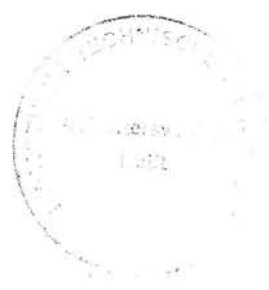


21429

**EFFECTIVITEIT VAN HET BELEID INZAKE
STEDELIJK GOEDERENVERKEER**

2306 632 6



**2306
632
6**

Bibliotheek TU Delft



U: 1961108

Sectie Infrastructuur en Stedelijke Ontwikkeling
Onderzoeksinstituut OTB
Technische Universiteit Delft
Thijsseweg 11, 2629 JA Delft, Tel 015-783005

EFFECTIVITEIT VAN HET BELEID INZAKE STEDELIJK GOEDERENVERKEER

Toetsingsmethode voor het stadsdistributiecentrumconcept

ir. J.G.S.N. Visser

Delftse Universitaire Pers, 1992

De werkdocumenten van het OTB worden uitgegeven door:

Delftse Universitaire Pers
Stevinweg 1
2628 CN Delft
tel. (015) 783254

In opdracht van:
OTB
Thijsseweg 11
2629 JA Delft
tel. (015) 783005

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Visser, J.G.S.N.

Effectiviteit van het beleid inzake stedelijk goederenverkeer : Toetsingsmethode voor het stadsdistributiecentrumconcept / J.G.S.N. Visser.

- Delft : Delftse Universitaire Pers. - Ill.

- (OTB, ISSN 0923-9871 ; 92-10. Sectie Infrastructuur en Stedelijke Ontwikkeling)

Met lit. opg.

ISBN 90-6275-784-7 /CIP

NUGI 655

Trefw.:

Copyright 1991 by Delft University Press, Delft, The Netherlands

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher: Delft University Press.

VOORWOORD

In dit werkdocument wordt verslag gedaan over een pilot-studie naar de haalbaarheid van een toetsingskader voor beleidsmaatregelen ten aanzien van het stedelijk goederenvervoer. De pilotstudie betrof de toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept op effectiviteit ten aanzien van de beleidsdoelstellingen bereikbaarheid en leefbaarheid. Het eindresultaat van deze studie kan worden gebruikt als draaiboek bij het uitvoeren van een ex ante evaluatie van het stadsdistributiecentrumconcept.

De pilotstudie is verricht in het kader van het onderzoeksproject "De stadsgewestelijke problematiek van verkeer en vervoer, mobiliteit, transport, infrastructuur en ruimtelijke ordening". Dit onderzoeksproject wordt uitgevoerd door medewerkers van de Technische Universiteit Delft met financiële steun van Commissie Beek. Het onderzoeksinstituut OTB houdt zich binnen dit onderzoeksproject bezig met het beleidsonderzoek inzake het stedelijk goederenvervoer.

In het kader van het onderzoek zijn verschillende instanties benaderd voor nadere informatie. Onze dank gaat dan ook uit naar degenen die medewerking hebben gegeven aan deze studie.

ir. J.G.S.N. Visser
Onderzoeksinstituut OTB, mei 1992



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	AANLEIDING EN ONDERZOEKSOPZET	3
2.1	Inleiding	3
2.2	Algemene aanpak voor een toetsingskader	3
2.3	Afbakening van het probleemveld	5
2.4	Doelstelling van het onderzoek	8
2.5	Onderzoeksopzet	8
3	PROBLEEMVERKENNING: TOETSING VAN HET STADSDISTRIBUTIECENTRUMCONCEPT	11
3.1	Problematiek van het binnenstedelijk vrachtverkeer	11
3.2	Beschrijving van het stadsdistributiecentrumconcept	12
3.3	Aanzet voor een rekenmodel ten behoeve van de toetsing	16
3.3.1	Globale opzet	17
3.3.2	Het ideale rekenmodel	17
3.3.3	De gekozen opzet voor de toetsing	20
4	BENODIGDE GEGEVENS EN RELEVANTE KENMERKEN TEN AANZIEN VAN HET GOEDERENTRANSPORT	23
4.1	Inleiding	23
4.2	Omschrijving van de criteria op basis van zending-, rit- en transport kenmerken	24
4.2.1	Zendingkenmerken	24
4.2.2	Ritkenmerken	25
4.2.3	Transportkenmerken	26
4.2.4	Uitwerking van de criteria	28
4.2.5	Bepaling SDC-geschiktheid	29
4.3	Gegevensverzameling: veldwerk	29
4.4	Resultaat van het vervoerders-deelonderzoek	30

5	BESCHRIJVING VAN HET REKENMODEL	31
5.1	Inleiding	31
5.2	Operationalisering van de begrippen bereikbaarheid en leefbaarheid	32
5.3	Modelbeschrijving	33
	5.3.1 Huidige situatie	33
	5.3.2 De stadsdistributiecentrum-situatie	34
	5.3.3 Vergelijking op basis van bereikbaarheid	37
	5.3.4 Vergelijking op basis van leefbaarheid	38
	5.3.5 Vergelijking op basis van fysieke hinder.....	38
	5.3.6 Recapitulerend	39
5.4	Invoergegevens betreffende verplaatsingsafstanden en -tijden	39
	5.4.1 Verplaatsingskenmerken: bepaling van verplaatsingstijden en -afstanden	39
	5.4.2 Laad- en lostijden	41
	5.4.3 Ritduur en aantal adressen van een SDC-rit	42
	5.4.4 De ligging van een SDC: liggingsfactor en omrijfactor	43
5.5	Rekenvoorbeeld	43
	5.5.1 Invoergegevens	43
	5.5.2 Resultaat	46
5.6	Gevoeligheidsanalyse	47
5.7	Uitbreidingsmogelijkheden	49
6	CONCLUSIES EN INTERPRETATIE	51
6.1	Conclusies.....	51
	6.1.1 Bereikbaarheid	51
	6.1.2 Leefbaarheid	52
	6.1.3 Fysieke hinder.....	53
6.2	De invloed van aantal zendingen en percentage SDC-zendingen	53
6.3	De invloed van de lokatie van een stadsdistributiecentrum	54
6.4	Afweging.....	55
7	EVALUATIE VAN DE CASE-STUDIE	59
7.1	Inleiding.....	59
7.2	Dataverzameling	60
7.3	Modellering	61
7.4	Operationalisering van bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder .	62
7.5	Uitbreiding toetsingscriteria	63
7.6	Te toetsen maatregelen	63
7.7	Toepassingsmogelijkheden	64
7.8	Slotconclusie	64
	LITERATUUR	67
	BIJLAGE A: INDELING VOOR DE TRANSPORTSECTOR EN BRANCHEGROEPEN DETAILHANDEL	73
	BIJLAGE B: BEPALING VAN DE VERPLAATSINGSAAFSTANDEN...	77

Als een van de aandachtspunten in het Tweede Structuurschema voor Verkeer en Vervoer geldt het binnenstedelijk vrachtverkeer. Zowel uit milieu- als uit bereikbaarheidsoogpunt vormt het binnenstedelijk vrachtverkeer een knelpunt. Vandaar dat in het onderzoeksproject "De stadsgewestelijke problematiek van verkeer en vervoer, mobiliteit, transport, infrastructuur en ruimtelijke ordening" van de Technische Universiteit Delft¹ dit onderwerp een van onderzoeksthema's is. Dit project beoogt een verbetering tot stand te brengen van de strategische besluitvorming in de publieke sfeer, welke zich afspeelt in het spanningsveld van een betere bereikbaarheid van activiteitenplaatsen op stadsgewestelijk niveau en een geleiding van de mobiliteit vanuit milieu- en ruimteproblemen, door de ontwikkeling van beleidsondersteunend instrumentarium. Een van de deelprojecten richt zich op de problematiek van het goederenvervoer. Vandaar dat in het deelproject "goederenvervoer" de problematiek van het binnenstedelijk vrachtverkeer de aandacht krijgt.

In de 'dagelijkse' praktijk van het ontwikkelen van beleid voor strategische besluitvorming op het terrein van ruimtelijke ordening en verkeer en vervoer, ontbreekt het aan instrumentarium om beleidsvarianten te ontwikkelen en te toetsen aan geldende normen, randvoorwaarden en doelstellingen. Met name de doelstellingen in het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1988) worden verondersteld als toetsingskader te fungeren voor het beleid op stadsgewestelijk niveau. Er ontbreekt onder andere echter een regionale specificatie van deze doelstellingen.

Een verklaring voor het ontbreken van instrumenten is wellicht te vinden in het feit dat op enkele uitzonderingen na op regionaal niveau niet eerder verkeers- en vervoersbeleid is ontwikkeld. Een mogelijke verklaring is tevens dat het SVV II een duidelijke koersverandering heeft ingezet met betrekking tot beleid. Voorheen volgde het beleid de ontwikkelingen op het gebied van verkeer en vervoer. Met het SVV II poogt men juist ontwikkelingen te sturen. Lag het accent voorheen bij instrumenten voor kwaliteitsbeheer en maatregelen tot kwaliteitsaanpassingen van de infrastructuur in een vervoerssysteem, nu ligt het accent bij instrumenten ter evaluatie van alternatieve scenario's en maatregelen om bepaalde doeleinden, bereikbaarheid en leefbaarheid te bereiken. Het vervoerssysteem wordt gezien als één systeem in plaats van een samenstel van onderling onafhankelijke subsystemen. Deze accentverschillen leiden tot een behoefte aan nieuw instrumentarium.

¹ Het project wordt uitgevoerd met financiële steun van Commissie Beek binnen de Technische Universiteit Delft door medewerkers van de vakgroep Verkeer en de werkgroep Technische Bestuurskunde van de Faculteit der Civiele Techniek, het OSPA van de Faculteit Bouwkunde en het Onderzoeksinstituut OTB.

In het onderhavige onderzoeksproject worden ten behoeve van het ontwikkelen van regionaal verkeers- en vervoersbeleid in relatie tot het goederenvervoer oplossingsstrategieën uitgewerkt en een toetsingskader ontwikkeld in relatie tot de problemen van bereikbaarheid en leefbaarheid op stadsgewestelijk niveau. Gepoogd wordt een aantal handreikingen te bieden aan de toekomstige 'regionale' bestuurder.

Een van de handreikingen betreft de toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept. In deze rapportage wordt een toetsingskader ontwikkeld voor de bepaling van de effectiviteit van een stadsdistributiecentrum in relatie tot de beleidsdoelstellingen op het gebied van verkeer en vervoer.

De toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept, zoals deze in dit rapport wordt beschreven, betreft een eerste vingeroefening om na te gaan welke aspecten bij de ontwikkeling van een toetsingskader van belang zijn. Op basis van deze ervaringen kunnen conclusies worden getrokken ten aanzien van de haalbaarheid en de wenselijkheid van een dergelijk toetsingskader. Binnen het onderzoeksproject "De stadsgewestelijke problematiek van verkeer en vervoer, mobiliteit, transport, infrastructuur en ruimtelijke ordening" heeft deze evaluatie van het stadsdistributiecentrumconcept de status van pilotstudie, ofwel proefproject.

Het doel van het proefproject is dus niet het stadsdistributiecentrumconcept te evalueren. Hiervoor ontbreekt het aan tijd, middelen en datamateriaal. Het doel van het proefproject is een eerste inzicht te krijgen in hoe een toetsingskader eruit kan zien en hoe het verder uitgebouwd kan worden. Het eindproduct van het proefproject is feitelijk ook een draaiboek, dat beleidsmakers bij de gemeentelijke overheid of bij vervoerregio's kunnen gebruiken om te bepalen of een stadsdistributiecentrum een reële optie is bij het oplossen van de binnenstedelijke vervoersproblemen. Het bestaat uit een methodiek om het stadsdistributiecentrum te toetsen op effectiviteit met betrekking tot de verkeers- en vervoersdoelstellingen.

Deze rapportage is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk twee wordt de onderzoeksopzet, de afbakening het probleemveld en de doelstelling van het onderzoek beschreven. In hoofdstuk drie wordt nader ingegaan op de problematiek van het stedelijk goederenverkeer. Het stadsdistributiecentrumconcept wordt beschreven en de opzet voor het toetsingskader wordt gepresenteerd. In hoofdstuk vier wordt ingegaan op de bepaling van de omvang van het goederenverkeer en het aandeel van de zendingen die op basis van zendingkenmerken via een stadsdistributiecentrum kunnen worden vervoerd. In hoofdstuk vijf wordt beschreven op welke wijze de effectiviteit van het stadsdistributiecentrumconcept kan worden berekend. In hoofdstuk zes volgen de conclusies uit de resultaten. De conclusies betreffen uitspraken omtrent de effectiviteit en de haalbaarheid van het concept. In hoofdstuk zeven worden aanbevelingen gedaan omtrent een verdere uitwerking van dit toetsingskader.

2.1 Inleiding

De kerntaak van het verkeer en vervoerbeleid wordt in de begroting van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1991) nader omschreven als het faciliteren, beheersen en geleiden van mobiliteit (en telecommunicatie), de zorg voor veiligheid in verkeer en vervoer en het scheppen van optimale voorwaarden voor transport (en telecommunicatie). Een dergelijke omschrijving van de kerntaak geldt ook voor andere overheidniveau's als provincies en gemeenten. Op stadsgewestelijk of regionaal niveau zal in principe voor de vervoerregio dezelfde formulering gelden.

Uitgaande van deze taakomschrijving voor de overheid in het verkeer en vervoer zal deze overheid problemen in relatie tot verkeer en vervoer tot speerpunten in het beleid maken. Om tot een effectief beleid te komen is echter een afwegingskader essentieel. Het wetenschappelijk onderzoek kan hieraan bijdragen. Vandaar dat in dit project een dergelijk afwegingskader wordt ontwikkeld.

In dit hoofdstuk zal het probleemveld worden geschetst. Allereerst wordt beschreven hoe een afwegingskader globaal in elkaar steekt (paragraaf 2.2). Verschillende begrippen, zoals beleidsdoelstelling, oplossingstrategie, criteria, effecten en toetsingskader worden geïntroduceerd en toegelicht. Het gaat dus om de wijze waarop het te ontwikkelen beleid ten aanzien van een bepaald beleidsprobleem moet worden afgewogen tegen de doelstellingen uit het beleid. Dit afwegingskader wordt toegepast op een bepaald beleidsprobleem ten aanzien van het goederenvervoer. In paragraaf 2.3 wordt hiervoor het beleidsveld afgebakend. De paragrafen 2.2 en 2.3 kunnen worden gezien als beschrijving van het probleemveld. In paragraaf 2.4 wordt de doelstelling van de case-studie aangegeven, waarna in paragraaf 2.5 de onderzoeksopzet wordt gepresenteerd.

2.2 Algemene aanpak voor een toetsingskader

Ten behoeve van het ontwikkelen van beleid op strategisch niveau wordt in het algemeen uitgegaan van een bepaalde aanpak, waarin het ontwikkelen van beleidsvarianten en het toetsen aan beleidsdoelstellingen centraal staan. Deze aanpak bestaat dus uit het ontwikkelen van een toetsingskader. In afbeelding 2.1 is dit schematisch weergegeven. Deze aanpak vertoont gelijkenis met de opzet van het Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer (luiken, sporen, en streefbeeld).

Alvorens beleid ontwikkeld kan worden dienen allereerst de problemen waar de beleidsmaker voorstaat aangegeven te worden. Ten aanzien van strategisch beleid, spreekt men van strategische knelpunten. Een indeling in knelpunten als ontsluitingsproblematiek, congestie, ontbrekende schakels, problemen in de stedelijke distributie en milieuhinder vormen een onvoldoende houvast voor oplossingsstrategieën om deze te kunnen aanmerken als een indeling voor strategische knelpunten. Vandaar dat de doelstellingen *leefbaarheid* en *bereikbaarheid* uit het SVV II de basis zijn voor een nieuwe indeling voor strategische knelpunten. De aantasting van de leefbaarheid en bereikbaarheid zijn dus de problemen waarvoor oplossingen moeten worden gevonden.

Een oplossingsstrategie kan worden geformuleerd als een pakket van maatregelen in een bepaalde tijdsvolgorde, dat moet leiden tot het oplossen van het beleidsprobleem. De samenstelling van een oplossingsstrategie is afhankelijk van de oplossingsruimte. De oplossingsruimte wordt bepaald door de mogelijke oplossingsrichtingen.

Afb. 2.1 Conceptueel model: doelstellingen, oplossingsstrategieën en toetsingskader



Uitvoering van een oplossingsstrategie heeft tal van effecten op milieugebied, sociaal-economisch gebied en dergelijke tot gevolg. Deze zijn te formuleren in termen van kosten en baten. Tot de baten behoren meestal de bijdragen tot de gestelde doelen in het beleid. Bereikbaarheid en leefbaarheid als doelstellingen uit het SVVII passen binnen dit kader en worden daarom gehanteerd. De doelstellingen leefbaarheid en bereikbaarheid zijn over het algemeen onder te verdelen in subdoelen. De keuze van de doelstellingen bepaalt het integrale karakter van de aanpak. Ten aanzien van de leefmilieudoelstelling kan onderscheid gemaakt worden in verschillende vormen van verstoring van het leefmilieu, waaronder barrièrewerking van infrastructuur, fysieke hinder, stank, geluidshinder en verkeersonveiligheid, en emissies, waaronder uitstoot van koolmonoxyde, kooldioxyde, en dergelijke. Bij de bereikbaarheidsdoelstelling spelen kwaliteitsdoelstellingen (zie Goemans, 1989) ten aanzien van infrastructuur (congestiekans, omrijfactoren) en vervoer (reistijd, vervoerskosten) een belangrijke rol.

Naast de beoogde effecten kunnen ook niet beoogde, directe of indirecte, verwachte of niet verwachte effecten optreden. Deze effecten vallen veelal onder de noemer kosten. De subdoelen en de verschillende kosten kunnen dienen als criteria voor het toetsen van oplossingsstrategieën van de overheid (toetsingskader). Deze strategieën zijn bijvoorbeeld de ontwikkeling van stadsdistributiecentra of het voeren van lokatiebeleid voor bedrijven.

Het toetsingskader kan bestaan uit een overzichtstabel, waarin per alternatief de kosten en de baten worden vergeleken. Hiervoor zijn verschillende methoden voorhanden (kosten-batenanalyses, multicriteriamethoden, e.d.). Over het algemeen gaat het om het ver-

gelijken van alternatieven op basis van maatschappelijke doelmatigheid, bedrijfseconomische rentabiliteit (haalbaarheid) en doeltreffendheid (effectiviteit). Duurzaamheid en betrouwbaarheid zijn aspecten waarop alternatieven eveneens kunnen worden vergeleken.

Een belangrijk element in dit schema vormen de actoren, die een rol spelen in het probleemveld. Belangrijk is de verdeling van de kosten en de baten over de verschillende actoren. Een onevenwichtige verdeling van kosten en baten zal tot onvrede kunnen leiden en tot onwilligheid bij de uitvoering van de gekozen oplossingsstrategie. Vandaar dat in het schema de belangen en de daaruit voortvloeiende prioriteiten zijn opgenomen om daarmee de zwaarte van criteria voor de beslissing aan te kunnen geven.

2.3 Afbakening van het probleemveld

De problemen in het goederenvervoer zijn legio. De transportsector als bedrijfstak kent tal van problemen met betrekking tot capaciteit, internationale concurrentiepositie, en wet- en regelgeving¹. Daarnaast spelen problemen als bereikbaarheid en leefbaarheid een belangrijke rol. Instanties als Nederland Distributieland wijzen frequent op de gevolgen van de slechte bereikbaarheid van de Randstad voor de Nederlandse transportsector. Ten aanzien van de leefbaarheid wordt veelvuldig de hinder van het vrachtautoverkeer in de binnenstad aangehaald. De stadsgewestelijke problematiek van het goederenvervoer beperkt zich in dit kader tot de problemen van bereikbaarheid en leefbaarheid.

Het goederenvervoer is evenals het personenvervoer tot taak gesteld een bijdrage te leveren tot het verminderen van de voortdurende aantasting van het leefmilieu. In tegenstelling echter tot het personenvervoer zijn maatregelen tot beperking van de groei van de mobiliteit voor het goederenvervoer vanuit economisch oogpunt gezien, ongewenst geacht.

De te constateren toename van het goederenvervoer in de laatste jaren is deels veroorzaakt door de groei van de goederenconsumptie maar deels ook door de toepassing van nieuwe logistieke vervoersconcepten, met name doordat het accent kwam te liggen op frequentere beleving in kleinere hoeveelheden. Maatregelen worden gezocht in schonere motoren, efficiencyverbetering, vervoerwijzekeuzeveranderingen en beïnvloeding van het rijgedrag. Met name efficiencyverbetering en vervoerwijzekeuzeverandering verdienen om reden van onbekendheid hoe dit dan plaats moet vinden, nadere aandacht. Om efficiencyverbetering en vervoerwijzekeuzeveranderingen te kunnen bewerkstelligen, dienen veranderingen op te treden in de organisatie van het vervoer. De uitwerking op het ruimtelijk vervoerspatroon is hierbij van belang. Veranderingen in de organisatie van het vervoer kunnen immers leiden tot zich wijzigende vervoerspatronen. Efficiencyverbetering en modalsplitverschuiving zijn, bij de veronderstelling dat de aard en omvang van goederenstromen niet wijzigen, echter alleen mogelijk door verandering van vervoersconcept.

Het bestuurlijk instrumentarium van lagere overheden biedt weinig mogelijkheden om veranderingen in vervoersconcepten te bewerkstelligen. Het is met name de Rijksoverheid, die in het nationale verkeers- en vervoersbeleid richting geeft aan de wijze

¹ Zie o.a. Konings, 1991.

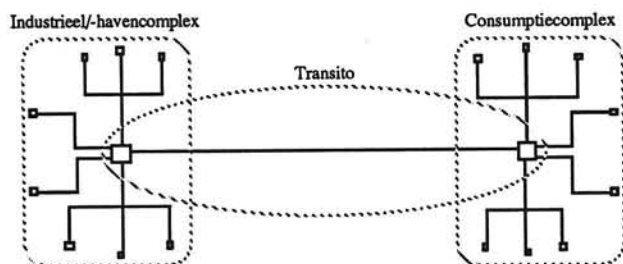
waarop de problematiek van het goederenvervoer dient te worden aangepakt (de ontwikkeling van stedelijke distributiecentra, stimulering van gecombineerd vervoer, en dergelijke).

Als gevolg van de diversiteit (goederensoort, vervoerwijze, beroepsvervoer of eigen vervoer, type distributie, e.d.) in het goederenvervoer, is het geen gemakkelijke opgave een overzichtelijk beeld te presenteren van het goederenvervoer in een stadsgewest.

Het schema in afbeelding 2.2 is een mogelijke indeling van 'deelmarkten' in het goederenvervoer. Het is verre van volledig. Andersoortige indelingen zijn eveneens mogelijk. Dit schema heeft tot voordeel dat beleidsmaatregelen zoals die in het SVV II worden voorgesteld in te delen zijn naar de in het schema onderscheiden probleemvelden.

Het stadsgewestelijke goederenvervoer bestrijkt een drietal probleem- ofwel onderzoeksvelden, namelijk als eerste het vervoer binnen een industrieel complex, een zee- of luchthavengebied, ten tweede het vervoer op de lange afstand over land, bijvoorbeeld het achterlandvervoer, en ten derde het binnenstedelijk vrachtverkeer².

Afb. 2.2 Probleemvelden in het goederenvervoer



Het eerste probleemveld betreft het vervoer binnen een zee- of luchthavengebied of binnen een industrieel complex. In een zeehavengebied vindt tussen de (zee-, rail- en binnenvaart-)terminals, de zeehavengebonden industrie en de opslag- en distributielokaties veelal intensief transport plaats. Dit transport vindt plaats per pijpleiding (bijvoorbeeld aardolie), per binnenschip (staal, graan, e.d.), per trein (ammoniak) of per truck (containers). De vele containerverplaatsingen per truck binnen bijvoorbeeld de Rotterdamse haven zijn tekenend voor de situatie in grote zeehavens. Door de groeiende intensiteit van zowel het personenverkeer als het vrachtverkeer en de daarbij optredende congestie wordt dit als een probleem ervaren. Eveneens vormt dit uit milieu-oogpunt een probleem.

Er zijn een aantal verklaringen aan te geven voor de te constateren groei van het aantal voertuigbewegingen (in met name het wegvervoer) tussen lokaties in de haven. Deze groei is deels het resultaat van de ontwikkeling van de overslag, die in toenemende mate middels containers plaatsvindt, en dus door de ontwikkeling van aanvullende activiteiten als stripping en stuffing van containers, alsmede het repositioneren van lege containers. Deze groei zal, ondanks de zwaar belaste infrastructuur, als gevolg van de ontwikkeling in de containeroverslag en distributie-activiteiten, zich voortzetten (zie ontwerp-havenplan

² Voor een nadere beschrijving van deze drie onderzoeksvelden, zie ook: Visser, 1991.

2010 van het gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, 1991). Het voorgaande vormt een aandachtspunt voor de overheidsinstanties in het Rijnmondgebied. Vandaar dat onderzoek is verricht naar de containerstromen binnen de haven (Coopers & Lybrand 1990). De situatie bij de luchthaven Schiphol is min of meer vergelijkbaar.

Dit probleem zal, mede als gevolg van het vol raken van bedrijventerreinen de komende tijd aandacht vragen. Temeer daar de distributie-activiteiten zich uitspreiden over een groter gebied. Uit milieu- en bereikbaarheidsoogpunt is dit een ongewenste ontwikkeling. De transportafstanden zullen toenemen, terwijl het accent zal blijven liggen op het wegvervoer. De oplossing wordt gezocht in concentratie van vervoerstromen op bepaalde punten, door middel van de ontwikkeling van multimodale terminals (voor rail, weg en binnenvaart). Mede door sturing van de lokatie van bepaalde activiteiten (distriparks) kan de groei van het interne verkeer nog worden beperkt. Ruimtelijke concentratie van vervoersintensieve activiteiten in combinatie met de ontwikkeling van nieuwe vervoerssystemen voor de ontsluiting van deze vervoersintensieve activiteiten vormen de uitgangspunten voor nieuwe ideeën³.

