

Buisleidingentransport in Laakhaven Centraal

Een verkeerskundig ontwerp van een transportsysteem voor de bevoorrading van een grootschalige detailhandelvestiging in Den Haag Laakhaven

Nienke Maas
15 augustus 1997

Afstudeercommissie

Prof. dr. ir. P.H.L. Bovy (TU Delft)
Ir. A.J. van Binsbergen (TU Delft)
Ir. E. Kreutzberger (Gemeente Den Haag/OTB)
Ir. P.B.L. Wiggenraad (TU Delft)

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT
Faculteit Civiele Techniek
Vakgroep Infrastructuur
Sectie Verkeerskunde

Voorwoord

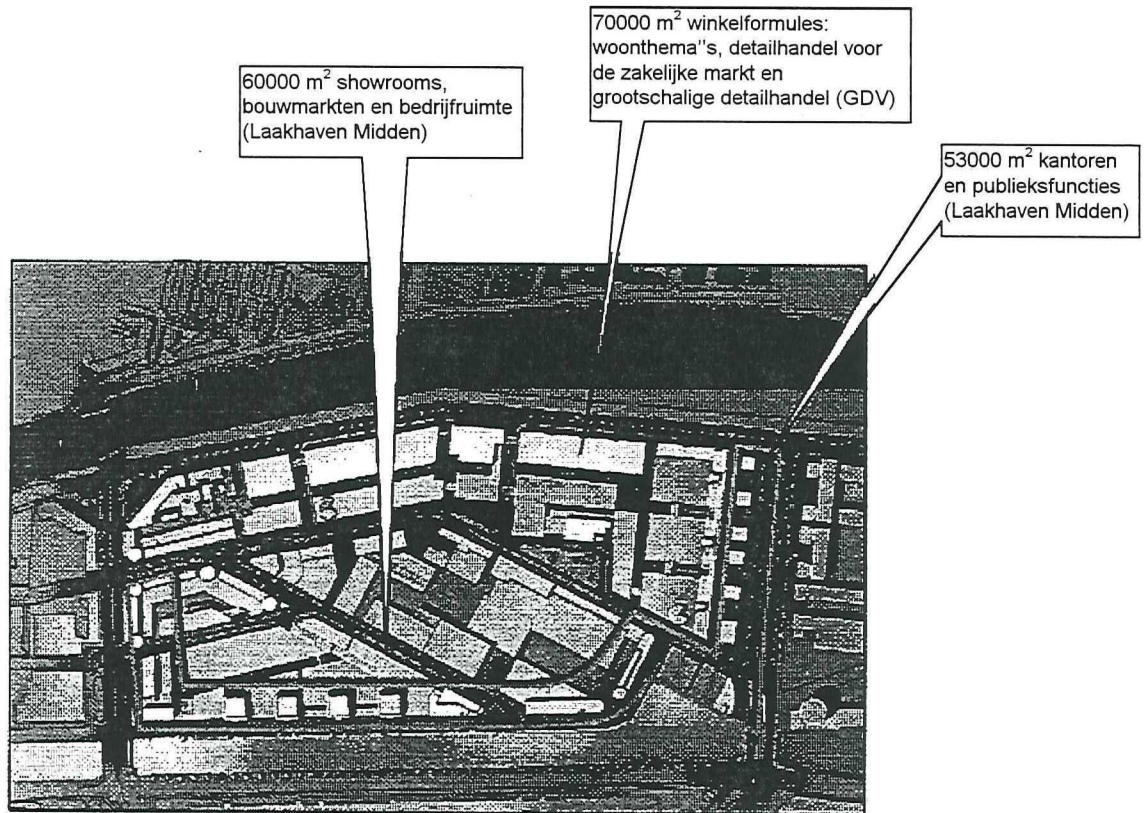
Aan het einde gekomen van de studie Civiele Techniek aan de Technische Universiteit Delft, moest ik als iedere student een afstudeeronderzoek uit voeren. Bij prof. dr. ir. P.H.L. Bovy van de vakgroep Infrastructuur, sectie Verkeerskunde en onder begeleiding van Arjan van Binsbergen heb ik een verkeerskundig ontwerp gemaakt voor een ondergronds buisleidingentransport in Laakhaven Centraal in Den Haag.

Ekki Kreutzberger heeft vanuit de gemeente Den Haag begeleid en verzorgde de informatie over de situatie in Laakhaven. De heer Wiggenraad leverde vooral commentaar op de teksten. Arjan leende mij zijn boeken, zijn tijd en zelfs zijn computer.

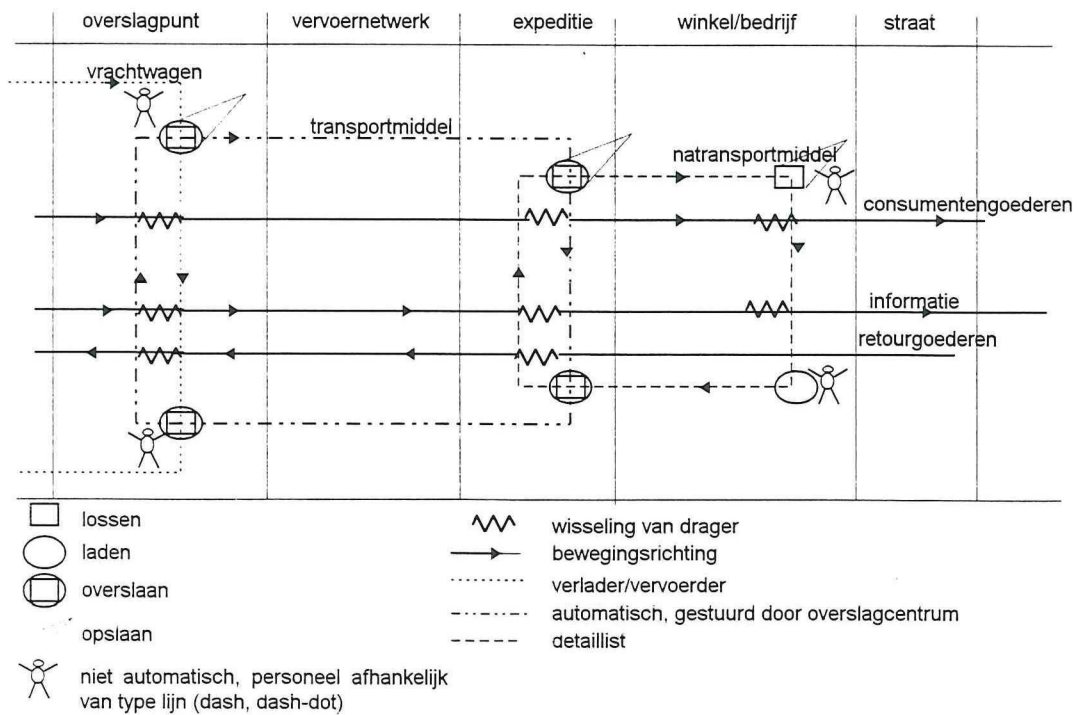
Dit rapport is het resultaat van 7 maanden schrijven, denken, tekenen, verzinnen, schetsen, schema's maken, creatief zijn en ontwerpen. Begonnen met het conflict tussen leefbaarheid en bereikbaarheid in een stad, eindig ik met een ontwerp voor een ondergronds buisleidingentransport, als een mogelijke oplossing voor dit conflict.

Nienke Maas

Delft, 15 augustus 1997



Figuur A Diverse branches die in Laakhaven Centraal gevestigd worden



Figuur B Schematisch proces van het goederenvervoer in Laakhaven

Samenvatting

Laakhaven Centraal is door de gemeente Den Haag aangewezen als GDV-lokatie. Een GDV is een verzameling grootschalige detailhandelvestigingen, met minimaal 1500 m² bruto vloer oppervlak (b.v.o) per vestiging. Er gelden geen branchebeperking, op deze buiten de bestaande kern-winkelconcentraties gelegen lokatie die zowel met de auto als met het openbaar vervoer bereikbaar is. Laakhaven Centraal bestaat uit twee gedeelten, de GDV en Laakhaven Midden en richt zich op 3 markten: zakelijke markt, detailhandel en kantoren en bedrijven (figuur A). De GDV is een gebouw van 3 verdiepingen hoog, meerdere bedrijven zitten boven elkaar, en het transport binnen de GDV kan dus minder gemakkelijk door de bedrijven zelf geregeld worden. Laakhaven Midden bestaat uit gebouwen, die los van elkaar functioneren. Op elk perceel staat één bedrijf, dat haar eigen intern transport kan regelen. De totale oppervlakte van de bedrijven in Laakhaven Centraal is 195.000 m² b.v.o., groter dan de oppervlakte van het centrum van Den Haag.

Er zal veel vrachtverkeer gegenereerd worden naar en van Laakhaven Centraal. Er bestaan belangentegenstellingen tussen de actoren die betrokken zijn bij het goederenvervoer. Het belangrijkste verschil is de tegenstelling tussen bewoners en consumenten enerzijds en de verladers en vervoerders anderzijds. De eersten willen een prettig leef- en winkelklimaat, de laatsten willen vervoeren met een zo gunstig mogelijke kosten-kwaliteitsverhouding.

Het doel van dit onderzoek luidt:

Het ontwerpen van een goederenvervoersysteem zodat de bevoorrading in Laakhaven gewaarborgd is en het gebruik van het systeem geen onoverkomelijke bezwaren oplevert bij de verladers en vervoerders.

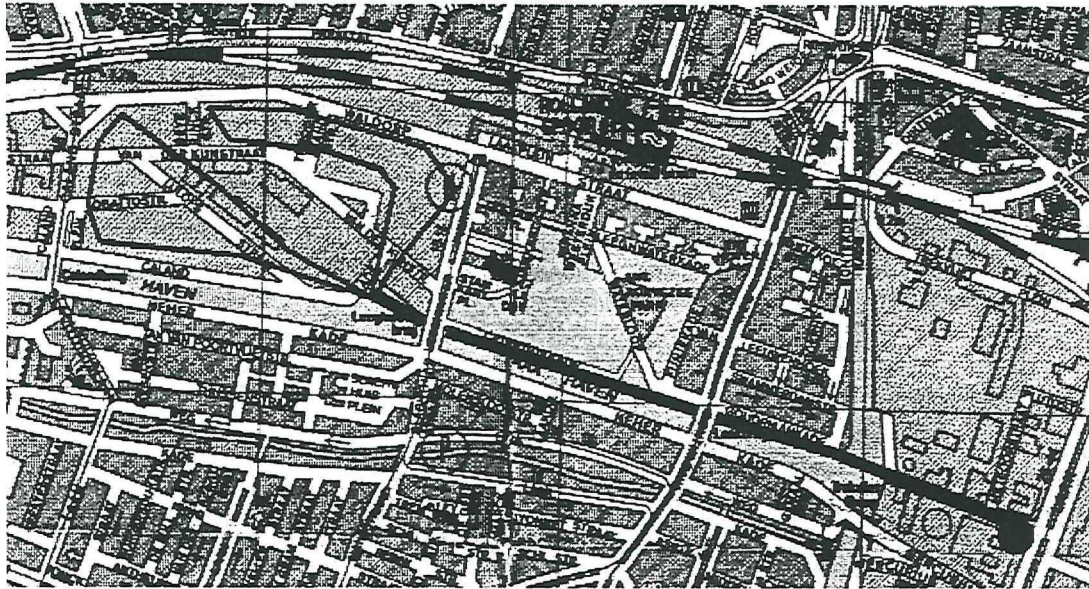
Onder goederenvervoersysteem wordt verstaan het totale vervoersysteem waarmee goederen vervoerd worden vanaf de herkomst naar de bestemming, inclusief het logistiek concept. Het ontwerp van het goederenvervoer wordt doorlopen aan de hand van het functioneel, ruimtelijk en technisch ontwerp.

Het goederenvervoersysteem in Laakhaven moet de volgende functies uit kunnen voeren: vervoeren, opslaan, overslaan, en nevenfuncties zoals administratie, onderhouden en activiteiten die ontstaan doordat ook verkoop plaatsvindt. Er wordt een onderscheid gemaakt naar verbindingen en knooppunten. Samen vormen deze een netwerk. De knooppunten zijn het overslagcentrum en de expeditie. De verbindingen zijn het hoofdtransport- en het natransportsysteem.

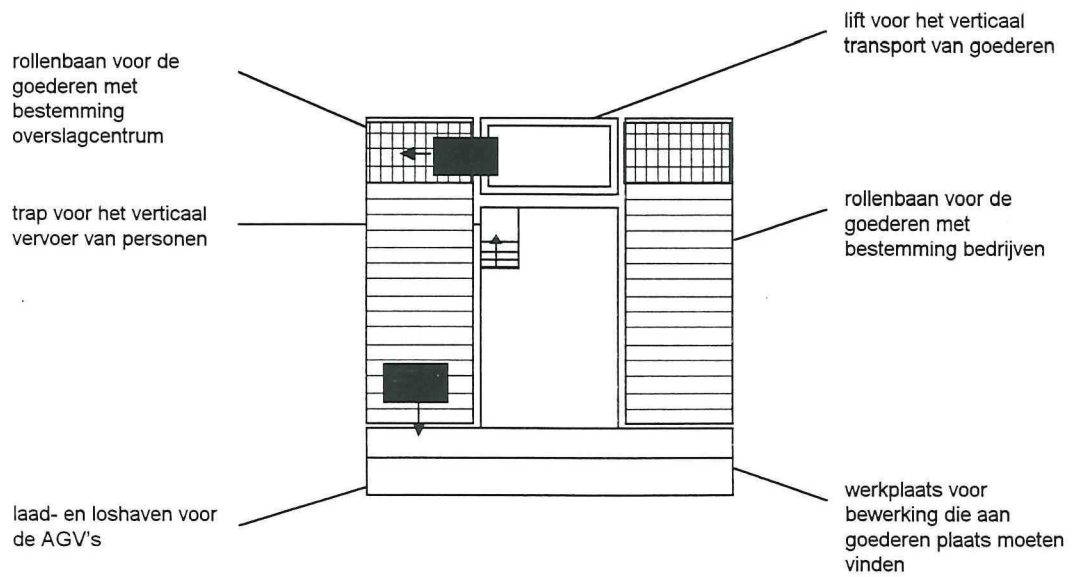
Op basis van een multicriteria analyse, met de tegengestelde belangen van de diverse actoren in weegfactoren uitgedrukt, is voor het hoofdtransport gekozen voor een ondergronds buisleidingentransport (BLT). Criteria waarop de buisleiding goed scoort, zijn de leefbaarheid en de inpasbaarheid in Laakhaven. Voor zowel de bewoner, gemeente, detaillist, consument en de vervoerder is het een transportsysteem dat ten opzichte van andere systemen hoog scoort. Echter, voor de verlader is het systeem minder gunstig. Voor het vervoermiddel in de buis is uit een multi-trailer AGV, een transportband, een capsule en een dragende AGV de laatste gekozen. Een dragende AGV (Automatisch geleid voertuig) is flexibel, heeft voor Laakhaven voldoende capaciteit, en is betrouwbaar. Het buisleidingentransport met AGV's kan ook toegepast worden in andere branches, zoals de bloemenveiling Aalsmeer en afvaltransport.

De goederen doorlopen het volgende proces vanaf het moment dat ze in het overslagcentrum arriveren (figuur B).

De vrachtwagenchauffeur lost de goederen in het overslagcentrum dat is gelegen in bedrijventerrein Binckhorst bij de Mercuriusweg. De goederen worden hier opgeslagen of direct op de AGV overgeslagen. De afmetingen van de AGV zijn 3 x 1,4 meter. Er is ruimte voor goederen met een lengte van 2,5 meter en een breedte van 1,2 meter. Goederen die niet in de



Figuur C Tracé buisleiding vanaf overslagcentrum



Figuur D Schematische modulaire opbouw van expeditie

AGV passen, zoals tapijtrollen, moet de mogelijkheid geboden worden om met vrachtwagens vervoerd te worden. Wanneer de goederen opgeslagen worden, wordt gewacht op een bericht van de detaillist dat hij ze wil ontvangen. Met behulp van rollenbanen kunnen de goederen uit de opslagruimte automatisch op de AGV geladen worden. Alle goederen krijgen een label, waardoor in het gehele systeem bekend is wat de bestemming van de goederen is.

Met een snelheid van 5 m/s en langs een helling van 2% worden de goederen door de buisleiding naar Laakhaven Centraal vervoerd. De buisleiding bevindt zich in het kanaal Laakhaven op de bodem. De AGV's kunnen elkaar passeren in de buisleiding. Tussen de twee banen zijn wissels aangebracht. Aan het begin van Laakhaven Centraal, bij het Leegwaterplein splitst de buisleiding in twee circuits. De buisleiding zal hier net onder maaiveld liggen, om de hoeveelheid af te graven grond te beperken. Het eerste circuit verzorgt voornamelijk de bevoorrading in de GDV en heeft een lengte van 3800 meter. Het tweede circuit verzorgt de bevoorrading in Laakhaven Midden en heeft een lengte van 3700 meter (figuur C). De circuits zijn onderling verbonden om de "robuustheid" van het netwerk te vergroten. Beide circuits kunnen in ruim 14 minuten afgelegd worden, inclusief de laad- en lostijd.

De circuits voeren langs expedities waar de goederen gelost worden. Een expeditie vormt de koppeling tussen de buisleiding en de bedrijven. De lokatie wordt bepaald door de maximale horizontale afstand van 25 meter tot aan ieder bedrijf in Laakhaven Midden en door de plaats van de liften zoals die nu in het ontwerp van de GDV zijn gesitueerd. Er zal zowel horizontaal als verticaal transport plaats moeten kunnen vinden. Een expeditie bestaat uit de volgende onderdelen: laad-losperron, twee rollenbanen voor heen- en terugweg, lift, opslagruimte, werkplaats, trap. De rollenbanen voor de terugweg zijn bedoeld voor de goederen die terug moeten naar het overslagcentrum zoals afval en toonmeubelen. De expeditie heeft een modulaire opbouw, waardoor de grootte van de onderdelen aangepast kan worden aan de situatie (figuur D).

Het proces in de expeditie vindt als volgt plaats. Een AGV rijdt de laad-loshaven van de expeditie van bestemming binnen en de rollenbanen op de AGV en van de expeditie gaan draaien. De goederen worden automatisch gelost en in een horizontaal vlak over de rollenbaan getransporteerd naar de lift. In de lift staat een rollend plateau, zodat boven bij de winkels de goederen op het plateau door het winkelpersoneel uit de lift gereden kunnen worden. Het winkelpersoneel zet een nieuw plateau in de lift, zodat de lift de volgende lading goederen op kan halen. In het geval dat de rollenbanen niet draaien, winkelpersoneel niet aanwezig is of een AGV in de expeditie blokkeert, wordt er een signaal naar het overslagcentrum gestuurd, waarvandaan actie ondernomen wordt om de storting te verhelpen.

Het aantal AGV's dat aangeschaft moet worden, is afhankelijk van de hoeveelheid te vervoeren goederen, de bedrijfstijd van het buisleidingensysteem, de lengte van het af te leggen tracé en operationele kenmerken als snelheid, minimale volgafstand en -tijd. De gemiddelde hoeveelheid te vervoeren volume per bevoorrading door vrachtwagens is ongeveer 9 m³, gebaseerd op de gemiddelde beladingsgraad en het gebruik van de vervoermiddelen, zoals dat in de GDV in Rotterdam Alexandrium geldt. Het vervoervolume van Laakhaven Midden is bepaald met kentallen betreffende het aantal bevoorradingen per week. In de GDV is het aantal bevoorradingen bepaald aan de hand van de gelijksoortige situatie in Rotterdam Alexandrium. Voor het vervoeren van 8000 m³ goederen per week zijn 19 AGV's nodig. Hierbij is uitgegaan van een bedrijfstijd van 12 uur en een mogelijke spreiding over de dag en de week. Uitbreiding is mogelijk, de maximale capaciteit van de buisleiding is 450 AGV's per uur.

Geconcludeerd kan worden dat een buisleiding met een AGV als vervoermiddel de vervoerder een betrouwbare vervoerwijze biedt voor de bevoorrading in Laakhaven Centraal en de overlast door ladende en lossende vrachtwagens nagenoeg laat verdwijnen. De tijd die de vervoerder moet besteden aan de bevoorrading in Laakhaven is minder geworden, door het korter traject in Den Haag en de snellere laad-loshandling bij het overslagcentrum. Voor de verlader is de onduidelijkheid betreffende de verantwoordelijkheid binnen het systeem een nadeel, maar dit wordt beperkt door een goede juridische regeling. Het systeem biedt ruimte voor geografische uitbreidingen.

Summary

Laakhaven Centraal is designated as a GDV-location by the municipality of The Hague. A GDV is an accumulation of large-scale retail shops, with a minimum area per shop of 1500 m². There is no restriction to the establishment of branches at this location situated outside the main shopping centre. It is easily accessible by car as well as by public transport. Laakhaven Centraal consists of two parts: Laakhaven Midden and the GDV. It focuses on three markets: the business market, the retail trade and trade and office. (figure A). The GDV is a three-storied building, Laakhaven Midden is a selection of separated buildings. The total area of Laakhaven Centraal is 195.000 m², more than the city of The Hague.

Laakhaven Centraal will generate a lot of freight-traffic. The actors involved have different interests. Neighbourhood and consumers want a nice and comfortable place to live and to shop. The transport and shipment companies are concerned in a cost-quality ratio which is as favourable as possible.

The purpose of this investigation is:

Designing a goods-carrying traffic system to guarantee the provisioning of Laakhaven Centraal and to neutralize the disadvantages of the use of the system for the transport and shipment companies.

A goods-carrying traffic system is the total transport system to transport goods from the place of origin to the place of destiny including the logistic concept. The system is evaluated by a functional, environmental and technical design.

The goods-carrying traffic system has to perform functions as transport, storage, transshipment and also the minor functions as administration, maintenance and activities concerning sale have to be performed by the system. Links and junctions are distinguished. Together they form a network. The junctions are the transshipment center and the forwarding section. The links are the main transport system and the subtransport system.

An underground pipeline is chosen for the transportsystem on the basis of a multiple criteria evaluation. Livability and harmony in the surroundings score very well in this system. For all actors with the probable exception of the transport company the underground pipeline is better than other transportsystems. An AGV (Automatic Guided Vehicle) is flexible and reliable and it has enough capacity and it is therefore chosen as the means of transport. The speed of the AGV is 5 m/s. An underground pipeline with an AGV may be applied in other situations like in waste-transport and the flower auction in Aalsmeer.

From the moment they are at the transshipment centre the goods go through the following process (figure B):

The truck driver unloads the truck in the transshipment centre situated in the Binckhorst industrial estate near the Mercuriusweg. The goods are stored or directly transhipped to the AGV. The AGV's dimensions are 3 x 1,4 metres, suited for goods with a 2,5 metres length and 1,2 metres width. Unsuitable goods have to be transported in the normal way with trucks. The goods in the warehouse will be transported as soon the retailer wants them. By means of conveyors the goods can be transhipped automatically. All goods are provided with labels so that their destination is known throughout the entire system.

The goods are transported to Laakhaven Centraal through the pipeline at a gradient of 2%. The pipeline is on the bottom of Laakhaven canal. The AGV's are able to pass each other. Points are installed between the lanes. At the beginning of Laakhaven Centraal the pipeline splits into two circular lines. The pipeline is just below ground level here to minimize the amount of soil to be dug up. The first circular line with a length of 3800 metres supplies the provisioning in the GDV, the second has a length of 3700 metres and supplies in Laakhaven Midden. A mutual link

between both lines will give the network its robust character. The AGV will be able to ride the lines in about 14 minutes including the loading and unloading.

The forwardings along the circular lines are the connections between the retailer and the pipeline. The location of the forwarding is determined by a distance of 25 metres to every company in Laakhaven Midden and by the position of the elevators in the present design. Both vertical and horizontal transport is needed. A forwarding exists of a loading platform, two conveyors, elevator, storage accommodation, stairs and workshop. The forwarding has a modular structure through which it is possible to adapt the size of each unit to the situation. (figure D)

The procedure in the forwarding is as follows:

An AGV drives into the loading port of the destined forwarding. The goods are unloaded by the rolling conveyors. The elevator has a rolling car for the transport to the retailer. The shop-workers take the car out of the elevator and put a new one into it. In case there is anything wrong a signal is sent to the transshipment centre and action is undertaken to repair the interruption.

The number of AGVs is dependant on the number of goods to be transported, the pipeline working hours, the length of the pipeline and of operational characteristics like speed, minimal following time and distance. The amount of goods to be transported by trucks per supply is based on the average loading capacity and the use of means of transport as applies to the GDV at Rotterdam Alexandrium. The number of goods is determined by comparing Laakhaven Midden and by a similar situation in Rotterdam Alexandrium in the GDV. In order to transport 8,000 m³ of goods 19 AGV's are needed. The operating time is 12 hours per day with a possible spread in day and week. The maximum capacity of the pipeline is 450 AGVs per hour.

It can be concluded that a pipeline combined with an AGV is a reliable goods-carrying transport system for provisioning the retailers in Laakhaven Centraal. The inconvenience caused by loading and unloading truck drivers has clearly lessened. The time spent on provisioning by the transport company has decreased because of the shorter distance and the quicker (un)loading in the transshipment centre. The lack of clarity with respect to the responsibility within the system seems to be a disadvantage, but this can be minimized by good statutory regulations. The system leaves room for geographical expansion.

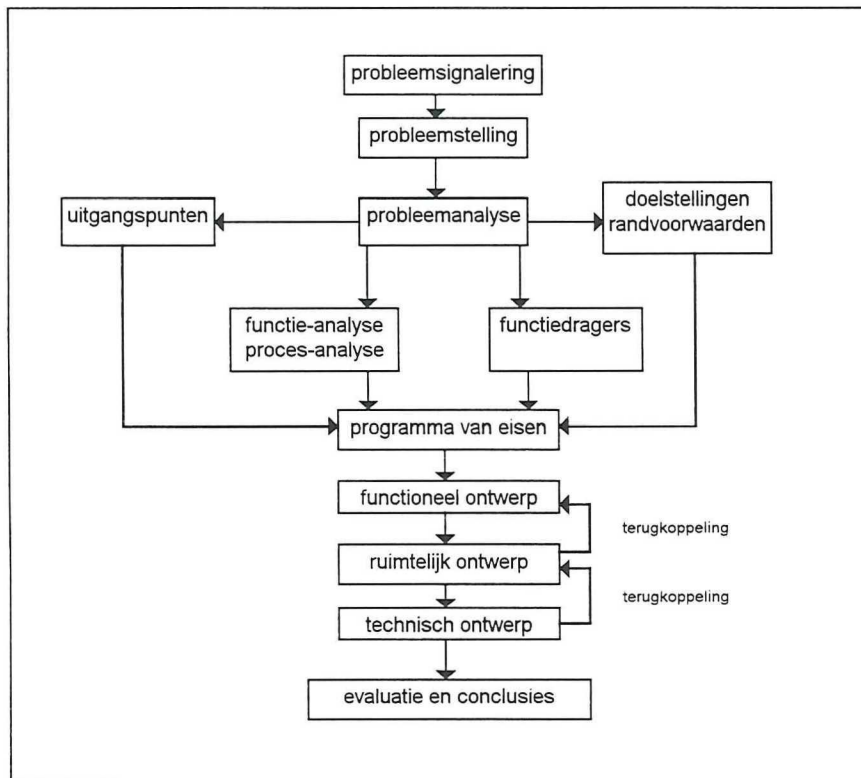
Inhoud

Voorwoord	i
Samenvatting	ii
Summary	iv
1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding tot uitvoeringsplan Laakhaven Centraal	1
1.2 Analyse en synthese	1
1.3 Leeswijzer	2
2. GDV-lokatie in Den Haag Laakhaven	3
2.1 Ontstaan Grootschalige Detailhandel Vestiging	3
2.2 Den Haag - Handelscentrum Laakhaven	4
2.3 Actoren in Laakhaven	6
2.4 Probleemstelling	8
2.4.1 Doelstelling	8
2.4.2 Onderzoeksvragen	8
2.4.3 Randvoorwaarden	8
2.4.4 Uitgangspunten	9
2.5 Conclusie	10
3. Situatie in Laakhaven Centraal	11
3.1 Den Haag	11
3.1.1 Situering	11
3.1.2 Ontsluiting agglomeratie Den Haag	11
3.1.3 Oriëntatie Den Haag	11
3.2 Laakhaven	11
3.2.1 Ligging	11
3.2.2 Omgeving	12
3.2.3 Ontsluiting	12
3.2.4 Milieukeurmerken	13
3.3 Handelscentrum Laakhaven	14
3.3.1 Omgeving	14
3.3.2 GDV	14
3.3.3 Laakhaven Midden	16
3.3.4 Vergelijking met de eisen aan de GDV-lokatie, gesteld door de overheid	17
3.4 Conclusie	18
4. Soort en hoeveelheid goederen	19
4.1 Soort goederen	19
4.2 Hoeveelheid goederen	20
4.2.1 Theorie over bepaling omvang goederenstromen	20
4.2.2 Methodes voor berekening aantal bevoorradingen	21
4.2.3 Berekening omvang vervoervolume in GDV	22
4.2.4 Berekening omvang vervoervolume in Laakhaven Midden	23
4.3 Conclusie	24
5. Proces en functie in goederenvervoer	25
5.1 Fysieke distributie	25
5.1.1 Organisatiestructuren	25
5.1.2 Gebiedsindeling traject	26
5.2 Procesanalyse	28
5.2.1 Algemeen proces van het goederenvervoersysteem	28
5.2.2 Proces van het goederenvervoersysteem in Laakhaven	28
5.3 Functieanalyse	30
5.3.1 Vervoeren	30
5.3.2 Opslaan	30
5.3.3 Overslaan	31
5.3.4 Nevenfuncties binnen het transportsysteem	32
5.4 Verlagen kosten fysieke distributie	33
5.4.1 Kosten-afstandcurve	33
5.4.2 Kostendragers en mogelijke verbeteringen	33
5.5 Conclusie	35

6. Indeling goederenvervoersysteem	36
6.1 Infrastructuur	36
6.1.1 Indeling van het transportsysteem.....	36
6.1.2 Rangschikking van de transportsystemen per actor.....	37
6.1.3 Keuze transportsysteem.....	38
6.2 Keuze vervoermiddel.....	39
6.3 Netwerk en samenhang met transportmiddel.....	41
6.3.1 Netwerkstructuren.....	41
6.4 Conclusie.....	43
7. Eisen aan goederenvervoersysteem	44
7.1 Programma van eisen.....	44
7.1.1 Eisen gesteld door de situatie in en rondom Laakhaven.....	44
7.1.2 Eisen gesteld door soort en hoeveelheid goederen die vervoerd moet worden.....	44
7.1.3 Eisen die er gesteld worden door het gekozen buisleidingentransport en de AGV.....	45
7.2 Uitgangspunten	45
8. Functioneel ontwerp BLT	46
8.1 Netwerk	46
8.1.1 Vlekkenplan.....	46
8.1.2 Netwerk voor buisleidingentransport	46
8.2 Knooppunten: overslagcentrum en expedities	47
8.2.1 Overslagcentrum.....	47
8.2.2 Expeditie	48
8.3 Verbindingen: buisleiding, AGV en natransport.....	50
8.3.1 Buisleidingentransport.....	50
8.3.2 AGV	51
8.3.3 Capaciteitsberekening en berekening aantal AGV's.....	51
8.3.4 Verticaal natransport	53
8.3.5 Horizontaal natransport	54
8.4 Foutenanalyse van gehele bevoorradingsproces	55
8.5 Conclusie.....	56
9. Ruimtelijk ontwerp BLT	58
9.1 Ruimtelijk programma van eisen	58
9.2 Lokatie van knooppunten	58
9.2.1 Overslagcentrum.....	58
9.2.2 Expedities.....	59
9.3 Tracé van verbindingen	61
9.3.1 Ligging tracé buisleidingen.....	61
9.3.2 Bediening van de bedrijven	62
9.3.3 Capaciteit afslag en wissels.....	62
9.4 Conclusie.....	62
10. Technische aspecten van BLT.....	64
10.1 Technische gegevens AGV.....	64
10.2 Technische gegevens buisleiding.....	66
10.3 Conclusie.....	66
11. Buisleidingentransport in de toekomst.....	67
11.1 24-uurs economie en buisleidingentransport.....	67
11.2 Verbinding met binnenstad van Den Haag	68
11.3 Toepassing in andere branches	68
11.4 Verantwoordelijkheid van vervoerder en detaillist.....	69
11.5 Aanpassingen in het ontwerp.....	70
11.6 Conclusie.....	70
12. Conclusies en aanbevelingen.....	71
12.1 Conclusies.....	71
12.2 Aanbevelingen	72

Bijlagen

I Vergelijking tussen produceren en stedelijk goederenvervoer	I
II Bevoorradingsstrategieën.....	II
III Methoden voor bepalen volume goederen	IV
IV Kruisingstabel van vervoersystemen.....	VII
V Effectenbeschrijving voor de keuze van de infrastructuur van het vervoersysteem.....	IX
VI Effectentabel van de kenmerken.....	IX
VII Bediening van bedrijven in GDV en LHM.....	XII
VIII Langsprofiel buisleiding	XV



Figuur 1.1 Ontwerpproces

1. Inleiding

1.1 Aanleiding tot uitvoeringsplan Laakhaven Centraal

In februari 1990 heeft de gemeenteraad van Den Haag besloten tot vaststelling van het Uitvoeringsplan Laakhaven Centraal. Dit heeft in 1993 geleid tot een bestemmingsplan, waarin het mogelijk werd gemaakt om daar geconcentreerde grootschalige detailhandel te vestigen, met onder andere branchespecifieke warenhuizen en megastores. In tegenstelling tot het personenvervoer is er in de beleidsstukken van de gemeente Den Haag nauwelijks aandacht besteed aan de omvang van de te verwachten goederenstromen naar Laakhaven Centraal. Er is in de beleidsstukken uitgegaan van goederenvervoer dat zonder grote problemen plaats kan vinden. In het kader van deze afstudeerscriptie wordt verwacht dat dit uitgangspunt niet reëel is, en dat er oplossingen gezocht moeten worden om het goederenvervoer in juiste banen te leiden. Mogelijkheden daarvoor zijn te vinden in veranderingen van de regel- en wetgeving, zoals beperkte toegang voor zware vrachtwagen, het instellen van vestertijden, en in veranderingen van het vervoersysteem, zoals de techniek en de logistiek. In dit rapport wordt de oplossing gezocht in het ontwerpen van een goederenvervoersysteem, waarbij de aandacht vooral gericht wordt op het gebied Laakhaven Centraal.

1.2 Analyse en synthese

Om een oplossing voor het goederenvervoer in Laakhaven Centraal te vinden, zal eerst nauwkeurig omschreven moeten worden, hoe de situatie zal zijn, wanneer de ontwikkelingen met vestiging van grootschalige detailhandel plaatsvinden. Met de situatie wordt de omgeving, de verzameling gebouwen in Laakhaven en het soort en volume van de te vervoeren goederen bedoeld. De omvang van het vervoervolume wordt bepaald naar analogie met een gelijksoortige situatie in Rotterdam Alexandrium en met behulp van kentallen. Wanneer deze gegevens bekend zijn, zullen de processen en de functies van het goederenvervoersysteem voor Laakhaven geanalyseerd worden. Op basis van de eisen en wensen van de actoren die een rol spelen, wordt een vervoersysteem gekozen voor het hoofdtransportmiddel.

Een programma van eisen, dat voortvloeit uit de hoeveelheid en soort goederen, de omgeving en het gekozen vervoersysteem, vormt de basis voor het functioneel ontwerp. Zie figuur 1.1. Uit dit functioneel ontwerp volgen eisen die het kader van het ruimtelijk ontwerp vormen. Ook worden een aantal technische aspecten belicht. Gezien de terugkoppelingen die steeds gemaakt moeten worden in het iteratieve ontwerpproces, zullen een aantal keuzen pas later gemaakt worden, waarvan de gevolgen al in een eerder stadium beschreven worden. De verantwoording volgt later in het rapport.

Tenslotte worden nog enkele mogelijkheden van het gekozen systeem genoemd voor de toekomst, zoals een verbinding met Laakhaven, een 24-uurs economie, en veranderingen aan het ontwerp, die de kosten kunnen verlagen of de kwaliteit zouden kunnen verbeteren. In het eindontwerp worden deze mogelijkheden niet meegenomen.

1.3 Leeswijzer

In dit rapport zal na deze inleiding een uitgebreide omschrijving gegeven worden van een grootschalige detailhandelsvestiging, en de eisen die eraan gesteld worden door de overheid. De situatie in Laakhaven wordt aan die eisen getoetst, en er wordt een vergelijking gemaakt met Rotterdam Alexandrium. De betrokken actoren hebben tegengestelde belangen, waaruit een probleemstelling volgt. Doelstelling, uitgangspunten en randvoorwaarden completeren het tweede hoofdstuk.

In hoofdstuk 3 wordt een beschrijving van de situatie gegeven, te beginnen bij de omgeving van Den Haag, en steeds meer in detail tot in Laakhaven Centraal. In hoofdstuk 4 komen de soorten goederen, en de eisen die aan het vervoersysteem gesteld worden, aan bod, en de te verwachten omvang van de goederenstromen, op basis van ervaringen en berekeningen, bepaalt de capaciteit van het vervoersysteem. Een proces- en functieanalyse van een goederenvervoersysteem in het algemeen en in Laakhaven, geven in hoofdstuk 5 aan uit welke onderdelen het systeem moet bestaan en welke functies er uitgevoerd moeten kunnen worden. Een indeling van het goederenvervoersysteem en de beoordeling hiervan door de actoren bepaalt de keuze voor ondergronds buisleidingentransport (BLT) in Laakhaven. Het vervoermiddel wordt ook in hoofdstuk 6 gekozen aan de hand van praktisch nut voor Laakhaven. Uit de voorgaande hoofdstukken kan een programma van eisen samengesteld worden in hoofdstuk 7, dat de basis vormt voor het functioneel ontwerp in hoofdstuk 8. In hoofdstuk 9 en 10 komt het ruimtelijk en technisch ontwerp aan de orde. Hoofdstuk 11 behandelt de toekomstperspectieven van het transportsysteem en mogelijke veranderingen aan het systeem in de toekomst. Deze veranderingen hebben geen gevolgen voor het goederenvervoersysteem. Hoofdstuk 12 tenslotte bevat de conclusies en de aanbevelingen met betrekking tot dit ontwerp.

2. GDV-lokatie in Den Haag Laakhaven

De GDV mag onder bepaalde omstandigheden gevestigd worden (§ 2.1). De gemeente Den Haag heeft Laakhaven Centraal aangewezen als lokatie voor een GDV. Tevens zullen er nog meer groothandels en bouwmarkten gevestigd worden. Het totale bruto vloeroppervlak is 195.000 m² (§ 2.2). Gezien de gelijksoortige situatie in Rotterdam Alexandrium waar problemen zijn met de bevoorrading van de bedrijven, is de verwachting dat in Laakhaven Centraal ook veel problemen te verwachten zijn. Betrokken actoren hebben ten aanzien van een nieuw goederenvervoersysteem eisen en wensen, die in een aantal gevallen conflicteren (§ 2.3). Vanuit deze probleemstelling wordt een doelstelling, met de daarbij horende uitgangspunten en randvoorwaarden opgesteld (§ 2.4).

2.1 Ontstaan Grootschalige Detailhandel Vestiging

In 1993 is door de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM) en Economische Zaken (EZ) een beleid geïntroduceerd waarmee de vestiging van grootschalige geconcentreerde detailhandel is toegestaan in de dertien stedelijke knooppunten in Nederland¹. Dit nieuwe beleid had een tweeledig doel. Het eerste doel is het handhaven van de winkelfunctie van binnensteden en andere bestaande winkelconcentraties. In de tweede plaats kan de dynamiek in de detailhandel bevorderd worden.² De tendenzen binnen de detailhandel komen vooral tot uiting in schaalvergroting, opkomst van themacentra en formuleverbreiding.

De term GDV is afgeleid van het begrip Perifere Detailhandelsvestiging (PDV). De strenge regelgeving voor perifere vestiging stamt uit 1973 en diende om het behoud en versterking van de winkelfunctie in binnensteden te bewerkstelligen. Grootschalige detailhandel buiten of niet aansluitend op het bestaande kernwinkelgebieden was onwenselijk. Voor een tweetal branchegroepen, brand- en explosiegevaarlijke stoffen en volumineuze goederen, werd een uitzondering gemaakt. Volumineuze goederen zijn auto's, caravans, boten. Later zijn aan dit rijtje de meubeldetailhandel en bouwmarkten toegevoegd. Het effect van deze detailhandel op de distributieve structuur werd verwaarloosbaar geacht. Deze specifieke branches mogen in perifere gebieden gesitueerd worden. Perifere lokaties zijn lokaties die niet liggen binnen een bestaand of gepland winkelgebied, of binnen het onmiddellijk daaraan grenzende gebied.³

Dit in tegenstelling tot geconcentreerde lokaties, die wel binnen of grenzend aan bestaand of toekomstig winkelgebied liggen. Het zijn lokaties "waar ruimte is voor geconcentreerde vestiging van grootschalige detailhandel, waarbij de branche beperkingen van het PDV-beleid niet of niet volledig gelden".⁴ Door een verruiming in het beleid inzake PDV, is het mogelijk om meerdere branches toe te laten in perifeer gebied en ook lokaties aan te wijzen die niet in perifeer gebied liggen, namelijk GDV-lokaties. Er worden echter wel voorwaarden gesteld aan de GDV lokatie.

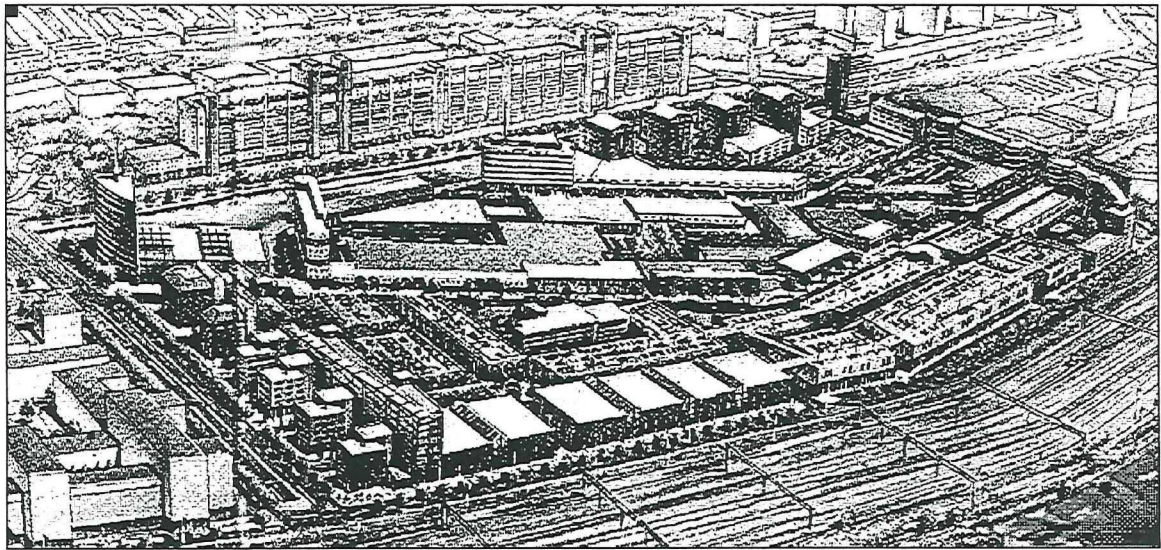
- Op regionaal niveau dient een detailhandelstructuurvisie een indicatie te geven van de reële ruimtebehoefte in de markt, om te voorkomen dat er niet zonder meer nieuwe lokaties aangewezen worden.

¹ Bron: samenvattende brief ministers VROM en EZ d.d. 19 juli 1993

² TK 1992-1993;18.765 nr.27

³ D&P, GDV lokaties in Haaglanden, Den Haag 1994

⁴ idem 2



Figuur 2.1

Impressie van Laakhaven Centraal, gezien vanaf het Noorden

[Mulleners en Mulleners]

- Een initiatief van gemeenten of provincies voor het aanwijzen van een GDV-lokatie voor alle grootschalige detailhandel zal in goede samenspraak met de inspectie van Ruimtelijke Ordening van het ministerie van VROM en het rijksconsulentschap Economische Zaken moeten geschieden.
- Bij het aanwijzen van een GDV-lokatie zal deze in ieder geval aan de eisen van het lokatiebeleid moeten voldoen en dient derhalve zowel per auto, als met het openbaar vervoer goed bereikbaar te zijn (B-lokatie). Enkel per auto goed bereikbare lokaties komen niet in aanmerking (C-lokatie).
- In het kader van het grootschalige karakter, moeten de bedrijven liefst een minimum omvang als vestigingseis hebben van ongeveer 1500 m². Deze eis is niet onlogisch omdat kleinere bedrijven van groot belang zijn voor de kwaliteit van het (kern)-winkelapparaat en dus niet weggetrokken mogen worden naar de GDV lokatie.

Een GDV kan dus beschreven worden als:

Een verzameling grootschalige detailhandelsonvestigingen (minimaal 1.500 m² b.v.o.⁵ per stuk) zonder branchebeperking op een B-lokatie buiten de bestaande (kern-) winkelconcentraties.⁶ Momenteel zijn er in Nederland vier GDV-lokaties: Ajax stadion Arena (Amsterdam), Kanaleneiland (Utrecht), Alexandrium (Rotterdam), Laakhaven (Den Haag). Alexandrium en Kanaleneiland zijn al gerealiseerd.

2.2 Den Haag - Handelscentrum Laakhaven

In Den Haag ligt in de buurt van station Den Haag Hollands Spoor het gebied Laakhaven. Dit wordt momenteel herontwikkeld en een gedeelte ervan, Laakhaven Hollands Spoor is sinds 1996 in gebruik. Dit is het gedeelte waar de Haagse Hogeschool, hoogwaardige kantoren, woningen en enkele winkels gevestigd zijn, met een totaal oppervlak van ongeveer 16 hectare. Het volgende deel is Laakhaven Centraal, bestaande uit een GDV en uit showrooms, bouwmarkten, bedrijfsruimten, kantoren en publieksfuncties. Het totale oppervlak is ongeveer 25 hectare. Zie figuur 2.1. Eventueel komen er ook woningen in dit gebied.⁷ Een aantal gebouwen is reeds gebouwd. Dit is een kantoorpand op de oostzuidhoek van het gebied, en een kantoorpand, het "Lucasgebouw" dat ten oosten van het midden van het gebied ligt. Deze GDV wordt wel gezien als een vijfde generatie woonboulevard. Zie tabel 2.1.

generatie	soort (voorbeeld)
één	centrum in de binnenstad
twee	ongestructureerd in industriegebieden (Beverwijkse woonboulevard)
drie	hetzelfde als generatie twee, maar beter vormgegeven (Zoeterwoude-Rijndijk)
vier	Alexandrium (GDV-winkelformules)
vijf	Den Haag Laakhaven (GDV- en PDV-formules onder één dak)

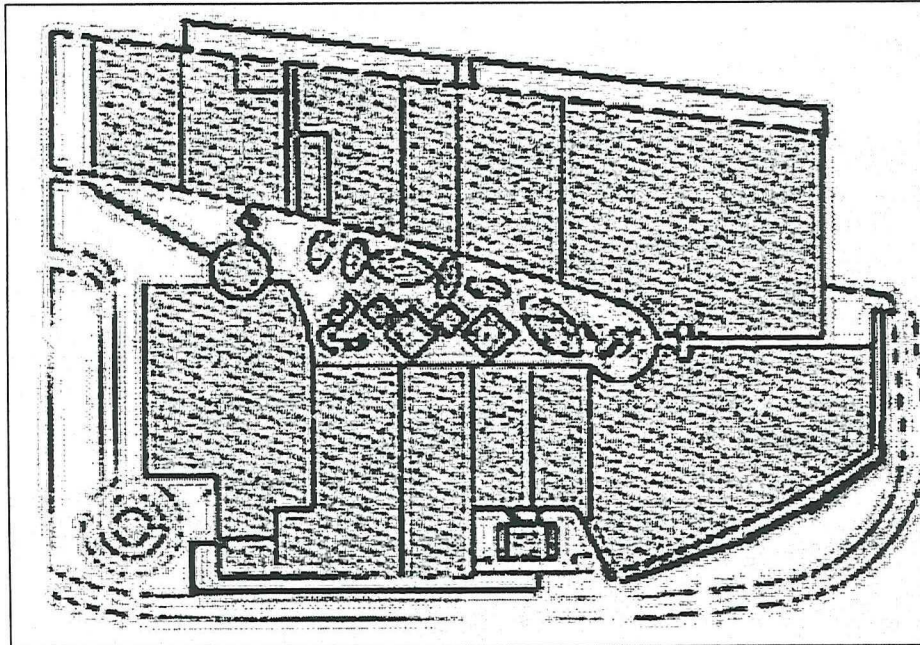
Tabel 2.1 Vijf generaties woonboulevards⁸

⁵ B.v.o. = bruto vloeroppervlak

⁶ Diepens en Okkema, Het effect van GDV op de mobiliteit, Delft 1995

⁷ In de gemeenteraad is een wethouder gesneuveld, vanwege het feit dat deze woningbouw had beloofd aan een projectontwikkelaar, maar de raad er niet over had ingelicht. Bij het bespreken van de plannen voor Laakhaven Centraal zijn er problemen ontstaan, en het is nog niet helemaal zeker of er woningbouw komt of niet.

⁸ Nieboer Gemako, makelaar GDV in Laakhaven



Duidelijk zichtbaar zijn de expeditiegangen aan de randen van het gebouw.

Figuur 2.2 **Plattegrond Alexandrium (1e verdieping)** [brochure Alexandrium]

Het totale bruto vloeroppervlak is ongeveer 195.000 m². Zie tabel 2.2.

onderdeel in Laakhaven Centraal	bruto vloeroppervlak [m ²]
GDV	82.000
showrooms, bouwmarkten, bedrijfsruimten	60.000
kantoren, publieksfuncties	53.000
totaal	195.000

Tabel 2.2 Verdeling van bruto vloeroppervlak in Laakhaven Centraal

De binnenstad van Den Haag heeft een bruto vloer oppervlak van 144.000 m² en is dus kleiner van omvang. De Haagse binnenstad heeft te maken met overlast door vrachtverkeer. Er zijn tijdvensters ingesteld, maar het aantal vrachtwagens dat de binnenstad in moet is groot. Volgens een berekening met kengetallen van Visser (1993) rijden er per week ongeveer 2500 bestel- en vrachtwagens de binnenstad van Den Haag in voor 7000 leveringen. Dit komt neer op een maatgevend aantal van 60 vrachtwagens per uur.⁹ De situatie in Den Haag centrum verschilt met de situatie in Laakhaven Centraal, maar als indicatie is te verwachten dat ook naar Laakhaven veel vrachtverkeer zal rijden. Door schaaleffecten is het mogelijk dat de grotere omzet voor meer goederen per levering zorgt, waardoor het aantal leveringen minder dan evenredig met de oppervlakte toe zal nemen. Desalniettemin zal op de aanvoerroutes overlast en extra drukte veroorzaakt worden, maar ook in het gebied zelf zal de bevoorrading voor hinder zorgen door ladende en lossende voertuigen.

In Rotterdam Alexandrium is de "Woonmall"¹⁰ in oktober 1996 officieel geopend. De "Woonmall" heeft 4 expedities, met liften voor het verticaal transport en lange expeditie gangen van meer dan 200 meter lang. Alle goederen gaan dus via deze vier expedities naar de winkels toe. Zie figuur 2.2. Er zijn mogelijkheden voor (betaalde) opslag van zowel goederen als afval, op de begane grond. Er zijn sinds de opening, maar ook daarvoor al problemen geweest met de bevoorrading van de bedrijven.¹¹

Voordat de "Woonmall" geopend werd, moesten natuurlijk alle bedrijven tegelijk bevoorraad worden, maar doordat er nog maar één ingang was, zorgde de bevoorrading voor grote opstoppingen, die de doorstroming op de openbare en doorgaande weg beïnvloedden. Tijdens de gebruiksfase hebben de bedrijfsleiders veel klachten. Er zijn slechte mogelijkheden tot afval opslag (het is een te kleine ruimte en niet dichtbij de winkel), waardoor veel winkels het afval in hun eigen magazijn moeten verzamelen. Ook de lange expeditiegangen, waardoor of het winkelpersoneel of de chauffeurs veel tijd aan het intern transport moeten besteden, leveren veel problemen op. De bewegwijzering vanaf de weg naar de expedities laat te wensen over, zodat chauffeurs lang moeten zoeken. En als de chauffeurs bij de juiste expeditie aangekomen zijn, kunnen ze door de beperkte breedte, hun voertuig niet simpel keren, maar moeten er ingewikkelde manoeuvres uitgehaald worden, om weg te kunnen rijden.

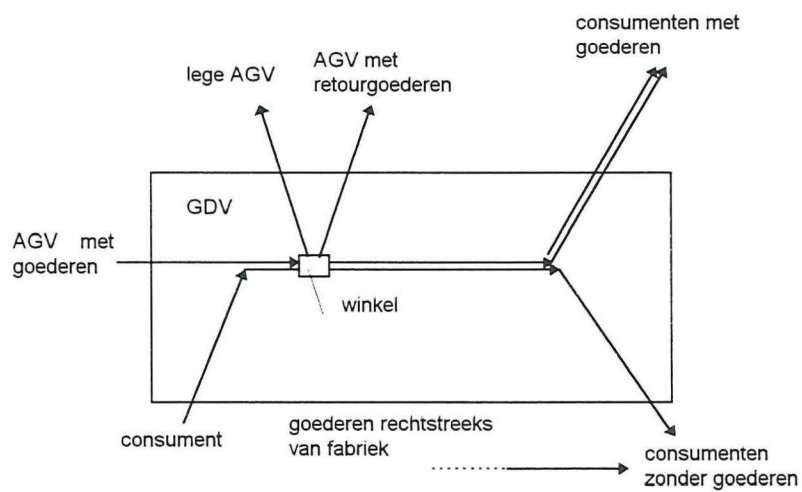
Er zitten aan de bevoorrading zoals die in Alexandrium plaatsvindt, ook enkele voordelen. De consumenten merken niets van de bevoorrading. Veranderingen in de showrooms en winkels vinden vooral in de rustige uren plaats, en in het gebouw ziet niemand de vrachtwagens rijden. Er zijn maar 4 expedities, en daar vindt het verticaal transport plaats met liften. Dit beperkt het benodigde aantal liften. Deze liften zullen groot moeten zijn, door de benodigde capaciteit.

Bovenstaande situaties, Den Haag binnenstad en Rotterdam Alexandrium laten problemen zien met betrekking tot de bevoorrading van de bedrijven en geven een indruk van de hoeveelheid te vervoeren goederen naar Laakhaven Centraal. Verwacht wordt dat hier ook problemen kunnen ontstaan, indien er geen aandacht voor het goederenvervoer is. De goederenstroom in Laakhaven is groot en complex. Onder goederenstroom wordt hier verstaan het totaal aantal

⁹ Borkens, E. een goederenvervoercorridor in stedelijk gebied, deel II, Delft 1997

¹⁰ Woonmall Alexandrium III is een groot gebouw van 3 verdiepingen (60.000 m² b.v.o.), waar voornamelijk woninginrichtingwinkels (meubelen, keukens, badkamer, verlichting, accessoires) gevestigd zijn.

¹¹ Op basis van zelf afgenomen korte interviews met een aantal bedrijfsleiders van in Alexandrium III gevestigde bedrijven.



Figuur 2.3 Stromen in GDV lopen door elkaar en zijn zeer divers

bewegingen waarbij goederen vervoerd worden. Er zullen veel goederen aangevoerd moeten worden en deze zullen door de kopers ook weer mee naar de juiste bestemming genomen worden. De consumenten die met het openbaar vervoer komen zullen de kleine goederen direct meenemen. Goederen met een grotere omvang zullen door een bezorgdienst thuis gebracht moeten worden. Consumenten die met de auto komen, zullen de goederen met de auto meenemen. Goederen die besteld moeten worden zullen vanaf de fabriek rechtstreeks naar de consument gebracht worden. Zie figuur 2.3.

Dit zal in en naar Laakhaven resulteren in veel goederenbewegingen. Wanneer de situatie niet veranderd, zal de bevoorrading vooral met vrachtwagens gebeuren. Tezamen met de personenautobewegingen zullen de vrachtautobewegingen problemen opleveren. De vrachtwagens die de bedrijven in Laakhaven bevoorraden zullen ook op de terugweg vervoerbewegingen veroorzaken. Doordat in Laakhaven Centraal grote gebouwen staan met op verschillende verdiepingen andere bedrijven, zal ook het transport in verticale richting een belangrijk aandeel hebben in de kwaliteit van de bevoorrading. De diverse actoren die in Laakhaven Centraal een rol spelen hebben allemaal hun eigen wensen en eisen ten aanzien van de bevoorrading en aspecten die ermee samenhangen. In de volgende paragrafen zal beschreven worden wat de eisen van deze actoren zijn, en daaruit volgt de probleemstelling met betrekking tot een nieuw goederenvervoersysteem voor de bevoorrading van de bedrijven in Laakhaven Centraal. Vervolgens komt de doelstelling met betrekking tot het ontwerp voor het nieuwe systeem, met de gebruikte randvoorwaarden en uitgangspunten.

