

# De Containerterminal van de Toekomst

Literatuurstudie



Begeleiders:

Prof. ir. H. Ligteringen

ir. W.F. Molenaar

Prof. ir. J.C. Rijsenbrij

ir. B.A. Pielage

ir. A.M. van de Hulsbeek

ir. M. van Schuylenburg

TU Delft, CiTG

TU Delft, CiTG

TU Delft, OCP

TU Delft, OCP

Havenbedrijf Rotterdam

Havenbedrijf Rotterdam

Afstudeerders:

J. van Klinken (OCP)

C.H. Paus (CiTG)

Delft, maart 2004

## Voorwoord

In het curriculum van zowel Civiele Techniek als Werktuigbouwkunde is een zes maanden durend afstudeerproject opgenomen. Dit literatuuronderzoek maakt onderdeel uit van het gemeenschappelijke afstudeerproject “De Containerterminal van de Toekomst”, dat voortgekomen is uit een samenwerkingsverband tussen de TU Delft en het Havenbedrijf Rotterdam N.V. Het afstudeerproject heeft een multidisciplinair karakter waarbij ondergetekenden, vanuit de disciplines Transporttechniek en Havens en Scheepvaartwegen gezamenlijk gestart zijn met een literatuuronderzoek naar “De Containerterminal van de Toekomst”. De resultaten van dit onderzoek worden in dit rapport gepresenteerd.

Na dit gezamenlijke rapport zal nog een tweetal individuele rapporten volgen die een nadere uitwerking bevatten van het afstudeerproject “De Containerterminal van de Toekomst”.

Het onderzoek is uitgevoerd bij het Havenbedrijf Rotterdam. Wij zijn onze begeleiders en vele anderen zeer erkentelijk voor hun waardevolle adviezen.

Tot slot willen wij lezers met weinig achtergrondkennis over containertransport attenderen op de aanwezigheid van een begrippen- en afkortingenlijst achterin het rapport.

Delft, maart 2004

J. van Klinken,  
Werktuigbouwkunde,  
sectie Transporttechniek

C.H. Paus,  
Civiele Techniek,  
sectie Havens en Scheepvaartwegen

## Samenvatting

De toenemende globalisering en groeiende wereldeconomie veroorzaken een explosieve groei in het containertransport. Om de transportkosten te minimaliseren worden er steeds grotere containerschepen in de vaart genomen. De verwachting is dat met de groeiende containerstromen en de groei van containerschepen tot 12.500 TEU de huidige terminalconcepten in 2020 niet meer voldoen aan de eis om schepen binnen 24 uur af te handelen.

Doel van het afstudeerproject is het ontwikkelen van concepten voor de Rotterdamse containerterminal van 2020, gevestigd op de tweede Maasvlakte, die voor een goede afwikkeling zorgt van de containerstromen op zowel de terminal zelf als naar het achterland toe.

Dit leidt tot de volgende probleemstelling: vanwege de toenemende scheepsgroottes, de daardoor groter wordende call-sizes en de scherpere eisen van rederijen en verladers aan de overslagsnelheid zullen de huidige terminalconcepten in 2020 niet meer voldoen voor wat betreft de overslagsnelheid, de productiviteit van het interne transport, de stackproductiviteit de bereikbaarheid vanuit het achterland en de afhandeling van het wegtransport.

Een belangrijke ontwikkeling zijn de toenemende veiligheidsmaatregelen met betrekking tot terreurdreiging. Door deze veiligheidsmaatregelen komt er een steeds betere informatievoorziening op gang. De verwachting is dat binnen afzienbare tijd van elke container de voor partijen van belang zijnde gegevens worden uitgewisseld. Met deze toenemende informatievoorziening kan de containerafhandeling efficiënter worden georganiseerd

Om een beeld te krijgen van de mogelijkheden voor de containerterminal van de toekomst is onderzoek gedaan naar de vele innovaties die de afgelopen decennia zijn gedaan. De meeste richtten zich daarbij op het vergroten van de kraanproductie, de ruimteproductiviteit of verbetering van de interne transportmiddelen.

Slechts een klein aantal innovaties wordt momenteel toegepast. In de toekomst zullen veranderingen in de markt en een groeiende containeroverslag voor situaties zorgen waarbij de toepassing van bepaalde innovaties alsnog interessant gaat worden. Onderstaande innovaties kunnen interessant zijn voor de toekomst:

- Insteekhaven;
- Kraan met verhoogde productiviteit;
- Twin- en/ of tandem lifting;
- Toepassing van een bufferplatform;
- Geautomatiseerde hijsvoertuigen;
- Bovenloopkranen.

Tijdens een brainstormsessie die gehouden is om ideeën te genereren voor de containerterminal van de toekomst zijn een tweetal interessante concepten naar voren gekomen, te weten de drijvende kade en de drijvende kraan. Het sterke punt van deze twee concepten is een grotere flexibiliteit door het verplaatsen van kranen. De twee belangrijkste verschillen tussen bovenstaande concepten zijn dat bij de drijvende kade meerdere kranen toegepast worden en er een verbinding is met de kade waarover containers getransporteerd kunnen worden. Bij de drijvende kraan daarentegen wordt slecht één kraan toegepast en moeten containers direct overgeslagen worden op een binnenvaartschip.