Het tweede probleemveld betreft het lange afstandvervoer, bijvoorbeeld tussen Rotterdam en het Ruhrgebied. De kwaliteit van het achterlandvervoer, alsmede de bereikbaarheid van de mainports wordt voor de positie van Nederland als distributieland van toenemend strategisch belang geacht. Naast de bereikbaarheid vormt ook het milieu-aspect ten aanzien van het achterlandvervoer een belangrijk aandachtspunt. Mede door de verslechterende bereikbaarheid over de weg van de Randstad wordt gestreefd naar een verschuiving in de modal split van wegvervoer naar binnenvaart, rail en gecombineerd vervoer. Juist ten aanzien van deze vervoerwijzen bevinden zich in de internationale hoofdinfrastructuur ontbrekende schakels. Deze 'missing links' staan genoemd in het rapport Infrastructuur & Concurrentiekracht (NEA, 1989). Bij deze ontbrekende schakels gaat het om infrastructuurprojecten die van belang worden geacht voor de handhaving en versterking van de positie van Nederland c.q. de Nederlandse zee- en luchthavens.

Het beleid richt zich op ontwikkeling van hoofdtransportassen en verbetering van de transportefficiency in het wegvervoer, zoals vermindering van het aantal (lege) ritbewegingen en het realiseren van hogere beladings- en bezettingsgraden. Tevens stimuleert men de ontwikkeling van intermodale faciliteiten (inlandterminals) en systemen voor gecombineerd vervoer.

Het derde probleemveld betreft het goederenvervoer in de stad. De binnenstad is voor het goederenverkeer veelal slecht bereikbaar. De problemen van het goederenvervoer in binnensteden hangen ondermeer samen met de maatregelen van de (gemeentelijke) overheid om de leefbaarheid te vergroten. De aandacht voor het milieu in de binnenstad is niet vreemd. Het leefmilieu in de binnenstad is kwetsbaar, terwijl concentratie van verkeersbewegingen optreedt. Geluidhinder en uitlaatgassen vormen een milieuprobleem.

Om aan de gestelde problemen in de binnenstad tegemoet te komen wordt in het SVV II de ontwikkeling van stadsdistributiecentra voorgesteld. Het principe van een stadsdistributiecentra is als volgt. De goederen worden per vrachtauto aangeleverd bij een stadsdistributiecentrum, waar zij worden opgeslagen, of met kleinere voertuigen worden gedistribueerd naar de winkels in het centrum. Het voordeel hiervan is dat de grote vracht-

³ Zie de bijdrage van Kreutzberger (1991) en Verkeersdienst Rotterdam (1989b).

auto's niet meer in het centrum hoeven te komen. De haalbaarheid van dergelijke centra wordt in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat thans nader onderzocht.

Deze drie probleemvelden zijn in meer of in mindere mate in de verschillende grootstedelijke gebieden terug te vinden. Met name in het Rijnmondgebied en het Noordzeekanaalgebied is de problematiek rond het achterlandvervoer en het vervoer binnen een zeehavengebied of industrieel gebied ter herkennen. De binnenstedelijke distributie is in feite in alle steden herkenbaar.

2.4 Doelstelling van het onderzoek

In de praktijk bestaat er behoefte aan zowel oplossingen voor bepaalde problemen als middelen om alternatieve oplossingen te toetsen. In dit kader betreft het oplossingen voor het probleem van het binnenstedelijk goederenvervoer. Diverse oplossingen zijn hiervoor mogelijk. Gedacht kan worden aan logistiek-organisatorische oplossingen (aanpassingen in de bedrijfsvoering van winkeliers, transportbedrijven, leveranciers, e.d.), verkeers- of infrastructurale oplossingen (aanpassing van de verkeerssituatie), oplossingen in de voertuigtechniek en ruimtelijke oplossingen (relokatie van verkeeraantrekkende bedrijven). Afgezien van het feit dat dergelijke oplossingen in verschillende mate het probleem zullen oplossen, bestaan er ook verschillen in de kosten en baten. Logistiek-organisatorische oplossingen zullen tot andersoortige effecten leiden dan verkeersoplossingen. Een evaluatie van dergelijke ongelijksoortige oplossingsrichtingen vergt dus een flexibel toetsingskader. Een dergelijk flexibel toetsingskader is niet voorhanden. Vandaar dat deze dient te worden opgebouwd.

Het construeren van een toetsingskader is een proces, dat in stappen dient te worden doorlopen. Het is hierbij evident om een praktijkvoorbeeld binnen handbereik te hebben om denkbeelden uit te kunnen werken en om de realiteit niet uit het oog te verliezen. Ten behoeve van de ontwikkeling van een dergelijk toetsingskader wordt daarom een case-studie uitgevoerd. Aan de hand van een evaluatie van het stadsdistributiecentrumconcept wordt een toetsingskader ontwikkeld. De ontwikkeling van een toetsingskader voor het stadsdistributiecentrumconcept is daarom het doel van deze case-studie. In dit toetsingskader zal alleen op effectiviteit worden getoetst, dat wil zeggen de mate waarin het stadsdistributiecentrumconcept bijdraagt tot het verbeteren van de bereikbaarheid en de leefbaarheid in de stad.

Op basis van de verkregen kennis uit de case-studie kan in de volgende fase van het onderzoek het toetsingskader verder worden ontwikkeld voor een bredere toepassing.

2.5 Onderzoeksopzet

Allereerst wordt de problematiek van het binnenstedelijk goederenverkeer nader uitgewerkt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van aanwezige literatuur en informatie uit interviews met sleutelinformanten. Op basis van deze gegevens worden de geconstateerde problemen benoemd. Vervolgens wordt het stadsdistributiecentrumconcept nader beschreven.

Na deze verkenning volgt een uitwerking van de aanpak van de toetsing van het stadsdistributiecentrum-concept. Om het stadsdistributiecentrum-concept te kunnen toetsen is allereerst inzicht nodig in de omvang van het goederenverkeer in de binnenstad en de mate waarin transporten kunnen worden vervangen door middel van het stadsdistributiecentrum-concept. Hiervoor zijn selectiecriteria nodig om de potentiële SDC-goederen, dat wil zeggen de goederen c.q. zendingen die in principe in aanmerking om via een stadsdistributiecentrum aan de ontvanger te worden geleverd, te kunnen bepalen. Hiervoor worden diverse kenmerken ten aanzien van het transport onderscheiden. Deze worden nader uitgewerkt. Om tot een nadere kwantificering over te kunnen gaan, ontbreekt het aan gegevens. Deze zullen per situatie verschillen. Vandaar dat richtlijnen ten aanzien van de benodigde gegevens en de wijze van verwerking worden gegeven.

Het tweede deel van de toetsing bestaat uit het bepalen van de effectiviteit van het sdc-concept in relatie tot de doelstellingen zoals die in het verkeer- en vervoerbeleid zijn geformuleerd. Hiervoor wordt een rekenmodel uitgewerkt. Daarbij wordt aangegeven hoe men het rekenmodel kan toepassen en dient te interpreteren. Tevens worden uitbreidingsmogelijkheden besproken.

De in dit werkdocument beschreven toetsing betreft in feite de toetsing van één oplossing op basis van alleen het effectiviteitscriterium. Een ruim toepasbaar toetsingsinstrument dient ook andere oplossingen te kunnen toepassen en meerdere toetsingscriteria te hanteren. Voorstellen hiertoe worden nader uitgewerkt.

PROBLEEMVERKENNING: TOETSING VAN HET STADSDISTRIBUTIECENTRUMCONCEPT

3.1 Problematiek van het binnenstedelijk vrachtverkeer

Als gevolg van de kwetsbaarheid van het leefmilieu in de binnenstad wordt het goederenvervoer steeds meer uit binnensteden geweerd. De problemen van het goederenvervoer in binnensteden hangen ondermeer samen met de maatregelen van de (gemeentelijke) overheid om de leefbaarheid te vergroten. Het intensieve gebruik van de verkeersruimte in de steden speelt hierbij een rol. Deze problemen betreffen het verplaatsen, het parkeren, en het laden en lossen van vrachtauto's in de binnenstad. Vrachtauto's worden gehinderd door aangebracht straatmeubilair, vrije bus- en trambanen en geparkeerde auto's. Vrachtauto's zijn onderhevig aan verkeersmaatregelen, zoals beperkingen in afmetingen en gewichten in bepaalde delen van steden, tijdsbeperkingen voor het laden en lossen (venstertijden), het toepassen van éénrichtingsverkeer en sectorsystemen, een voor het goederenvervoer niet ideale afstemming van verkeerslichtregelingen, en ruime voorzieningen voor het openbaar vervoer. Deze omstandigheden leiden tot een lagere transportsnelheid, langere wacht- en rijtijden, routebeperkingen en/of gebruik van kleinere voertuigen. Hiervan gaan kostenverhogende effecten uit. Daarnaast hinderen de vrachtauto's door hun volume en snelheid de andere verkeersdeelnemers. Er kan overlast als gevolg van zichtbeperking optreden, of de ongevallenkans kan toenemen.

De aandacht voor het milieu in de binnenstad is niet vreemd. Het leefmilieu in de binnenstad is kwetsbaar, terwijl concentratie van verkeersbewegingen optreedt. Geluidhinder en uitlaatgassen (zie tabel 3.1) vormen een milieuprobleem.

Tabel 3.1 Emissies van bedrijfswagens verdeeld naar type stedelijk gebied

	Emissies in %				
	CO	C _x H _y	NO _x	Aërosolen	SO ₂
Buiten de bebouwde kom	22	40	77	48	67
Binnen de bebouwde kom	78	60	23	52	33
w.o binnensteden	30	22	6	18	8
overig	48	38	17	34	35

Bron: Bouman e.a., 1990.

De problematiek van het binnenstedelijk goederenverkeer is tot een drietal problemen te herleiden, namelijk:

1. **Verslechterde bereikbaarheid**, dat wil zeggen de beperkte bereikbaarheid van bestemmingen voor het vrachtverkeer, met name in de binnenstad. De nauwe straten, geparkeerde personenauto's en het aanwezige straatmeubilair beperken het verplaatsen, het parkeren, en het laden en lossen van vrachtauto's. Daarnaast worden o.a. venstertijden gehanteerd, zodat men op bepaalde tijden de bestemming niet kan aandoen.
2. **Toenemende hinder**, dat wil zeggen de fysieke hinder door bestelauto's, vrachtauto's e.d. voor andere verkeersdeelnemers, zoals automobilisten, fietsers, bus of tram, en voetgangers.
3. **Aantasting van de leefbaarheid**. Dit betreft geluidhinder en de uitstoot van uitlaatgassen. Bijkomende problemen vormen verkeersonveiligheid, schade (bijvoorbeeld aan wegdek of aan bebouwing) en dergelijke.

Per situatie zal het accent verschillen en bij een of meerdere aspecten van de problematiek liggen. Het stadsdistributiecentrumconcept zal op de een of andere wijze een bijdrage moeten leveren tot vermindering van de ernst van deze problematiek.

3.2 Beschrijving van het stadsdistributiecentrumconcept

In opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt momenteel door Coopers & Lybrand (1991a) de haalbaarheid en de implementatie van dergelijke centra onderzocht. De centrale doelstellingen van stedelijke distributiecentra, zoals die in het onderzoek van Coopers & Lybrand (1991a) worden geformuleerd, zijn:

1. het beheersen van voertuigbewegingen en het verminderen van congestie;
2. het terugdringen van milieuverontreiniging; en
3. het verhogen van de leefbaarheid in de binnensteden.

Uit de haalbaarheidsstudie blijkt dat verbetering of anders handhaving van de huidige bereikbaarheid van binnensteden een noodzakelijk voorwaarde vormt voor de betrokken (vervoers-) bedrijven.

Het principe van stadsdistributiecentra (SDC) is gebaseerd op een vestiging van een distributiecentrum aan de rand van stad, waar de goederen met een binnenstedelijke bestemming en niet te 'lastig' zijn, worden aangeleverd, eventueel opgeslagen en van waaruit deze vervolgens bij de afnemer worden afgeleverd. De voordelen zijn te vinden in het niet in de binnenstad hoeven te verkeren van grotere vrachtauto's, en in het combineren van zendingen vanuit het distributiecentrum naar de afnemers. Hierdoor wordt het aantal voertuigbewegingen verminderd en worden tijdsbesparingen en dus kostenbesparingen gerealiseerd. Hiertegenover staat dat een extra overslagpunt in het logistieke traject van goederen wordt gecreëerd, waardoor extra kosten optreden.

In het onderzoek van Coopers & Lybrand wordt gesteld dat het inkomende zendingsgrootten kleiner dan 1 m³ betreft. Goederen die 'vies, vers en vervelend' zijn komen eveneens niet in aanmerking om via een stadsdistributiecentrum te worden afgeleverd.

Voor een stad van 130.000 inwoners zal het gaan om 3000 zendingen per dag (op een totaal van ongeveer 3900 zendingen kleiner dan 1 m³ per dag en 1600 zendingen groter dan 1 m³), die via een stadsdistributiecentrum worden afgeleverd.

Beschouwt men de reductie van het aantal voertuigbewegingen en de hoeveelheid verreden kilometers in de stad, dan blijkt dat het vervoer van goederen met personenauto's met 54% kan worden teruggedrongen. Ten aanzien van het vrachtautogebruik is de reductie beperkter, namelijk 39% (Coopers & Lybrand, 1991a).

Voor dat deel van het vervoer dat in aanmerking komt voor behandeling via een stadsdistributiecentrum zullen de gevolgen groot zijn. Allereerst treedt er een scheiding op in de distributie, namelijk tussen de beleving van goederen aan sdc's en de beleving vanuit een stadsdistributiecentrum bij de afnemer. Daarbij wordt een extra op- en overslagpunt gecreëerd. Om overslag en bundeling van zendingen mogelijk te maken zal men een zekere mate van standaardisatie van de verpakking nastreven. Indien in een stadsdistributiecentrum eveneens mogelijkheden tot opslag van goederen wordt geboden, zal dit voor de ontvanger van de goederen het voordeel bieden dat de goederen in een stadsdistributiecentrum kunnen worden opgeslagen en daardoor ruimtebesparingen in de stad opleveren.

Het wordt mogelijk om voor voertuigen voor stedelijke distributie optimaal af te stemmen op het rijden in de binnenstad, terwijl ten aanzien van de regionale distributie eveneens een optimale afstemming van het voertuigtype kan plaatsvinden, bijvoorbeeld groter laadvermogen. De invoering van stadsdistributiecentra zal het gebruik van elektrische voertuigen in de binnenstedelijke distributie kunnen stimuleren. Als gevolg van de beperkte actieradius van deze voertuigen en het 'milieuvriendelijke' karakter vormt de binnenstedelijke distributie het optimale werkterrein voor deze voertuigen.

Ten aanzien van de regionale distributie kan in vergelijking met de huidige situatie tijdswinst worden geboekt. Hierdoor kunnen in hetzelfde tijdsbestek meer gemeenten worden aangedaan. Met name de invoering van 24-uur per dag aanleveren van goederen bij een stadsdistributiecentrum biedt tijd- en kostenvoordelen voor de vervoerder. Het wordt mogelijk om buiten piekuren de goederen aan te leveren.

De resultaten uit de haalbaarheidsstudie van Coopers & Lybrand (1991a) tonen aan dat stedelijke distributiecentra een bijdrage kunnen leveren aan de reductie van het vrachtverkeer in de binnenstad. Met het onderzoek van Coopers & Lybrand zijn echter nog niet alle vragen rond de effectiviteit van stedelijke distributiecentra beantwoord. Beschouwt men de betekenis van de stedelijke distributiecentra in de problematiek rond de leefbaarheid van binnensteden, dan komt men bijvoorbeeld tot enige relativeringen. In de studie van Bouman (1990) is een inventarisatie gemaakt van de aantasting van het leefmilieu als gevolg van goederenvervoer. Met name de binnenstad van steden blijkt een kwetsbaar gebied te zijn, waar veel fysieke hinder optreedt. De mate waarin de leefbaarheid in de binnenstad wordt verbeterd, hangt vooral af van het aandeel van het goederenverkeer in het totale verkeer in de binnenstad. Een overgroot deel van het verkeer in binnensteden betreft echter personenautoverkeer. Het aandeel van het vrachtverkeer is vrij beperkt. Dit blijkt uit tabel 3.2.

Tabel 3.2 Aandeel van het vrachtverkeer in het totale verkeer

Soort weg	Percent. vrachtverkeer (gewogen*)	waarvan	
		licht (gewogen*)	zwaar (gewogen*)
bovenlokale doorgaande weg	18 (21.6)	9.9 (10.6)	8.1 (11.0)
rondweg	14 (21.7)	9.1 (11.7)	4.9 (10.0)
hoofdstructuurweg	8 (14.7)	6.0 (8.8)	2.0 (5.9)
ontsluitingsweg	6 (13.4)	5.1 (9.3)	0.9 (4.1)
woonstraat	1 (2.4)	0.95 (2.1)	0.05 (0.3)
overige wegen	-	-	-

* gewogen op basis van bijdrage van het vrachtverkeer aan geluidhinder.

Bron: Bouman, 1990

Het is tevens nog onbekend wat de logistieke consequenties zijn. Het is aannemelijk dat de invoering van een stadsdistributiecentrum consequenties kan hebben voor de organisatie van het vervoer van de desbetreffende goederen. De verwachting is dat goederen gemiddeld langer onderweg zullen zijn. De belangenorganisaties in het wegvervoer (NOB Wegtransport en EVO) nemen daarom een enigszins afwachtende houding aan.

Afb. 3.1 Resultaten van het onderzoek naar de haalbaarheid van stedelijke distributiecentra

BESPARINGEN DOOR SDC OP DE GOEDERENSTROMEN (*) IN DE BINNENSTEDEN VAN DE GEMIDDELDE PILOT-GEMEENTE		
	AANTAL/DAG	%
• VERMINDERING AANTAL VOERTUIGEN		
- VRACHTWAGENS	540	39
- BESTELWAGENS	680	54
- PERSONENWAGENS	780	57
TOTAAL	2000	50
• VERMINDERING AANTAL GEREDEN KILOMETERS	19000	47
(*) NAAR DETAILHANDEL, HORECA, REPARATIEBEDRIJVEN EN DIENSTVERLENING, EXCLUSIEF TOENAME DOOR SDC-WAGENS (CA. 4%)		
Coopers & Lybrand Management Consultants		

bron: Coopers & Lybrand, 1991a

Om de werking van een stadsdistributiecentrum in de praktijk te toetsen heeft het Ministerie van Verkeer en Waterstaat op 12 juli 1991 besloten tot het uitwerken van een

proefproject in de gemeente Maastricht. In opdracht van het NOVEM wordt onderzoek gedaan naar de situatie vóór het invoeren van een stadsdistributiecentrum in Maastricht en na het eerste jaar. Aan de hand van de vergelijking van beide situaties kunen vervolgens de conclusies worden getrokken ten aanzien van de wenselijkheid van een stadsdistributiecentrum.

Naast het onderzoek van Coopers & Lybrand is in opdracht van diverse instanties door anderen onderzoek naar stadsdistributiecentra gedaan. Onder andere kan worden genoemd het onderzoek naar de kosten van een stadsdistributiecentrum voor Den Haag (Tomesen, 1991). In deze studie wordt getracht inzicht te krijgen in de vraag in hoeverre stadsdistributiecentra voor de vervoerder een oplossing biedt voor een efficiënter goederenvervoer in de binnensteden. Uit dit onderzoek blijkt dat op basis van een globale schatting van de kosten die gemoeid zijn bij het vervoer van goederen naar de Haagse binnenstad, het gebruik maken van een stadsdistributiecentrum niet voordeliger is dan in de huidige situatie.

Afb. 3.2 Vergelijking van een stadsdistributiecentrum in Utrecht en de resultaten uit het Coopers & Lybrandonderzoek



Bron: De Rijke, 1991.

Een ander onderzoek betreft de studie naar de bevoorrading in het Utrechtse Werkkeldergebied in opdracht van de Kamer van Koophandel voor Utrecht en Omstreken (De Rijke, 1991). Dit betreft een inventariserende studie naar goederenstromen en bevoorradingsalternatieven voor het Utrechtse werkkeldergebied. Op basis van de uit enquêtes verkre-

gen gegevens is een vergelijking gemaakt met de resultaten van Coopers & Lybrand (1991a). Er blijken aanmerkelijke verschillen op te treden.

Uit het Werfkelderonderzoek blijkt dat de niet door Coopers & Lybrand onderzochte goederenstromen, zoals de uitgaande goederenstroom en de industriële goederenstroom in de Utrechtse situatie een aanzienlijk aandeel van de totale goederenstroom vertegenwoordigen. Tevens wordt City Service, dat wil zeggen stadsdistributie via de bestaande georganiseerde distributie, als mogelijk alternatief besproken.

Naast deze onderzoeken wordt onderzoek verricht door het Coördinerend Instituut voor het Midden en Kleinbedrijf te Diemen. Dit onderzoek is meer gericht op de gevolgen van een stadsdistributiecentrum voor het midden- en kleinbedrijf. Verschillende gemeenten, zoals Leiden en Delft overwegen om ook een stadsdistributiecentrum in te voeren. Zij onderzoeken momenteel de mogelijkheden.

De genoemde studies richten zich voornamelijk op de vraag of de opzet van een stadsdistributiecentrum haalbaar is. In meer globale zin is aandacht besteed aan de bijdrage in de verbetering van de leefbaarheid. Op basis van onderzoek naar concrete situaties wordt getracht daarover algemene uitspraken te doen. De onderzoeken leiden echter tot verschillende resultaten. Men kan concluderen dat resultaten per situatie zullen verschillen en dat er nog te weinig bekend is om algemene uitspraken te doen.

Om nu na te gaan of het stadsdistributiecentrum-concept bestaansrecht heeft (maatschappelijk verantwoord en financieel haalbaar) en ook effect heeft ten aanzien van verbetering van de leefbaarheid en verbetering van de bereikbaarheid, heeft het Ministerie van Verkeer en Waterstaat gekozen voor een experiment, namelijk de ontwikkeling van een stadsdistributiecentrum in Maastricht. Uit dit experiment moet blijken of het stadsdistributiecentrum voldoet aan de verwachtingen.

Het uitvoeren van een dergelijk experiment is echter kostbaar. Het heeft verder tot nadeel dat de conclusies alleen gelden voor de onderzochte situatie en dus beperkt generaliseerbaar zijn. De onzekerheden en onbekendheden zijn dusdanig groot en de locationale omstandigheden zijn dusdanig van invloed, dat het stadsdistributiecentrumconcept in verschillende situaties en onder verschillende omstandigheden dient te worden onderzocht.

In een dergelijk geval is het mogelijk om naast of in de plaats van het uitvoeren van een experiment ook gebruik te maken van (mathematische, simulatie- of conceptuele) modellen. Een modelmatige benadering heeft tot voordeel dat deze betrekkelijk eenvoudig en flexibel is. Verschillende omstandigheden en situaties kunnen worden gesimuleerd. Daarnaast hoeft men bij een negatief resultaat niet met de maatschappelijke kosten te blijven zitten, zoals wel het geval kan zijn bij een experiment.

In dit kader is om de genoemde redenen gekozen voor de ontwikkeling van een toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept aan de hand van een rekenmodel.

3.3 Aanzet voor een rekenmodel ten behoeve van de toetsing

In de ideale situatie heeft de beleidsontwikkelaar een complete beschrijving van de werkelijkheid en kan daarmee nagaan wat de consequenties zijn van nieuwe beleidsmaatregelen. Helaas doet deze ideale omstandigheid zich zelden voor. De beleidsontwik-

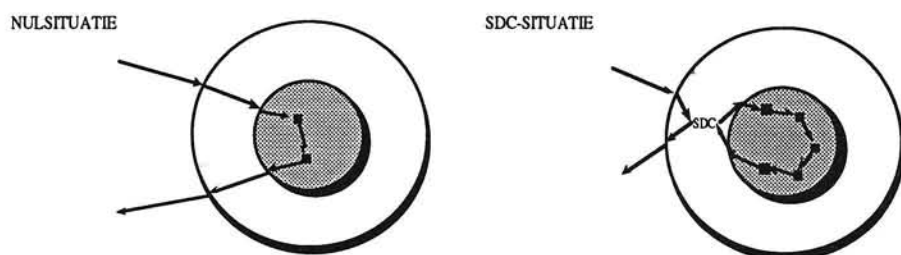
kelaar zal dus een (kwantitatief of kwalitatief) model van de werkelijkheid moeten maken. Met het model kan dan de werkelijkheid worden gesimuleerd, waardoor de huidige situatie en de toekomstige situatie kunnen worden vergeleken. Het model wordt opgebouwd deels uit informatie, verkregen door veldonderzoek en deels uit verbanden en relaties verkregen uit theorieën. Eenzelfde weg dient ook het toetsingskader voor de stadsdistributiecentrum-evaluatie te gaan.

3.3.1 Globale opzet

De toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept behelst feitelijk de vergelijking van de huidige situatie met een toekomstige situatie, waarin een stadsdistributiecentrum is ingevoerd. Beide situaties moeten worden vergeleken op basis van de verbetering van bereikbaarheid en leefbaarheid. Indien bekend is wat het gewenste effect van een stadsdistributiecentrum is dan kunnen na de vergelijking uitspraken omtrent de effectiviteit (= optrendend effect / gewenst effect) worden gedaan.

Om het effect van een stadsdistributiecentrum na te gaan is inzicht nodig in welke zendingen via een stadsdistributiecentrum zullen lopen, wat het aandeel is in het totale vervoer en wat het positieve effect zal zijn op de bereikbaarheid van en de leefbaarheid in een stad.