2.3 Actoren in Laakhaven

In dit onderzoek naar een geschikt vervoersysteem spelen de volgende actoren een belangrijke rol. Deze actoren zijn de verladers, de vervoerders, de detaillisten c.q. bedrijfsleiders, de consumenten, de bewoners en de gemeente. De verladers en vervoerders kunnen dezelfde persoon of hetzelfde bedrijf zijn, maar zij kunnen verschillende belangen hebben. Achtereenvolgens worden de eisen en belangen van de actoren met betrekking tot de bevoorrading van de bedrijven die gevestigd worden in Laakhaven op een rijtje gezet. De actoren zijn abstract, met andere woorden, zij zijn niet betrokken geweest bij het opstellen van deze eisen en wensen.

CONSUMENT

De consument is gebaat bij een groot assortiment producten die altijd voorradig zijn. De artikelen moeten betaalbaar zijn, dus de kosten-kwaliteitsverhouding moet gunstig zijn. Tevens wil de consument een prettig verblijf in het winkelgebied hebben, zonder storende vrachtwagens. Hij wil voldoende parkeerplaatsen, en de lokatie moet goed bereikbaar zijn.

DETAILLIST

De detaillist in de GDV is gebaat bij een betrouwbare levering van de goederen, zonder dat de prijs van de goederen stijgt. Hij wil aan zijn klanten een hoog service niveau bieden en daarbij past "nee" verkopen niet. Hij wil een grote productdifferentiatie, maar de producten die hij heeft moeten in ieder geval voorradig zijn. De detaillist wil het liefst geen opslagruimte die ten koste gaat van zijn winkelruimte, maar hij wil de voorraad dicht bij de winkel hebben tegen zo laag mogelijke kosten. Dit betekent dat er frequent bevoorraad moet worden. Tevens wil hij een prettig winkelklimaat, omdat dat consumenten aanzet om artikelen te kopen. Een prettig winkelklimaat is ook goede reclame, waardoor er meer mensen naar de GDV zullen komen. Om de bedrijfskosten zo laag mogelijk te houden, wil hij niet meer personeel inzetten dan nodig is.

BEWONER

De bewoner in de omgeving van Laakhaven wil geen overlast ondervinden. Deze overlast kan zijn geluidshinder, stank en milieuverontreiniging van het vrachtverkeer. Ook mag de bereikbaarheid van de woning niet slechter worden. De parkeermogelijkheden voor de bewoner mogen niet ingepikt worden door de bezoekers van Laakhaven.

VERLADER

Een verlader is de persoon of de onderneming die goederen in zijn bezit heeft en opdracht kan geven aan zichzelf (eigen vervoer) of aan een vervoerder (beroepsvervoer) om deze goederen te transporteren. De verlader wil graag lage vervoerkosten, voor 41% van de verladers komt het op de eerste plaats.¹² Ook zal de bevoorrading betrouwbaar plaats moeten vinden. De snelheid van de bevoorrading hoeft niet heel hoog te zijn, als het aantal overslagen maar beperkt wordt. Deze nemen vaak veel tijd in beslag en zijn vaak een kostbaar onderdeel van het gehele traject van het goederenvervoer. Door tussenkomst van een stadsdistributiecentrum (SDC) wordt de levertijd ongeveer 1 uur langer, maar als de betrouwbaarheid verbetert, weegt dit voor de verlader tegen elkaar op.¹³

VERVOERDER

De vervoerder is de persoon of de onderneming die goederen vervoerd in opdracht van de verlader. In veel gevallen zal bij de bedrijven die in de GDV gevestigd zullen worden, de verlader en vervoerder dezelfde zijn. De tijdsduur van de bevoorrading is voor de vervoerder cruciaal. Hoe sneller hij een lading kan afleveren hoe sneller hij naar de volgende klant kan, en hoe meer geld hij verdient. Ook zijn lange bedrijfstijden (meer dan 16 uur per dag) optimaal,¹⁴ maar de personeelsinzet moet zo laag mogelijk zijn. Intermodaal transport waarbij een vervoerder Den Haag niet meer hoeft aan te doen, levert ongeveer een kwartier winst op per bevoorrading.¹⁵ Nadeel hiervan is dat de vervoerder juridisch aansprakelijk is tot aan de bestemming, maar het laatste deel van de bevoorrading niet in eigen handen heeft.

PROJECTONTWIKKELAAR

De projectontwikkelaar is de rechtspersoon die verantwoordelijk is voor de bouw van Laakhaven Centraal en de verhuur of verkoop van de beschikbare bedrijfsruimte voor winkels of kantoren. De projectontwikkelaar wil zo min mogelijk leegstand hebben. Ook moeten de detaillisten tevreden zijn met de situatie, dus de projectontwikkelaar wil zo min mogelijk klachten hebben. De bevoorrading van de bedrijven moet dus goed kunnen verlopen. De kosten voor een ander systeem zullen gedeeltelijk betaald moeten worden door de projectontwikkelaar, het andere deel door de gemeente. Het project Laakhaven Centraal zal goede uitgangspunten moeten hebben om geldschieters te kunnen vinden.

GEMEENTE

De gemeente is er om de belangen van de diverse actoren en diverse openbare belangen af te wegen, en vervolgens de juiste keuze te maken. De gemeente heeft ook eigen belangen. Zij is indirect gebaat bij een hoge omzet, en bij vestiging van een nieuw soort detailhandelsgebied zullen consumenten aangetrokken worden en een bijzonder bevoorradingssysteem geeft bekendheid en het trekt bedrijven aan om zich in Den Haag Laakhaven te vestigen. Waardoor de omzet verder verhoogd kan worden. De kosten voor de aanleg komen gedeeltelijk voor rekening van de gemeente. Ook is de gemeente verantwoordelijk voor de leefbaarheid en de bereikbaarheid, die geregeld tegengestelde ontwikkelingen eisen. Zij zal zorg moeten dragen voor de veiligheid van de burgers en voor een schone stad, maar ook voor een prettig investeringsklimaat, waar bereikbaarheid per auto en openbaar vervoer een voorwaarde voor is.

Zoals geconstateerd kan worden, zijn er een behoorlijk aantal conflicten en tegenstrijdigheden in de belangen ten aanzien van de bevoorrading van Laakhaven. De bewoner wil geen vrachtwagens in zijn woonomgeving vanwege de overlast en de verslechterde bereikbaarheid. De consument wil lekker kunnen winkelen, met keuze uit veel artikelen, die allemaal in voorraad moeten zijn, zonder last te hebben van een lossende vrachtwagen. De detaillist wil geen voorraad in winkel, weinig personeelsinzet en een betrouwbare bevoorrading. De verlader

¹² Gebaseerd op enquête onder EVO leden met meer dan tien werknemers

¹³ Handboek Logistiek

¹⁴ Coopers & Lybrand, 1991

¹⁵ idem 13

wil een betrouwbare bevoorrading van grote omvang tegen zo laag mogelijke kosten. De vervoerder wil een bevoorrading die weinig tijd in beslag neemt met zo min mogelijk overslag.

2.4 Probleemstelling

Het traditionele goederenvervoer naar Laakhaven Centraal is een probleem voor de bewoner en voor de consument en detaillist door de overlast die er veroorzaakt wordt. Bevoorrading is voor de consument en detaillist echter noodzakelijk om goederen te kunnen kopen en verkopen. Een ander systeem voor het goederenvervoer stuit vooral op weerstand van de vervoerder en de verlader, omdat het in de meeste gevallen meer moeite (= tijd) kost, terwijl de kosten-kwaliteitsverhouding en hun bedrijfsresultaat er niet op vooruit gaat.

2.4.1 Doelstelling

Het ontwerpen van een goederenvervoersysteem, zodat de bevoorrading in Laakhaven Centraal gewaarborgd is en het gebruik van het systeem geen onoverkomelijke bezwaren oplevert bij de verladers en vervoerders. Onder goederenvervoersysteem wordt verstaan het totale vervoersysteem waarmee goederen vervoerd worden vanaf de herkomst naar de bestemming, inclusief het logistiek concept.

2.4.2 Onderzoeksvragen

Bij het ontwerpen van een goederenvervoersysteem moeten een aantal vragen beantwoord worden. Er wordt in dit onderzoek een antwoord gegeven op de volgende vragen, volgend uit de doelstelling.

- Hoe verloopt het proces van het goederenvervoer in de bevoorrading van Laakhaven?
- Welke soorten vervoersystemen zouden toegepast kunnen worden in Laakhaven voor de bevoorrading van de bedrijven?
- Wat moet de capaciteit zijn van dit vervoersysteem?
- Welk netwerk is ideaal voor het gekozen vervoersysteem?
- Waar moet overslag plaatsvinden?
- Het natransport neemt een belangrijke plaats in, vooral in de GDV waar verticaal transport noodzakelijk is. Hoe zou dit transport eruit moeten zien?
- Wat zijn de mogelijkheden met automatische overslag voor de bevoorrading in Laakhaven, verkeerskundig gezien?
- Wat zijn mogelijkheden om kosten te verlagen?

2.4.3 Randvoorwaarden

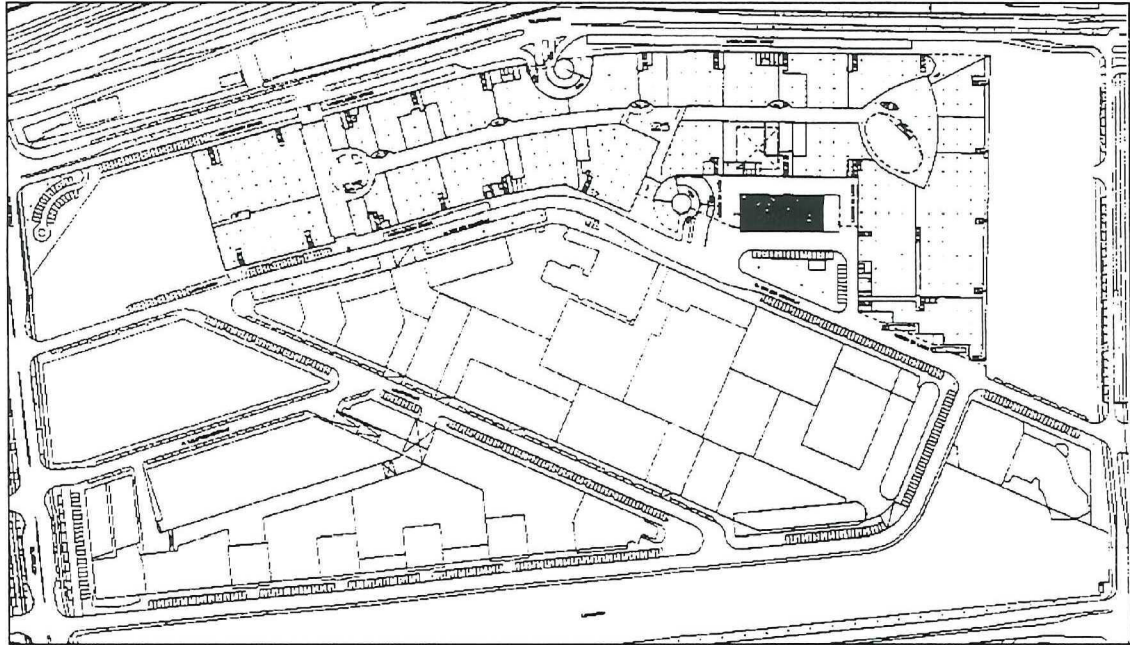
Er zijn een aantal randvoorwaarden die door de projectontwikkelaar, de gemeente en de bedrijven die zich gaan vestigen in de GDV gesteld worden.

- Milieuschade beperken

De geluidsnormen mogen niet overschreden worden. De waarde voor de NO_x en CO uitstoot mag niet toenemen.

- Overlast voor bewoners

De bewoners in de omgeving van Laakhaven Centraal mogen geen hinder ondervinden van het goederenvervoersysteem. Er mag geen extra vrachtverkeer met bestemming Laakhaven door de woonwijken, en de geluidsbelasting mag in de woonwijken niet hoger worden dan nu het geval is.



Het gedetailleerde deel is de GDV, het overige gebied is Laakhaven Midden. De lijnen van de gebouwen in de tekening geven niet de grenzen van de bedrijven aan.

Figuur 2.4 **Plattegrond Laakhaven Centraal** [Witt en Jongen]

- Overlast consumenten

De consument mag in de GDV geen last hebben van de aangevoerde goederen. De GDV moet een luxe, hoogwaardige uitstraling hebben.

2.4.4 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten worden in dit onderzoek gehanteerd.

- Gehele traject

Het gehele traject van de fysieke distributie zal bekeken worden. De nadruk zal echter gelegd worden op de toeleveringszijde binnen de agglomeratie Den Haag. Het transport vanaf de expeditie naar de schappen in de winkel mag niet vergeten worden.

- Detaillering beperken tot gebied Laakhaven Centraal

Het goederenvervoer wordt bekeken voor het gebied Laakhaven Centraal, dus de goederen die bestemd zijn voor Handelscentrum Laakhaven. De nadruk zal komen te liggen op de GDV. Zie figuur 2.4.

- Toekomstige situatie

Er wordt, voor de plaatsbepaling van het systeem, uitgegaan van een situatie in Den Haag zoals die voor over 5 jaar gepland is. Dat betekent dat de centrumring, de parkeerring en de buitenring aangelegd zijn, en dat er in het verlengde van de Mercuriusweg een verbinding is gemaakt met de Utrechtsebaan. Zie figuur 3.4. In industrie- en bedrijventerrein Binckhorst wordt de inrichting naar verwachting als volgt. In het oosten van Binckhorst komen hoogwaardige kantoren en bedrijven. In het westen worden de meer laagwaardige bedrijven geplaatst.

- Niet vaststaande toekomstige ontwikkelingen

Mogelijke toekomstige ontwikkelingen in het Laakhavengebied, zoals de renovatie van Laakhaven West, worden meegenomen, maar zullen niet de hoofdmoot vormen bij het ontwerpen.

- Vervoerstechniek

Er wordt rekening gehouden met vervoerstechnieken die nu nog niet operationeel zijn. Dus de Japanse situatie met ondergrondse hypermoderne voertuigen behoort tot de mogelijkheden. Er wordt rekening gehouden met het verschil in omstandigheden, zoals de zeer beperkte ruimte bovengronds, de technische mogelijkheden.

- Betrouwbaarheid krijgt prioriteit

In het te ontwerpen vervoersysteem is de snelheid niet het belangrijkste maar zal de aandacht vooral uitgaan naar hoe het systeem het meest betrouwbaar kan worden gemaakt. De betrouwbaarheid kan uitgedrukt worden in de faalkans bij afwijkingen van het gemiddelde.

- Gefaseerd bouwen

Het moet mogelijk zijn om het gebied gefaseerd te ontwikkelen. Het vervoersysteem moet echter vanaf het begin kunnen functioneren in de gedeelten waar dat nodig is.

- Ontwerp van gebouw

Het gebouw voor de GDV, zoals dat nu ontworpen is, wordt niet gewijzigd. Eventuele aanpassingen aan de expeditie zijn mogelijk. De situering van de winkels en van het parkeerdek op de derde verdieping en op het dak, verandert niet. Het overig deel van Laakhaven bestaat uit gebouwen van een of twee verdiepingen, maar verdiepingen boven elkaar horen bij hetzelfde bedrijf. Zie figuur 2.4.

- Intern transport

Het intern transport, dat plaatsvindt in de winkel wordt niet meegenomen in het ontwerp, maar wordt wel beschreven in de procesbeschrijving. Wel worden er mogelijkheden beoordeeld op het intern transport. Dit is vooral van belang in het deel buiten de GDV.

- Bewonerseisen

Het goederenvervoer mag niet ten koste gaan van de bewoners, in de omgeving van Laakhaven. De overlast die zij nu van het vrachtverkeer ondervinden, mag niet meer worden.

- Verplichte deelname

Het wordt voor verladers en vervoerders verplicht om van het goederenvervoersysteem gebruik te maken. Uitzonderingen kunnen er gemaakt worden voor exceptioneel transport en overig transport dat niet met het goederenvervoersysteem plaats kan vinden.

- Geen afschrikking bij potentiële bedrijven

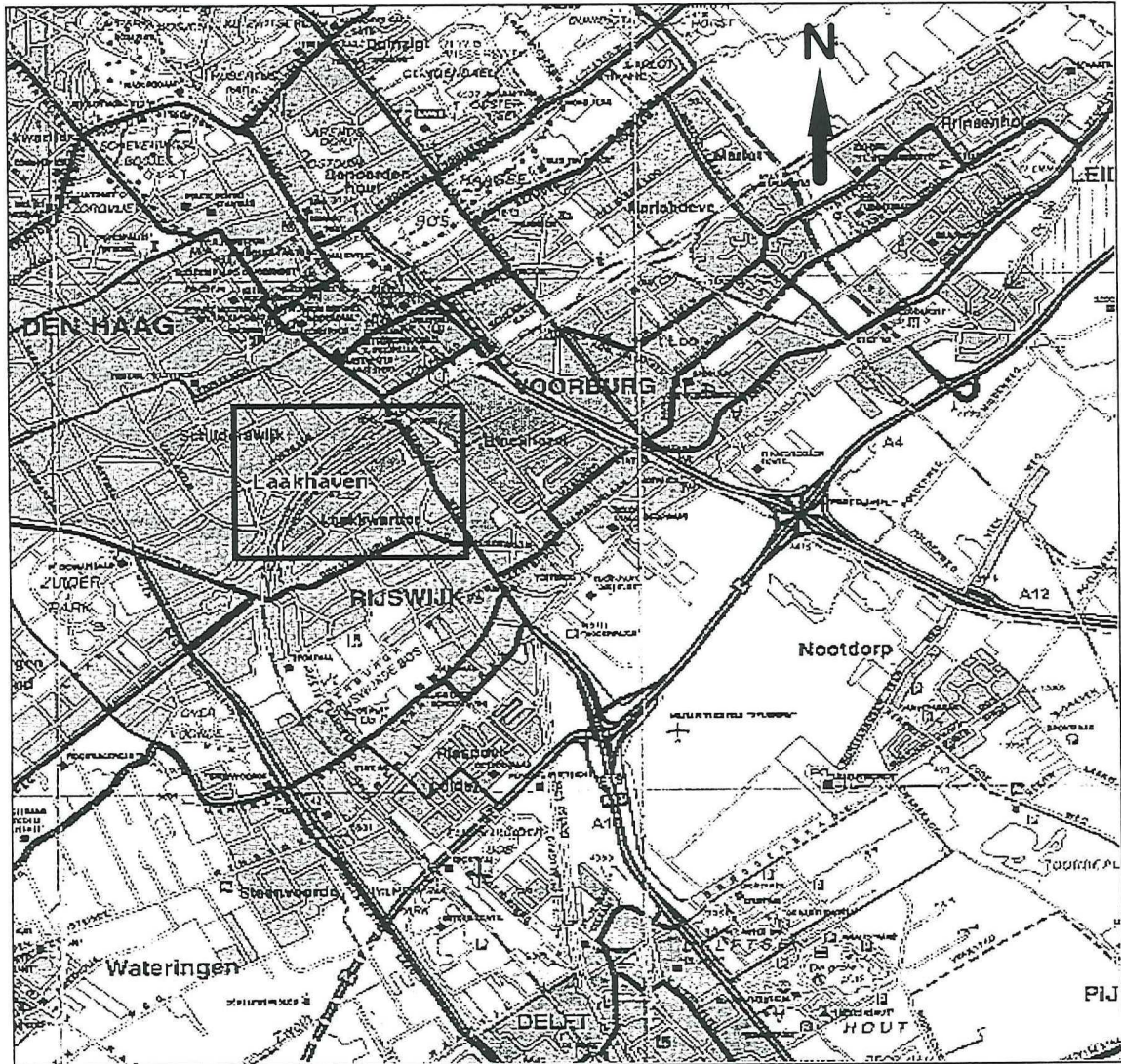
Bedrijven die zich eventueel willen vestigen in Laakhaven Centraal mogen niet afhaken bij gebruik van een nieuw goederenvervoersysteem. Het moet dus voor alle betrokkenen een goed alternatief zijn, of er moeten zodanige maatregelen getroffen worden, dat de nadelen van het nieuwe systeem opheft.

- Week van 6 dagen

Voor de berekening van de bevoorrading per week wordt uitgegaan van een week waarin 6 dagen bevoorrading plaatsvindt. De verspreiding over de week is geheel gelijkmatig, er zijn geen dagen, waarop de hoeveelheid goederen beduidend meer is. Deze gemiddelde spreiding wordt ook aangehouden bij het bepalen van het maximaal aantal te vervoeren goederen.

2.5 Conclusie

- In Rotterdam Alexandrium zijn voor de opening en in de gebruiksfase veel problemen opgetreden met betrekking tot de bevoorrading van de bedrijven. Het intern transport, vanaf de expeditie tot in de winkel verdient veel aandacht, omdat de winkels driedimensionaal gesitueerd zijn, en dit intern transport voor een deel zal bestaan uit verticaal transport.
- Een GDV bestaat uit een verzameling grootschalige detailhandelsvestigingen zonder branchebeperkingen op een B-lokatie buiten de bestaande (kern)winkelconcentraties.
- Een GDV heeft door zijn grote omvang, in bruto vloeroppervlak, snel de grootte van het kernwinkelapparaat van een middelgrote stad. Er zal dus veel vrachtverkeer gegenereerd worden in een GDV lokatie.
- Stromen in een GDV, met deze branches zijn ingewikkeld en divers in richting, vervoerde goederen en grootte.
- Er bestaan veel belangentegenstellingen tussen de actoren die betrokken zijn bij het goederenvervoer. Het belangrijkste verschil is de tegenstelling tussen bewoners en consumenten die geen vrachtverkeer willen, en de verladers en vervoerders die niet anders dan vrachtverkeer willen.
- Overslag kosten zijn voor de verlader en de vervoerder een belangrijke factor in de beoordeling van een goederenvervoersysteem. Voor de vervoerder en de detaillist is de personeelinzet een belangrijke factor. De consument en de detaillist willen een prettig leefklimaat. De projectontwikkelaar wil een GDV-lokatie waarvan de bedrijfsruimtes goed verhuurd kunnen worden. De gemeente weegt de belangen af.



© Suurland-falkplan bv - Eindhoven

Figuur 3.1 Den Haag en omstreken

3. Situatie in Laakhaven Centraal

Om een goederenvervoersysteem te ontwerpen is een programma van eisen nodig. Hiervoor zijn gegevens nodig omtrent de situatie in Laakhaven en de te vervoeren goederen. Ook de omgeving van de agglomeratie Den Haag is belangrijk. De omgeving wordt tot op het niveau van Den Haag Laakhaven Centraal bekeken, inclusief de plattegrond van de gebouwen. Eerst zal de situatie beschreven zoals die in Laakhaven nu is. Er wordt steeds verder ingezoomd op Laakhaven Centraal. Er wordt begonnen met de omgeving van Den Haag (§ 3.1), vervolgens komt de omgeving van Laakhaven aan bod (§ 3.2) en tenslotte de omgeving van Handelscentrum Laakhaven (§ 3.3), onderverdeeld naar de GDV en naar Laakhaven Midden (LHM). De eisen aan een GDV-lokatie die door de overheid gesteld worden, worden gecontroleerd voor de lokatie Laakhaven. De eisen die uit dit hoofdstuk volgen voor het ontwerp van het goederenvervoersysteem komen in hoofdstuk 7 aan bod.

3.1 Den Haag

3.1.1 Situering

Den Haag ligt in het westelijk deel van de Randstad, tegen de Noordzee aan. Ten zuidwesten van Den Haag ligt het Westland met de tuinderskassen. In het noorden ligt Wassenaar, in het oosten liggen Leidschendam, Voorburg en Zoetermeer, en in het zuidoosten liggen Rijswijk en Delft. Zie figuur 3.1.

3.1.2 Ontsluiting agglomeratie Den Haag

Den Haag is op het hoofdwegennet aangesloten via de A4 naar Leiden, de A12 naar Zoetermeer en de A13 naar Delft. Zie figuur 3.1. Secundaire wegen die Den Haag ontsluiten zijn de N44 naar Wassenaar, de N213 naar Westland en de Prinses Beatrixlaan naar Rijswijk en Delft. De ontsluiting op het hoofdsporennet wordt verzorgd via station Den Haag Centraal Station, Den Haag Hollands Spoor en Den Haag Moerwijk. Vanaf deze stations lopen een aantal tram- en buslijnen die de ontsluiting van Den Haag met het openbaar vervoer verzorgd.

3.1.3 Oriëntatie Den Haag

De rondom Den Haag liggende gemeenten uit de agglomeratie zijn georiënteerd op de stad Den Haag. De stad Den Haag heeft voor die gemeenten een regionale functie. Ook zijn er voorzieningen voor inwoners uit Delft en Zoetermeer. Veel arbeidsplaatsen worden vervuld door mensen uit de regio Haaglanden, en doordat het kabinet in Den Haag zetelt, zijn er veel werknemers uit geheel Nederland.

3.2 Laakhaven

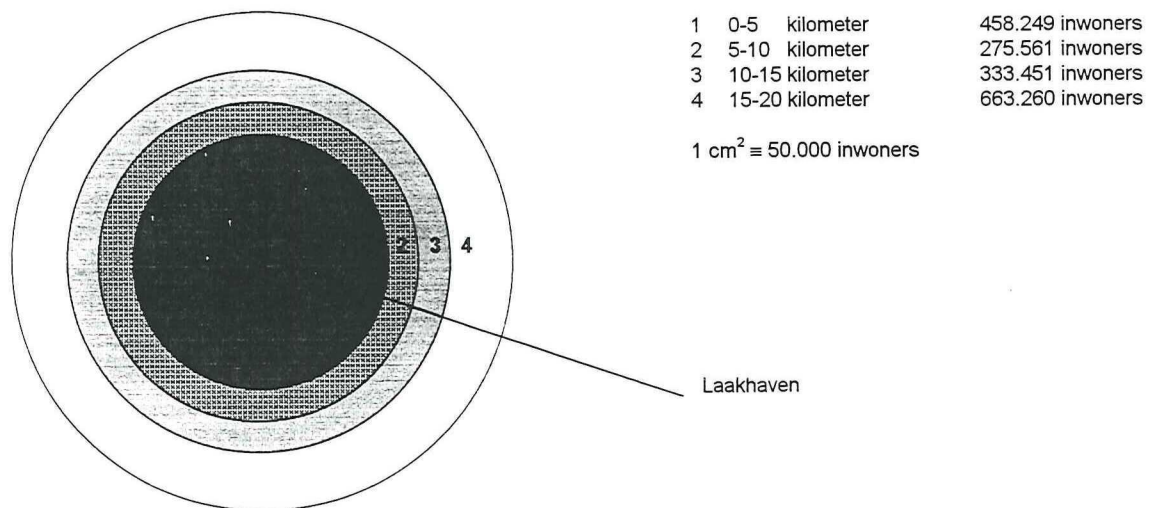
3.2.1 Ligging

Het Laakhavengebied in Den Haag ligt ten zuiden van station Hollands Spoor in Den Haag. Ten opzichte van Den Haag ligt het gebied aan de rand van het centrum. Zie figuur 3.2. Het gehele gebied wordt in het noorden begrensd door de Waldorpstraat en in het oosten door de Rijswijkseweg, de doorgaande weg van Rijswijk (knooppunt Ypenburg) naar Den Haag centrum. In het zuiden wordt het gebied omsloten door water, de Laakhaven, begrensd door de



© Suurland-Falkplan bv - Eindhoven

Figuur 3.2 **Omgeving Laakhaven**



Figuur 3.3 **Aantal inwoners binnen bepaalde afstand van Laakhaven** [D&P (bewerkt)]

Neherkade. Deze komt samen met de Waldorpstraat en vormt de punt van het driehoekvormig gebied.

Het Laakhavengebied bestaat uit drie delen. Laakhaven Hollands Spoor is het meest oostelijk gelegen deel. Dit deel bestaat uit de Haagse Hogeschool, waarin 14.000 studenten gehuisvest zijn in een complex van 85.000 m², uit kantoren met een totale oppervlakte van 130.000 m² en 400 woningen. In het meest westelijk deel, de punt van de driehoek, ligt Laakhaven West. Dit gedeelte moet nog ontwikkeld worden, maar de gebouwen waar nu nog kleine bedrijven en werkplaatsen gevestigd zijn, moeten een flinke opknapbeurt krijgen. Het middengedeelte, Laakhaven Centraal of Handelscentrum Laakhaven genoemd, is bestemd voor de GDV en de showrooms, bedrijfsruimten en kantoren. In de brochures die de gemeente gemaakt heeft voor bedrijven die zich mogelijk kunnen gaan vestigen in Laakhaven, wordt gerept van een unieke lokatie, door de aanwezigheid van kennis, gerenommeerde bedrijven, intercity-station met 3-uurs verbindingen naar Parijs, kortom een lokatie met allure en een "toegevoegde waarde".

AANTAL INWONERS

In de omgeving van Den Haag wonen veel mensen, die dus allemaal potentiële klanten kunnen zijn van het Handelscentrum Laakhaven. In figuur 3.3 is aangegeven hoeveel inwoners er zijn binnen een bepaalde afstand van Laakhaven¹⁶.

3.2.2 Omgeving

Aan de bovenkant van de driehoek, evenwijdig aan de Waldorpstraat ligt het spooreplacement. Zie figuur 3.2. Aan de Neherkade staat een langgerekte flat van ongeveer 10 verdiepingen hoog. Tevens ligt er een stadsdeelkantoor aan deze weg. Het water, waar het gebied zijn naam aan te danken heeft, heeft een diepte van 4 meter, de waterhoogte ligt op 0,4 meter beneden NAP. De breedte van het water is ongeveer 50 meter, ruim breed genoeg voor het scheepvaartverkeer.¹⁷ Voor de waterhuishouding is een minimale breedte nodig van 5 meter.¹⁸ Ten oosten van Laakhaven, staan woningen en een aantal nieuwe kantoorgebouwen. Voorbij de Trekvluit begint industrieterrein Binckhorst, waar hoog- en laagwaardige bedrijven gevestigd zijn. Langs de Rijswijkseweg en de Haagweg staat veel bebouwing, enkele meters van de weg afgelegen. Deze bebouwing is voor het gedeelte in Den Haag niet bepalend voor het stadsbeeld, wel voor het deel in Rijswijk. Zij zal zoveel als mogelijk gehandhaafd moeten blijven. Deze straten worden nu veelvuldig gebruikt. Er loopt een trambaan (lijn 1) in de middenberm, waar overdag elke 10 minuten een tram langs rijdt. Er is veel fietsverkeer en overstekende voetgangers.

3.2.3 Ontsluiting

ONTSLUITING PER VRACHTWAGEN

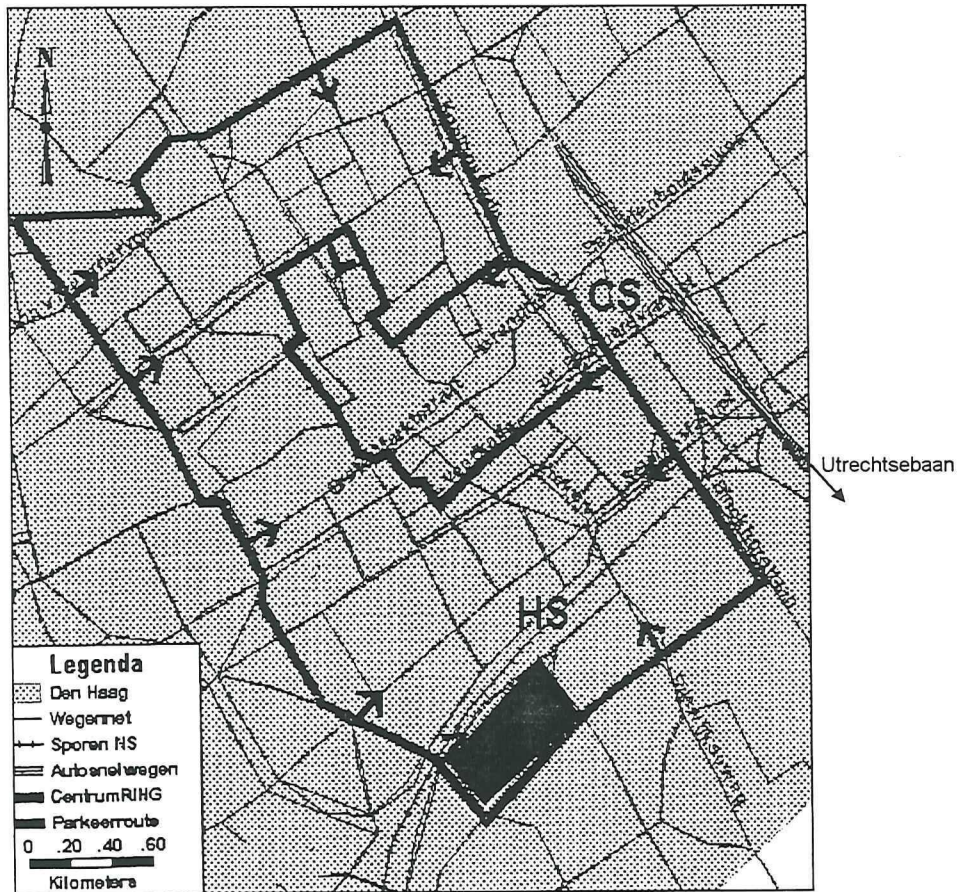
Het meeste vrachtverkeer (60%) naar de agglomeratie Den Haag komt nu vooral via de Rijswijkseweg (Haagweg) en de Utrechtsebaan (A12) Den Haag binnen. In 1984 reden daar per etmaal ongeveer 8800 voertuigen, op weg naar een bestemming in de agglomeratie.¹⁹ Ten opzichte van de rest van de regio heeft het Laakhavengebied vanaf het Westland een ontsluiting met niet al te veel congestie. Komende uit de richting Rotterdam en Delft is de ontsluiting minder goed, omdat men in de spits vrijwel altijd te maken heeft met congestie. Buiten de spits is de intensiteit van het verkeer hoog. Hetzelfde geldt voor de richting Zoetermeer.

¹⁶ D&P, GDV-lokaties in Haaglanden, Den Haag 1994

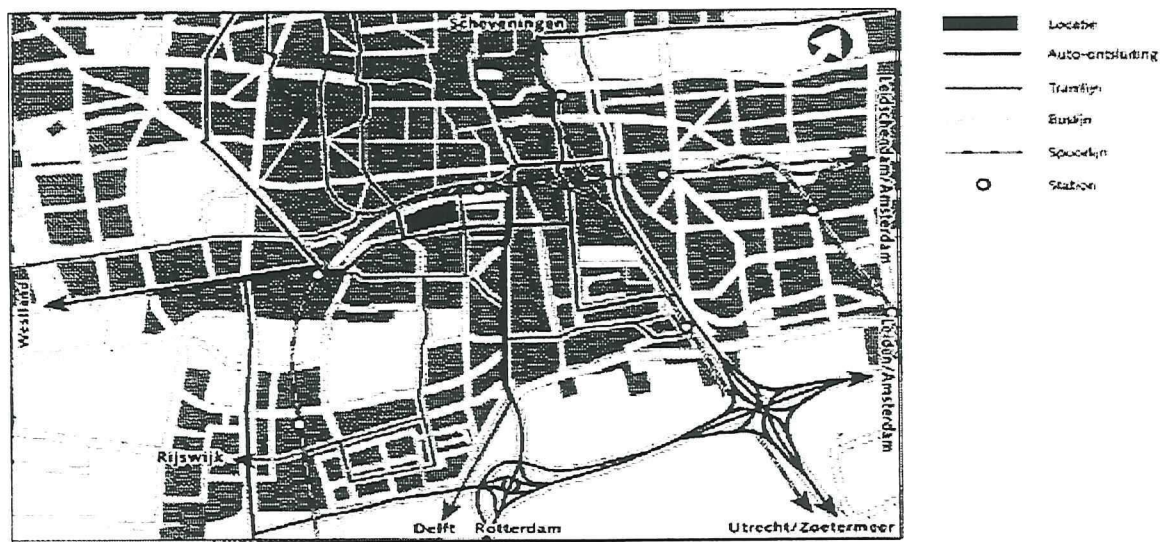
¹⁷ Havenbedrijf Den Haag

¹⁸ Hoogheemraadschap Delfland

¹⁹ BGC, gemeente 's-Gravenhage onderzoek goederenvervoer, Deventer 1984



Figuur 3.4 Parkeerring en centrering in gemeente Den Haag [Borkens]



Figuur 3.5 Ontsluiting van Laakhaven met auto en openbaar vervoer [Mulleners en Mulleners]

De ontsluiting van Den Haag Centrum via de weg zal in de toekomst plaatsvinden via de centrumring en via de parkeerring. Zie figuur 3.4. Deze rondwegen zijn nu nog niet klaar, maar zij zullen ervoor zorgen dat de ontsluiting van de binnenstad hoofdzakelijk via de Utrechtsebaan loopt. De Utrechtsebaan kan op den duur gereserveerd worden voor verkeer met bestemming Den Haag Centrum, waardoor verkeer met herkomst Scheveningen via de Noordrandweg rijdt. De doortrekking van de Mercuriusweg moet nog plaatsvinden. De ontsluiting van het Laakhavengebied zal ook gaan plaatsvinden via deze rondwegen. Voornamelijk het verkeer komende uit de richting Delft en Rotterdam (A13), Leiden (A4) en Zoetermeer (A12), zal over de Utrechtsebaan naar de het centrum van Den Haag rijden. Het meeste vrachtverkeer zal vanuit deze richtingen komen. Het vrachtwagenverkeer uit het Westland met bestemming Laakhaven zal gebruik maken van diverse invalswegen (Prinses Beatrixlaan en de Erasmusweg, via de N4 en de A4, via de Mercuriusweg). Zie figuur 3.5.

ONTSLUITING VAN HET OPENBAAR VERVOER VOOR BEZOEKERS

De ontsluiting met het openbaar vervoer van Laakhaven Centraal is mogelijk met tramlijn 1 (Delft - Scheveningen), tramlijn 10 (Voorburg - Statenkwartier) en tramlijn 16 (Moerwijk - Centraal Station) en buslijn 17 (Steenvoorde - Station Hollands Spoor), buslijn 18 (Station Hollands Spoor - Clingendael), buslijn 21 (Ypenburg - Centraal Station), buslijn 30 (Rijswijk Centrum - Centraal Station) en trein, via de stations Den Haag Holland Spoor en Den Haag Moerwijk²⁰. Voor een juiste ontsluiting voor personenvervoer zullen enkele tangentiële bus- of tramlijnen nodig zijn, zodat ook de winkels in het midden van Laakhaven Centraal goed per openbaar vervoer bereikbaar ontsloten zijn. Zie figuur 3.5.

3.2.4 Milieukenmerken

GELUIDSHINDER

De geluidsterkte op de Neherkade, Waldorpstraat, Mercuriusweg en Binckhorstlaan lag in 1990 tussen de 66 dB(A) en 70 dB(A)²¹, berekend met Standaard Reken Methode I²². Zie tabel 3.1. De geluidsbelasting mag overdag niet hoger zijn dan 75 dB(A). Vooral vrachtwagens zijn verantwoordelijk voor de hoge geluidsproductie op de Rijswijkseweg. Dit huidige geluidsniveau is op deze weg meer dan 70 dB(A). Reductie kan in dat geval bereikt worden door vermindering van het autoverkeer op de Rijswijkseweg door een ander verkeerscirculatieplan, een gehele vermindering van het autogebruik, of het gebruik van stille motoren. In de gemeente Den Haag zijn in 1990 voorspellingen gedaan voor het jaar 2000 omtrent de geluidsbelasting bij ongewijzigd beleid en bij het uitvoeren van een Milieuvariant. De waarden voor het geluidsniveau zijn voor het gebied rondom Laakhaven ongeveer gelijk als in 1990, de grenswaarde wordt nergens overschreden.²³ Er is bij deze berekening enigszins rekening gehouden met ontwikkelingen voor het gebied Laakhaven. De nieuwe centrumring en parkeerring zijn nog niet meegenomen in de voorspellingen. Met toenemend vrachtverkeer zal de overlast op bepaalde delen erger worden.

	geluidskwaliteit [dB(A)]		milieuverontreiniging [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$]		
	1990	2000	1990	2000	
Binckhorstlaan	66-70	66-70	126-135		136-150
Calandstraat	66-70	66-70	116-125		116-125
Leeghwaterplein	-	-	116-125		126-135
Mercuriusweg	66-70	66-70	126-135		136-150
Neherkade	66-70	>70	136-150		151-160
Rijswijkseweg	>70	>70	>160		>160
Waldorpstraat	66-70	>70	151-160		151-160

Tabel 3.1 De waarde van de geluidskwaliteit en de milieuverontreiniging in 1990 en bij ongewijzigd beleid in 2000²⁴

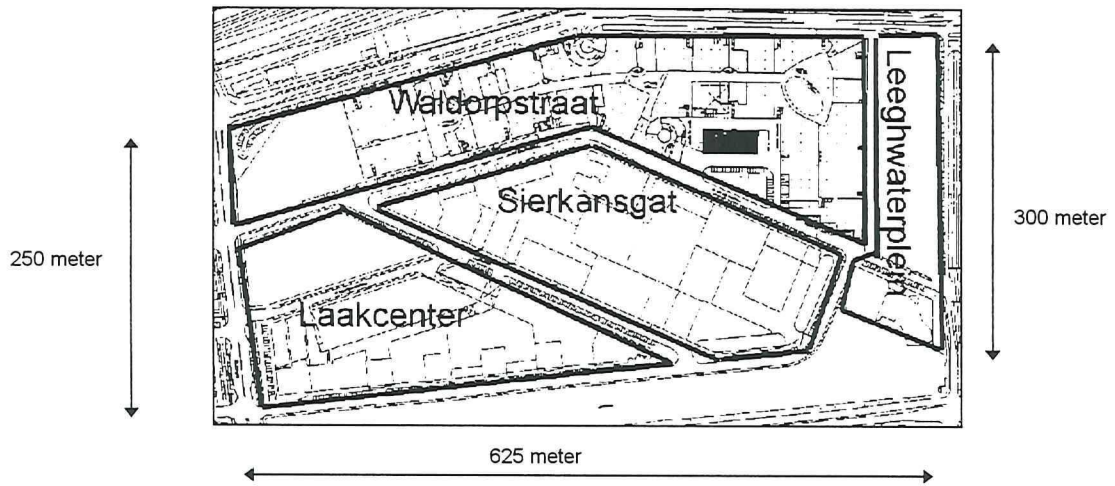
²⁰ referentie 1995

²¹ DHV, Verkeersmilieukaart Den Haag, Amersfoort

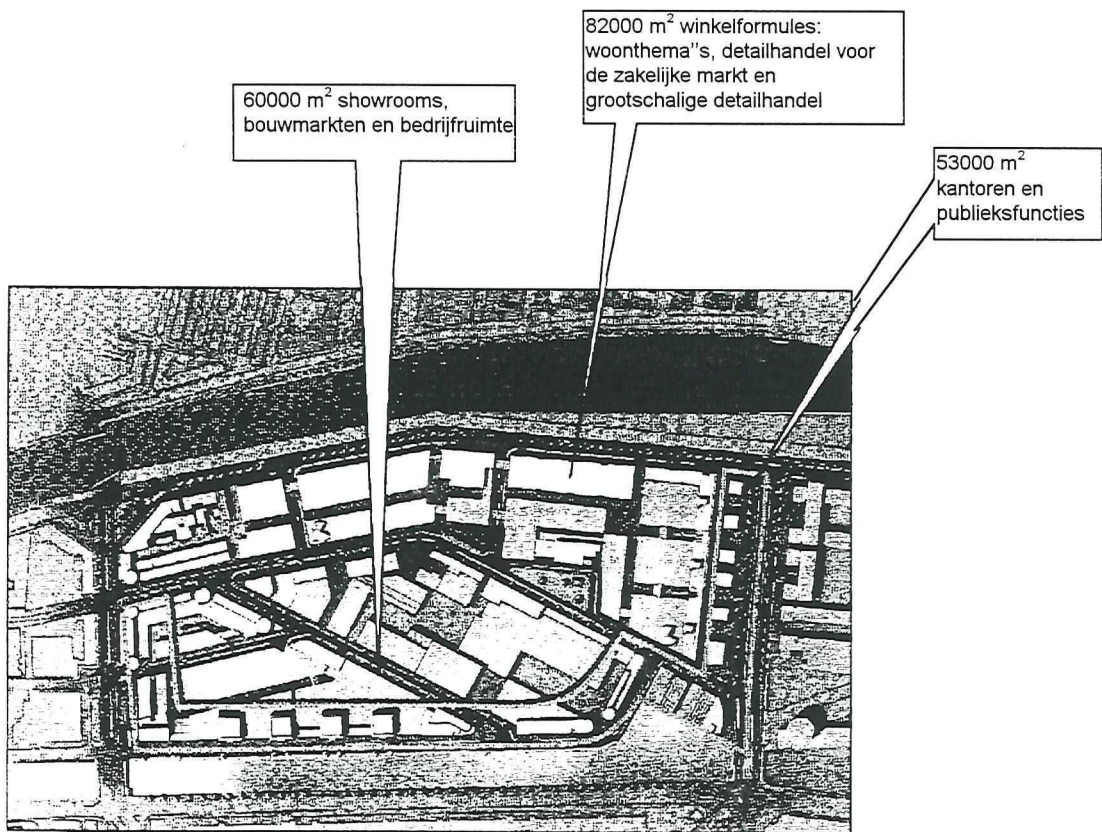
²² Rekenmethode bestaande uit een optelsom voor emissiegetal, correctiefactoren en verzwakkingsfactoren

²³ idem 21

²⁴ In deze tabel staan de maximale waarden gegeven die op een wegvak van een bepaalde straat voor kunnen komen



Figuur 3.6 Indeling en afmetingen Laakhaven Centraal in GDV en Laakhaven Midden



Figuur 3.7 Diverse branches die in Laakhaven Centraal gevestigd worden [Mulleners en Mulleners]

MILIEUVERONTREINIGING

De uitstoot van schadelijke stoffen NO_x en CO kan bepaald worden met het CAR model. Deze waarden mogen in 2000 de grens van 135 µg/m³ voor NO₂ en 6000 µg/m³ voor CO niet overschrijden. De waarden voor de straten rondom Laakhaven lagen in 1990 onder deze grenswaarde. De uitstoot van NO_x resp. CO bedroeg 145,7 µg/m³ resp. 5388 µg/m³ op een wegvak van de Rijswijkseweg. De verwachting is dat in 2000 de uitstoot van CO rondom Laakhaven minder is geworden en de uitstoot van NO₂ aan de Neherkade en aan de Waldorpstraat meer is geworden, voorbij de grenswaarde van 135 µg/m³.²⁵ Zie tabel 3.1. Er is rekening gehouden met de ontwikkelingen voor het gebied Laakhaven. De overlast zal erger worden door een toeneming van het vrachtverkeer.

3.3 Handelscentrum Laakhaven**3.3.1 Omgeving****LIGGING**

Handelscentrum Laakhaven is het tweede deel van het Laakhavengebied dat in ontwikkeling gebracht wordt. Zie figuur 3.6. Het wordt begrensd door de Waldorpstraat, de Calandstraat, het Leeghwaterplein en de Neherkade. In het zuiden van dit deel ligt de haven Laakhaven. In dit onderzoek wordt Laakhaven Centraal in tweeën gedeeld, in de GDV en in Laakhaven Midden, afgekort tot LHM. Deze tweedeling is gemaakt omdat het uiterlijk van de bebouwing en gevestigde bedrijven anders is. Er wordt voor Handelscentrum Laakhaven op diverse gebruikers gericht, onder te verdelen in de zakelijke markt, de detailhandel en de kantoren en bedrijven. Bij de zakelijke markt kan men denken aan leveranciers voor audiovisuele middelen voor het zakenleven, computers, communicatie en kantoorboekhandels. De detailhandel zal zich voor een belangrijk deel richten op het woonthema, aangevuld met de non-food sector en niet-modische sector. De kantoren zijn bedoeld voor middelgrote bedrijven. In Laakhaven Midden is de ruimte beschikbaar voor groothandels, werkplaatsen en doe-het-zelfzaken. Zie figuur 3.7. Voor zowel de GDV als LHM staat de exacte indeling met namen van de te vestigen winkels nog niet vast.

VORM EN AFMETINGEN GEBIED

Het gebied Laakhaven Centraal is een rechthoekig gebied met een lengte van 625 meter, en een breedte van 300 meter. Het bruto vloer oppervlak van het gebied bedraagt ongeveer 195.000 m². Zie figuur 3.6.

3.3.2 GDV**WINKEL OPPERVLAKTE PER BRANCHE**

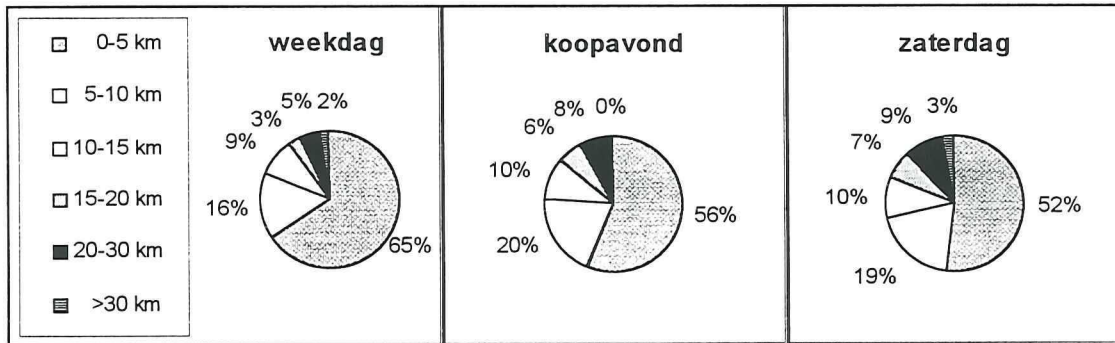
In de GDV worden een aantal branches gevestigd, waarbij door de gemeenteraad besloten is tot een bepaald oppervlak per branche. Zie tabel 3.2. Momenteel ligt er bij de gemeente Den Haag een voorstel voor verplaatsing van de supermarkt die er nu in de buurt ligt. In het vervolg van het onderzoek wordt er vanuit gegaan, dat dit voorstel aangenomen wordt.

branche	oppervlakte (m ²)
meubels/woninginrichting	37.500
grootschalige detailhandel (megastores)	25.000
horeca en dienstverlening	4.375
detailhandel gericht op de zakelijke markt	5.000
badkamers/keukens en sanitair	5.000
supermarkt	5.125
totaal	82.000

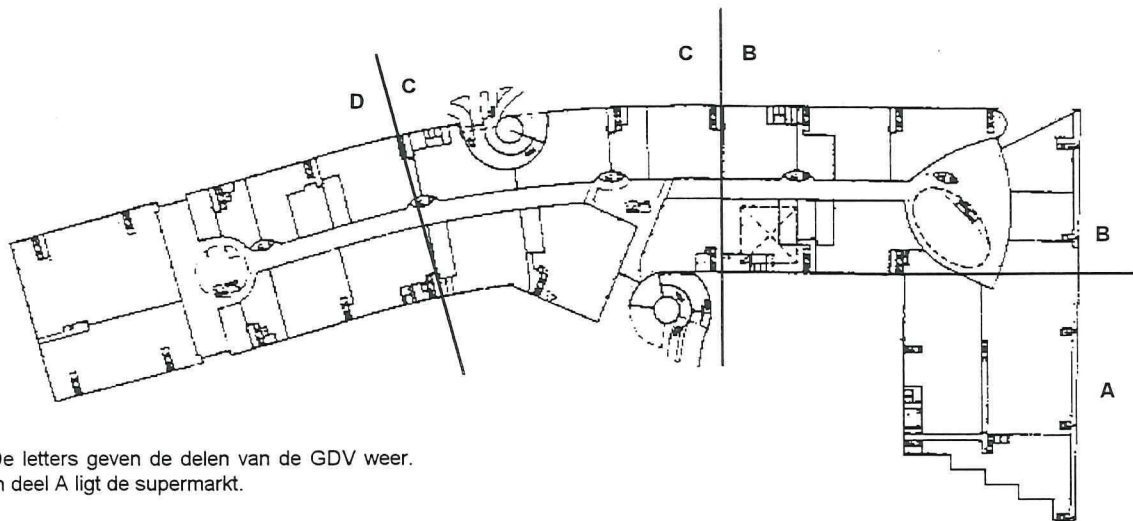
Tabel 3.2 Oppervlakte per branche (in m² b.v.o.)²⁶

²⁵ DHV, Verkeersmilieukaart Den Haag, Amersfoort

²⁶ DSO, rv970069, voorbereidingsbesluit voor gedeelte bestemmingsplan Laakhaven, Den Haag, 1997



Figuur 3.8 Verwachte herkomstspreiding bezoekers van GDV in Laakhaven [Okkens en Diepema (bewerkt)]



De letters geven de delen van de GDV weer.
In deel A ligt de supermarkt.

Figuur 3.9 Plattegrond en indeling winkels in GDV (1^o verdieping) [Witt en Jongen (bewerkt)]

AANTAL WINKELS

Het aantal winkels dat in het gebied gevestigd wordt, blijkt een belangrijke parameter te zijn in het bepalen van de omvang van de vervoerstromen. Het totaal aantal winkels is bekend, namelijk 79, berekend aan de hand van de tekeningen, maar hoeveel winkels er gevestigd zullen worden per branche is nog onduidelijk. Variatie hierin betekent verschillen voor oppervlakte per winkel en voor de bevoorradings per week. Om daar enig inzicht in te krijgen worden er drie verdelingen gegeven, waarvan er één mogelijk de juiste kan zijn. Met deze drie verdelingen worden ook berekeningen gemaakt met betrekking tot de omvang van de hoeveelheid goederen.

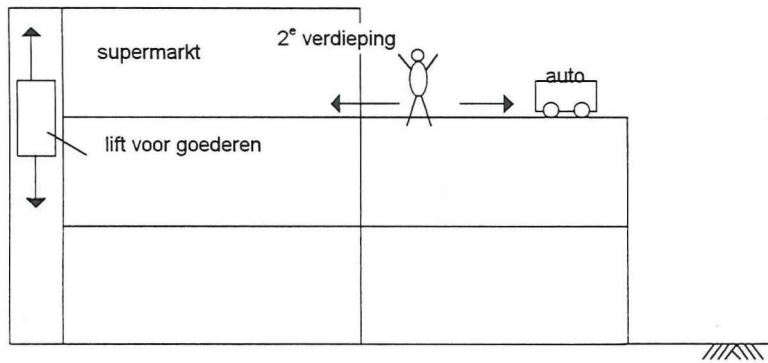
De eerste verdeling (a) is gebaseerd op een naar oppervlakte per branche evenredige hoeveelheid winkels. Dit betekent gemiddeld een even groot oppervlakte per winkel. Dit oppervlak komt niet overeen met het oppervlak uit de tekening. De tweede verdeling (b) is gemaakt op basis van de grootte per winkel, waarbij de grootste oppervlakte gereserveerd is voor de branche wonen en voor de megastores, en de kleine oppervlakte gereserveerd zijn voor de overige soorten. Verdeling (c) is een willekeurige verdeling van het aantal winkels over de branches, waarna een gemiddelde oppervlakte is uitgerekend. Dit gemiddelde komt dus niet overeen met de oppervlakte in de tekening. Enige uitzondering hierop is de supermarkt. Deze blijft in beide verdelingen 1, omdat er ook maar één supermarkt verplaatst gaat worden. Zie tabel 3.3.

branche	a		b		c	
	aantal winkels	opp./winkel [m ²]	aantal winkels	opp./winkel [m ²]	aantal winkels	opp./winkel [m ²]
meubels/woninginrichting	36	1042	25	1500	26	1442
grootschalige detailhandel	23	1087	15	1667	24	1042
horeca en dienstverlening	5	875	12	364	5	875
detailhandel (zakelijke markt)	7	714	13	385	12	417
badkamers/keukens en sanitair	7	714	13	385	11	454
supermarkt	1	5125	1	5125	1	5125
totaal	79	82000	79	82000	79	82000
a aantal winkels is evenredig naar oppervlakte per branche						
b grootte oppervlakte wordt verdeeld naar aandeel in oppervlakte						
c willekeurige verdeling						

Tabel 3.3 Aantal vestigingen en gemiddelde oppervlakte per vestiging per branche

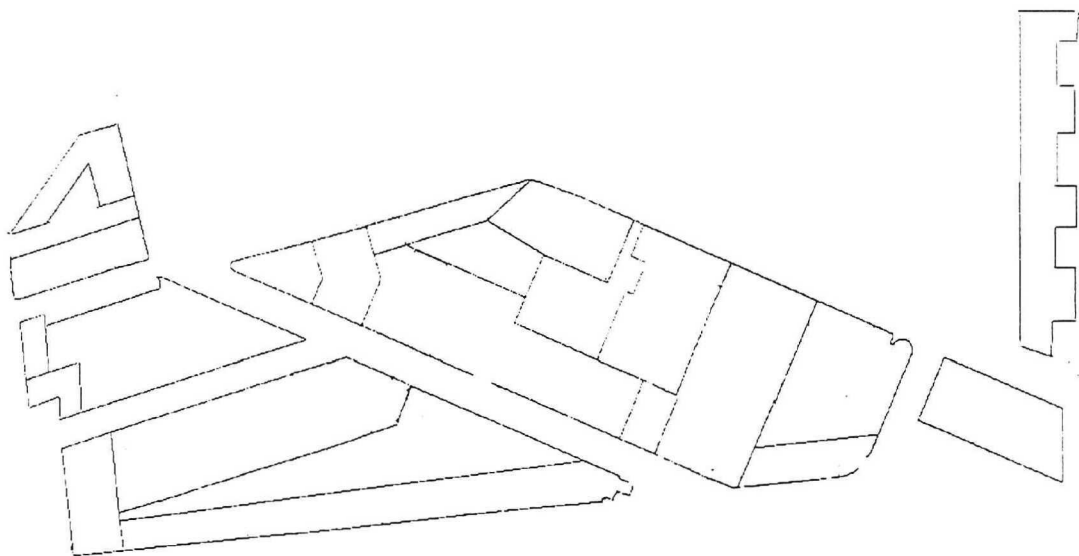
HERKOMST TOEKOMSTIGE BEZOEKERS

De bezoekers van de GDV zal vooral consumenten aantrekken woonachtig binnen een straal van 5 km. Verkeersadviesbureau Diepens en Okkema heeft voor vier (toekomstige) GDV-locaties een schatting gemaakt voor het aantal bezoekers, gerelateerd aan het aantal bewoners in de omgeving. Voor de GDV in Laakhaven blijken de meeste bezoekers binnen een straal van 5 kilometer afkomstig te zijn. Zie tabel 3.4 en figuur 3.8. Dit duidt op een belangrijke functie voor de agglomeratie Den Haag. Vanaf 15 km is de aantrekkingskracht van de GDV bijna verdwenen. Waarschijnlijk komt dat door aanwezigheid van Rotterdam Alexandrium, die dus min of meer een concurrent is van de GDV in Laakhaven. Deze bezoekers zullen uit alle richtingen rondom Laakhaven vandaan komen, dus de oriëntatie is niet op één kant van het gebied gericht.