Deze twee concepten zijn vergeleken met twee reeds bestaande terminalconcepten: het terminalconcept waarbij de afhandeling van containerschepen plaatsvindt met behulp van een kraan met verhoogde productiviteit en het terminalconcept dat gebruik maakt van een geïntegreerde binnenvaartkade.

Bij de beoordeling van de verschillende concepten is de weging van de criteria flexibiliteit, kadeproductiviteit en de mogelijkheid tot directe overslag het zwaarst. Betrouwbaarheid, inzetbaarheid en het kostenaspect zijn van ondergeschikt belang.

Na het uitvoeren van een kwalitatieve beoordeling kwamen de drijvende kade en de drijvende kraan als beste concepten naar voren. Beide concepten zijn in separate rapporten nader uitgewerkt.

**INHOUDSOPGAVE**

<b>VOORWOORD.....</b>	<b>II</b>
<b>SAMENVATTING.....</b>	<b>III</b>
<b>1 INLEIDING.....</b>	<b>1</b>
<b>2 HUIDIGE SITUATIE VAN DE CONTAINEROVERSLAG.....</b>	<b>3</b>
2.1 CONTAINERTRANSPORT EN DE HAVEN VAN ROTTERDAM .....	3
2.1.1 <i>Spelers en hun belangen in het containertransport.....</i>	3
2.1.2 <i>Verloop van de transportopdracht in de keten .....</i>	6
2.1.3 <i>Multiporting versus hub en feeding.....</i>	7
2.1.4 <i>Verschil tussen deepsea en shortsea transport.....</i>	8
2.2 CONTAINEROVERSLAG IN DE HAVEN VAN ROTTERDAM.....	9
2.2.1 <i>Concurrentiepositie van Rotterdam binnen de Hamburg Le Havre-range .....</i>	9
2.2.2 <i>Containerstromen in Rotterdam.....</i>	10
2.2.3 <i>Achterland van Rotterdam.....</i>	11
2.2.4 <i>Containerterminals in Rotterdam.....</i>	12
2.3 DE CONTAINERTERMINAL .....	13
2.3.1 <i>Functies op de terminal.....</i>	13
2.3.2 <i>Inrichtingsvarianten .....</i>	15
2.3.3 <i>Processen op de terminal .....</i>	16
2.3.4 <i>Prestaties van huidige terminals .....</i>	21
2.3.5 <i>Kostenverdeling.....</i>	22
<b>3 TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN.....</b>	<b>23</b>
3.1 ONTWIKKELINGEN IN DE CONTAINERMARKT EN LOGISTIEK .....	23
3.2 ONTWIKKELINGEN BIJ SPELERS IN DE CONTAINEROVERSLAG.....	25
3.2.1 <i>Rederijen .....</i>	25
3.2.2 <i>Terminal operators.....</i>	26
3.2.3 <i>Global container operators .....</i>	27
3.3 ONTWIKKELINGEN OP HET GEBIED VAN SECURITY .....	27
3.3.1 <i>Impact van security op de informatievoorziening .....</i>	27
3.3.2 <i>Gevolgen van security voor terminal operation.....</i>	28
3.4 TOEKOMSTBEELD VOOR DE HAVEN VAN ROTTERDAM.....	29
3.4.1 <i>Ontwikkelingen rond de haven van Rotterdam.....</i>	29
3.4.2 <i>Visie op de containeroverslag in Rotterdam in 2020 .....</i>	31
3.5 TECHNISCHE ONTWIKKELINGEN IN TERMINAL OPERATION .....	32
3.6 SAMENVATTING.....	33
<b>4 TOEKOMSTIGE KNELPUNTEN IN DE ROTTERDAMSE CONTAINEROVERSLAG .....</b>	<b>35</b>
4.1 ZEEZIJDIGE AFHANDELING VAN CONTAINERS .....	35
4.1.1 <i>Berthproductiviteit .....</i>	35
4.1.2 <i>Afstemming van de interne transportmiddelen op de kraancyclus .....</i>	35
4.1.3 <i>Productiviteitsgrens aan de huidige manieren van intern transport.....</i>	35
4.2 PRODUCTIVITEIT VAN DE STACK .....	36
4.3 BEREIKBAARHEID VAN DE HAVEN VANUIT HET ACHTERLAND .....	36
4.4 TRUCKAFHANDELING.....	36
4.5 PROBLEEMSTELLING.....	36
<b>5 INNOVATIEVE TECHNISCHE ONTWIKKELINGEN IN DE CONTAINEROVERSLAG.....</b>	<b>37</b>
5.1 ZEEZIJDIGE AFHANDELING .....	37
5.1.1 <i>Verhogingen van de berthproductiviteit.....</i>	37
5.1.2 <i>Verbetering van de afstemming tussen intern transport en de kraancyclus .....</i>	47
5.2 PRODUCTIVITEIT VAN DE STACK .....	54
5.3 VERBETERING BEREIKBAARHEID VANUIT HET ACHTERLAND .....	58
5.4 AFHANDELING VAN ACHTERLANDMODALITEITEN .....	59
5.4.1 <i>Truckafhandeling .....</i>	59