Afb. 3.3 Verloop van een rit in de huidige situatie en in de toekomstige SDC-situatie



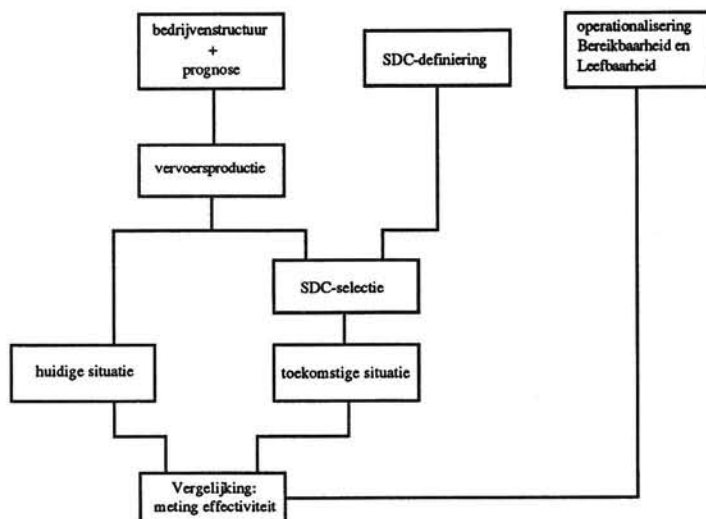
3.3.2 Het ideale rekenmodel

De ideale situatie zou zijn als men naar gelang de aard en de omvang van de bedrijvigheid in een binnenstad, gemeente of stadsgewest de omvang van het goederenverkeer kon bepalen. Aangenomen wordt dat de omvang en aard van het goederenvervoer dus afhankelijk is van de bedrijvigheid in een stad, dat wil zeggen vervoersproductie = $f(\text{aard en omvang van de bedrijvigheid})$.

Indien van al het goederenverkeer in een (binnen-)stad bekend is (beschrijvend empirisch model) waar het vandaan komt, welke goederen worden vervoerd, met wat voor voertuig deze worden vervoerd, op welk tijdstip welke adressen worden beleverd, welke routes worden gekozen, hoe lang men erover doet, dan zou men, indien men enig inzicht heeft in hoe de toekomstige stadsdistributiecentrum-situatie eruit zal zien (beschrijvend conceptueel model), de verschillen in bereikbaarheid en aantasting van de leefbaarheid in de stad als gevolg van vrachtverkeer kunnen meten aan de hand van een simulatie. Men zou immers op basis van deze gegevens kunnen bepalen welke zendingen in principe in aanmerking komen om via een stadsdistributiecentrum te worden vervoerd. Vervolgens

kan worden nagegaan hoe lang men er over doet om de binnenstedelijke bestemming te bereiken en in welke mate daarbij hinder (geluidhinder, emissies, en dergelijke) optreedt. Afbeelding 3.4 geeft weer hoe de werkwijze eruit zal kunnen zien.

Afb. 3.4 Ideale opzet voor de toetsing van het stadsdistributiecentrum-concept



Bedrijvenstructuur en prognoses

De opbouw van de bedrijvenstructuur in een stad is te beschrijven met behulp van gegevensbestanden van bijvoorbeeld de Kamers van Koophandel. Van bedrijven is informatie opgeslagen omtrent de locatie, hoofd- en nevenactiviteiten, verkoopvloeroppervlak, aantal werknemers, enzovoorts.

De volgende indelingen zijn mogelijk:

- Het Standard Industrial Classification (SIC)-code systeem. Deze geeft in twee- en viercijferige codegroepen branche- en activiteitsomschrijvingen. Deze indeling heeft betrekking op industrie en dienstverlening voor internationale statistieken.
- De Standaard Bedrijfs Indeling (SBI) van het CBS.
- De branchecode-indeling uit het Distributie-planologisch Informatie Systeem (DIS) van de Kamers van Koophandel.

De SBI-indeling heeft tot voordeel dat deze indeling op alle bedrijfsactiviteiten betrekking heeft. De branche-indeling van het DIS beperkt zich tot winkelvoorzieningen, maar heeft tot voordeel dat deze indeling de verschillende winkelbranches beter onderscheidt.

Omtrent prognoses is nauwelijks materiaal voorhanden.

Vervoersproductie

Aan de hand van gegevens omtrent het aantal en omvang van bedrijven zal vervolgens de omvang van het vervoer bepaald moeten worden.

Omtrent vervoersproductie en - attractie van bedrijven is echter vrij weinig bekend. Er zijn globale cijfers uit literatuur aanwezig omtrent het gemiddeld aantal bevoorradingen per

winkelbedrijf per dag. Deze zijn echter niet nauwkeuriger uitgewerkt, bijvoorbeeld naar bedrijfsbranches. De reeds verrichte onderzoeken leiden tot verschillende uitkomsten. De verschillen kunnen niet enkel worden verklaard op basis van verschillen in aantal en omvang van de onderzochte bedrijven. Andere factoren zijn mogelijk ook voor de verschillen verantwoordelijk.

Gegevens op ritniveau ontbreken eveneens. Er is betrekkelijk weinig informatie omtrent hoe de distributie van goederen voor verschillende bedrijfspgroepen in elkaar steekt, dat wil zeggen gegevens omtrent de frequentie van de belevring, de soort goederen, het aantal colli per zending of het aantal zendingen dat in een rit wordt beleverd.

Omtrent de te verwachten ontwikkelingen in de belevring is vrij weinig bekend. Met name logistieke ontwikkelingen maar ook ontwikkelingen in het vervoer kunnen een belangrijke rol spelen.

Huidige situatie

Indien herkomsten, bestemmingen en routekeuze vaststaat, kan aan de hand van de vervoersproductie de vervoerspatronen in een stad worden gesimuleerd.

SDC-definiering

Om te kunnen bepalen welke goederen via een stadsdistributiecentrum vervoerd kunnen worden, is enig inzicht nodig in de opzet van een stadsdistributiecentrum. Tevens is inzicht nodig in hoe een stadsdistributiecentrum opereert bij het belevren van de goederen (routekeuze, aantal zendingen per rit, e.d.). In het Coopers & Lybrand onderzoek (1991b) zijn nadere gedachten hierover ontwikkeld.

SDC-selectie

Op basis van de beschrijving van de goederen die via een stadsdistributiecentrum vervoerd kunnen worden is te bepalen hoe groot de omvang van deze goederenstroom is en hoe deze bij de invoering van een stadsdistributiecentrum vervoerd zullen gaan worden. Hiervoor zijn reeds criteria (zie Coopers & Lybrand, 1991a) ontwikkeld.

Toekomstige situatie

Het toekomstige vervoerspatroon kan vervolgens worden gesimuleerd. Het stadsdistributiecentrum maakt onderdeel uit van de toekomstige situatie.

Operationalisering van de doelstellingen bereikbaarheid en leefbaarheid

De doelstellingen bereikbaarheid en leefbaarheid dienen te worden geoperationaliseerd. Voor beide doelstellingen dienen indicatoren te worden ontwikkeld. Met behulp van de indicatoren voor bereikbaarheid en leefbaarheid kunnen beide situaties (huidige en toekomstige situatie) worden vergeleken (bijvoorbeeld d.m.v. bereikbaarheids- en leefbaarheidsprofielen). Het gaat om de vergelijking van twee situaties. Het mag dus ook een operationalisering van het verschil tussen beide situaties zijn.

Ter operationalisering van bereikbaarheid voor het personenvervoer zijn al diverse methoden ontwikkeld. Voor het goederenvervoer ontbreekt een operationalisatie. Ten aanzien van leefbaarheid zijn eveneens lacunes te signaleren.

Vergelijking: meting effectiviteit

Op basis van de beschrijving van de twee situaties moet het verschil in bereikbaarheid en leefbaarheid aan de hand van de operationalisering van worden bepaald.

Op de hierboven beschreven wijze kan het stadsdistributiecentrum-concept worden getoetst. Een groot deel van deze informatie is echter helaas niet beschikbaar. Het grootste struikelblok is dat er onvoldoende een relatie gelegd kan worden tussen bedrijfsstructuur en vervoersproductie. Er is te weinig gedetailleerde informatie voorhanden. De wel aanwezige informatie laat zich slecht generaliseren¹.

Dit betekent concreet dat de toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept op deze wijze nog niet mogelijk is. In de volgende paragraaf zal een aangepaste opzet voor de toetsing worden beschreven.

3.3.3 De gekozen opzet voor de toetsing

De in de vorige paragraaf (3.3.2) beschreven opzet is in grote lijnen bruikbaar. Een zwak punt is echter de beschikbaarheid van gegevens voor de beschrijving van het binnenstedelijk goederenvervoer in de huidige situatie en in de toekomstige stadsdistributiecentrum-situatie. Men kan het binnenstedelijk goederenvervoer zo goed mogelijk proberen te beschrijven aan de hand van gegevens uit veldonderzoek, aan de hand van schattingen en op basis van berekeningen. Op basis van deze beschrijving en een operationalisering van bereikbaarheid en leefbaarheid dienen beide situaties vervolgens te worden vergeleken om de effectiviteit van het stadsdistributiecentrumconcept te kunnen meten. Bij de vergelijking van beide situaties en de meting van de effectiviteit wordt een mathematisch model gebruikt.

Een deel van de invoergegevens voor het mathematische model zal via veldonderzoek (enquêtes) verkregen moeten worden. Het veldonderzoek betreft het verzamelen van gegevens omtrent (vracht-)autoritten in een stad. Van deze ritten dienen gegevens verzameld te worden om na te gaan welk deel van de ritten in de toekomst vermoedelijk worden vervangen door ritten van en naar een stadsdistributiecentrum, en welk effect dit heeft op de bereikbaarheid en de leefbaarheid. Het is wenselijk dat men alle (vracht-)autoritten te enquêteren en alle relevante kenmerken te registreren. Het veldonderzoek moet echter uitvoerbaar zijn, en om kosten (tijd en geld) te besparen tot een minimum worden beperkt.

Men kan het veldonderzoek beperken door uit te gaan van een streekproef. Verder kan men het aantal te registreren kenmerken beperken. Voor elke zending in een rit dient afzonderlijk een aantal kenmerken te worden vastgelegd om te bepalen of de zending SDC-geschikt is. Men kan dit beperken door de lading in een rit te beschouwen in plaats van elke zending afzonderlijk. Voor elke zending dient in principe de bestemming met plaatsaanduiding (bijvoorbeeld naar postcode) te worden vastgelegd. Het verkrijgen en vastleggen van deze informatie is tijdsintensief. Men kan dus overwegen om een meer globale plaatsaanduiding te hanteren. Indien men uitgaat van een precieze plaatsaanduiding is het gebruik van een geografisch informatiesysteem (GIS) voor de hand liggend. Een GIS biedt de mogelijkheid om op basis van plaatsaanduidingen door middel van een netwerkbeschrijving van het wegennet afstanden en rijtijden te berekenen.

¹ Aldus Sj. Stienstra van het Instituut voor Midden- en Kleinbedrijf te Diemen.

Bij een globale plaatsaanduiding zal men afstanden en rijtijden moeten schatten. Aan de hand van gegevens omtrent de structuur van een stad (omvang van de stad, de opbouw van het wegennet, en dergelijke) kunnen verplaatsingsafstanden en verplaatsingstijden worden geschat.

In het navolgende wordt ervan uitgegaan dat gegevens omtrent de precieze locatie van bestemmingen niet kunnen worden geregistreerd. Men moet dus verplaatsingsafstanden en -tijden berekenen.

Om de benodigde gegevens te verzamelen, kunnen twee delen in de opzet worden onderscheiden, namelijk een vervoerders-deelonderzoek en een stedelijk deelonderzoek.

In het vervoerders-deelonderzoek gaat het om het verkrijgen van gegevens omtrent de omvang van het goederenvervoer van, in en naar de stad en de SDC-geschiktheid. Om de omvang van het vervoer te bepalen zijn gegevens nodig omtrent het aantal ritten naar een (binnen-)stad, voertuiggebruik, soort goederen, aantal adressen per rit en aantal zendingen per adres. Deze gegevens kunnen alleen met behulp van enquêtes worden verkregen. Er zijn geen databestanden aanwezig die deze informatie bevatten.

Op basis van de uit het vervoerders-deelonderzoek verkregen ritgegevens dient verder te worden bepaald welke ritten in de toekomst vermoedelijk worden vervangen door ritten van en naar een stadsdistributiecentrum (SDC-geschikte ritten). Hiervoor dienen criteria te worden ontwikkeld. Deze criteria hangen samen met kenmerken van zendingen, transportkenmerken, en hoe deze aansluiten op het stadsdistributiecentrumconcept, bijvoorbeeld koel- en vriesladingen komen niet in aanmerking voor vervoer via een stadsdistributiecentrum, indien bij het SDC-concept koelvoorzieningen ontbreken. Voldoet een rit aan alle voorwaarden dan is deze SDC-geschikt. Voldoet een rit niet aan deze criteria dan is de rit niet SDC-geschikt. De in het vervoerders-deelonderzoek te verzamelen gegevens moeten dus aansluiten bij de te formuleren criteria.

In het vervoerders-deelonderzoek gaat het dus om het bepalen van de totale omvang van de goederenstroom en om de bepaling welke goederen via een stadsdistributiecentrum vervoerd kunnen worden. Voor dit laatste kunnen criteria worden geformuleerd.

Na het vaststellen van het aantal ritten en welke ritten SDC-geschikt zijn en welke niet, dient te worden nagegaan wat het verschil in bereikbaarheid is tussen de huidige situatie en de toekomstige situatie en wat het verschil is in leefbaarheid. Dit kan worden aangeduid met operationalisering van bereikbaarheid en leefbaarheid en het bepalen van de effectiviteit van het SDC-concept. Hiervoor zijn gegevens nodig omtrent verplaatsingsafstanden en -tijden. Deze gegevens worden verzameld in het tweede deelonderzoek, het stedelijk deelonderzoek.

Het stedelijk deelonderzoek betreft het bepalen van verplaatsingsafstanden en verplaatsingstijden in een stad. Deze gegevens behoren meer tot de kenmerken van de ruimtelijke structuur van een stad dan tot de kenmerken van vervoer. De ruimtelijke structuur van een stad bepaalt in grote mate de lengte en duur van verplaatsingen.

Deze gegevens kunnen worden verkregen door enquëtering van vervoerders. Het is echter ook mogelijk en meer voor de hand liggend om deze op modelmatige wijze te berekenen.

Tabel 3.3 Accenten in het onderzoek

Accënt op:	bepaling aantal SDC/niet-SDC geschikte zendingen	het meten van bereikbaarheid en leefbaarheid
vervoerdersdeelonderzoek	X	
stedelijk deelonderzoek		X

De volgende stappen kunnen dus in het toetsen van het SDC-concept worden onderscheiden:

- Uitwerking van selectiecriteria omtrent de SDC-geschiktheid van ritten
- Operationalisering van de doelstellingen bereikbaarheid en leefbaarheid
- Het opzetten van de gegevensverzameling (veldwerk vervoerders-deelonderzoek)
- Het uitvoeren van de gegevensverzameling
- Het verwerken van de gegevens
- Het bepalen van SDC-geschiktheid
- Het bepalen van de effectiviteit van een stadsdistributiecentrum (vergelijking huidige en toekomstige situatie)

Allereerst worden de criteria verkend voor het bepalen van welke zendingen mogelijk via een stadsdistributiecentrum zullen plaatsvinden. Het is een wenselijk dat deze criteria aansluiten bij de aanwezige informatie omtrent binnenstedelijk vrachtverkeer. Sluit deze informatie niet aan dan betekent dit dat deze informatie in het vervoerders-deelonderzoek moet worden verkregen. In hoofdstuk vier wordt nader op de bepaling van de SDC-geschiktheid nader ingegaan.

Het berekenen van bereikbaarheids- en leefbaarheidseffecten vergt eveneens de nodige gegevens. In hoofdstuk vijf wordt nader uiteengezet op welke wijze het stedelijk onderzoek kan worden ingericht om de benodigde gegevens te verkrijgen. Tevens wordt in hoofdstuk 5 het toetsingskader nader uitgewerkt. De modellering wordt beschreven van de methodiek om de huidige situatie te vergelijken met de toekomstige stadsdistributiecentrum-situatie op basis van verbetering van bereikbaarheid en leefbaarheid. Verschillende methoden staan hiervoor ter beschikking.

BENODIGDE GEGEVENS EN RELEVANTE KENMERKEN TEN AANZIEN VAN HET GOEDERENTRANSPORT

4.1 Inleiding

Om te kunnen bepalen welke goederen of zendingen via een stadsdistributiecentrum (SDC) zullen gaan moet eerst nader inzicht worden verkregen in de goederenstroom in een stad. Van belang hierbij is onder andere welke bestemmingen kunnen worden onderscheiden, waar de goederen vandaan komen, op welke wijze de goederen worden gedistribueerd en met welke vervoermiddelen het transport plaatsvindt. Tal van aspecten, zoals zendinggrootte en kwetsbaarheid zijn voor de bepaling van de SDC-geschiktheid relevant. In dit hoofdstuk zal met name worden ingegaan op de formulering van de criteria voor het bepalen of een zending SDC-geschikt is.

Allereerst zijn gegevens nodig om te kunnen bepalen in hoeverre een stadsdistributiecentrum bijdraagt tot de beleidsdoelen leefbaarheid en bereikbaarheid. Hierbij gaat het om rit- en transportkenmerken, waaronder verplaatsingsafstanden en -tijden, aantal beleveringen per rit, en laad- en lostijden. Dit betreft het stedelijk deelonderzoek. Dat deelonderzoek komt in paragraaf 5.4 aan de orde.

Een tweede groep van gegevens betreft de omvang van het goederenvervoer in een stad en de uitsplitsing in potentiële SDC-goederen en niet-SDC goederen. Ten aanzien van deze uitsplitsing is per goederentransport (dus per rit) een derde groep gegevens nodig.

De derde groep van gegevens is nodig om te bepalen welke goederen via een stadsdistributiecentrum zullen worden vervoerd. Het is duidelijk dat een stadsdistributiecentrum niet al het goederenverkeer uit de stad kan bannen. Transporten waarbij de zending te groot is of goederen die 'vies, vers en vervelend' zijn komen volgens Coopers & Lybrand (1991a) niet in aanmerking om via een stadsdistributiecentrum te worden afgeleverd. Om een onderscheid te kunnen maken in zendingen die in principe wel via een stadsdistributiecentrum (SDC-geschikte zendingen) kunnen plaatsvinden en zendingen die niet SDC-geschikt zijn, dienen criteria te worden geformuleerd. Deze kunnen worden gebaseerd op kenmerken van een transport. Deze kenmerken hangen samen met de zending, de rit, de bestemming of de herkomst. In tabel 4.1 zijn deze nader uitgewerkt.

Tot de zendingkenmerken horen kenmerken met betrekking tot de aard van de vervoerde goederen, de omvang van de zending (uitgedrukt in grootte of gewicht), de wijze van verpakking, en tenslotte de kwetsbaarheid van de zending.

Omtrent de aard van de vervoerde goederen kan de indeling van goederen van het Centraal Bureau voor de Statistiek worden gehanteerd (NSTR-indeling). Met betrekking tot het distributief goederenvervoer is deze indeling echter niet bruikbaar. In het algemeen wordt in de beleving van de detailhandel een indeling van goederen in een viertal clusters gebruikt, namelijk verse voedingsmiddelen, niet-verse consumptiegoederen, modische artikelen en harde gebruiksartikelen.

Tabel 4.1 Relevante kenmerken van het goederenvervoer

Zending kenmerken	<ul style="list-style-type: none"> - vervoerde goederen (kleding, voeding, e.d.) - zendinggrootte of -gewicht - verpakking (doos, pallet, (rol-)container)
Ritkenmerken	<ul style="list-style-type: none"> - kwetsbaarheid, houdbaarheid - bestemmingen (soort bedrijf) - beleveringsfrequentie - lokatie - herkomst (lokaal, regionaal, landelijk)
Transportkenmerken	<ul style="list-style-type: none"> - verplaatsingsafstanden - vervoerder (eigen vervoer of beroepsvervoer) - voertuigtype (bestelauto, vrachtauto(-combinatie)) - aantal zendingen per rit voor de desbetreffende stad - beladingsgraad - type distributie (lijn, distributie)

Ten aanzien van zendinggrootte kan bijvoorbeeld onderscheid worden gemaakt in zendingen groter dan 1 m³ of kleiner. De verpakking kan eveneens als zendingkenmerk worden aangemerkt. Goederen kunnen los verpakt zijn (bulk), in containers, op pallets, in rolcontainers, in pakketten, dozen, kisten, of in zakken. De indeling in zendinggrootte of verpakking is essentieel om de handelbaarheid van een zending aan te geven.

Een laatste aspect betreft de kwetsbaarheid. Dit betreft bederfelijke waar (verse producten), goederen die in waarde kunnen dalen (kranten) tijdens het vervoer, of waarden die zeer kostbaar zijn, of goederen die op andere manier kwetsbaar zijn (schadegevoelig). Daarnaast kunnen ritkenmerken worden onderscheiden. Hierbij gaat om het aantal, de lokatie en de aard van de beleverde bedrijven, de frequentie van de beleving en de herkomst van de rit. Ten behoeve van de indeling van beleverde bedrijven staan verschillende indelingsmogelijkheden (zie hoofdstuk 3) open. Tevens kan men onderscheid maken in het voertuigtype dat wordt gebruikt, het aantal zendingen per rit, de beladingsgraad en het type distributie.

4.2 Omschrijving van de criteria op basis van zending-, rit- en transportkenmerken

De bepaling van de SDC-geschiktheid van ritten kan plaatsvinden op basis van de te onderscheiden kenmerken. Aan de hand van deze kenmerken kunnen, afhankelijk van de gekozen vorm voor het stadsdistributiecentrumconcept (wel of geen koel- of vriesvoorzieningen en dergelijke), criteria voor de bepaling van de SDC-geschiktheid worden geformuleerd.

4.2.1 Zendingkenmerken

De zendingen moeten handelbaar zijn en niet op een of andere manier kwetsbaar. Het vervoer moet onder normale omstandigheden plaats kunnen vinden. Handelbaar (handel-

baarheids criterium) wil zeggen: niet losgestort, maar verpakt. Men (Coopers & Lybrand, 1991a) gaat uit van een zendinggrootte kleiner dan 1 m³. De wijze van verpakken is echter van grote invloed op de handelbaarheid. Een beter voorstel is om per type van verpakking na te gaan welke combinatie van eisen, bijvoorbeeld wel rolcontainer maar minder dan zoveel kg, in doos maar kleiner dan 1 m³, te formuleren zijn.

Algemeen kunnen goederen in verschillende verschijningsvormen in de volgende vervoerbare vormen vervoerd worden:

- gassen, in: gashouders, gastanks en tankcontainers;
- vloeistoffen, in: flessen (in kratten), drums en vaten;
- poeders, korrels, en brokken, in: zakken, als vast volume, en losgestort;
- stukgoederen, in: bundels, vaten, blikken, dozen, cilindfers, kist, op pallets, containers of rolcontainers.

Een aantal van de mogelijke verpakkingswijzen is te volumineus, of te zwaar, of vraagt speciale laad- en losvoorzieningen. In bulk vervoerde goederen of 'oversized' stukgoed zijn sowieso niet SDC-geschikt. Als SDC-geschikte verpakking kunnen worden aangemerkt kratten, dozen (voor de handelbaarheid kleiner dan 1 m³ en lichter dan 50 kg), pallets (mits SDC-voertuigen met palletwagens zijn uitgerust) en rolcontainers (afhankelijk van de SDC-voertuiggrootte).

Een tweede kenmerk betreft de kwetsbaarheid. Zendingen die vallen onder gevaarlijke lading (goederen die volgens de wet vallen onder gevaarlijke stoffen, aangeduid met een IDM-code), of geconditioneerde lading (luchtverversingen, koel- of vrieslading). De term bederfelijke waar beschrijft beter de goederen die niet via een stadsdistributiecentrum kunnen lopen. Hieronder vallen verse waar, diepvries, en koelproducten maar ook kranten. Voor deze goederen kan een 'houdbaarheids criterium' worden geformuleerd. Expreszendingen kunnen in principe hier ook toe worden gerekend. Eveneens kan de waarde van een zending een rol spelen. Goederen met een hoge waardedichtheid, zoals geld, goud, zilver, elektronische- of medische apparatuur zullen minder geschikt zijn om via een stadsdistributiecentrum te worden vervoerd. Hiervoor kan een waardedichtheids criterium worden geformuleerd.

Een laatste aspect betreft het aantal colli (transporteenheden) per zending. Uit efficiëntie-overweging is het denkbaar een maximum te stellen. Naarmate de zending uit meer transporteenheden bestaat (bijv. twee pallets) zal de in gebruikgenomen ruimte in het voertuig en de laad- en lostijd toenemen, waardoor de kostenbesparingen bij vervoer via een stadsdistributiecentrum minimaal kunnen zijn. Per verpakkingsvorm kan een maximum worden geformuleerd (bijvoorbeeld maximaal vijf dozen, één rolcontainer of één pallet).

4.2.2 Ritkenmerken

Naast zendingkenmerken dienen ook ritkenmerken te worden onderscheiden. Tot de ritkenmerken horen: bestemming, beleveringsfrequentie, lokatie en de herkomst. Er zijn verschillende bestemmingen te definiëren, zoals horeca, industrie, groothandel.

In het onderzoek van Coopers & Lybrand worden uitsluitend horeca- en winkelvoorzieningen als bestemmingen aangemerkt. In principe kunnen ook kantoren en woonlokaties als bestemming gelden. De bestemming hoeft dus in feite geen criterium te zijn voor de afbakening van SDC-geschikte goederen.

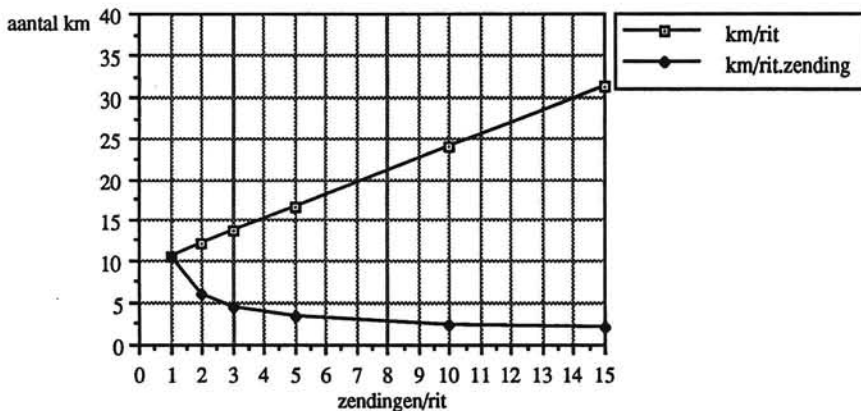
Er is wel een relatie te signaleren tussen het type bedrijf op de bestemming en het type distributie. De afbakening dient echter bij type distributie plaats te vinden.