De supermarkt ligt op de tweede verdieping, zodat consumenten zich horizontaal kunnen verplaatsen naar hun auto. De goederen moeten verticaal verplaatst worden met behulp van een lift.

Figuur 3.10 Ligging supermarkt op 2° verdieping



Figuur 3.11 Plattegrond en indeling bedrijven in LHM [Witt en Jongen (bewerkt)]

hemelsbrede afstand tot Laakhaven	aantal inwoners binnen straal	aantal te verwachten bezoekers per afstandscategorie in percentages van het totaal		
		weekdag	koopavond	zaterdag
0-5 km	458.249	65 %	56 %	52 %
5-10 km	275.561	16 %	20 %	19 %
10-15 km	333.451	9 %	10 %	10 %
15-20 km	663.260	3 %	6 %	7 %
20-30 km	onbekend	5 %	8 %	9 %
>30 km	onbekend	2 %	0 %	3 %

Tabel 3.4 Verwachte herkomstspreiding van bezoekers GDV in Laakhaven²⁷**HET GEBOUW**

Het gebouw waarin de gehele GDV gevestigd gaat worden heeft het uiterlijk van een groot winkelcentrum. Het heeft 3 lagen, waarin 79 winkels gevestigd worden.²⁸ Zie de plattegrond in figuur 3.9. Op de begane grond en de eerste twee verdiepingen worden de winkels gesitueerd. Op het dak komen parkeerplaatsen voor personenauto's. Er is aan een zijde van het gebouw een dockside voor vrachtwagens gepland. Aan de twee lange zijden van het gebouw komen laad-loshavens en liften zodat de winkels op de bovengenoemde verdiepingen bevoorrad kunnen worden. In het gehele gebouw zijn 12 kleine (2 x 2 meter) en 2 grote (3 x 3,5 meter) liften geplaatst, zodanig dat alle bedrijven zijn verbonden met een lift. Op de begane grond is een binnenstraat, en op de bovenste verdieping bestaat de verkeersruimte uit galerijen langs de winkels.

Op de derde verdieping en op het dak komen parkeerplaatsen. Op de tweede verdieping komt in deel A de supermarkt (figuur 3.9), zodat de parkeerplaatsen op het overig deel van de tweede verdieping, door de klanten van de supermarkt gebruikt kunnen worden, en zij hun boodschappen alleen horizontaal hoeven te vervoeren. Dit betekent dat de voorraden wel verticaal getransporteerd moeten worden. Zie figuur 3.10.

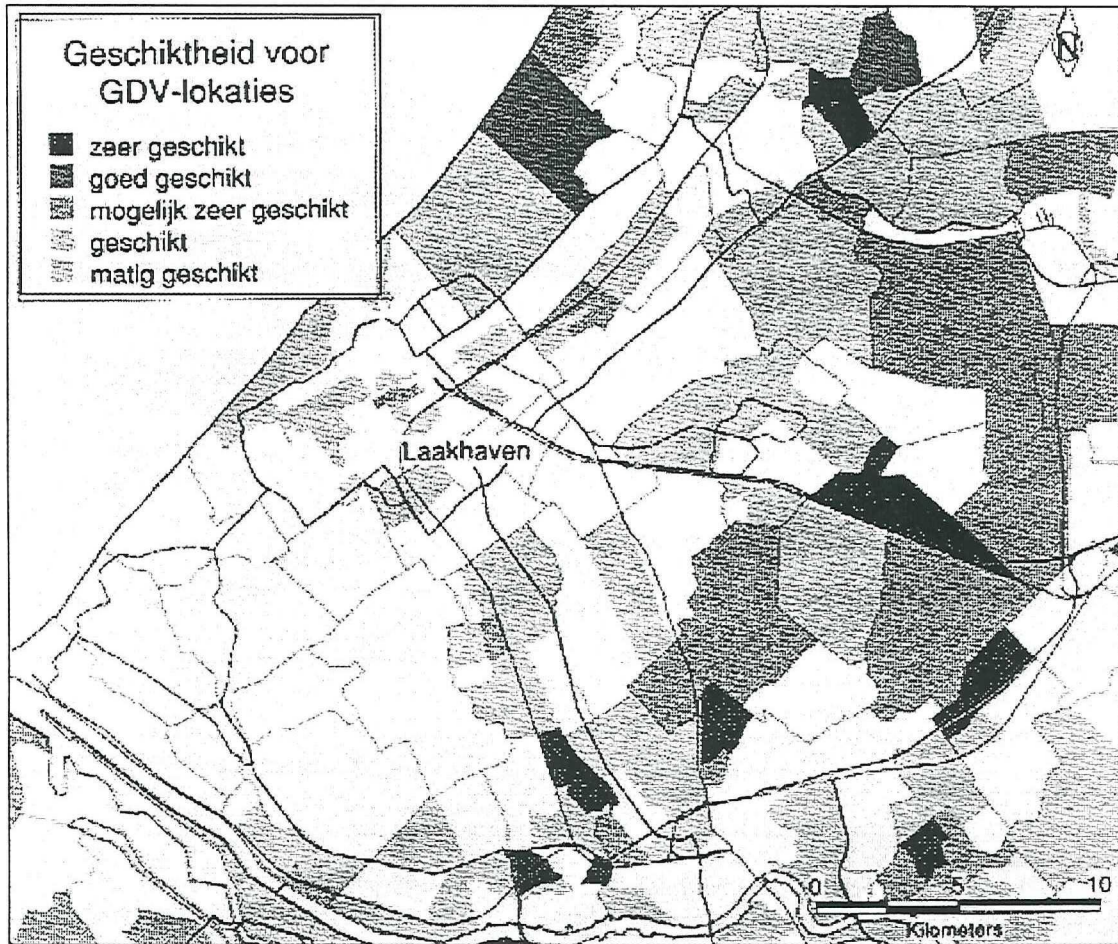
3.3.3 Laakhaven Midden**BEDRIJFSOPPERVLAKTE EN AANTAL BEDRIJVEN**

In Laakhaven Midden is nog niet veel bekend over de precieze branche indeling. Er zijn echter al wel enige uitspraken gedaan over de bedrijven die er gevestigd worden. Er zal een tuincentrum gevestigd worden van ongeveer 12.000 m². Een magazijn van kantoorartikelen en een doe-het-zelfzaak hebben in totaal een oppervlak van ongeveer 23.000 m². Zie figuur 3.11. Deze bedrijven worden gevestigd in het Laakcenter. Zie figuur 3.6. Er komt in Laakcenter ook een opleidingscentrum, waar opleidingen verzorgd worden voor metselaars, timmermannen, pottenbakkers, enzovoorts. In Sierkansgat is een oppervlak van 35.000 m² al gepland, het overig deel nog niet. Hier wordt momenteel het energiebedrijf met een kantoor, magazijn en werkplaats gebouwd. Overige geplande bedrijven zijn een groothandel voor drank, voor zuivelproducten en voor bouwmaterialen en een rioolpijpen groothandel. De exacte oppervlakte zal gebaseerd zijn op de plattegronden en op uitspraken van betrokkenen²⁹. Zie tabel 3.5. Er zullen echter weer aannames moeten worden gedaan, op basis van tekeningen. Het aantal bedrijven per branche is als volgt verdeeld.

²⁷ Okkens & Diepema, Het effect van GDV op de mobiliteit, Delft 1995

²⁸ Witt en Jongen, Tekeningen overzicht boekje Laakhaven Centraal, Amsterdam 1996

²⁹ o.a. de heer Steenweg, Dienst Stedelijke Ontwikkeling Den Haag



Figuur 3.12 Geschiktheid van lokaties in regio Haaglanden als GDV-lokatie [D&P]

Laakcenter	oppervlakte [m ²]		Sierkansgat	oppervlakte [m ²]	
		aantal			aantal
tuincentrum	12000	1	drankengroothandel	3000	1
kantoorartikelengroothandel	1900	1	zuivelproductdistributiecentrum	3000	1
doe-het-zelfzaak	4000	1	energiebedrijf	5000	1
opleidingscentrum	10000	1	bouwmaterialenhandel	10000	2
winkel/showroom	14350	9	overig	13700	10
kantoren	3540	9	totaal	34700	15
bedrijfsruimten	3000	2	Leegwaterplein		
totaal	48790	24	kantoren (totaal)	30000	10

Tabel 3.5 Verdeling oppervlakte per bedrijf in LHM

GEBOUWEN

Het overgrote deel van de gebouwen die in Laakhaven Midden gepland zijn, zijn meer dan één verdieping hoog. Bedrijven op één perceel (zij liggen dus verticaal gezien boven elkaar) horen bij hetzelfde bedrijf. Elk bedrijf kan intern haar eigen transport verzorgen. Dat intern transport valt hier buiten het kader van dit onderzoek. Er zit soms een smalle straat tussen de gebouwen, maar per gedeelte (Sierkansgat, Laakcenter en Leegwaterplein) staan de diverse bedrijven tegen elkaar gebouwd, of zitten meer bedrijven in één gebouw.

3.3.4 Vergelijking met de eisen aan de GDV-lokatie, gesteld door de overheid

Voor de GDV-lokatie Laakhaven geldt het volgende wat betreft de eisen die gesteld zijn door de overheid.

- de bedrijven hebben niet allemaal een minimum omvang van 1500 m², er zitten ook kleinere bedrijven tussen. Dit kunnen dus bedrijven zijn, die in een binnenstad gepast hadden, en zich niet per se in de GDV hadden hoeven vestigen.
- Laakhaven Centraal kan gezien worden als een B-lokatie. De OV ontsluiting is goed, het station Hollands Spoor is op 300 meter afstand. Zie figuur 3.2. Na in gebruik name van de ringweg Den Haag, is ook de bereikbaarheid per auto goed. Zie figuur 3.4. Er zullen een aantal openbaar vervoerlijnen langs Laakhaven Centraal moeten lopen, om de mensen uit Den Haag ook een goede OV-ontsluiting te geven met Laakhaven Centraal. Zij vormen de grootste markt voor de GDV. Zie figuur 3.8.
- Volgens de Kamer van Koophandel in Den Haag, zou er bij de GDV Laakhaven meer aandacht moeten zijn voor de lokatie van de GDV. Door de snelle aanwijzing van Laakhaven als lokatie voor de GDV, worden mogelijkheden voor andere kansrijke lokaties geblokkeerd.³⁰
- De procedure die gevolgd moet worden bij het aanwijzen van een GDV-lokatie, is in het geval Laakhaven niet volledig gevoerd en heeft op een aantal punten fundamenteel tekort geschoten.³¹

Volgens D&P zijn er in de regio Haaglanden betere lokaties geschikt voor een GDV, dan de lokatie in Laakhaven. Zie figuur 3.12.

³⁰ D&P, GDV-lokaties in Haaglanden, Den Haag 1994

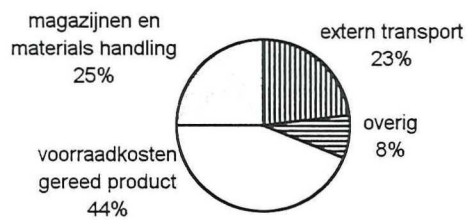
³¹ idem 30

3.4 Conclusie

- Het merendeel van alle goederen wordt aangevoerd via de A4, de A12 en de A13, de rest wordt aangevoerd via de regionale wegen.
- De bezoekers van Laakhaven komen voornamelijk uit de buurt van Den Haag, binnen een straal van 5 km. Zij zullen dus ook van alle toegangsmogelijkheden met de auto, openbaar vervoer en fiets gebruik maken.
- Het totaal aantal winkels in de GDV is 79, de verdeling is niet bekend. In Laakhaven Midden is het totaal aantal winkels en de verdeling over de branche en de grootte van de winkels ongeveer bekend.
- De GDV is een gebouw van 3 verdiepingen hoog, meerdere bedrijven zitten boven elkaar, en het transport binnen de GDV kan niet gemakkelijk door de bedrijven zelf geregeld worden.
- Laakhaven Midden bestaat uit gebouwen, die los van elkaar kunnen functioneren. Op elk perceel staat één bedrijf, dat haar eigen intern transport kan regelen.
- Laakhaven Centraal richt zich op 3 markten: zakelijke markt, detailhandel, kantoren en bedrijven.
- De eisen die door de overheid aan een GDV-lokatie gesteld worden, worden in Laakhaven Centraal niet allemaal nagekomen.



Figuur 4.1 Portfoliomatrix verpakkingsdichtheid - waardedichtheid



Figuur 4.2 Aandeel van het transport in de kosten van het fysieke distributieproces [Van Goor]

4. Soort en hoeveelheid goederen

Om de capaciteit van het vervoersysteem te kunnen bepalen, moeten gegevens bekend zijn over de soort goederen die er vervoerd moeten worden, en of deze speciale eisen hebben. Het soort goed wordt bepaald aan de hand van de goederenkenmerken (§ 4.1). Ook moet bekend zijn wat de omvang is van de goederenstromen. Niet zozeer het aantal bevoorradingsniveaus is belangrijk, maar het vervoervolume per tijdsperiode bepaalt de capaciteit. De hoeveelheden in de GDV worden bepaald op basis van inventarisaties en ervaringscijfers uit Rotterdam Alexandrium, voor LHM met behulp van kentallen van Visser (§ 4.2).

4.1 Soort goederen

Om te kunnen bepalen wat de capaciteit moet zijn van het goederenvervoersysteem is het van belang dat de omvang en inhoud van de goederenstroom bekend is. De inhoud van de goederenstroom is afhankelijk van de soort goederen die de bedrijven in Laakhaven Centraal verkopen en nodig hebben. In deze paragraaf wordt beschreven wat de kenmerken van de goederen zijn. Een onderscheid wordt gemaakt naar goederenkenmerken in enge zin en in ruime zin. Karakteristieken in ruime zin zijn de kenmerken vanuit bedrijfseconomische hoek. Karakteristieken in enge zin zijn de fysieke eigenschappen van de goederen.

VERHOUDING WAARDEDICHTHEID/VERPAKKINGSDICHTHEID

Volgens een zogenaamde "portfoliomatrix" (zie figuur 4.1) worden producten ingedeeld naar waarde- en verpakkingsdichtheid.³² Onder waardedichtheid wordt hier verstaan de waarde (meestal verkoopwaarde) per volume-eenheid, meestal één kubieke meter. Voor goederen met een hoge waardedichtheid is de transportsnelheid van belang, terwijl kosten een kleinere rol kunnen spelen. Onder verpakkingsdichtheid wordt verstaan het aantal verpakkingseenheden per volume eenheid. Hoe hoger de verpakkingsdichtheid hoe meer handlingkosten het met zich mee zal brengen. Alle vier de productgroepen komen in Laakhaven voor. Het aandeel van het transport in het fysieke distributieproces wordt weergegeven in figuur 4.2. De "portfolio" indeling wordt gebruikt om te bepalen wat voor soort goederen vervoerd moeten worden, en wat voor vervoersysteem daar het best bij past. Deze twee karakteristieken vormen hier het belangrijkste onderscheid.

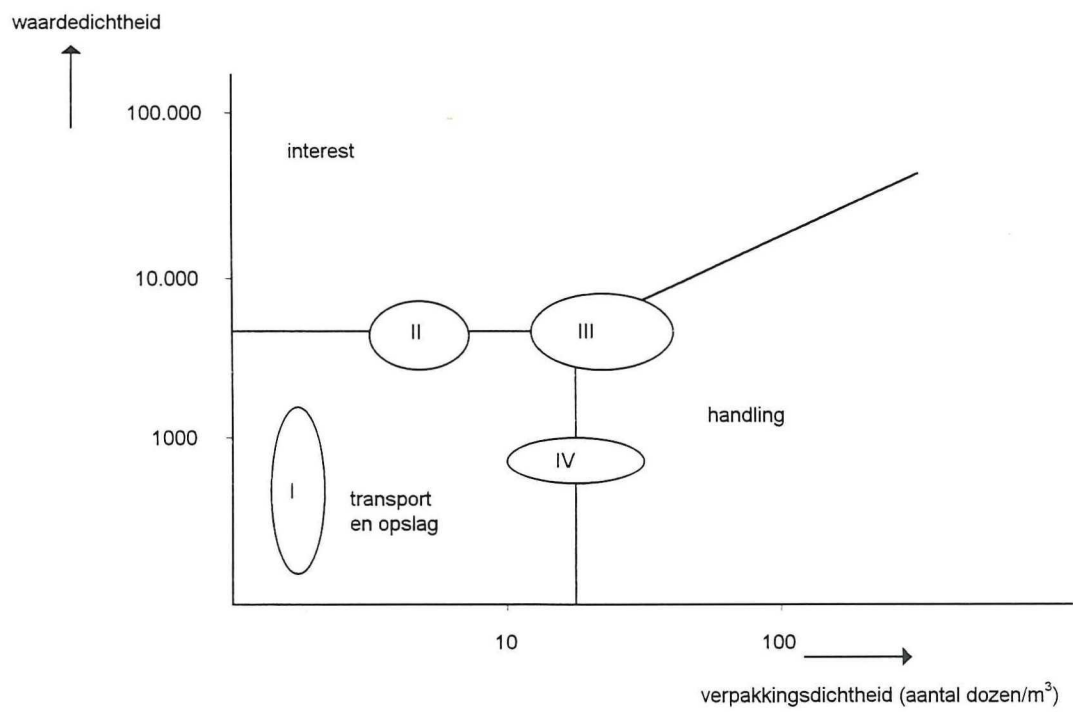
BEDERFELIJKHEID, KWETSBAARHEID, GEVAARLIJKHEID

De meeste goederen hoeven geen aparte handling. De supermarkt zal een aantal bederfelijke goederen hebben, zoals brood, fruit en vlees, waardoor deze gekoeld vervoerd moeten worden. Geen van de goederen zal gevaarlijk zijn. Er zijn echter wel een aantal goederen die kwetsbaar zijn, omdat ze kapot kunnen gaan door een te ruwe handling. Het gaat hier vooral om de maximaal toelaatbare stootbelasting. Bij het laden en lossen speelt dit een rol. Huishoudelijke artikelen zoals computers zijn enkele voorbeelden. Er zal binnen het systeem wel de mogelijkheid moeten zijn om deze goederen te vervoeren en te laden en te lossen.

VERSCIJNINGSVORM

In het Laakhavengebied worden stukgoederen vervoerd, waarbij een onderscheid gemaakt wordt naar verpakte en onverpakte goederen. Onverpakte goederen zijn bijvoorbeeld een aantal goederen van de bouwmaterialen groothandel en van het tuincentrum. Verpakte goederen zijn de kratten van de drankengroothandel en de woonaccessoires. Ook is er een onderscheid te maken naar gestandaardiseerd en niet-gestandaardiseerd. Gestandaardiseerd zijn bijvoorbeeld de A4 papieren die van de kantoorgroothandel met pallets naar kantoren

³² J.P. Duijker, Praktijkboek Magazijn/distributiecentra, april 1995



Figuur 4.3 De invloed van eigenschappen van productgroepen op de grootste kostenpost [Van Goor]

vervoerd worden. Niet gestandaardiseerd zijn de bankstellen. Zij zijn echter wel vaak verpakt, soms zelfs in dozen.

VOLUME-GEWICHTVERHOUDING

De meeste goederen die vervoerd moeten worden zijn lichte goederen. Er gaan naar de groothandel bouwmaterialen, die ook in Laakhaven Centraal gevestigd is echter ook zware materialen. Dit speelt een rol bij de keuze van (vervoer) materieel inzet en de maximaal toelaatbare asbelasting die geldt op bepaalde wegen.

AFMETINGEN

De afmetingen van de verzendeenheden van de goederen die naar het Laakhavengebied vervoerd moeten worden variëren van plat en klein, tot omvangrijk en moeilijk handelbaar. De meeste goederen kunnen met een personenauto vervoerd worden en in ieder geval met een vrachtauto. De kleine goederen zijn bijvoorbeeld de verlichting, sommige huishoudelijke artikelen en levensmiddelen. Grotere goederen zijn de bankstellen, de badkamer onderdelen, de bouwmaterialen. De omvangrijke goederen zijn slaapkamerlijsten en tapijttrollen. Deze goederen kenmerken zich vooral door hun lengte (6 meter resp. 4 meter). Het systeem moet geschikt zijn voor de meeste goederen. De omvangrijke goederen hoeven niet per se met het goederenvervoersysteem vervoerd te worden, maar mogen ook met een ander systeem, bijvoorbeeld een vrachtwagen, naar Laakhaven Centraal vervoerd worden.

OMLOOPSNELHEID VAN DE GOEDEREN

Goederen hebben een van elkaar verschillende omloopsnelheid. Deze snelheid is van belang omdat dit aangeeft hoe vaak bepaalde goederen vervoerd moeten worden. Verse en bederfelijke levensmiddelen moeten evenals dagelijkse goederen elke dag aangevoerd worden. Producten als meubels, sanitair en keukens hebben een veel lagere omloopsnelheid, omdat zij een hoge waardedichtheid hebben en mensen zo'n product niet zo vaak aanschaffen. Tevens worden veel meubels en keukens rechtstreeks van de fabriek naar de klant toegebracht, omdat er een levertijd vast zit aan dat soort goederen, waardoor deze goederen alleen als showmodel naar Laakhaven Centraal vervoerd moeten worden, en bij een nieuwe collectie wordt het vervangen. Hieruit vloeit ook voort dat er aan het retourvervoer de nodige aandacht moet worden besteed.

LAAD- EN LOSHANDELINGEN

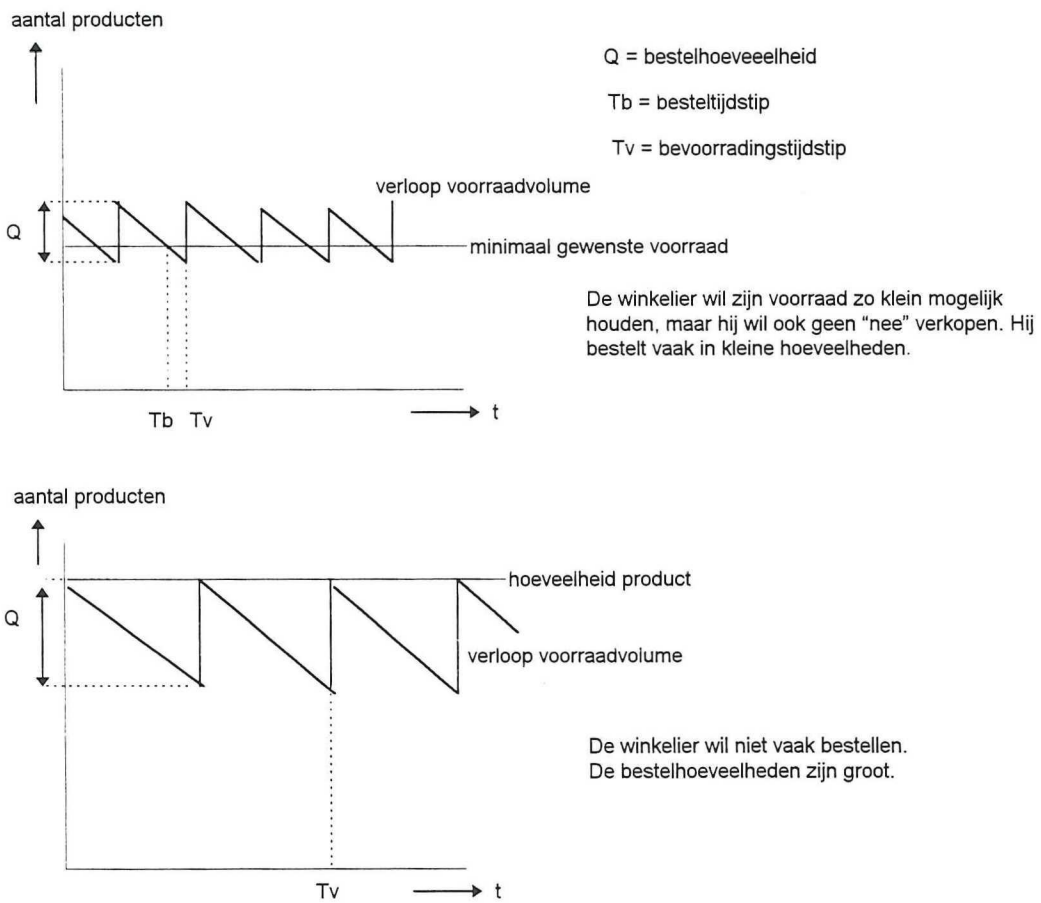
De goederen zullen gelost moeten worden. Dit is voor de productgroepen anders. Productgroep I en II hebben een lage verpakkingsdichtheid, waardoor de handlingkosten laag zullen zijn. Productgroep III en IV daarentegen hebben een hoge verpakkingsdichtheid waardoor de handlingkosten hoger zullen zijn. Zie figuur 4.3

Er volgen uit de goederenkenmerken een aantal eisen waaraan het goederenvervoersysteem zal moeten voldoen. Deze worden in de conclusie aan het einde van dit hoofdstuk genoemd. Er is nog een andere manier om de goederen te karakteriseren door middel van een vergelijking met het productieproces. Er wordt dan meer gekeken naar frequentie van de goederen en de mogelijkheid tot bundeling. In bijlage I wordt daar op ingegaan, en er worden een aantal voorbeelden gegeven.

4.2 Hoeveelheid goederen

4.2.1 Theorie over bepaling omvang goederenstromen

De capaciteit waaraan een vervoersysteem moet voldoen, kan berekend worden als het totaal te vervoeren volume, de capaciteit van één vervoereenheid en de spreiding in de tijd bekend is. Het vervoervolume kan berekend worden op de volgende manier. Hierbij is een bevoorrading het voorzien van voorraad voor één bedrijf met één vervoermiddel. Dit vervoermiddel is meestal een vrachtwagen, maar kan ook een personenauto zijn (pakketdienst). Eén vervoermiddel kan dus meerdere bedrijven bevoorraden in één rit.



Figuur 4.4 Bevoorradingstrategie in samenhang met bevoorradingstijdstip omvang voorraad

Voor het bepalen van het aantal bevoorradingen en de omvang zijn gegevens nodig over het verkoopvolume en de bevoorradingsstrategie van een bedrijf. Wanneer een winkelier altijd voorradig wil zijn, wordt hij vaak bevoorradt, maar per bevoorrading een klein volume. Wanneer een winkelier bevoorradt wordt als een deel van zijn producten uitverkocht is, zal het volume van een bevoorrading veel groter zijn, maar het aantal bevoorradingen kleiner en de intervallen onregelmatig. Zie figuur 4.4. Wanneer de omvang van de bevoorrading van alle winkels en de tijdstippen van bevoorrading bekend is, kan voor het maatgevend uur bepaald worden wat de uurcapaciteit van het gehele systeem moet zijn.

Het bovenstaande geldt alleen als de opslag in het magazijn bij de winkel plaatsvindt. Wanneer de opslag anders geregeld is, kunnen de bevoorradingen uitgesmeerd worden over een langere tijd en zal er niet meer sprake zijn van één maatgevend uur.

Van de bedrijven die zich vestigen in de GDV en in Laakhaven Midden zijn gegevens over bevoorradingstijdstippen en omvang van bevoorradingen (nog) niet bekend, dus er zal uitgegaan moeten worden van bepaalde parameters, waarmee het aantal bevoorradingen per week bepaald kan worden. Er zijn daarvoor door diverse instanties methoden voor ontwikkeld. In bijlage III zal aangegeven worden hoe deze methoden werken en wat de verschillen zijn.

4.2.2 Methoden voor berekening aantal bevoorradingen

Er zijn bij de diverse personen en instanties genoeg gegevens bekend omtrent de bevoorrading in een historische binnenstad en in overige winkelcentra,³³ maar aangezien het in dit gebied grootschalige detailhandel betreft, is te verwachten dat de cijfers er anders uit zien. Zie tabel 4.1.

ontwikkeling detailhandel	aantal voertuigen	omvang goederenstroom	omvang per bevoorrading	kosten bevoorrading
doelgroepspecialisatie	++	+	--	++
grotere winkels	-	+	++	-
winkelinformatisering	++	0	-	++
voorraad elders	--	--	0	?
++ bijzonder versterkend effect		- verminderend effect		
+ versterkend effect		-- bijzonder verminderend effect		
0 neutraal of geen effect		? onbekend effect		

Tabel 4.1 Gevolgen ontwikkelingen voor bevoorrading in m.n. binnensteden³⁴

Ook betreffen de gegevens het aantal bevoorradingen, wat van belang is voor het bepalen van de verkeersstroom. Gegevens over het volume van de bevoorrading, nodig voor het bepalen van het vervoervolume, worden niet gegeven. Tevens zit er in de verschillende methoden en onderzoeken nog een groot verschil (zie bijlage III), veroorzaakt door bijvoorbeeld seizoen, methodiek, jaar van onderzoek, economische structuur van de stad.³⁵

Voor de berekening van het vervoervolume, worden aannames gedaan betreffende het aantal bedrijven en de gemiddelde beladingsgraad van de vervoermiddelen. In de GDV zal gebruik gemaakt worden van ervaringscijfers en inventarisaties in Rotterdam Alexandrium. Zij vormen de uitgangspunten voor het bepalen van het aantal bevoorradingen in de GDV. Met behulp van kentallen, gevonden door Visser³⁶ (1993) wordt het aantal bevoorradingen in Laakhaven Midden bepaald. Deze kentallen gaan uit van een gemiddeld aantal bevoorradingen per week per bedrijf, waarbij het gemiddelde branche-afhankelijk is. Visser heeft ook de spreiding gegeven ten aanzien van de frequentie van de bevoorrading. Deze gemiddelden zijn tot stand

³³ Instituut Midden- en Kleinbedrijf, Economisch Instituut Midden en Kleinbedrijf, Hoofd Bedrijfsschap Detailhandel, Coopers en Lybrand, DHV, Oranjewoud, Visser, Schwerdtfeger

³⁴ Ploos Van Amstel, W., bewerkte bron (HBD 1992) in Stedelijke distributie, Handboek Logistiek C4405-9/10

³⁵ Visser, J.G.S.N., Bevoorrading van bedrijven in de binnenstad, OTB, Delft 1993

³⁶ idem 35

gekomen na een onderzoek onder 481 bedrijven in Leiden in het jaar 1993. Voor de detailhandel wordt een extra onderverdeling gemaakt, omdat er grote verschillen bestaan tussen de bevoorradingskarakteristieken.

4.2.3 Berekening omvang vervoervolume in GDV

In de GDV zal het aantal bevoorradingen overeenkomen met de cijfers van Rotterdam Alexandrium II en III, omdat de grootte en soort bedrijven ongeveer hetzelfde is als in de GDV. Vergelijk tabel 4.2.³⁷ In Alexandrium wordt 5 dagen per week bevoorrad.

	Rotterdam Alexandrium	GDV in Laakhaven
aantal winkels	75	79
bruto vloer oppervlak (m ²)	80.000	82.000
totaal aantal bevoorradingen	200 per week (Alexandrium III)+ 40 per dag (Alexandrium II)	hetzelfde als in Alexandrium

Tabel 4.2 Vergelijking GDV en Alexandrium

Er is door een adviesbureau in opdracht van de projectontwikkelaar van Alexandrium III een onderzoek uitgevoerd over het te verwachten aantal bevoorradingen in verband met het intern transport. De gegevens van de geïventariseerde bedrijven komen daar per week uit op 143 bestelwagens, 74 vrachtwagens en 21 trekkers met opleggers. De verhouding tussen het gebruik van de vervoermiddelen wordt op basis hiervan gesteld op 3:6:1. Totaal zijn dat ongeveer 240 of meer bevoorradingen per week, hetgeen 20% afwijkt van de gegevens zoals die nu in de praktijk gelden.

De afmetingen van de vervoermiddelen zijn van belang voor het bepalen van het vervoervolume in Alexandrium. De afmetingen van de gebruikte vervoermiddelen staan in de tabel 4.3. De gemiddelde inhoud wordt gesteld op 36 m³.³⁸

	bestelbus	vrachtwagen	trekker + oplegger
lengte [m]	4.0	6.0	12.0
breedte [m]	2.0	2.3	2.3
hoogte [m]	1.5	3.0	3.0
inhoud [m ³]	12.0	41.4	82.8

Tabel 4.3 Gemiddelde afmetingen van de vervoermiddelen

De beladingsgraad is de verhouding tussen de inhoud van het vervoermiddel en het te vervoeren volume. Dit cijfer is ook nodig om de omvang van het vervoervolume te kunnen bepalen. Op basis van interviews met de winkeliers in Alexandrium III is de beladingsgraad gemiddeld 0,25 genomen. Dit cijfer is lager dan de gemiddelde beladingsgraad van vrachtwagens van 0,6. De verklaring daarvoor is dat de vrachtwagens in Alexandrium ook een deel naar overige vestigingen en rechtsreeks naar consumenten vervoeren. Gemiddeld vervoervolume wordt aangenomen op 9 m³.

$$0,25 \times 36 \text{ m}^3 = 9 \text{ m}^3$$

De bovenstaande cijfers geven voor de bevoorrading van de GDV de volgende cijfers te zien.

Aant. bev. in Alex.III per week/aantal dagen + Aant. bev. in Alex. II per dag

$$200 / 5 + 40 = 80$$

³⁷ Deze gegevens zijn afkomstig van de manager van Alexandrium, en zijn gebaseerd op het aantal vrachtwagens dat in één van de vier expedities in Alexandrium III bevoorradt, en op het aantal keer dat de slagboom bij Alexandrium II is gepasseerd door bevoorradende voertuigen.

³⁸ Op basis van verhoudingen tussen gebruik en inhoud per vervoermiddel

Per dag worden er 80 bevoorradingen gedaan. Uitgaande van een Poisson-verdeling van de frequentie van de bevoorradingen met spreiding is gelijk aan gemiddelde, wordt gerekend met een maatgevend vervoervolume van 90 bevoorradingen per dag.

Gem. aant. bevoorradingen + $\sqrt{\text{gem. aant. bevoorradingen}}$

$$80 + \sqrt{80} = 89 \approx 90 \text{ bevoorradingen per dag}$$

Per week moet het volgende volume naar de GDV in Laakhaven vervoerd worden.

Aantal dagen x maatgevend aant. bevoorradingen x gem. volume per bevoorrading

$$5 \times 90 \times 9 \text{ m}^3 = 4050 \text{ m}^3$$

4.2.4 Berekening omvang vervoervolume in Laakhaven Midden

Voor gebruik van de kentallen van Visser zijn gegevens nodig over het aantal winkels en de verdeling van de winkels over de branches om de berekening te kunnen maken. Zie tabel 4.4. De kentallen van Visser geven een gemiddelde en spreiding van de frequentie van de bevoorrading per branche. Daarmee kan het maximum en minimum aantal bevoorradingen, de bandbreedte, bepaald worden. Aangezien het onwaarschijnlijk is dat alle winkels tegelijkertijd maximaal afwijken van het gemiddelde, wordt de afwijking bepaald van het totaal in plaats van elke branche afzonderlijk, op basis van een Poisson-verdeling van het aantal bevoorradingen.

Gem. aan. bevoorradingen + $\sqrt{\text{Gem. aant. bevoorradingen}}$

$$416 + \sqrt{416} = 436$$

Het aantal bevoorradingen wordt gelijk gesteld aan 416 met een mogelijke afwijking van 20.

branche	aantal winkels	bevoorrading/ bedrijf/week gemiddeld	afwijking van gemiddelde standaarddev.	bevoorrading/ week gemiddeld	bandbreedte min-max
groothandel	6	10.9	9.9	65	47-84
doe-het-zelver	1	6.1	6.7	6	4-8
zakelijke dienstverlening	21	7.2	6.7	151	101-205
woninginrichting	9	10.1	8.7	91	65-117
nutsvoorziening	2	12.0	9.8	24	18-30
overig	10	7.9	7.5	79	52-106
totaal	49			416	
totaal aant. bevoorradingen				416	396-436

Tabel 4.4 Verdeling van aantal bedrijven per vestigingsoort en/of branche

Een gemiddeld volume van 9 m^3 levert een maatgevend vervoervolume op van 3924 m^3 per week, te vervoeren naar Laakhaven Midden.

Aantal bevoorradingen per week x volume per bevoorrading

$$436 \times 9 = 3924$$

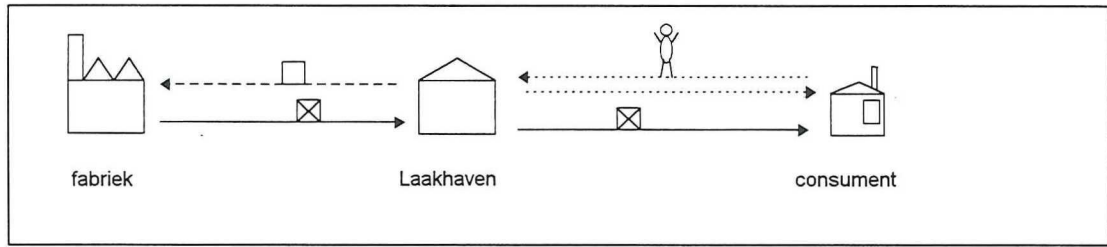
Opgeteld bij de bevoorrading van de GDV komt dit neer op een vervoerbehoefte van ongeveer 8000 m^3 per week. Zie tabel 4.5.

	aantal bevoorradingen/week	vervoervolume [m^3]
GDV	450	4050
LHM	436	3924
totaal	886	7974

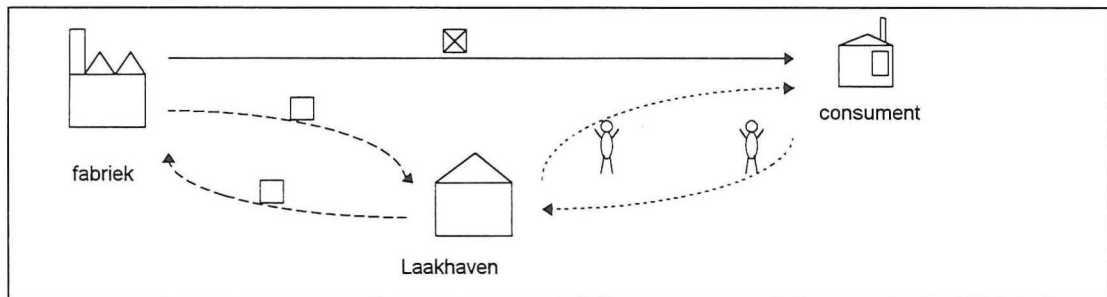
Tabel 4.5 Vervoervolume per gebied in Laakhaven Centraal

4.3 Conclusie

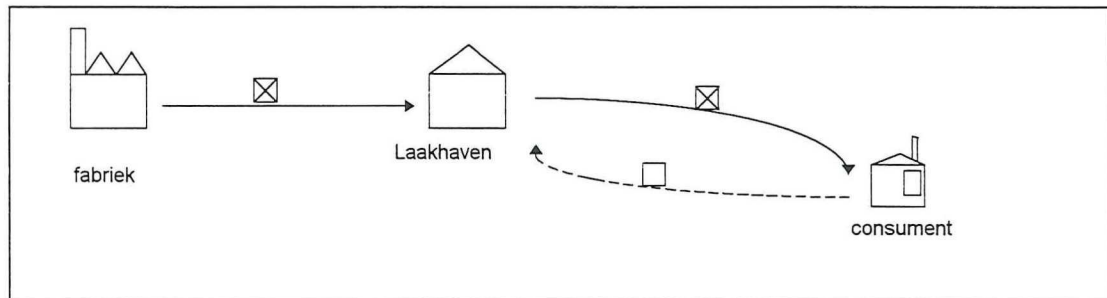
- Er zijn weinig gegevens bekend omtrent de bevoorrading van grootschalige detailhandel vestigingen. Voor cijfers over de bevoorrading van de GDV in Laakhaven is uitgegaan van een inventarisatie voor een soortgelijke situatie, en van bevindingen die tot nu toe zijn gedaan.
- Het vervoervolume voor de GDV en voor LHM is in totaal geraamd op gemiddeld 8000 m³ per week, rekening houdend met een afwijking van het gemiddelde.
- De gemiddelde hoeveelheid te vervoeren volume per bevoorrading is ongeveer 9 m³, gebaseerd op de gemiddelde beladingsgraad en het gebruik van de vervoermiddelen.
- Alle soorten goederen worden in Laakhaven bevoorraad. Binnen het vervoersysteem moet de mogelijkheid geboden worden alle goederen te vervoeren.



Figuur 5.2a Vervoer van goederen die door consumenten meegenomen worden



Figuur 5.2b Vervoer van goederen die alleen tentoongesteld worden en rechtstreeks vanuit de fabriek naar de consument gaan



Figuur 5.2c Vervoer van goederen die door de bedrijven zelf meegenomen worden naar consumenten (t.b.v. reparatiewerkzaamheden)

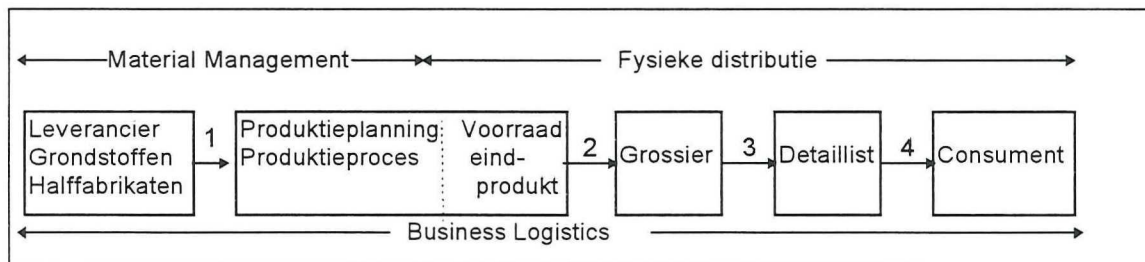
- > Afgelegde weg consumentengoederen
 - - - - -> Afgelegde weg retourgoederen (toonmeubelen, reparatiegoederen)
 -> Afgelegde weg consumenten
- ☒
☐
☑

5. Proces en functie in goederenvervoer

Om een systeem te ontwerpen dat in alle opzichten voldoet aan de eisen voor een goederenvervoersysteem in Laakhaven is een goede analyse nodig van het goederenvervoer in het algemeen, en speciaal in Laakhaven. Eerst wordt een definitie gegeven van fysieke distributie, met een trajectindeling en wordt de organisatiestructuur gegeven, in het algemeen en specifiek voor Laakhaven (§ 5.1). Er volgt een procesanalyse (§ 5.2) en een functieanalyse (§ 5.3) van het goederenvervoer in Laakhaven. Een netwerk, bestaande uit verbindingen en knooppunten vormt de basis. Voor deze verbindingen en knooppunten zijn lokaties en tracés nodig. Een kosten-afstandcurve geeft aan de hand van de functiedragers aan welke kosten verlaagd kunnen worden (§ 5.4).

5.1 Fysieke distributie

De logistiek, of wel de “business logistics” kan onderverdeeld worden in twee delen. Het eerste deel is het “material management” dat het traject beslaat van grondstof tot eindproduct. Het tweede deel is fysieke distributie. Fysieke distributie houdt zich bezig met de het transport van eindproducten, welke begint aan het einde van het productieproces en eindigt bij de consument.³⁹ Zie figuur 5.1.



Figuur 5.1 Material management en fysieke distributie

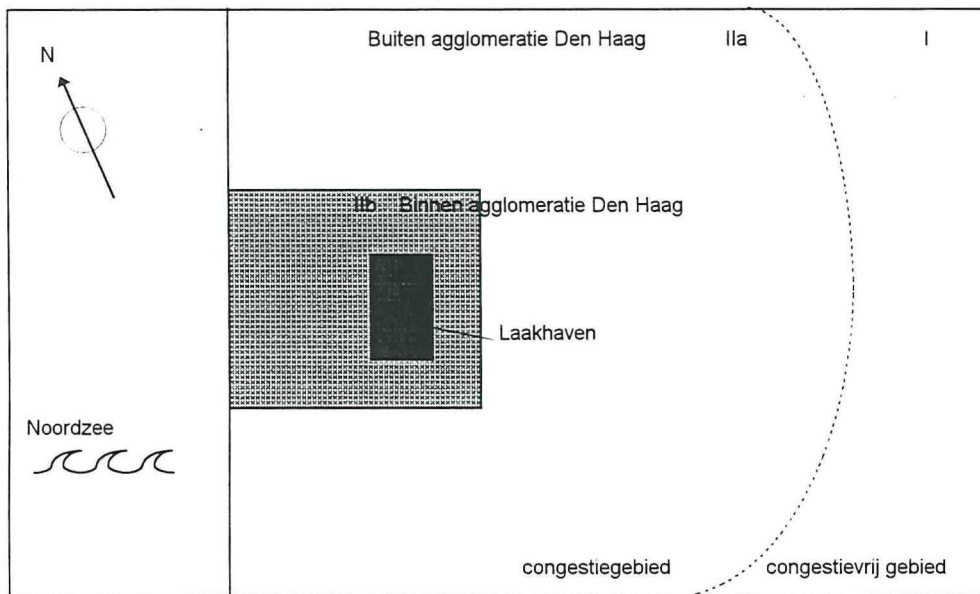
5.1.1 Organisatiestructuren

ALGEMENE ORGANISATIESTRUCTUUR

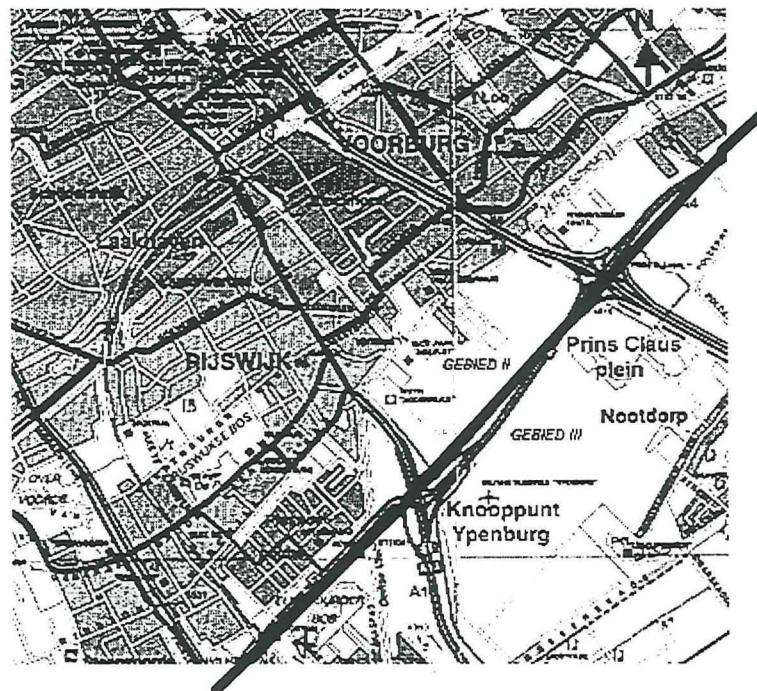
In het fysieke distributiekanaal zijn een aantal organisatiestructuren mogelijk. Een aantal van deze structuren worden hieronder genoemd.

De meest traditionele manier is het kanaal langs fabriek, groothandel, detailhandel en consument. Het traject loopt echter niet altijd via dit kanaal. Er kan een distributiecentrum aan te pas komen, die onafhankelijk opereert of speciaal voor een bepaalde winkelketen bedoeld is. Ook gaan een aantal artikelen rechtstreeks vanaf het distributiecentrum of van de fabriek naar de consument. Dit is het geval bij de meubeltoonzalen en de postorderbedrijven. Wat men steeds meer ziet, zijn groothandels, in Laakhaven de “megastores”, die rechtstreeks aan de consument verkopen.

³⁹ Goor, A.R. van c.s., Fysieke distributie, denken in toegevoegde waarde, Leiden 1989



Figuur 5.3 Schematische indeling gebieden



De scheiding tussen gebied II en gebied III wordt gevormd door de A4 met de knooppunten Ypenburg en Prins Clausplein. De scheiding tussen gebied II en gebied I wordt gevormd door Laakhaven (de grens is in dit kaartje niet ingetekend).

Figuur 5.4 Topografische scheiding gebied II en gebied III [Suurland Falkplan (bewerkt)]

ORGANISATIESTRUCTUREN IN LAAKHAVEN

Voor de goederen die vervoerd moeten worden naar Laakhaven, wordt aangenomen dat er drie soorten organisatiestructuren naast elkaar gebruikt worden. Zie figuur 5.2.

De eerste structuur is het kanaal van de fabriek, eventueel via een magazijn, naar de bedrijven in Laakhaven. Dit geldt voor de "megastores" in de GDV en voor enkele groothandels die in Laakhaven Centraal gevestigd zijn. Ook de supermarkt valt hieronder. Vanaf de GDV worden de goederen door de consument meegenomen, of door een bezorgdienst thuisbezorgd bij de consument (figuur 5.2a).

De tweede structuur is het kanaal via de fabriek rechtstreeks naar de meubeltoonzalen in de GDV in Laakhaven. Vanaf hier worden de goederen, voornamelijk meubels, keukens en badkamers, na het seizoen, teruggebracht naar de fabriek. Meubels die door de consumenten gekocht worden, worden besteld en rechtstreeks vanuit de fabriek aan de consument geleverd (figuur 5.2.b).

Tenslotte is er het derde kanaal, dat gebruikt wordt voor goederen die door bedrijven van Laakhaven naar de consument meegenomen worden. Het gaat hier om goederen voor herstellen en reparatiewerkzaamheden. Deze goederen moeten dus ook met de traditionele vervoermiddelen vervoerd kunnen worden vanaf Laakhaven (figuur 5.2.c).

5.1.2 Gebiedsindeling traject

De goederen met bestemming Laakhaven komen uit verschillende gebieden. Het traject dat de goederen af moeten leggen vanaf de productie, importeur of groothandel is in drie verschillende gebieden in te delen. Zie tabel 5.1.

gebied		subgebied	
I	buiten congestiegebied		
II	binnen congestiegebied	IIa IIb	tot aan rand agglomeratie Den Haag vanaf rand agglomeratie tot aan Laakhaven
III	Laakhavengebied		

Tabel 5.1 Indeling gebieden

Het eerste gebied ligt buiten het congestiegebied, het tweede ligt binnen het congestiegebied, met een onderscheid naar buiten en binnen de agglomeratie Den Haag. Het derde gebied is het gebied Laakhaven. Zie figuur 5.3. Onder congestievrij gebied wordt verstaan het gebied waar niet vaak files zijn tijdens de drukste ochtend- en avonduren⁴⁰. Niet alle goederen vinden hun oorsprong in dit congestievrije gebied, een aantal goederen komt uit het congestiegebied en zelfs van binnen de agglomeratie Den Haag. Achtereenvolgens wordt een beschrijving gegeven van de gebieden en de potenties die aanwezig zijn om het goederenvervoer in dit gedeelte van het traject te verbeteren.

GEBIED I

Dit is het (bijna) congestievrij gebied waar transport plaatsvindt. Dit gebied is niet goed topografisch aan te duiden. Het vrachtverkeer dat op de wegen in dit gebied rijdt heeft diverse bestemmingen. De concentratie in een bepaalde richting is dus niet duidelijk aanwezig. De congestie is hier nog minimaal en komt alleen tijdens sommige extreem drukke spitsuren voor. Vrachtwagens kunnen hier nog redelijk onbeperkt doorrijden. De betrouwbaarheid van het vervoer is hoog, en de bereikbaarheid van bestemmingen is groot. De reistijd is minimaal in relatie tot de afstand. Er zijn in dit gebied de volgende actoren belangrijk: de verladers, omdat zij een betrouwbare levering willen, de vervoerders vanwege de kosten die zij voor het vervoer moeten maken. Door de diversiteit in bestemmingen en richtingen en door het ontbreken van de congestie is het vervoer met vrachtwagens een prima vervoersysteem.

⁴⁰ Drukste ochtend- en avonduren op het wegennet worden ook wel spitsuren genoemd.

GEBIED II

Dit is het gebied dat tijdens spitsuren een grote kans heeft te maken te krijgen met congestie. Deel IIa is het gebied tot aan de rand van de agglomeratie Den Haag. Deze rand ligt op de lijn tussen het knooppunt Ypenburg (A13 en A4) en het Prins Claus plein (A12 en A4). Zie figuur 5.4. Deel IIb begint bij deze rand en bij het begin van het Laakhavengebied houdt dit deel op. Vanwege de oriëntatie van de agglomeratie Den Haag op de stad is er een hoge mate van concentratie van het vrachtverkeer aanwezig. Bij een iets hogere intensiteit ontstaan er al files op de aanvoerwegen naar Den Haag. In gebied IIa ondervindt het verkeer veel vertraging. De vertraging vindt vooral plaats in ritten die de Randstad (= congestie gebied) ingaan en vervolgens weer verlaten. De vertraging veroorzaakt door files bedraagt gemiddeld bijna 5% van de rijtijd. Zie tabel 5.2.

	aantal ritten als percentage van totaal	aantal ritten met vertraging als percentage van totaal aantal ritten
ingehend	7%	35%
overige ritten	93%	65%
totaal	100%	100%

Tabel 5.2 Aantal ritten die vertraging ondervinden in Randstad

35% van het totaal aantal vertragingen wordt ondervonden door het ingehende verkeer, terwijl dit slechts 7% van het totaal aantal ritten bedraagt.⁴¹

In gebied IIb wordt het vrachtverkeer buiten het woon-werkverkeer ook gehinderd door recreatief verkeer, zoals fiets, openbaar vervoer en auto. De belangrijkste actoren zijn de vervoerder, de verlader en de detaillist. Tevens spelen overige weggebruikers een rol, aangezien ook zij voor congestie kunnen zorgen en hinder ondervinden van het vrachtverkeer.

Door de bundeling die zeker in gebied IIb mogelijk is, zullen er af en toe extra kilometers gereden worden, dus het aantal tonkilometers⁴² zal toenemen. Door het aanleggen van autonome infrastructuur, dus infrastructuur die alleen gebruikt kan of mag worden voor een bepaald vervoersysteem, kan de overlast voor zowel de vervoerders als voor de overige weggebruikers afnemen. De kosten-kwaliteitsverhouding van het goederenvervoer zal hierdoor verbeteren.