5.4.2	<i>Binnenvaartafhandeling</i> .....	60
5.5	EVALUATIE .....	61
<b>6</b>	<b>CONCEPTEN VOOR “DE CONTAINER TERMINAL VAN DE TOEKOMST”</b> .....	<b>63</b>
6.1	DE NETWERKTERMINAL .....	63
6.2	BESCHRIJVING VAN DE TERMINALCONCEPTEN .....	65
6.2.1	<i>Euromax terminal</i> .....	65
6.2.2	<i>Carrier Crane</i> .....	67
6.2.3	<i>Drijvende kade</i> .....	68
6.2.4	<i>Drijvende containerkraan</i> .....	70
6.2.5	<i>De geïntegreerde binnenvaartkade</i> .....	71
6.3	BEORDELING VAN DE TERMINALCONCEPTEN .....	72
6.3.1	<i>Beoordelingscriteria</i> .....	72
6.3.2	<i>Selectie van de meest aantrekkelijke concepten</i> .....	73
	<b>LITERATUURLIJST</b> .....	<b>77</b>
	<b>LIJST VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN</b> .....	<b>79</b>
	<b>BEGRIPPENLIJST</b> .....	<b>80</b>
	<b>BIJLAGE A HAVENBEDRIJF ROTTERDAM N.V.</b> .....	<b>83</b>
	<b>BIJLAGE B DE HAMBURG - LE HAVRE RANGE</b> .....	<b>85</b>
	<b>BIJLAGE C PROCES-SCHEMA VAN HET BEHANDELEN VAN EEN IMPORTCONTAINER</b> .....	<b>89</b>
	<b>BIJLAGE D EQUIPMENT GEBRUIK OP CONTAINERTERMINALS</b> .....	<b>91</b>
	<b>BIJLAGE E OVERIGE INNOVATIEVE ONTWIKKELINGEN</b> .....	<b>97</b>

## 1 Inleiding

De Rotterdamse haven, gelegen in het westen van Nederland, is één van de meest belangrijke knooppunten ter wereld voor wat betreft het goederenvervoer. Ieder jaar wordt er meer dan 300 miljoen ton aan goederen overgeslagen. Gelegen aan de Noordzee, één van de drukste zeeroutes in de wereld, bedient de haven een groot deel van het Europese achterland, zie figuur 1.1.

Figuur 1.1 De ligging van Rotterdam in Europa [HbR]



De haven beslaat een gebied van de Noordzee tot aan het centrum van de stad met een lengte van ongeveer 40 km. Het totale oppervlak beslaat 10.500 ha. Ongeveer 30.000 zeegaande schepen en 130.000 binnenvaartschepen doen jaarlijks de haven aan. Rotterdam is momenteel de grootste containerhaven van Europa. De totale doorvoer van containers in de Rotterdamse haven bedraagt 7 miljoen TEU. Een belangrijk deel van deze overslag vindt plaats op de Maasvlakte, waar de terminals van ECT en APM zijn gevestigd. Op deze terminals worden momenteel containerschepen tot 8.000 TEU behandeld. Het transport op de kade en het wegzetten van de containers in de opslag vindt gedeeltelijk geautomatiseerd plaats.

In de toekomst zullen hogere eisen gesteld worden aan de containeroverslag en zal de concurrentie binnen Noordwest Europa verder toenemen. Het Havenbedrijf Rotterdam (HbR) wil ook dan een kwalitatief hoogstaande containeroverslag kunnen aanbieden tegen een concurrerend tarief zodat de concurrentiepositie van Rotterdam in de containeroverslag in Noordwest Europa verbetert.

Om kostenbesparingen in het containertransport te bereiken gaan rederijen over tot de aanschaf van steeds grotere containerschepen. De verwachting is dat in 2020 containerschepen met een capaciteit van 12.500 TEU in de vaart zullen zijn.

Deze ontwikkeling tezamen met de eis van rederijen om deze schepen, ongeacht hun capaciteit, binnen 24 uur te behandelen, stelt hogere eisen aan de toekomstige containerterminals. Het aantal containerhandelingen per uur per schip, de berthproductiviteit, zal moeten verdubbelen en tevens is een toename van de ruimteproductiviteit gewenst.

De verwachting is dat de huidige terminalconcepten in de toekomst niet meer voldoen.

**Doelstelling van het afstudeeronderzoek**

De doelstelling van het afstudeerproject is het ontwikkelen van concepten voor de Rotterdamse containerterminal van 2020, gevestigd op de tweede Maasvlakte, die voor een goede afwikkeling zorgt van de deepsea containerstromen op zowel de terminal zelf als naar het achterland toe.

Het afstudeeronderzoek zal zich vooral richten op de logistieke en technische aspecten van de container op- en overslag. Zaken als nautische aspecten, maatschappelijke vraagstukken, milieueisen en de informatie- en communicatietechnologie zullen alleen waar nodig aan bod komen.