Een kenmerk is verder de beleveringsfrequentie. De frequentie van belevring (eenmaal per dag tot eenmaal per jaar) kan van betekenis zijn voor de keuze voor een stadsdistributiecentrum. In welke mate dit kenmerk van belang is, kan niet worden aangegeven. Duidelijk is dat frequentere belevringen eerder voor vervoer via een stadsdistributiecentrum in aanmerking komen dan minder frequentere belevringen. Het vervoer via een stadsdistributiecentrum vergt meer organisatie-inspanning.

De lokatie van de bestemming kan een criterium voor een mogelijke afbakening van SDC-geschikte goederen zijn. Het potentiële verzorgingsgebied van een stadsdistributiecentrum kan zich beperken tot alleen het kernwinkelgebied of zich uitstrekken over een hele regio. In het Coopers & Lybrand-onderzoek (1991a) heeft men aandacht besteed aan dit kenmerk. Het dient met name te gaan om goederen met een bestemming in de binnenstad die per vrachtauto worden aangevoerd.

Tenslotte kan als kenmerk worden beschouwd de herkomst van de rit. De herkomst van een rit kan liggen in de gemeente, in de regio, in Nederland of in het buitenland. Het is van belang dat de goederen van elders worden aangevoerd. Het heeft weinig zin een zending dat zijn herkomst en bestemming in dezelfde stad heeft, via een stadsdistributiecentrum te versturen.

Afb 4.1 Voorbeeld van de invloed van het aantal zendingen per rit op de verreden kilometers per rit of verreden kilometers per rit per zending.



4.2.3 Transportkenmerken

Een laatste groep van kenmerken betreft de transportkenmerken. Men kan onderscheid maken in type vervoerder, het voertuigtype dat wordt gebruikt, het aantal zendingen per rit, de beladingsgraad en het type distributie.

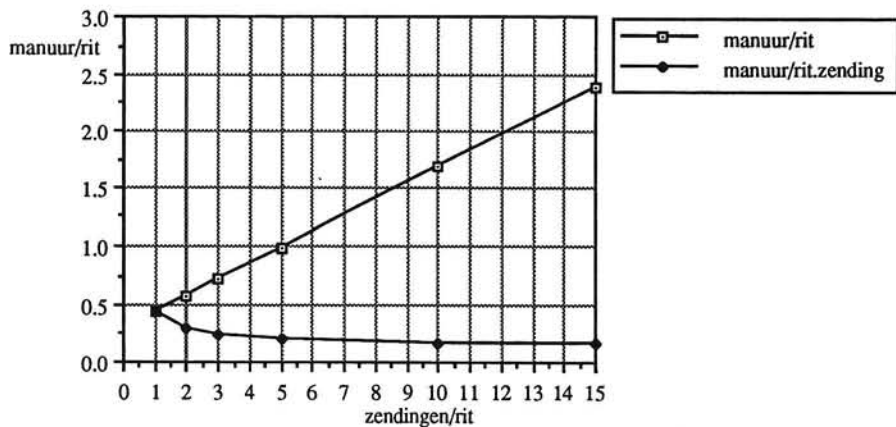
Ten aanzien van het voertuigtype kan onderscheid gemaakt worden in vervoer met personenauto, bestelauto, vrachtauto (in verschillende laadvermogensklassen) en vrachtautocombinaties. De voorkeur ligt bij het vervoer per groter voertuig, zoals vrachtauto's, vanwege de hinder. Het is echter geen hard criterium.

Het aantal zendingen per rit voor de desbetreffende stad is eveneens geen harde eis. De effectiviteit van een SDC-rit neemt echter wel af naarmate deze een rit vervangt met meerdere bestemmingen. In de afbeeldingen 4.1 en 4.2 zijn voor oplopende aantallen zendingen per rit per stad de kilometrages en manuren uitgezet. Op basis van effectiviteit kan men dus een criterium voor het aantal zendingen per rit invoeren.

De beladingsgraad is geen criterium in dit kader. De vorm van de distributie is wel van belang, maar hierbij gaat het voornamelijk om het aantal zendingen per rit. Het aantal zendingen per rit is echter al een apart criterium.

Een belangrijk aspect is de mogelijke aanwezigheid van een retourzending. In een aantal gevallen is er sprake van retourzending (bijvoorbeeld tijdschriften, kranten, levensmiddelen en geneesmiddelen, waarvan de uiterste gebruiksdatum is verlopen en waarvoor restitutie moet worden verleend) of retourverpakking (statiegeld en meermalige verpakkingen).

Afb. 4.2 Voorbeeld van de invloed van het aantal zendingen per rit op het aantal manuur per rit of manuur per rit per zending



Een laatste aspect is de vervoerder. Onderscheid kan worden gemaakt in eigenvervoerder en beroepsvervoerder. Ten aanzien van de eigenvervoerder kan onderscheid worden gemaakt tussen het eigenvervoer door de binnenstadsondernemer zelf en het eigenvervoer door de leverancier. Dit onderscheid speelt een rol omdat in het geval van het eigenvervoer door de ondernemer zelf vervoer via een stadsdistributiecentrum problemen kan opleveren. De ondernemer zal op een of andere wijze het vervoer naar het stadsdistributiecentrum zelf moeten regelen¹. Bij het overig eigenvervoer speelt het ontbreken van een vrachtbrief een rol. Het niet aanwezig zijn van een vrachtbrief in het eigenvervoer kan een belemmering zijn om vervoer via een stadsdistributiecentrum te laten plaatsvinden.

Ten aanzien van beroepsvervoer kan een groot aantal type vervoerders worden onderscheiden (zie bijlage A). De voor stadsdistributiecentrum interessante bedrijfssectoren

¹ Indien er een transportnetwerk tussen SDC's is opgebouwd hoeft dit geen probleem te zijn. Het vervoer kan dan door het SDC worden geregeld.

zijn: physical distribution & warehousing (in zoverre het betrekking heeft op het vervoer van gerede producten naar de eindconsument), algemeen distributievervoer (behoudens enkele subgroepen als (on)geconditioneerde levensmiddelendistributie, bier- en frisdrankenvervoer, hangend confectievervoer en (on)verpakte meubelen), en als laatste koeriersdiensten. Deze laatste behoort voor het stadsdistributiecentrum eveneens tot de minder interessante vervoerssectoren.

Tabel 4.2 Uitwerking van de criteria

criteria	niet-SDC geschikt	SDC-geschied
vervoerder	- eigenvervoer, ondernemer	- beroepsvervoerder - (eigenvervoerder, overig?)
bestemming	- doorgaand - intra-stedelijke verplaatsing (herk-best in zelfde plaats)	- inkomend, binnenstedelijk - uitgaand, binnenstedelijk
handelbaarheid zending	- inkomend, uitgaand niet binnenstedelijk goederen, die niet voldoen aan handelbaarheids criterium: - losgestorte goederen - rolcontainer, zwaarder dan ...kg - dozen, kisten, of blikken, groter dan 1m3, langer dan ... m, of zwaarder dan ... kg - (pallet) - vaten of cylinders - (onverpakte goederen) - containers	goederen die voldoen aan handelbaarheids criterium: - rolcontainer, lichter dan ... kg - dozen, kisten of blikken kleiner dan 1m3 of lichter dan ... kg
kwetsbaarheid zending	goederen, die niet voldoen aan kwetsbaarheids criterium - gevaarlijke stoffen (IDMG-code) - vervuilende goederen, geoliede goederen, vocht- of stofverliezende goederen - breekbare goederen (vignet) - goederen met een houdbaarheids criterium (< ...uur), w.o. geconditioneerde lading, kranten, expressezendingen - goederen met een bepaalde waardedichtheid (> ... gulden/eenheid), w.o., geld, goud, medische app.	goederen, die wel voldoen aan kwetsbaarheids criterium - overige
retourzending/ -verpakking	retourzending/ -verpakking aanwezig	retourzending/ -verpakking niet aanwezig
aantal colli per zending	zendeenheid: - doos/kist/blik >... eenheid - krat > ...eenheid - rolcontainer > ... eenheid - pallet > ... eenheid	zendeenheid: - doos/kist/blik < ... eenheid - krat < ...eenheid - rolcontainer < ... eenheid - pallet < ... eenheid
aantal zendingen per rit	aantal >... zendingen	aantal < ... zendingen

4.2.4 Uitwerking van de criteria

Op basis van de voorgaande argumentaties kunnen criteria worden vastgesteld (zie tabel 4.2). Deels kunnen deze criteria op basis van de huidige kennis reeds worden ingevuld. Deels verdienen deze nadere invulling. Het is bijvoorbeeld nog onduidelijk of pallets of onverpakte goederen ook tot de niet-SDC geschikte zendingen horen. Verder verdient de lengte- en gewichtsmaten bij het handelbaarheids criterium, het houdbaarheids criterium en het waardedichtheids criterium ten aanzien van de kwetsbaarheid van de zending, het maximum aantal colli per zending en het maximum aantal zendingen per rit nog nadere invulling.

Op basis van de in tabel 4.2 genoemde criteria valt een aantal transporten per definitie al af voor vervoer via een stadsdistributiecentrum. Te noemen valt:

- vervoer van bouwmaterialen (glas, cement, beton e.d.)
- vuilophaaltransporten
- markt-, circus- en kermisvervoer
- PTT besteldienst
- reparatiediensten
- koeriersdiensten
- koel- en vriesvervoer

Bijzondere aandacht verdient het kwetsbaarheidscriterium. Ten behoeve van dit criterium dient een goederenindeling te worden opgezet en vervolgens worden bepaald welke goederen aan dit criterium wel of niet voldoen.

Als alle criteria zijn bepaald kan vervolgens worden nagegaan in hoeverre nu de omvang van het goederenverkeer in een stad is te bepalen en in hoeverre het aandeel hierin van de SDC-geschikte zendingen is.

4.2.5 Bepaling SDC-geschiktheid

Door middel van enquêtering kan een databestand worden opgebouwd met daarin alle verkregen gegevens omtrent het goederenverkeer naar de stad (zie paragraaf 4.3). Met behulp van de geformuleerde criteria kunnen vervolgens de SDC-geschikte ritten worden onderscheiden. Elke rit (een record in het databestand) krijgt een label SDC-geschikt of niet SDC-geschikt op basis van het wel of niet voldoen aan de criteria (zie tabel 4.2).

4.3 Gegevensverzameling: veldwerk

De benodigde ritgegevens zullen door veldonderzoek moeten worden verkregen. Het is duidelijk dat naarmate meer gegevens kunnen worden verzameld, de analyse nauwkeuriger kan plaatsvinden.

Veldonderzoek kan plaatsvinden bij de winkeliers, de vervoerders, de chauffeurs en de leveranciers. Het gaat voornamelijk om gegevens omtrent het vervoer. Dit betekent dat een enquête onder vervoerders naar de betreffende stad gehouden moet worden. In principe zullen daarbij alle voertuigen staande gehouden moeten worden. Voertuigen, die duidelijk geen functie hebben ten aanzien van het goederenvervoer, zijn niet interessant en hoeven dus niet verder beschouwd te worden. Voertuigen die wel worden gebruikt voor goederentransport maar die al op voorhand af zullen vallen als zijnde niet-SDC geschikt (zie lijst: transport van bouwmaterialen, enz.) dienen wel te worden geregistreerd maar niet geënquêteerd. De overige voertuigen dienen te worden geënquêteerd.

Bij het afnemen dienen de volgende zaken te worden geregistreerd: soort voertuig (personenauto, bestelauto, vrachtauto, geleed voertuig), aantallen bestemmingen in de stad en criteriumkenmerken. Deze gegevens dienen per geënquêteerde te worden geregistreerd.

Deze gegevens worden in een databestand opgenomen. Men kan dan vervolgens, zoals in paragraaf 4.2.5 werd beschreven op basis van de criteria bepalen welk deel wel SDC-

geschikt is en welk deel niet. Indien men in een latere fase nog de criteria wil aanpassen zal men in de enquête meer gegevens moeten opnemen ten aanzien van de geformuleerde criteria (houdbaarheid, waarde, en dergelijke).

4.4 Resultaat van het vervoerdersdeelonderzoek

Het vervoerders-deelonderzoek bestaat uit de bepaling van de omvang van het goederenvervoer in combinatie met de bepaling welke ritten mogelijk vervangen zullen worden door verplaatsingen van en naar een stadsdistributiecentrum (SDC-geschikt). Dit moet leiden tot een uitsplitsing van het aantal ritten in SDC-geschikte ritten en niet SDC-geschikte ritten, naar voertuigtype en naar aantal adressen per rit in een stad. In tabel 4.3 is een voorbeeld gegeven van een mogelijk resultaat.

Tabel 4.3 Voorbeeld van een mogelijk resultaat

	adressen per rit (k)					
aantal rit naar vrtg (v)	1	2-4	5-10	10-15	15 of meer	totaal
SDC-geschikt
personen-/bestelauto	Asdc _{1,1}	.	.	.	.	.
vrachtauto < ton
vrachtauto > ton
geleed voertuig	Asdc _{k,v}
niet SDC-geschikt
personen-/bestelauto	Aov _{1,1}	.	.	.	.	.
vrachtauto < ton
vrachtauto > ton
geleed voertuig	Aov _{k,v}
totaal	A0

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de methodiek beschreven van enerzijds de operationalisering van de doelstellingen bereikbaarheid en leefbaarheid, en anderzijds de modellering van de huidige situatie en de toekomstige stadsdistributiecentrum (SDC)-situatie. Tevens wordt ingegaan op het tweede deelonderzoek, namelijk het stedelijk deelonderzoek. Het stedelijk deelonderzoek is bedoeld om gegevens omtrent verplaatsingskenmerken (afstanden en rijtijden) te verkrijgen. Dit deel van de invoergegevens is nog onbesproken gebleven. Het vervoerders-deelonderzoek is in hoofdstuk vier uiteengezet.

Aan de hand van een rekenvoorbeeld wordt de wijze van toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept nader uiteengezet. Deze toetsing is modelmatig van aard. Dit betekent dat het wenselijk is na te gaan in hoeverre de resultaten gevoelig zijn voor veranderingen ten aanzien van de invoervariabelen. Aan dit aspect wordt daarom aandacht besteed. Dit hoofdstuk sluit af met het bekijken van mogelijke uitbreidingen voor deze toetsing.

De methode om de huidige situatie te vergelijken met de toekomstige SDC-situatie op basis van verbetering van bereikbaarheid en leefbaarheid bestaat feitelijk uit het berekenen van waarden voor de indicatoren voor bereikbaarheid en leefbaarheid in beide situaties. In de Coopers & Lybrandstudie (1991a) wordt op basis van enquêtegegevens berekend wat de reductie aan kilometers zal zijn bij implementatie van een stadsdistributiecentrum. Kilometerreductie vormt de maat voor de bijdrage tot verbetering van het leefmilieu en verbetering van de bereikbaarheid. Dit laatste is echter minder vanzelfsprekend. Het is meer voor de hand liggend om de bereikbaarheid uit te drukken in reductie van verplaatsingstijden en/of doorlooptijden van zendingen. Vandaar dat in de case-studie verplaatsingstijden en doorlooptijden als indicatoren voor bereikbaarheid worden gebruikt. Ten behoeve van de case-studie worden berekeningen gemaakt, waarbij op basis van enkele eenvoudige invoergegevens een beeld kan worden verkregen van mogelijke voordelen van een stadsdistributiecentrum in een stad. Hierbij wordt uitgegaan van een bepaald type vrachtrit dat representatief is voor de verplaatsingen van zendingen naar, in en vanuit de binnenstad. Twee situaties worden vergeleken, namelijk de huidige situatie en een situatie waarbij een deel van de zendingen via een stadsdistributiecentrum worden vervoerd. Als criterium voor de kwantificering van maatregelen ter verbetering van het leefmilieu in de (binnen-)stad vormt de reductie van verreden kilometers een geldig uitgangspunt. De reductie van het aantal manuren (rij-uren) en de reductie of toename van de tijd dat goederen onderweg zijn vormen criteria voor de bereikbaarheid.

De invoer bestaat uit gegevens omtrent het aantal vrachtritten, gegevens omtrent binnenstedelijke verplaatsingen (afstanden en tijden), en gegevens omtrent of een zending wel of niet SDC-geschikt is.

5.2 Operationalisering van de begrippen bereikbaarheid en leefbaarheid

Ten behoeve van de toetsing van oplossingsmaatregelen staan velerlei criteria en vergelijkings- ofwel evaluatiemethoden ter beschikking. Het betreft voornamelijk de vergelijking van alternatieven op basis van kosten en baten. Tot de baten worden de bijdrage tot het behalen van de gestelde doelen gerekend. Tot de kosten worden de daadwerkelijke kosten, maar ook externe kosten, zoals milieukosten gerekend.

Een uitgebreide kostenbatenvergelijking bestaat in dit geval uit een maatschappelijke kosten-batenvergelijking, een SDC-bedrijfseconomische kosten-batenvergelijking (in feite een haalbaarheidsstudie) en een transport-economische kosten-batenvergelijking (een kosten-batenvergelijking voor de betrokken partijen in de vervoerketen).

Ten behoeve van de toetsing van het stadsdistributiecentrum-concept op effectiviteit, wordt de toetsing beperkt tot de criteria, zoals die zijn geformuleerd op basis van de verkeers- en vervoersdoelstellingen (de baten). Uit de probleemverkenning (hoofdstuk 3) bleek dat de problematiek omtrent het stedelijk goederenverkeer uit een drietal elementen bestaat, namelijk de bereikbaarheid van de stedelijke bestemmingen voor het vrachtverkeer, de verstoring van de leefbaarheid in termen van geluidhinder en emissies en de fysieke hinder van het vrachtverkeer voor voetgangers en andere weggebruikers. Het terugdringen van de fysieke hinder van het vrachtverkeer bij het laden en lossen is geen afzonderlijke beleidsdoelstelling. Gezien het feit dat dit wel als belangrijk probleem wordt ervaren, wordt deze nader uitgewerkt.

Bereik of bereikbaarheid wordt doorgaans geformuleerd op basis van reistijd of gegeneraliseerde kosten (tijd en kosten). In dit kader wordt verbetering van de bereikbaarheid, bepaald op basis van de bespaarde reistijd. Indien gewenst kan de bespaarde reistijd worden vertaald in de bespaarde kosten (door middel van reistijdwaardering). De bespaarde reistijd kan worden uitgedrukt in de bespaarde reistijd per zending, per vrachtrit, of in totaal bespaarde reistijd per etmaal. Reistijd is een belangrijk aspect van bereikbaarheid voor de vrachtvervoerder. De eenheid is manuur.

Een tweede aspect van het begrip bereikbaarheid in relatie tot goederenvervoer betreft de verlenging of verkorting van de doorlooptijd van goederen/zendingen. Ook deze kan worden gesommeerd per rit of totaal per etmaal. De eenheid is uur.

Leefbaarheid kent vele facetten. Verstoring en emissies kunnen de leefbaarheid aantasten. Onder verstoring verstaat men (Bouman, 1990) fysieke hinder, stank, geluidhinder en verkeersonveiligheid. Emissies omvatten de uitstoot van koolmonoxyde, kooldioxyde, koolwaterstofverbindingen, stikstofoxyden, zwaveldioxyden en aerosolen. Fysieke hinder wordt in dit kader als een apart probleem gezien. De overige aspecten hangen samen met de mate waarin vrachtverkeer zich in de stad begeeft.

De reductie van het aantal voertuigkilometers per rit en in totaal in de stad kan daarom als maat dienen voor de verbetering van de leefbaarheid.

Fysieke hinder dient normaliter te worden bepaald op basis van besparing van het aantal en typen voertuigen in een stad. Het aantal en duur van belevingen zijn essentiële elementen in de kwantitatieve bepaling van de fysieke hinder van het goederenverkeer in een stad aan andere weggebruikers (veelal passanten). In relatie tot de duur van een beleving gaat het om de verplaatsingstijd en de laad- en lostijd in de stad. Aan de hand van gegevens omtrent aantal passanten en de tijdsduur van het laden en lossen, kan de mate van fysieke hinder door het vrachtverkeer kwantitatief worden bepaald (zie Bouman, 1990).

Voor een eerste evaluatie wordt als indicator voor de hinder gehanteerd het aantal malen dat wordt geladen en gelost (= aantal stops ofwel aantal adressen) in de binnenstad. In een latere fase kan op basis van deze gegevens alsnog met behulp van de methode, die in Bouman (1990) is beschreven, een verdere uitwerking plaatsvinden.

Tabel 5.1 Samenvatting van doelen en criteria

DOEL:	CRITERIUM:
- BEREIKBAARHEID	vervoerder: reductie manuren zending: reductie doorlooptijd
- FYSIEKE HINDER	reductie aantal laad- en losactiviteiten in stad
- LEEFBAARHEID	reductie geluidhinder, milieu uitstoot: reductie km's

5.3 Modelbeschrijving

Vervolgens wordt nu het rekenmodel voor de toetsing van de effectiviteit van een stadsdistributiecentrum nader beschreven. In de toetsing van het stadsdistributiecentrum-concept op basis van effectiviteit worden steeds twee situaties vergeleken, namelijk de huidige situatie en een situatie, waarbij een deel van de zendingen via een stadsdistributiecentrum worden vervoerd. In deze situaties wordt uitgegaan van een voor de situatie representatieve rit¹. Deze representatieve ritten worden vervolgens beschreven. Alsmede worden de formules om de bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder te berekenen gepresenteerd.

5.3.1 Huidige situatie

In de nulsituatie (huidige situatie) bestaat een rit uit een verplaatsing naar de stad (met verplaatsingstijd t_1), een verplaatsing van de rand van de stad naar de rand van de binnenstad (t_2), een of meer verplaatsingen in de binnenstad naar afleveradres(-sen) (t_3), een verplaatsing naar de rand van de stad (t_2) en verder (t_1). Tijdens een rit wordt er geladen en gelost. Een tweede aspect betreft dus de laad- en lostijden. Een verplaatsing in de huidige situatie bestaat uit het laden bij het startpunt², veelal een regionaal distributiecentrum of depôt ($t_{\text{laad.zend.depot.o}}$) en het lossen bij de afnemer ($t_{\text{los.zend.adres.o}}$).

¹ Een rit betreft dus een verplaatsing van een voertuig naar, in en uit de stad. Het overige deel van de rit, zoals de beleving in andere steden wordt dus niet beschouwd.

² Deze tijdsduur wordt in het rekenmodel niet meegenomen.

In een dergelijke verplaatsing kunnen bij de afnemer ook goederen worden geladen ($t_{\text{laad.zend.adres.o}}$). Dit maakt in dit kader geen wezenlijk verschil. De duur van een rit (T_0) is dus als volgt opgebouwd:

$$(1) \quad T_0 = t_1 + t_2 + a_{\text{adres.o}} \times (t_3 + t_{\text{los.zend.adres.o}}) + t_2 + t_1$$

waarbij:

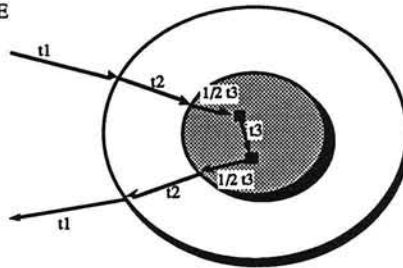
$a_{\text{adres.o}}$ = aantal afleveradressen per rit

Het totaal aantal ritten ($A_{\text{rit.o}}$) in de huidige situatie wordt bekend verondersteld. Voor het totaal aantal ritten kan dus vervolgens het totaal aan manuur worden berekend voor de beleving van de zendingen in een stad.

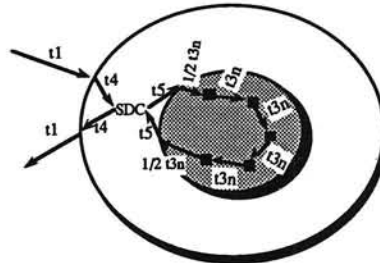
$$(2) \quad T_{\text{tot.o}} = A_{\text{rit.o}} \times T_0$$

Afb 5.1 Weergave van de verplaatsingstypen in de te vergelijken situaties

NULSITUATIE



SDC-SITUATIE

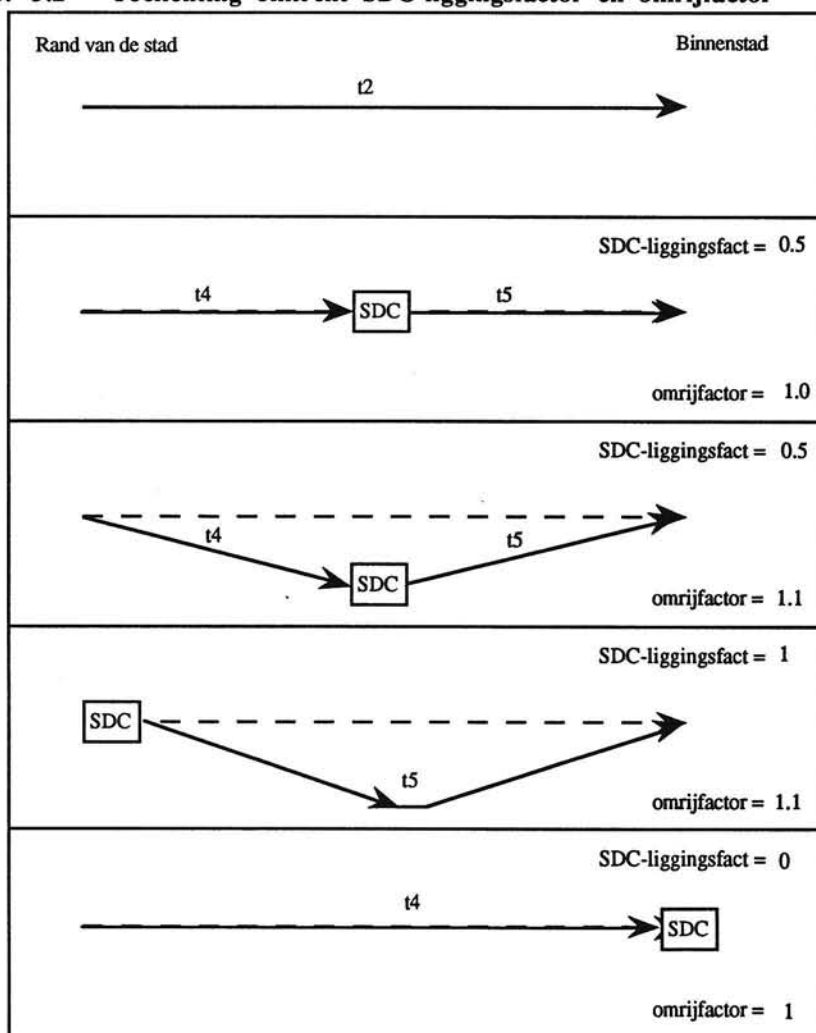


5.3.2 De stadsdistributiecentrum-situatie

In de SDC-situatie is er sprake van een drietal type ritten, namelijk een rit naar het stadsdistributiecentrum, bestaande uit een verplaatsing naar de rand van de stad (t_1) en een verplaatsing naar het stadsdistributiecentrum (t_4) en terug (t_4 en t_1), een rit vanuit het stadsdistributiecentrum naar de binnenstad, bestaande uit een verplaatsing van het stadsdistributiecentrum naar de rand van de binnenstad (t_5), diverse verplaatsingen in de binnenstad

(t_{3n}) en terug (t_5), en een traditionele rit die niet via een stadsdistributiecentrum loopt (T_{ov}).

