekeningen.

De totale logistieke kostenbesparing, voorraadkosten tijdens het transport zelf en tijdens het verblijf in veiligheidsvoorraad, bedraagt dus $1.12 + 4.68 = 5.80$ BEF per ton.

Die besparing, te danken aan één dag tijdwinst in het vervoer, kunnen wij nogmaals vergelijken met de intrestkosten per dag. Die bedragen slechts $(1/365) \times 408 = 1.12$ BEF per ton. De totale logistieke tijdwaardering van 5.80 BEF belooft dus ongeveer 5 maal de intrest op de goederen.

Dat is niet exact gelijk aan de uitkomst van 7 maal de intrest, voortvloeiend uit de observatie van verzenderpreferenties voor massagoederen, maar in grootteorde wordt die uitkomst wel bevestigd.

8. CONCLUSIES

Zoals men kon voorzien, hangt de tijdwaardering sterk af van het beschouwde geval. Zij is het hoogst voor het vervoer van hoogwaardige goederen per vliegtuig, zij neemt al een veel geringere waarde aan voor het wegvervoer van containers uit een zeehaven en zij is het kleinst voor het vervoer van massagoed per binnenschip. Merkwaardig is dat dit verschil in tijdswaardering niet gewoon in proportie staat tot de waarde van de goederen. De dure goederen vertonen ook in verhouding tot hun waarde (in verhouding tot de intrest namelijk) een hogere tijdswaardering dan de goedkope.

Om vervoertijd te waarden voor een individuele bestemming of voor een welbepaald transport, zal men concrete kostengegevens voor dat geval moeten verzamelen. Onze bijdrage geeft duidelijk aan welke gegevens nodig zijn en hoe de berekening vervolgens moet geschieden.

Daar wij slechts drie cases bestudeerd hebben, is het moeilijk algemene uitspraken te doen over het goederenvervoer in zijn totaliteit. Toch lijken de uitkomsten in grootteorde de resultaten te bevestigen, die algemeen onderzoek op basis van verzenderpreferenties opleverde.

LITERATUUR

- BALLOU, R.H., *Business Logistics Management*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985.
- BLAUWENS, G., DE BAERE, P., VANDEVOORDE, E., *Vervoerseconomie*, Mim-Standaard uitgeverij, Antwerpen, 1996.
- BLAUWENS, G. & VANDEVOORDE, E., "The valuation of time savings in commodity transport", *International Journal of Transport Economics*, 1988, blz. 77-87.
- BOWERSOX, D.J., *Logistical Management*, Macmillan, New York-London, 1978.
- BRUZELIUS, N., *The value of travel time*, Croom Helm, London, 1979.
- DE JONG, G.C., GOMMERS, M.A., KLOOSTER, J.P.G.N., "De reistijdwaardering in het goederenvervoer", *Tijdschrift Vervoerswetenschap*, 1993, blz. 77-85.
- DIAMANDIS, P., "Modelling the choice of mode and estimation of the value of travel time savings for the case of the Rhion-Antirion suspension bridge in Greece", *Annals of Regional Science*, 1997, blz. 473-489.
- FETTER, R.B. & DALLECK, W.C., *Decision Models for Inventory Management*, Irwin, Homewood, 1961.
- HAGUE CONSULTING GROUP, "De reistijdwaardering in het goederenvervoer", *Rijks-waterstaat*, Den Haag, 1992.
- LAMBERT, D.M. & STOCK, J.R., *Strategic Logistics Management*, Irwin, Homewood-Boston, 1993.
- MARMORSTEIN-WYNTER, L. "La valeur du temps de transport de fret en France", *Recherche Transports Sécurité*, Nr. 44, 1994, blz. 23-29
- SENN, L.A.D.S., "Influence of travel time variability on the value of time", *Transportation*, 1994, blz. 203-228
- WYNTER, L.M., "The value of time of freight transport in France: estimation of continuously distributed values from a stated preference survey", *International Journal of Transport Economics*, 1995, blz. 151-165.

LIJST VAN RECENTE SESO-RAPPORTEN

DE GRAEVE D., DUCHESNE I., Equity in Health and in Medical consumption in Belgium, February 1997, 41 p. (97/341)

LOMBAERT, G., DE GRAEVE, D., GOOSSENS, H., Een economische evaluatie van het Pneumokokkenvaccin voor België, februari 1997, 46 p. (97/342)

WEEREN A.J.T.M., DUMORTIER F. and J.E.J. PLASMANS, Exchange Rate Modeling by Multivariate Nonlinear Cointegration Analysis using Artificial Neural Networks, March 1997, 20 p. (97/343)

BLAUWENS G., Rekeningrijden : De merites van een gedifferentieerde heffing op het auto-gebruik, Maart 1997, 11 p. (97/344)

VEUGELERS R. and H. VANDENBUSSCHE, European Anti-Dumping Policy and the Profitability of National and International Collusion, March 1997, 29 p. (97/345)

VAN POECK A., EMU and UNEMPLOYMENT, April 1997, 18 p. (97/346)

VANHOUDT P., An Assessment of the Macroeconomic Determinants of Inequality, June 1997, 26 p. (97/347)

VANHOUDT P., A Fallacy in Causality Research on Growth and Capital Accumulation, June 1997, 13 p. (97/348)

PENTECOST, E. VAN POECK A. en VAN HOOYDONK, C., Measuring and Estimating Exchange Market Pressure in the EU, June 1997, 32 p. (97/349)

VANHOUDT P., Did the European Unification Increase Economic Growth ? In search of Scale-Effects and Persistent Changes, August 1997, 17 p. (97/350)

VANDENBUSSCHE H., De keuze tussen productiesubsidie en invoerrecht in het licht van de Maastricht budgetnorm, September 1997, 18 p. (97/351)

SCHELLEKENS P., Caution and Conservatism in Monetary Policymaking, October 1997, October 1997, 26 p. (97/352)

MEERSMAN H., STEENSSENS, C. en VAN DE VOORDE, E., Container throughput, port capacity and investment, November 1997, 25 p. (97/353)

BLAUWENS G., Logistieke waardering van tijd in het goederenvervoer, Februari 1998, 18 p. (98/354)

VANDENBUSSCHE H., Nationale versus Internationale concurrentie en de Nationale arbeidsmarkt: een theoretisch kader, Maart 1998, 32 p. (98/355)

KONINGS J., VANDENBUSSCHE H. en VEUGELERS R., Union wage bargaining and European Antidumping Policy in Imperfectly Competitive Markets, Maart 1998, 31 p. (98/356)