**Opzet van het onderzoek**

Het afstudeeronderzoek zal bestaan uit drie fasen, te weten:

1. Literatuuronderzoek
2. Brainstormsessie
3. Uitwerking van concepten voor de containerterminal van de toekomst

ad.1. Het literatuuronderzoek dient als informatiebron voor het tot stand komen van de probleemanalyse en voor het inventariseren van innovaties in de containeroverslag die aansluiten op deze probleemanalyse. De innovaties die kansen bieden voor de toekomst zullen worden meegenomen bij het ontwikkelen van nieuwe concepten.

ad.2. De brainstormsessie heeft als doel het identificeren van ontwikkelingskansen voor de haven van Rotterdam. De opzet en invulling van de brainstorm staan los van het literatuuronderzoek en zijn daarom in een afzonderlijk document gerapporteerd. De resultaten van de brainstorm zijn eveneens meegenomen bij het ontwikkelen van nieuwe concepten.

ad.3. De uitwerking van twee concepten voor de containerterminal van de toekomst gebeurt nadat de gegenereerde ideeën kwalitatief zijn beoordeeld. De twee concepten die als beste naar voren komen zullen in separate rapporten worden uitgewerkt door C.Paus en J. Van Klinken.

**Opzet van het literatuuronderzoek**

Dit rapport zal verslag doen van de eerste fase en is opgebouwd uit 6 hoofdstukken.

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk twee een beschrijving gegeven van de huidige gang van zaken in zowel het containertransport als op de containerterminal. Vervolgens wordt in hoofdstuk drie een overzicht gegeven van de ontwikkelingen die gaande zijn in het containertransport en in de containeroverslag in Rotterdam. Hoofdstuk vier beschrijft de toekomstige knelpunten in de containeroverslag van de Rotterdamse haven. Hoofdstuk vijf geeft een overzicht van de technische en logistieke innovaties die reeds ontwikkeld zijn maar niet of in beperkte mate worden toegepast. Voor- en nadelen van de innovaties worden behandeld en ook wordt voor zover mogelijk aangegeven of de genoemde innovaties reeds toepassingen kennen. In hoofdstuk zes worden tot slot een viertal voor de toekomst interessante concepten kwalitatief beoordeeld.



## 2 Huidige situatie van de containeroverslag

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie van de containeroverslag in Rotterdam aan de hand van een drietal onderwerpen, te weten:

- Het containertransport en de haven van Rotterdam
- De containeroverslag in de haven van Rotterdam
- De containerterminal

### 2.1 Containertransport en de haven van Rotterdam

Deze paragraaf behandelt de belangrijkste kenmerken van het intercontinentale containertransport. Dit wordt uitgewerkt aan de hand van de volgende onderwerpen:

- De spelers en hun belangen in het containertransport.
- Het verloop van de transportopdracht in de keten.
- Multiporting versus hub en feeding.
- Het verschil tussen deepsea en shortsea transport.

#### 2.1.1 Spelers en hun belangen in het containertransport

Binnen de keten van het intercontinentale containertransport zijn een aantal spelers actief. Deze hebben ieder hun eigen belangen en beïnvloeden de processen op de containerterminal. De belangrijkste ketenspelers op de terminal zijn de rederij, stuwadoor, expediteur en de operators in het achterland. In deze paragraaf wordt ingegaan op hun positie in de keten almede hun belangen in de containeroverslag.

##### Rederij

De rederij is eigenaar van een vloot van containerschepen, waarmee deze het containertransport verzorgt over zee, zie figuur 2.1. Het containertransport is een groeiende markt met lage marges wegens de hevige concurrentie. Daar komt bij dat er sprake is van onbalans in vraag en aanbod tussen de verschillende continenten met gevolg dat de rederij veel geld kwijt is aan het verschepen van lege containers.

Figuur 2.1 Containerzeeschip van rederij OOCL ([www.OOCL.com](http://www.OOCL.com))



De toenemende eisen die gesteld worden aan de betrouwbaarheid en kosten van het containertransport leidt tot felle concurrentie tussen de zeerederijen. Door middel van alliantievorming gaan rederijen onderling meer samenwerken om hun gezamenlijke vlootcapaciteit in te zetten voor het onderhouden van frequente lijndiensten.

Het beheersen van de totale keten is een belangrijk issue voor de rederij. Door niet alleen het maritiem transport maar ook het achterlandtransport te organiseren kan de rederij lading binden aan het schip (carrier haulage). Vanwege de sterke positie van de expediteurs in het achterland lukt dit echter maar gedeeltelijk.

Ook proberen rederijen een belang te krijgen in de containeroverslag. Met het bezit van een liner terminal (eigendom van een rederij) of door samenwerking met de stuwadoor in dedicated terminals heeft de rederij voorrang in de behandelvolgorde en een betere grip op de processen op de terminal.

De keuze van een rederij voor een bepaalde haven wordt niet alleen bepaald door de prijs-kwaliteitverhouding van de logistieke dienstverlening op de terminal en naar het achterland. Naast fysieke beperkingen, zoals de diepte van vaarwegen, spelen ook de kosten voor het bunkeren van brandstof en andere maritieme diensten een rol. De rederij draagt naast de overslagkosten aan de stuwadoor ook zeehavengeld af aan de havenbeheerder, welke beide per haven kunnen verschillen. In zijn totaliteit wegen al deze factoren mee in de keuze voor een aanloop in een bepaalde haven.

### Stuwadoor

De stuwadoor is de eigenaar van de terminal. Een voorbeeld van een containerterminal is gegeven in figuur 2.2. De rederij is de enige klant van de stuwadoor. Een rederij bepaalt welke lading waar overgeslagen wordt en draagt daarvoor per container een bedrag af aan de stuwadoor. Het vertrek van een rederij kan een grote impact hebben op de totale doorvoer op een terminal. Een betere servicegraad of lagere tarieven zijn de enige twee mogelijkheden om als terminal te kunnen concurreren. Met name de servicegraad is een belangrijk criterium voor rederijen.