GEBIED III

Dit is het gedeelte van het traject in Laakhaven. Het traject in deel III begint bij de rand van het Laakhavengebied en eindigt in de winkel waar het artikel klaar ligt om verkocht te worden. Een belangrijk punt is de expeditie van de winkel. Het vrachtverkeer in dit gebied zal vooral stilstaan, door het laden en het lossen van de eigen vrachtwagen, of door het wachten op een lossende vrachtwagen. De vertragingen die in dit gedeelte opgelopen zullen gaan worden, zijn bedrijfsgelateerde vertragingen zoals voor, tijdens of na het laden en het lossen (14,2 minuten van de totale vertraging van 25,4 minuten), veroorzaakt door het bestaan van wachtrijen voor de winkels. Overige oorzaken zijn: niet aanwezig zijn van juiste persoon, de juiste papieren niet aanwezig, goederen niet in de juiste staat, trage administratieve afhandeling.⁴³ Het gebied Laakhaven zal één of

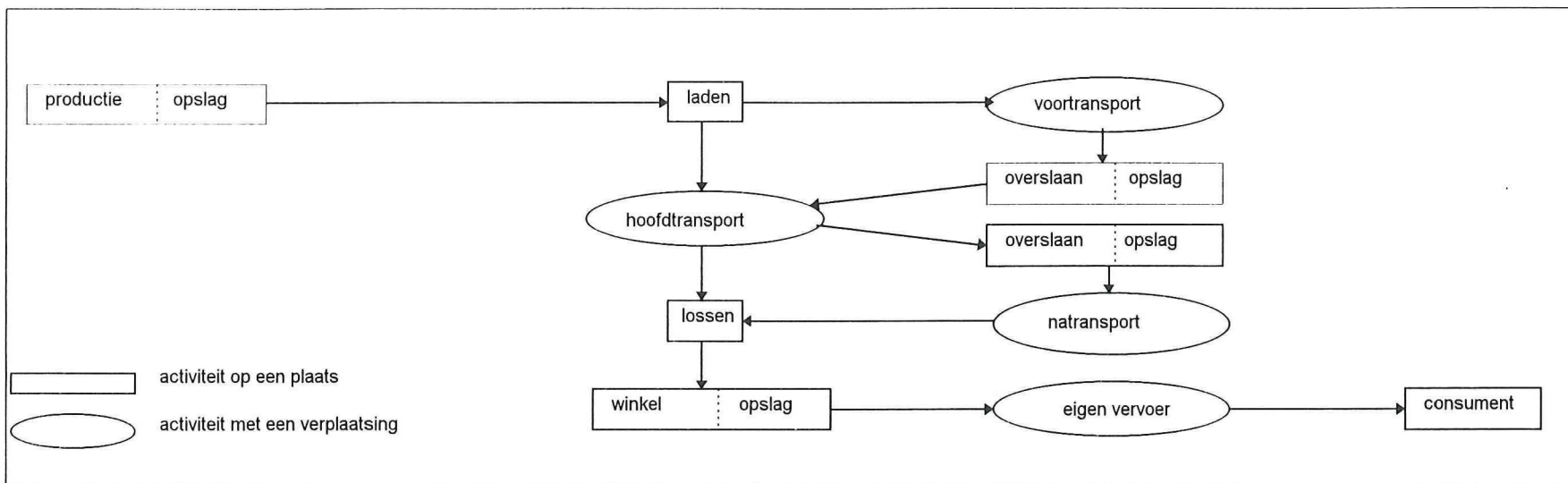
**OORZAKEN BEDRIJFSGERELATEERDE
VERTRAGINGEN**

- wachtrijen voor winkels
- juiste persoon afwezig
- juiste papieren afwezig
- goederen in verkeerde staat
- trage administratieve afhandeling

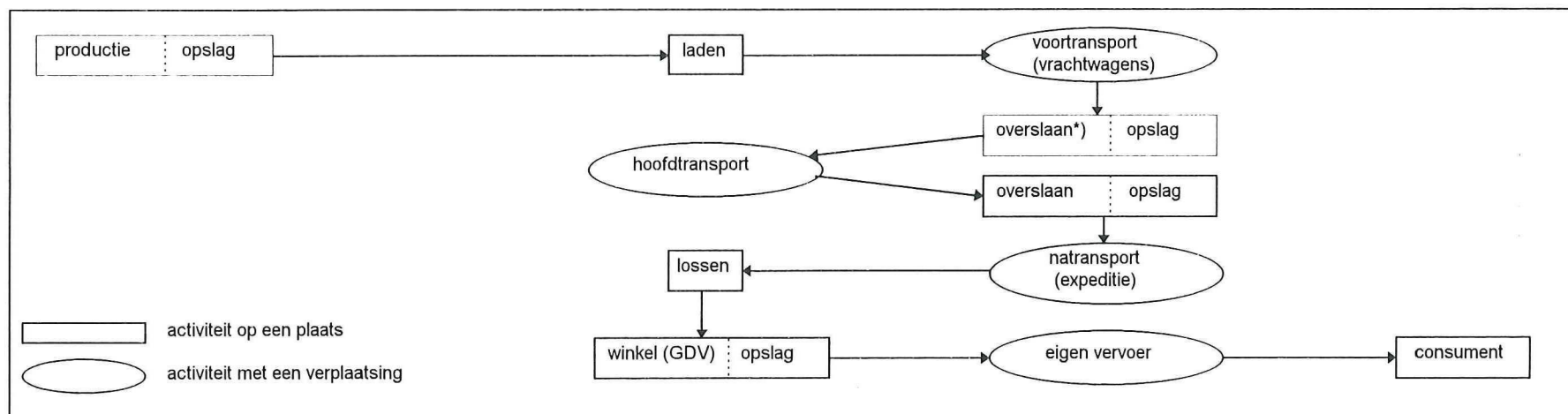
⁴¹ TNO, vertragingen in het binnenlands distributievervoer, Delft 1995

⁴² tonkilometers is een term om de vervoerprestatie te meten (het vervoerde volume)

⁴³ idem 41



Figuur 5.5 Algemene procesbeschrijving van het goederenvervoer



Figuur 5.6 Procesbeschrijving van het goederenvervoer in Laakhaven

twee toegangswegen hebben, gezien de aanwezigheid van het spoor in het noorden en de huidige en geplande toekomstige structuur van de infrastructuur. Er zal dus een hoge mate van concentratie zijn op de toevoerwegen naar Laakhaven. In dit gebied zijn de volgende actoren van belang: de consumenten, de detaillisten, de vervoerders, de verladers, de bewoners.

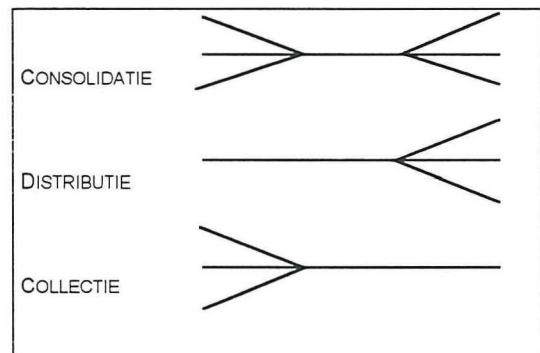
In gebied III is het wenselijk om het probleem van de lossende en ladende vrachtwagens kwijt te raken. Dit is mogelijk op verschillende manieren. Voorbeelden hiervan zijn het versnellen van het laad-losproces door een verandering van de organisatie, door automatisering van de administratie en door de toepassing van een snellere laad-lostechniek. Ook is het gebruik van autonome (ondergrondse) infrastructuur een manier om de overlast te beperken. In paragraaf 6.1 wordt hier nader op ingegaan.

5.2 Procesanalyse

In deze paragraaf worden de processen beschreven die de diverse onderdelen van een vervoersysteem doorlopen. De onderdelen zijn in te delen naar lokatie en object, nodig om actoren handelingen te laten uitvoeren of aansturen. Het proces van de goederen in het gehele traject vormt de basis voor de procesanalyse. Uitgangspunt hierbij is het vervoer van de goederen die in Laakhaven ook daadwerkelijk verkocht en meegenomen worden. Het deel Laakhaven Centraal wordt vervolgens nader bekeken. Hierbij wordt niet aangegeven hoe het proces in detail gaat verlopen, omdat dit afhankelijk is van het transportmiddel.

5.2.1 Algemeen proces van het goederenvervoersysteem

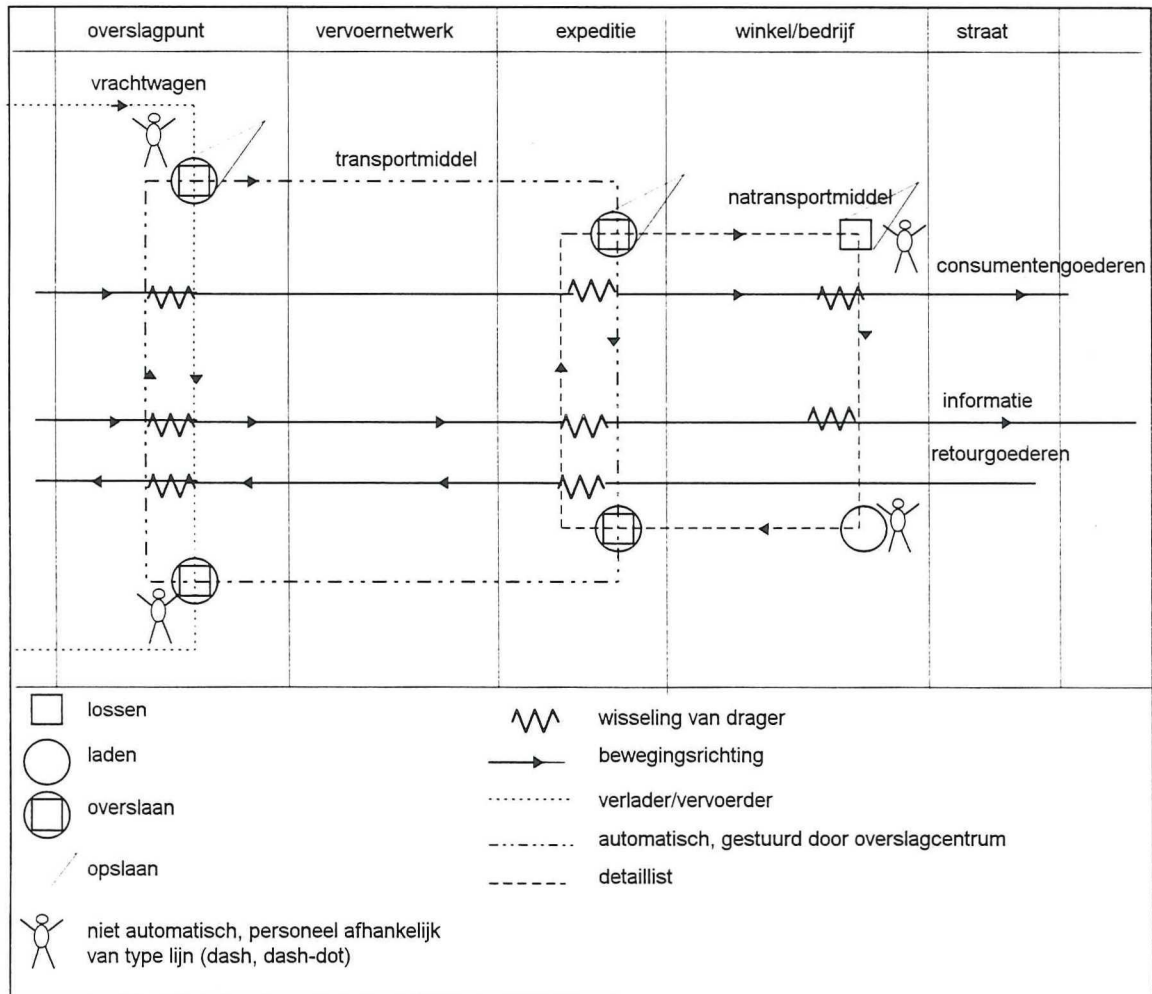
Het proces binnen een goederenvervoersysteem ziet er als volgt uit. De goederen worden na de eindproductie opgeslagen in een magazijn. Vervolgens worden ze geladen in een vervoermiddel. Het vervoermiddel wordt door een vrachtwagenchauffeur naar de plaats van bestemming gereden. Bij consolidatie en collectie moet eerst voortransport plaatsvinden. Bij consolidatie en distributie moet natransport plaatsvinden. De bestemming is in dat geval een overslag- of distributiecentrum. De goederen worden, bij de winkel aangekomen, gelost en vanaf hier, na een eventuele opslag verspreid over de winkel. Na de verkoop worden zij door de consument meegenomen. Zie figuur 5.5.



5.2.2 Proces van het goederenvervoersysteem in Laakhaven

Het proces in Laakhaven valt onder het natransport zoals dat bij distributie en consolidatie bestaat. Dit natransport is op zichzelf te beschouwen als het bovenstaande algemeen proces. Het verschil zit in het benodigde verticaal transport dat noodzakelijk is in de GDV omdat de winkels op de eerste en tweede verdieping geen eigen verbinding naar buiten hebben. Hierdoor zullen de goederen, aangekomen bij de expeditie, nog gedistribueerd moeten worden naar de winkels. Wanneer voor het vervoer van goederen naar Laakhaven gebruik gemaakt wordt van een overslagcentrum, zou het vervoer tot aan dit centrum gezien kunnen worden als het voortransport, het transport in Laakhaven als het hoofdtransport en de distributie in de winkels als het natransport. Zie figuur 5.6.

De onderdelen die een rol spelen in dit proces kunnen onderverdeeld worden naar objecten, lokaties en handelingen, die door actoren aangestuurd worden. Zie figuur 5.7. De objecten verplaatsen zich over verbindingen en de lokaties vormen knooppunten. De functies die de handelingen moeten vervullen, worden in de functie analyse behandeld.



Figuur 5.7 Stroomdiagram goederenvervoer Laakhaven

OBJECTEN

- de vrachtwagen als voortransportmiddel

Een vrachtwagen komt met de bestuurder aan bij het overslagcentrum. De goederen worden daar uitgeladen, de bestuurder laat ontvangstbrieven ondertekenen, neemt eventueel pauze en vertrekt weer. Het losproces van de vrachtwagen verloopt onafhankelijk van het laadproces van het hoofdtransportmiddel. Sommige bestuurders zullen hun vrachtwagen ook moeten laden in het geval zij afval of retourgoederen mee terug moeten nemen.

- het hoofdtransportmiddel voor het vervoer vanaf het overslagpunt naar de expedities

Het hoofdtransportmiddel, dat in het algemeen proces het natransportmiddel is, zal goederen moeten kunnen laden in het overslagcentrum, de goederen transporteren naar de plaats van bestemming in Laakhaven, daar de goederen lossen, eventuele retourgoederen en afval laden, en terug naar het overslagcentrum gaan. Bij het overslagcentrum teruggekeerd worden de goederen gelost, er wordt eventueel onderhoud gepleegd, en het vervoermiddel is klaar voor de volgende rit. Het vervoermiddel zal de kortste weg af moeten leggen.

- het horizontaal natransportmiddel, dat het transport verzorgd na de expeditie op een verdieping

Na de overslag in de expeditie moet het goed nog horizontaal vervoerd worden, om het verticaal transport mogelijk te maken. Dit kan automatisch en niet-automatisch plaatsvinden. Niet-automatisch transport betekent transport waar personeel voor ingezet moet worden, zoals heftrucks, palletwagens etc.

- het verticaal natransportmiddel voor het verzorgen van het transport naar de hoger gelegen verdiepingen

Wanneer de goederen op de juiste plek zijn kan het verticaal transport plaatsvinden. Dit is altijd nodig in de GDV, omdat het hoogbouw betreft. In LHM hoeft het niet indien de expedities op hetzelfde niveau liggen als de winkels.

- goederen, informatie

Bij het goederentransport spelen niet alleen de goederen een belangrijke rol, maar ook de informatie die bij de goederen hoort. In hoofdstuk 4 zijn de soort en hoeveelheid goederen reeds besproken. De bijbehorende informatie is van belang voor de administratie, de aansprakelijkheid, de bestemming van bevoorrading en de prijsbepaling.

LOKATIES

- het overslagpunt, waar de goederen worden overgeslagen op het hoofdtransportmiddel

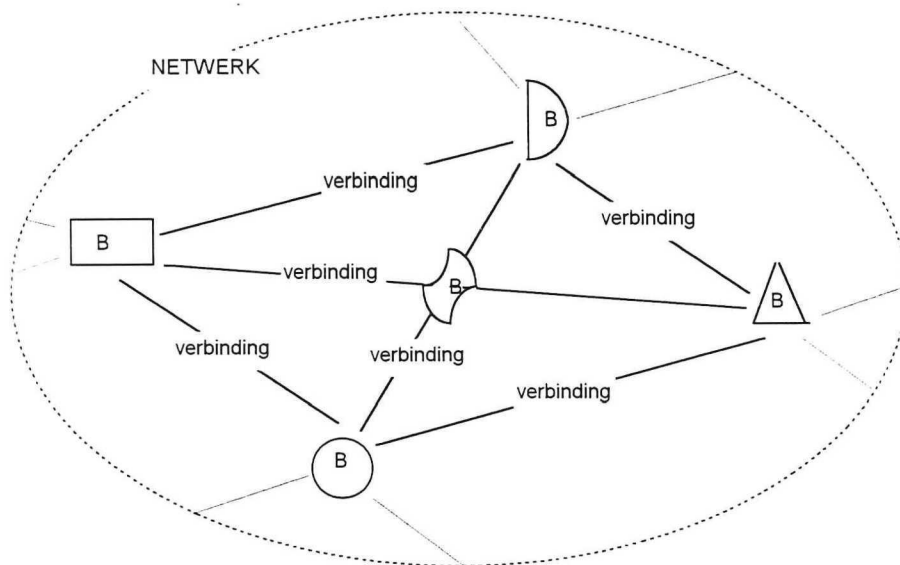
In dit overslagpunt gaan de goederen van de vrachtwagen op het nieuwe transportsysteem. Er zal ruimte moeten zijn voor het lossen van de vrachtwagens en het lossen van de vervoermiddelen van het systeem. Er zal in dit punt informatie uitgewisseld moeten worden, over de inhoud van de goederen.

- een magazijn waar de opslag van goederen plaats kan vinden

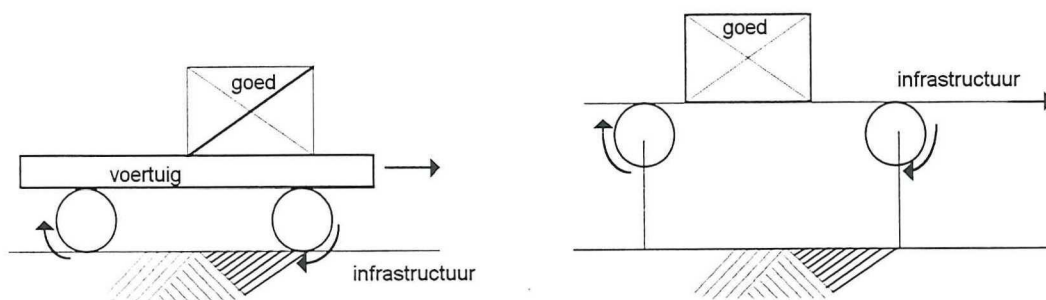
Wanneer de goederen te vroeg afgeleverd worden, zal er een mogelijkheid moeten zijn om voorraad aan te leggen. Deze opslagruimte moet afgesloten kunnen worden.

- de expeditie, waar de goederen van het hoofdtransportmiddel worden overgeslagen op het natransportmiddel

De expeditie is de plaats waar de goederen van het hoofdtransportmiddel worden gelost en overgeslagen op het natransport. Eventueel zal hier een mogelijkheid moeten zijn om de goederen op te slaan of om ze te bewerken. Ook hier zal uitwisseling van informatie plaats moeten vinden van de gegevens van de goederen.



Figuur 5.8 Verbindingen en knooppunten vormen een netwerk



Figuur 5.9 Verschil tussen rollende "voertuigen" en rollende "infrastructuur"

Er kan binnen de onderdelen een onderscheid gemaakt worden tussen elementen voor verbindingen en voor knooppunten. De verbindingen (objecten) zoals het hoofd- en het natransportmiddel, zijn afhankelijk van de lokaties van de knooppunten zoals het overslagcentrum en de expedities. De verbindingen en de knooppunten vormen samen een netwerk. Zie figuur 5.8.

De keuze voor de onderdelen van een vervoersysteem wordt in hoofdstuk 6 gemaakt. In de volgende paragraaf komen de functies aan bod die het goederenvervoersysteem moet kunnen vervullen.

5.3 Functieanalyse

Er is een aantal functies binnen het goederenvervoer dat vervuld moet worden. Deze functies worden in het algemeen beschreven. Door deze functiebeschrijving kan in hoofdstuk 6 een goede afweging gemaakt worden voor de infrastructuur en het vervoermiddel.

5.3.1 Vervoeren

Om goederen van de ene bestemming naar de andere bestemming te krijgen zullen de goederen vervoerd moeten worden. Om dit vervoer mogelijk te maken zal aan een aantal randvoorwaarden voldaan moeten zijn. Er zal een transportmiddel aanwezig moeten zijn, dat zich kan voortbewegen over infrastructuur, en dat geschikt is voor de te vervoeren goederen. Om ervoor te zorgen dat het transportmiddel over de infrastructuur de juiste richting op gaat en bij de juiste bestemming aankomt, dient een stuurmechanisme aanwezig te zijn. Een ladingdrager, al dan niet geïntegreerd in ontwerp, moet het mogelijk maken dat de goederen op een handelbare manier vervoerd kunnen worden. Ook zal er een laad- en lossysteem nodig zijn om goederen ook daadwerkelijk op het vervoermiddel te krijgen.

VERVOEREN

- transportmiddel en infrastructuur
- navigatiesysteem
- halteplaatsen
- ladingdrager
- laad-lossysteem op voertuig

In Laakhaven betekent dit dat er geschikte infrastructuur aanwezig zal moeten zijn, evenals infrastructuur die vanaf het overslagpunt naar Laakhaven voert. Over deze infrastructuur zal een vervoermiddel de goederen moeten kunnen dragen. De vervoermiddelen moeten dusdanige afmetingen hebben (ongeveer 2,5 x 1,2 meter) zodat het merendeel van de goederen vervoerd kan worden. Aangezien in de GDV meer verdiepingen aanwezig zijn, zal hier zowel horizontaal als verticaal transport over kleine afstanden plaats moeten kunnen vinden. Verticaal vervoer is mogelijk met heftrucks, magazijnkranen, liften of hellingen. Voor het horizontaal vervoer kan gebruik gemaakt worden van dragers die kunnen voortbewegen ten opzichte van de ondergrond (bijvoorbeeld een rolpallet), of een ondergrond die beweegt, terwijl het goed ten opzichte van de ondergrond stil staat (bijvoorbeeld een transportband). Zie figuur 5.9.

Het navigatiesysteem moet ervoor zorgen dat het vervoermiddel met goederen daadwerkelijk aankomt op de plaats van bestemming. Mogelijkheden daarvoor zijn bijvoorbeeld een streepjescode verbonden aan het goed, een persoon die de vervoermiddelen zelf stuurt, aansturing vanaf een controle-eenheid in het overslagcentrum.

5.3.2 Opslaan

Opslaan is het voorraad vormen van. Het opslaan van goederen is nodig om verschillende redenen. In de eerste plaats is zowel de vraag als het aanbod aan fluctuaties onderhevig en is

de levering van goederen niet altijd betrouwbaar, waardoor een transportvoorraad wordt aangehouden. Ook is soms de aanvoer slechts in vaste hoeveelheden en op vaste tijden leverbaar. Tevens houden bedrijven soms handelsvoorraden aan om optredende prijsfluctuaties en vraagschommelingen op te vangen. De omvang van de voorraad is dus afhankelijk van een aantal factoren.

Voor opslag is de ruimte het belangrijkste, die wordt namelijk ingenomen door de opgeslagen goederen. Ook is ruimte nodig voor het lossen van voertuigen. Voor een efficiënt gebruik van de ruimte zijn magazijnstellingen of andersoortige opslagmogelijkheden nodig, zodat driedimensionaal gebruik van de ruimte mogelijk is. Voor het verplaatsen van de goederen binnen de opslag zijn werktuigen of personeel nodig. Verder is voor de beveiliging een afsluitbare ruimte nodig.

Voor de houdbaarheid van diverse goederen is een overkapping van de ruimte nodig, maar eventueel ook extra voorzieningen zoals een koel-vriesruimte, een stofvrije ruimte.

In Laakhaven moet het mogelijk zijn om goederen op te kunnen slaan, omdat hier een aantal van bovengenoemde redenen aanwezig zullen zijn. Opslag is mogelijk bij het overslagpunt, buiten Laakhaven, of bij de expedities, in Laakhaven.

5.3.3 Overslaan

Het overslaan van goederen houdt de verplaatsing in van goederen van het ene vervoermiddel op het andere vervoermiddel. Hier zijn natuurlijk vervoermiddelen voor nodig, maar ook laad-lossystemen. Tevens is een aansluiting nodig van beide soorten infrastructuur om ervoor te zorgen dat de vervoermiddelen ook daadwerkelijk de goederen kunnen gaan vervoeren na het overslaan. Voor het overslaan is wederom een ruimte nodig. Het is soms praktisch om de laadeenheid te standaardiseren zodat de overslag sneller plaats kan vinden.

In Laakhaven zal overslaan plaatsvinden in het overslagcentrum, waarbij goederen overgaan van een vrachtwagen op het vervoermiddel. In de expeditie zullen de goederen gelost moeten worden van het vervoermiddel en met een natransportmiddel naar de bedrijven vervoerd worden. Dit laden en lossen vraagt bepaalde handelingen, binnen het goederenvervoer ook handling genoemd.

HANDLING

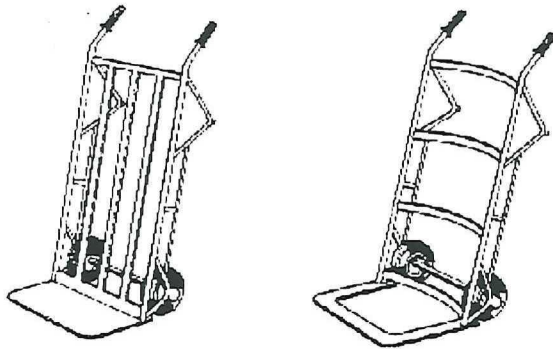
Handling bestaat uit alle bewegingen die met de goederen plaatsvinden, behalve de beweging waarbij er daadwerkelijk van geografische plaats gewisseld wordt. Hieronder valt het overslaan van goederen van het ene voertuig op het andere en het bij de overslag behorende interne transport. Goederen kunnen zichzelf niet verplaatsen, er is dus altijd enige vorm van handling nodig. De handling is afhankelijk van de soort goederen en haar kenmerken, de verpakkingswijze, het vervoermiddel waarin de goederen vervoerd gaan worden. Handling kan op de volgende manieren plaatsvinden.

OPSLAAN

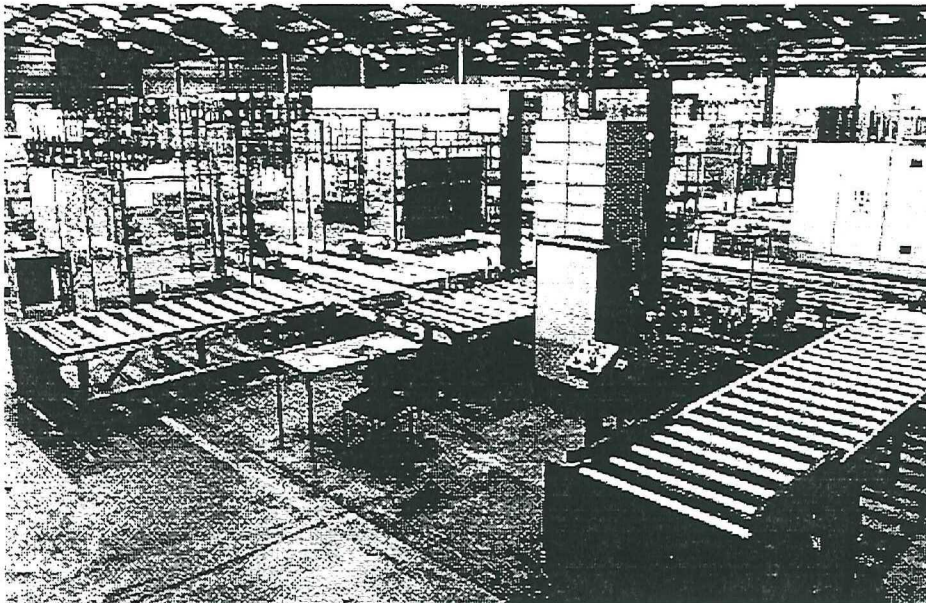
- ruimte met magazijnstellingen
- ruimte voor lossen van voertuigen
- werktuigen (mensen of hulpmiddelen)
- extra voorzieningen (afsluitbaar, overkapping, koel-vriesruimte)

OVERSLAAN

- vervoermiddelen
- laad-lossysteem
- aansluiting van beide infrastructuren
- ruimte
- gestandaardiseerde laadeenheid



Figuur 5.10 **Hulpmiddelen voor personeel bij het laden en lossen**



Figuur 5.11 **Rollenbaan** [Stöcklin]

- Mensenkracht

Kleinere pakketten en zendingen kunnen prima door mensenkracht vervoerd worden. Er kan eventueel gebruik gemaakt worden van hulpmiddelen als steekwagen, rolcontainers, palletwagen (pompwagen). Zie figuur 5.10. De mens levert de inspanning voor de beweging, en de hulpmiddelen dienen ter ondersteuning van het goed.

- Zwaartekracht

Vooraf bij stortgoederen en vloeistoffen kan handling met behulp van zwaartekracht plaatsvinden. In het stedelijk goederenvervoer is dit dus niet van toepassing. Er zijn voor dit systeem ook hoogteoverbruggingen nodig. Bij een lange transportafstand, zal de hoogte ook groot moeten zijn.

- Handling equipment

Hiermee wordt mobiele apparatuur bedoeld, die speciaal ontworpen is voor het laden en lossen (en eventueel over korte afstand te transporteren) van goederen of laadeenheden. Voorbeelden zijn: vorkheftrucks, voorladers, stapelaars, reach-stackers, side loaders, straddle carrier, transtainer, kranen, maar ook rollenbanen, kettingbanen, transportbanden en loopkatten. Zie figuur 5.11. Verschil met de hulpmiddelen die door mensen gebruikt wordt, is dat hier de apparatuur de inspanning moet leveren, en dat een eventueel persoon alleen de besturing verzorgt.

5.3.4 Nevenfuncties binnen het transportsysteem

ONDERHOUDEN

Voor het kunnen blijven functioneren van het systeem zal er onderhoud gepleegd moeten worden. Hiervoor moet een ruimte beschikbaar zijn. Het onderhoud zal regelmatig moeten gebeuren, maar het mag niet ten koste gaan van de capaciteit van het goederenvervoersysteem. Hiervoor zijn reservevervoermiddelen nodig. Ook zullen soms vervoermiddelen onderweg defect raken, waarbij de mogelijkheid aanwezig moet zijn om deze ter plekke te kunnen repareren.

ONDERHOUDEN

- ruimte
- reservevervoermiddelen
- tweede weg naar bestemming
- gereedschap
- gekwalificeerd personeel

In Laakhaven moet in dat geval een tweede weg zijn zodat de plaats van bestemming bereikt kan worden. Ook moeten er extra vervoermiddelen aangeschaft moeten worden die de (defecte) vervoermiddelen kunnen vervangen tijdens reparatie en onderhoud.

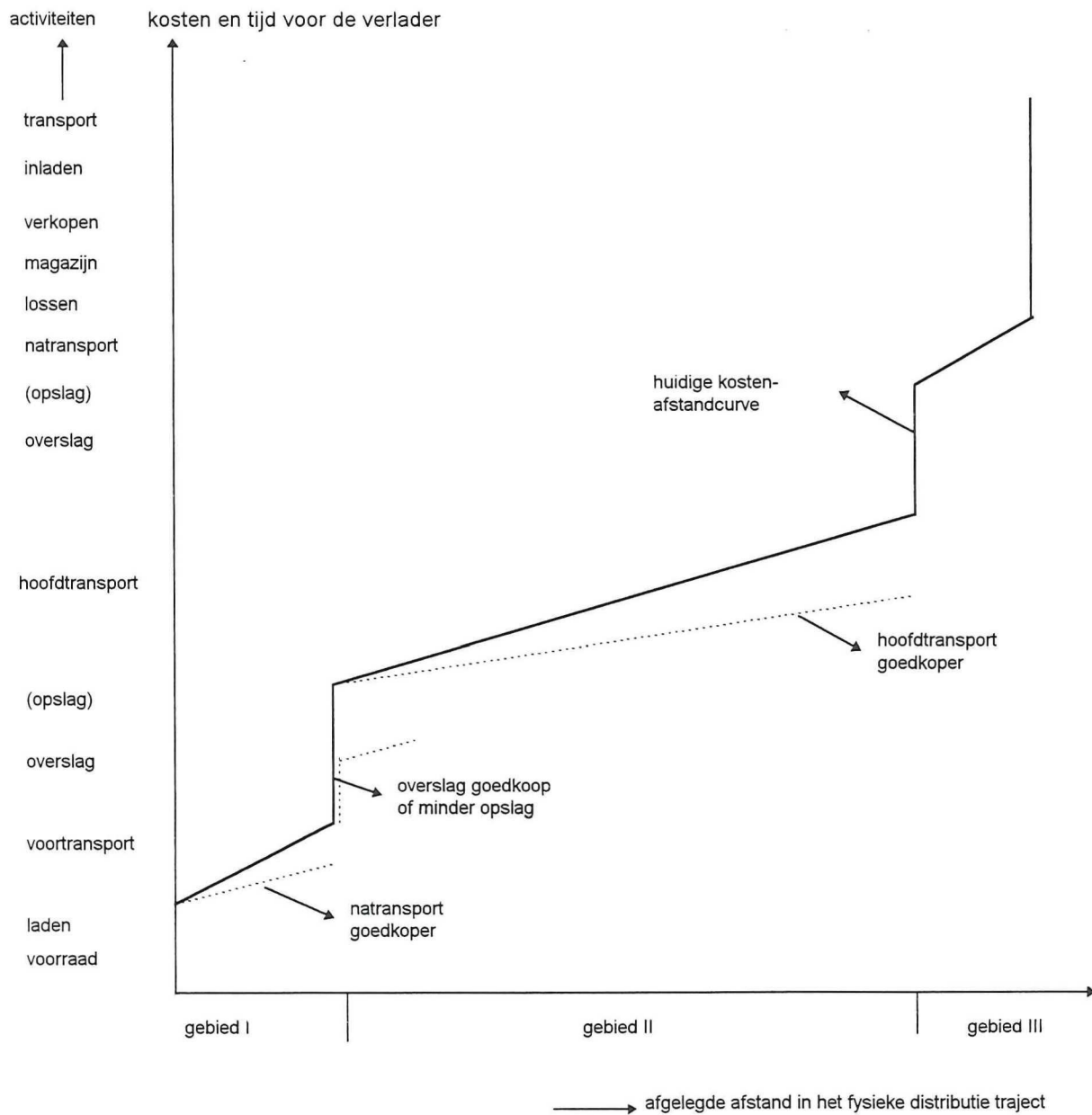
ADMINISTRATIE EN AUTOMATISERING

Om de juiste gegevens aan de juiste goederen te koppelen is een administratiesysteem nodig. Dit systeem wordt gebruikt bij verkoop, inkoop, eigendoms- en verantwoordelijkheids-overdracht, deelgebruik van het goederenvervoersysteem en registratie van het aantal gerepareerde vervoermiddelen.

ADMINISTRATIE EN AUTOMATISERING

- administratiesysteem
- registreermogelijkheid (soort scanner)

In Laakhaven is dit niet fundamenteel anders. Het is door het gebruik van een overslagcentrum en een goederenvervoersysteem, waar toe alle vervoerders toegang hebben en gebruik maken van alle onderdelen van het systeem, onduidelijk wie de verantwoordelijkheid voor de goederen draagt. In hoofdstuk 11 worden hiervoor een aantal oplossingen aangedragen. Een detaillist kan door middel van de administratie zelf bepalen wanneer zijn goederen aankomen.



In deze kosten afstand curve wordt aangegeven wat de kosten van de fysieke distributie zijn in relatie tot de afgelegde afstand. De curve is getekend voor de situatie in Laakhaven Centraal, waarbij het hoofdtransport gelijk is aan natransport in een andere situatie (zie paragraaf 5.3). Niet alle mogelijkheden zijn aangegeven, maar het is wel te zien, dat een combinatie van maatregelen de kosten verder verlagen. De curve geeft een indicatie aan, maar geeft geen nauwkeurig beeld van de kosten.

Figuur 5.12 Kosten-afstandcurve

VERKOPEN

Vervoer is een voorwaarde voor verkoop. Het speelt in Laakhaven een rol, omdat door verkoop afval vrijkomt. Soms moeten er nog bewerkingen aan producten gedaan worden, voordat het product verkoopklaar is. Voor het afval moeten verzamelplaatsen zijn. Voor de bewerkingen moet ruimte aanwezig zijn.

VERKOPEN

- verzamelplaats voor verpakking en afval
- bewerkingsruimte voor verkoopklaar maken product.

5.4 Verlagen kosten fysieke distributie

Er zitten natuurlijk kosten verbonden aan het transport van goederen. De kosten zijn onder andere afhankelijk van de afgelegde afstand, maar meer nog blijken zij afhankelijk te zijn van het aantal keer dat overslag plaats moet vinden. Het is mogelijk om de kosten van het transport te verlagen door een aantal aanpassingen aan het transportsysteem. In deze paragraaf zal aan de hand van een kosten-afstandcurve mogelijkheden genoemd worden voor kostenverlaging.

5.4.1 Kosten-afstandcurve

De kostenafstand curve is een grafiek waarin het verloop van de fysieke distributie kosten als functie van de afgelegde afstand wordt weergegeven. Zie figuur 5.12. De afgelegde weg begint bij het begin van het traject van de fysieke distributie en eindigt in Laakhaven, en gaat dus steeds dichter naar het stedelijk gebied toe. De gebiedsindeling, zoals die in paragraaf 5.2 gebruikt is, kan in de kosten-afstandcurve gezet worden. Volgens de procesbeschrijving van Laakhaven Centraal begint gebied III, het gedeelte waar in dit onderzoek de nadruk op gelegd wordt, bij het eerste kopje overslaan. Zie onderschrift figuur 5.6. Elk onderdeel in de kostenafstand curve is afgeleid van de functieanalyse en heeft een aantal kostenposten die mogelijkheden biedt om de kosten voor fysieke distributie te verlagen.

5.4.2 Kostendragers en mogelijke verbeteringen

In de kosten-afstandcurve zijn de volgende voornaamste functies genoemd met de bijbehorende kostendragers. Zie tabel 5.3.

opslag	overslag	vervoeren
voorraadruimte stellingen conserveerfaciliteiten renteverlies	equipment mensenkracht aanpassing vervoermiddel aanpassing infrastructuur overslagperron registratie gegevens	vervoermiddelen mensenkracht infrastructuur stuurmechanisme

Tabel 5.3 Hoofdfuncties van het transportsysteem en de kostendragers

Deze kostendragers kunnen verlaagd worden op verschillende manieren. Hierbij kan nog een onderscheid gemaakt worden naar functies die in een bepaald gebiedsdeel vervuld worden (zie paragraaf 5.2). De genoemde mogelijkheden zorgen ervoor dat de curve minder lang is, of dat hij minder steil loopt.

OPSLAG

- Voorraadruimte

Minder voorraad aanhouden vereist minder voorraadruimte, waardoor de kosten van huur of hypotheekrente lager kunnen zijn. Minder voorraad is mogelijk als vraag en aanbod beter op elkaar afgestemd zijn (gebied III) of als er op bestelling geproduceerd en geleverd wordt (gebied III).

- Stellingen

Stellingen zijn vereist als er veel voorraad is en maar een beperkte ruimte. Het aantal benodigde stellingen voor in het magazijn is afhankelijk van de efficiëntie van de indeling en van het gebruik. Efficiëntie kan voor een reductie van het aantal stellingen zorgen.

- Conserveerfaciliteiten

Een manier om deze kostenpost te verlagen, is het vervoer van goederen die een koel-vriesbox of andere faciliteiten nodig hebben te beperken. Een andere manier is het beter op elkaar afstemmen van vervoer van goederen die dit nodig hebben, zodat de vervoercapaciteit beter benut kan worden.

- Renteverlies

Renteverlies ontstaat als goederen ingekocht zijn en ze nog niet verkocht zijn. In deze tijd had het bedrag van de voorinvestering rente op kunnen leveren, en dat is bij opslag niet het geval. Door goederen minder lang in voorraad te houden, en de bestelling van nieuwe goederen goed op elkaar af te stemmen is er minder renteverlies (gebied III). De productie dient beter afgestemd te worden op de vraag naar de goederen (gebied I).

OVERSLAG

Overslag, of liever gezegd laden en lossen is in een vervoertraject minimaal twee keer nodig. De kosten voor overslag kunnen dus beperkt worden door het aantal malen overslag te beperken. Wanneer wel overslag plaatsvindt zijn in gebied III de volgende mogelijkheden.

- Middelen

Voor de overslag van goederen zijn middelen nodig, en meestal worden er werktuigen gebruikt. Door de goederen gestandaardiseerd te verpakken, kan de equipment vereenvoudigd worden, en zijn er niet zoveel verschillende soorten hulpmiddelen nodig.

- Mensenkracht bij overslag

Door de overslag te automatiseren zijn er niet of nauwelijks mensen bij betrokken. Ook kan door mechanisatie van de overslag het aantal in te zetten mensen danig krimpen. Er zal wel een afweging gemaakt moeten worden, wat bedrijfseconomisch gezien het gunstigst is, omdat automatisering vaak een grote investering betekent.

- Aanpassing vervoermiddel

Door aanpassing van het voertuig wordt het eenvoudiger om de goederen te laden en te lossen. Mogelijkheden voor aanpassingen zijn het vergroten van de laadruimte zodat er een grotere laadeenheid in past of het verkleinen van de laadruimte zodat de lading er gemakkelijker afgehaald kan worden. Ook kunnen hulpmiddelen aan het voertuig gemaakt worden of het voertuig kan tevens dienst doen als laadeenheid, zodat er minder handelingen nodig zijn.

- Aanpassing infrastructuur

Infrastructuur kan aangepast worden, zodat het overslag traject minder lang is. Hierdoor is de af te leggen afstand met het equipment minder lang, waardoor het overslaan sneller kan plaatsvinden.

- Overslag perron

Door gebruik te maken van een overslag perron op dezelfde hoogte als de laad-loshoogte van de voertuigen, wordt het overslaan gemakkelijker, en zal het minder tijd kosten.

- Registratie gegevens

Er zullen gegevens geregistreerd moeten worden, om de inhoud van de lading ook in een later stadium te kunnen bepalen. Dit kan geautomatiseerd worden, zodat het personeel daar minder tijd mee kwijt is.

VERVOER

- Vervoermiddel

Aanpassingen aan vervoermiddel is een manier om het vervoer goedkoper te maken. Het transport per afstand kan goedkoper door bijvoorbeeld zuinige voertuigen, of voertuigen die goedkope brandstof verbruiken. Het gehele transport kan goedkoper door het voertuig sneller te maken. Ook is de inzet van een minder duur voertuig mogelijk.

- Personeelinzet bij vervoer

Door een beperking van de inzet van personeel, zal het transport ook goedkoper worden. Mogelijkheden zijn meer lading per voertuig, dus een bundeling van bevoorradingen. Automatisch transport is ook een mogelijkheid om inzet van personeel te verminderen.

- Infrastructuur

Goedkope infrastructuur, waar weinig onderhoud aan gepleegd hoeft te worden, zal de kosten voor beheer en aanleg (voorinvestering en onderhoud) verlagen.

- Stuurmechanisme

Een stuurmechanisme is nodig om het vervoermiddel in de juiste richting te sturen. Door dit eenvoudig te houden, bestaande uit goedkope onderdelen, zullen de kosten hiervoor lager zijn.

5.5 Conclusie

- Goederen met drie verschillende organisatiestructuren moeten vervoerd kunnen worden naar Laakhaven: goederen van fabrikant via detailhandel naar consument, goederen als toonartikel van fabriek naar detailhandel en weer terug en de goederen die door detailhandel naar de consument gebracht worden.
- De onderdelen die een rol spelen in het goederenvervoer kunnen opgesplitst worden naar verbindingen en knooppunten. Samen vormen zij een netwerk.
 - De verbindingen zijn (het voortransport,) het hoofdtransport en het natransport.
 - De knooppunten zijn het overslagcentrum, de expeditie en de winkel (bestemming).
- De volgende functies moeten met het goederenvervoersysteem uitgevoerd kunnen worden in Laakhaven: vervoeren, opslaan, overslaan, administratie, onderhouden. Met de activiteiten die met het verkopen samenhangen, moet rekening gehouden worden, vanwege de relatie met het transportsysteem.
- In de kostenafstand curve vormt de overslag een aanzienlijk deel in de kosten. De kosten-kwaliteitverhouding kan in de overslag verbeteren door deze sneller uit te voeren of door minder vaak over te slaan.

6. Indeling goederenvervoersysteem

In het vorige hoofdstuk is beschreven uit welke onderdelen een goederenvervoersysteem moet bestaan. In dit hoofdstuk zal voor de verschillende onderdelen een keuze gemaakt worden. Als eerste wordt de infrastructuur van het transportsysteem gekozen (§ 6.1), vervolgens een vervoermiddel dat bij de gekozen infrastructuur kan passen (§ 6.2). Tenslotte zullen de netwerkconfiguraties en de toepassing bij dit vervoermiddel onderzocht worden (§ 6.3). Keuzen worden gemaakt op basis van geschiktheid voor Laakhaven. De keuze van de infrastructuur is gebaseerd op criteria als leefbaarheid, bereikbaarheid, haalbaarheid en inpasbaarheid. Het vervoermiddel wordt gekozen op eigenschappen van de goederen en de situatie in Laakhaven.

6.1 Infrastructuur

6.1.1 Indeling van het transportsysteem

Het indelen van het transportsysteem is een hulpmiddel om de positieve en negatieve effecten van elk systeem op een rijtje te zetten en een eenduidige keuze te maken. Tot deze indeling is gekomen door de diverse kenmerken van een transportsysteem op een rijtje te zetten, met daarbij een onderscheid naar drager, techniek en organisatie.⁴⁴ Door eerst de eigenschappen en de bijbehorende effecten van de afzonderlijke kenmerken te inventariseren kan men een keuze maken voor een systeem met voor Laakhaven Centraal gunstige eigenschappen, dat voldoet aan de randvoorwaarden en uitgangspunten. De keuze zal gemaakt worden met behulp van een multicriteria evaluatie en voornamelijk gebaseerd worden op de kenmerken van de infrastructuur. In paragraaf 6.2 wordt de keuze voor het vervoermiddel gemaakt, waarbij de techniek aan de orde komt.

DRAGER

Onder de drager wordt verstaan de fysieke paden waarover het vervoer plaatsvindt. Hier kan een onderscheid gemaakt worden naar:

- het wel of niet aanwezig zijn van een voertuig: continu, discontinu
- het medium: weg, water, rail, kabel, buis
- het soort geleiding: wel geleiding (fysiek, niet fysiek), geen geleiding
- de autonomie van de drager: wel combinaties mogelijk, alleen voor bepaalde voertuigen
- de ligging van de drager: toegestaan op maaiveld, niet toegestaan

TECHNIEK

Onder techniek wordt verstaan de manieren waarop het voertuig voortbeweegt. Het volgende onderscheid kan gemaakt worden:

- de aandrijving van het voertuig: rotatie- en lineaire inductie, verbranding, mechanisch/extern
- de energiedrager: accu, brandstof, leiding
- de besturing van het voertuig: automatisch, handgestuurd, intern, extern

⁴⁴ Op basis van Schoemaker, Th.J.H. c.s., Indeling vervoersystemen in stedelijke gebieden, 1993, TU Delft, Delft

continu	cont			discont											
medium	buis	water	weg	buis	kabel	rail		water			weg				
geleid	geleid								ongeleid		geleid		ongeleid	geleid	ongeleid
auto	auto	niet auto	auto			niet auto	auto	niet auto		auto	niet auto		auton		
ligging	onder	mv		onder	mv										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

De nummers in de onderste regels corresponderen met nummers die in de tekst genoemd worden. Gebruik is functioneel.

Tabel 6.1 Indeling van het transportsysteem naar infrastructuur

ORGANISATIE

Onder organisatie wordt verstaan de mogelijkheden om het vervoer te regelen voor de vervoerders en verladers. De volgende mogelijkheden zijn aanwezig:

- de manier waarop de lading aangeboden wordt: gezamenlijk, alleen
- de structuur van het distributie proces: direct, collectie, distributie, geconsolideerd
- de toegankelijkheid van het systeem: open, gesloten of een combinatie.

In tabel 6.1 worden de mogelijkheden wat betreft de drager gegeven. In bijlage IV wordt de volledige kruisingstabel gegeven, waaruit blijkt dat er 144 combinaties te maken zijn waarvan er 38 overblijven. De rest van de combinaties valt af, omdat zij niet mogelijk is. Ook wordt van elk overgebleven systeem een voorbeeld genoemd, dat al dan niet toepasbaar is in het goederenvervoer, of in Laakhaven.

6.1.2 Rangschikking van de transportsystemen per actor

De kenmerken zullen ieder op zich beoordeeld worden op de volgende criteria, gebaseerd op de eisen en randvoorwaarden die volgen uit de voorgaande hoofdstukken. Met behulp van een multicriteria analyse zullen de transportsystemen vergeleken worden, en zal een keuze gemaakt worden.

LEEFBAARHEIDSASPECTEN

Is het systeem gunstig voor de leefbaarheid, uitgesplitst naar geluidsoverlast, emissie stank en stoffen, veiligheid en fysieke hinder?

FUNCTIONELE ASPECTEN

Is het systeem geschikt voor de goederen die vervoerd moeten worden? Wat is de bereikbaarheid van Laakhaven met dit systeem en wat is de reikwijdte? Bereikbaarheid is de moeite die het kost om op de plaats van bestemming te kunnen komen, de weerstand die wordt ondervonden. Reikwijdte is afstand die met het systeem afgelegd kan worden, de zogenaamde fijnmazigheid van een netwerk. De bereikbaarheid en de reikwijdte zijn in het algemeen omgekeerd evenredig.

FYSIEKE ASPECTEN

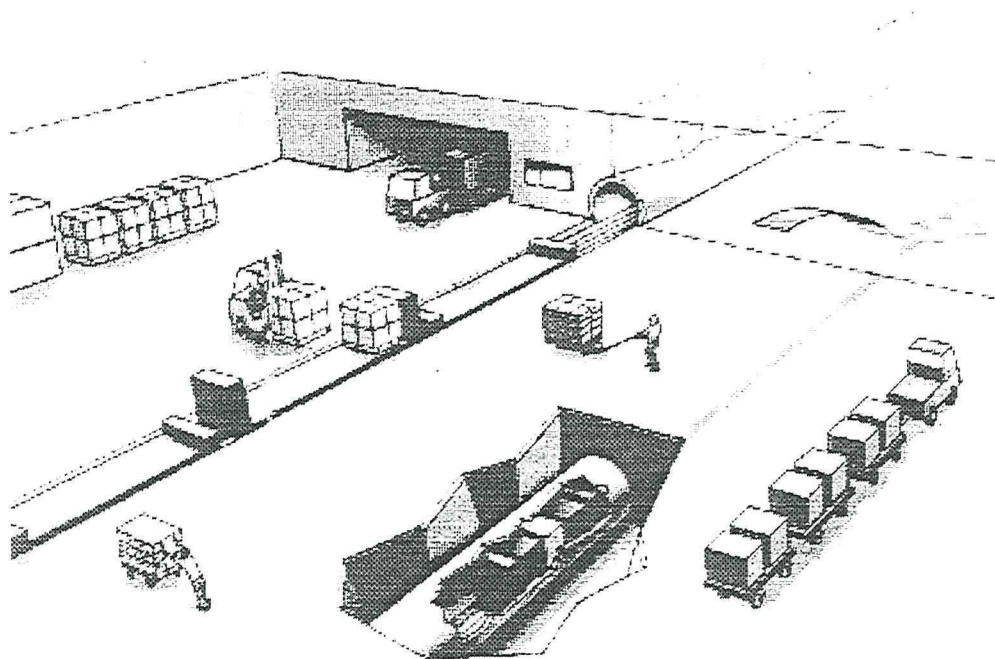
Is het transportsysteem in te passen in het gebied?

HAALBAARHEIDSASPECTEN

In hoeverre is het transportsysteem ruimtelijk en technisch haalbaar (aanleg van de infrastructuur) en economisch haalbaar (aanschaf van de voertuigen en de exploitatie van het systeem)?

De kenmerken van een vervoersysteem hebben op bovengenoemde criteria een ander effect. Zie bijlage V. De kenmerken van het systeem worden afzonderlijk beoordeeld in een matrix, met de waarden positief effect, negatief effect of geen effect. Per denkbeeldige actor is voor de criteria een weegfactorenset bepaald, waarna de mogelijke combinaties van kenmerken de keuze per actor bepalen. Deze actoren zijn de detaillist, de consument, de gemeente, de projectontwikkelaar, de bewoner, de vervoerder en de verlader. Bij de bewoner speelt de leefbaarheid een belangrijke rol, bij de vervoerder en de verlader vooral de functionaliteit, bij de detaillist is zowel de leefbaarheid als de functionaliteit belangrijk en bij de gemeente zal de inpasbaarheid in de stad zwaar wegen. De projectontwikkelaar kijkt voornamelijk naar de financiële aspecten, terwijl de consument de leefbaarheid belangrijk vindt.

De weegfactorensets, zoals vermeld in tabel 6.2, zijn tot stand gekomen door de wensen en eisen van de actoren, zoals vermeld in paragraaf 2.3, in extremen te meten. Hierdoor worden de verschillen tussen de systemen en tussen de voorkeuren van de actoren voor een bepaald systeem duidelijker. Deze extremen zijn bepaald door middel van een "educated guess". Het blijkt dat de actoren een beperkt aantal combinaties als beste drie beoordelen. Zie tabel 6.3.



Figuur 6.1 **Voorbeeld van ondergronds buisleidingentransport** [Bureau Lievense]

Zowel een op maaiveld gelegen autonoom geleid en ongeleid wegsysteem resp. een ondergronds gelegen autonoom geleid buisleidingensysteem komen 3 en 3 resp. 5 keer voor.

		consument	bewoner	verlader	vervoerder	detaillist	proj.ontw.	gemeente
leefbaarheids-aspecten	geluidsoverlast	0.5	1.0	0	0	0.25	0	0.5
	emissie stank/stof	0	0.5	0	0	0.25	0	0.5
	veiligheid	0.5	1.0	0	0	0.25	0	1.0
	fysieke hinder	0	0.5	0	0	0.25	0	0.5
functionele aspecten	soort goederen	1.0	0	1.5	1	1	0.5	0
	bereikbaarheid	0.5	0	1	1.5	0.5	0.5	0.5
	reikwijdte	0.5	0	0	0	0	0	0.5
fysiek aspecten	inpasbaarheid	1.25	2	0	0	1.25	1	1
financiële aspecten	infrastructuur	0.5	0	0.5	0.25	0.5	1	0.5
	voertuig	0	0	1	1.25	0	1	0.5
	exploitatie	0.75	0	1	1	0.75	1	0

Tabel 6.2 De weegfactorensets behorende bij de verschillende actoren

	keuze 1	keuze 2	keuze 3
consument	13	14	5
bewoner	5	13	1
vervoerder	1	6	5
verlader	14	16	11
detaillist	13	14	5
projectontwikkelaar	14	13	11
gemeente	5	1	15

soort transportsysteem	aantal keer genoemd
1 ondergronds autonoom geleid continue buisleiding	3
5 ondergronds autonoom geleid discontinue buisleiding	5
6 ondergronds autonoom geleid discontinue kabel (niet erg waarschijnlijk)	1
11 op maaiveld niet autonoom ongeleid discontinu systeem op het water (traditioneel scheepvaartvervoer) op maaiveld	1
13 niet autonoom geleid discontinu systeem op de weg	3
14 op maaiveld niet autonoom ongeleid discontinu systeem op de weg (traditioneel wegvervoer)	3
15 ondergronds autonoom geleid discontinu systeem op de weg	1
16 ondergronds autonoom ongeleid discontinu systeem op de weg	1

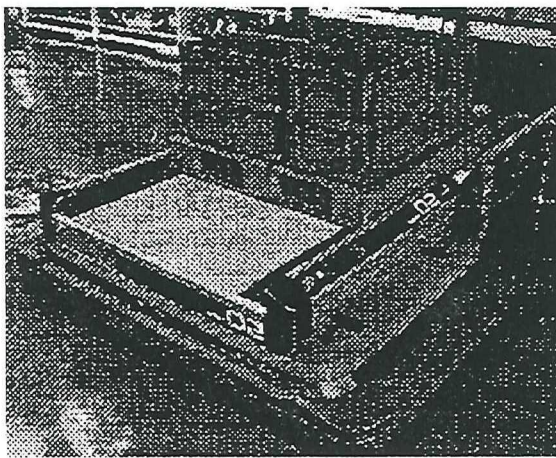
Tabel 6.3 Rangschikking van drie meest geschikte systemen bij diverse weegfactorensets van actoren

6.1.3 Keuze transportsysteem

De keuze voor het transportsysteem wordt gemaakt op basis van een multicriteria analyse waarbij ook de keuze van de actoren op verschillende manieren gewogen is. Zie bijlage VI. Een ondergronds autonoom geleid buisleidingentransport komt daar in vier van de vijf gevallen op de eerste plaats. Zie tabel 6.4. Dit systeem wordt in dit onderzoek gekozen voor verdere uitwerking. Zie figuur 6.1.

	factor	factor overige actoren	belangrijk criterium	beste systeem
gemeente en bewoners	2	1	leefomgeving	5
vervoerders en verladers	2	1	transport goed	5
detaillisten en consumenten	2	1	detailhandel	5
projectontwikkelaar	2	1	investeringskosten	13
alle actoren	1	1	gelijkheid	5
5 ondergronds discontinu autonoom geleid buisleidingentransport				
13 op maaiveld gelegen discontinu geleid niet autonoom wegsysteem				

Tabel 6.4 Rangschikking van vervoersysteem bij weging van de voorkeur van de denkbeeldige actoren



Figuur 6.2 Dragende AGV (MV200 van VanDerLande Industries)

Een buisleidingentransport (BLT) heeft een aantal voor- en nadelen. Voordelen zijn de afgesloten ruimte, met aan twee kanten een opening, waardoor de geluidshinder, de stank en de uitstoot van stoffen makkelijker gereguleerd kan worden. Ook ligt een buis meestal ondergronds, waardoor hij geen obstakel vormt tijdens de gebruiksfase. De buis is veilig voor overig verkeer, omdat contact in de buis met andere systemen niet aanwezig is. Verstoring door overig verkeer zal ook niet plaats kunnen vinden, dus betrouwbaarheid in dit traject is groot, afgezien van storingen van de buisleiding zelf. Een nadeel is de beperkte reikwijdte van het systeem, omdat het aantal uitgangen gelimiteerd is. Een buisleidingentransport zal ook helemaal aangelegd moeten worden, dus tijdens de bouw zal het voor hinder zorgen. In dit geval betreft het een nog te ontwikkelen gebied, dus zal de hinder voor weggebruikers mee vallen.