Afb. 5.2 Toelichting omtrent SDC-liggingsfactor en omrijfactor



Opm. $t_4 = (1 - L_{igging.SDC}) \times O_{mrij.SDC} \times t_2$
 $t_5 = L_{igging.SDC} \times O_{mrij.SDC} \times t_2$

Aangenomen kan worden dat de verplaatsingen t_4 en t_5 kunnen worden berekend uit t_2 door deze te vermenigvuldigen met een omrijfactor ($O_{mrij.SDC}$) en een liggingsfactor ($L_{igging.SDC}$ voor t_5 en $1 - L_{igging.SDC}$ voor t_4). De betekenis van de omrijfactor en de liggingsfactor voor t_4 en t_5 worden in afbeelding 5.2 nader geïllustreerd.

In de SDC-situatie wordt gelost aan het SDC ($t_{los.zend.SDC}$), opgeslagen ($t_{opslag.SDC}$) en geladen ($t_{laad.zend.SDC}$). Het lossen bij de afnemer ($t_{los.zend.adres.SDC}$) of het laden

($t_{\text{aad.zend.adres.SDC}}$) zal, althans naar wordt aangenomen, in de SDC-situatie sneller gebeuren. Vandaar dat dit apart wordt beschouwd.

Ritten naar het stadsdistributiecentrum

Voor de verplaatsing naar het stadsdistributiecentrum (T_r) geldt nu de volgende formule:

$$(3) \quad T_r = t_1 + t_4 + a_{\text{zend.r}} \times t_{\text{los.zend.SDC}} + t_4 + t_1$$

waarbij :

$$a_{\text{zend.r}} = a_{\text{zend.adres.0}} \times a_{\text{adres.0}}$$

Aannemelijk is dat het aantal ritten met potentiële SDC-zendingen in de SDC-situatie vervangen zullen worden door een gelijk aantal ritten naar het stadsdistributiecentrum, dus:

$$(4) \quad A_{\text{rit.r}} = A_{\text{rit.SDC.0}}$$

Het totaal aantal manuur voor het vervoer naar het stadsdistributiecentrum bedraagt nu:

$$(5) \quad T_{\text{tot.r}} = A_{\text{rit.r}} \times T_r$$

Ritten vanuit het stadsdistributiecentrum naar de binnenstad

Voor de verplaatsing vanuit het stadsdistributiecentrum naar de binnenstad (T_{SDC}) geldt nu de volgende formules:

$$(6) \quad T_{\text{SDC}} = 2xt_5 + a_{\text{adres.SDC}} \times (t_3n + a_{\text{zend.adres.SDC}} \times (t_{\text{aad.zend.SDC}} + t_{\text{los.zend.adres.SDC}}))$$

Voor het vervoer vanuit het stadsdistributiecentrum naar de binnenstedelijke bestemmingen moet, op basis van het aantal in het stadsdistributiecentrum aanwezige zendingen, het aantal ritten berekend worden. Het aantal in het stadsdistributiecentrum aanwezige zendingen is gelijk aan het zendingen dat bij het stadsdistributiecentrum wordt aangeleverd. Aangenomen wordt dat bekend is welke ritten ($A_{\text{rit.r}}$) sdc-geschikte zendingen ($a_{\text{zend.r}}$) zullen bevatten.

$$(7) \quad A_{\text{SDC}} = A_{\text{rit.r}} \times a_{\text{zend.r}}$$

waarbij:

$$a_{\text{zend.r}} = a_{\text{zend.adres.0}} \times a_{\text{adres.0}}$$

Het aantal ritten kan worden bepaald door het aantal zendingen (A_{SDC}) te delen door het aantal zendingen per rit ($a_{\text{zend.adres.SDC}} \times a_{\text{adres.SDC}}$).

$$(8) \quad A_{\text{rit.SDC}} = A_{\text{SDC}} / (a_{\text{zend.adres.SDC}} \times a_{\text{adres.SDC}})$$

Het totaal aantal manuur bedraagt nu:

$$(9) \quad T_{\text{tot.SDC}} = A_{\text{rit.SDC}} \times T_{\text{SDC}}$$

Overig vervoer

De berekening is gelijk aan die in de huidige situatie.

$$(10) T_{ov} = t1 + t2 + a_{adres.ov} \times (t3 + t_{los.zend.adres.ov}) + t2 + t1$$

waarbij:

$$a_{adres.ov} = a_{adres.0}$$

$$t_{los.zend.adres.ov} = t_{los.zend.adres.0}$$

$$(11) T_{tot_{ov}} = A_{rit.ov} \times T_{ov}$$

Voor de SDC-situatie kan nu het totaal aan manuur voor de beleving van zendingen worden opgeteld.

$$(12) T_{tot_{SDC}} = T_{tot_r} + T_{tot_{SDC}} + T_{tot_{ov}}$$

5.3.3 Vergelijking op basis van bereikbaarheid

Beide situaties kunnen nu aan de hand van het totaal aan manuur als maat voor de bereikbaarheid worden vergeleken.

$$(13) \Delta T_{tot} = T_{tot_0} - T_{tot_{SDC}}$$

Men kan ook als maat voor bereikbaarheid het verschil in ritduur voor de individuele rit nemen. Dan geldt voor de niet SDC-ritten:

$$(14) \Delta T_{ov} = T_0 - T_{tot_{ov}}$$

Voor de ritten die de SDC-geschiedte zendingen aan een stadsdistributiecentrum leveren wordt het verschil in ritduur:

$$(15) \Delta T_r = T_0 - T_r$$

Als maat voor de bereikbaarheid geldt eveneens het verschil in doorlooptijd van zendingen. Tijdens een rit worden verschillende adressen aangedaan. Een zending die later in de rit wordt beleverd zal een langere doorlooptijd kennen. In dit kader wordt uitgegaan van een gemiddelde. In de huidige situatie is de relatieve doorlooptijd, dat wil zeggen de tijd vanaf het passeren van de rand van de stad tot een adres, ongeveer gelijk aan de halve rittijd ($0.5 T_0$). Voor de SDC-situatie ligt het ingewikkelder wat betreft de beleving aan een stadsdistributiecentrum. De relatieve doorlooptijd is dan ongeveer de helft van de rittijd voor de beleving aan het stadsdistributiecentrum ($0.5 T_r$), de gemiddelde verblijftijd in het stadsdistributiecentrum ($t_{opslag.SDC}$) en de helft van de rittijd voor de beleving vanuit het stadsdistributiecentrum ($0.5 T_{SDC}$). Voor de niet SDC-ritten is de relatieve doorlooptijd ongeveer de helft van de rittijd ($0.5 T_{ov}$). Het verschil in doorlooptijd wordt dan voor de SDC-zendingen:

$$(16) \Delta T_{doorlooptijd.SDC} = 0.5T_0 - (0.5T_r + t_{opslag.SDC} + 0.5 T_{SDC})$$

$$(17) \Delta T_{\text{doorlooptijd.ov}} = 0.5T_0 - 0.5 T_{\text{ov}}$$

5.3.4 Vergelijking op basis van leefbaarheid

Als maat voor de verbetering van de leefbaarheid wordt de reductie van het aantal voertuigkilometers gehanteerd. De formules zijn voor deze berekening grotendeels gelijk aan de formules bij de berekening van de verschillende tijdsduren, met dien verstande dat tijd vervangen dient te worden door afstand. Dit betekent natuurlijk wel dat laad- en lostijden niet als laad- en loslengten in de formules voor kunnen komen. Deze komen te vervallen.

Voor de huidige situatie geldt dan:

$$(18) L_0 = l_1 + l_2 + a_{\text{adres.0}} \times l_3 + l_2 + l_1$$

$$(19) L_{\text{tot0}} = A_{\text{rit.0}} \times L_0$$

Voor de SDC-situatie geldt dan:

$$(20) L_{\text{ov}} = l_1 + l_2 + a_{\text{adres.0}} \times l_3 + l_2 + l_1$$

$$(21) L_r = l_1 + l_4 + l_4 + l_1$$

$$(22) L_{\text{SDC}} = l_5 + a_{\text{adres.SDC}} \times l_{3n} + l_5$$

$$(23) L_{\text{tot}\Sigma\text{SDC}} = A_{\text{rit.ov}} \times L_{\text{ov}} + A_{\text{rit.r}} \times L_r + A_{\text{rit.SDC}} \times L_{\text{SDC}}$$

Het verschil in leefbaarheid is dan het verschil in voertuigkilometers in beide situaties:

$$(24) \Delta L = L_{\text{tot0}} - L_{\text{tot}\Sigma\text{SDC}}$$

Men kan deze formule op vrij eenvoudige wijze nog uitsplitsen naar voertuigkilometers in de binnenstad en buiten de stad, doordat bekend is uit welke verplaatsingstypen een rit is opgebouwd.

5.3.5 Vergelijking op basis van fysieke hinder

Fysieke hinder is afhankelijk van het aantal keer dat een adres wordt beleverd. Voor de huidige situatie geldt dan:

$$(25) A_{\text{adres0}} = A_{\text{rit.0}} \times a_{\text{adres.0}}$$

Voor de SDC-situatie:

$$(26) A_{\text{adres}\Sigma\text{SDC}} = A_{\text{rit.ov}} \times a_{\text{adres.ov}} + A_{\text{rit.SDC}} \times a_{\text{adres.SDC}}$$

Het verschil tussen de huidige situatie en de SDC-situatie is dan:

$$(27) \Delta \text{Adres} = \text{Adres}_0 - \text{Adres}_{\Sigma \text{SDC}}$$

5.3.6 Recapitulerend

In deze paragraaf is de theoretische opzet gepresenteerd voor het vergelijken van de huidige situatie met de toekomstige situatie met betrekking tot de beleving van goederen in steden op basis van bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder. Het betreft slechts de grote lijn in de methodiek. In de volgende paragrafen zal dieper op de vergelijking worden ingegaan.

5.4 Invoergegevens betreffende verplaatsingsafstanden en -tijden

De invoer dient te bestaan uit gegevens omtrent binnenstedelijke verplaatsingen (afstanden en tijden), en gegevens omtrent het aantal zendingen per rit in een stad, of een zending wel of niet SDC-geschikt is en het soort voertuig. De gegevens omtrent binnenstedelijke verplaatsingen worden nader uitgewerkt in paragraaf 5.4.1 De gegevens omtrent het aantal zendingen per rit, wel- of niet-SDC geschikte goederen en het soort voertuig verkrijgt men uit veldonderzoek (zie paragraaf 4.3).

5.4.1 Verplaatsingskenmerken: bepaling van verplaatsingstijden en -afstanden

Het bepalen van de verplaatsingskenmerken voor een stad bestaat uit het berekenen van de verplaatsingsafstanden en -tijden. Voor de verschillende verplaatsingen kunnen lengte en tijd worden ingevoerd.

Tabel 5.2 Snelheden bij verschillende rittypen

Rittype	Omschrijving	snelheid tijdens testcyclus
rittype 1	stagnerend stadsverkeer	13.5 km/uur
rittype 2	EG-standaardstadsrit (ECE-europa cyclus)	19 km/uur
rittype 3	doorstromend verkeer binnen bebouwde kom	26 km/uur
rittype 4	doorgaand verkeer buiten de bebouwde kom	42.5 km/uur
rittype 5	verkeer op uitvalswegen	60 km/uur
rittype 6	verkeer op autosnelwegen	100 *) km/uur

*) 85 km/uur voor bedrijfsvoertuigen
Bron: Umweltbundesamt (Bouman, 1990).

De verplaatsingstijd kan worden bepaald op basis van verplaatsingslengten en verplaatsingssnelheden. Omtrent verplaatsingssnelheden is met name in Duitsland onderzoek verricht. Hiervoor zijn rittypen ontwikkeld. Als rittypenverdeling kan de indeling van het Umweltbundesamt van de Bondsrepubliek Duitsland worden gehanteerd. Deze rittypen-indeling wordt ook door het CBS (CBS, 1986) gebruikt en heeft het voordeel dat voor verschillende voertuigtypen en rittypen emissiefactoren zijn ontwikkeld.

Verplaatsingen kunnen worden opgebouwd uit verschillende rittypen. Een verplaatsing buiten de stad zal voornamelijk bestaan uit combinaties van rittypen 4, 5 of 6. Verplaatsingen binnen de stad zullen voornamelijk bestaan uit rittypen 1, 2 of 3. Indien de verplaatsingslengte bekend is kan met behulp van de gemiddelde snelheid per rittype de verplaatsingstijd worden bepaald.

De verplaatsingslengte wordt bepaald door de ruimtelijke structuur van een stad, de lokatie van de bestemmingen en het aantal bestemmingen in een stad. In het rekenmodel worden zes verplaatsingstypen onderscheiden (t_1 t/m t_5 en t_{3n}). Voor elk verplaatsingstype dient een waarde voor de afstand te worden ingevoerd. Men kan een gemiddelde nemen, die zal gelden voor alle verplaatsingen in de berekening, of men kan verschillende waarden nemen, bijvoorbeeld afhankelijk van het aantal adressen per rit. In het laatste geval kan men bijvoorbeeld 4 of 5 ritcategorieën onderscheiden met oplopend aantal adressen per rit (eerste categorie: ritten met 1 adres per rit, tweede categorie: ritten met 2 adressen per rit, enz.). De verplaatsingstypen t_1 , t_2 , t_4 en t_5 zijn niet afhankelijk van het aantal adressen per rit. De verplaatsingstypen t_1 en t_2 , dat wil zeggen de verplaatsingen naar de binnenstad worden voornamelijk bepaald door de ruimtelijke structuur en de ligging van een stad. De verplaatsingstypen t_4 en t_5 , dat wil zeggen de verplaatsingen van en naar het stadsdistributiecentrum worden bepaald door de ligging van het stadsdistributiecentrum in de ruimtelijke structuur van een stad.

Het is aannemelijk dat het aantal adressen in een rit de verplaatsingen binnen stad (t_3 en t_{3n}) wel beïnvloedt. Naarmate er meer adressen worden bezocht, is de kans groter dat de gemiddelde afstand tussen de adressen kleiner is. Men kan nu voor de verplaatsingstypen t_1 tot en met t_5 en t_{3n} een gemiddelde waarde aanhouden of men kan voor t_3 en t_{3n} uitgaan van meerdere waarden, afhankelijk van het aantal adressen per rit.

Voor het bepalen van de verplaatsingsafstanden staan verschillende berekeningsmogelijkheden open, namelijk handmatig schatten, uitgaan van algoritmen voor routeplanningsproblemen of met behulp van een wegenbestand op een computer. Handmatig wil zeggen, dat men met behulp van kaart, de ligging van potentiële bestemmingen in het gebied en een afstandenmeter de verplaatsingsafstanden schat. De tweede mogelijkheid bestaat uit het schatten van de verplaatsingsafstanden met behulp van formules uit de literatuur omtrent routeplanningsproblemen. In bijlage B is dit nader uitgewerkt. De laatste mogelijkheid is analyse met behulp van een wegenbestand op een computer. Een wegenbestand bevat een digitale beschrijving van het wegennet in knooppunten en lijnstukken. Wegenbestanden worden gebruikt in ritplanningsprogramma's bij ritplanning. Geografisch informatiesystemen (GIS) hebben eveneens mogelijkheden tot het opbouwen van een wegenbestand. Met een GIS kunnen analyses worden verricht aan de hand van een digitale beschrijving van een (wegen-)netwerk en geografische data. Verplaatsingen tussen punten kunnen worden berekend. Het voordeel van het gebruik van GIS is dat deze ook in te zetten is bij de effectberekening ten aanzien van bereikbaarheid en leefbaarheid. De keuze voor een bepaalde methode wordt bepaald door de middelen die men ter beschikking heeft.

Uiteindelijk zal het voorgaande moeten leiden tot invulling van tabel 5.3, waarin de verplaatsingstypen worden uitgedrukt in kilometers verplaatsing naar rittype. Voor de

rittypen 1 tot en met 6 zijn de snelheden (CBS, 1986) bekend, zodat de verplaatsings-tijden kunnen worden berekend.

Zoals eerder is aangegeven kan men voor de binnenstedelijke verplaatsingen (verplaatsingentypen t_3 en t_{3n}) verschillende verplaatsingsafstanden hanteren, afhankelijk van het aantal adressen per rit.

Tabel 5.3 Benodigde verplaatsingsafstanden ten behoeve van de invoer

verplaatsingstypen	rittype 1	rittype 2	rittype 3	rittype 4	rittype 5	rittype 6
verpl.type 1	l_{11}	l_{12}	.	.	.	l_{16}
verpl.type 2	l_{21}					.
verpl.type 3	.					.
verpl.type 4	.					.
verpl.type 5	.					.
verpl.type 3n	l_{3n1}					l_{3n6}

Opm.: l_{nm} betreft de verplaatsingsafstand voor verplaatsingstype n, uitgedrukt in km's rittype m.

Met behulp van de gemiddelde snelheden voor de rittypen is nu de verplaatsingstijd t_{nm} te berekenen. Door sommatie is nu de verplaatsingstijd voor t_n te berekenen.

$$(28) \quad t_n = \sum l_{nm} / v_m$$

5.4.2. Laad- en lostijden

Een volgend invoergegeven betreft laad- en lostijd. Diverse onderzoeken gaan in op de gemiddelde laad- en lostijd bij bedrijven. De laad- en lostijd hangt af van de omstandigheden op de laad/loslocatie en de omvang van de zending. Het laden en lossen bij een distributiecentrum zal sneller gaan dan het laden en lossen in een voetgangerszone. Voorts zal naarmate de zending groter is het laden en lossen langer duren.

Een algemene stelregel is dat ritten met een groot aantal adressen per rit over het algemeen gemiddeld kortere laad- en lostijden kent. Dit is het gevolg van het feit dat naarmate laad- en lostijden in een rit korter zijn er meerdere adressen afgegaan kunnen worden. Dit is echter geen wet van Meden en Perzen.

Tabel 5.4 Gemiddelde tijdsduur bevoorrading

Plaats	Gemiddelde tijdsduur bevoorrading	
Ermelo	7.2	minuten
Winschoten	9.1	..
5 Nederlandse gemeenten	11	..
Amsterdam	15 à 17	..
Venlo	10	..
Hamburg	12 à 13	..
Engelse onderzoeken	11	..

Bron: AGV, 1990

In tabel 5.4 zijn verschillende bevoorradingstijden weergegeven. Omtrent de relatie tussen aantal adressen per rit en laad/lostijd is, zover nagegaan kon worden, geen literatuur aanwezig. Diverse literatuurbronnen geven uitsluitend omtrent de gemiddelde tijdsduur van bevoorrading. Een gemiddelde tijdsduur van circa elf minuten wordt in verschillende onderzoeken gevonden. Factoren als branche, winkeltype en voertuigtype zijn in grote mate bepalend voor de tijdsduur. Verschillen tussen steden kunnen daardoor vrij groot zijn (AGV, 1990). Uit onderzoek blijkt dat wanneer de ondernemer zelf het vervoer verzorgt de gemiddelde tijdsduur voor de bevoorrading als gevolg van aanvullende activiteiten met ongeveer drie minuten toeneemt.

5.4.3 Ritduur en aantal adressen van een SDC-rit

Een belangrijk aspect bij een stadsdistributiecentrum is het aantal zendingen dat per SDC-rit vervoerd kan worden. Het aantal zendingen per SDC-rit hangt af van het aantal zendingen dat in een stadsdistributiecentrum gereed staat, het laadvermogen van het SDC-voertuig en de maximale ritduur. Het is nog een onbekend gegeven wat gemiddeld het aantal zendingen per SDC-rit zal zijn. In veel gevallen vormt de ritduur het criterium voor het aantal zendingen per rit.

In deze berekening gaan we ervan uit dat de maximale ritduur vaststaat. Op basis van deze maximale ritduur wordt bepaald hoeveel adressen in een rit aangedaan kunnen worden. Hierbij kan aangenomen worden dat elk adres slechts één keer wordt aangedaan. Zendingen, bestemd voor één adres kunnen dus worden gebundeld. Dit betekent dat het aantal zendingen dus groter dan het aantal adressen per rit kan zijn.

Het aantal zendingen per adres ($a_{\text{zend.adres.SDC}}$) in de SDC-situatie is een gegeven dat nog nader onderzoek vergt. Men kan ervan uitgaan dat deze in de SDC-situatie niet verandert. De verwachting is dat als gevolg van de bundeling van zendingen deze mogelijk wel zal kunnen veranderen. Een direct-klaar antwoord is niet te geven³. In het stedelijk deel of vervoerdersdeelonderzoek zal hier naar nader navraag moeten worden gedaan.

Formule (6) kan dus worden omgezet in:

$$(29) \quad a_{\text{SDC, max}} = (T_{\text{SDC, max}} - 2 \times t_5) / (t_{3n} + a_{\text{zend.adres.SDC}} \times (t_{\text{laad.zend.SDC}} + t_{\text{los.zend.adres.SDC}}))$$

Men kan voorts aannemen dat slechts een deel van de ritten 'vol' zijn en dat het gemiddelde een bepaald percentage zendingen per rit is.

$$(30) \quad a_{\text{adres.SDC}} = \text{perc} \times a_{\text{SDC, max}}$$

waarbij perc = gemiddeld percentage ten opzichte van het maximum aantal zendingen per rit (vergelijkbaar met beladingsgraad)

³ Heeft men in het vervoerdersdeelonderzoek tijdstip en locatie van bestemming van de zendingen geregistreerd dan vormt dit geen probleem. Op 'eenvoudige' wijze is dan te achterhalen welke zendingen in een SDC-situatie kunnen worden samengevoegd.

5.4.4 De ligging van een stadsdistributiecentrum: liggingsfactor en omrijfactor

De ligging van een stadsdistributiecentrum wordt bij deze berekening, afgeleid van de verplaatsing van de rand van de stad naar de binnenstad (t_2), de ligging ten opzichte van de binnenstad op t_2 en een omrijfactor. De liggingsfactor en de omrijfactor bepalen dus de lokatie van een stadsdistributiecentrum. De liggingsfactor ligt tussen waarden 0 en 1. De waarde 0 betekent dat het stadsdistributiecentrum aan de rand van de binnenstad ligt. De waarde 1 betekent dat het stadsdistributiecentrum aan de rand van de stad ligt.

De omrijfactor kan een waarde groter of gelijk aan 1 aannemen. De waarde voor de omrijfactor bepaalt de mate van omrijden. De waarde 1 wil zeggen dat er niet om hoeft gereden te worden. Uit deze drie gegevens (t_2 , liggingsfactor en omrijfactor) zijn de verplaatsingen t_4 en t_5 te berekenen.

$$(31) \quad t_4 = (1 - L_{\text{iggings.SDC}}) \times O_{\text{mrij.SDC}} \times t_2$$

$$(32) \quad t_5 = L_{\text{iggings.SDC}} \times O_{\text{mrij.SDC}} \times t_2$$

waarbij:

$O_{\text{mrij.SDC}}$ = omrijfactor in de SDC-situatie

$L_{\text{iggings.SDC}}$ = liggingsfactor in de SDC-situatie

De ligging van een stadsdistributiecentrum kan als invoergegeven worden gehanteerd. Het kan afhankelijk van de vraagstelling⁴ ook als uitvoer worden gezien. In dat geval zijn de liggingsfactor en de omrijfactor variabel. Verschillende combinaties van waarden voor de omliggingsfactor en de omrijfactor moeten achtereenvolgens worden ingevuld om de optimale combinatie te vinden.

5.5 Rekenvoorbeeld

In de paragrafen 5.2 en 5.3 is geschetst hoe de SDC-situatie met de huidige situatie kan worden vergeleken. In paragraaf 4.3 en paragraaf 5.4 is aandacht besteed aan het verkrijgen van de invoergegevens. Aan de hand van een voorbeeld zal nu worden aangegeven hoe de berekening eruit kan zien. Voor de duidelijkheid van het voorbeeld is de berekening enigszins vereenvoudigd. Er wordt uitgegaan van een gemiddeld aantal zendingen per rit en wordt er geen onderscheid gemaakt naar voertuigtype. De berekening blijft eender.

Op basis van de verplaatsingstijd en -afstand van een rit zijn voor de huidige situatie en de toekomstige situatie door sommatie van het totaal aantal ritten de verschillen in bereikbaarheid (manuur) en leefbaarheid (voertuigkilometers) te berekenen.

5.5.1 Invoergegevens

In tabel 5.5 zijn als voorbeeld invoergegevens weergegeven, zoals deze uit een vervoerders-deelonderzoek voort kunnen komen. Deze gegevens omtrent het aantal SDC-

⁴ Bijv. de optimale lokatie van een stadsdistributiecentrum.

geschikte en niet SDC-geschikte ritten, het gemiddeld aantal adressen per rit en het gemiddeld aantal zendingen per adres⁵ worden als invoer voor de berekening gebruikt.