Figuur 2.2 De containerterminal ([www.HHLA.de](http://www.HHLA.de))



Uit strategische overwegingen neemt de samenwerking tussen de rederijen en terminal operators onderling toe. De oorspronkelijke multi-user terminals zijn deels vervangen door dedicated terminals. Als gevolg van overnames van lokale stuwadoors door wereldwijd opererende stuwadoors is er een nieuwe groep internationale spelers in de containeroverslag ontstaan: de global terminal operators (GTO's).

Deze GTO's bezitten een mondiaal terminal netwerk. Een mondiaal terminal netwerk biedt kansen voor een gestandaardiseerde dienstverlening. Motieven daarbij zijn kostenreductie, risicospreiding, controle over de keten en het verankeren van containerstromen. Door internationalisering kan een terminaloperator zijn knowhow ten gelde maken in andere streken. Een ander belangrijke reden is dat dominante stuwadoors hun marktpositie willen verbeteren vanwege de dreigende opkomst van concurrenten voor hun thuishavens. [GHR, 2003c]

### **Expediteur**

De expediteur ontwikkelt zich steeds meer tot een logistieke dienstverlener. Binnen de huidige transportketen heeft de expediteur een stevige positie in het achterland van de haven. Sinds de jaren negentig is het aandeel merchant haulage gestegen van 50% tot 70%. Over de toekomstige verhouding van carrier en merchant haulage zijn de geluiden verschillend. [FAMAS, 2003], [GHR, 2003b]

### **Achterland operator**

De spoor-, binnenvaart-, weg- en inlandterminal operator worden meestal aangestuurd door de expediteur, of de rederij. De operators in het achterland kunnen weinig invloed uitoefenen op de terminal, omdat ze niet in opdracht van de stuwadoos, maar in opdracht van de expediteur of rederij werken. Sinds enkele jaren wordt de positie van de achterlandoperator verbeterd.

In het wegvervoer zijn afspraken gemaakt over behandelzeiten op de terminal, welke vastgelegd zijn in een convenant met de stuwadoos. Ook tussen de binnenvaartoperators en de stuwadoos bestaat een convenant over de planning van binnenvaartschepen op de terminal.

### **Havenbedrijf Rotterdam N.V.**

Het Havenbedrijf Rotterdam N.V. (HbR) beheert het Rotterdamse haven- en industriecomplex. Meer informatie over de taken en de missie van het Havenbedrijf is weergegeven in bijlage A.

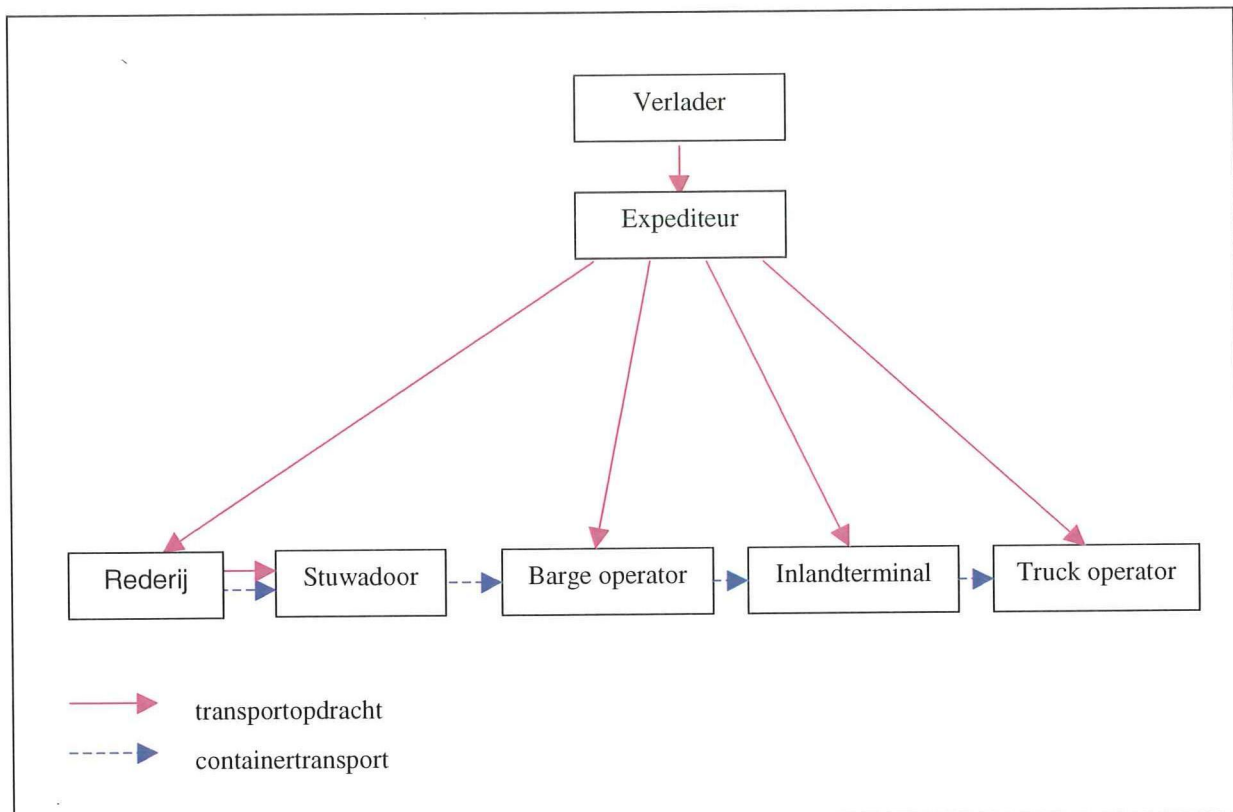
Van havens wordt echter steeds meer verwacht wat betreft overslag, industrie, distributie en andere diensten. De globalisering draagt bij aan spreiding van productie met als gevolg een toename van transport, waarbinnen de haven van Rotterdam slechts een link is in de logistieke en industriële netwerken. Daarom is het Havenbedrijf niet alleen actief in de haven zelf, maar ook daarbuiten.