VOORDELEN BUISLEIDINGENTRANSPORT

- beperkte milieuhinder door afgesloten ruimte
- vormt geen obstakel tijdens gebruiksfase door ondergrondse ligging
- veilig bij gebrek aan contact met overig verkeer

NADELEN BUISLEIDINGENTRANSPORT

- beperkte reikwijdte
- hinder tijdens bouwfase

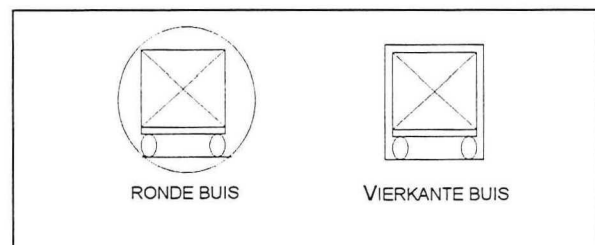
6.2 Keuze vervoermiddel

Nu de keuze voor het transportsysteem gemaakt is, zal er een vervoermiddel gekozen moeten worden dat bij het transportsysteem en in Laakhaven Centraal past. In de TRAIL onderzoeksschool⁴⁵ wordt momenteel onderzoek gedaan, als onderdeel van het Interdepartementaal Onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO) naar buisleidingen voor goederenvervoer. Voor het onderdeel vervoersystemen worden vier vervoermiddelen voorgesteld die gebruikt zouden kunnen worden in het buisleidingensysteem.⁴⁶ Deze vervoermiddelen zijn een dragende Automatic guided vehicle (AGV), een multitrailer AGV, een capsule en een transportband. Een van deze vervoermiddelen zal hier gekozen worden. Van deze vervoermiddelen zullen de kenmerken met de voor- en nadelen besproken worden. Eerst zal aangegeven worden waaraan het vervoermiddel in Laakhaven moet voldoen.

Het systeem moet flexibel om gaan met veranderde omstandigheden en de capaciteit hoeft niet groot te zijn (maximaal 8800 m³ per week). De buisdiameter moet geminimaliseerd worden, en de buis hoeft niet diep te liggen. Hij kan ook aan de oppervlakte liggen. Retourvervoer voor afval, verpakkingen en tonmeubelen moet eenvoudig mogelijk zijn.

DRAGENDE AGV (FIGUUR 6.2)

Zonder tussenpersonen vindt het transport plaats met een zelfsturende wagen. De dragende AGV kan worden afgesteund op wielen, of op rails. De snelheid ligt niet echt hoog (1 - 10 m/s). Wanneer het systeem overdekt is en in een redelijk schone omgeving rijdt, heeft de AGV niet snel reparatiewerkzaamheden nodig.⁴⁷ De flexibiliteit is hoog, omdat wissels en veranderingen eenvoudig ingepast kunnen



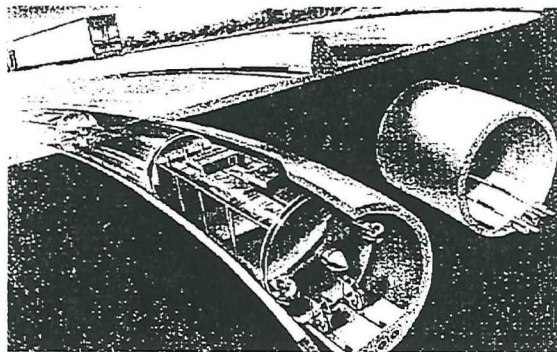
⁴⁵ Onderzoeksschool van Transport, Infrastructuur en Logistiek, een samenwerking tussen de Erasmus Universiteit in Rotterdam en de Technische Universiteit in Delft.

⁴⁶ B.J. Pielage, Eerste voorzet voor het vergelijk van transporttechnieken voor BuisLeidingenTransport (BLT), TU Delft, 1997

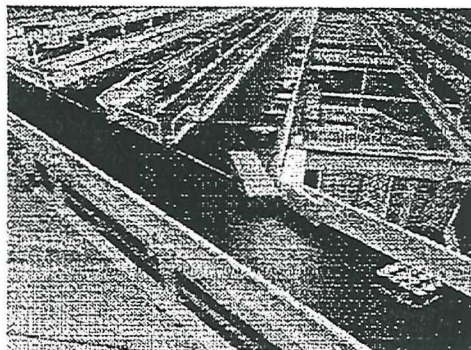
⁴⁷ idem 46



Figuur 6.3 Multi-trailer (echter geen AGV als trekker)



Figuur 6.4 Capsule [Tubexpress Inc.]



Figuur 6.5 Bandtransporteur

worden. Bij toepassing van een ronde buis zal de diameter groter moeten zijn, maar een rechthoekige buis is bij een AGV ook toepasbaar. Een voorbeeld van een situatie waar ze mogelijk een AGV gaan toepassen, is het ondergronds logistiek systeem tussen bloemenveiling Aalsmeer en Schiphol.⁴⁸ In Laakhaven is dit systeem goed toepasbaar.

MULTITRAILER AGV (FIGUUR 6.3)

Er is sprake van één sturende AGV, waar een aantal karretjes aan gekoppeld worden. De achterliggende gedachte hierbij is dat op een redelijk goedkope manier de capaciteit vergroot kan worden door het gebruik van "domme" karren. Dit vervoermiddel is bruikbaar als er naar een bestemming veel vervoerd moet worden. Ook nu is een ronde buis niet vereist. In Laakhaven zijn de vervoerrelaties niet zo dik, en de flexibiliteit moet groot zijn.

CAPSULE (FIGUUR 6.4)

Onder invloed van hoge luchtdruk worden capsules voortgestuwd of gezogen. De capsules moeten precies passen in de ronde buis, dus de buisdiameter kan geminimaliseerd worden. De snelheden zijn hoog (tot 25 m/s), doordat de dunne luchtstroom rondom de capsule meebeweegt en er dus nauwelijks luchtweerstand aanwezig is. Het is hiervoor wel noodzakelijk dat de luchtstroom continu is. Hierdoor is het niet gemakkelijk om meerdere halteplaatsen te creëren, ook omdat wissels niet goed mogelijk zijn. De flexibiliteit van het vervoermiddel blijft echter laag. Capsules zijn goed bruikbaar in punt-punt vervoer, waar hoge snelheden gewenst zijn. De toepasbaarheid in Laakhaven is dus laag.

TRANSPORTBAND (FIGUUR 6.5)

De transportband is een continu vervoermiddel, dat in de buitenlucht veel gebruikt wordt voor stortgoederen en intern, in magazijnen bijvoorbeeld voor stukgoederen. De snelheid van de band is niet hoog (2,5 - 5 m/s). Meestal hebben de banden een korte lengte en gaan alleen draaien als er op de desbetreffende band goederen aanwezig zijn. Wissels zijn gemakkelijk in te passen, waardoor de flexibiliteit groot is. Doordat geen extra vervoermiddelen gebruikt hoeven worden, hoeven er ook geen karren leeg terug vervoerd worden. De doorsnede van de buis kan bij een transportband vierkant zijn. De mogelijkheden met een transportband liggen vooral in situaties met redelijk continu transport in een open ruimte, bijvoorbeeld een magazijn, over een korte afstand. In Laakhaven is de stroom niet continu en ook de afstanden zijn behoorlijk groot (lengte Laakhaven Centraal is 600 meter).

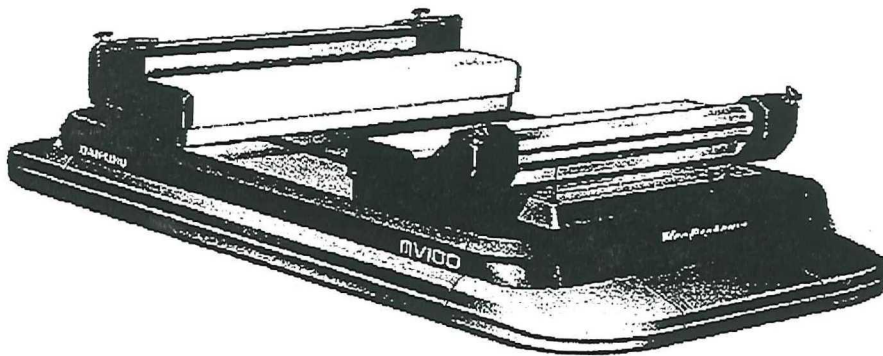
	dragende AGV	multitrailer AGV	capsule	transportband
flexibiliteit	+	-	-	+
mogelijkheden retourvervoer	-	-	-	+
duurzaam-/betrouwbaarheid	+	+	-	-
capaciteit	+	-	-	+
buisdiameter	-	-	+	-
+ positieve waarde (voor situatie in Laakhaven)				
- negatieve waarde				

Tabel 6.5 Voor- en nadelen vervoermiddelen voor gebruik in Laakhaven

KEUZE VERVOERMIDDEL

Zoals uit tabel 6.5 blijkt, is een dragende AGV goed toepasbaar in Laakhaven, gezien de grote mate van flexibiliteit, de grote betrouwbaarheid in schone omgeving en de voor Laakhaven geschikte capaciteit. Er is gekozen voor een AGV, afgesteund op wielen, waarbij de technische gegevens afgeleid zijn van de MV200 van VanDerLande Industries. Zie figuur 6.6 en tabel 6.6.

⁴⁸ Europoort kringen, Bloemen per buizenpost, jaargang 1995, nr. 13



Figuur 6.6 AGV [VanDerLande Industries]

kenmerken	MV200
afmeting last (max. mm) lengte x breedte	1300 x 1200
gewicht last (kg)	2000
voertuigafmetingen (mm)	2180 x 1350
rijrichting	alle richtingen
rij snelheid (max. m/min)	60
rij snelheid in dwarsrichting (m/min)	15
helling (max. toelaatbaar i.v.m. veiligheid magazijn)	1%
draaicirkel (straal min. mm)	1400
lastopname hoogte (min. mm)	530
accu voltage	48
accu capaciteit	80
accu oplaad/ontlaadratio	1:10
levensduur accu	10 jaar
routegeleiding	zelfklevende magnetische tape
aandrijving	direct drive aandrijving
lastoverdracht	m.b.v. rollenbaan en/kettingbaan

Tabel 6.6 Technische specificatie AGV (MV200, VanDerLande Industries)

Een AGV heeft beperkte afmetingen, dus de langere goederen zullen op een aangepaste manier naar Laakhaven getransporteerd moeten worden. Die aanpassing kan aan de AGV gebeuren, zodat de grote goederen ook met de AGV vervoerd kunnen worden, of deze goederen moeten op de traditionele manier met vrachtwagens naar Laakhaven vervoerd worden.

6.3 Netwerk en samenhang met transportmiddel

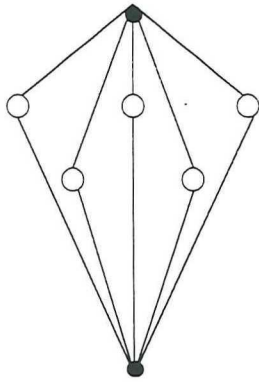
6.3.1 Netwerkstructuren

Er is een aantal netwerkstructuren mogelijk voor het goederenvervoersysteem. Elk netwerk wordt in specifieke gevallen gebruikt. Er kan onderscheid gemaakt worden naar een infrastructuurnetwerk en een routenetwerk. Een routenetwerk is veel flexibeler want over een cirkelvormige infrastructuur kunnen nog steeds directe relaties bediend worden (direct routenetwerk). In dit geval betreft het een infrastructuurnetwerk. In praktijk zal het heel vaak een combinatie zijn. In deze paragraaf wordt aangegeven welke basisnetwerkconfiguraties er bestaan, en wat de eigenschappen zijn. Tevens zal de samenhang met de dragende AGV behandeld worden en de mogelijkheden in Laakhaven met het netwerk.

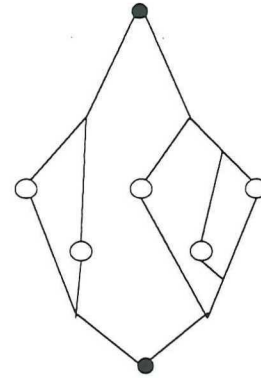
DIRECT (FIGUUR 6.7A)

Bij grote intensiteit op een aantal relaties is een directe verbinding met de bestemmingen praktisch. Ook bij een zeer verspreide ligging van de bestemmingen zou dit een oplossing kunnen zijn. De knooppunten kunnen in een rechte lijn liggen, maar zij liggen vaak verder van elkaar af. Nadeel bij de directe structuur is, dat een grote lengte aan infrastructuur vereist is.

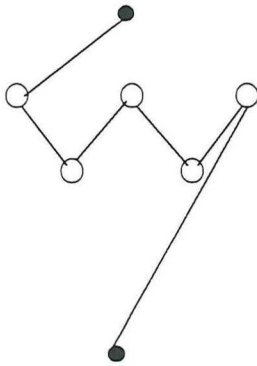
Een AGV kan directe relaties goed bedienen, maar doordat deze directheid geen ingewikkelde besturing vereist, kan ook voor een eenvoudiger model gekozen worden. Er hoeft ook niet een parallelle lijn te zijn, omdat de intensiteit op één directe relatie niet groot is. De vervoervolumes zijn niet zo groot in Laakhaven dat directe verbindingen noodzakelijk en mogelijk zijn. Het is natuurlijk wel afhankelijk van het aantal expedities. Wanneer dat er maar een of twee zijn voor geheel Laakhaven, is de intensiteit veel groter, waardoor een directe relatie tot de mogelijkheden behoort.



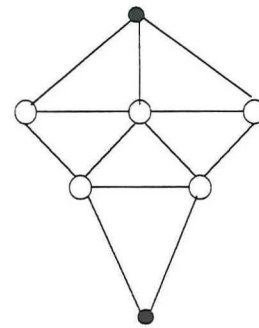
Figuur 6.7a Direct netwerk



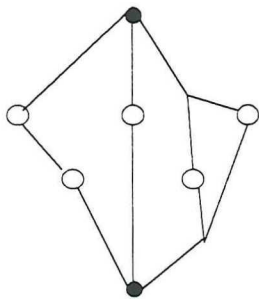
Figuur 6.7b ●Vertakt netwerk



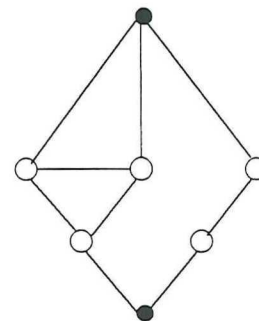
Figuur 6.7c Lineair netwerk



Figuur 6.7d Raster netwerk



Figuur 6.7e Combinatie lineair, direct en vertakt

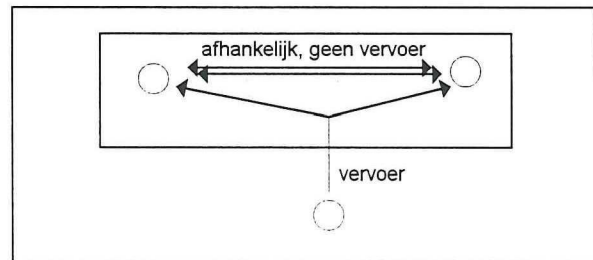


Figuur 6.7f Combinatie raster en lineair

- herkomst (overslagcentrum; is tevens eindbestemming)
- bestemming (expeditie)

VERTAKT (FIGUUR 6.7B)

Bij een geografisch verspreid liggende knooppunten, met onderling gekoppelde bestemmingen is een vertakte structuur praktisch. Gekoppelde bestemmingen hebben geen vervoerrelatie met elkaar, maar hebben een bepaalde mate van afhankelijkheid. Knooppunten zullen in groepen bij elkaar horen, en kunnen in een lijn liggen, maar ook verspreid over een oppervlak. Er moet niet één dominante stroom zijn. Het voordeel is dat de capaciteit beter benut wordt, door de bundeling die op sommige delen van het netwerk aanwezig is.



Een vertakt netwerk is voor een AGV mogelijk, de vertakkingen zijn gemakkelijk te realiseren (vgl. raster netwerk). Verschil met een raster zijn de onderlinge relaties die hier ontbreken, zodat de besturing niet ingewikkeld is. Een vertakt systeem zou in Laakhaven prima toegepast kunnen worden. Er zijn geen dominante stromen aanwezig. Er is ook sprake van gekoppelde bestemmingen omdat door de mogelijke gefaseerde invoering, bestemmingen binnen de GDV bij elkaar horen en aan één vertakking moeten liggen.

LINEAIR (FIGUUR 6.7C)

Een lineaire structuur kan gebruikt worden wanneer de intensiteit laag is. Er wordt namelijk veel gebruik gemaakt van dezelfde infrastructuur, waardoor de capaciteit sneller bereikt zal zijn. De aanlegkosten voor de infrastructuur zijn laag. De ligging van de knooppunten zal meestal in een lijn zijn.

Voor de AGV is een lineair netwerk mogelijk, maar het begin en het einde zullen samen moeten komen bij het overslagpunt. Wanneer dat niet het geval is, zal er in ieder geval een mogelijkheid moeten zijn om via een parallelle lijn weer terug te rijden, zodat de capaciteit niet te laag wordt. Doordat er zoveel AGV's langs dezelfde lijn gaan, en de expedities aan deze lijn liggen, zal er een passeermogelijkheid moeten zijn, om opstoppingen te voorkomen. In Laakhaven is deze vorm mogelijk. Het betekent wel dat de vervoermiddelen het gehele traject af moeten leggen, waardoor ze een langere reistijd hebben en er dus meer vervoermiddelen nodig zijn.

RASTER (FIGUUR 6.7D)

Een raster moet gebruikt worden wanneer er sprake is van veel onderlinge relaties. De stromen kunnen goed verspreid worden, waardoor de intensiteit lager is. Nadeel is dat er veel infrastructuur nodig is. In geval van storing kan de bevoorrading blijven plaats vinden door de vele verbindingen die er zijn. De ligging van de knooppunten liggen verdeeld over de te bedienen oppervlakte.

Een AGV kan gemakkelijk bestuurd worden, en de keuze voor een richting is snel gemaakt. De bochten kunnen net niet scherp zijn, en er is een bochtverbreding nodig. Wanneer geen parallelle lijnen voor de terugweg aangelegd worden, zal de kans op toenemen door de ingewikkeldheid van het netwerk. Een rastervorm is in Laakhaven niet praktisch, omdat er geen onderlinge relaties zijn, maar elke bestemming alleen een relatie heeft met het overslagcentrum.

Er zijn allerlei combinaties denkbaar van de vier structuren. Enkele staan hieronder aangegeven. Zie figuur 6.7e en 6.7f. Het netwerk dat in Laakhaven toegepast wordt zal een combinatie worden, maar is sterk afhankelijk van de plaats van het overslagcentrum en het aantal expedities dat er nodig is.

6.4 Conclusie

- De actoren hebben een voorkeur voor drie systemen:
 - ondergronds autonoom geleid buisleidingensysteem
 - op maaiveld gelegen autonoom geleid wegsysteem
 - op maaiveld gelegen autonoom ongeleid wegsysteem
- Een ondergronds buisleidingentransport valt voor de meeste actoren binnen de eerste drie voorkeuren voor een transportsysteem. Dit systeem wordt gekozen in Laakhaven Centraal.
- Een dragende AGV is flexibel en heeft voor Laakhaven voldoende capaciteit. De buisdiameter moet groter zijn, bij toepassing van een ronde buis. Een rechthoekige buis, (een tunnel met afmetingen van ongeveer 2 x 2 meter) is mogelijk.
- Een AGV systeem is voor alle vier de netwerkconfiguraties (direct, vertakt, raster, lineair) mogelijk. In Laakhaven zal het netwerk een combinatie zijn van deze vier.

7. Eisen aan goederenvervoersysteem

Op basis van de lokatie Laakhaven en haar omgeving, de eigenschappen van de te vervoeren goederen en de hoeveelheid goederen, kan een programma van eisen opgesteld worden. Hieraan moet het te ontwerpen vervoersysteem voldoen. Ook zijn er met betrekking tot het ontwerp een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten genomen.

7.1 Programma van eisen

7.1.1 Eisen gesteld door de situatie in en rondom Laakhaven

- De milieubelasting op de toegangswegen mag niet meer zijn dan 65 dB(A), dit is de waarde van de geluidsbelasting waarbij geen maatregelen genomen hoeven worden.
- De fysieke hinder mag niet toenemen op de omringende wegen.
- Het nieuwe systeem mag de consument niet hinderen tijdens zijn verblijf in Laakhaven Centraal.
- Het systeem moet een gebied van ongeveer 25 hectare kunnen bedienen. Deze 25 hectaren bevat in totaal 103 bedrijven waarvan 24 in Laakhaven Midden en 79 in de GDV. Het totaal te bedienen bruto vloer oppervlak is 195.000 m².
- Alle drie de organisaties betreffende het goederenvervoer in Laakhaven Centraal moeten uitgevoerd kunnen worden. Een bezorgdienst, showroom vervoer en het normale goederenvervoer moeten plaats kunnen vinden.

7.1.2 Eisen gesteld door soort en hoeveelheid goederen die vervoerd moet worden

- De vervoercapaciteit van het goederenvervoersysteem moet minimaal genoeg zijn om per week 8800 m³ te vervoeren naar Laakhaven. Hiervan is 3600 m³ bestemd voor de GDV en 3753 m³ is bestemd voor Laakhaven Midden.
- Het vervoersysteem zal een grote diversiteit aan goederen moeten kunnen vervoeren. Goederen met een lengte tot 4 meter kunnen met het systeem mee. Hieronder vallen ook de diepvries en de gekoelde producten. Er moet rekening gehouden worden met breekbare en overige kwetsbare goederen. De goederen met exceptionele afmetingen mogen met een ander vervoermiddel naar Laakhaven gebracht worden. Hier moet dus een alternatief voor aangeboden worden.
- De goederen moeten met hetzelfde systeem vervoerd kunnen worden. De ladingdragers zullen dus zowel verpakte als onverpakte goederen moeten kunnen vervoeren. Ook gestandaardiseerde en niet-gestandaardiseerde laadeenheden moeten vervoerd kunnen worden.
- Er moet rekening gehouden worden met de kwetsbaarheid, bederfelijkheid van de goederen. Het systeem moet in beperkte hoeveelheid diepvries en gekoelde producten kunnen vervoeren. Er moet voor deze goederen ook een geconditioneerde opslagmogelijkheid zijn. Kwetsbare goederen moet altijd vervoerd kunnen worden. Tijdens het transport mag geen schade opgelopen worden.
- Vanaf de expeditie moeten goederen ook teruggevoerd kunnen worden naar het overslagcentrum. Dit is noodzakelijk voor onder andere de tentoongestelde goederen en voor het afval.

7.1.3 Eisen die er gesteld worden door het gekozen buisleidingentransport en de AGV

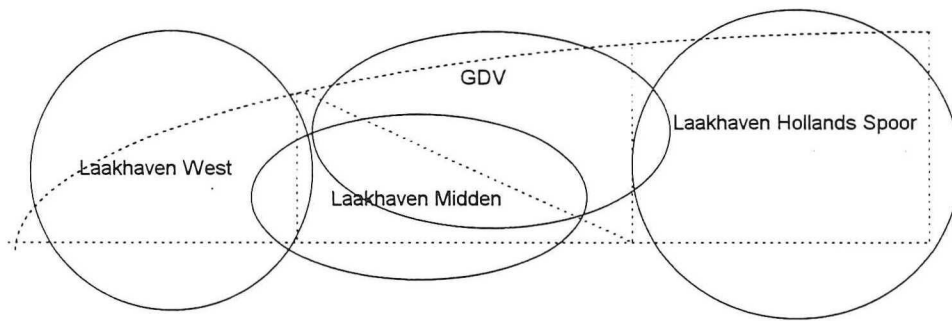
- Eventuele overslag tussen het traditionele vervoer en het nieuwe systeem moet eenvoudig plaats kunnen vinden, zonder dat dit gepaard gaat met extra kosten en moeite.
- Het systeem moet 50 jaar voldoen. De aanschaf van het aantal AGV's hoeft niet op toekomstige capaciteit en uitbreiding berekend te worden, maar in het ontwerp moet er wel rekening mee worden gehouden.

De volgende functies moeten vervuld kunnen worden.

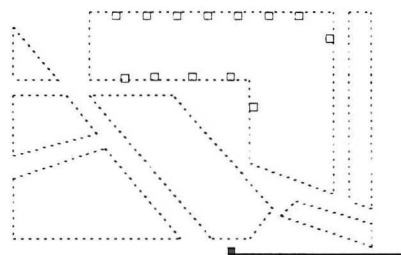
- vervoeren (hoofdtransport, verticaal en horizontaal natransport)
- opslaan
- overslaan (laden en lossen)
- nevenfuncties (onderhoud, administratie, verkoop)
- Er moet een tweede weg aanwezig zijn, om de betrouwbaarheid van het systeem te waarborgen. In geval van calamiteiten tijdens het vervoer kan de bevoorrading van de meeste bedrijven ongestoord door gaan. Het oponthoud door een storing mag in 80% van de gevallen niet langer duren dan één cyclustijd. Een storing mag één keer per 10000 ritten voorkomen.
- Er moeten meer AGV's tegelijk in een expeditie kunnen stoppen, om geen opstoppingen in de buisleiding te krijgen. Door het laden en lossen mogen achterop komende voertuigen geen vertraging oplopen.
- De volgafstand in het systeem is met een snelheid van 5 m/s minimaal 40 meter, in verband met de remweg. De maximale systeemcapaciteit is dan gelijk aan
aantal seconden per uur / gemiddelde tijd tussen AGV's
3600 seconden / 8 sec. per AGV = 450 AGV's per uur
- De overslagcapaciteit en kruisingscapaciteit worden niet maatgevend geacht.

7.2 Uitgangspunten

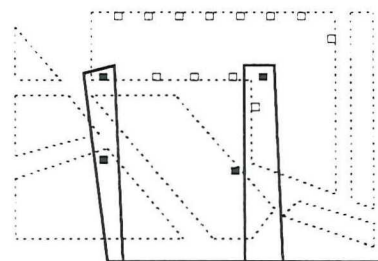
- De AGV van VanDerLande Industries dient als basis voor het ontwerp. Een aantal technische specificaties zal van de MV200 afgeleid zijn.
- Het netwerk van het vervoersysteem zal bestaan uit een combinatie van de basisnetwerken.
- Het overslagcentrum komt in gebied II te liggen, omdat de afstand naar gebied I heel groot is, en in gebied III de functionaliteit minder is. Vrachtwagens moeten naar Laakhaven Centraal, de goederen overslaan en weer terug. Dit betekent toch een extra handeling, terwijl ze wel in de drukte zitten.
- Het overslagcentrum wordt niet gedetailleerd ontworpen. De functies die het overslagcentrum moet vervullen en de lokatie spelen wel degelijk een rol, en zullen dus ook uitgewerkt worden.
- Er zal een systeem ontwikkeld moeten worden om de administratie geautomatiseerd te kunnen regelen.
- Reparatie en onderhoud aan de AGV's is niet van invloed op de capaciteit van het systeem. Er zal dus een bepaalde overcapaciteit aan AGV's moeten zijn.
- De AGV kan in één uur drie volledige circuits afleggen. Hij zal daarbij met één lading naar één bedrijf gaan, de lading lossen, en daarna direct naar het overslagcentrum. De maximale lengte van de netwerken is dus beperkt, gezien de maximale snelheid van de AGV.



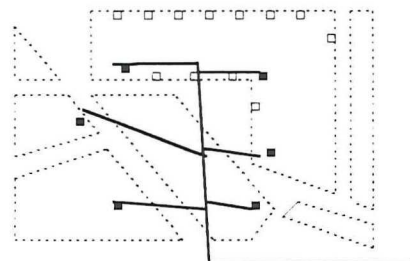
Figuur 8.1 Vlekkenplan Laakhaven voor opsplitsing in delen



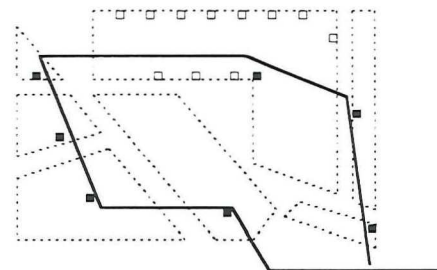
Netwerk 1



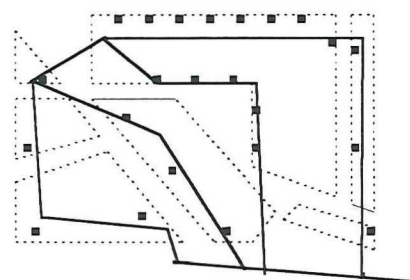
Netwerk 2



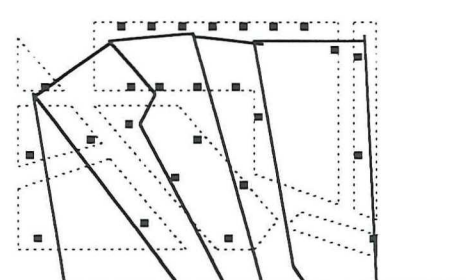
Netwerk 3



Netwerk 4



Netwerk 5



Netwerk 6

- Netwerk 1: één expeditie met een uitgebreid natransport, directe verbinding
- Netwerk 2: vier expedities, vertakt, met aparte terugweg
- Netwerk 3: zes expedities, bij elk gebouw één, vertakte structuur
- Netwerk 4: zes expedities, bij elk gebouw één, lineaire structuur
- Netwerk 5: veel expedities, circuits opgesplitst per deel, combinatie vertakt en lineair
- Netwerk 6: veel expedities, drie circuits die rondje maken

Figuur 8.2 Mogelijkheden voor netwerk in Laakhaven Centraal

8. Functioneel ontwerp BLT

In hoofdstuk 7 is een programma van eisen opgesteld, waaraan het goederenvervoersysteem moet voldoen. Om tot een ontwerp te komen wordt het systeem gezien als een netwerk (§ 8.1), bestaande uit knooppunten en verbindingen. De verbindingen zijn afhankelijk van de knooppunten en zullen dus ook in die volgorde ontworpen worden. Aan de hand van de functies wordt het ontwerp van de knooppunten, het overslagcentrum en de expedities gemaakt (§ 8.2). Er wordt bekeken hoe de verbindingen, de buisleiding en het natransport het beste uitgevoerd zouden kunnen worden (§ 8.3). Fouten kunnen nog steeds gemaakt worden bij het transport. Mogelijke oplossingen voor de gemaakte fouten worden aangedragen (§ 8.4).

8.1 Netwerk

8.1.1 Vlekkenplan

Het gebied Laakhaven bestaat uit vier delen, namelijk de Haagse Hogeschool, Laakhaven West en Laakhaven Centraal, onderverdeeld in de GDV en Laakhaven Midden. Deze vier gebieden hebben ieder een eigen deel van het netwerk, zodat een gefaseerde invoering mogelijk is. Zie figuur 8.1. Alleen het buisleidingentransport in Laakhaven Centraal zal hier ontworpen worden.

8.1.2 Netwerk voor buisleidingentransport

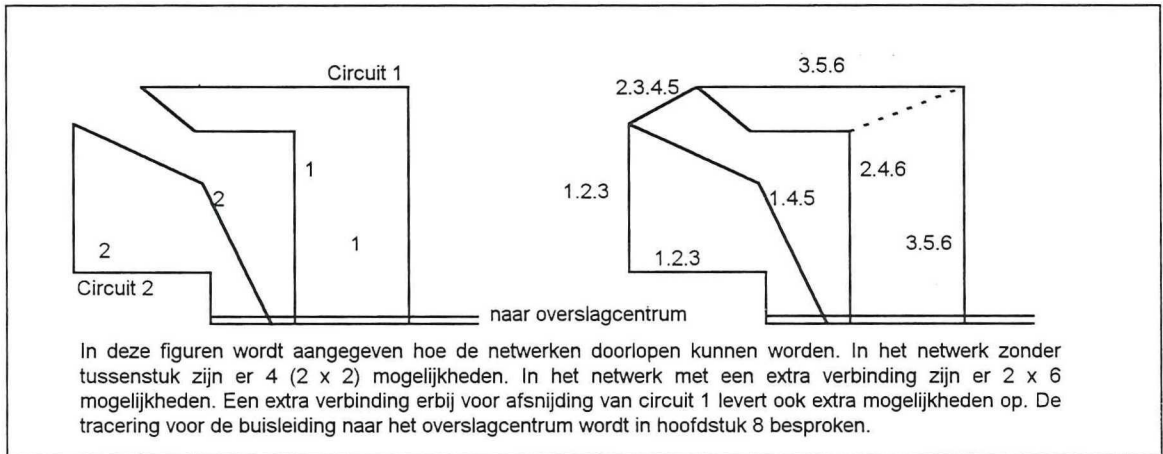
Voor de netwerkconfiguratie in Laakhaven zijn een aantal principes mogelijk die bestaan uit combinaties van de basisnetwerken. Deze principe mogelijkheden staan in figuur 8.2. Het verschil tussen deze principes is gelegen in het aantal expedities en de basisconfiguratie. Dit aantal is afhankelijk van de beschikbare capaciteit en de ligging van de bedrijven. Het heeft gevolgen voor de ingewikkeldheid van het natransport. Het aantal expedities varieert van één tot vijfentwintig expedities.

Aan het netwerk wordt een aantal eisen gesteld, om de betrouwbaarheid van de bevoorrading zo groot mogelijk te laten zijn. De robuustheid van het netwerk bepaalt in welke mate de bevoorrading gewaarborgd is, in geval van calamiteiten en onvoorziene omstandigheden. De robuustheid kan vergroot worden door reservecapaciteit in te bouwen. Dit kan door aanschaf van meer AGV's of door aanleg van een parallel netwerk. Ook kunnen de goederenstromen vanuit het overslagcentrum gedoseerd worden, zodat de intensiteit niet te hoog wordt. Tevens kunnen meer verbindingen aangelegd worden, zodat de bestemmingen op meer manieren bereikt kunnen worden.

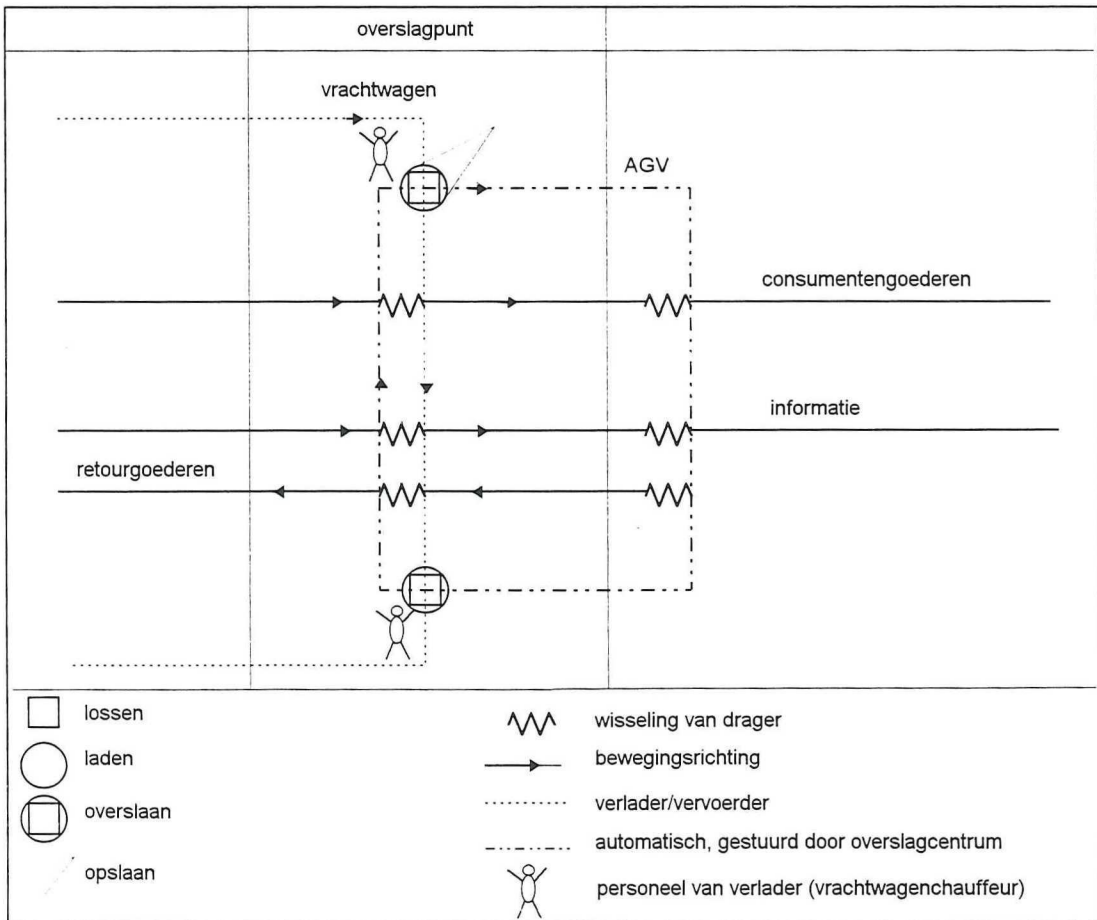
ROBUUSTHEID VERGROTEN

- reservecapaciteit inbouwen
- goederenstromen doseren
- extra verbindingen tussen tracés maken

Liften zijn al in het ontwerp van de GDV, waarbij iedere winkel een goede aansluiting heeft op korte afstand. De expedities liggen aan de buitenzijde van het gebouw. In Laakhaven Midden staat de keuze voor de lokatie volledig vrij, omdat er nog geen liften in het ontwerp zitten. Uitgangspunt is dat ieder bedrijf een korte overdekte verbinding moet hebben met de lift. De capaciteit van een expeditie is beperkt. Hierdoor kan het noodzakelijk zijn om meer expedities aan te leggen. Ook kan door aansturing vanuit het overslagcentrum de benodigde capaciteit verlaagd worden, door niet meer dan een bepaald aantal AGV's naar dezelfde expeditie te sturen. De expedities moeten in ieder geval aan de buitenste rand van de GDV liggen. Op de verdiepingen van de GDV ligt aan de binnenkant winkelgebied waar geen goederen in het zicht



Figuur 8.3 Gekozen netwerk en mogelijke routes



Figuur 8.4 Stroomdiagram in overslagcentrum Laakhaven (vgl. figuur 5.6)

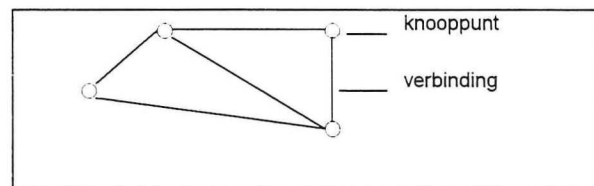
vervoerd mogen worden. De afstand van een bedrijf tot aan de expeditie wordt onder andere bepaald door het aantal expedities. Hoe langer die afstand is, hoe meer ruimte per verdieping nodig is voor het natransport. De ingewikkeldheid van het natransport wordt groter naarmate de afstand groter wordt, zeker als het automatisch plaatsvindt.

Eén centraal gelegen expeditie of vier expedities verspreid over Laakhaven is niet praktisch. Het natransport moet zeer uitgebreid zijn. Eén expeditie in elk gebouw, zorgt ook voor grote afstanden. Om de afstanden kort te houden, en het natransport niet te uitgebreid, moeten er dus veel expedities zijn. Voor de GDV betekent dit 13 expedities, voor Laakhaven Midden komt dit neer op 10-12 expedities. Wanneer de mogelijke lokaties neergezet worden zijn er nog een aantal mogelijkheden voor het netwerk. Er wordt, gezien de mogelijkheid tot fasering en de rechte lijnen waaraan de expedities lijken te liggen, gekozen voor netwerk 1 in figuur 8.2. De lengte van de beide circuits is ongeveer 4000 meter, af te leggen door de AGV. In geval van calamiteiten moet een tweede route mogelijk zijn. Een verbinding tussen de twee circuits, zorgt voor twaalf in plaats van vier (2 voor de circuits en 2 voor het omdraaien van de richting) mogelijkheden om de bevoorrading door te laten gaan, waardoor de betrouwbaarheid, ook in geval van nood, beter gewaarborgd is. Zie figuur 8.3.

De buisleiding ligt nu aan de kant van het water Laakhaven, maar de ligging is natuurlijk afhankelijk van de lokatie van het overslagcentrum. De keuze daarvoor wordt later gemaakt, maar is nu in het iteratieve proces al teruggekoppeld. De principe netwerken blijven gelijk als de lokatie verandert. Het tracé van het netwerk moet in verband met de kosten zo kort mogelijk zijn.

8.2 Knooppunten: overslagcentrum en expedities

De knooppunten in het netwerk zijn het overslagcentrum en de expedities. Hier vinden allerlei processen plaats, en het begin of einde van een verbinding ligt hier. Een knooppunt heeft diverse onderdelen die een rol spelen bij de organisatie van een knooppunt.



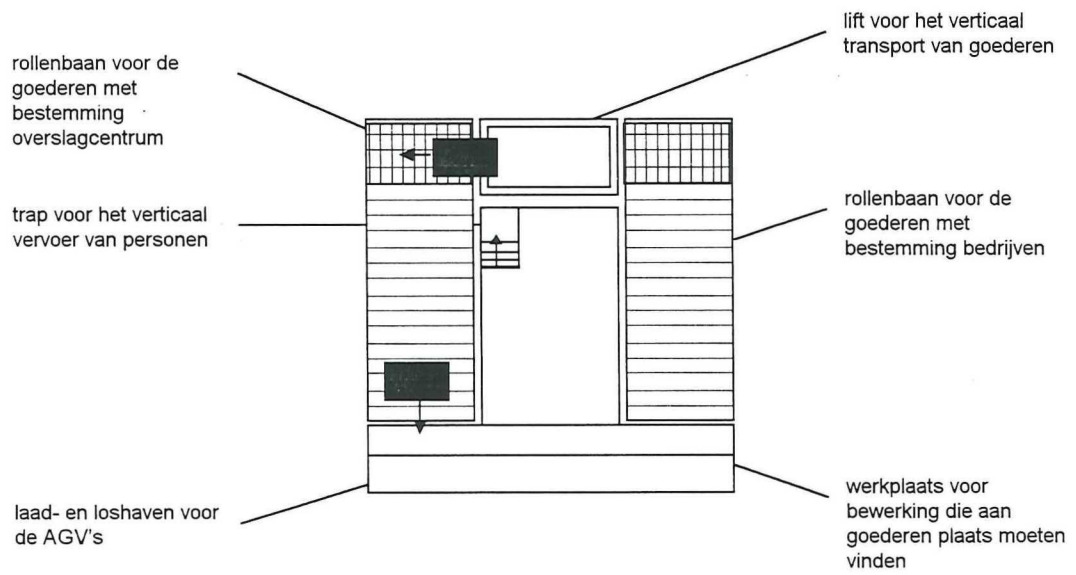
8.2.1 Overslagcentrum

ONDERDELEN IN OVERSLAGCENTRUM

Het overslagcentrum moet een aantal functies bevatten, zodat de verschillende handelingen uitgevoerd kunnen worden. Deze functies volgen uit de activiteiten die er plaats moeten kunnen vinden. Zie figuur 8.4.

- Laadmogelijkheid voor het laden van de AGV's
- Losmogelijkheid voor het lossen van afval en retourgoederen uit de AGV's
- Losmogelijkheid voor de vrachtwagens voor de aan te voeren goederen
- Laadmogelijkheid voor de vrachtwagens voor het afval en voor de retourgoederen
- Parkeermogelijkheid voor de vrachtwagens inclusief verblijfsruimte voor chauffeurs
- Uitgang van het tracé voor het buisleidingentransport
- Ruimte voor het onderhoud en de reparatie van de AGV's
- Administratiesysteem voor het aansturen en labelen van de AGV's en voor overige administratiewerkzaamheden zoals juridische regelingen
- Opslagmogelijkheid

De vormgeving van het overslagcentrum wordt niet behandeld. In paragraaf 9.2 zal de lokatie van het overslagpunt bepaald worden.



Figuur 8.5 Schematische modulaire opbouw



Figuur 8.6 Mogelijke aanpassingen modulaire opbouw

ORGANISATIE IN OVERSLAGCENTRUM

De organisatie in het overslagcentrum zal als volgt verlopen. Goederen worden door de vrachtwagens afgeleverd, waarbij de chauffeur de goederen lost en eventueel een pauze heeft. Na het inladen van retourgoederen kan de chauffeur van de vrachtwagen weer weggrijden. De goederen worden, afhankelijk van de snelheid waarmee zij bij het bedrijf moeten zijn, in een magazijn opgeslagen of direct op een AGV overgeslagen. Deze AGV vertrekt zodra hij vol zit, of zodra de lading van één vrachtwagen op is. Hij kan snel naar de expeditie vertrekken. Vanuit het magazijn worden de goederen op het moment dat de detaillist deze oproept op de AGV geladen. De lading van één AGV is voor één expeditie bestemd. De AGV krijgt een label of chipcard mee, zodat de signaleringspunten in de buisleiding bij splitsingen kunnen bepalen, wat de bestemming is van deze AGV. Hij kan vervolgens meteen vertrekken, mits er in de expeditie plaats is. Goederen die uit het buisleidingensysteem van Laakhaven komen, moeten in het overslagcentrum overgeslagen worden van de AGV op een vrachtwagen en vervoerd naar de eindbestemming, buiten Laakhaven Centraal.

8.2.2 Expeditie**ONDERDELEN IN EXPEDITIE**

In de expeditie worden goederen geladen en gelost en horizontaal vervoerd. Er worden eventueel bewerkingen mee gedaan en goederen en AGV's kunnen er wachten. Deze functies worden aan de hand van de onderdelen achtereenvolgens besproken. Hierbij is aangegeven, hoe de functies uitgevoerd kunnen worden.

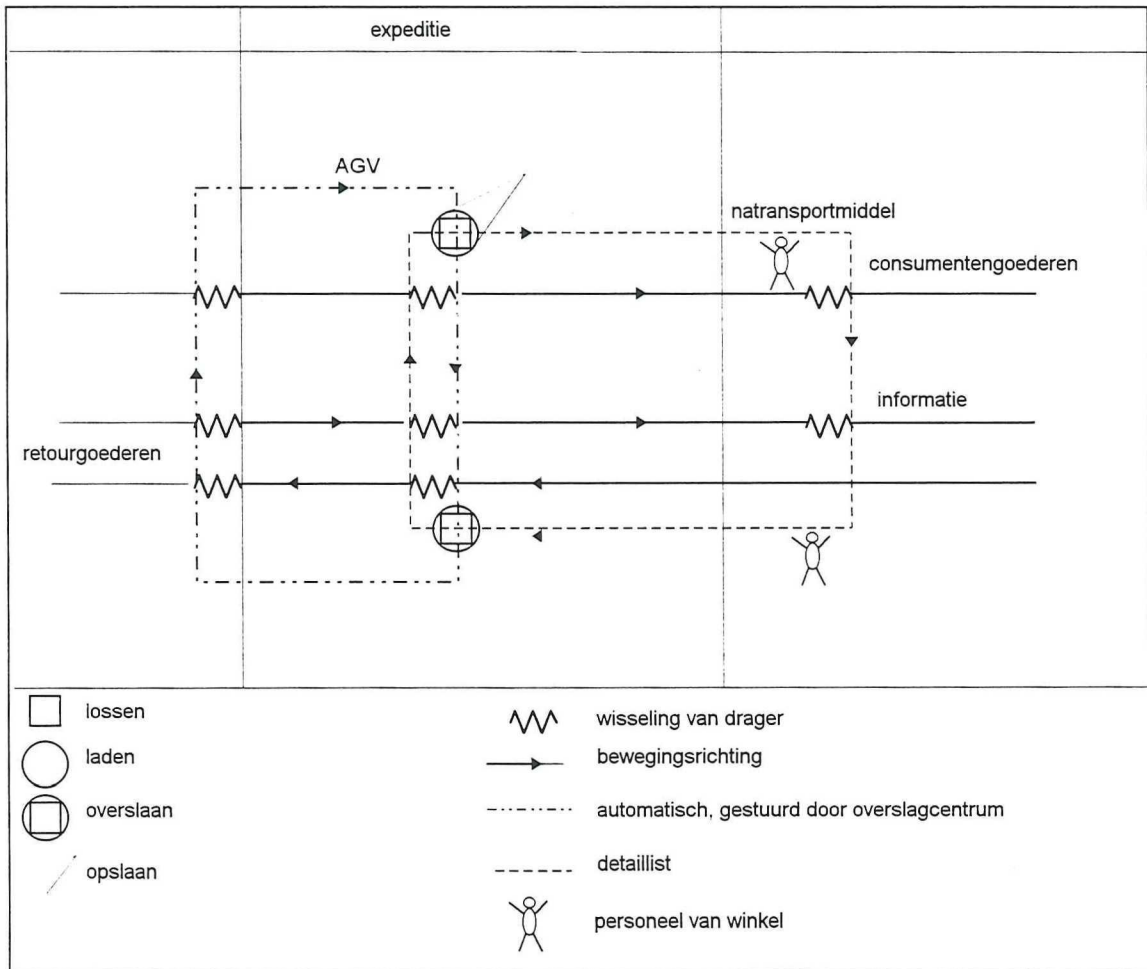
Een expeditie wordt modulair opgebouwd uit vier hoofdonderdelen. Zie figuur 8.5. Alle onderdelen zullen aanwezig zijn, maar de grootte ervan varieert met de eisen die de lokatie stelt. Zie figuur 8.6. Deze onderdelen zijn afgeleid van de functie-analyse: rollenbaan voor heen- en terugweg, laad-losperon, lift, werkplaats, opslagruimte, trap. De structuur van de opbouw is symmetrisch en in elke expeditie is dezelfde configuratie geplaatst.

- Laad-lossysteem in de expeditie

Laden en lossen van de AGV kan handmatig of automatisch plaatsvinden. Beide manieren hebben gevolgen voor onderdelen als het natransport en de lengte van de wachtrij en de keuze hiertussen is afhankelijk van de lengte van de bedrijfstijd. De afweging die onder andere gemaakt zal moeten worden, is het kostenaspect en de mate waarin de kwaliteit van het systeem verbeterd. In tabel 8.1 worden de verschillen qua kosten en vervoertechniek op een rijtje gezet.

weegfactor	automatisch overslaan		handmatig overslaan	
4	lage personeelskosten	+4	-4	hogere personeelskosten
4	dure rollenbaan nodig in expeditie	-4	+4	eenvoudig natransport mogelijk
2	geen extra materieel nodig in expeditie naast de rollenbaan	+2	-2	rollend materieel nodig in expeditie
1	winkelpersoneel hoeft zich nauwelijks met bevoorrading te bemoeien	+1	-1	winkelpersoneel wordt gestoord door bevoorrading
3	geen retourvervoer nodig van materieel	+3	-3	retourvervoer nodig van inzetbare wagentjes
2	extra voorzieningen in lift	-2	+2	geen extra voorzieningen in lift
2	rollenbaan aan AGV	-2	+2	geen extra voorzieningen aan AGV
1	traject lift - winkel is ingewikkelder	-1	+1	eenvoudig traject lift - winkel
2	parkeerhavens niet nodig	+2	-2	parkeerhavens nodig, vooral bij grote intensiteit
4	minder AGV's nodig	+4	-4	meer AGV's nodig
3	rare werktijden mogelijk	+3	-3	werktijden moeten normaal zijn
2	opslagmogelijkheid gewenst	-2	+2	geen opslagmogelijkheid nodig
4	automatiseringssysteem aanleggen	-4	+4	eenvoudig bedieningssysteem is genoeg
	resultaat	+4	-4	resultaat

Tabel 8.1 Verschillen tussen handmatig en automatisch laden en lossen



Figuur 8.7 Stroomdiagram expeditie in Laakhaven (vgl. figuur 5.6)

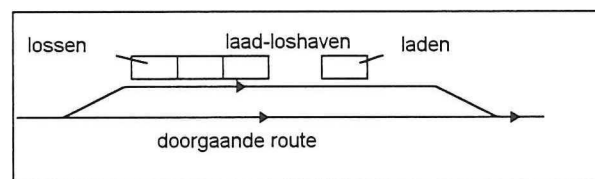
Uit tabel 8.1, blijkt dat op basis van de geschiktheid voor het buisleidingentransport na een afweging met weegfactoren, automatisch laden en lossen het hoogste scoort. Er wordt gekozen voor een automatisch systeem. De organisatie en logistiek van dit deel van het traject vormt een aandachtspunt.

- Beperkte opslagmogelijkheid en werkplaats

Er is in het overslagcentrum al ruimte voor de opslag van goederen. Het is voor de winkeliers in de GDV, maar ook in Laakhaven Midden gunstig om de opslag in de kelder te hebben, zodat de vrijgekomen ruimte voor verkoop beschikbaar is. Echter, gezien de grote hoeveelheid goederen die soms in één keer bij een expeditie gelost wordt, is het niet altijd mogelijk om de lift te gebruiken als het de winkelier uitkomt. Er zal een beperkte opslagmogelijkheid zijn. Ook is er in de expeditie ruimte voor reparaties en bewerkingen aan de producten, indien noodzakelijk. Afhankelijk van de soort bedrijven wordt de omvang hiervan bepaald.

- Laad-loshaven voor de AGV

In de expeditie zal een laad-loshaven aanwezig moeten zijn, om opstoppingen te voorkomen. De laad-loshaven doet dienst als een wachtrij voor de AGV's. Er zal plaats moeten zijn voor ongeveer drie AGV's, dan kan de gemiddelde lading van de vrachtwagen in één keer naar de bestemming. Ook is er plaats voor één AGV voor het laden van goederen die retour moeten naar het overslagcentrum. Meer AGV's in de buis voor één expeditie dan er plaats is in de laad-loshaven is niet mogelijk.



- Route naar het verticaal transportmiddel

In de expeditie moet een mogelijkheid zijn om bij de lift te komen. Het is een onderdeel van het horizontaal transport. Dit zal een rollenbaan worden. Deze kan tevens dienst doen als wachtrij voor de goederen. Hoe vaker deze expeditie bevoorrad wordt, hoe langer deze rollenbaan moet zijn.

ORGANISATIE IN DE EXPEDITIE

Het proces in de expeditie vindt als volgt plaats. Zie figuur 8.7. De AGV komt bij de splitsing voor de expeditie en de geleiding zorgt er voor, via het label, dat de AGV de laad-loshaven inrijdt. Hij stopt bij de laatst mogelijke stopplaats, lost automatisch zijn lading, en rijdt verder. De totale tijd die de AGV erover doet om het goed te lossen wordt geschat op minimaal 20 seconden, inclusief een korte wachttijd van gemiddeld 2 AGV's wordt dit 60 seconden.

snelheid minderen	$V_t = V_0 + at$, $V_t = 0$ m/s, $V_0 = 5$ m/s, $a = -1$ m/s ² : $t = 5$ s;
stil staan	na 5 s;
beschermband weg	5 s;
klaar voor lossen	na 10 s;
het goed lossen	$V_{\text{rollenbanen}}$ is 0,25 m/s, $x = 1,25$ m: $t = 5$ s;
klaar voor vertrek	na 15 s;
optrekken	hetzelfde als afremmen, $t = 5$ s;
normale snelheid	na 20 s.

Het is mogelijk dat de AGV van deze expeditie retourlading moet meenemen. Hij moet dan naar de laadplaats rijden en de retourlading wordt automatisch geladen. Het laden duurt even lang als het lossen. Het laden en lossen gebeurt met behulp van rollenbanen. De geloste goederen gaan geautomatiseerd over de rollenbanen naar de lift. Zodra de lift de lading van één AGV binnen heeft op een rijdend plateau, gaat hij omhoog, levert het goed boven af, krijgt een nieuw rolplateau van het winkelpersoneel en gaat weer naar de expeditie in de kelder om de volgende lading naar haar bestemming te brengen. Het rolplateau is nodig om de goederen

op de verdieping snel uit de lift te halen en gemakkelijk op de verdieping te kunnen verplaatsen. Vooral voor zware goederen is dat praktisch.

8.3 Verbindingen: buisleiding, AGV en natransport

De verbindingen zorgen ervoor dat transport kan plaatsvinden tussen de knooppunten. In dit geval is dat het hoofdtransport en het verticaal en horizontaal natransport. Bij het buisleidingentransport is zowel de buisleiding als het vervoermiddel, de AGV, van belang.

8.3.1 Buisleidingentransport

In hoofdstuk 6 is na een multicriteria-analyse gekozen voor buisleidingentransport. Deze buis kan op diverse manieren aangelegd worden. De mogelijkheden die hier onderscheiden worden, zijn graven in een open bouwput en boren, waarbij dus alleen aan het begin en het eind een bouwput nodig is. De gevolgen van beide bouwmethoden worden in tabel 8.2 vergeleken.