Tabel 5.5 Invoer op basis van resultaten uit het vervoerders-deelonderzoek

	aantal ritten($A_{rit,s}$)	gem. aantal adres. per rit($a_{adres,0}$)	gem. aantal zendingen per adres ($a_{zend.adres,0}$)
SDC-geschikt	1500	2	1
niet SDC-geschikt	1250	2	1
totaal	2750	2	1

In tabel 5.6 staan de invoergegevens voor het bepalen van de afstanden en tijden voor de verschillende verplaatsingstypen (t_1 t/m t_5). Deze invoergegevens wordt verkregen uit het stedelijk deelonderzoek.

In dit voorbeeld wordt de verplaatsingslengte (kolom gemid. lengte van tabel 5.6) van een verplaatsingstype (t_n), opgesplitst in verschillende snelheidsklassen ($k_{l,m}$). In de eerste rij (snelheid) van tabel 5.6 staat de gemiddelde snelheid voor de betreffende snelheidsklasse. Deze snelheidsklassen komen overeen met de rittypen, zoals die door het CBS wordt onderscheiden.

Tabel 5.6 Invoervariabelen ten behoeve van verplaatsingsafstanden en -tijden

Verplaatsingstypen	variabele	gem. lengte [l, km]	snelheidsklassen					
			klasse1	k12	k13	k14	k15	k16
snelheid [km/u]			13.5	19	26	42.5	60	80
regionaal	11	2.5	0	0	0.1	0.2	0.5	0.2
sted. ink/uitg.	12	2	0.2	0.4	0.4	0	0	0
binnenstedelijk	13	1.5	0.6	0.4	0	0	0	0
naar SDC	14	1.72	0.05	0.4	0.4	0.15	0	0
vanuit SDC	15	2.28	0.2	0.4	0.4	0	0	0
SDC-binnenstad	13n	0.75	0.6	0.4	0	0	0	0

Opm. 14 en 15 worden uit 12 berekend met de volgende formules:

$$14 = (1 - L_{igging.SDC}) \times O_{mrij.SDC} \times 12$$

$$15 = L_{igging.SDC} \times O_{mrij.SDC} \times 12$$

De verplaatsingsafstand l_{nm} is nu te berekenen door de gemiddelde lengte van het betreffende verplaatsingstype (l_n) te vermenigvuldigen met de bijbehorende vermenigvuldigingsfactor. Als voorbeeld te nemen de verplaatsing 13 bestaat uit 60% uit k11 en 40% uit k12. De betreffende vermenigvuldigingsfactoren zijn respectievelijk 0.6 en 0.4. De verplaatsingstijd t_{nm} is te berekenen door de verplaatsingslengte (l_{nm}) te vermenigvuldigen met de bijbehorende snelheid. De verplaatsingstijd voor de verplaatsingstypen t_n

⁵ Het gemiddeld aantal zendingen per adres is in principe altijd 1. Enkel bij een SDC-rit kan deze groter dan 1 zijn, omdat zendingen kunnen worden gebundeld.

zijn nu door sommatie te berekenen. In tabel 5.7 staan deze verplaatsingstijden weer-gegeven. In tabel 5.7 staan tevens de aangenomen laad- en lostijden per zending.

Tabel 5.7 Verplaatsingstijden en invoer van laad-/lostijden

variabele	tijd	eenheid
t1	3	minuten
t2	6	"
t3	6	"
t4	5	"
t5	7	"
t3n	3	"
t _{los.zend.adres.0}	4.5	"
t _{los.zend.adres.ov}	4.5	"
t _{laad.zend.SDC}	2.25	"
t _{los.zend.adres.SDC}	2.25	"
t _{los.zend.SDC}	4.5	"

De verplaatsingstijd en verplaatsingsafstand per rit voor de huidige situatie is nu op basis van de gegevens uit de tabellen direct te berekenen. Door sommatie over het aantal ritten in de huidige situatie krijgt men het totale kilometrage en verreden tijd in een stad.

Tabel 5.8 Invoergegevens betreffende het stadsdistributiecentrum

variabele	waarde	eenheid
a _{zend.adres.SDC}	1	zendingen
T _{SDC, max}	3	uur
perc	80	%
L _{igging.SDC}	0.57	-
O _{mrij.SDC}	2	-
t _{opslag.SDC}	0	uur

Om het aantal adressen per rit in de SDC-situatie te schatten dient deze eerst met behulp van de formule (29) en (30) te worden berekend. Hiervoor worden de volgende invoergegevens gehanteerd (zie tabel 5.8).

Tabel 5.9 Ritgegevens met betrekking tot belevering vanuit een stadsdistributiecentrum

variabele	waarde	eenheid
a _{SDC, max}	22	adressen per rit
a _{adres.SDC}	17	adressen per rit
T _{SDC}	2.34	uur
A _{SDC}	3000	zendingen
A _{rit.SDC}	176	ritten

Aan de hand van de invoergegevens in tabel 5.8 krijgt men gegevens omtrent de beleving vanuit het stadsdistributiecentrum (tabel 5.9).

5.5.2 Resultaat

Op basis van de invoergegevens in paragraaf 5.5.1 kunnen nu de effecten op de bereikbaarheid en de leefbaarheid worden berekend. Hierbij wordt gebruikgemaakt van de formules zoals die in paragraaf 5.4 zijn beschreven.

In tabel 5.10 worden de rittijden en het totaal aan manuur ter beleving van de zendingen in de huidige situatie en de SDC-situatie berekend.

De uitvoervariabele ΔT_{tot} geeft het verschil in het totaal aan manuur tussen beide situaties weer. Een negatieve waarde wil zeggen dat de SDC-situatie meer manuur vergt. Voorts is het verschil in ritduur gegeven voor de niet-SDC-geschikte zendingen (ΔT_{ov}) en de SDC-geschikte zendingen (ΔT_r).

Tabel 5.10 Bepaling van de invloed van een stadsdistributiecentrum op de bereikbaarheid

formule	variabele	waarde	eenheid
(1)	T_0	0.65	uur
(2)	T_{tot0}	1783	„
(3)	T_r	0.40	„
(5)	T_{totr}	596	„
(6)	T_{SDC}	2.34	„
(9)	T_{totSDC}	414	„
(10)	T_{ov}	0.65	„
(11)	T_{totov}	811	„
(13)	ΔT_{tot}	-36.70	„
(14)	ΔT_{ov}	0.00	„
(15)	ΔT_r	0.25	„
(16)	$\Delta T_{doorlooptijd.SDC}$	-1.05	„
(17)	$\Delta T_{doorlooptijd.ov}$	0.00	„

Een volgend bereikbaarheidsaspect betreft het verschil in doorlooptijd van zendingen. Het verschil in doorlooptijd voor SDC-zendingen ($\Delta T_{doorlooptijd.SDC}$) en niet SDC-zendingen kan worden benaderd ($\Delta T_{doorlooptijd.ov}$). Met deze uitvoergegevens kunnen uitspraken worden gedaan ten aanzien van het verschil in bereikbaarheid.

Voorbeeld: Uit tabel 5.10 blijkt dat als gevolg van de invoering van een stadsdistributiecentrum de beleving (ΔT_{tot}) met 37 manuur (excl. arbeidsuren in het stadsdistributiecentrum) toeneemt. Door aan het stadsdistributiecentrum te beleveren bespaart de vervoerder (ΔT_r) ongeveer (0.25x60 min.=) 15 minuten. De doorlooptijd van een zending ($\Delta T_{doorlooptijd.SDC}$) zal met ongeveer 1 uur toenemen.

In tabel 5.11 worden ritlengten en totaal kilometrages voor de beleving van de zendingen in de huidige situatie en de SDC-situatie berekend. Het verschil in kilometrage tussen beide situaties (ΔL) kan als maat voor de leefbaarheid worden gezien.

Voorbeeld: Uit tabel 5.11 blijkt dat de invoering van een stadsdistributiecentrum 2285 ritkilometers (ΔL) bespaart.

Tabel 5.11 Bepaling van de invloed van een stadsdistributiecentrum op de leefbaarheid

formule	variabele	waarde	eenheid
(18)	L_0	12.0	km
(19)	L_{tot0}	33000	..
(20)	L_{ov}	12.0	..
(21)	L_r	7.9	..
(22)	L_{SDC}	17.3	..
(23)	$L_{tot\Sigma SDC}$	30715	..
(24)	ΔL	2285	..

In tabel 5.12 wordt het verschil aantal stops (adressen) als maat voor de hinder bepaald.

Voorbeeld: Uit tabel 5.12 blijkt dat het aantal bezochte adressen in de huidige situatie en in de toekomstige situatie gelijk blijft. Dit is het gevolg van het feit dat aangenomen is dat het gemiddeld aantal zendingen dat in een SDC-rit bij een adres ($a_{zend.adres.SDC}$) wordt afgeleverd 1 is (zie tabel 5.8).

Tabel 5.12 Bepaling van de invloed van een stadsdistributiecentrum op de hinder

formule	variabele	waarde	eenheid
(25)	Aadres ₀	5500	stops
(26)	Aadres Σ SDC	5500	..
(27)	Δ Aadres	0	..

Op basis van de resultaten in de tabellen 5.10 tot en met 5.12 zijn dus uitspraken te doen omtrent bereikbaarheid, leefbaarheid en hinder voor de situatie waarvoor de invoergegevens gelden.

Bij een dergelijk rekenmodel mag een gevoeligheidsanalyse niet ontbreken. Met behulp van een gevoeligheidsanalyse kan worden nagegaan welke invoergrootheden de resultaten sterk beïnvloeden. Tevens kan een gevoeligheidsanalyse behulpzaam zijn bij het vinden van een optimaal resultaat (optimale omstandigheden c.q. optimaal ontwerp).

5.6 Gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheid van de resultaten voor veranderingen in de invoergegevens kan worden nagegaan met behulp van elasticiteiten. Elasticiteiten ($= \Delta y/y : \Delta x/x$) geven de verhouding weer tussen de relatieve verandering van een invoervariabele ($\Delta x/x$) en de relatieve verandering van de betreffende uitvoervariabele ($\Delta y/y$). In tabel 5.13 zijn voor de voornaamste invoervariabelen (eerste kolom) en de belangrijkste uitvoervariabelen (eerste rij) de elasticiteiten berekend. De tweede kolom geeft de waarde voor de betreffende

invoervariabele aan. De tweede rij geeft de uitvoerwaarde aan. Een positieve elasticiteit wil zeggen dat bij een hogere waarde voor de invoer de waarde van de betreffende uitvoervariabele ook toe zal nemen. Heeft de uitvoervariabele een negatieve waarde dan leidt een positieve elasticiteit tot een nog grotere negatieve waarde voor de uitvoervariabele. Bij een negatieve elasticiteit geldt het omgekeerde. Naarmate een elasticiteit groter is, is de betreffende uitvoervariabele voor de betreffende invoervariabele gevoeliger. De elasticiteiten in tabel 5.13 gelden alleen voor de betreffende dataset. Bij een andere dataset zullen de elasticiteiten zich in zekere mate wijzigen.

Voorbeeld: Uit tabel blijkt dat bij 1500 SDC-geschikte ritten (SDC-geschikt) in de huidige situatie het totaal aan manuur (T_{tot}) in de huidige situatie 1783 uur bedraagt. De bijbehorende elasticiteit is 0.55, dat wil zeggen bij een toename van het aantal SDC-geschikte ritten met 10% zal het totaal aan manuur met $0.55 \times 10\% = 5.5\%$ toenemen. De hoogste elasticiteit in dit voorbeeld is -25.96. Het totaalverschil in manuur (36 manuur, d.w.z. in de SDC-situatie kost het 36 manuur meer) tussen de beide situaties (-25.96) is sterk afhankelijk van het aantal adressen per rit. Bij een verhoging van het gemiddeld aantal adressen per rit met 10% neemt het verschil in manuur af met $-25.96 \times 10\% \times -37 = 96$ uur. Het verschil in manuur wordt $(-37 + 96) = 59$ manuur. De uitkomsten zijn in dit voorbeeld dus in hoge mate gevoelig voor variaties in het aantal adressen per rit.

Tabel 5.13 Elasticiteitentabel

invoervariabele	waarde	T_{tot}	T_{totSDC}	T_{totov}	ΔT_{tot}	ΔT_r	ΔT_{door}	L_{tot}	L_{totSDC}	ΔL	ΔA_{adres}
		1783	414	811	-37	0.25	-1.05	33000	30715	2285	0
looptijd.											
SDC											
SDC-geschikt	1500	0.55	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.55	0.51	1.00	0
niet SDC-geschikt	1250	0.45	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.49	0.00	0
$a_{adres.0}$	2	0.53	0.00	0.00	-25.96	1.38	-0.17	0.25	0.00	3.61	0
$a_{zend.adres.SDC}$	1	0.00	-0.40	0.00	-4.49	0.00	0.03	0.00	-0.08	1.13	0
$T_{SDC, max}$	3	0.00	-0.12	0.00	-1.33	0.00	1.19	0.00	-0.03	0.42	0
perc	80	0.00	-0.12	0.00	-1.33	0.00	1.19	0.00	-0.03	0.42	0
Ligging.SDC	0.57	0.00	0.10	0.00	-7.02	0.79	0.02	0.00	-0.20	2.64	0
$O_{mrij.SDC}$	2	0.00	0.10	0.00	7.26	-0.60	0.18	0.00	0.19	-2.61	0
t1	2.5	0.15	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.42	0.45	0.00	0
t2	2	0.32	0.10	0.32	-1.12	0.22	0.09	0.33	0.36	0.02	0
t3	1.5	0.30	0.00	0.30	-8.03	0.78	-0.09	0.25	0.12	1.97	0
t3n	0.75	0.00	0.41	0.00	4.64	0.00	-0.18	0.00	0.09	-1.18	0
$t_{los.zend.adres.0}$	4.5	0.23	0.00	0.00	-11.24	0.60	-0.07	0.00	0.00	0.00	0
$t_{los.zend.adres.ov}$	4.5	0.00	0.00	0.23	5.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
$t_{aad.zend.SDC}$	2.25	0.00	0.33	0.00	3.69	0.00	-0.28	0.00	0.01	-0.20	0
$t_{los.zend.adres.SDC}$	2.25	0.00	0.33	0.00	3.69	0.00	-0.28	0.00	0.01	-0.20	0
$t_{los.zend.SDC}$	4.5	0.00	0.00	0.00	6.13	-0.60	0.07	0.00	0.00	0.00	0

5.7 Uitbreidingsmogelijkheden

De uitkomsten zoals die in de tabellen 5.10 tot en met 5.12 naar voren komen, zijn vrij globaal. Op verschillende wijzen kan het rekenmodel worden uitgebreid. Allereerst kan worden gedacht aan nadere detaillering van de invoer en de rekenwijze.

In het rekenmodel wordt geen onderscheid gemaakt naar voertuigtype of naar aantal adressen per rit. Dit onderscheid is op vrij eenvoudige wijze aan te brengen. Dit kan met name een rol spelen voor het leefbaarheidsaspect. Zo kan bijvoorbeeld worden uitgaan van een representatief voertuigpark. Voor de verschillende typen voertuigen zijn vervolgens op basis van dit voertuigenpark de kilometrages te berekenen.

Met betrekking tot de rekenwijze is het aantal beschouwde relaties tussen variabelen beperkt gehouden. Het aantal relaties kan echter worden uitgebreid, bijvoorbeeld er kan worden verondersteld dat er een relatie is tussen de gemiddelde afstand tussen adressen in een SDC-rit (t_{3n}) en het aantal adressen per SDC-rit.

Dit model kan worden uitgebreid met een verdere uitwerking ten aanzien van de doelstellingen. Zo kan bijvoorbeeld ten behoeve van de leefbaarheid onderscheid worden gemaakt naar kilometers in de stad of buiten de stad. Met behulp van emissiefactoren de emissies worden berekend. Ten aanzien van de fysieke hinder kan bijvoorbeeld op basis van aannamen het aantal gehinderde passanten worden berekend (zie Bouman, 1990). Ten aanzien van het aspect bereikbaarheid kan met behulp van tijd-kostenwaardering nagegaan worden in hoeverre beleving aan een stadsdistributiecentrum 'de stad' bereikbaarder⁶ maakt.

⁶ Beleving aan een stadsdistributiecentrum bespaart tijd. Echter er wordt een tarief voor beleving aan een SDC berekend. Tijdwinst wordt dus omgezet in kosten. Indien de waardering voor de tijdwinst niet in overeenstemming is met het tarief dan is de bereikbaarheid in gegeneraliseerde kosten uitgedrukt afgenomen.

6.1 Conclusies

In paragraaf 5.5 is een rekenvoorbeeld gegeven. Hierbij is slechts globaal in gegaan op de resultaten. Deze resultaten betreffen een drietal aspecten, namelijk bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder. Aan de hand van deze resultaten is een aantal conclusies te trekken. Deze zullen in dit hoofdstuk verder worden uitgewerkt.

6.1.1 Bereikbaarheid

In tabel 6.1 zijn de resultaten samengevat. Op basis van deze resultaten zijn conclusies te trekken ten aanzien van de bereikbaarheid in het algemeen, bereikbaarheid met betrekking tot de vervoerder en bereikbaarheid in relatie tot de doorlooptijd van zendingen.

Tabel 6.1 Samenvatting van de resultaten ten aanzien van bereikbaarheid

variabele	tijd	eenheid
ΔT_{tot}	-36.70	uur
ΔT_{ov}	0.00	„
ΔT_r	0.25	„
$\Delta T_{doorlooptijd.SDC}$	-1.05	„
$\Delta T_{doorlooptijd.ov}$	0.00	„

Conclusies: bereikbaarheid in manuur

De vergelijking van de toekomstige situatie, waarbij een stadsdistributiecentrum aanwezig is en de huidige situatie op basis van de gegevens, zoals deze in paragraaf 5.5 zijn gepresenteerd, leidt tot de conclusie dat in de SDC-situatie de belevering van de zendingen 37 manuur (ΔT_{tot}) meer kost dan in de huidige situatie. Concreet betekent dit dat de bereikbaarheid (in tijd uitgedrukt) in zijn geheel is afgenomen. Er moeten meer manuren gependend worden om dezelfde hoeveelheid zendingen te beleveren.

Deze 37 manuur kunnen in kosten worden uitgedrukt en kunnen (inclusief de aanleg- en exploitatiekosten van het stadsdistributiecentrum) worden omgerekend naar extra kosten per zending om te bepalen in hoeverre de bereikbaarheid in zijn geheel, uitgedrukt in gegeneraliseerde kosten afneemt.

Conclusies: bereikbaarheid voor de vervoerder

Voor de vervoerder is het relevant welke tijdsbesparingen in de SDC-situatie zullen ontstaan als de vervoerder zijn zendingen bij een stadsdistributiecentrum aflevert of als deze de zendingen juist niet bij een stadsdistributiecentrum aflevert. In het eerste geval (ΔT_R) bespaart de vervoerder ($0.25 \times 60 =$) 15 minuten per rit. Bij het niet aan een stadsdistributiecentrum beleveren van de zendingen (ΔT_{OV}) treedt geen besparing in tijd op. Een besparing in tijd treedt in een dergelijk geval alleen op als de doorstroming in een stad wordt verbeterd. Aangenomen is dat een stadsdistributiecentrum daar geen effect op heeft.

De vervoerder met SDC-geschikte zendingen zal dus een afweging maken tussen de kosten als gevolg van het tarief, dat het stadsdistributiecentrum voor het in ontvangst nemen en afleveren van zendingen, in rekening brengt en de baten (15 minuten reistijd-winst) van een stadsdistributiecentrum. Wanneer het tarief gelijk of lager in waarde is dan die 15 minuten reistijdwinst, dan is de bereikbaarheid voor de vervoerder, in gegeneraliseerde kosten uitgedrukt, toegenomen. Het stadsdistributiecentrum is in dat geval als alternatief voor de vervoerder aantrekkelijk.

Als de doorstroming in de stad voor het vrachtvervoer als gevolg van het functioneren van het stadsdistributiecentrum wel verbetert, bijvoorbeeld doordat het aantal vrachtauto's in de binnenstad afneemt, zal de reistijdwinst door belevering aan een stadsdistributiecentrum vergeleken moeten worden met de reistijdwinst bij het zelf beleveren. De 16 minuten reistijdwinst wordt dan verminderd met de reistijdwinst bij het zelf beleveren ($\Delta T_R - \Delta T_{OV}$). Dit verschil, de netto reistijdwinst geldt dan voor de vervoerder als criterium bij de keuze voor het wel of niet gebruik maken van de diensten van een stadsdistributiecentrum.

Conclusies: bereikbaarheid voor zendingen

Met betrekking tot bereikbaarheid is te berekenen in hoeverre de doorlooptijd van zendingen verandert in de SDC-situatie. In de berekening is er vanuit gegaan dat de zendingen geen tijd verliezen in het stadsdistributiecentrum zelf ($t_{\text{opslag.SDC}} = 0$). Uit de rekenresultaten (tabel 6.1) blijkt dat de de doorlooptijd van zendingen die via een stadsdistributiecentrum ($\Delta T_{\text{doorlooptijd.SDC}}$) worden beleverd met gemiddeld een uur toeneemt. De spreiding hierin is vrij groot, omdat het nog al verschil uitmaakt of een zending als eerste vanuit een stadsdistributiecentrum wordt beleverd, of als laatste. Deze spreiding is afhankelijk van de duur van een rit.

Voor de overige zendingen ($\Delta T_{\text{doorlooptijd.ov}}$) treedt geen verandering op.

6.1.2 Leefbaarheid

In relatie tot de leefbaarheid speelt het kilometrage een belangrijke rol. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt naar verreden kilometers binnen de stad, aan de rand van de stad, of buiten de stad. Uit tabel 6.2 blijkt dat in de SDC-situatie een aanzienlijke besparing optreedt ten aanzien van verreden kilometers binnen de stad. In het voorbeeld wordt 2250 kilometer in de stad bespaard. Dit is een aanzienlijk deel van het totale kilometrage van het goederenverkeer in de stad ($\pm 27\%$). Buiten de stad en aan de rand van de stad worden nauwelijks kilometers bespaard. Indien de belevering vanuit een stadsdistributiecentrum met 'milieu-vriendelijkere' voertuigen wordt verricht dan is de positieve invloed op de leefbaarheid nog groter.

Tabel 6.2 Resultaten met betrekking tot leefbaarheid

kilometrage per dag	Huidige situatie	SDC-situatie	Verschil
buiten de stad	13750	13750	0
rand van de stad	11000	10965	35
binnen de stad	8250	6000	2250

6.1.3 Fysieke hinder

Fysieke hinder wordt gerelateerd aan het aantal malen dat in totaal wordt gestopt bij een adres. In het in paragraaf 5.5 uitgewerkte voorbeeld blijft het aantal adressen dat in totaal wordt aangedaan in beide situaties gelijk. Dit komt doordat in het rekenvoorbeeld is aangenomen dat in het stadsdistributiecentrum zendingen met hetzelfde adres niet worden gebundeld. Indien zendingen wel worden gebundeld ($a_{zend.adres.SDC} > 1$) neemt de fysieke hinder wel af.

Indien de beleving vanuit een stadsdistributiecentrum met voertuigen wordt verricht, die minder fysieke hinder veroorzaken (kortere laad- en lostijden of minder groot), dan is de fysieke hinder sowieso kleiner.

6.2 De invloed van aantal zendingen en percentage SDC-zendingen

Met behulp van het rekenmodel is na te gaan in hoeverre bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder door bepaalde aspecten kunnen worden beïnvloedt. Het is interessant om na te gaan in hoeverre het percentage SDC-ritten en het totaal aantal ritten van invloed zijn op de bereikbaarheid en leefbaarheid. In de tabellen 6.3 en 6.4 zijn voor verschillende percentages en aantallen ritten de manuurreductie (bereikbaarheid) en reductie van het kilometrage (leefbaarheid) berekend.

Tabel 6.3 Effectiviteit van een stadsdistributiecentrum ten aanzien van bereikbaarheid (gemeten in manuur) in relatie tot het percentage SDC-geschikte ritten en het totaal aantal ritten

manuur reductie	aantal ritten	1375	2200	2475	2750	3025	3300	4125
SDC-percent								
27%	-9	-15	-16	-18	-20	-22	-27	
44%	-15	-23	-26	-29	-32	-35	-44	
49%	-16	-26	-30	-33	-36	-40	-49	
55%	-18	-29	-33	-37	-40	-44	-55	
60%	-20	-32	-36	-40	-44	-48	-60	
65%	-22	-35	-40	-44	-48	-53	-66	
82%	-27	-44	-49	-55	-60	-66	-82	

In dit voorbeeld treedt er geen manuurreductie op (zie tabel 6.3). Alle waarden zijn negatief in tabel 6.3. Dit betekent dat het invoeren van een sdc juist extra tijd kost. Het minste tijdverlies treedt op bij een zo laag mogelijk percentage SDC-ritten en zo min mogelijk aantal ritten. Een hoger aantal ritten leidt tot een minder gunstige manuurreductie. Beschouwt men echter de reductie in kilometrage (tabel 6.4) dan blijkt dit echter tot de minst gunstige resultaten te leiden. Ten aanzien van de leefbaarheid blijkt dus dat

het SDC-percentagte en het aantal ritten juist zo hoog mogelijk dient te zijn. In dit voorbeeld zijn de doelstellingen bereikbaarheid en leefbaarheid dus strijdig. Hoe meer goederen via een stadsdistributiecentrum wordt vervoerd, des te positiever wordt het effect op de leefbaarheid, maar des te slechter wordt de bereikbaarheid. Bekijkt men de manuurreductie en kilometerreductie per zending¹, dan zijn de conclusies gelijkloidend.