Het HbR heeft belang bij een goede prijs-kwaliteitverhouding van de geleverde diensten in de haven. Wat betreft de containeroverslag streeft het Havenbedrijf naar een situatie waarin zowel gezonde concurrentie als samenwerking tussen de verschillende spelers aanwezig zijn.

### 2.1.2 Verloop van de transportopdracht in de keten

Gedurende het deepsea transport van een container komen verschillende partijen aan bod, die zich bezig houden met het vervoeren en overslaan van containers. Daarbinnen heeft ook de stuwadoor zijn plaats. Van buitenaf gezien lijkt deze keten van partijen goed te functioneren, echter is de praktijk anders. Aan de hand van het verloop van de transportopdracht blijkt dat er verschil is tussen het verwerken van de opdracht en het fysieke containertransport, zie figuur 2.3.

Figuur 2.3 Voorbeeld van het verloop van een transportopdracht in de keten naar het achterland in het geval van merchant haulage.



De keten van het containertransport begint met een opdrachtgever, ook wel de verlader genoemd. De verlader kan het transport zelf regelen of dit uitbesteden aan een expediteur. In opdracht van de verlader regelt deze dan het volledige transport van A naar B. De overslag van het voorland naar het schip en van het schip naar het achterland wordt gedaan door stuwadoor. Dit gebeurt in opdracht van de rederij. In het achterland wordt het vervoer geregeld door de expediteur of de rederij. In het eerste geval is er sprake van merchant haulage en in het tweede geval van carrier haulage. Figuur 2.3 laat zien dat de fysieke container anders verloopt dan de transportopdracht.

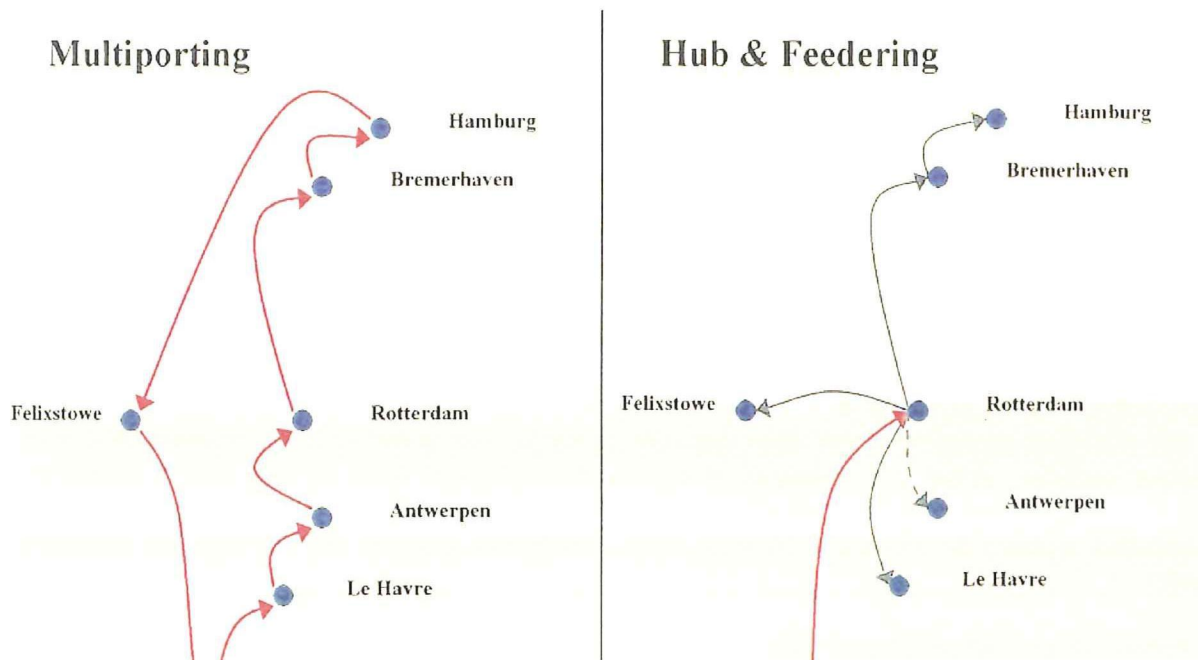
Het verschil tussen merchant en carrier haulage heeft gevolgen voor de terminal. In het geval van carrier haulage werkt de rederij beter mee met de doorvoer van de container vanaf de terminal naar het achterland dan in het geval van merchant haulage. In het geval van carrier haulage zullen daardoor containers gemiddeld minder lang op de terminal blijven staan.