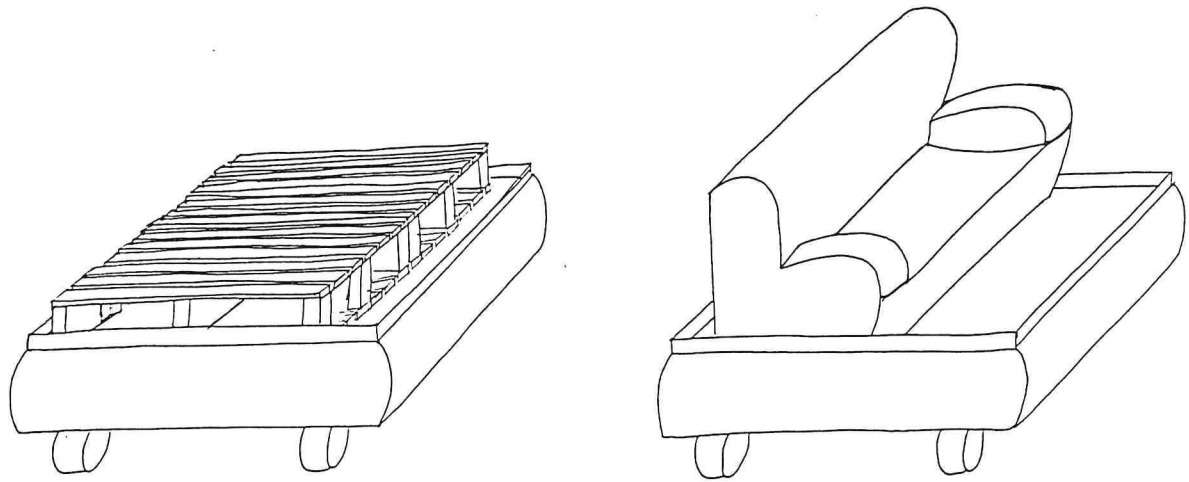
aspecten	geboorde tunnel	tunnel m.b.v. bouwput
overlast buisdiameter	alleen overlast aan het begin en het eind geschikt voor kleine diameter (tot 14 meter, maar zeer kostbaar)	veel bouwoverlast ook voor grote diameter geschikt
doorsnede constructie diepte hoeveelheid werk	ronde diameter, in buis veel loze ruimte maakt handig gebruik van ronde buis minimaal 1½*diameter	vierkante diameter door vierkant constructief extra voorzieningen nodig mag direct aan oppervlak twee richtingen kan in een keer gebouwd worden
expedities bogen	in ieder geval met bouwput krappe bogen zijn niet mogelijk	makkelijk in te passen alle bogen zijn mogelijk

Tabel 8.2 Verschillen in bouwmethoden van de tunnel

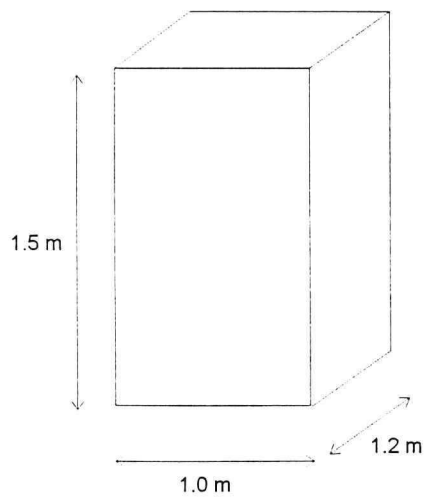
Er wordt gekozen voor een open bouwput. De buisleiding in Laakhaven kan aan de oppervlakte liggen en er is geen ronde buis vereist voor de AGV. Ook zal de overlast niet ernstig zijn, omdat het systeem gebouwd wordt in een periode dat ook Laakhaven Centraal gebouwd en ontwikkeld wordt. Voordeel is dat ook de expedities gemakkelijk ingepast kunnen worden. De gebruikte methode kan gevolgen hebben voor de lokatie van de wissels. Hoe dichter zij bij elkaar liggen, hoe minder ruimte er nodig is voor de bouwput. De afmetingen van de buis zijn afhankelijk van de hoogte van de goederen, de laadhoogte van de AGV en van de breedte van de AGV. In paragraaf 10.2 komen deze afmetingen verder aan de orde.

Vanaf het overslagcentrum gaat de buisleiding onder de grond. Dit kan op twee manieren, namelijk met behulp van een lift of met een helling. Eén lift zal de capaciteit verlagen, dus er zijn meer liften nodig. Tevens is het een onderdeel, waar onderhoud aan gepleegd zal moeten worden of waar storingsen op kunnen treden. Het zal waarschijnlijk een verslechtering van de robuustheid betekenen. De ruimte die ingenomen wordt door een lift is zeer beperkt, in tegenstelling tot een helling, die veel ruimte inneemt, zeker met de kleine maximale helling van de AGV (2%). Om de ruimte te beperken kan gebruik gemaakt worden van een kettingbaan⁴⁹. De capaciteit van een helling met een kettingbaan, is even groot als van een helling zonder kettingbaan, waardoor de capaciteit van het hele systeem niet verlaagd wordt. In verband met de betrouwbaarheid wordt gekozen voor een helling. Afhankelijk van het mogelijke hellingpercentage komt er een kettingbaan (zie paragraaf 10.3).

⁴⁹ Een ketting, waaraan de AGV vasthaakt, die de AGV omlaag begeleidt en omhoog trekt, zodat de helling van de buisleiding steiler kan zijn.



Figuur 8.8 Een AGV met een bank en een AGV met twee pallets



Figuur 8.9 Koelvriesbox

8.3.2 AGV

In hoofdstuk 6 is de keuze gemaakt voor een dragende AGV als vervoermiddel, omdat een AGV flexibel, voor niet te grote afstanden praktisch en voor een complex gebied, met veel wissels en richtingen goed bruikbaar is. De breedte van de AGV is afhankelijk van de soort goederen die er vervoerd moeten worden, en dient geminimaliseerd te worden omdat de diameter van de buis hiervan afhankelijk is. (Deze is ook afhankelijk van de hoogte van de te vervoeren goederen.) De lengte van de AGV, en daarmee het maximaal te vervoeren volume per AGV, bepaalt echter de minimale capaciteit van het systeem en het aantal AGV's dat ingezet dient te worden. Omdat de meeste goederen voor de winkels niet langer zijn dan 2,5 meter, is de lengte van de AGV gekozen op 3 meter, waarbij 0,5 meter bestemd is voor de accu, de besturing en overige randapparatuur.

Er kunnen op deze manier twee pallets in, maar ook banken, bedden, deuren kunnen met dit systeem vervoerd worden. Zie figuur 8.8. Goederen die langer dan 2,5 meter zijn, zoals slaapkamerlijsten (6 meter), tapijten (4 meter) en planken voor de doe-het-zelver, moeten met een vrachtwagen gebracht worden, of afhankelijk van de bevestigingsmogelijkheid en de boogstralen, buiten de AGV steken en toch met het systeem vervoerd worden. Goederen die bederfelijk zijn en dus gekoeld of gevoren vervoerd moeten worden, zullen in aparte "koelboxen" op de AGV gezet moeten worden, en vanaf het overslagcentrum naar Laakhaven Centraal gaan. Als verladers koelboxen gebruiken, kunnen deze ook gebruikt worden. De afmetingen van deze boxen zijn maximaal 1.2 x 1 x 1.5 m. Zie figuur 8.9. Sommige verladers gebruiken steeds vaker gestandaardiseerde ladingdragers zoals "Logistic Boxes". Deze hebben bepaalde afmetingen (voor 4 of voor 6 pallets) en zijn praktisch bij de overslag.⁵⁰ In Laakhaven zou een dergelijk gestandaardiseerde ladingdrager met kleinere afmetingen ook toegepast kunnen worden. Kwetsbare goederen kunnen vervoerd worden met de AGV. Er wordt constant in de gaten gehouden, waar de omringende AGV's zijn, en een meeverende bumper, een bevestigingsmogelijkheid en afgeronde hoeken in de expeditie zorgen ervoor dat de goederen geen schade oplopen.

8.3.3 Capaciteitsberekening en berekening aantal AGV's

De capaciteitsberekening is nodig om het aantal AGV's te bepalen voor een optimale bedrijfsvoering. De ondergrens van het aantal AGV's is afhankelijk van het aantal ritten met AGV's, de bovengrens wordt bepaald door de technische gegevens van de AGV en van de buisleiding. Ook is de spreiding over de week en over de dag een belangrijk gegeven voor het aantal AGV's. Op basis van de omvang van de goederenstroom, zoals berekend in hoofdstuk 4, wordt er uitgegaan van een maatgevend vervoervolume naar Laakhaven Centraal van ongeveer 8000 m³ per week, vervoerd door bijna 900 vrachtwagens. Een laadlengte van de AGV van 2,5 meter en een breedte van 1 meter, betekent dat er per AGV ongeveer 2,5 m³ vervoerd kan worden. Een AGV zal echter niet altijd vol zitten, omdat een AGV lading voor één expeditie meeneemt. Uitgaande van een aankomstproces van de vrachtwagens per week met een Poissonverdeling, betekent dit een maatgevend aantal van 652 AGV's per dag.

900 vrachtwagens per week (6 dagen) \approx 150 vrachtwagens per dag

150 + $\sqrt{150}$ = 163 vrachtwagens per dag (maatgevend)

163 vrachtwagens per dag x 9 m³ per vrachtwagen = 1467 m³ per dag

1467 m³ per dag / 2,25 m³ per rit met AGV = 652 ritten met AGV's per dag

BOVENGRENS EN ONDERGRENS AANTAL AGV'S

De bovengrens wordt bepaald door de systeemcapaciteit, die afhankelijk is van de technische gegevens van de AGV. De systeemcapaciteit is berekend op 450 AGV's per uur. Uitgaande van een cyclus van één AGV van ongeveer 20 minuten is de bovengrens van het aantal AGV's gelijk aan 150.

⁵⁰ Güterverkehr, mei 1996, blz. 43-46

$$\text{Maximaal aantal AGV's} = \text{aantal ritten met AGV's per uur} / \text{rittijd van 1 AGV}$$

$$450 \text{ per uur} / \frac{1}{3} \text{ uur per cyclus} = 150 \text{ AGV's}$$

Dit is exclusief reparatie en onderhoud. De totale hoeveelheid goederen kan dan in 1 uur en 26 minuten bezorgd worden. Alles kan vervoerd worden wanneer dat gewenst is. De tijden waarop het systeem werkzaam is, zijn dus bijna volledig aan te passen aan de eisen van alle gebruikers. Er is geen opslag in het overslagcentrum nodig, want goederen die per vrachtwagen aangevoerd worden hoeven na het lossen niet te wachten en kunnen meteen op de AGV geladen worden. Enige beperking vormt dan natuurlijk de laad-loscapaciteit van het overslagcentrum. Doordat de AGV's in de buis dicht op elkaar rijden, namelijk in één minuut komen er acht AGV's langs, zijn er bij de expeditie laad-loshavens nodig, zodat er geen opstoppingen ontstaan.

ALLES VERVOEREN IN ZO KORTE TIJD

- capaciteit van vervoersysteem is bepalend voor aantal AGV's
- werktijden afhankelijk van gebruikers
- geen opslagruimte in overslagcentrum nodig
- laad-loshavens verplicht

De ondergrens wordt bepaald door zo gelijkmatig mogelijk te bevoorraden in de maximale bedrijfstijd. Het is in praktijk niet mogelijk om een systeem 24 uur per dag in bedrijf te laten zijn, er zal ook onderhoud aan de infrastructuur gepleegd moeten worden. Er wordt gesteld dat de maximale bedrijfstijd gelijk is aan 22 uur per etmaal. Dit betekent dat er 10 AGV's aangeschaft moeten worden.

$$\text{Minimaal aantal AGV's} = \text{aant. ritten met AGV's per dag} / \text{aant. uur in bedrijf} / \text{rittijd}$$

$$652 \text{ AGV's per dag} / 22 \text{ uur} / \frac{1}{3} = 10 \text{ AGV's}$$

De werktijden zijn erg onpraktisch dus een volledig geautomatiseerd systeem kan voorkomen dat hoge kosten voor personeel moeten worden betaald. Aangezien de vrachtwagens de goederen niet 22 uur per dag komen afleveren, zal er een opslagruimte in het overslagcentrum nodig zijn, dat weer extra kosten met zich meebrengt. De goederen worden ook midden in de nacht in de expeditie gelost, dus er is daar ook een opslagmogelijkheid nodig. Doordat de afstand tussen de AGV's groot is, zijn er geen laad-loshavens nodig.

ZO GESPREID MOGELIJK VERVOEREN

- minimaal aantal AGV's nodig
- onpraktische werktijden
- opslagruimte in overslagcentrum en expeditie nodig
- laad-loshavens zijn niet nodig

AANTAL AAN TE SCHAFFEN AGV'S

Het minimum respectievelijk maximum aantal aan te schaffen AGV's ligt dus op 10 respectievelijk 150 AGV's, het aantal voor reparatie en onderhoud niet meegerekend. Het daadwerkelijk aantal aan te schaffen AGV's zal de bedrijfsvoering moeten optimaliseren. Aangezien er een opslagmogelijkheid en buffer aanwezig is in het overslag centrum kan de bevoorrading binnen de bedrijfstijd van de winkels gelijkmatig verspreid plaatsvinden. Echter, de detaillisten hebben een voorkeur voor bevoorrading in de rustige uren. De bedrijven in Laakhaven zullen geopend zijn van 8.00 tot 20.00 uur. In deze 12 uur zullen de rustige uren per bedrijf verschillen en in zijn totaal verspreid liggen over de gehele dag⁵¹. Er wordt daarom verondersteld dat het aantal ritten met AGV's gelijkmatig verspreid over deze 12 uur kan plaatsvinden. Het aantal ritten per uur bedraagt:

$$652 \text{ ritten met AGV's per dag} / 12 \text{ uur in bedrijf per dag} = 55 \text{ ritten met AGV's per uur;}$$

⁵¹ Op basis van interviews met detaillisten in Rotterdam Alexandrium

Het aantal AGV's kan met behulp van de volgende formules uitgerekend worden⁵².

$$1. \text{ GRT} = \frac{A}{v} + \text{LLT}$$

GRT = Gemiddelde RitTijd [sec.]

A = gemiddelde Afstand per rit [m]

v = gemiddelde snelheid [m/s]

LLT = gemiddelde Laad-LosTijd [sec]

$$2. \text{ AA} = \frac{\text{ALL}}{\text{ALLA}} \times \text{GRT}$$

AA = Aantal AGV's

ALL = Aantal keer Laden en Lossen [AGV's/minuut]

ALLA = Aant. keer Laden en Lossen p. rit p. AGV [# /rit/AGV]

$$3. \text{ AAGV} = \frac{\text{AA}}{\text{EF}}$$

AAGV = aantal Aan te schaffen AGV's

EF = EfficiëntieFactor⁵³

De waarden van Laakhaven in bovenstaande formules ingevuld levert:

$$1. \text{ GRT} = 4000 / 5 + 60 = 860 \text{ seconden} \approx 14 \text{ minuut en } 20 \text{ seconden}$$

$$2. \text{ AA} = (0,92 / 1) \times 14,3 = 14,0 \text{ AGV's}$$

$$3. \text{ AAGV} = 15,0 / 0,75^{54} = 19 \text{ AGV's}$$

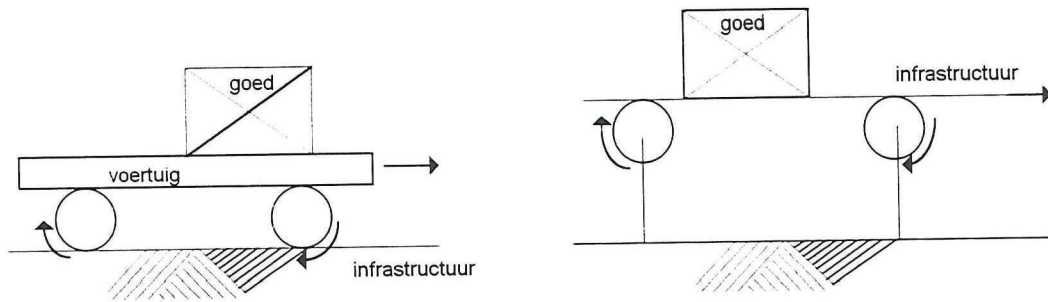
Bij een bedrijfstijd van 12 uur moeten 19 AGV's aangeschaft worden, waarbij uitgegaan is van een gemiddelde afstand van 4000 m, een laad-lostijd van 1 minuut en een efficiëntiefactor van 0,75.

8.3.4 Verticaal natransport

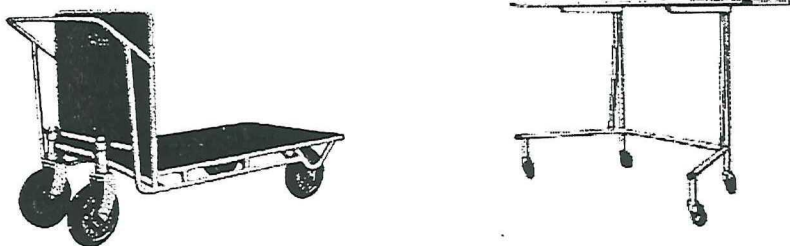
Het verticaal transport kan op twee manieren plaats vinden. De eerste manier is alleen verticaal transport, dus bijvoorbeeld een lift, en de tweede manier is verticaal en horizontaal transport in een combinatie, dus een helling. Deze laatste manier is in de GDV niet praktisch, omdat dat ten koste gaat van het verkoopoppervlak. Ook is door de kleine hellingshoek ($\pm 2\%$) die mogelijk is met de AGV, een lang hellingstraject nodig voor het overbruggen van de totale hoogte van de GDV (10,6 meter hoogte vanaf de kelder tot en met de tweede verdieping betekent een helling van ruim 530 meter). Een lift is dus het meest praktisch. Aangezien er al liften in het ontwerp van het gebouw zitten, is het constructief gezien gunstig om de plek van de liften over te nemen. Een lift heeft echter wel tijd nodig om naar boven en weer naar beneden te gaan. Wanneer er twee AGV's ongeveer tegelijk aankomen, zal er een wachtmogelijkheid moeten zijn voor de goederen op de rollenbaan. De lift moet ook gebruikt kunnen worden door een persoon, omdat sommige goederen niet automatisch de lift in hoeven. Ook voor de bewerkingen die eventueel in de expeditie aan de producten gedaan moeten worden, zal personeel aanwezig moeten zijn. Dit betekent voor de lift extra veiligheidseisen. Het personeel kan echter ook met de trap die in de expeditie aanwezig is. De lift hoeft niet geheel ter beschikking van personen te staan. Meer soorten liftvloeren zijn mogelijk.

⁵² Koff, G.A. en Boldrin, B. 1985, Automatic Guided Vehicles, Materials Handling Handbook, Wiley Interscience

⁵³ Deze efficiëntiefactor staat ook voor het onderhoud dat er gepleegd moet worden en eventuele storingen die er plaatsvinden.



Figuur 8.10 Verschil tussen rollende “voertuigen” en rollende “infrastructuur”



Figuur 8.11 Interne transportmiddelen die in Laakhaven gebruikt zouden kunnen worden [EVO]

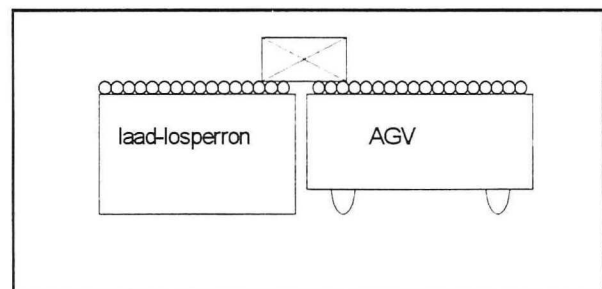
8.3.5 Horizontaal natransport

Het horizontaal natransport zal in samenhang met het verticaal transportmiddel en met het laad-lossysteem in de expeditie ontworpen moeten worden. Dit horizontale natransport heeft twee verschijningsvormen zoals in paragraaf 5.3 al beschreven is. Zie figuur 8.10. Bij de eerste vorm staan de goederen stil en beweegt de infrastructuur, bij de tweede vorm bewegen de goederen en staat de infrastructuur stil. Beide vormen hebben gevolgen voor het gehele transportsysteem.

Bij rollende "infrastructuur" is het automatisch overslaan in de expeditie veel eenvoudiger. Met een rollenbaan wordt het goed in de juiste richting gestuurd. De rollen gaan draaien zodra gesignaleerd is dat de AGV bij de expeditie gearriveerd is. Hiervoor is het noodzakelijk dat zowel op de AGV als in de lift een rollenbaan aanwezig is, om het goed tot op de verdieping van bestemming automatisch te kunnen vervoeren. Op de verdieping aangekomen, zullen er toch mensenhanden aan te pas moeten komen, om de goederen tot in de winkel te vervoeren. Wanneer er bijvoorbeeld een bank of een zware pallet op de rollenbaan in de lift staat, kan deze ook nog op de expeditiegang met een rollenbaan vervoerd worden, maar hij zal van de rollenbaan af, met de hand de winkel in vervoerd moeten worden. Zware goederen zijn echter niet met de hand te tillen, dus er zal toch enig wielstelsel of ander hulpmiddel aan te pas moeten komen.

Bij rollende "voertuigen", zal gebruik gemaakt moeten worden van gestandaardiseerde wagentjes, rolpallets, meubelwagens en rollende plateaus. Zie figuur 8.11. Boven aangekomen kunnen zij weer uit de lift gereden worden en direct de winkel in. De lift hoeft geen extra voorzieningen te hebben, en ook de AGV's kunnen blijven zoals zij nu zijn. Wanneer het laden en lossen automatisch plaatsvindt, zal er een geleidingssysteem moeten zijn, dat in ieder geval de wagentjes de lift in krijgt, en dat de lift automatisch naar de juiste verdieping gaat. Vanaf daar kan het transport weer handmatig worden opgepakt. In beide gevallen is een nadeel het terug bezorgen van de wagentjes naar het overslagcentrum. De AGV's gaan natuurlijk ook weer terug, maar deze wagentjes zijn los te vervoeren, en de detaillist moet er dus voor zorgen dat de wagentjes terug in het overslagcentrum komen. Als dit ook automatisch plaats moet vinden, zal het laad-lossysteem ook voor het laden van de AGV's in de expeditie gebruikt moeten kunnen worden.

Er wordt gekozen voor een rollenbaan, dus een rollende infrastructuur en een ten opzichte van de infrastructuur stilstaand goed. Rollenbanen hebben een goede controle over de goederen, het transport kan in twee richtingen plaatsvinden, en het aandrijfvermogen is laag ten opzichte van bandtransporteurs. Het management van lege karren kan achterwege blijven. Het aantal bewegende delen is groot, en wanneer de rollen draaien, is er geen buffer mogelijk, tenzij er een vast element staat waartegen de goederen kunnen blijven liggen.⁵⁴ Om de goederen automatisch te kunnen overslaan is het praktisch om het perron dezelfde hoogte te geven als de laad-loshoogte van de AGV, zodat er geen hoogteverschillen overbrugd hoeven worden. De rollenbanen hebben een andere oriëntatie dan de lift, dus er zal een wisseling van richting moeten komen. Dit gebeurt door het wegzakken van de rollenbanen voor de ene oriëntatie om plaats te maken voor de rollenbanen van de andere oriëntatie.



Op de verdieping wordt gebruik gemaakt van een rolplateau, dat al in de lift staat. Dit plateau heeft ook rollenbanen. De afmetingen zijn hetzelfde als van de AGV zonder bumpers en ruimte

⁵⁴ Gary Hammond, 1986, AGVS at work, IFS Publication Ltd., Kempson,

⁵⁵ Duijker, J.P., Praktijkboek Magazijnen en distributiecentra, Alphen aan de Rijn, 1993

voor accu etc., gelijk aan 1,25 m x 2,5 m. Het plateau is veel lichter dan de AGV. Dit plateau is nodig, om op de verdieping van bestemming de goederen uit de lift te krijgen. Het plateau wordt met de goederen uit de lift gereden. Dit moet met de hand gebeuren. Met plateau kunnen de goederen de winkel in, of eerst in een magazijn uitgepakt worden. Nadat het plateau de lift uit is gereden, moet er een nieuw plateau in voor de overige goederen die bij deze expeditie vervoerd moeten worden. Door de rolplateaus per expeditie te gebruiken en ze niet helemaal tot het overslagcentrum te gebruiken kan de hoeveelheid rolplateaus beperkt worden tot een tiental per expeditie, in plaats van één voor elk goed dat naar Laakhaven toe moet.

Dit hele traject vanaf het laad-losperon tot het moment dat er weer een goed de lift in kan, heeft de volgende (geschatte) tijdsduur.

over rollenbaan	$x = 4 \text{ m}$, $V_{\text{rollenbaan}} = 0,25 \text{ m/s}$, $t = 16 \text{ s}$;
wisselen van richting	$t = 3 \text{ s}$;
in lift	$x = 3 \text{ m}$, $t = 12 \text{ s}$;
deuren dicht	2 s ;
lift omhoog (2e verd.)	$V_{\text{lift}} = 2,5 \text{ m/s}$, $h = 11,3 \text{ m}$, $t = 4,5 \text{ s}$;
deuren open	2 s ;
plateau (met retourgoed) uit lift	15 s ;
leeg plateau in lift	10 s ;
deuren dicht	2 s ;
lift omlaag	$4,5 \text{ s}$;
deuren open	2 s ;
retourgoed uit lift	12 s ;
geschikt voor volgende lading	na 73 s .

Het is natuurlijk mogelijk dat er niet meteen winkelpersoneel aanwezig is om het plateau uit de lift te halen. Een maximale tijd van drie minuten wordt er gesteld voor het op en neer gaan van de lift inclusief wisseling van plateau. In drie minuten kunnen er drie nieuwe AGV's gearriveerd zijn. Deze AGV's kunnen de goederen lossen en meteen doorrijden. In een standaard expeditie is plaats op de rollenbaan voor de lading van vier AGV's. Om de AGV's zo nuttig mogelijk te gebruiken, wordt de rollenbaan als wachtrij voor de lift gebruikt. Een expeditie met veel aan- en afvoer zal dus een langere rollenbaan nodig hebben. Door middel van communicatie tussen de expeditie en het overslagcentrum wordt bepaald of de AGV in het overslagcentrum mag vertrekken.

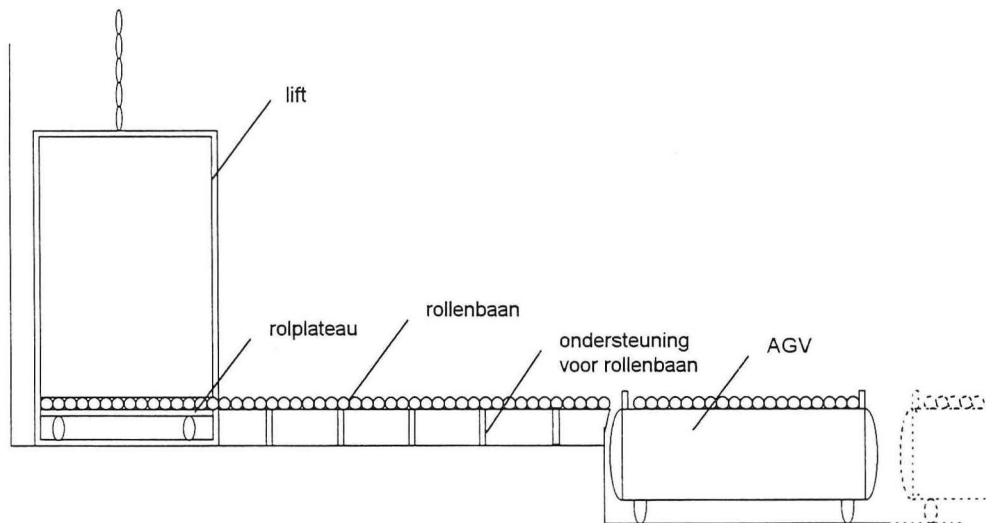
De goederen die uit de lift komen en vervoerd moeten worden naar het overslagcentrum, komen op de rollenbaan voor de retourgoederen. Zij worden, net als bij het lossen, met een rollenbaan automatisch overgeslagen. De lift heeft voor het retourvervoer een deur aan twee zijden nodig.

8.4 Foutenanalyse van gehele bevoorradingproces

Er kan binnen het bevoorradingproces in Laakhaven Centraal een aantal processen verkeerd gaan. In chronologische volgorde zal aangegeven worden wat er mis kan gaan.

STORING IN BUISLEIDING

Wanneer er een storing in de buis optreedt aan een AGV zal de bevoorrading gedurende een ogenblik stil komen te liggen. Er vormt zich een wachtrij van AGV's. Door middel van signalering zullen in het overslagcentrum de vertrektijden van de AGV's uitgesteld worden. Er wordt zo snel mogelijk een duw-AGV ingezet, die kracht genoeg heeft om de defecte AGV vooruit te duwen door de buis. Er moet dan wel eerst plaats gemaakt worden voor deze duw-



Figuur 8.12 Dwarsdoorsnede expeditie met een horizontaal vlak voor de rollenbaan

AGV. De overige AGV's zullen op de andere lijn geparkeerd worden. Zij kunnen op de andere lijn komen door de wissels die aangebracht zijn.

WEIGERING SIGNAAL BIJ EXPEDITIE VAN BESTEMMING

De AGV die moet lossen, komt op het zijspoor. Deze richting krijgt hij via een signaal, afkomstig van het label, behorende bij de lading van de AGV. Wanneer het signaal niet goed werkt zal de AGV het circuit afrijden, en bij de splitsing het circuit nog een keer rijden. Wanneer het signaal wederom faalt gaat de AGV terug naar het overslagcentrum en krijgt hij een nieuw label.

WEIGERING ROLLENBANEN OP AGV OF IN EXPEDITIE

De AGV rijdt door tot aan de laatste stopplaats. Bij het automatisch lossen, gaan de rollenbanen op de AGV ronddraaien, waardoor het goed gaat bewegen. Een beschermrand ter voorkoming van het afvallen van de goederen van de AGV, klapt naar beneden. Het laad-losperron, dat dezelfde hoogte heeft als de laad-loshoogte van de AGV (zie figuur 8.12), heeft ook rollenbanen die gaan draaien. Het goed wordt op deze manier gelost van de AGV op het laad-losperron. Door een storing kunnen de rollenbanen weigeren te draaien, waardoor de goederen niet van de AGV gelost kunnen worden, of de lift niet in kunnen. De AGV zal twee minuten wachten. In de tussentijd is er een signaal betreffende de weigering naar het overslagcentrum gegaan, die vervolgens de detaillist waarschuwt. De detaillist heeft dus ruim 1½ minuut beschikbaar om de goederen handmatig te lossen. Haalt hij dit niet, gaat de AGV met de goederen terug naar het overslagcentrum, en slaat daar de goederen over op een andere AGV.

LIFT GAAT NAAR VERKEERDE VERDIEPING

Vanaf het laad-losperron wordt het goed via rollenbanen getransporteerd naar de lift. In deze lift staat een rijdend plateau, met daarop ook rollenbanen. De lift wordt door het label naar de juiste verdieping gestuurd, waar het plateau uit de lift gehaald moet worden. Wanneer de lift naar een verkeerde verdieping gaat, is er niemand om het plateau uit de lift te halen. Echter, zodra de lift stopt op een verdieping, gaat op de desbetreffende verdieping een signaal. Het personeel van de winkel zal dan naar de lift moeten, om deze terug te sturen naar de expeditie en terug naar het overslagcentrum. Ook kan de detaillist de lift naar de juiste verdieping sturen.

WINKELPERSONEEL BLIJFT LANGER WEG DAN DRIE MINUTEN

Het is mogelijk dat het winkelpersoneel niet op tijd aanwezig is om het plateau uit de lift te halen. Dit zorgt voor vertraging in het overslagcentrum voor de bevoorrading van goederen van deze expeditie. Een AGV mag daar vertrekken, op het moment dat er plaats is in de expeditie van bestemming. De detaillist wordt gewaarschuwd door het overslagcentrum dat hij goederen uit de lift moet halen. Wanneer ook dat geen effect heeft, gaat de lift met de goederen naar de kelder terug, zet de goederen op de rollenbaan voor de retourgoederen en op deze manier gaan de goederen terug naar het overslagcentrum.

Bovenstaand worden mogelijke fouten in het proces beschreven, als lijkt het of ze dagelijks voorkomen. Echter, het administratiesysteem en de AGV's, de rollenbaan en de lift zijn zeer betrouwbaar. Alleen de menselijke zijde van de problemen kan vaker voorkomen.

8.5 Conclusie

- Er zijn 13 expedities in de GDV en 12 expedities in het overig deel van Laakhaven Centraal.
- Het netwerk bestaat uit twee circuits, één voor de GDV en de ernaast liggende kantoren en één voor Laakhaven Midden, met achtereenvolgens 16 resp. 9 expedities. In het eerste circuit wordt halverwege een doorsteek gemaakt, zodat AGV's met bestemming supermarkt niet het hele rondje hoeven afleggen. Ook worden de twee circuits onderling verbonden, om in geval van calamiteiten de betrouwbaarheid van de bevoorrading te waarborgen.
- De lengte van de hoofdcircuits, dus zonder afsnijdingen en extra links zijn beide ongeveer 4000 meter.

- Er worden 19 AGV's aangeschaft, met een lengte van 3 meter. Een AGV kan in minder dan 15 minuten een compleet traject afleggen.
- De bovengrens van de capaciteit van het buisleidingstransport is gelijk aan 450 ritten met AGV's per uur. De ondergrens is gelijk aan 30 ritten met AGV's per uur.
- In het overslagcentrum worden goederen met vrachtwagens aangevoerd en overgeslagen op een AGV. De AGV vertrekt naar de expeditie zodra de AGV compleet geladen is (2,5 m²), of zodra de vrachtwagen gelost is. Sommige goederen worden eerst opgeslagen in het overslagcentrum. Deze worden vervoerd op verzoek van de detaillist, mits de ruimte in de expeditie dat toelaat. Chauffeurs zijn hierdoor weinig tijd kwijt met de bevoorrading in Laakhaven Centraal.
- De expeditie zal modulair van opbouw zijn, zodat afhankelijk van de gewenste capaciteit voor de te bevoorraden winkels en bedrijven, de afmetingen van de onderdelen bepaald kan worden. De onderdelen zijn: rollenbaan voor heen- en terugweg van goederen, laad-loshaven, lift, werkplaats annex opslagruimte.
- In de expeditie vindt automatische overslag plaats met behulp van rollenbanen. De AGV dient hiertoe ook een rollenbaan te hebben. In de lift staat een rollend plateau met daarop een rollenbaan. De rollenbanen van de AGV, het horizontaal transportmiddel en de rolplateau in de lift liggen in een horizontaal vlak, zodat goederen zonder niveauverschillen vervoerd kunnen worden, met de rollenbaan tot in de lift.
- De AGV doet er gemiddeld 60 seconden over, om een goed te lossen of te laden, geteld vanaf binnenkomst van AGV in expeditie tot het moment dat hij weg kan rijden. De effectieve laad(los)tijd is 20 seconden.
- De liften in de GDV zoals die in het ontwerp getekend zijn door de architect, worden gebruikt voor het verticaal transport.
- Laad-loshavens in de expeditie zijn geschikt voor 4 AGV's.
- Automatische detectie m.b.v. labels aan de goederen bepaalt bij welke expeditie de AGV moet stoppen en naar welke verdieping het goed toe moet, dus waar de lift moet stoppen.
- AGV's mogen pas in het overslagcentrum vertrekken als er plaats is in de expeditie.
- Aan de volgende aspecten moet uitgebreid aandacht besteed worden in het ruimtelijk ontwerp
 - Hoe gaat het transport van lift naar winkel op een efficiënte manier plaatsvinden?
 - Waar moet het tracé van de buisleiding liggen?
 - Wat is de lokatie van de expedities en hoe ziet de expeditie eruit?

9. Ruimtelijk ontwerp BLT

Nadat in hoofdstuk 8 het functioneel ontwerp aan de orde is geweest en daaruit een ruimtelijk programma van eisen opgesteld kan worden (§ 9.1), zullen in dit hoofdstuk de knooppunten en de tracés van de verbindingen behandeld worden. De ligging van het overslagcentrum is vooral afhankelijk van de inpassing en de lengte van het tracé van de buisleiding. De ligging van de expeditie ligt in de GDV al vast, omdat de architect de liften al in het gebouw getekend heeft (§ 9.2). Er wordt een voorbeeld plattegrond gegeven van een expeditie. De ligging van de buisleiding en van het natransportsysteem hangt voor een belangrijk deel af van de lokatiekeuze (§ 9.3). De splitsing in de twee circuits wordt gedetailleerd.

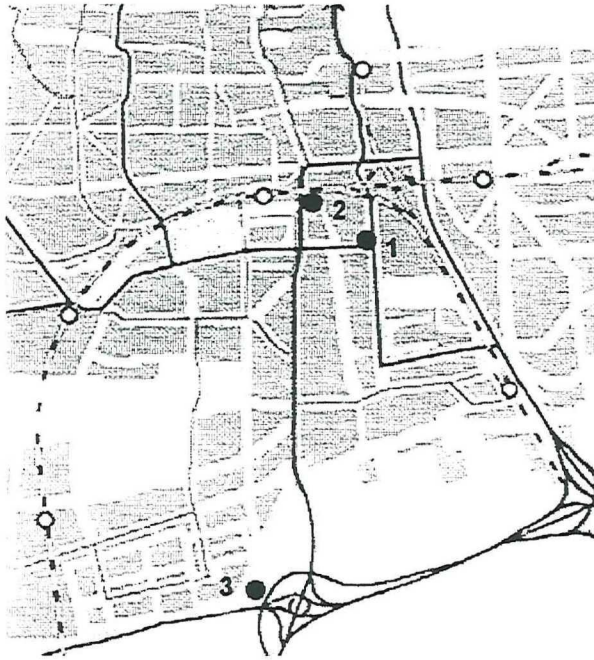
9.1 Ruimtelijk programma van eisen

- Lokatie van het overslagcentrum moet overlast voor bewoners, vrachtverkeer en overig verkeer zo veel mogelijk beperken.
- Het tracé van de buisleiding moet zo kort mogelijk zijn. Het moet tevens in de omgeving passen.
- Het gehele tracé moet vanuit twee richtingen te doorlopen zijn, in verband met calamiteiten.
- De vormgeving van het net moet het toelaten dat de AGV's maximaal 64 seconden van elkaar verwijderd zijn. (57 AGV's in 60 minuten, geeft tussen twee AGV's 64 seconden, met een snelheid van 5 m/s wordt dit 320 meter)
- Wissels en eventueel halteplaatsen moeten indien mogelijk zo dicht mogelijk bij elkaar liggen om de grootte van de bouwput te beperken.
- De lift in de expeditie moet zich aan de buitenzijde van het gebouw bevinden, zodat in de winkel geen overlast is van de bevoorrading.
- Er moet een wachtmogelijkheid zijn voor minimaal drie ladingen van de AGV voor de lift in de expeditie, maar het kunnen er ook meer zijn, afhankelijk van de modulaire opbouw van de expeditie.
- De afstand van de achteringang van de winkels, de goedereningang, tot aan de liftdeur mag niet meer dan 25 meter bedragen, zodat de afstand die het personeel af moet leggen om de goederen uit de lift op te halen zo kort mogelijk is.
- De lift moet een hoogte van 10,6 meter kunnen overbruggen, van vloer van expeditie ter hoogte van lift (-2,0 meter), tot vloer van tweede verdieping (+8,6 meter)
- De gangen op de verdieping moeten minstens 2 meter breed zijn, zodat de goederen en het personeel elkaar kunnen passeren.

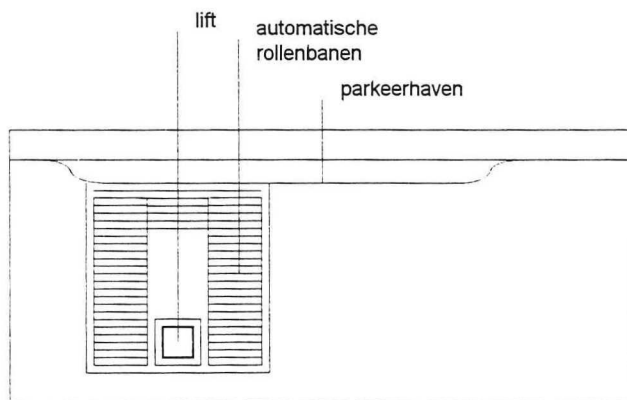
9.2 Lokatie van knooppunten

9.2.1 Overslagcentrum

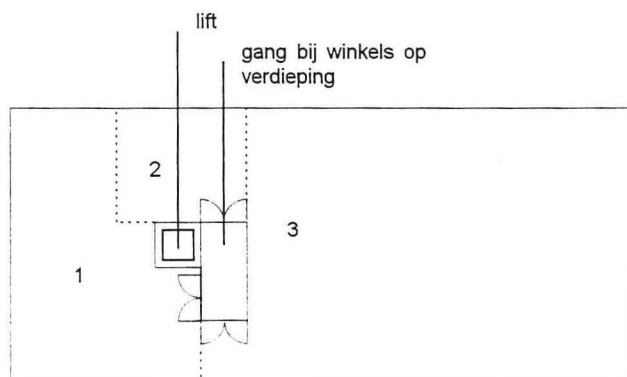
Het overslagcentrum zal in gebied II (zie paragraaf 5.2) moeten liggen. De afstand tot de GDV moet klein zijn en de lokatie moet in de omgeving passen. De ligging moet de overlast voor en door het overig verkeer zo veel mogelijk beperken. Deze eisen sluiten veel mogelijkheden uit, maar er blijven een aantal mogelijkheden over. De beoordeling van deze overgebleven lokaties wordt beoordeeld op de mogelijkheden voor het netwerk, op de betrouwbaarheid van het



Figuur 9.1 **Mogelijke lokaties voor het overslagcentrum** [Mulleners en Mulleners (bewerkt)]



Figuur 9.2a **Expeditie in GDV**



Figuur 9.2b **Bevoorrading op verdieping in GDV met één lift**

“voortransport”, het transport dat plaatsvindt met vrachtwagens. De lokaties zullen hierna beschreven worden. Zie figuur 9.1.

BINCKHORST, NABIJ DE AFSLAG VAN DE MERCURIUSWEG (1)

In industrieterrein Binckhorst is in het oosten, naast de Utrechtsebaan een strook gepland met hoogwaardige bedrijven. In het westen in Binckhorst is een gedeelte voor laagwaardig bedrijfsterrein. In dit gedeelte zou een overslagcentrum goed passen. De overlast voor het overig verkeer is alleen op het kleine stukje ringweg aanwezig. Het vrachtverkeer ondervindt op de Utrechtsebaan hinder van congestie, maar door de mogelijkheid tot spreiding in de dag is het niet meer noodzakelijk dat het vrachtverkeer in de spitsuren de goederen in het overslagcentrum af komt leveren. De hinder zal dus in ieder geval minder zijn dan nu het geval zou zijn. De afstand naar Laakhaven is niet groot (vanaf de Utrechtsebaan is het hemelsbreed 1600 meter tot aan het Leeghwaterplein), en vanaf het water “Laakhaven” kan de buisleiding hierin aangelegd worden. Dit is een redelijk rechte, en dus korte lijn vanaf het overslagcentrum naar Laakhaven Centraal. Bewoners hebben alleen overlast op de toevoerwegen naar de Mercuriusweg.

BINCKHORST, TEN ZUIDEN VAN STATION HOLLANDS SPOOR (2)

Een overslagcentrum in Binckhorst ten zuiden van Hollands Spoor heeft een aantal dezelfde voordelen als nabij de afslag van de Mercuriusweg. Het ligt ook in het laagwaardige deel van Binckhorst, de afstand naar Laakhaven Centraal is korter en de af te leggen afstand over de ringweg is even lang, als bij een lokatie bij de Mercuriusweg. De overlast is echter groter, omdat na het traject over de ringweg ook nog een stuk door het industrieterrein gereden moet worden. De goederen die vanaf het spoor gezien naar het gedeelte achter het gebouw van de GDV vervoerd moeten worden, zullen een omweg om de GDV moeten maken. Vanuit dat oogpunt bezien is deze lokatie minder gunstig dan een overslagcentrum nabij de afslag Utrechtsebaan.

BUITEN STAD DEN HAAG, BIJ KNOOPPUNT YPENBURG (3)

Een overslagcentrum nabij knooppunt Ypenburg buiten de stad Den Haag zou ook een mogelijkheid zijn. De situatie rond de ringweg en op de Utrechtsebaan vormt voor het vrachtverkeer met bestemming Laakhaven geen probleem. Echter, de afstand naar Laakhaven is veel groter. Bewoners ondervinden geen hinder bij een overslagcentrum op deze lokatie.

Op een rijtje gezet en beoordeeld naar bovenstaande aspecten komt een overslagcentrum in Binckhorst nabij de afslag Utrechtsebaan als meest gunstig uit de bus. Zie tabel 9.1.

	Binckhorst		Hollands Spoor		Ypenburg	
afstand	kort	+	kort	+	lang	-
inpassing	goed	+	goed	+	slechter	-
hinder verkeer	gemiddeld	+/-	gemiddeld	+/-	laag	+
"principe" netwerk	goed	+	slecht	-	goed	+
betrouwbaarheid	slechter	-	slechter	-	minder slecht	+/-

Tabel 9.1 Voor- en nadelen van lokaties voor overslagcentrum

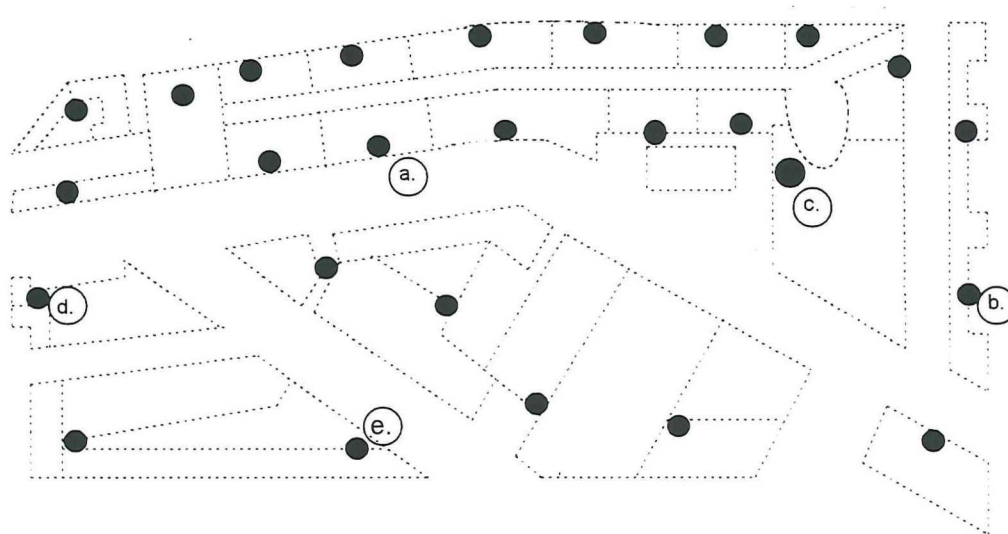
9.2.2 Expedities

LIGGING EXPEDITIEPUNTEN

De lokaties van de expedities zijn gebaseerd op de maximale afstand tot een bedrijf, die van de GDV gebruik maakt, de ligging van de liften in het ontwerp voor de GDV en het mogelijk maken van de kortste weg. In deze paragraaf zal van een aantal lokaties aangegeven worden wat de redenen voor die expeditie op die plek zijn. Zie figuur 9.3.

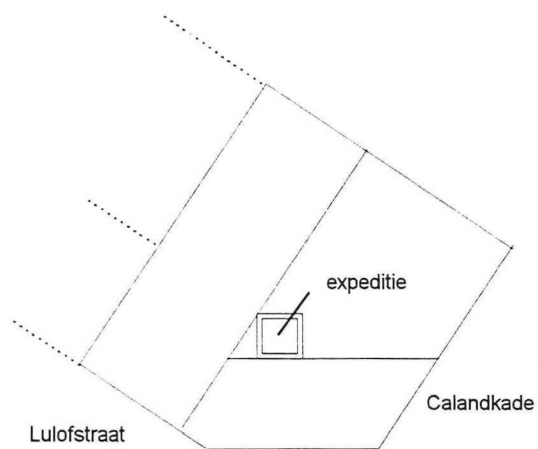
a. Expeditie in GDV

Dit is een normale expeditie in de GDV. Met deze expeditie kunnen de erboven liggende winkels bevoorrad worden, met de lift, zoals die in het oorspronkelijke ontwerp ook gesitueerd was. Zie figuur 9.2. De overige expedities in de GDV zijn op dezelfde manier gesitueerd. Deze expeditie heeft een parkeerhaven, waar het mogelijk is om goederen met de hand te lossen,



- a. normale expeditie in GDV
- b. expeditie in kantoorgebouw naast GDV
- c. extra grote expeditie
- d. normale expeditie in LHM
- e. extra expeditie voor langwerpig bedrijf

Figuur 9.3 Lokatie van de expedities, met details



Figuur 9.4 Expeditie in Laakhaven Midden (op de hoek van een bedrijf)

maar waarbij het overgrote deel automatisch gelost wordt. Door dit automatisch lossen kunnen de voertuigen na een zeer korte stop meteen weer verder te rijden naar het overslagcentrum.

b. Expeditie in kantoorgebouw naast GDV

Deze lokaties liggen in het midden van het kantoorgebouw dat rechts naast de GDV ligt. Een kantoor gebouw wordt niet vaak bevoorrad (kantoren zonder balie $0,00$ bevoorradingen/m², kantoren met balie $0,01$ bevoorradingen/m²)⁵⁶, maar de af te leggen afstanden mogen niet te groot zijn. De afstand is nu maximaal 40 meter. Dit is meer dan het vereiste maximum van 25 meter, maar door het klein aantal bevoorradingen, is het niet haalbaar in de exploitatie- en aanlegkosten om meer expedities aan te leggen.

c. Groot expeditiepunt

De capaciteit van deze expeditie moet groot zijn, omdat dit expeditiepunt de supermarkt, twee grote meubelzaken en de winkels om de hoek moet bevoorraden. Er is gekozen voor een groot expeditiepunt, in plaats van twee kleinere, omdat het in de eerste plaats goedkoper is om een grote in plaats van twee kleinere aan te leggen. Ook neemt een expeditie plaats in, dat ten koste gaat van de verkoopruimte. De modulaire opbouw maakt het mogelijk om een expeditie naar wens groter of kleiner te maken.

d. Expeditie in Laakhaven Centraal

Dit is een expeditie in Laakhaven Midden. De ligging van deze expeditie is gekozen op een hoek van een gebouw, waar meerdere gebouwen bij elkaar komen. Zie figuur 9.4. Door de expedities op deze "knooppunten" van gebouwen te situeren, wordt het aantal expedities geminimaliseerd zonder dat de kwaliteit van het goederenvervoersysteem aangetast wordt. Doordat de ligging van de bedrijven ten opzichte van de expeditie iedere keer anders is, zal de vormgeving ook anders zijn.

e. Twee expedities voor één bedrijf

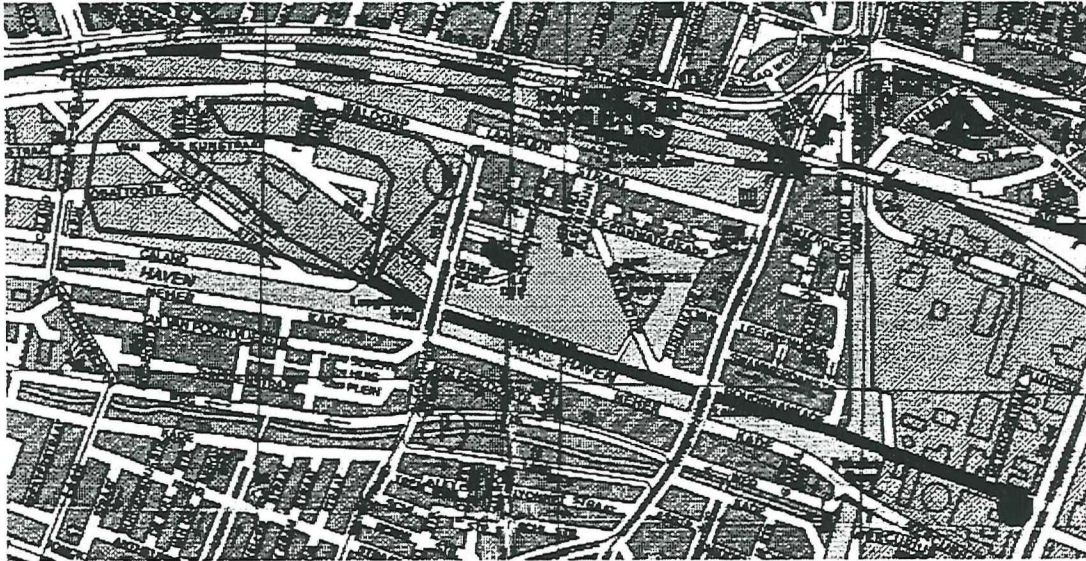
Deze expeditie hoeft in theorie maar 1 bedrijf te bevoorraden, maar door de omvang van het bedrijf, een tuincentrum, dat ernaast ligt is een extra expeditie zinvol. Die andere expeditie wordt namelijk ook gebruikt door een ander groot bedrijf, waardoor die expeditie redelijk druk zal zijn. Tevens is het tuincentrum een langgerekt perceel (450 meter), zodat de goederen een niet te grote afstand door de winkel af hoeven leggen

VORMGEVING EXPEDITIEPUNTEN

In paragraaf 8.2.2 is al aangegeven uit welke onderdelen een expeditie moet bestaan en hoe het proces verloopt. Voor de GDV en voor LHM is een voorbeeld expeditie getekend, met de afmetingen van een standaardexpeditie. Deze afmetingen zijn minimaal. Door de modulaire opbouw kunnen deze afmetingen per expeditie anders zijn. Het proces dat beschreven is in hoofdstuk 8 was van toepassing op een expeditie in de GDV. Er is in een expeditie in Laakhaven Midden een aantal verschillen ten opzichte van de GDV.

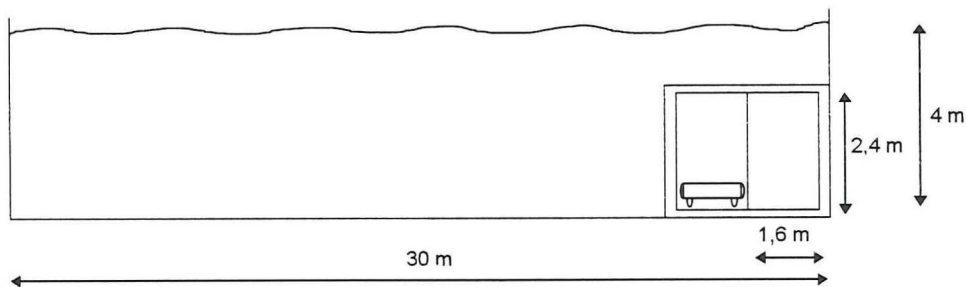
De tijd die er nodig is voor het lossen van de AGV's is waarschijnlijk langer. De lift hoeft maar één verdieping omhoog, maar het personeel zal minder snel aanwezig zijn. De bedrijven liggen in het algemeen iets verder weg van de expeditie, waardoor het personeel van verder moet komen. Wanneer een AGV vertrekt in het overslagcentrum met goederen, wordt aan het betreffende bedrijf doorgegeven dat er een AGV onderweg is. Vanwege de afstand zal niet altijd iemand aanwezig zijn. Ook in deze expedities zal een wachtrij mogelijk zijn van drie AGV's.

⁵⁶ Koster en Martens 1991, uit J.G.S.N. Visser, Bevoorrading van bedrijven in de binnenstad, Delft 1993

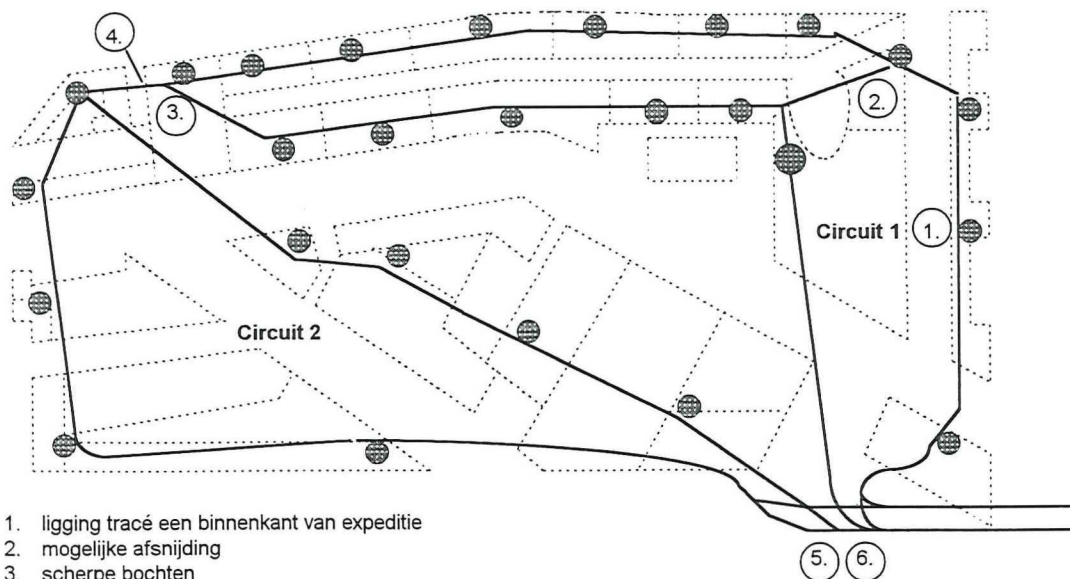


Het overslagcentrum ligt in Binckhorst nabij de kruising Mercuriusweg - Binckhorstlaan. In een zo recht mogelijk lijn gaat de buisleiding richting Laakhaven. In het water ligt zij tegen de zijkant van het kanaal, om de doorgang voor de scheepvaart niet te beperken. In de punt in het water bij de Leeghwaterbrug volgt de splitsing in de twee circuits.