Tabel 6.4 Effectiviteit van een stadsdistributiecentrum ten aanzien van leefbaarheid (gemeten in km-reductie) in relatie tot het percentage SDC-geschikte ritten en het totaal aantal ritten

km-reductie	aantal ritten						
SDC-percent.	1375	2200	2475	2750	3025	3300	4125
27%	571	913	1028	1142	1257	1371	1713
44%	913	1462	1644	1827	2010	2193	2740
49%	1028	1644	1851	2056	2261	2466	3083
55%	1142	1827	2056	2284	2512	2740	3425
60%	1257	2010	2261	2512	2764	3015	3768
65%	1371	2193	2466	2740	3015	3288	4111
82%	1713	2740	3083	3425	3768	4111	5138

6.3 De invloed van de lokatie van een stadsdistributiecentrum

Een volgend belangrijk aspect is de invloed van de lokatie van een stadsdistributiecentrum op de resultaten. In de tabellen 6.5 en 6.6 staan de uitkomsten voor bereikbaarheid (manuurreductie) en leefbaarheid (kilometerreductie) weergegeven bij verschillende waarden voor de omrijfactor en SDC-liggingsfactor. De omrijfactor en de liggingsfactor geven de lokatie aan van het stadsdistributiecentrum in verhouding tot de huidige situatie. Het optimum wordt bereikt door de combinatie van liggingsfactor en omrijfactor waarbij de manuurreductie (bereikbaarheid) en kilometerreductie (leefbaarheid) maximaal zijn.

Tabel 6.5 Effectiviteit van een stadsdistributiecentrum ten aanzien van bereikbaarheid in relatie tot het percentage SDC-geschikte ritten en het totaal aantal ritten

manuur reductie omrijfactoren	SDC- ligging	0.46	0.51	0.57	0.63	0.68	0.86
1.0	33	72	85	98	111	124	163
1.6	-85	-23	-2	18	39	58	120
1.8	-125	-55	-31	-10	13	36	106
2.0	-164	-86	-62	-37	-11	15	92
2.2	-204	-118	-92	-63	-35	-7	74
2.4	-243	-152	-121	-90	-59	-28	60
3.0	-361	-247	-209	-170	-136	-97	11

Het optimum ten aanzien van bereikbaarheid en leefbaarheid wordt gevonden bij een zo laag mogelijke omrijfactor en een zo hoog mogelijke liggingsfactor. Een hoge liggings-

¹ Niet in deze rapportage opgenomen.

factor houdt in dat het stadsdistributiecentrum zo ver mogelijk aan de rand van de stad ligt (zie afbeelding 5.2).

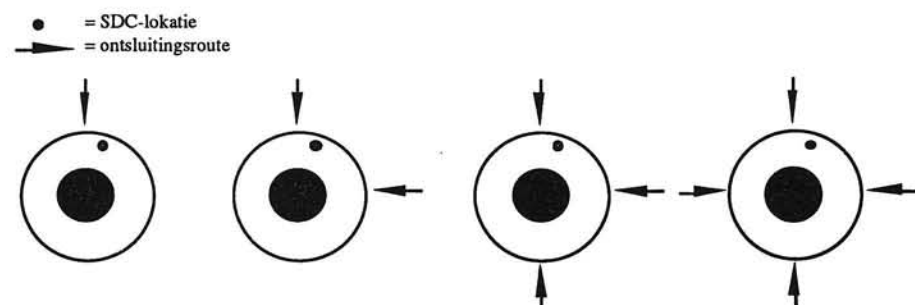
Tabel 6.6 Effectiviteit van een stadsdistributiecentrum ten aanzien van leefbaarheid in relatie tot het percentage SDC-geschikte ritten en het totaal aantal ritten

km-reductie	SDC- ligging						
omrijfactoren	0.29	0.46	0.51	0.57	0.63	0.68	0.86
1.0	3770	4682	4986	5290	5594	5898	6810
1.6	1082	2541	3028	3514	4000	4444	5892
1.8	186	1828	2375	2882	3425	3968	5598
2.0	-710	1114	1682	2285	2889	3492	5303
2.2	-1606	400	1025	1689	2353	3017	4925
2.4	-2502	-356	368	1092	1817	2541	4623
3.0	-5190	-2508	-1602	-697	125	1023	3588

Zoals gezegd is de meest gunstige situatie een SDC-ligging zo dicht mogelijk aan de rand van de stad en een zo gering mogelijke omrijfactor. Deels kan dit door een optimale lokatie van het stadsdistributiecentrum worden bereikt. Deels echter zijn lokale omstandigheden zo zeer van belang dat een optimale lokatie niet mogelijk is. In afbeelding 6.1 zijn ter illustratie vier situaties getekend, waarbij rekening moet worden gehouden met een oplopende omrijfactor.

In de eerste situatie is het mogelijk het omrijden te beperken. In de tweede situatie komen de goederen uit twee richtingen. Dit betekent dat een optimum gevonden moet worden. Situatie drie en vier leiden bijna automatisch tot hoge omrijfactoren. Afhankelijk van de ontsluiting van de gemeente zal dus een bepaalde mate van omrijden optreden. De beschikbaarheid van ruimte voor een SDC speelt bij het omrijden een belangrijke rol.

Afb. 6.1 Verschillende vormen van stedelijke ontsluiting



6.4 Afweging

De afweging omtrent het wel of niet invoeren van een stadsdistributiecentrum is gebaseerd op een tweetal criteria, de haalbaarheid van het concept en de effectiviteit van het concept. Kosten en baten moeten op verschillende wijze tegen elkaar worden gezet

om zowel de haalbaarheid als de effectiviteit van het stadsdistributiecentrumconcept aan te kunnen geven.

Allereerst dient de effectiviteit van het concept te worden aangegeven (= in welke mate wordt het beleidsprobleem door het plan opgelost). Het gaat hierbij om de bereikbaarheid van de stad voor het goederenvervoer en ten tweede de leefbaarheid. In dit rekenvoorbeeld, wordt weliswaar tijd bespaard door het aanleveren van de zendingen bij het stadsdistributiecentrum, maar in totaal neemt de beleving van de zendingen meer tijd in beslag. De hieraan verbonden arbeidskosten zullen dus op een of andere manier in de prijs van het vervoer worden verdisconteerd bij een kostendekkende exploitatie. De bereikbaarheid in gegeneraliseerde kosten uitgedrukt neemt dus bij de invoering van een stadsdistributiecentrum af. Deze afname in bereikbaarheid moet vergeleken worden met de totale gegeneraliseerde kosten van een rit naar de stad.

Ten aanzien van de leefbaarheid valt te concluderen dat het aantal voertuigkilometers in de stad aanzienlijk afneemt bij het invoeren van een stadsdistributiecentrum. Dit heeft een positieve bijdrage op de leefbaarheid. De reductie in voertuigkilometers moet echter wel gerelateerd worden aan het dagelijkse totaal aantal voertuigkilometers in de stad om de effectiviteit van het plan na te gaan.

De fysieke hinder is in deze toetsing ook meegenomen. Fysieke hinder wordt niet als een probleem voor het beleid gezien maar is in de probleemverkenning wel als een belangrijk aspect van het binnenstedelijk vervoersprobleem gesignaleerd. Ten aanzien van de fysieke hinder kon in dit rekenvoorbeeld geen verschil tussen de huidige situatie en de toekomstige situatie worden geconstateerd.

Een volgend aspect betreft de haalbaarheid. Het rekenmodel had niet expliciet ten doel de haalbaarheid van een stadsdistributiecentrum te toetsen. De resultaten op basis van het rekenmodel nodigen echter wel uit om ook omtrent de haalbaarheid uitspraken te doen. De haalbaarheid van een plan is in grote mate afhankelijk van de verdeling van de kosten en baten per belanghebbende partij. Bij een onevenredige verdeling van kosten en baten zullen de gedupeerde partijen minder geneigd zijn hun medewerking te verlenen en de beleving via een stadsdistributiecentrum te laten plaatsvinden.

Ten aanzien van het invoeren van een stadsdistributiecentrum kunnen de volgende partijen worden onderscheiden: de samenleving², de vervoerders, de verladers en de ontvangers (winkeliers).

Voor de samenleving is de afweging tussen het belang van de verbetering van de leefbaarheid en de verslechterde bereikbaarheid (en de kosten die daarmee samenhangen) essentieel. In dit rekenvoorbeeld leidt een stadsdistributiecentrum tot een verbetering van de leefbaarheid maar niet tot een verbetering van de bereikbaarheid. Dit betekent dat gekozenen dient te worden voor handhaving van de bereikbaarheid of verbetering van de leefbaarheid.

Voor de vervoerder is de afweging van het belang tussen enerzijds reistijdbesparing per rit versus het tarief voor beleving aan een stadsdistributiecentrum en anderzijds de bijkomende voordelen van een stadsdistributiecentrum, zoals het meer op het regionale

² Als belanghebbende inzake leefbaarheid en bereikbaarheid.

vervoer kunnen richten. Men bespaart tijd, welke men kan gebruiken om meer zendingen te kunnen beleveren over een groter gebied, en men kan grotere voertuigen inzetten.

Voor de verlader is de afweging minder duidelijk. Vervoer via een stadsdistributiecentrum betekent extra overslag in het logistieke traject, dus meer kans op schade en meer papierwerk, en betekent een langere doorlooptijd. Voor de verlader, die tegelijk eigenvervoerder is, betekent het extra formaliteiten en uitbesteding van een deel van het transport. Directe baten lijken nochtans niet aanwezig.

De ontvanger-winkelier zal ongeveer dezelfde afweging maken als de verlader, namelijk een grotere kans op schade, en een langere doorlooptijd van goederen. De ontvanger zal echter ook de extra kosten voor het stadsdistributiecentrum in rekening gebracht zien. Het is de vraag of deze uit concurrentie-oogpunt de extra kosten op de consument kan verhalen. Aan de andere kant als baat geldt dat de passant minder gehinderd wordt door de lossende vrachtauto, waardoor de aantrekkelijkheid van het winkelgebied wordt verhoogd.

7.1 Inleiding

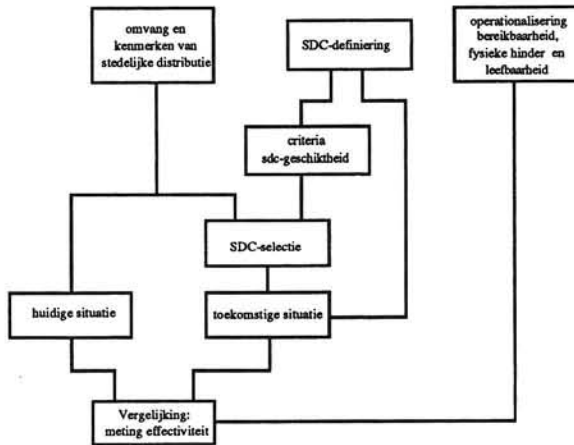
Het doel van deze pilot-studie, de toetsing van de effectiviteit van het stadsdistributiecentrumconcept in relatie tot beleidsdoelstellingen op het gebied van verkeer en vervoer, is na te gaan in hoeverre een toetsingskader kan worden ontwikkeld voor maatregelen ter bestrijding van beleidsproblemen ten aanzien van stedelijke distributie. Als case is de toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept gebruikt. Het uitgangspunt was om met relatief eenvoudige middelen (data en rekenmodellen) uitspraken te doen over in hoeverre geconstateerde problemen door middel van de aanleg van stadsdistributiecentra kunnen worden opgelost. Een drietal problemen konden worden bestempeld als zijnde de problemen met betrekking tot stedelijke distributie, enwel de slechte bereikbaarheid voor het vrachtverkeer van de binnenstad, de fysieke hinder bij het laden en lossen voor de andere weggebruikers en de aantasting van de leefbaarheid in de binnenstad als gevolg van het lawaai en de uitstoot van uitlaatgassen. Bereikbaarheid en leefbaarheid kunnen worden bestempeld als strategische doelstellingen in het verkeers- en vervoersbeleid. Aan de hand van enkele eenvoudige indicatoren werd het effect van een stadsdistributiecentrum nagegaan.

Het in deze pilotstudie uitgewerkte toetsingskader is nog verre van volledig. Het betreft de toetsing van slechts één mogelijke oplossing, namelijk de invoering van stadsdistributiecentra en slechts één toetsingscriterium wordt gehanteerd, namelijk effectiviteit. Deze wordt door middel van indicatoren uitgewerkt. Deze opzet is in afbeelding 7.1 weergegeven.

Een algemener toetsingskader zal verschillende soorten maatregelen moeten kunnen afwegen en verschillende criteria omvatten. Bij soorten maatregelen kan men denken aan logistiek-organisatorische maatregelen, verkeers- of infrastructurele maatregelen of ruimtelijke maatregelen. Ten aanzien van relevante toetsingscriteria wordt gedacht aan doelgerichtheid, doelmatigheid (efficiency in ruime zin, kosten/baten), rentabiliteit (efficiency in enge zin: uitgaven/opbrengsten), doeltreffendheid, equity (evenredige verdeling van de kosten en de baten), duurzaamheid, trefzekerheid en betrouwbaarheid. Het is duidelijk dat het in deze pilotstudie opgebouwde toetsingskader nog enige uitbreiding behoeft.

Naar aanleiding van de case-studie kunnen verschillende conclusies worden getrokken. Allereerst is in deze studie beperkt aandacht besteed aan de dataverzameling. Wel is aangegeven welke data nodig is. In paragraaf 7.2 zal hier aandacht worden besteed.

Afb. 7.1 Opzet van het rekenmodel



Ten tweede is het van belang de validiteit (geldigheid en betrouwbaarheid) van de toetsingsmethode te bespreken. Hierbij zijn twee aspecten van belang. In hoeverre wordt de werkelijkheid met deze modelmatige aanpak benaderd en in hoeverre worden met deze aanpak de onderzoeksvragen beantwoord? In paragraaf 7.3 zal getracht worden het eerste deel van de vraag omtrent de modellering te beantwoorden. In paragraaf 7.4 zal het tweede deel van de vraag aan de orde komen. Daarbij gaat het om de uitwerking van het criterium effectiviteit door middel van operationalisering van de begrippen bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder. In paragraaf 7.5 en 7.6 worden mogelijke uitbreidingen besproken. In paragraaf 7.7 worden de toepassingsmogelijkheden van dit toetsingskader besproken. In paragraaf 7.8 volgt de slotconclusie. Hierbij worden suggesties voor nader onderzoek gedaan.

7.2 Dataverzameling

Bij de uitwerking van het toetsingskader is beperkt aandacht besteed aan de dataverzameling. De benodigde gegevens hebben betrekking op:

- de omvang en kenmerken van het stedelijk goederenvervoer;
- de selectiecriteria voor het bepalen van de sdc-geschikte ritten en het stadsdistributiecentrum (lokatie, e.d.);
- de verplaatsingstijden en -afstanden.

De verzameling van gegevens omtrent omvang en kenmerken van het stedelijk goederenvervoer vormt een essentieel onderdeel van de dataverzameling. De bepaling van de omvang dient in te houden het tellen van alle inkomende en uitgaande stedelijk goederenverkeer. Van deze inkomende en uitgaande vrachtritten moet echter een aantal kenmerken worden vastgelegd. Deze kunnen op basis van een steekproef worden verkregen. De dataverzameling kan een integrale telling in combinatie met een steekproef inhouden.

Een nadere studie naar het functioneren van een stadsdistributiecentrum, moet duidelijk maken welke zendingen in aanmerking komen om door een stadsdistributiecentrum te

worden behandeld. Dit moet leiden tot formulering van de selectiecriteria voor SDC-geschikte zendingen. Tevens moet duidelijk worden waar een stadsdistributiecentrum komt te liggen, welke laad-, overslag-, en lostijden men dient te hanteren, en hoe de beleving vanuit een stadsdistributiecentrum eruit zal zien. De keuze van de lokatie is meestal beperkt. Deze hangt af van de beschikbare ruimte. Gegevens omtrent laad-, overslag-, en lostijden zijn echter nauwelijks voorhanden. Ervaringscijfers van andere overslag- en distributiecentra kunnen mogelijk uitkomst bieden. De laad-, overslag- en lostijden hangen echter voor een belangrijk deel af van de uiteindelijke omvang en functioneren van het stadsdistributiecentrum. Deze zal dus eerst nader moeten worden bepaald.

De gegevens omtrent verplaatsingstijden en -afstanden kunnen op basis van de opbouw van een wegennet en de verkeersafwikkeling worden gemeten.

De dataverzameling kan per situatie afzonderlijk plaatsvinden. Bij ieder stadsdistributiecentrumproject wordt een aparte dataset opgebouwd. Het is eveneens mogelijk om eenmalig een serie kengetallen te ontwikkelen. De opzet is dan vergelijkbaar met de opzet die in paragraaf 3.3 is beschreven. Zonder deze gegevens kan geen evaluatie plaatsvinden. Dit betekent dat de nodige zorg moet worden besteed aan de dataverzameling.

7.3 Modelling

De toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept vindt plaats aan de hand van de vergelijking van twee situaties met betrekking tot de distributie van goederen in een stad, namelijk de huidige situatie en de situatie met een stadsdistributiecentrum. De distributie van goederen in beide situaties wordt modelmatig benaderd. Bij modelbouw is het een vereiste dat het model dezelfde gedragseigenschappen heeft als het systeem (de distributie van goederen in een stad) dat wordt onderzocht. Het is echter ondoenlijk het model volledig geldig te maken. Dit vergt de nodige offers (tijd en geld). Vandaar dat slechts een redelijke of acceptabele mate van geldigheid kan worden nagestreefd. Van belang is dat het model plausibel en consistent is. Op basis van het rekenvoorbeeld kan worden geconcludeerd dat de resultaten plausibel en consistent zijn. Ten aanzien van de geldigheid moet worden opgemerkt dat deze afhankelijk is van de mate waarin de aangenomen ritverplaatsingen representatief zijn. Er wordt uitgegaan van gemiddelde verplaatsingslengten, -snelheden en dergelijke. Naarmate hierin meer afwijkingen zijn, des te minder geldig is het model.

Een tweede aspect betreft de beschouwde relaties. Variabelen als de laad- en lostijd per zending en de verplaatsingsafstand tussen twee adressen worden als zijnde constant aangenomen. In werkelijkheid echter zullen de laad- en lostijd per zending niet constant zijn maar toe- of afnemen naarmate het aantal colli (zendingseenheden) toe- of afneemt. Het is aannemelijk te veronderstellen dat er een zekere relatie is tussen het aantal adressen dat per rit wordt aangedaan en de gemiddelde laad-en lostijd, bijvoorbeeld stadsdistributie zal kortere laad- en lostijden kennen dan de bevoorrading van een supermarkt. Het is ook aannemelijk te veronderstellen dat de gemiddelde afstand tussen adressen bij meerdere adressen zal afnemen. De adressen liggen gemiddeld dichter bij elkaar. Dergelijke relaties zijn niet in dit model meegenomen.

7.4 Operationalisering van bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder

Ten behoeve van de validiteit van het model is van belang dat het model uitspraken doet over de geformuleerde problemen. Om dit te bewerkstelligen zijn indicatoren ontwikkeld. Deze doen uitspraken omtrent het mogelijke effect van maatregelen ter oplossing van de geformuleerde problemen.

Door middel van het gebruik van indicatoren is duidelijk geworden dat begrippen als bereikbaarheid, fysieke hinder en leefbaarheid verschillende dimensies hebben. Ten aanzien van bijvoorbeeld bereikbaarheid blijken verschillende aspecten van belang te zijn. Bereikbaarheid heeft betrekking op de kosten (in tijd, geld en discomfort) die men moet maken om een bepaalde bestemming, in dit geval de binnenstad, te bereiken. Dit wordt ook wel in de verkeerskunde aangeduid met het begrip verplaatsingsweerstand. De belangrijkste kostencomponent ten aanzien van bereikbaarheid is de factor tijd. Vandaar dat in de operationalisering van bereikbaarheid gekozen is voor indicatoren die betrekking hebben op de factor tijd. Bereikbaarheid heeft, zoals gezegd, verschillende dimensies. Van belang is de verminderde reistijd voor de vervoerder, die de zendingen wel of niet bij een stadsdistributiecentrum aflevert, en de verminderde doorlooptijd van zendingen, dat wil zeggen de tijd dat zendingen onderweg zijn. De doorlooptijd van zendingen is met name van belang voor de verlader en ontvanger van de zendingen. De volgende indicatoren zijn daarom gehanteerd:

- De reductie in totale reistijd voor al het goederenverkeer per etmaal als gevolg van de implementatie van een stadsdistributiecentrum.
- De reductie in reistijd per rit naar een stadsdistributiecentrum in plaats van het zelf beleveren.
- De reductie in reistijd voor het niet-SDC vervoer per rit als gevolg van de verminderde drukte in de binnenstad.
- De reductie in de doorlooptijd van zendingen die via een stadsdistributiecentrum worden beleverd.
- De reductie in de doorlooptijd van de niet-sdc geschikte zendingen.

Aan de hand van deze indicatoren kunnen vervolgens uitspraken worden gedaan omtrent verbeteringen in de bereikbaarheid in relatie tot het goederenvervoer.

Met deze indicatoren wordt het effect op de bereikbaarheid aangegeven. De effectiviteit meet men door een norm te hanteren omtrent het beoogde effect. De verhouding tussen het te verwachten effect en het beoogde effect ($\text{effectiviteit}_{\text{theor}} = R_{\text{verwacht}} / R_{\text{beoogd}}$) geeft de effectiviteit van een maatregel weer. Ten aanzien van bereikbaarheid bestaan geen normeringen. In dat geval kan de effectiviteit worden bepaald door het te verwachten effect ten aanzien van bereikbaarheid af te zetten tegen de huidige bereikbaarheid, bijvoorbeeld de totale besparing aan reistijd te delen door de totale reistijd. Het wordt op deze wijze mogelijk op basis van een operationalisering van het begrip bereikbaarheid uitspraken te doen omtrent de effectiviteit van een maatregel.

Hetzelfde geldt voor de operationalisering van de begrippen fysieke hinder en leefbaarheid. Ten aanzien van leefbaarheid is wel de moeilijkheid dat de gekozen indicator (voertuigkilometers) niet direct het effect op de leefbaarheid weergeeft. Bij leefbaarheid gaat het om geluidhinder, uitstoot en dergelijke. Voertuigkilometers is een geschikte indicator, omdat de mate van aantasting van de leefbaarheid een evenredig verband bezit met de aanwezigheid van zich verplaatsende voertuigen, uit te drukken in voer-

tuijkilometers. De aantasting van de leefbaarheid wordt echter uitgedrukt in emissies en dergelijke. Voertuigkilometers dienen in principe nog vertaald te worden in o.a. geluid, en uitstoot. Het vormt dus wel een indicator voor effecten op de leefbaarheid, maar geeft niet het effect weer.

Een tweede zwak punt in deze toetsing is dat aantasting van leefbaarheid en fysieke hinder een duidelijke ruimtelijke dimensie heeft. Het is zeer van belang waar de hinder optreedt. Locationele aspecten zijn dus van belang. Dit komt in deze toetsing niet naar voren.

De conclusie luidt dat met het gebruik van indicatoren voor beleidsdoelstellingen en/of -problemen met behulp van kwantitatieve informatie uitspraken zijn te doen omtrent de effectiviteit van een maatregel. Ten behoeve van de verbetering van de operationalisering van leefbaarheid en fysieke hinder is het wellicht beter om ook rekening te houden met de locationele aspecten. In deze zin pleit het dus voor een meer verkeersmodelachtige benadering, zoals bij verkeersmilieukaarten.

7.5 Uitbreiding toetsingscriteria

Bij de toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept is niet expliciet aandacht besteed aan de haalbaarheidsaspecten van het project. Ervan uitgaande dat een stadsdistributiecentrum financieel aantrekkelijk moet zijn voor de betrokken belanghebbenden zal dit aspect van essentieel belang zijn in de besluitvorming omtrent dit beleid. Ondanks dat dit aspect in de pilot-studie niet direct de aandacht had, kunnen met behulp van de toetsing toch voorlopige uitspraken omtrent de haalbaarheid worden gedaan. Het blijkt mogelijk om de voors en tegens van de maatregel, implementatie van een stadsdistributiecentrum, voor de betrokken actoren bij elkaar te zetten. Hierdoor wordt het inzicht in de haalbaarheid en de wenselijkheid van het stadsdistributiecentrumconcept vergroot.

7.6 Te toetsen maatregelen

Naast toetsing van het stadsdistributiecentrumconcept zal dit toetsingskader, indien het wil fungeren als een volwaardig toetsingskader voor beleidsmaatregelen ten aanzien van het stedelijke goederenverkeer, ook andersoortige beleidsmaatregelen op het gebied van ruimtelijke ordening en verkeer en vervoer dienen te kunnen evalueren.

Grofweg kunnen vier categorieën beleidsmaatregelen worden genoemd, namelijk logistiek-organisatorische maatregelen, maatregelen ten aanzien van de voertuigen, verkeers- of infrastructurele maatregelen en ruimtelijke maatregelen. Logistiek-organisatorische maatregelen hebben betrekking op maatregelen ten aanzien van de organisatie van het vervoer. Tot de logistiek-organisatorische maatregelen kunnen onder andere worden gerekend het invoeren van stadsdistributiecentra en aanpassingen in de bedrijfsvoering van winkeliers, transportbedrijven, leveranciers en dergelijke. Dergelijke maatregelen hebben betrekking op de reductie van het aantal beleveringen door middel van het bundelen van zendingen. Dit is in dit model niet verder uitgewerkt. De bundeling van zendingen wordt in dit model als invoergegeven beschouwd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een gemiddelde waarde. Dit betekent dat op basis van datamateriaal eerst moet worden nagegaan in hoeverre dergelijke maatregelen van invloed zijn op het gemiddelde (aantal zendingen per adres). De toetsing van dergelijke logistiek-organisatorische maat-

regelen kan dus plaatsvinden indien enig vooronderzoek voorafgaat met mogelijk de bouw van een module aan dit model.

Verkeers- of infrastructurele maatregelen, zoals aanpassingen in de verkeerssituatie, kunnen niet getoetst worden met dit toetsingskader. Dit heeft twee redenen. Allereerst, de aanpassing van de verkeerssituatie heeft ook betrekking op andere weggebruikers. De effecten voor deze groep dient ook bekeken te worden. Dit is niet mogelijk met deze aanpak. Vervolgens, zullen aanpassingen in de verkeerssituatie een zeker effect hebben op verplaatsingafstanden en -snelheden. Via deze invoervariabelen is toetsing mogelijk. Het is echter meer voor de hand liggend om met enige inspanning de reguliere beleids-toetsende instrumenten, zoals verkeersmodellen te gebruiken. Een zwak punt is echter dat in de huidige verkeersmodellen het goederenvervoer onvoldoende is uitgewerkt.