### 2.1.3 Multiporting versus hub en feeding

Het deepsea containertransport wordt over het algemeen uitgevoerd volgens bepaalde lijndiensten tussen twee of meerdere werelddelen. De belangrijkste routes voor het deepsea transport zijn te vinden tussen Noord-Amerika, Azië en Europa. De deepsea schepen varen een bepaald schema waarin ze een aantal havens aandoen.

Binnen het deepsea containertransport en met name in Noordwest Europa zijn er een tweetal strategieën voor rederijen om havens aan te lopen, namelijk multiporting en hub en feeding. Beide mogelijkheden zijn in figuur 2.4 weergegeven voor de Rotterdamse situatie.

Figuur 2.4 Multiporting versus hub en feeding [HbR]



Bij het multiporting concept loopt het zeeschip elke haven aan. De containers kunnen dan zo dicht mogelijk bij bestemming gelost worden. Een nadeel is dat het schip meerdere havens aanloopt en per haven zeehavengeld moet betalen. Het schip ligt in totaal ook langer aan de kade. Deze nadelen verdwijnen bij hub en feeding, waarbij de rederij één haven in Noordwest Europa aanloopt. De containers worden met behulp van kleinere schepen gefeederd. Deze feederscheperen varen volgens een schema dat nauw aansluit op de deepsea schepen. Een nadeel van feeding is dat elke container vaker overgeslagen wordt, wat extra kosten met zich meebrengt.

In de praktijk is veelal sprake van een situatie waarin enkele havens aangedaan worden. In Noordwest Europa bijvoorbeeld Rotterdam of Antwerpen in combinatie met Hamburg of Bremen en een Engelse haven.

Het hub en feeding concept leidt voor een haven tot een toename van het overslagvolume. Naast het deel wat naar het achterland doorgevoerd wordt er extra transshipmentlading overgeslagen.

#### 2.1.4 Verschil tussen deepsea en shortsea transport

Binnen het containertransport wordt onderscheid gemaakt tussen intercontinentaal en continentaal maritiem transport, beter bekend als respectievelijk deepsea en shortsea transport. Deepsea transport vindt plaats tussen de verschillende werelddelen. Shortsea vindt daarentegen plaats binnen hetzelfde continent. Tussen beide vormen bestaan een aantal verschillen die hieronder genoemd worden:

- Logistiek concept
- Afmetingen van de containers
- Ruimteproductiviteit op de terminal

##### **Logistiek concept**

Het deepsea transport wordt uitgevoerd met behulp van grote zeeschepen, die lijndiensten onderhouden naar bepaalde bestemmingen. Een deel van de lading wordt niet rechtstreeks naar de haven van bestemming vervoerd. Deze lading wordt gefeederd met kleinere schepen. Deze feederdiensten sluiten nauw aan op het vaarschema van de deepseaschepen.

Het shortsea transport is duidelijk te onderscheiden van het deepsea transport. Shortsea transport houdt zich over het algemeen bezig met het door-to-door containertransport dat zowel zijn herkomst als bestemming op hetzelfde continent heeft. Dit betekent dat er maar één partij actief is terwijl dit bij deepsea containertransport meerdere partijen zijn. Het shortsea transport bestaat veelal uit vaste vaarschema's.

##### **Afmetingen van de containers**

In het shortsea transport wordt vaak gebruik gemaakt van 'pallet-wide' containers met een grotere breedte, zodat het mogelijk is om in de container twee pallets naast elkaar te plaatsen. Deze 'pallet-wide' containers komen in het deepsea transport nauwelijks voor. Daarnaast worden er meer 45' en high cube containers gebruikt dan binnen de deepsea sector.

##### **Ruimteproductiviteit op de terminal**

Tenslotte is er belangrijk verschil tussen een shortsea en een deepsea containerterminal. Op een shortsea terminal is de ruimteproductiviteit groter omdat de totale verblijftijd van een shortsea container op de terminal enkele uren bedraagt versus enkele dagen voor een deepsea container.

## **2.2 Containeroverslag in de haven van Rotterdam**

Deze paragraaf gaat in op de containeroverslag in Rotterdam en de concurrentiepositie van Rotterdam binnen de Hamburg Le Havre – range. Meer informatie over de Hamburg Le Havre-range is te vinden in bijlage B. Dit gebeurt aan de hand van de volgende punten:

- De concurrentiepositie van Rotterdam binnen de HLH-range
- De containerstromen in Rotterdam
- Het achterland van Rotterdam
- Overzicht van containerterminals in Rotterdam

### **2.2.1 Concurrentiepositie van Rotterdam binnen de Hamburg Le Havre-range**

In deze paragraaf wordt voor wat betreft de containeroverslag de concurrentiepositie van de Rotterdamse haven binnen de HLH-range weergegeven. De positie van Rotterdam wordt gekenmerkt door de volgende sterke en zwakke punten:

#### **Sterke punten**

- Strategische ligging van Rotterdam in het centrum van Noordwest Europa met goede en korte zeeverbindingen naar andere Europese havens.
- Gunstige ligging in rivierdelta met de Rijn als belangrijkste waterweg naar het centrum van Europa.
- Directe ligging aan de Noordzee, grote diepgang in de haven en ontbreken van sluisen .
- Goedkope bunkerhaven voor het bunkeren van stookolie.