Figuur 9.5 Tracé buisleiding vanaf overslagcentrum [Suurland Falkplan (bewerkt)]



Figuur 9.6 Dwarsdoorsnede tunnelbuis in kanaal



1. ligging tracé een binnenkant van expeditie
2. mogelijke afsnijding
3. scherpe bochten
4. extra verbinding voor mogelijk maken van meer routes
5. rijrichting op twee manieren
6. ligging afslagen zo dicht mogelijk bij elkaar

Figuur 9.7 Tracé buisleiding in detail

9.3 Tracé van verbindingen

9.3.1 Ligging tracé buisleidingen

Het principe-netwerk zoals dat in paragraaf 8.1 gekozen is, moet uitgewerkt worden voor de situatie in Laakhaven. Het tracé wordt gesplitst in het deel vanaf het overslagcentrum tot aan de splitsing en het deel met de twee circuits.

LANG RECHT TRACÉ VANAF OVERSLAGCENTRUM TOT AAN SPLITSING IN TWEE CIRCUITS

Het tracé vanaf het overslagcentrum tot aan de splitsing is een redelijk recht tracé met twee lijnen. De start ligt bij het kruispunt van de Binckhorstlaan en de Mercuriusweg, in het overslagcentrum. Zie figuur 9.5. Meteen vanaf de start zal de buisleiding onder de grond gaan, onder de Poolsterstraat door. De Poolsterstraat maakt geen onderdeel uit van de parkeer- of centrumring, en heeft geen doorgaande functie. Een minder goede bereikbaarheid tijdens aanleg levert in deze straat waarschijnlijk geen onoverkomelijke bezwaren op. In een zo recht mogelijk trace ligt de buisleiding zo dicht mogelijk tegen de zijkant van het kanaal om de doorgang voor de scheepvaart niet te beperken. Zie figuur 9.6. De breedte van de buis hoeft niet groot te zijn, hoogstens 4 meter.

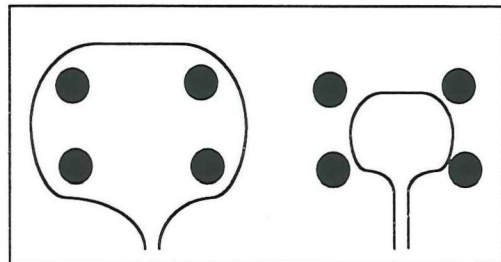
Na ongeveer 250 meter, met de start nabij de Poolsterstraat, komt de buis in het water. De buis loopt vervolgens tot in de "esthetische" punt in Laakhaven Centraal onder water door. In dit rechte stuk zullen een aantal wissels tussen de lijnen zitten, voor de noodgevallen.

TRACÉ MET TWEE CIRCUITS

De ligging van de expedities en de lengte van het tracé zijn belangrijke aspecten. In figuur 9.7 is het tracé getekend. De genummerde bijzonderheden corresponderen met de in de figuur aangegeven cijfers.

1. Ligging expeditie ten opzichte van de buisleiding

Het is in verband met de lengte van het tracé, het meest gunstig om het tracé aan de binnenkant van de cirkel van expedities te leggen. Bochten kunnen afgesneden worden, en de lengte van het tracé is korter. Zie figuur 9.7.



2. Mogelijke afsnijding

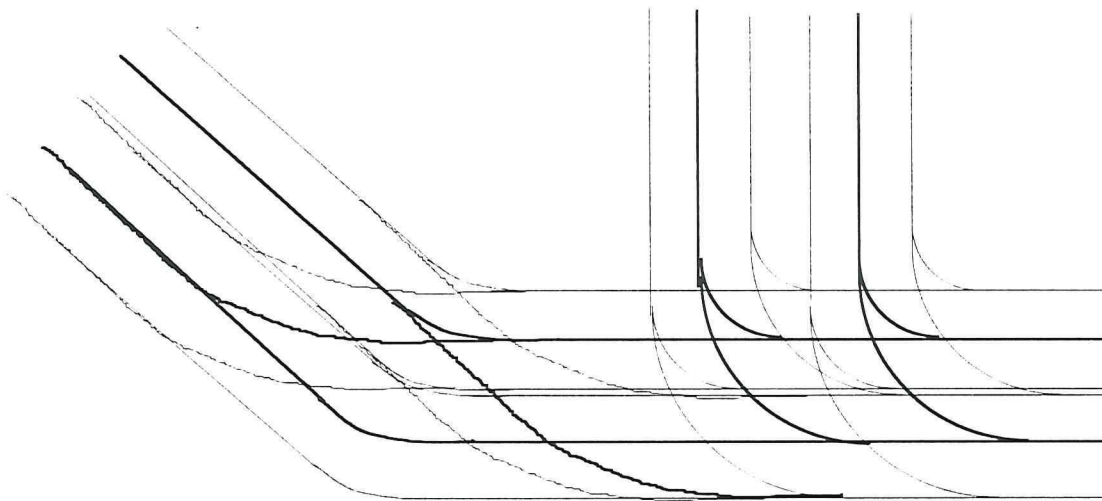
In verband met de supermarkt die bovenop de tweede verdieping komt te liggen, is het gunstig om hier een afsnijding te maken. Naar de supermarkt zullen relatief meer goederen vervoerd worden dan naar een meubelzaak. De laadeenheid is meestal een pallet. Door de afsnijding hoeven niet alle AGV's het hele rondje te maken, maar leggen een korter traject af. Op de lager gelegen verdiepingen liggen grote meubelzaken.

3. Scherpe bochten

Om het tracé zo kort mogelijk te houden, moeten de bochten zo scherp mogelijk genomen worden. Aangezien de AGV een kleine minimale boogstraal heeft (ongeveer 2 meter, zie hoofdstuk 6), levert dit geen problemen op.

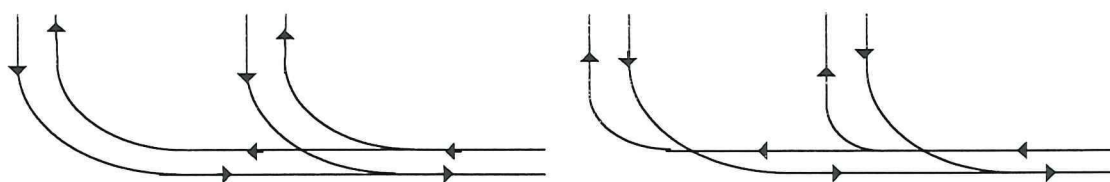
4. Verbinding twee circuits

Een verbinding tussen de twee circuits verbetert de mogelijkheden om in geval van calamiteiten de bevoorrading toch plaats te laten vinden. Het aantal mogelijkheden wordt hierdoor drie keer zo groot.



De afslagen moeten zo dicht mogelijk bij elkaar liggen, zodat er één bouwput gemaakt kan worden.

Figuur 9.8 **Detail afslag**



Wanneer de route normaal afgelegd wordt is er één kruising

Wanneer de route in de andere richting wordt afgelegd zijn er twee kruisingen

Figuur 9.9 **Aantal kruisende lijnen bij afleggen van tracé buisleiding**

5. Ligging afslagen

Gezien de tweede weg die mogelijk moet zijn in geval van storingen, zal de cirkel ook andersom afgelegd moeten kunnen worden. Daarom moeten er twee verbindingen meer gecreëerd worden. Zie figuur 9.8.

6. Tussenafstand afslagen

Doordat voor het maken van een afslag een iets grotere bouwput nodig is, is het verstandig om de afslagen te combineren, zodat er maar één grote bouwput gemaakt hoeft te worden. Zie figuur 9.8. Het betekent wel dat traject naar de GDV iets langer wordt, maar in verband met een beperkt hellingpercentage levert dit ook weer voordelen op, omdat er geen extra voorzieningen getroffen hoeven worden. De overige tracés hoeven niet langer te worden, zij worden alleen een beetje verlegd. De grote bouwput zal in het water gesitueerd worden. Omdat deze hoek in de haven geen functionele waarde heeft, levert dat geen problemen op. Deze punt in het water heeft wel een esthetische functie, dus het dak van de blijvende bouwput, mag na voltooiing niet zichtbaar zijn. Een bijkomend voordeel van alle afslagen in een bouwput, is de mogelijkheid tot onderhoud. Meestal is de afslag het punt waar de meeste storingen plaats vinden. Er hoeft nu dus maar één mogelijkheid gecreëerd te worden om af te dalen in de buisleiding.

Het tracé zoals dat nu bepaald is, bestaat uit twee circuits, in het eerste circuit moeten AGV's een afstand af leggen van 3800 meter, en bij afsnijding een afstand van 3100 meter. De AGV's moeten in het tweede circuit een afstand af leggen van ongeveer 3700 meter.

9.3.2 Bediening van de bedrijven

In bijlage VII wordt aangegeven door welke expedities en buisleidingen de bedrijven bevoorrad worden. De GDV wordt hierbij in verdiepingen getekend, en voor Laakhaven Midden wordt uitgegaan van alleen bedrijven op de begane grond. Deze figuur wordt in het tweedimensionale vlak getekend. Er zijn gebouwen van twee verdiepingen, maar die horen bij hetzelfde bedrijf, dus het intern transport moet daar zelf geregeld worden.

9.3.3 Capaciteit afslag en wissels

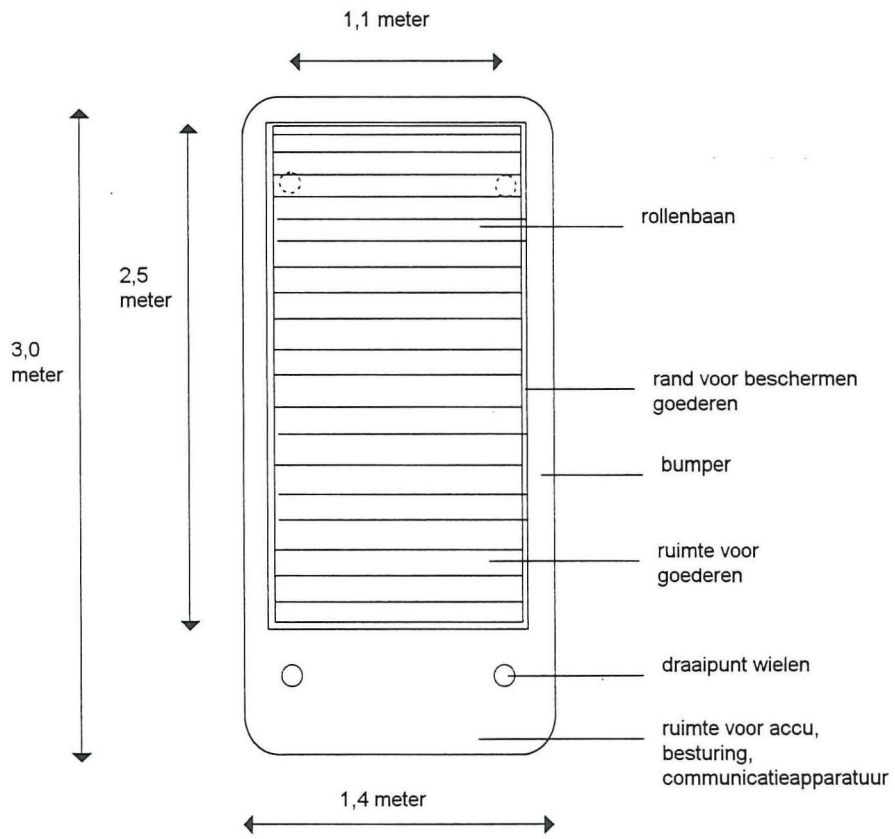
De wissel die gemaakt wordt, en waarbij tevens de omgekeerde route mogelijk wordt, ziet er in detail uit als in figuur 9.8. Deze wissel zal voor een belangrijk deel de capaciteit van het systeem bepalen. In de normale situatie rijden de AGV's via de route in figuur 9.9a. Er moet hierbij één oversteek gemaakt worden. Wanneer de route omgekeerd afgelegd wordt, betekent dat maximaal twee oversteken. Zie figuur 9.9b. In de capaciteitstoestand, is de volgtijd 8 seconden. Met een snelheid van 5 m/s betekent dit een bruto volgafstand⁵⁷ van 40 meter (netto: 37 meter). In dit tijd kan een AGV de kruising passeren. Het is wel mogelijk dat hij daarvoor af moet remmen, om niet tegen de kruisende AGV te botsen. Aangezien op de heenweg de stroom van AGV's nog homogeen is, en er nog geen verschil in snelheid aanwezig is, heeft deze stroom voorrang. Nadat de AGV de goederen heeft afgeleverd, is de stroom veel minder homogeen. De AGV's op de terugweg zullen dus voorrang moeten verlenen.

9.4 Conclusie

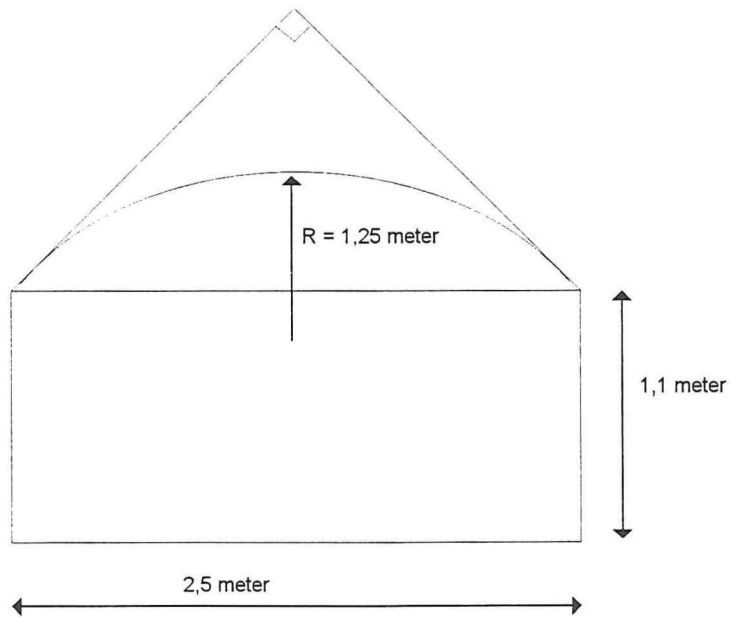
- Het tracé bestaat uit twee delen. Het eerste deel verzorgt de bevoorrading in de GDV en heeft een lengte van 3800 meter, het tweede deel verzorgt de bevoorrading in de rest van het gebied en heeft een lengte van 3700 meter. In het eerste deel is een afsnijding mogelijk voor de AGV's met bestemming winkelcentrum. De circuits zijn op het verste punt vanaf de splitsing met elkaar verbonden.

⁵⁷ de afstand tussen de voor- of achterkant van twee voertuigen, in dit geval AGV's

- Circuit 1 (voornamelijk GDV) heeft 16 expedities en deel 2 heeft 9 expedities (voornamelijk Laakhaven Midden)
- Het overslagcentrum ligt in Binckhorst, bij de Mercuriusweg. De overlast voor het verkeer is alleen op het kleine stukje ringweg aanwezig. Bewoners hebben alleen overlast op de toevoerwegen naar de Mercuriusweg.
- Het tracé van de buisleiding loopt in een rechte lijn vanaf het overslagcentrum naar Laakhaven, en zal in het water Laakhaven gelegd worden. De lengte van het traject is 900 meter
- De lokatie van de expedities is in Laakhaven Midden bepaald door de maximale afstand tot aan de bedrijven van 25 meter en in de GDV door de ligging van de liften in het ontwerp van de GDV.
- De laad-loshaven in de expeditie biedt plaats aan 3 AGV's, met een tussenruimte van 0,5 meter. De lengte van de laad-loshaven is $3 \times 3,5 + 3,5$ (voor het laden van de retourgoederen). De expeditie heeft dezelfde breedte.



Figuur 10.1 Bovenanzicht AGV



Figuur 10.2 Bepalen boogstraal

10. Technische aspecten van BLT

In dit hoofdstuk komen de technische aspecten van het ontwerp aan de orde, gebaseerd op het programma van eisen dat volgt uit het ruimtelijk ontwerp (§ 10.1). Er zal begonnen worden met de technische gegevens van de AGV (§ 10.2), zoals afmetingen, hellingpercentage etc. Vervolgens komen de technische gegevens van de buisleiding aan de orde met boogstralen, langspanprofiel en dwarsprofiel (§ 10.3).

10.1 Technische gegevens AGV

Zoals in paragraaf 6.2 vermeld worden de gegevens van de AGV afgeleid van de MV200. De juiste gegevens van de AGV die in Laakhaven gebruikt zal gaan worden, verschillen in sommige onderdelen, omdat de AGV aangepast is aan de situatie op Laakhaven. In tabel 10.1 staat aangegeven wat de juiste gegevens zijn. Hieronder zal voor de afwijkende onderdelen uitgelegd worden waarom ze afwijken.

kenmerken	AGV
snelheid	5 m/s
boogstraal (m)	1.25
lengte (m)	3.0
breedte (m)	1.4
wielbasis (m)	1.1
remvertraging, optrekversnelling	1 m/s ²
helling	1%
rijrichting	voor- en achteruit

Tabel 10.1 Technische specificaties AGV (hier gebruikt)

LENGTE

De goederen die in Laakhaven vervoerd worden, zijn zeer divers in afmetingen. Om zoveel mogelijk goederen te kunnen vervoeren wordt de lengte van het voertuig op 3 meter gesteld, waarbij de ruimte voor de goederen gelijk is aan 2,5 meter. Met deze lengte kunnen tapijttrollen, slaapkamerlijsten en lange planken niet vervoerd worden. De extra ruimte van 0,5 meter is nodig voor de accu, de gegevensopslag, de bumper aan de voor- en achterzijde. De wielbasis heeft een lengte van 2,5 meter, deze waarde is van belang voor het bepalen van de boogstraal

BREEDTE

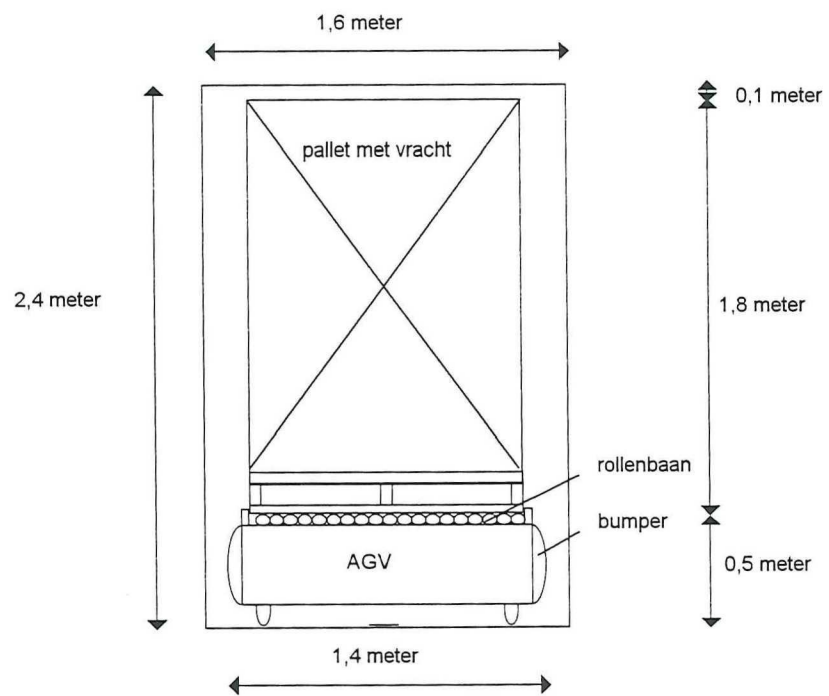
De breedte van de AGV is op 1,4 meter gesteld. Hiervan is 0,15 meter voor bumpers, waardoor er 1,25 meter overblijft voor goederen. Dat betekent dat er pallets in de breedte op kunnen. Zie figuur 10.1.

SNELHEID

De snelheid van de AGV's is hoger dan dat hier aangegeven staat. Er wordt namelijk vanuit gegaan dat de techniek verbeterd, waardoor de snelheid omhoog kan. De tabel is van voor 1994, dus in de tussentijd is verhoging van de snelheid al mogelijk. De maximale verbetering wordt gesteld op 10 m/s, de snelheid die aangenomen wordt voor Laakhaven is 5 m/s. Tevens kan de AGV achteruit rijden met dezelfde snelheid. Er is geen verschil in snelheid tussen een geladen en een ongeladen AGV.

BOOGSTRAAL

De boogstraal wordt bepaald door de wielbasis. De wielbasis met vier draaiende wielen blijft gelijk aan de wielbasis van de AGV MV200, dus de boogstraal ook. Deze minimale boogstraal van de as van de AGV wordt bepaald in figuur 10.2 en is gelijk aan 1.25 m.



Figuur 10.3 Profiel van vrije ruimte van AGV

De boogstraal is belangrijk voor het exacte tracé van de buisleiding. Door de oversteek van de AGV buiten de wielen zal er een bochtverbreding aanwezig moeten zijn, of het profiel van vrije ruimte moet in het hele traject aangepast worden. Dit geeft een (niet overal noodzakelijke) bredere buis. Doordat de wielen alle vier vrij kunnen bewegen zal de bochtverbreding minimaal zijn, en wordt hier buiten beschouwing gelaten.

PROFIEL VAN VRIJE RUIMTE

Het profiel van vrije ruimte moet voor een marge zorgen, zodat de AGV nergens tegenaan botst. Dit profiel hoeft door de geleiding van de AGV niet veel breder te zijn dan het voertuig. De hoogte van het profiel wordt bepaald door de laad-loshoogte, (0,5 m), de maximale hoogte van de goederen (1,8 m) en de vrije ruimte die voor vrachtwagens wordt aangehouden bij lage snelheid (0,1 m). Dit brengt de totale vrije hoogte op 2,4 meter. De breedte van het profiel is de breedte van het voertuig en aan beide zijde 0,1 meter (lage snelheden bij auto's). Dit zorgt voor een vrije breedte van 1,6 meter. Zie figuur 10.3.

REMVERTRAGING, OPTREKVERSNELLING

Het is voor de capaciteit noodzakelijk dat de maximale afstand 240 meter kan zijn, zodat er 55 AGV's per uur door de buisleiding kunnen rijden. Het is dus noodzakelijk dat de AGV's binnen deze tijd kunnen stoppen. De remvertraging is 1 m/s^2 . Een snelheid van 5 m/s betekent dat de AGV binnen 5 seconden stil kan staan, de afgelegde weg is dan 37,5 meter. Dit is dus ruimschoots voldoende.

De buis vanaf het overslagcentrum naar Laakhaven is een lang recht stuk, lengte 1200 meter. Wanneer er in dit gedeelte een AGV stuk gaat, houdt hij de bevoorrading in geheel Laakhaven op. Om de bevoorrading zo snel mogelijk te kunnen hervatten, wordt gebruik gemaakt van een andere, sterkere AGV, die het voertuig mee kan nemen. Hiertoe moeten alle AGV's die achter het kapotte voertuig zitten aan de kant, op de andere baan, om ruimte te maken voor deze duw AGV. De bevoorrading zal dus even stil komen te liggen. Dit duurt de tijd dat de duw AGV er over doet om van het overslagcentrum naar de plaats van stremming te gaan. Wanneer er een AGV stuk gaat in een van de twee circuits, zullen de AGV's achteruit moeten, om plaats te maken voor een duw AGV, die in het hele traject een aantal geparkeerd zijn. De AGV's hebben dus niet een extra sterke motor nodig, om andere AGV's vooruit te duwen.

HELLINGPERCENTAGE

De AGV heeft een maximaal hellingpercentage van 2%. Deze helling is van belang voor het gedeelte van het overslagcentrum naar het ondergronds tracé. Ook zal het vanaf de diepte weer omhoog moeten lopen naar niveau -1, waar de expedities liggen. Dit zorgt door de samenkomst van de afslag voor geen problemen, omdat het tracé langer is geworden. Het langprofiel met de hellingen en de lengte van de hellingen komt in paragraaf 10.2 aan bod.

AANDRIJVING

De aandrijving van de AGV vindt plaats met behulp van accu's.

GELEIDING

De geleiding vindt eenvoudig plaats met behulp van een magneetband, die simpelweg op de vloer geplakt wordt. Met behulp van een signaleringslabels, wordt aangegeven waar de AGV kan stoppen of van richting kan veranderen. Een chipkaart waar onder andere de route op aangegeven staat, stelt het voertuig in staat de weg naar de bestemming te vinden. In de buis is een geleidewiel aanwezig zodat de af te leggen weg vaster ligt, en de buisdiameter minimaal kan worden gemaakt.

ENERGIEGEBRUIK

De accu is erg zuinig, en hij kan steeds weer opgeladen worden. Het is in theorie mogelijk om een expeditie te voorzien van energie, zodat er geen bekabeling gelegd hoeft te worden. Echter, er is in de expeditie zoveel energie nodig, dat dit waarschijnlijk niet mogelijk is.

10.2 Technische gegevens buisleiding

LANGSPROFIEL

Vanaf het industrieterrein Binckhorst moet de AGV onder de grond verdwijnen en richting Laakhaven rijden. De buis zal hierbij door het water lopen, zodat de ligging niet diep hoeft te zijn. De helling van de AGV is klein, maar extra voorzieningen zorgen voor meer en frequenter onderhoud. Aangezien er toch met een open bouwput gewerkt wordt, maakt de lengte van de helling voor de aanleg niets uit. Alleen in gebruik neemt een korte helling minder ruimte in beslag. De keuze wordt gemaakt voor een helling zonder hulpmiddelen. De helling heeft een lengte van 260 meter, voor hij onder de grond verdwijnt. Zie figuur 1 in bijlage VIII. Er hoeft geen rekening te worden gehouden met top- en voetbogen, want die zijn nodig voor het zicht. Bij een AGV is het zicht de sensoren die bepalen waar de andere voertuigen zijn. Deze worden niet belemmerd door een grote topboog.

BUISDIAMETER

De buisdiameter zal in de circuits enkel zijn. De diameter wordt daarmee

$$1,6 * 2,4 \text{ meter} = 3,84 \text{ m}^2$$

In het gedeelte van het tracé tussen het overslagcentrum en Laakhaven zullen er twee AGV's moeten kunnen passeren. De gevolgen voor de doorsnede zijn dat deze twee keer zo groot is, namelijk $7,68 \text{ m}^2$ moet zijn. Zie figuur 2 in bijlage VIII.

BOOGSTRALEN

De boogstralen van de buisleiding zijn afhankelijk van de lengte van de AGV's. De minimale boogstraal van de AGV is 1,25 meter. Aangezien de AGV vier draaiende wielen heeft is een bochtverbreding niet noodzakelijk.

10.3 Conclusie

- De buisleiding moet een doorsnede hebben van $3,84 \text{ m}^2$, gebaseerd op het profiel van vrije ruimte.
- Minimale boogstraal is 1,25 meter.
- De lengte van de helling vanaf het overslagcentrum is 260 meter.

11. Buisleidingentransport in de toekomst

Het buisleidingentransport zoals dat nu ontworpen is, kan op diverse manieren in de toekomst functioneren. In dit hoofdstuk wordt een mogelijke oplossing genoemd voor de volgende vragen. Een vraag die bijvoorbeeld gesteld kan worden, is hoe het systeem in een 24-uurs economie kan functioneren (§ 11.1). Ook een eventuele verlenging naar de binnenstad van Den Haag betekent veranderingen aan de buisleiding en het overslagcentrum (§ 11.2). De toepassing in andere branches (§ 11.3), de verantwoordelijkheid in het vervoersysteem (§ 11.4) en overige manieren om in een nieuw te ontwikkelen gebied dit systeem aan te leggen (§ 11.5) komen aan bod. De veranderingen uit dit hoofdstuk zijn niet meegenomen in het ontwerp dat in dit rapport wordt voorgesteld.

11.1 24-uurs economie en buisleidingentransport

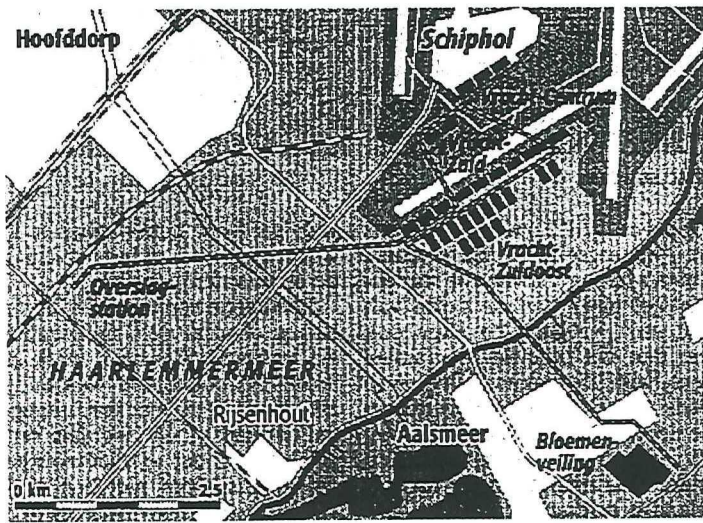
Een 24-uurs economie is steeds beter denkbaar, winkels zijn langer open, kroegen gaan later dicht, mensen gaan flexibel werken, de automatisering zet zich ook in het dagelijks leven door. Allerlei oorzaken waardoor, in spreekwoordelijke zin, de dag steeds langer wordt, en de nacht steeds korter. Wanneer de economie daadwerkelijk 24 uur per dag gaat draaien, zal de bevoorrading niet alleen 's ochtends plaats vinden, maar ook 's avonds en 's nachts.

In Laakhaven betekent dit dat de goederen op andere tijdstippen dan nu het geval is, bij het overslagcentrum aankomen. De bedrijven in de GDV willen hun goederen ook op andere tijdstippen dan nu ontvangen. Hiervoor is het noodzakelijk dit tijdsverschil op te vangen door extra opslagmogelijkheden, of door een verdergaand geautomatiseerd systeem. Door deze maatregelen worden er twee gevolgen beoogd.

De eerste maatregel, het creëren van extra opslagmogelijkheden, zorgt ervoor dat de aanvoer van goederen in het overslagcentrum altijd plaats kan vinden, omdat de opslag een buffer vormt. Deze buffer vangt de goederen op, en op het tijdstip dat de detaillist de goederen wil ontvangen, worden ze met de AGV naar de bestemming vervoerd. De extra opslagmogelijkheid kan ook in de expeditie zijn. De goederen worden vrijwel direct vanaf de vrachtwagen overgeslagen op de AGV, en in de expeditie is een lange rollenbaan aanwezig, die de buffer vormt. Wanneer de detaillist de goederen wil hebben, zal hij ze zelf in de lift moeten selecteren, omdat de rollenbaan dat niet kan (als één goed verplaatst, verplaatsen de goederen die op dezelfde rollenbaan liggen ook). Een andere mogelijkheid is om de goederen in de AGV in de expeditie te laten, er is dan geen opslagruimte nodig, maar er zullen wel extra AGV's aangeschaft moeten worden. Ook zal het aantal laad- en loshavens in de expeditie uitgebreid moeten worden, voor alle wachtende AGV's. Het lossen van de AGV kan dan plaats vinden door vanuit het overslagcentrum de aansturing te verzorgen.

De tweede maatregel, zorgt ervoor dat 's nachts de overslag automatisch kan plaats vinden. Er is dan weinig personeel nodig, de bevoorrading kan altijd plaats vinden, en de winkelier kan zijn spullen altijd ontvangen. Het systeem in de expeditie zal dan anders moeten gaan. Op de verdieping van bestemming aangekomen, zal het goed automatisch gelost moeten worden, de lift moet naar beneden om het nieuwe goed op te halen. Er zal dus in de gang bij de winkel ook een rollenbaan aanwezig moeten zijn, die lang genoeg is, om alle goederen die aankomen op te vangen. De buffer wordt in dit volledig geautomatiseerd systeem gevormd door de rollenbaan op de verdieping.

Bovenstaande maatregelen zijn alleen mogelijk als er bij de verladere en vervoerders en bij de detaillisten geen bezwaren bestaan tegen het automatisch vervoersysteem. De controle, die zij ook in het oorspronkelijke buisleidingensysteem al voor een groot deel kwijt zijn, kunnen zij nu helemaal niet meer uitvoeren. Dit kan op weerstand stuiten in verband met de verantwoordelijkheid die zij dragen.



Figuur 11.1 Bloementransport van bloemenveiling Aalsmeer en Schiphol

[Volkskrant]

11.2 Verbinding met binnenstad van Den Haag

Het is in de toekomst mogelijk dat het systeem uitgebreid gaat worden. Mogelijke uitbreidingsrichtingen zijn binnenstad van Den Haag, Rijswijk centrum en winkelcentrum "In de Boogaard", Scheveningen. Bij uitbreiding zal de intensiteit in de buisleiding toe nemen, evenals het aantal handelingen in het overslagcentrum. Deze toename zal door het systeem verwerkt moeten kunnen worden. Wanneer alleen de binnenstad van Den Haag bij de uitbreiding betrokken wordt, betekent dit het volgende.

Het aantal leveringen per week is 7000 in Den Haag binnenstad. Uitgangspunt is dat elke levering op één AGV past. Dit zijn voor de binnenstad van Den Haag 7000 ritten met AGV's. Deze moeten in totaal naar ongeveer 200 winkels, met een bruto vloeroppervlak van 144.000 m². De buisleiding zal dus, uitgaande van een aparte buisleiding, bij een gelijkmatige spreiding over de week (6 dagen) 1150 ritten met AGV's moeten verwerken. Een bedrijfstijd van 12 uur betekent elk uur ongeveer 100 ritten met AGV's. Dit is mogelijk in het buisleidingentransport. De maximale capaciteit, afhankelijk van de minimale volgafstand tussen twee AGV's van 37,5 meter en een verwaarloosbare reactietijd van de AGV, is 450 ritten met AGV's per uur. Uitbreiding naar nog meer lokaties is dus mogelijk.

In het overslagcentrum betekent dit in totaal 1650 ritten met AGV's per dag, en bij een bedrijfstijd van 12 uur 140 ritten met AGV's per uur. Dit betekent per AGV een halve minuut laadtijd. Wanneer de goederen bij de AGV staan is dit mogelijk, maar als de AGV ook naar de plaats moet gaan waar het goed is, kost het meer tijd. Er zullen dus tegelijkertijd meer AGV's geladen moeten worden. Vooral in verband met de labeling is dit van belang. Een groter overslagcentrum is noodzakelijk, evenals een goede logistieke indeling. Uitbreiding naar nog meer lokaties is mogelijk, maar het overslagcentrum zal steeds groter worden. De interne processen worden steeds ingewikkelder. Een extra overslagcentrum op een andere lokatie zou ook een mogelijkheid zijn.

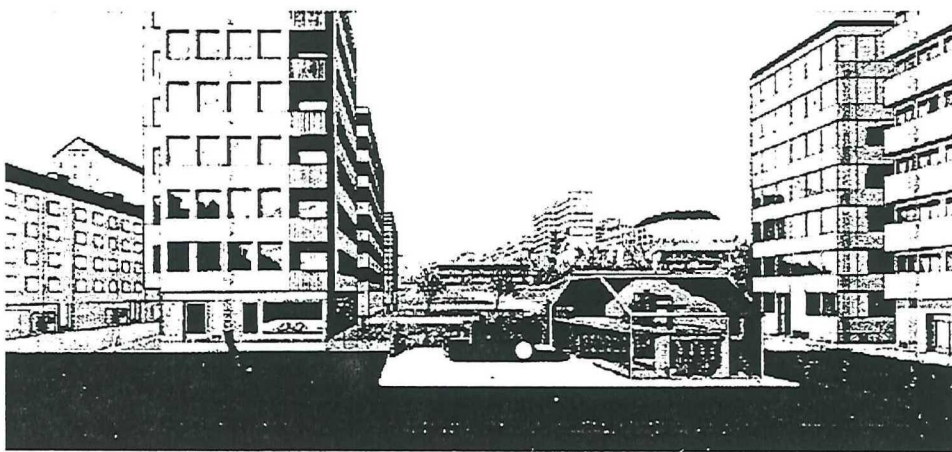
In de binnenstad zal de ondergrondse ruimte over hoop gehaald moeten worden, waardoor het geheel minder haalbaar lijkt. De buizen zullen geboord moeten worden, of zij moeten in de straten, dus de verkeersruimte in de binnenstad, aangelegd worden. Dit bezorgt de consument erg veel overlast. Een mogelijkheid zou kunnen zijn, om de afstand tot de expeditie groter te maken, zodat er minder buisleiding aangelegd hoeft te worden. Het natransport wordt wel ingewikkeld, dus het probleem gaat van de consument naar de detaillist. Ook zou een overslagcentrum op een andere lokatie een mogelijkheid zijn, waarbij de lokatie geschikter is voor het tracé van de buisleiding.

11.3 Toepassing in andere branches

Een vraag die gesteld zou kunnen worden, is in hoeverre het systeem geschikt is voor toepassing in andere branches dan detailhandel, bijvoorbeeld de industrie, de veiling, maar ook het goederenvervoer over lange afstand zou geschikt kunnen zijn voor de AGV in de buisleiding. De vraag is echter hoe het netwerk er uit zou moeten zien, en of er aanpassingen aan het ontwerp gedaan zouden moeten worden.

Toepassing in andere branches is mogelijk. De bloemenveiling in Aalsmeer heeft plannen om het vervoer tussen Schiphol en de veiling met een zelfde soort systeem te verzorgen,⁵⁸ om te voorkomen dat het wegvervoer van bloemen op de drukke snelwegen rondom Schiphol vertraging oploopt. Dagelijks doen 3000 vrachtwagens de bloemenveiling aan. Dit aantal is veel groter dan in Laakhaven het geval is. De lengte van het systeem zou 3 kilometer bedragen. Zie figuur 11.1. De ECT-Sealand terminal maakt gebruik van AGV's, zij het van grotere afmetingen. De noodzaak om ondergronds te gaan, is hier niet zozeer aanwezig, omdat er (nog geen) ruimte gebrek is. Ook afvaltransport per pijpleiding is mogelijk. DHV heeft door middel

⁵⁸ Europort kringen nr. 13, 34^e jaargang, 1995, blz. 20-23



Figuur 11.2 Verzameling van huishoudelijk afval met behulp van ondergronds buisleidingentransport [DHV]

van een dubbelfunctie van het riool een systeem ontwikkeld voor ondergronds vervoer van afval. Identificatie van de gebruiker voor de afrekening vindt plaats door middel van een pasje.⁵⁹ Zie figuur 11.2.

Op de lange afstand is over een aantal decennia ook ondergronds buisleidingentransport mogelijk. Bovengronds wordt het steeds drukker, en vanuit veel kanten zal de vraag naar ondergronds transport toenemen. Volgens de EVO is ondergronds buisleidingentransport in Nederland op de lange termijn mogelijk, als de integrale kosten verlaagd worden.⁶⁰ Dat is vooral voor verladers een van de belangrijkste redenen bij het kiezen van een vervoersysteem. Een ondergronds bestemmingsplan zal nodig zijn, door de steeds grotere drukte ondergronds. In Japan zijn momenteel de meest ver ontwikkelde plannen met een interstedelijke pendeldienst voor elektrisch aangedreven vrachtwagens.⁶¹ Het netwerk zal bestaan uit lange verbindingen voor de lange afstanden en korte verbindingen voor de kleinere afstand. Het meest ideaal is geen overslag. Dit resulteert in een ondergronds netwerk, dat zeer veel weg heeft van het huidige systeem met vrachtwagens. Een AGV is door zijn beperkte snelheid niet gunstig voor lange afstanden, een capsule wel. Overslag op lokaties, waar de lange en korte afstand verbindingen samenkomen is een mogelijkheid.

Een ondergronds netwerk voor de lange afstand lijkt in verband met de hoge kosten, voorlopig niet haalbaar. In gebieden waar snelheid belangrijk is, of de overlast groot is, en de afstanden beperkt zijn, lijkt een ondergronds buisleidingensysteem haalbaar.

11.4 Verantwoordelijkheid van vervoerder en detaillist

Er zal bij gebruik van het ondergronds buisleidingentransport goed vastgelegd moeten worden, hoe de aansprakelijkheid en de verantwoordelijkheid is geregeld tussen de vervoerder en de detaillist. Op het moment dat de vervoerder de lading aflevert bij het overslagcentrum, is hij het zicht erop kwijt. De detaillist heeft pas zicht op het goed, als het uit de lift komt. In de tussenliggende tijd, kan er van alles met het goed gebeuren. Normaal gesproken tekent de detaillist voor ontvangst op een formulier van de vervoerder. Nu zal de administratie van het overslagcentrum tekenen voor ontvangst, en eventuele opmerkingen aan de lading noteren. De detaillist krijgt het goed via de AGV, vergelijkt het met de door het overslagcentrum gegeven beschrijving en tekent voor ontvangst wanneer alles in orde is. Wanneer dat niet het geval is, de verpakking is open gemaakt, de goederen zijn stuk of vuil, of zij zijn "verdwenen", is er een probleem.

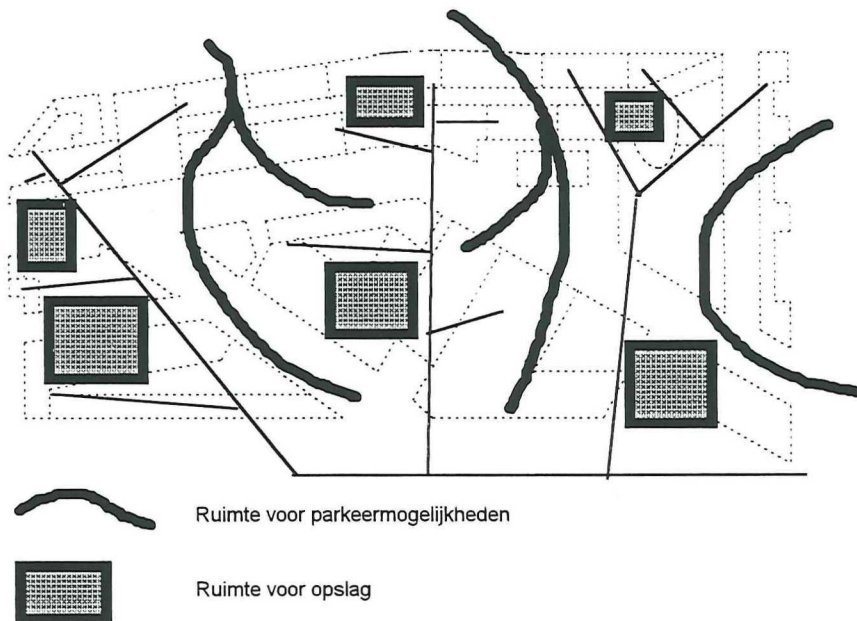
Een mogelijkheid is om het overslagcentrum voor de kosten te laten opdraaien, het overslagcentrum is dan een bedrijf, dat een gedeelte van het vervoer overneemt. Het overslagcentrum zal ook veel kosten maken, die in dat geval door de vervoerders en detaillisten betaald moeten worden. Een andere mogelijkheid is de kosten te delen tussen vervoerder en detaillist. Beiden zullen daar geen voorstander van zijn, omdat de vervoerder vindt dat hij de lading goed heeft afgeleverd, en de detaillist vindt dat hij er niets aan had kunnen doen om de kosten te kunnen voorkomen. Ook is het mogelijk om een van beiden verantwoordelijk te stellen; de vervoerder, omdat hij bij een normaal systeem ook het gebied in had moeten, of de detaillist, omdat hij zich in Laakhaven vestigt, en van het gebruik van het systeem op de hoogte is.

Er zal aandacht besteed moeten worden aan de verantwoordelijkheid in het vervoersysteem, met de mogelijkheden die het rechtssysteem biedt.

⁵⁹ De Adviseur, 1995

⁶⁰ Bedrijfsvervoer 6, april 1994, blz. 15

⁶¹ Binnenlands Bestuur 27-28, juli 1994, blz. 22-23



Wanneer een kelder in plaats van losse buisleidingen aangelegd wordt, zal het netwerk aangepast moeten worden, zodat auto's niet over de weg van de AGV's rijden, in verband met de veiligheid en de doorstroming van de AGV's. Het netwerk dat in deze figuur gegeven wordt, is een voorbeeld.

Figuur 11.3 Mogelijk netwerk in een kelder onder Laakhaven Centraal

11.5 Aanpassingen in het ontwerp

Wanneer er op een andere lokatie nog een ondergronds buisleidingentransport ontworpen wordt, zijn er een aantal veranderingen die voor verbeteringen kunnen zorgen.

De buisleidingen kan veranderen. De buisleiding die in Laakhaven gelegd wordt (dus niet de buis door het water Laakhaven), bestaat nu uit allemaal los aan te leggen buizen, met vier wanden. De afstand tussen de buizen is niet groot (ongeveer 200 meter), de buizen worden nu allemaal in open bouwput aangelegd. Wanneer de ruimte die volgens het plan nu met aarde gevuld blijft, ook uitgegraven wordt, en onder Laakhaven Centraal een grote kelder vormt, is de flexibiliteit met het netwerk veel groter. De routing kan simpel veranderd worden door de tape ergens anders te leggen, en de besturing aan te passen aan de hand van coördinaten aanpassingen. De overgebleven ruimte kan dienst doen als parkeerruimte, opslagruimte, magazijn, werkplaats etc. Het netwerk zal de mogelijkheid hiertoe moeten bieden, door het openstellen van bepaalde ruimte. Het netwerk zal er dus anders uit zien, zodat auto's de weg van de AGV's niet kruisen. Zie figuur 11.3. Deze optie is een goede mogelijkheid als in een nog te ontwikkelen gebied een soortgelijk gebouw komt.

Het is ook mogelijk om de automatisering voor het grootste deel achterwege te laten. Dit heeft als gevolg dat de personeelskosten hoger worden. Er zal in de expeditie iemand moeten zijn, om de goederen van de AGV's af te halen. De goederen zullen vervoerd moeten worden op rolplateaus om de handelingen in de expeditie eenvoudiger te maken. Deze plateaus moeten ook terug naar het overslagcentrum. Het aantal AGV's zal moeten toenemen, omdat het laden en lossen minder snel zal kunnen plaats vinden. In het overslagcentrum zal meer personeel nodig zijn, om meerdere handelingen tegelijk te kunnen uitvoeren: de vrachtwagen moet gelost worden, de goederen opgeslagen op de juiste plek, de AGV geladen en de administratie moet geregeld worden. De AGV rijdt de buisleiding in en zal vanaf daar bestuurd worden vanuit een soort controle centrum. Door de hoeveelheid AGV's die er in de buisleiding rijden, moeten ook hier meerdere mensen aanwezig zijn. Doordat alles handmatig plaats moet vinden, zullen de personeelskosten aanzienlijk stijgen. Een 24-uurs economie is zonder onmenselijke werktijden niet haalbaar.

11.6 Conclusie

- Voor een 24-uurs economie is het nodig dat er meer opslagmogelijkheden aanwezig zijn, die als buffer kan dienen. Ook is een volledig geautomatiseerd systeem tot in de winkel, of de magazijnruimte van de winkel een mogelijkheid.
- Uitbreiding is mogelijk, de maximale capaciteit van de buisleiding is 450 AGV's per uur, maar het overslagcentrum zal een goede logistieke indeling moeten hebben, en een uitbreiding van de opslagruimte is noodzakelijk.
- Het buisleidingentransport met AGV's kan ook toegepast worden in andere branches, zoals de bloemenveiling Aalsmeer en enkel afvaltransport.
- Voor de lange afstand is de AGV niet geschikt, door zijn beperkte snelheid.
- Een netwerk met lange en korte afstandsverbindingen en een overslag tussen die twee verbindingen is mogelijk, om een compleet netwerk te creëren.
- Er is nog veel onderzoek nodig naar de verantwoordelijkheid die in het vervoersysteem geldt; moet deze genomen worden door de vervoerder of door de detaillist.
- Het tracé van de buisleiding kan in Laakhaven ook als een kelder aangelegd worden, omdat het gebied nog ontwikkeld moet worden. Er komt op deze manier veel ruimte vrij, en de routing is veel flexibeler.
- Een volledig handmatig vervoersysteem geeft hoge personeelskosten, de handling apparatuur hoeft niet ingewikkeld te zijn. Voor de hulpvervoermiddelen, als rolplateaus, is wel retourmanagement noodzakelijk.

12. Conclusies en aanbevelingen

In de het begin van dit rapport staat de doelstelling met een aantal onderzoeksvragen. In dit hoofdstuk wordt gekeken of aan de doelstelling voldaan is en wordt een antwoord gegeven op de vragen. De doelstelling luidt:

Het ontwerpen van een goederenvervoersysteem, zodat de bevoorrading in Laakhaven Centraal gewaarborgd is en het gebruik van het systeem geen onoverkomelijke bezwaren oplevert bij de verladers en vervoerders.

Tevens worden er aanbevelingen gedaan, die gebaseerd zijn op dit rapport. De aanbevelingen zijn gericht aan gemeente en projectontwikkelaar van Laakhaven Centraal. Ook worden er aanbevelingen gedaan betreffende nader onderzoek.

12.1 Conclusies

GROOTSCHALIGE DETAILHANDELSVESTIGING

Een grootschalige detailhandelsvestiging (GDV) heeft door zijn grootte al snel de omvang van een middelgrote stad, en er zal dus veel vrachtverkeer gegenereerd worden. De GDV-lokatie in Den Haag Laakhaven voldoet niet in alle opzichten aan de eisen die de overheid stelt aan een GDV-lokatie.

HOOFDTRANSPORTSISTEEM

Buisleiding

Met behulp van een multicriteria analyse scoort ondergronds autonoom geleid buisleidingentransport in Laakhaven goed. Niet alleen op leefbaarheid en bereikbaarheid maar ook op betrouwbaarheid scoort het systeem hoog. De belangen van de actoren zijn hierbij in extremen gemeten. De vervoerder hoeft een minder lang traject af te leggen voor de bevoorrading van de bedrijven. De verlader heeft geen toezicht meer op de goederen, waardoor er onduidelijkheid bestaat over de verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid. Bij een goede juridische regeling is dit voor de verlader geen bezwaar. Voor bewoner, consument en detaillist bezorgt de buisleiding alleen overlast op de Mercuriusweg. In Laakhaven is de overlast door ladende en lossende vrachtwagens nagenoeg verdwenen.

AGV

Het vervoermiddel dat in deze situatie het beste toegepast kan worden is een AGV. Een AGV is betrouwbaar en flexibel en met beperkte snelheid geschikt voor vervoer over korte afstand (maximaal 10 kilometer), een niet continue stroom goederen en relaties. Voor een AGV zijn vier basisconfiguraties mogelijk: lineair, direct, vertakt, raster. In Laakhaven zijn twee configuraties toepasbaar: lineair en vertakt. De doorsnede van de buis wordt volledig bepaald door de AGV en is gelijk aan $3,84 \text{ m}^2$.

Overslagcentrum

Voor de overslag van goederen is Binckhorst, op het kruispunt Mercuriusweg en Binckhorstlaan, de meest geschikte lokatie. De buisleiding vanaf het overslagcentrum tot Laakhaven Centraal is kort (1600 meter) en de inpassing is goed. Door de breedte van het water Laakhaven en de beperkte scheepvaart die er doorheen vaart, kan de buisleiding hierin aangelegd worden. Nadeel is het relatief lange traject dat nog steeds afgelegd moet worden met vrachtwagens. Elke winkel en bedrijf kan op maximaal 25 meter afstand bevoorrad worden met een tracé van de buisleiding bestaande uit twee circuits, één voor de GDV en één voor Laakhaven Midden. Een circuit heeft zestien resp. negen expedities. Het tracé kan door middel van verbindingen tussen de twee circuits robuust gemaakt worden. De AGV rijdt het hele circuit en levert zijn

goederen af bij een expeditie. Vanaf de expeditie rijdt hij het circuit af terug naar het overslagcentrum.

CAPACITEIT

De AGV heeft een gemiddelde snelheid van 5 m/s en afmetingen zijn 3 x 1,4 meter. Voor goederen die vanwege de afmetingen niet met de AGV vervoerd kunnen worden, moet beperkt vervoer met vrachtwagens mogelijk. De bedrijven in Laakhaven Centraal hebben een maatgevend bevoorradingsvolume van 8000 m³ per week (6 dagen). Bij een gemiddelde vervoervolume van de AGV's van 2,25 m³, een Poisson verdeeld aankomstproces van de vrachtwagens in het overslagcentrum en een bedrijfstijd van 12 uur zijn 19 AGV's nodig die in 16 minuten en 20 seconden een volledig traject af kunnen leggen. In één uur kunnen maximaal 55 ritten met AGV's gereden worden. Het minimum aantal AGV's wordt bepaald door een bedrijfstijd van 22 uur en een gelijkmatige spreiding van de bevoorradingen over de dag. Het minimum is 10 AGV's. Het maximum aantal AGV's wordt bepaald door de systeemcapaciteit. Dit maximum is 150 AGV's. Uitbreiding van het systeem is mogelijk wat betreft capaciteit. De logistieke indeling van het overslagcentrum moet goed zijn, en uitbreiding van opslagruimte is noodzakelijk.

NATRANSPORT

Het natransport is noodzakelijk voor het vervoer van de AGV in de buis onder de grond naar de winkels en bedrijven op de daarboven gelegen verdiepingen. De AGV rijdt het hele circuit en levert zijn goederen af bij een expeditie. Vanaf de expeditie rijdt hij het circuit af terug naar het overslagcentrum. Het natransport begint in deze expeditie. Hier vindt automatische overslag plaats, dat lage personeelskosten betekent. Handmatige overslag geeft hoge personeelskosten, maar de handling-apparatuur kan eenvoudig blijven. Voor de hulpvervoermiddelen, die in dat geval ingezet moeten worden, is retourmanagement noodzakelijk. Van de rollenbaan moeten de goederen in een lift voor het verticaal transport. Op de juiste verdieping aangekomen moet er winkelpersoneel aan te pas komen, om het goed op een plateau uit de lift te halen, en een nieuw plateau in de lift te zetten. Een bericht van het overslagcentrum naar de detaillist zorgt ervoor dat het personeel op tijd is. Om achterop komende voertuigen geen vertraging te laten ondervinden moet er een laad-loshaven zijn, met plaats voor vier AGV's. De goederen die weer terug gaan naar het overslagcentrum worden hier geladen in de AGV. Bij uitbreiding naar een 24-uurs bedrijf is automatische overslag evenals een uitbreiding van de opslagruimte noodzakelijk. De tijd die het duurt om een goed te lossen van een AGV duurt 20 seconden. De wachttijd van een AGV is maximaal 1 minuut.

Een modulaire opbouw van de expeditie maakt een grote flexibiliteit mogelijk. De volgende onderdelen moeten aanwezig zijn: rollenbaan voor de heen- en terugweg, lift, werkplaats, opslagruimte, trap en een laad-loshaven. De afmetingen zijn afhankelijk van de wensen van de detaillisten en de grootte van de winkels.

GOEDEREN

Naar Laakhaven Centraal moeten alle soorten goederen vervoerd kunnen worden. Door de beperkte afmetingen van de AGV kunnen niet alle goederen met de AGV vervoerd worden. Er moet een beperkte mogelijkheid zijn om deze goederen met vrachtwagens te bezorgen. De goederen kunnen allemaal met een automatisch laad-lossysteem met rollenbanen overgeslagen worden. Er moeten gestandaardiseerde koel-vriesboxen zijn om bederfelijke goederen te vervoeren. Ook moeten er stootbanden in expeditie zijn voor de bescherming.

12.2 Aanbevelingen

AANBEVELINGEN VOOR GEMEENTE EN PROJECTONTWIKKELAAR VAN LAAKHAVEN

Wanneer overwogen wordt om een ander goederenvervoersysteem dan het traditionele vervoer met vrachtwagens te gebruiken voor de bevoorrading in Laakhaven, moet een buisleiding met een AGV als vervoermiddel gekozen worden.

De overslag zal plaats moeten vinden in een overslagcentrum in Binckhorst, bij het kruispunt Mercuriusweg - Binckhorstlaan. Vanaf dit overslagcentrum kan de buisleiding in het water Laakhaven gelegd worden. Indien gefaseerde invoering van het systeem gewenst is, moet de buisleiding uit twee circuits bestaan. Voor de robuustheid dienen verbindingen tussen de circuits aangelegd te worden.

De expedities mogen voor een eenvoudig natransport niet verder van de winkel liggen dan 25 meter. Automatische overslag in de expeditie moet met rollenbanen plaatsvinden, zodat geen retourvervoer nodig is van in overige gevallen te gebruiken hulpvoertuigen.

AANBEVELINGEN VOOR NADER ONDERZOEK

Onderzoek naar de vervoersstromen en de verkeersstromen naar en van een GDV

De capaciteitsberekening is gebaseerd op methoden voor bevoorradingberekeningen. De gebruikte cijfers hebben echter betrekking op een historische binnenstad. Ook zijn er ervaringscijfers van Alexandrium gebruikt, maar de betrouwbaarheid van deze cijfers is niet bekend. Aangezien er steeds meer van dit soort vestigingen komen is een onderzoek naar de bevoorradingscijfers nodig, zowel voor het bepalen van de omvang van de verkeersstromen als van de vervoersstromen. Voor het aanleggen van een ander vervoersysteem is voor het bepalen van de capaciteit het vervoervolume nodig.