Aanpassingen in voertuigtechniek, bijvoorbeeld het gebruik van stille en schonere voertuigen kunnen met een beperkte aanpassing door bijvoorbeeld onderscheid te maken naar voertuigtype wel met dit toetsingskader worden geëvalueerd.

Ten aanzien van ruimtelijke maatregelen, zoals het uitplaatsen van verkeeraantrekkende bedrijven uit gevoelige stedelijke gebieden, geldt dezelfde conclusie als bij aanpassingen in de verkeerssituatie. Hiervoor verdient een verkeersmodelachtige benadering meer de voorkeur.

7.7 Toepassingsmogelijkheden

Dit toetsingskader betreft primair de toetsing van een beleidsmaatregel. Het blijkt echter als gevolg van de modelmatige aanpak ook mogelijk om het te gebruiken als een ontwerp-instrument. Het is mogelijk om het instrument te hanteren om de optimale situatie en omstandigheden voor het stadsdistributiecentrum op te sporen. Situatie en omstandigheden kunnen door middel van combinaties van waarden voor bepaalde invoervariabelen (afstand, aantal ritten en dergelijke) worden ingevoerd, zodat nagegaan kan worden welke combinatie van waarden het hoogste probleemoplossend vermogen heeft (beste bereikbaarheid, minste aantasting van de leefbaarheid en de minste fysieke hinder). Op deze wijze kan men dus het stadsdistributiecentrumconcept optimaliseren.

7.8 Slotconclusie

Deze wijze van toetsen voldoet om het stadsdistributiecentrumconcept te toetsen. Het is van belang om bij toetsing van andersoortige maatregelen meer rekening te houden met ruimtelijke dimensies van het probleem en de lokationele aspecten. Een verkeersmodelachtige benadering met de nodige uitbreidingen verdient daarom de voorkeur.

Het goederenvervoer is nog onvoldoende ontwikkeld in de huidige verkeersmodellen. Dit betekent dat hierin nog de nodige inspanningen moeten worden verricht. De volgende onderzoeksthema's kunnen worden geformuleerd:

- 1) Indeling van het het (stedelijk)vrachtverkeer op basis van onderscheid in kenmerken (clustering) en bepaling van de omvang. Hierbij gaat het om de volgende ritkenmerken:
 - herkomst en bestemming van de rit;

- aantal adressen per rit;
 - tijdstip;
 - type voertuig;
 - geladen en geloste goederen op bestemming naar soort en hoeveelheid;
 - soort bedrijvigheid op herkomstlocatie en bestemmingslocatie.
- 2) Kengetallen voor de ritproductie van de belangrijkste vrachtverkeeraantrekende bedrijvigheid. Indien kengetallen kunnen worden ontwikkeld die in redelijk mate aangeven wat de omvang is van het vrachtverkeer naar deze bedrijvigheid, dan kunnen deze kengetallen van dienste zijn bij de toetsing van beleidsmaatregelen. Op basis van grootheden die de sociaal-economische activiteiten beschrijven in een (binnen-)stad kan men dan een indruk krijgen van het vrachtverkeer in de stad. Met dergelijke kengetallen kunnen verkeersmodellen, en evaluatiemodellen als deze worden aangepast.

Een tweede aspect is dat de uitkomsten van een exercitie met een verkeersmodel niet direct te vertalen zijn in dezelfde indicatoren voor bereikbaarheid, leefbaarheid en fysieke hinder zoals in dit toetsingskader. Verkeersmilieukaarten lijken nog het meest in deze richting ontwikkeld. De ruimtelijke dimensie van het milieuprobleem komen hierin het best tot uitdrukking. Dit betekent dat nagegaan moet worden in hoeverre dit toetsingskader vergelijkbaar als een milieuverkeerskaart moet worden ontwikkeld en in hoeverre deze aangepast kan worden zodat nog steeds getoetst kan worden op basis van effectiviteit. Dit is noodzakelijk niet alleen uit oogpunt van de kwaliteit van de toetsing (rekening houden met de ruimtelijke dimensie van een probleem), maar ook uit het oogpunt andersoortige beleidsmaatregelen te kunnen toetsen. Het op de markt komen van nieuwe en betere computerprogrammatuur biedt steeds meer mogelijkheden, zoals geografische informatiesystemen om dit mogelijk te maken. Het derde onderzoeksthema heeft dus betrekking op in hoeverre met behulp van de programmatuur voor de bouw van geografische informatiesystemen een vergelijkbaar toetsingskader kan worden opgebouwd.

LITERATUUR

STEDELIJKE DISTRIBUTIE

Adviesgroep voor Verkeer en Vervoer, 1990, **Inventarisatie vervoerstromen in het goederenvervoer: literatuurstudie**, AGV, Nieuwegein.

Bak, L., 1983, **Vademecum Ruimtelijke Planning**, Utrecht/Antwerpen.

Bak, L., 1986, **Syllabus Verkeer, Vervoer en Infrastructuur**, Amsterdam.

Bouman, P.A., P.J.L. Kluit, Th.J.H. Schoenmaker, en J. van de Waard, 1990, **Goederenvervoer en leefmilieu, inventarisatie van emissies en verstoring door goederenvervoer**, Delft.

Buck Consultants Internationale B.V., 1988, **Knelpunten in de stedelijke weginfrastructuur bij voortgaande economische groei**, Nijmegen.

Buit, J., 1978, **Repercussies van het verkeerscirculatieplan Groningen**. Groningen.

Centraal Bureau voor de Statistiek, 1986, **Luchtverontreiniging emissies door wegverkeer 1978-1984**, Staatsuitgeverij, Den Haag.

Christofides N, en S. Eilon, 1969, Expected distances in distribution problems, in: **Operational Research Quarterly**, 20, blz. 437-443.

Coopers & Lybrand Management Consultants, 1990, **Rotterdam op weg als logistiek containercentrum van Europa**, Rotterdam.

Coopers & Lybrand Management Consultants, 1991a, **Plaatsen van stadsdistributiecentra: definitiestudie**, Rotterdam.

Coopers & Lybrand Management Consultants, 1991b, **Plaatsen van stadsdistributiecentra: naar een bereikbare en leefbare binnenstad van Maastricht, plan van aanpak**, Rotterdam.

DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1982a, **Goederenvervoer in binnensteden**, Amersfoort.

DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1982b, **Parkeerstudie Tilburg**, Amersfoort.

DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1982c, **Vrachtverkeer in de binnenstad**, Amersfoort.

DHV Raadgevend Ingenieursbureau, 1988, **Problemen van het goederenvervoer in steden**, Amersfoort.

DHV, CIMK, Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Economische Zaken, 1987, **Onderzoek relatie verkeersmaatregelen-effecten op het goederenvervoer, hoofdonderzoek**, Amersfoort.

Dijkstra, C., 1989, **Goederenvervoer en binnensteden, een problematische verhouding?**, Alkmaar.

Gemeentelijk havenbedrijf Rotterdam, 1991, **Ontwerp Havenplan 2010, Toekomstbeeld van Mainport Rotterdam**, Rotterdam.

Goemans, T., 1989, **De kwaliteit van infrastructuur en goederenvervoer; Een aanzet voor de ontwikkeling van kwaliteitskenmerken**, Enschede.

Gips, F., 1983, De bereikbaarheid van de binnenstad: een vervoersvisie, in: **Bereikbaarheid van de binnenstad**, Tilburg.

Goor, A.R. van (red.), 1983, **Fysieke distributie**, Samson Uitgeverij, Alphen a/d Rijn.

Hall, R.W., 1991, Characteristics of multi-stop/multi-terminal delivery routes with backhauls and unique items, in: **Transportation Research -B, 25B**, nr. 6, Pergamon Press, 1991, blz. 391-403.

Harker, P.T., 1987, **Predicting intercity freight flows**, VNU Science Press, Utrecht.

Heijn, G.J., 1983, De ondernemer in de binnenstad, in: **Bereikbaarheid van de binnenstad**, Tilburg.

Kaiser, 1988, Goederenvervoer in stedelijke situaties, in: Hamerslag, R. en A.J.H. Weenink (red.), **Vervoerslogistieke werkdagen 1988**, EVO, Zoetermeer.

Konings, J.W., 1991, **Ontwikkelingen in het goederenvervoer in Europees perspectief, een inventarisatie van knelpunten**, Infrastructuur, transport & Logistiek nr. 11, Delftse Universitaire Pers, Delft.

Kreutzberger, E., 1991, Arealen voor de Overslag, Opslag, Collectie en Distributie van goederen. Een nieuw vervoers(logistiek) in relatie tot bestaande stadsgewestelijke vervoersconcepten, in: Weenink, A.J.H., en R. Hamerslag (red.), **Vervoerslogistieke werkdagen 1991**, Zoetermeer, blz. 251-264.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1974, **Vervoer, kan 't verkeren?**, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1982, **Goederenvervoer in binnensteden, een studie in vijf Nederlandse steden**, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1988, **Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer; deel a: beleidsvoornemen**, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1988, **Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer; deel c: adviezen**, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990, **Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer; deel d: regeringsbeslissing**, Den Haag.

NEA, 1989, **Infrastructuur en concurrentiekracht: achtergrondstudies in opdracht van Nederland Distributieland**, Rijswijk

NEA, 1990, **Vervoerwijzekeuze in het goederenvervoer**, Rijswijk.

Newell, G.F., en C.F. Daganzo, 1986, Design of multiple vehicle delivery tours -I, A ring radial network, in: **Transportation Research -B, 20B**, Pergamon Press, blz. 345-364.

Noortman, H.J., 1975, **Vraagstukken van de bevoorrading van groothandelsvestigingen, binnenstedelijk vervoer en knooppunten in stadscentra**, Den Haag.

Noortman, H.J., 1982, **Enkele aspecten van verkeer en vervoer in steden**, Amsterdam.

Rijke, B.J. de, 1991, **Bevoorrading in het Utrechtse werfkeldergebied, een inventariserend onderzoek naar goederenstromen in en bevoorradingsalternatieven voor het Utrechtse werfkeldergebied**, Utrecht.

Roodenburg, 1988, **Onderzoek relatie verkeersmaatregelen-effecten op het goederenvervoer**, in: Hamerslag, R. en A.J.H. Weenink (red.), **Vervoerslogistieke werkdagen 1988**, EVO, Zoetermeer.

Schins, A.L.J.E., 1985, **Het goederenvervoer in binnensteden nader onderzocht**, afstudeerverslag TU-Delft, Delft.

Stienstra, Sj, 1985, **Good deliveries in inner city shopping areas - some Dutch experiences**, in: **Transport Policy and Decision making**, nr.2, 1985.

Tomesen, H., 1991, **Stadsdistributiecentra: een alternatief voor dichtslibbend stadsverkeer?**, Rijswijk.

Veeke, P.J.A.M., en G.R.M. Jansen, 1986, **Stedelijk vrachtverkeer: routekeuzegedrag, routeplanning en de invloed van verkeersmaatregelen op het vrachtverkeerspatroon**, Delft.

Veeke, P.J.A.M., en G.R.M. Jansen, 1987, Het (stedelijk) vrachtverkeer: enkele karakteristieken en ontwikkelingen, in: SVT, **Verkeerskundige Werkdagen 1987**, Driebergen, blz. 497-510.

Veeke, P.J.A.M., en G.R.M. Jansen, 1989, Het Delftse vrachtverkeer: Resultaten van een empirische studie, in: CROW, **Verkeerskundige Werkdagen 1989**, Ede, blz. 403-416.

Vereniging van Nederlandse Gemeenten, 1985, **Gemeenten en goederenvervoer**, 's-Gravenhage.

Verkeersdienst Rotterdam, 1989a, **Wegtransport Rotterdamse haven**, Rotterdam.

Verkeersdienst Rotterdam, 1989b, **Goederenvervoer per spoor in de Rotterdamse regio**, Rotterdam.

Visser, J.G.S.N, 1991, Een evaluatieve beschouwing van het SVV II en relevante ontwikkelingen in relatie tot vervoerketens van goederen, in: Weenink, A.J.H., en R. Hamerslag (red.), **Vervoerslogistieke werkdagen 1991**, Zoetermeer, blz. 573-585.

Wit, J.G. de, en Van Gent, H.A, 1986, **Vervoers- en verkeerseconomie**, Leiden.

Yap, H.S., 1983, Multifunktionaliteit van de stad, in: **Bereikbaarheid van de binnenstad**, Tilburg.

OVERIGE BRONNEN

GEÏNTERVIEWDE PERSONEN

Mondelinge interviews

Hart-Radstake, A. de, Gemeente Leiden, directie Economische Zaken en Energie, Leiden.

Have, H.Th. ten, Instituut Midden- en Kleinbedrijf, directeur Ruimtelijke Economische Advisering, Diemen.

Hont, L.A. d', EVO Ondernemers organisatie voor logistiek & transport, Zoetermeer.

→ Iersel, J. van, Gemeente Leiden, directie Economische Zaken en Energie, Leiden.

Oldenburger, A., Ministerie van Verkeer en Waterstaat, D.G. Vervoer, Den Haag.

Rutten, N.P.M.H., NOB Wegtransport, beleidsmedewerker Ruimtelijke Ordening, Verkeer en Vervoer, Zoetermeer.

Stienstra, Sj., Instituut Midden- en Kleinbedrijf, sectorhoofd afdeling Ruimtelijke Economische Advisering, Diemen.

Telefonische interviews

J. Künsel, gemeente Delft

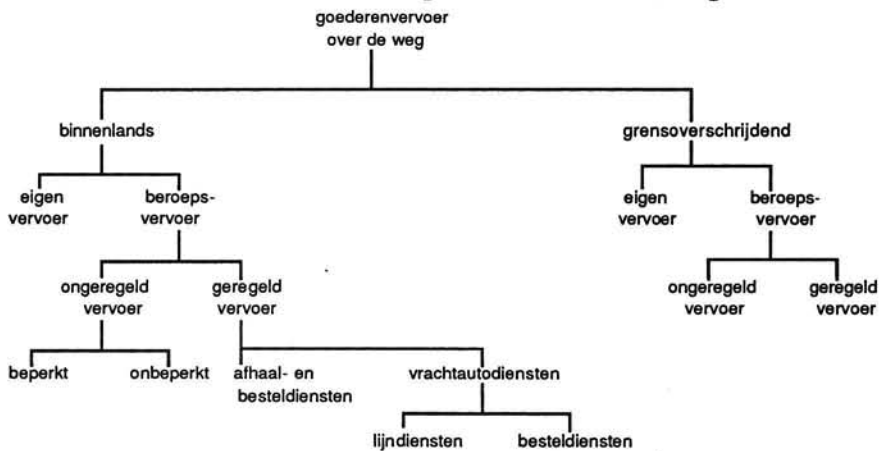
L.A. van der Lee, transportbedrijf L.A. van der Lee

BIJLAGE A

INDELING VOOR DE TRANSPORTSECTOR EN BRANCHEGROEPEN DETAILHANDEL

Wegtransportsectoren

Afb. A.1 Verschillende vormen van goederenvervoer over de weg



Bron: de Wit en van Gent, 1986

NOB Wegtransport hanteert een indeling voor het beroepswegvervoer dat is gebaseerd op de te vervoeren goederen en de vervoersspecialisatie. Het betreft de volgende indeling:

- A
1. Afvalstoffenvervoer. Het transport van afvalstoffen in de ruimste zin van het woord. Het transport geschiedt van ontdoener naar be- en verwerker en tussen be- en verwerkers van afvalstoffen;
 2. Kipautovervoer. Het vervoer van zand, grind, klei, slib, mergel, asfalt, puin, vervuilde grond en bouw- en sloofafval met zogenaamde kipauto's;
 3. Bouwmaterialenvervoer. Het transport van materialen en grondstoffen die gebruikt worden in de bouw;
- B
- Verhuisvervoer. Het verhuistransport door alle erkende verhuisbedrijven;
- C
1. Veevervoer. Het vervoer van alle soorten vee, zowel nationaal als internationaal;
 2. Rijdende Melk ontvangst. Het ophalen bij de veehouderijen en vervoeren naar de zuivelfabrieken van melk met speciaal daartoe ingerichte auto's;
 3. Agrarisch vervoer.

- D
1. Physical Distribution & Warehousing. De vervoersbedrijven die geheel zijn ingericht op de besturing en de beheersing van goederenstromen. Het betreft zowel de gereede producten naar de eindconsument als halffabrikaten tussen producenten.
 2. Algemeen distributievervoer. Het distributievervoer in de ruimste zin, alsmede de daarbij op basis van (product)specialisatie te onderscheiden subgroepen:
 - (on)geconditioneerde levensmiddelendistributie,
 - algemeen (on)geregeld route- en distributievervoer,
 - (on)verpakte meubelen,
 - bier- en frisdrankenvervoer
 - vervoer- en distributiecentra,
 - hangend confectievervoer.
 3. Koeriersdiensten. Het transport van spoedeisende zendingen;
- E
1. Internationaal vervoer (algemeen). Het grensoverschrijdend vervoer;
 2. Gecombineerd vervoer. Het vervoer dat rail/weg of weg/water combineert;
 3. Luchtvrachtovervoer. Zowel het vervoer met speciaal materieel geschikt voor luchtvrachtovervoer als het nationale en internationale vervoer van "deur" tot luchthaven en vice versa;
 4. Ferry- en (zee)containervervoer;
 5. Bloemen-, plantenvervoer. Nationaal en internationaal geconditioneerd transport van bloemen, planten, groenten en fruit;
 6. Groente en fruitvervoer;
- F
1. Tankvervoer. Het vervoer van vloeibare stoffen;
 2. Dieplader/zwaarvervoer. Het transport van materialen welke de toegestane wettelijke afmetingen en gewichten overschrijden;
 3. Autotransporteurs. Het transport van (nieuwe) personen- en/of bedrijfswagens met gebruikmaking van speciaal daartoe uitgerust materiaal;
 4. Takel en berging;
 5. Koel- en vriesvervoer.

Met betrekking tot distributievervoer kan nog het volgende onderscheid worden gemaakt¹:

1. bedrijven met overwegend lijndiensten en regio/stadsafhaal- en besteldiensten;
2. bedrijven met route-/distributievervoer in combinatie met transport- of distributiecentrum;
3. bedrijven die samenwerken in een landelijk net van transportcentra (netwerkvervoer);
4. bedrijven met overwegend distributievervoer voor individuele verladers met meerdere afleveradressen per rit;
5. overige bedrijven met overwegend distributievervoer van volle vrachten voor individuele verladers;

In de wegtransportsector zijn ongeveer 7500 ondernemingen werkzaam. Ongeveer 3000 bedrijven houden zich bezig met distributievervoer.

¹ Zie NEA, 1989, Marktonderzoek distributievervoer- structuur en ontwikkeling, Rijswijk.

Branche-groepen in het Distributie-Planologische Informatiessysteem

In het Distributie-Planologisch Informatiesysteem worden de volgende branchegroepen onderscheiden:

- 1 Voedings- en genotmiddelen
- 2 Kleding en mode-accessoires
- 3 Stoffen, handwerken, huishoudlinnen
- 4 Schoeisel, lederwaren en reisartikelen
- 5 Drogisterij-, parfumerie- en medische artikelen
- 6 Woninginrichting, meubelen, vloerbedekking
- 7 Radio, tv, grammofoonplaten, muziekinstrumenten
- 8 Electriche artikelen; verlichting, naai- en breimachines
- 9 Wasmachines, koelkasten, fornuizen
- 10 IJzerwaren, verf, hout, sanitair
- 11 Huishoudelijke artikelen, glas, aardewerk
- 12 Kunstvoorwerpen, lijsten, antiek
- 13 Bloemen, planten, dieren en tuinbenodigdheden
- 14 Boeken, tijdschriften en kantoorbenodigdheden
- 15 Fietsen, bromfietsen en auto-accessoires
- 16 Fotografische en optische artikelen, uurwerken en juweliersartikelen
- 17 Sport, kamperen, speelgoed
- 18 Warenhuizen/detailhandel algemeen
- 19 Overige detailhandel
- 20 Detailhandel in 2e handsgoederen .

Branche-indeling volgens het Economisch Instituut voor het Midden- en Kleinbedrijf.

- A. Voedingsmiddelen:
- Kruideniers
 - zelfbediening
 - supermarkten
 - bediening
 - Slagers
 - Aardappelen, groente en fruit
 - Bakkers
 - Melk- en zuivelproducten
 - Vis
 - Genotmiddelen: Banketbakkers
 - Tabaksartikelen
 - Dranken
 - Chcolaterie
- B. Duurzame goederen:
- Textiel
 - 40% - 100% woninginrichting
 - % woninginrichting onbekend
 - Heren- en jongenskonfektie en herenmode (artikelen)
 - Dames- en meisjeskonfektie
 - Lingerie en foundations
 - Baby-, kleuter- en kinderkleding
 - Kledingstoffen

Overige textielspecialzaken
Schoeisel
Sportartikelen
Koffers- en lederwaren
Huishoudelijke artikelen
Electrotechnische artikelen
Meubelen
IJzerwaren
Rijwielkleinbedrijf
Fotohandel
Opticiëns
Goud, zilver, juwelen en uurwerken
Optiek, goud en zilver
Specialzaken in wol e.d.
C. Overige goederen:
Schoenreparatie
Boekhandel
Kantoorboekhandel
Drogisten
Herenkappers
Dameskappers
Parfumerieën
Bloemen en planten
Maatkleding
Niet nader genoemd: Warenhuizen

BIJLAGE B

BEPALING VAN DE VERPLAATSINGS- AFSTANDEN

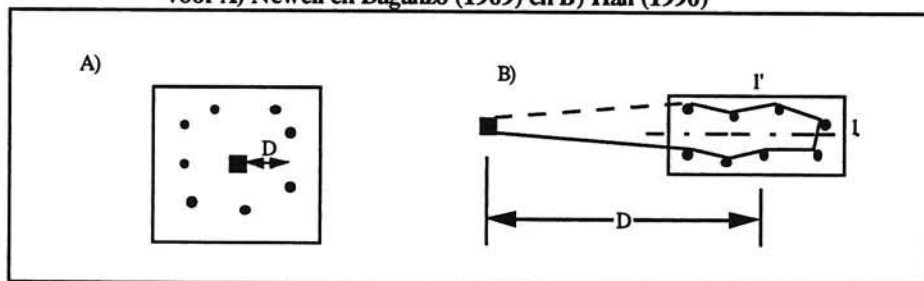
In de literatuur zijn omtrent routeplanningproblemen, ofwel vehicle-routing-problem (VRP) diverse algorithmen ontwikkeld (zie Hall, 1990). Het klassieke routeprobleem betreft het bepalen van de optimale route beginnend en eindigend bij een terminal, en zodanig opgezet dat elke stop slechts eenmalig wordt aangedaan zonder dat het maximale laadvermogen van het voertuig of maximale rijtijd van de bestuurder wordt overschreden. De algorithmen die hiervoor zijn ontwikkeld, bepalen de optimale routelengte.

Bij het bepalen van de verplaatsingsafstanden, zoals deze in dit kader nodig is, kan gebruik gemaakt worden van deze algorithmen. Aan de hand van enkele gegevens omtrent het aantal stops, de grootte van het beleveringsgebied en de afstand tot de terminal kan de verwachte routelengte worden berekend.

Voor een tweetal situaties is een algoritme ontwikkeld (zie afb. B1), namelijk:

- De terminal ligt in het centrum van de regio.
- De terminal ligt op een afstand van de regio.

Afb. B1 Uitgangssituatie bij het bepalen van de gemiddelde routelengte per stop voor A) Newell en Daganzo (1969) en B) Hall (1990)



Bron: Hall, W.H., 1990.

ad a) De terminal in het centrum van de regio

Uitgaande van een regio, waarbij de stops, uniform en onafhankelijk van elkaar over de regio zijn verdeeld, geldt de volgende formule (Christofides en Eilon, 1969):

$$(1) \quad \tilde{L} \approx 1.8 \frac{D}{N} + \frac{0.68}{\sqrt{\rho}}$$

Deze is voor grotere regio's verfijnd tot (Newell en Daganzo, 1969):

$$(2) \quad \tilde{L} \approx 2 \frac{D}{N} + \frac{0.57}{\sqrt{\rho}}$$

waarbij:

- \tilde{L} = verwachte routelengte per stop
- ρ = aantal stops per gebiedseenheid
- D = gemiddelde afstand van terminal naar stop

ad b) Terminal op een afstand van de regio

In een dergelijke situatie bestaat een rit uit tweemaal de afstand tussen de terminal en de rand van de regio ($2 \times (D - l'/2)$), een verplaatsing in de lengterichting, welke bij een groot aantal stops ongeveer gelijk is aan tweemaal de lengte van de regio ($2 \times l'$) en een verplaatsing in de breedte van de regio, benaderd met $N \times l/6$.

$$(3) \quad L_r = 2 \left(D - \frac{l'}{2} \right) + 2l' + N \left(\frac{l}{6} \right)$$

waarbij:

- L_r = verwachte routelengte
- D = gemiddelde afstand van terminal naar stop
- l' = regiolengete
- N = aantal stops in de regio
- l = regiobreedte

De optimale breedte van de regio kan worden gevonden door l' te vervangen door $N/l\rho$ en de afgeleide van de formule te berekenen voor l ($dL/dl = 0$):

$$(4) \quad \tilde{L}_r^* = 2 \frac{D}{N} + \sqrt{\frac{2}{3\rho}}$$

waarbij:

- \tilde{L}_r^* = verwachte routelengte per stop
- D = gemiddelde afstand van terminal naar stop
- N = aantal stops in de regio
- ρ = aantal stops per gebiedseenheid

Aan de hand van de formules 2 en 4 kan de gemiddelde ritlengte per stop worden berekend voor beide situaties.

Deze formules zijn eveneens toe te passen bij het bepalen van de verplaatsingsafstanden in de huidige situatie en de sdc-situatie bij het berekenen van de verplaatsingen in de stad vanuit het sdc.