Simuleren van bevoorrading met buisleidingentransport en AGV's

Voor het bepalen van het aantal AGV's is nu uitgegaan van een gemiddelde situatie. Het is echter mogelijk dat het laden en lossen in de expeditie, het wachten van de AGV's daar veel langer duurt, waardoor de reistijd veel langer is dan 20 minuten, wat gevolgen heeft voor het aantal aan te schaffen AGV's. Dit kan ook gevolgen hebben voor het natransport in de expeditie. Simulaties met faalkansen, in capaciteitstoestand, bij andere spitsuurverdelingen en simulatie in combinaties kunnen de betrouwbaarheid bepalen. Eventuele aanpassingen om de robuustheid te verbeteren zouden ook gesimuleerd moeten worden. In een situatie waarin uitbreiding naar Den Haag Centraal mogelijk is, moet dit ook gesimuleerd worden,

Vormgeving van overslagcentrum

Aan de vormgeving van overslagcentrum is in dit rapport geen aandacht geschonken. Er zijn bij uitbreiding van het systeem naar andere lokaties mogelijkheden om de verwerkingscapaciteit van het overslagcentrum te vergroten. Er kunnen simulaties uitgevoerd worden, en een uitgebreide proces- en functie-analyse van het overslagcentrum, kan een functionele, optimale logistieke indeling bepalen.

Juridische zaken

Er is in dit buisleidingensysteem een gedeelte is waar zowel de vervoerder als de detaillist niet bij is. Zij komen elkaar niet tegen en er is geen direct contact, om bijvoorbeeld leveringsformulieren te tekenen. Er is in dit onderzoek summier aandacht besteed aan de manieren om hier een voor beide partijen goede oplossing voor te bedenken. De juridische mogelijkheden daarvoor en de bereidwilligheid van vervoerder, detaillist en ook de eigenaar van het overslagcentrum moet echter onderzocht worden.

Literatuur

- AGV, 1992, **Stadsdistributie - Vanaf het begin methodisch op weg**, Nieuwegein
- AGV, 1995, **Handboek vrachtverkeer in gemeenten**, Nieuwegein
- AGV, 1995, **Verantwoordingsrapportage behorend bij Handboek vrachtverkeer in gemeenten**, Nieuwegein
- B & W Den Haag, 1997, **Voorstel aan raad tot verandering van brancheoppervlakten**, Den Haag
- Berg, J.R. van den, 1993, **Geautomatiseerde systemen voor stedelijk personenvervoer**, Delft (Technische Universiteit Delft)
- Bertrand, J.W.M., 1990, **Productiebeheersing en material management**, Leiden (Samson)
- Binsbergen, A.J., Schoemaker, Th.J.H., Goeverden, C.D. van, 1995, **Ondergrondse transportmogelijkheden doorgrond, een systematische verkenning**, i.o.v. Projectbureau Integrale Verkeers- en Vervoersstudies, Delft (TRAIL Onderzoeksschool)
- Binsbergen, A.J., Schoemaker, Th.J.H., **Morgen bezorgen, distributie in stedelijke gebieden van morgen**, i.o.v. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Delft (Technische Universiteit Delft)
- Borkens, E., 1997, **Een goederenvervoercorridor in stedelijk gebied**, Delft (Technische Universiteit Delft)
- Centrum Transport Technologie, 1997, **Ondergronds logistiek Systeem; Hoofdrapport deel 1: definitiestudie**, Rotterdam
- D&P, 1994, **GDV-lokaties in Haaglanden**, i.o.v. Kamers van Koophandel Delft en Den Haag, Den Haag
- DHV, 1982, **Goederenvervoer in binnensteden, een studie in vijf nederlandse steden**, i.o.v. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Amersfoort
- DHV, 1991, **Verkeersmilieukaart Den Haag**, Amersfoort
- Didde R., 1996, **Goederenvervoer per buizenpost**, in Delta, nr 12, 17-10-1996, Delft (Technische Universiteit Delft)
- Duijker, J.P. c.s., 1993, **Praktijkboek Magazijnen en distributiecentra**, Alphen a.d.Rijn (Kluwer Wetenschappen)
- Evert, H.C. van, 1995, **Het effect van GDV op de mobiliteit**, i.o.v. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Delft (Verkeersbureau Diepens en Okkema)
- EVO, 1980, **Magazijnwagens**, in Documentatie transporttechniek, nr. 22320, Den Haag
- EVO, 1980, **Interne transportmiddelen**, in Documentatie transporttechniek, nr. 20000, Den Haag
- EVO, 1980, **Wagens voor intern transport**, in Documentatie transporttechniek, nr. 22321, Den Haag
- Gemeente Den Haag, 1994, **Vestig u in Handelscentrum Laakhaven en Laakhaven Hollands Spoor**, brochures naar aanleiding van ontwikkeling Laakhaven, Den Haag
- Goor, A.R. van, 1990, **Goederenstroombesturing, voorraadbeheer en material handling**, Leiden, (Samson)
- Goor, A.R. van, 1992 en 1989, **Fysieke distributie, denken in toegevoegde waarde**, Leiden (Samson)
- Hammond, G., 1986, **AGVS at work**, IFS, Kempston
- Hollier, R.H., 1987, **Automated guided Vehicle Systems**, IFS, Kempston
- Jol, K., 1993, **Distributiesector zoekende naar oplossing voor binnenstad**, in Transport en Logistiek nr7, blz-18-21

- Koff, G.A., Boldrin, E., 1985, **Materials Handling Handbook**, Wiley, New York
- Konings, J.W., Hansen, I.A., 1996, **Onbemande vervoersystemen; een internationale verkenning**, i.o.v. projectbureau Combi-Road, Delft, (TRAIL onderzoekschool)
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995, **Stedelijke distributie**, Den Haag
- Pielage, B.J.A., 1997, **Eerste voorzet voor het vergelijk van transporttechnieken voor BLT**, Delft (TRAIL onderzoekschool)
- Ploos van Amstel, W.J., **Stedelijke distributie** (C4405-2), in Logistiek Handboek (Kluwer Wetenschappen)
- Riet, J. van, Korver, W., Heuvel, M. van den, 1995, **Vertragingen in het binnenlands distributievervoer**, i.o.v. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Delft (INRO-TNO)
- Rijke, B. de, 1992, **Blik in de binnenstad**, Utrecht (Geografisch Instituut Rijksuniversiteit Utrecht)
- Schelling, C., 1994, **Aan- en aflevering goederen "Woonmall", Rotterdam-Prins Alexanderpolder**, i.o.v. MAB bv Den Haag, Amersfoort (Twiinstra Gudde)
- Schins, A.L.J.E., 1985, **Het goederenvervoer in binnensteden nader onderzocht**, Delft (Technische Hogeschool Delft)
- Schoemaker, Th.J.E., Egeter, B., Binsbergen, A.J. van, 1993, **Indeling vervoersystemen in stedelijke gebieden**, Delft (Technische Universiteit Delft)
- Schwerdtfeger, W., 1976, **Städtischer Lieferverkehr**, Bremen
- SDC Rijnmond, 1996, **Brief aan leden Begeleidingscommissie SDC Rijnmond van 11 september 1996**, Rotterdam
- Stöcklin, 1995, brochure magazijnhandling, Leiden
- Strampp, J.M., 1996, **Kleincontainer, Stark im Kommen**, in Güterverkehr, nr 5/96, blz. 43-46
- Transport Echo, 1996, nr 8-9, **Realiteitszin gevraagd, nadenken over stedelijke mobiliteit en distributie**
- VanDerLande Industries, 1993, **Automatic packing, please**, brochure magazijnhandling, Veghel
- Venemans, M.J. (red.), 1994, **Goederenvervoer over korte afstand**, Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Samson, Alphen aan de Rijn
- Visser, H.M., Goor, A.R. van, 1994, **Werken met Logistiek**, Stenfert Kroese, Houten
- Visser, J.G.S.N., 1992, **Effectiviteit van het beleid inzake stedelijk goederenverkeer**, Delft
- Visser, J.G.S.N., 1993, **Bevoorrading van bedrijven in de binnenstad**, bijdrage aan CVS 1993, Delft (OTB)
- Visser, J.G.S.N., Loos, A.L., 1995, **Verkenning Ondergronds Transport, netwerken voor goederenvervoer**, i.o.v. PTT Research, Delft (TRAIL onderzoekschool)
- Witt en Jongen, 1996, **Tekeningenboekje Laakhaven**, Amsterdam

I Vergelijking tussen produceren en stedelijk goederenvervoer

In een fabriek worden op verschillende manieren goederen geproduceerd. In sommige bedrijven worden meerdere soorten productietechnieken gecombineerd, in andere wordt slechts één techniek gebruikt. De verschillende productie-afdelingen hebben een bepaald material management nodig. In vergelijking met het stedelijk goederenvervoer zijn er een aantal overeenkomsten te vinden. De “vervoersdiensten” stellen ieder hun eigen eisen aan een vervoersysteem.

ENKELSTUKS- EN KLEINSERIEFABRICAGE - KOERIERSDIENST

Lage herhalingsgraad van de vraag naar individuele producten leidt tot een niet gespecialiseerde capaciteit (job-shop, verkorten van de doorlooptijd). Dit komt gedeeltelijk overeen met een kleine zending, bestaande uit 1 doos van 1 soort artikel (koeriersdienst). Het is niet efficiënt om hier een apart goederenvervoersysteem voor aan te leggen, maar de kwaliteit zou er op vooruit kunnen gaan, doordat de betrouwbaarheid en snelheid optimaal is. Bij koeriersdienst als voorbeeld zal dat ook het geval zijn.

PROCESGEWIJZE FABRICAGE - KOELVRIES VERVOER

Specialisatie in de fabricage van een beperkte reeks producten met een hoge vraag per product of productfamilie. Er bestaat zekerheid over de toekomstige afzet, dus er is de mogelijkheid tot goedkoop produceren (productie op voorraad). Het vertoont gelijkenis met speciaal vervoer met speciale handling eisen. Het is mogelijk om dit vervoer plaats te laten vinden in een systeem samen met overige goederen, maar de vervoermiddelen moeten wel worden aangepast. Voor eventuele opslag zal voorraad aangehouden moeten worden.

GROOTSERIE- EN MASSA-ASSEMBLAGE - DAGELIJKSE GOEDEREN

Gespecialiseerd in het assembleren van een beperkt assortiment samengestelde producten, elk met een hoge vraag per product of productfamilie (Just In Time, flow-productie). Brood of melk dat elke dag bij de supermarkt bezorgd wordt vertoont enige gelijkenis. Omdat het vervoer vaak plaats vindt kan er een apart goederenvervoersysteem voor opgezet worden. Echter, de hoeveelheden zijn niet zo groot, dus vanwege de efficiëntie is de combinatie met overige goederen gunstig.

PROJECTSGEWIJZE ASSEMBLAGE - MEUBELVERVOER

Het produceren van eindproducten die ieder voor zich een lage herhalingsgraad hebben en complex van aard zijn qua materiaalbehoefte en/of benodigde capaciteit (project-assemblage of -engineering). De vergelijking met meubelvervoer komt in die zin overeen dat het stukgoederen zijn die grotendeels op bestelling gemaakt worden en dus ook op bestelling vervoerd worden. Een aantal meubelen wordt echter tentoongesteld, waardoor er dus wel vervoer nodig is naar een centraal punt.

SERIEGEWIJZE ASSEMBLAGE - LEVENSMIDDELENVERVOER

Fabricage van een beperkte verzameling vaste producten, die vervaardigd worden met een matig gespecialiseerde capaciteit, het assortiment is beperkt maar breed (job-shop, verkorten van de doorlooptijd). Levensmiddelen vervoer naar winkels of kantoorartikelen naar kantoren en bedrijven vertoont overeenkomsten. Er moeten veel goederen vervoerd worden met een grote diversiteit aan omvang en gewicht. Er zal dus een bepaalde mate van standaardisatie plaats moeten vinden, om deze verschillende goederen te kunnen vervoeren.

Bovenstaande “vervoerdiensten” komen allemaal in Laakhaven voor. Het blijkt dus wel, dat het buisleidingentransport met de AGV deze diensten allemaal zal moeten aanbieden. Het gaat dan niet zozeer om het uiterlijk van de goederen, zoals afmetingen en bederfelijkheid, maar meer om de vervoervraag die de goederen eisen.

II Bevoorradsingsstrategieën

Een bedrijf dat goederen verkoopt is genoodzaakt om goederen te bestellen bij de fabriek. Hij zal steeds nieuwe producten moeten hebben om de continuïteit van zijn bedrijf te waarborgen. Om zijn tekorten aan te vullen zal hij bevoorraden moeten worden door de leverancier. De voorraad die ontstaat dient als buffer tussen fluctuaties in vraag en aanbod. De tijdstippen waarop hij dit doet is afhankelijk van zijn strategie en van de voorwaarden van de leverancier, de vraag en het aanbod, zogenaamde externe omstandigheden. Eerst worden hier de externe omstandigheden beschreven. Vervolgens komen de mogelijke strategieën aan bod. Deze bijlage laat zien dat de frequentie en de omvang van bevoorrading niet berekend kan worden, zolang de strategie van het bedrijf niet bekend is. Het systeem in Laakhaven kan echter de pieken in zekere mate opvangen door de opslagmogelijkheden.

II.1 Externe omstandigheden

IDEALE SITUATIE

Vraag en aanbod sluiten precies op elkaar aan. Als de producten op zijn, wordt de winkel opnieuw bevoorraden. Er is nooit een tekort en de opslagfaciliteit kan precies berekend worden, afhankelijk van de hoeveelheid die de winkelier in voorraad wil hebben. Deze ideale situatie is ook, zoals te verwachten, het goedkoopst. Er wordt niet onnodig geld uitgegeven aan opslag, en de derving van interest is ook niet aan de orde.

FLUCTUATIES IN AANBOD

De fluctuatie kan zitten in verandering van tijdstip van bevoorrading of verandering van hoeveelheid producten. Te vroeg leveren geeft een te grote opslag, waar ook de benodigde faciliteiten voor nodig zijn. Te laat leveren kan een tekort aan producten geven, waardoor de winkelier "nee" moet verkopen tegen zijn klanten. Risico's kunnen verminderd worden door afspraken met de leverancier te maken, over de bevoorrading.

FLUCTUATIES IN VRAAG

Het is ook mogelijk dat het koopgedrag van consumenten niet klopt met wat er verwacht werd. Gevolg is ook nu dat er te veel goederen kunnen zijn, als de consumenten minder kopen, en als zij meer kopen, is het gewilde product niet meer voorradig.

VASTE PARTIJGROOTTE

Sommige leveranciers hebben vaste of minimale hoeveelheden die er besteld moeten worden. Het kan dus zijn, dat je maar heel weinig nodig hebt, maar toch veel moet inkopen. Op deze manier moet je voorraden langer aanhouden, dan strikt gezien noodzakelijk is.

STRATEGISCHE PARTIJVOORRAAD

Soms is het gunstig om extra producten in te kopen, en een grote voorraad op te bouwen, omdat de prijzen dan heel laag zijn. De kosten, verbonden aan de opslag, wegen dan op tegen de inkoopprijs in duurdere perioden.

II.2 Strategieën van winkelier

De winkelier kan in de uiterste gevallen twee mogelijkheden kiezen. Hij kan kiezen voor altijd voorradige producten, of voor het bevoorraden op het moment dat de voorraad op is. Deze twee uitersten worden hieronder besproken. Tevens komen nog twee mogelijkheden aan de orde, zoals op een vast tijdstip of een vaste hoeveelheid bestellen.

ALTIJD VOORRADIG

Wanneer de winkelier alle producten altijd aan zijn klanten wil kunnen verkopen, zal hij in het algemeen grote voorraden hebben. Een andere mogelijkheid is om heel vaak kleine beetjes te bestellen, maar dit is minder betrouwbaar. De levertijden moeten dan kort zijn, om de voorraad te garanderen. In een aantal gevallen zal dit resulteren in voorraden die niet meer verkocht worden, bijvoorbeeld bij bederfelijke producten en bij producten die sterk afhangen van de mode.

VOORRAAD OPMAKEN

Een winkelier die zijn voorraad opmaakt, wil er zeker van zijn, dat hij alle producten verkoopt, en niet met een restje achter blijft. Het kunnen ook dumpartikelen zijn, of iets dergelijks waar iedere keer een nieuwe lading van binnenkomt. Ook kledingzaken kunnen zo werken. Als een artikel op is, is het uitverkocht en moet je wachten op de volgende bevoorrading. De gemiddelde voorraadgrootte is de helft van de beginvoorraad. Deze manier is goedkoop en er zijn minder risico's aan verbonden, maar de klantgerichtheid is niet zo groot.

VASTE HOEVEELHEDEN BESTELLEN

Wanneer de vraag naar goederen redelijk constant is, is het zinvol om vaste hoeveelheden te bestellen. Het contact met de leverancier zal eenvoudig zijn, er zal met de bestelling minder vaak iets fout gaan door de constantheid, en de kosten voor de winkelier zijn ook constant, wat voordelig kan zijn in bijvoorbeeld een jaarplanning. De voorraadgrootte kan cumuleren, maar de bestelling is bij te stellen.

VASTE TIJDEN BESTELLEN

In sommige branches, die bijvoorbeeld sterk afhankelijk zijn van het seizoen, worden er op gezette tijden nieuwe producten besteld. Die producten hoeven niet altijd dezelfde te zijn, maar meestal behoren zij wel tot hetzelfde soort product. De winkelier weet zo gemakkelijk wanneer hij welke producten krijgt. De voorraad zal ook in dit geval op kunnen zijn. Als dit snel gebeurt kan altijd extra besteld worden.

III Methoden voor bepalen volume goederen

Er zijn diverse mogelijkheden om het aantal bevoorradingen per week per bedrijf uit te rekenen. Deze methoden zijn op nogal een aantal onderdelen verschillend. De verschillen zijn de plaats, het tijdstip, de methode, het jaar van onderzoek. Door deze verschillen zijn de uitkomsten voor het totaal aantal bevoorradingen ook steeds anders. Onderstaand zal uiteengezet worden hoe de diverse methoden werken en wat de uitkomsten zijn in het geval GDV in Laakhaven en voor de situatie in Alexandrium. Vervolgens is van elke methode vergeleken, in hoeverre de berekende waarde overeenkwamen met de empirische cijfers van Alexandrium. Deze manier is niet waterdicht, want afwijkingen en dergelijke worden niet meegenomen. Het dient alleen als indicatie voor de juiste methode

De methode van Visser is gebruikt in dit onderzoek, omdat deze de juiste kentallen had om de bevoorrading te berekenen in Laakhaven Midden. Volgens de methode van AGV is het goed mogelijk om de gegevens van Alexandrium te gebruiken in Laakhaven GDV.

III.1 Methoden voor berekening bevoorrading

III.1.1 Op basis van oppervlakte

KOSTER EN MARTENS (1991)

Ten behoeve van het ontwikkelen van mobiliteitsprofielen in Amsterdam is onder andere een onderzoek verricht naar de factoren die het goederenvervoer bepalen van bedrijven in de stedelijke regio. Zij hebben voor een aantal bedrijfstypen het aantal verplaatsingen per bedrijfsoppervlak en per werknemer per dag voor verschillende bedrijfstypen vergeleken. Ook is onderscheid gemaakt naar verplaatsingen per bestelbus en per vrachtauto. De bedrijfstypen komen niet overeen zoals de overige instanties die gebruiken. Parameter die hier gebruikt is, is de hoeveelheid vertrekkend vrachtverkeer per 10 m² per dag (KM).

SCHWERDTFEGER (1976)

Volgens de lineaire rekenmethode van Schwerdtfeger kan op basis van de branchecategorie en het bruto vloeroppervlak het aantal leveringen per dag per bedrijf berekend worden. De methode is als in 1979 ontwikkeld, en onderzoek is uitgevoerd in grote steden in Duitsland (Karlsruhe en Branschweig) bij 614 bedrijven uit de detailhandel. De volgende parameters worden gebruikt, waarbij de twee berekeningen niet vergeleken kunnen worden, omdat er branches samengenomen zijn en verder uitgesplitst.

De lineaire berekening ziet er als volgt uit;

$$b_0 + b_1 \times (\text{aantal } 100 \text{ m}^2 \text{ b.v.o.}) = \text{aantal bevoorradingen per bedrijf per branche; of}$$

b_0 = het minimaal aantal keer per dag dat een bedrijf bevoorraad moet worden een begindrempelwaarde die afhankelijk is van de branche.

b_1 = het aantal keer per dag dat een bedrijf per m² boven de drempelwaarde bevoorraad moet worden een verhoudingsgetal dat afhankelijk is van de branche

De vereenvoudigde formule is als volgt:

$$b \times (\text{aantal } 100 \text{ m}^2 \text{ b.v.o.}) = \text{aantal bevoorradingen per bedrijf per branche}$$

b = het aantal keer per dag dat een bedrijf per 100 m² bevoorraad moet worden, zonder de drempelwaarde mee te nemen

III.1.2 Methode op basis van aantal bedrijven

AGV (1995)

Door AGV is op basis van gegevens uit diverse steden een gemiddeld aantal bevoorradingen bepaald voor bepaalde branches. De gegevens uit de steden zijn door diverse bureaus geleverd, dus de eenduidigheid van het onderzoek is niet goed aan te geven. Het gemiddelde voor alle branches samen is 0,64 vrachtwagen per bedrijf per dag. Kental dat gebruik wordt is het gemiddeld aantal bevoorradingen per bedrijf per week per branche (AGV1). Een ander kental dat volgde uit dit onderzoek is het aantal bevoorradingen per bedrijf per dag, na een aantal branche samenvoegingen (AGV2).

DHV (1988)

Hierin is de bevoorrading in twee historische steden in Nederland bekeken (Leiden en Arnhem), waaruit blijkt dat er per stad een groot verschil aanwezig is. Het gebruikte kental is het gemiddeld aantal bevoorradingen per week per branche (DHV).

VISSER (1993)

Visser heeft een berekening gemaakt, waarbij het aantal leveringen per week per bedrijf per branche berekend wordt. Deze cijfers gelden voor bedrijven in een historische binnenstad (Leiden). De basis van deze cijfers wordt gevormd door enquêtes onder 481 bedrijven. Er zijn meerdere kentallen ontwikkeld, maar het hier gebruikte kental is het gemiddeld aantal bevoorradingen per bedrijf per week per branche (V), waarbij de branche indeling in de detailhandel nog uitgesplitst is vanwege de grote verschillen. Er is in dit onderzoek ook nog onderscheid gemaakt naar het vervoermiddel (bestelbus, vrachtwagen, trekker + oplegger, zelf ophalen).

branche	parameter	Schwerdtfeger (1976)			AGV (1995)		DHV (1988)	Visser (1993)
		b0	b1	b	AGV1	AGV2	DHV	V
		per 100 m ²			per week	per dag	per week	per week
voeding en genot		0	2.82	2.82	7.85	1.58	12.7	10.2
woninginrichting		2.2	0	1.24	4.65	0.93	6.1	10.1
balie/zakelijke		0	0.13	0.13	3.86	0.77	13.2	7.2
dienstverlening								
warenhuisassortiment		21.6	0.38	0.56	6.01	1.20	21.4	8.7
horeca		0	1.19	1.19	6.43	1.28	8.3	7.3
groot/tussenhandel		-	-	-	5.55	1.14	-	10.9
doe-het-zelf		-	-	-	-	-	-	6.1
nutsvoorziening		-	-	-	-	-	-	12.0
gemiddeld		-	-	-	-	0.64	8.5	7.9

0 er is geen drempelwaarde

- gegevens zijn niet bekend

b0 = drempelwaarde (minimum aant. bev. p. dag)

b1 = aantal bev. per dag per 100 m² b.v.o. boven de drempelwaarde

b = aantal bev. per dag per 100 m² b.v.o.

AGV1=aant. bevoorradingen per bedrijf per week

AGV2=aant. bevoorradingen per bedrijf per dag

DHV = aant. bevoorradingen per bedrijf per week

V = aantal bevoorradingen per bedrijf per week

Tabel III.1 Diverse kentallen voor de bevoorrading van winkels

	Koster en Martens (1991)
	KM
groothandel	0.10
verkoop	0.08
kantoor + balie	0.01
kantoor - balie	0.00 ⁶²
onderwijs	0.00
gemiddeld	0.06

KM = aantal bevoorradingen per dag per 10 m² b.v.o.

Tabel III.2 Kentallen van Koster en Martens voor de bevoorrading van winkels

⁶² 0.00 wil niet zeggen dat er helemaal niet bevoorrad wordt, maar in twee decimalen is dit niet uit te drukken per 10 m².

III.2 Berekening aantal bevoorradingen

Voor de berekening van het aantal bevoorradingen is gewerkt met een Excel sheet, zodat ook kleine veranderingen makkelijk doorberekend kunnen worden. Uit deze berekeningen blijkt het volgende.

De methode van Schwerdtfeger en de methode van Koster en Martens geven hele grote uitkomsten, waarschijnlijk door het grote oppervlak van de GDV, en het meten per vierkante meter in plaats van per winkel. Deze twee methoden vallen af, voor berekening van het aantal bevoorradingen in Laakhaven Midden.

Er is niet veel verschil in het aantal bevoorradingen bij de verschillende oppervlakte verdelingen in de GDV. Alle vier de methodes geven hetzelfde beeld te zien. Het maximaal verschil is 8,7% (DHV). Het verschil bij Visser en AGV is veel kleiner (2,3% resp. 3,7%). Zie tabel III.3.

	AGV1	AGV2	DHV	Koster en Martens	Schwerdtfeger1	Schwerdtfeger2	Visser
verdeling a	420	391	959	3280	5265	4460	742
verdeling b	430	398	943	3280	4995	4460	725
verdeling c	428	406	1050	3280	5848	4460	734
maximaal verschil	2.4%	3.7%	8.7%	n.v.t.	14.6%	n.v.t.	2.3%

verdeling a: grootste oppervlakte van winkel gaat naar grootste aanwezige branche
 verdeling b: aantal winkels is evenredig met het oppervlakte per branche
 verdeling c: willekeurige verdeling

Tabel III.3 Aantal bevoorradingen bij de oppervlakteverdelingen

De methoden van AGV, dan wel met de branches los bekeken (AGV1) dan wel met de samengenomen branches (AGV2) laten onderling niet veel verschillen zien. Wat betreft de bevoorrading in Alexandrium, komt deze berekening het meest overeen met het aantal bevoorradingen zoals die momenteel uit inventarisaties blijkt. Zie tabel III.4. Deze methode heeft echter geen goede kentallen om de bevoorrading voor Laakhaven Midden te berekenen, omdat kantoren, doe-het-zelfzaken en nutsvoorzieningen niet aan de orde komen. De berekening die hier voor Laakhaven Midden is gemaakt, gaat voornamelijk uit van gemiddelden. Zie tabel III.5. De methode van DHV laat te grote cijfers zien. Ook hier ontbreken juiste kentallen en is net als bij AGV1 en AGV2 gewerkt met gemiddelden om de berekening voor Laakhaven Midden te kunnen uitvoeren.

Alexandrium	AGV1	AGV2	DHV	Visser
inventarisatie	400	400	400	400
berekening	371	379	702	735

Tabel III.4 Aantal bevoorradingen per week in Alexandrium volgens berekening en volgens inventarisatie

Laakhaven	AGV1	AGV2	DHV	Visser
Laakhaven Midden ⁶³	228	232	417	416
GDV	428	406	1050	734
Totaal	656	638	1467	1150

Tabel III.5 Aantal bevoorradingen per week in Laakhaven Centraal volgens diverse methoden

De methode van Visser heeft een twee keer zo groot aantal bevoorradingen. De methode van Visser heeft echter wel kentallen die bruikbaar zijn om in Laakhaven Midden het aantal bevoorradingen te berekenen. Het risico hiervan is dus dat de waarde te hoog uitkomen.

⁶³ Voor Laakhaven Midden is de willekeurige oppervlakte verdeling gekozen

IV Kruisingstabel van vervoersystemen

continu	cont	cont			discont													
medium	buis	buis	water	weg	buis	kabel	rail	water			weg							
geleid	geleid	geleid										ongeleid	geleid	on geleid	geleid	ong.		
auto	ja	auto	niet auto	auto			niet auto	auto	niet auto			auto	niet auto		auto			
ligging	mv	onder	mv		onder			mv			onder							
autom.	intern	x	x	x	x	x	x	1	x	2	3	x	x	x	x	4		
	extern	5	6	7	8	9	10	x	11	12	x	x	13	x	x	14	x	
handm.	intern	x	x	x	x	x	x	x	15	16	17	18	19	x	20	21	x	22
	extern	23	24	25	x	26	27	x	28	29	x	30	31	32	33	x	x	
rotatieind.	accu	x	x	34	x	35	x	x	x	x	x	36	37	38	39	x	x	
	leiding	x	x	x	x	x	x	40	41	x	x	x	x	x	42	x	x	
lineaire ind.		x	x	x	x	43	x	44	x	x	x	x	x	45	x	46	x	
verbrand	brand stof	x	x	x	x	x	x	x	47	48	49	50	51	x	52	x	53	
	extern	54	55	56	x	x	57	x	x	58	x	59	60	61	62	x	x	

Tabel IV.1 Kruisingstabel van de kenmerken van een transportsysteem, onderverdeeld in infrastructuur en techniek.

De tabel moet van boven naar beneden gelezen worden. Alles wat vertikaal gezien in open verbinding met elkaar staat, vormt een combinatie. Elke combinatie heeft een apart cijfer. Voorbeeld: discontinu railsysteem, geleid en autonoom op maaiveld met een externe handmatige besturing, komt uit op nummer 25. In de tabel hieronder kan een voorbeeld gevonden worden voor zo'n transportsysteem.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. automatisch bestuurde metro | 32. magazijnvoertuig |
| 2. spoorboot | 33. speelgoed race wagens |
| 3. automatisch bestuurd voertuig | (34. transportband) |
| 4. ondergrondse vrachttunnel | (35. elektrische buizenpost) |
| 5. capsuletransport | (36. elektrische motorboot) |
| 6. zoutvervoer, slurry, stofzuiger | 37. geleide elektrische voertuigen |
| 7. transportband | 38. invalidewagentjes |
| 8. ondergrondse transportband | 39. elektrische voertuigen |
| 9. buizenpost | 40. people mover, freight mover |
| 10. kabelbaan | (41. tram) |
| 11. automatisch bestuurde tram | (42. trolleybus) |
| 12. automatische spoorboot | (43. magnetische buizenpost) |
| 13. combi road | 44. magnetische trein |
| 14. ondergrondse combi-road | (45. magazijnvoertuig) |
| 15. metro met bestuurder | 46. ondergronds magazijnvoertuig |
| 16. tram met bestuurder | 47. spoorvrachtwagen |
| 17. sneltram | (48. spoorboot) |
| 18. veerpont | (49. veerpont) |
| 19. vrachtboot | 50. motorboot |
| 20. trolleybus | 51. geleide vrachtwagen |
| 21. vrachtwagen | (52. vrachtwagen) |
| 22. ondergrondse snelweg | (53. waterleiding) |
| 23. waterleiding. | 54. sedimentatie |
| 24. drijfconvooi bomen | 55. waterput |
| 25. achtbaan | 56. waterval over weg |
| (26. buizenpost bij bank) | (57. kabelbaan) |
| (27. kabelbaan) | 58. Hoovercraft |
| 28. speelgoed treintjes. rangeerterrein | 59. zeilboot |
| 29. waterskibaan | 60. bobsleebaan |
| 30. speelgoed bootjes | (61. regenwater op weg) |
| 31. Efteling wagentjes | 62. bakfiets |

Tabel IV.2 Voorbeelden van de transportsystemen die gevonden worden in de kruisingstabel in tabel IV.1

Van de 144 combinatiemogelijkheden blijven er 62 over. Er kan nog een onderscheid gemaakt kan worden naar de organisatievorm. Echter, niet alle bovenstaande soorten komen in aanmerking voor de verschillende organisatievormen. Hieronder zal worden aangegeven welke vormen bij welk systeem passen, genoteerd met het nummer. Enige aantekening bij de toegankelijkheid van het systeem

Het is onduidelijk precies aan te geven welke soort systemen voor een open of een gesloten systeem in aanmerking komt. Van oudsher is het zo dat pijpleidingen gesloten zijn, maar voor een distributiesysteem in stedelijk gebied is het best mogelijk dat het systeem open zou kunnen zijn. Er moet bij de toegankelijkheid van een systeem wel onderscheid gemaakt worden naar toegankelijkheid van de dienst, van het voertuig of van de infrastructuur.

gezamenlijk		1	2	3	9	10	12	15	16	18	19	21	27
		35	36	37	41	42	44	47	48	49	52	57	58
volle lading		6	7	9	23	24	26	35	40	43			
direct		1	6	7	10	11	21	27	35	36	47		
collectie/distributie		3	9	15	16	20	21	23	26	35	37	40	41
		42	43										
geconsolideerd		1	2	9	11	12	18	24	36	40	44	48	49
		52	57	58									
open	dienst	2	9	15	16	18	20	21	24	35	36	37	40
		41	42	43	44	47	49	52	55				
	voertuig infra.	15	16	20	21	24	36	37	41	41	47	52	55
		29	32	36	52	55							
gesloten		1	2	3	6	7	9	11	12	23	26	27	54
		57											

Tabel IV.3 Mogelijkheden van bovengenummerde voorbeelden voor de organisatievorm

V Effectenbeschrijving voor de keuze van de infrastructuur van het vervoersysteem

	continu	discontinu
leefbaarheid	De continuïteit van een systeem heeft geen invloed op de leefbaarheid, omdat het wel of niet aanwezig zijn van het voertuig geen consequenties heeft. De soort voertuig en infrastructuur is bepalend voor de leefbaarheid.	
goederen	Zonder voertuig is het moeilijk om de goederen die in een stad vervoerd moeten worden, te vervoeren.	Een voertuig is praktisch om de verpakte goederen in de binnenstad te vervoeren.
bereikbaarheid	Een goede bereikbaarheid omdat er een continue stroom goederen is, die niet opgehouden kan worden door de voertuigen.	De voertuigen op zich veroorzaken de slechte bereikbaarheid meestal niet, het zijn meestal de bestuurders.
reikwijdte	Dit heeft geen invloed op de reikwijdte.	
inpasbaarheid	Dit heeft geen invloed op de inpasbaarheid.	
infrastructuur	De aanleg van infrastructuur is duur bij continue systemen, omdat extra voorzieningen getroffen moeten worden voor het transport van de goederen.	Voor discontinue systemen hoeven geen speciale aanpassingen gedaan te worden aan de infrastructuur. Er kan op de huidige infrastructuur gereden worden.
voertuig	Er worden geen voertuigen gebruikt, dus de aanschaffkosten van het voertuig zijn niet ongunstig.	Er moeten voertuigen aangeschaft worden.
exploitatie	Er is geen bemanning nodig, en de overslag en handling is goedkoop.	De exploitatie kosten zijn hoog omdat er onderhoud aan de voertuigen moet plaats vinden en er is op eniglei wijze besturing nodig.

Tabel V.1 Invloed van de continuïteit op de diverse aspecten

	geleid	ongeleid
geluid	Geen invloed op het geluid, want de geleiding produceert geen geluid.	
emissie	Geen invloed op de emissie, want de geleiding emisseert niet.	
hinder	Geen invloed op de hinder, want de geleiding hindert niet.	
veiligheid	Een geleid systeem is veiliger omdat een vooraf voorspelde weg afgelegd wordt en hier ook niet van af geweken wordt.	Een ongeleid systeem is onveiliger, want de beweging van het voertuig is niet voorspelbaar.
goederen	Het verschil tussen een ongeleid en een geleid systeem heeft geen invloed op de toepasbaarheid voor de te vervoeren goederen.	
bereikbaarheid	De bereikbaarheid verbetert niet bij een geleid systeem.	
reikwijdte	De reikwijdte is niet zo groot omdat de geleiding wel aanwezig moet zijn.	De reikwijdte is groot, omdat er geen eisen gesteld worden aan de infrastructuur.
inpasbaarheid	Een geleid systeem is in een stad inpasbaar, omdat de benodigde ruimte beperkt is en de ruimte in de stad schaars is.	In een stad is een ongeleid systeem goed inpasbaar, maar het ruimtebeslag is wel groter, en dat is nadelig.
infrastructuur	Een geleid systeem is duur om aan te leggen, omdat extra voorzieningen getroffen moeten worden.	Voor een ongeleid systeem hoeven geen extra voorzieningen aangelegd te worden.
voertuig	Ook het voertuig zal aangepast moeten worden op het geleide systeem, dus hoge aanschaffkosten.	Allerlei voertuigen kunnen ongeleid rijden, dus niet speciale voertuigen nodig.
exploitatie	De geleiding is niet van invloed op de exploitatiekosten.	

Tabel V.2 Invloed van de geleiding op de diverse aspecten

	autonoom	niet autonoom
geluid	Geen invloed op het geluid, want autonomie produceert geen geluid.	
emissie	Geen invloed op de emissie, want autonomie emisseert niet.	
hinder	Geen invloed op de hinder, want autonomie hindert niet.	
veiligheid	Een autonoom systeem is veel veiliger, omdat er geen contact is tussen anderen (langzamere) vervoerwijken.	Er vindt contact plaats met andere vervoerwijken, waardoor de kans op ongelukken veel groter wordt.
goederen	De mate van autonomie maakt de functionaliteit voor de goederen niet beter of slechter.	
bereikbaarheid	De bereikbaarheid van een autonoom systeem is goed, omdat er geen opstoppingen plaats vinden, die veroorzaakt zijn door andere veroverystemen.	Er is een slechte bereikbaarheid omdat het verkeer gehinderd wordt door overige vervoerwijken.
reikwijdte	De reikwijdte van een autonoom systeem is nu niet groot, omdat er speciale infrastructuur voor aangelegd moet worden.	De reikwijdte is groot, omdat er veel niet autonome infrastructuur al aanwezig is, met een fine maaswijdte.
inpasbaarheid	Autonome infrastructuur is niet goed inpasbaar in een stad, omdat er een groot ruimtebeslag is dat maar door een paar voertuigen gebruikt wordt.	De inpasbaarheid van niet autonome infrastructuur is gunstig, omdat er door veel verkeer gebruik van kan worden gemaakt.
infrastructuur	De aanleg kost veel geld, omdat het voor een beperkt aantal voertuigen is.	Er is al veel infrastructuur aanwezig, dus er hoeft niet veel te worden aangelegd. Wanneer dat wel gebeurt, kunnen de kosten verdeeld worden over veel vervoerwijken.
voertuig	De autonomie heeft geen invloed op de aanschafkosten van de voertuigen.	
exploitatie	Autonome infrastructuur is duur, omdat ongeveer evenveel onderhoud gedaan moet worden, maar voor veel minder voertuigen.	De exploitatie van niet autonome systemen is vooral afhankelijk van het soort voertuig dat gebruikt wordt.

Tabel V.3 De invloed van de autonomie op de diverse aspecten

	maaiveld	ondergronds
geluid	Op maaiveld is de geluidsoverlast groot.	Op maaiveld heeft men weinig geluidshinder van ondergrondse infrastructuur.
emissie	Op maaiveld heeft men direct last van de emissies.	Ondergronds kunnen de emissies geconcentreerd worden op een punt, waardoor maatregelen makkelijker zijn, en de overlast minder.
hinder	Op maaiveld levert infrastructuur en voertuigen altijd fysieke hinder op.	Ondergronds is van fysieke hinder geen sprake, behalve bij de in- en uitgang.
veiligheid	De veiligheid bovengronds is slecht.	De veiligheid ondergronds is zeker voor overige weggebruikers gunstig.
goederen	De geschiktheid voor de goederen is op maaiveld gunstig, omdat horizontaal transport voldoende is.	Er is altijd vertikaal transport nodig, waardoor de geschiktheid voor het goederentransport minder gunstig is.
bereikbaarheid	De bereikbaarheid op maaiveld is niet gunstig, omdat er verstoringen optreden door overig verkeer.	De ondergrondse bereikbaarheid is gunstig, (ook omdat het meestal autonoom is).
reikwijdte	Bovengrondse systemen hebben een groot bereik.	Ondergronds is de maaswijdte van de netwerken heel grof, dus de reikwijdte is klein.
inpasbaarheid	De inpassing van ondergrondse of bovengrondse infrastructuur is in stedelijk gebied niet veel anders. Er zijn voor beide zowel voor- als nadelen te noemen.	
infrastructuur	Bovengrondse aanleg van infrastructuur is minder duur.	Ondergrondse aanleg is duur, omdat er grondverzet, bemaling en extra voorzieningen moeten worden getroffen.
voertuig	De ligging van de infrastructuur heeft geen invloed op de kosten voor het voertuig.	
exploitatie	Op de exploitatie is de ligging niet zo zeer van invloed.	

Tabel V.4 De invloed van de ligging op de diverse aspecten

	rail	weg
geluid	Het contactgeluid bij een rail en bij een weg is groot	
emissie	Een medium heeft geen invloed op de emissie, omdat een medium geen stank of stoffen produceert, dat doet het voertuig.	
hinder	Een rail systeem levert in stedelijk meer hinder op, omdat op hetzelfde niveau meestal speciale kruismogelijkheden nodig zijn.	Een wegsysteem levert minder hinder op, omdat ook overige systemen hiervan gebruik kunnen maken (fiets, voetganger) en de oversteekmogelijkheden "onbeperkt" zijn.
veiligheid	De veiligheid is ongunstig omdat er grote snelheidsverschillen kunnen ontstaan bij medegebruik en oversteek van het medium.	
goederen	De media zijn niet ongeschikt voor goederenvervoer, maar ook niet extra gunstig.	Wegvervoer is gunstig voor het goederenvervoer omdat wegvoertuigen erg flexibel zijn, en een groot indringingsvermogen.
bereikbaarheid	De bereikbaarheid van deze media is gunstig, omdat de infrastructuur nog niet overvol is.	De bereikbaarheid van wegsystemen is heel ongunstig omdat de wegeninfrastructuur al overvol is en er veel congestie is.
reikwijdte	De reikwijdte is voor deze media ongunstig, omdat de maaswijdte erg grof is en niet alle plaatsen aangedaan kunnen worden en altijd voor- of natransport nodig is.	De reikwijdte is erg gunstig omdat er overal wegen liggen.
inpasbaarheid	De inpasbaarheid van rail in een stad is niet gunstig, omdat het ruimtebeslag groot is en ook de oversteek niet gemakkelijk is.	Wegvervoer hoeft eigenlijk niet meer ingepast te worden want er zijn al veel wegen in binnensteden. Voor nieuwe wegen zijn minder grote voorzieningen nodig voor oversteek en inpassing.
infrastructuur	De kosten voor aanleg van railsystemen in een binnenstad zijn hoog.	Een wegsysteem is goedkoper in aanleg, omdat er al veel weginfrastructuur aanwezig is.
voertuig	De media hebben geen invloed op de aanschafkosten van de voertuigen.	
exploitatie	De exploitatie van de systemen heeft niet zozeer betrekking op het medium dat gebruikt wordt en het zit grotendeels al in de aanleg infrastructuur verdisconteerd.	

	buis	water	kabel
geluid	Een buis is afgesloten dus weinig geluidhinder	Het medium water produceert geen lawaai.	Een kabel op zich brengt geen geluid voort.
emissie	Een medium heeft geen invloed op de emissie, omdat een medium geen stank of stoffen produceert, dat doet het voertuig.		
hinder	Een buis veroorzaakt weinig hinder, hij ligt ook meestal onder de grond.	Water veroorzaakt hinder, omdat bij kruising altijd bruggen nodig zijn.	Een kabel hangt in de lucht en levert nauwelijks hinder op.
veiligheid	Een buis is veilig, omdat het contact in de buis met andere systemen niet aanwezig is.	Water is relatief veilig, want de snelheden zijn laag en er is nauwelijks contact met andere vervoerssystemen.	Een kabel is ook veilig om dezelfde reden als bij de buis. Er kunnen echter wel dingen naar beneden vallen.
goederen	De media zijn niet ongeschikt voor goederenvervoer, maar ook niet extra gunstig.		
bereikbaarheid	De bereikbaarheid van deze media is gunstig, omdat de infrastructuur nog niet overvol is.		
reikwijdte	De reikwijdte is voor deze media ongunstig, omdat de maaswijdte erg grof is en niet alle plaatsen aangedaan kunnen worden en altijd voor- of natransport nodig is.		
inpasbaarheid	Een buizen systeem is in een stad goed inpasbaar, omdat het ondergronds gaat, en daar weinig ruimte in beslag neemt.	Water en kabel als medium is niet goed inpasbaar in de stad, vanwege de weinige afzetpunten en extra voorzieningen die daarvoor nodig zijn.	
infrastructuur	De kosten van infrastructuur is zowel bij de buizen als bij het water ongunstig, omdat er nog veel aangelegd moet worden.		Een kabel is qua kosten voor infrastructuur niet ongunstig, omdat er weinig materialen benodigd zijn.
voertuig	De media hebben geen invloed op de aanschafkosten van de voertuigen.		
exploitatie	De exploitatie van de systemen heeft niet zozeer betrekking op het medium dat gebruikt wordt en het zit grotendeels al in de aanleg infrastructuur verdisconteerd.		

Tabel V.5 De invloed van het medium op de diverse aspecten

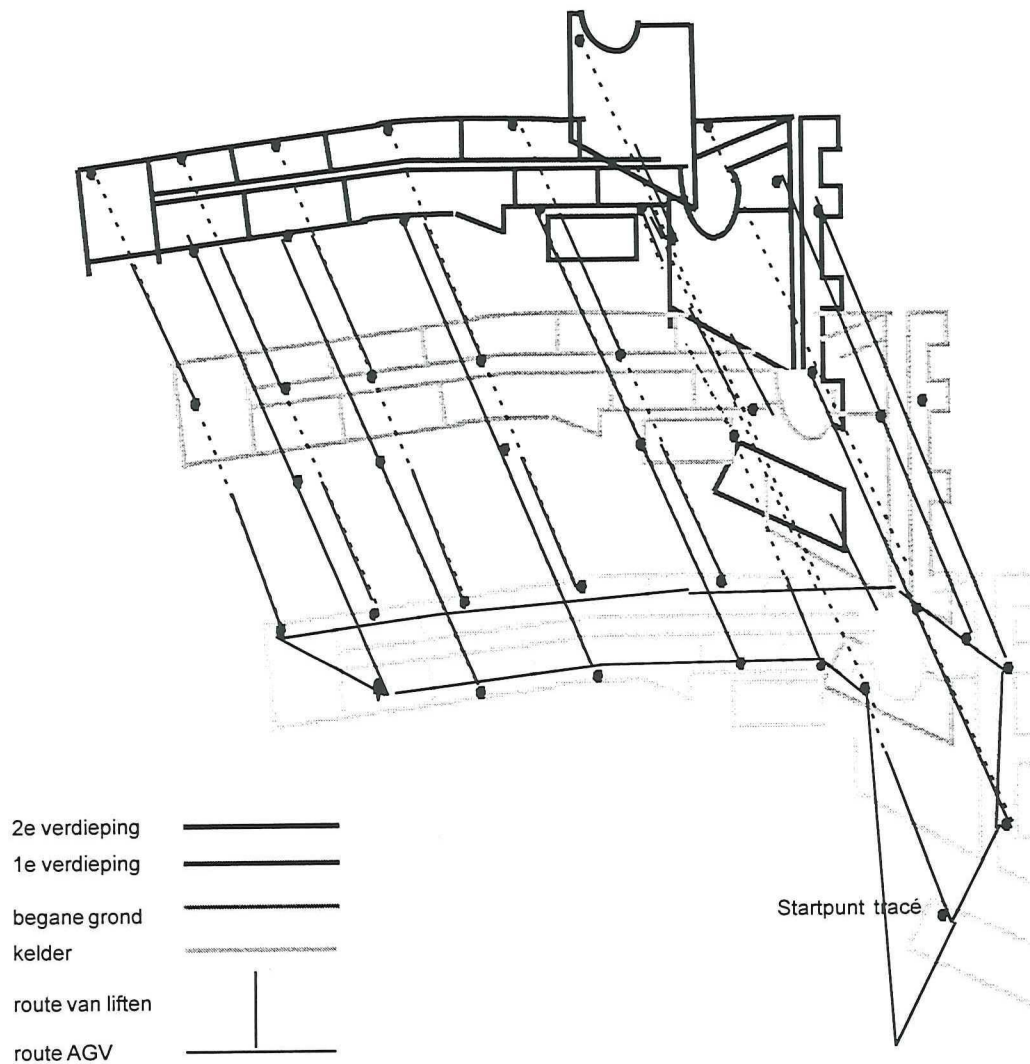
VI Effectentabel van kenmerken

De effectentabel ziet er als volgt uit. Aan elke kolom kan een bepaalde waarde toegekend worden zoals vermeld in tabel 6.2. in hoofdstuk 6.

criteria		leefbaarheid				functioneel			fysiek financieel			
subcriteria		geluid	emissie	veiligheid	gebruikers	goederen	bereik	reikwijdte	in stad	infra	voertuig	exploitatie
waardering actoren		0	0	0	0	0,5	0,5	0	1	1	1	1
continu	continu	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	1
	discontinu	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-1	-1
medium	buis	1	0	1	1	0	1	-1	1	-1	0	0
	water	1	0	1	-1	0	1	-1	-1	-1	0	0
	kabel	1	0	1	1	0	1	-1	-1	0	0	0
	rail	-1	0	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	0	0
	weg	-1	0	-1	0	1	-1	1	1	1	0	0
geleiding	geleid	0	0	1	0	0	0	-1	1	-1	-1	0
	ongeleid	0	0	-1	0	0	0	1	0	0	0	0
autonoom	ja	0	0	1	0	0	1	0	-1	-1	0	-1
	nee	0	0	-1	0	0	-1	1	1	1	0	0
ligging	maaiveld	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	0	0
	ondergronds	1	1	1	1	0	1	-1	1	-1	0	0
besturing	automatisch	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	1
	handmatig	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-1
aandrijving	rotatie	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
	lineair	1	1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	0
	verbranding	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
aanbod	extern	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	gezamenlijk	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
aanbod	alleen	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	alleen	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
structuur	direct	-1	-1	0	0	-1	1	-1	1	0	1	1
	distributie	1	1	0	0	1	1	0	1	0	-1	-1
	collectie	1	1	0	0	1	1	0	1	0	-1	-1
	geconsolideerd	1	1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1
toegankelijkheid	open	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	1
	gesloten	0	0	0	0	0	1	-1	-1	0	0	-1

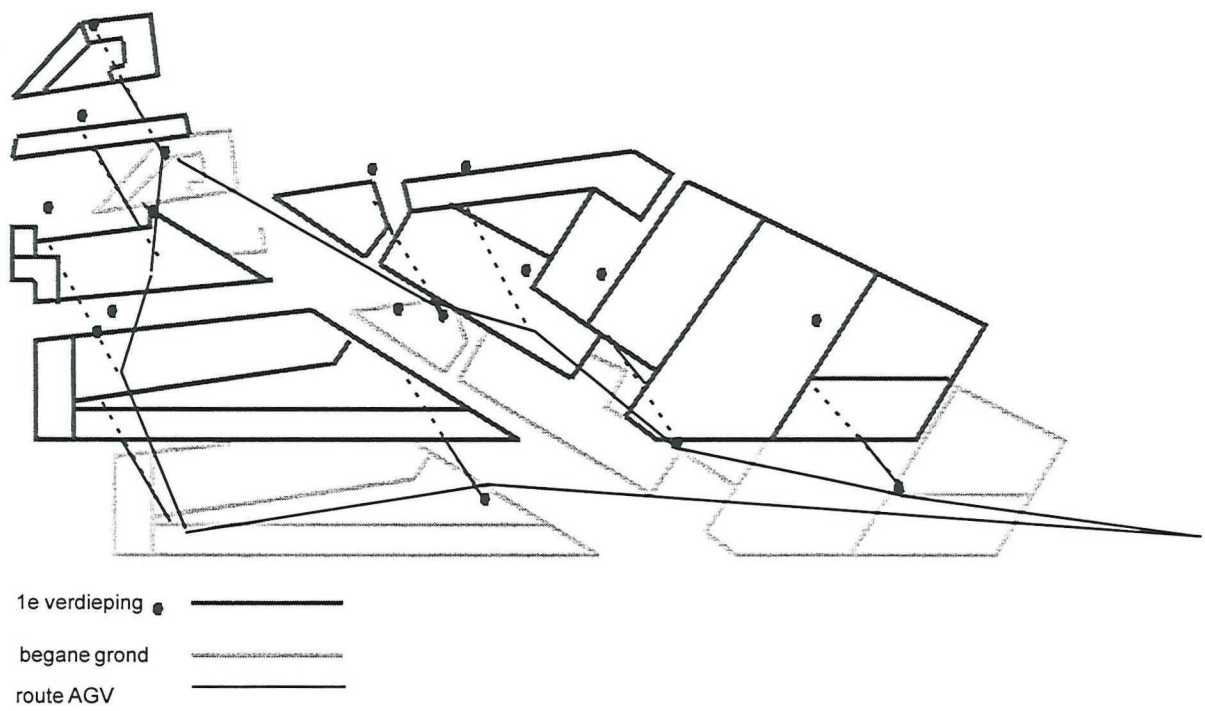
Tabel VI.1 Beoordeling van de aspecten en kenmerken afzonderlijk

VII Bediening van bedrijven in GDV en LHM



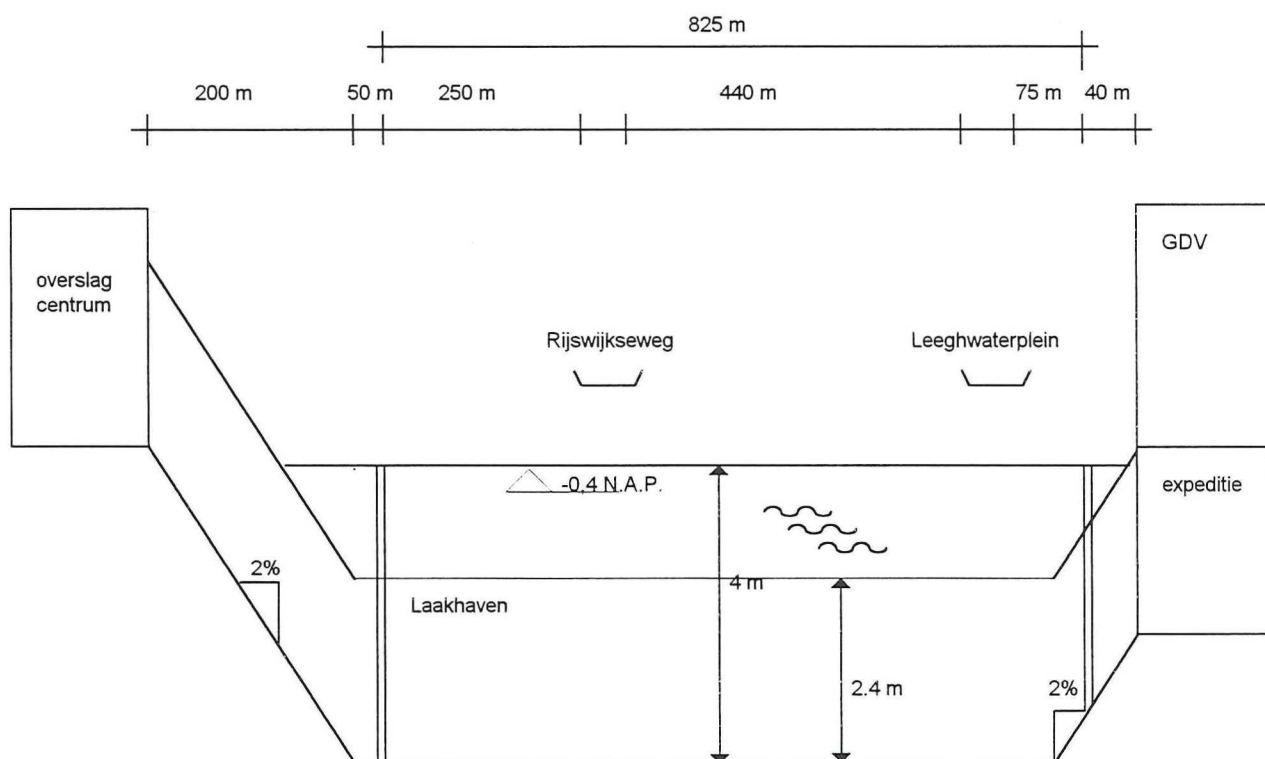
Op de tweede verdieping ligt alleen de supermarkt, het principe is hetzelfde

Figuur VII.1 3D-netwerk, met de bediening van de bedrijven in de GDV



Figuur VII.2 3D-netwerk, met de bediening van de bedrijven in Laakhaven Midden

VIII Langsprofiel buisleiding



De buisleiding daalt vanaf het overslagcentrum met een helling van 2% richting Laakhaven. De helling is 200 meter lang, en loopt onder de Poolsterstraat door. De buis komt op 4 meter diepte, de diepte van Laakhaven, te liggen. Hij loopt door Laakhaven, passeert de Rijswijkseweg gaat na 720 meter met 2% helling stijgen en passert vervolgens het Leegwaterplein. Hierna vindt de vertakking plaats. De onderkant van de expeditie komt op een diepte van 2 meter ten opzichte van het wateroppervlak

Figuur VIII.1 Langsprofiel buisleiding