#### **Zwakke punten**

- Strengere navolging van EU douane regels in vergelijking met andere Europese landen.
- Relatief hoge overslagkosten en zeehavengelden.
- Zwakke positie spoorvervoer.
- Toenemende congestie op snelwegen rond Rotterdam en in Nederland belemmeren de snelheid van de doorvoer naar het achterland.

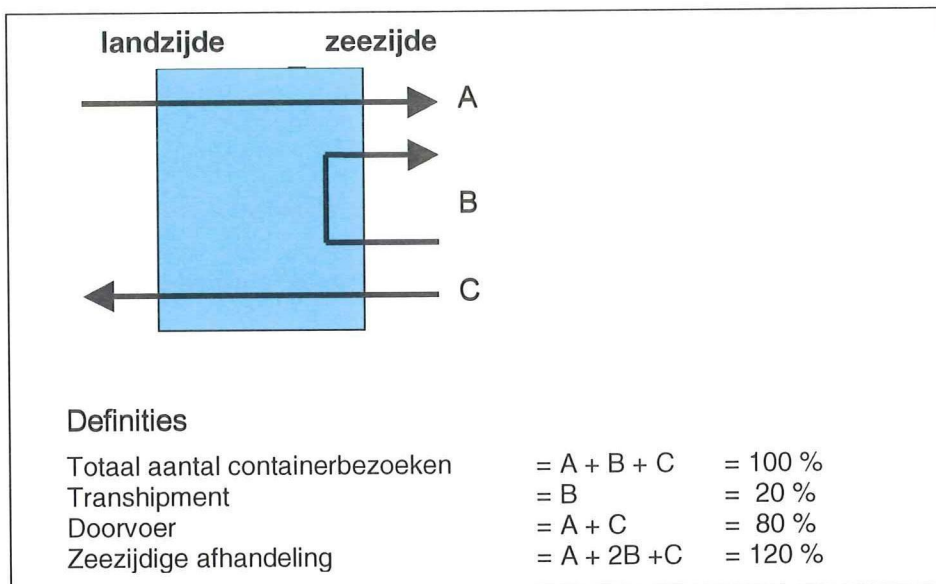
## 2.2.2 Containerstromen in Rotterdam

De containers die in Rotterdam worden overgeslagen volgen niet allen hetzelfde traject. Er wordt onderscheid gemaakt tussen transshipment en doorvoer. Aan de hand van de modal split kunnen de doorvoercontainers worden verdeeld in weg, spoor en binnenvaart containers.

### Transshipment en doorvoer

Bij transshipment worden de inkomende containers overgeslagen naar een ander zeeschip. In het geval van doorvoer worden de containers doorgevoerd naar het achterland, zie figuur 2.5.

Figuur 2.5 Zee- en landzijdige overslagstromen weergegeven in een percentage van het totaal aantal containerbezoeken (2002) [HbR]

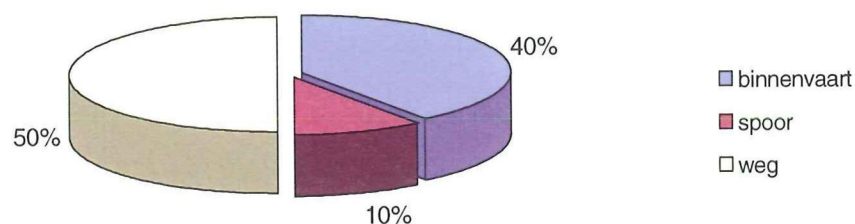


Het totaal aantal containerbezoeken is gelijk aan 100% en komt overeen met 7 miljoen TEU in 2003. Daarvan is 20% transshipment, waarvan 13% met een feederschip naar andere Europese bestemmingen is vervoerd. De andere 7% is overgeslagen op een deepsea containerschip (relay). De overige 80 % wordt doorgevoerd naar het achterland.

### Modal split

De containers worden vanuit Rotterdam doorgevoerd per truck, trein of binnenvaartschip. De verhouding tussen deze achterlandmodaliteiten wordt weergegeven in de modal split. Deze is weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 De modal split voor containers op de Maasvlakte in Rotterdam (2002) [HbR]





### 2.2.3 Achterland van Rotterdam

Het achterland is het gebied dat voor de in- en uitvoer van goederen in belangrijke mate van een bepaalde haven afhankelijk is. Het achterland van Rotterdam bestaat voor het belangrijkste deel uit de Benelux en een groot deel van de regio's rond de Rijn in Midden Europa. Verder zijn er nog delen van Midden- en Oost-Europa, die tot het achterland van Rotterdam gerekend kunnen worden. In figuur 2.6 is de kaart van Midden Europa te zien met daarop de vaarwegen die vanuit Rotterdam te bereiken zijn.

Figuur 2.6 Vaarwegen in het achterland van Rotterdam [HbR]



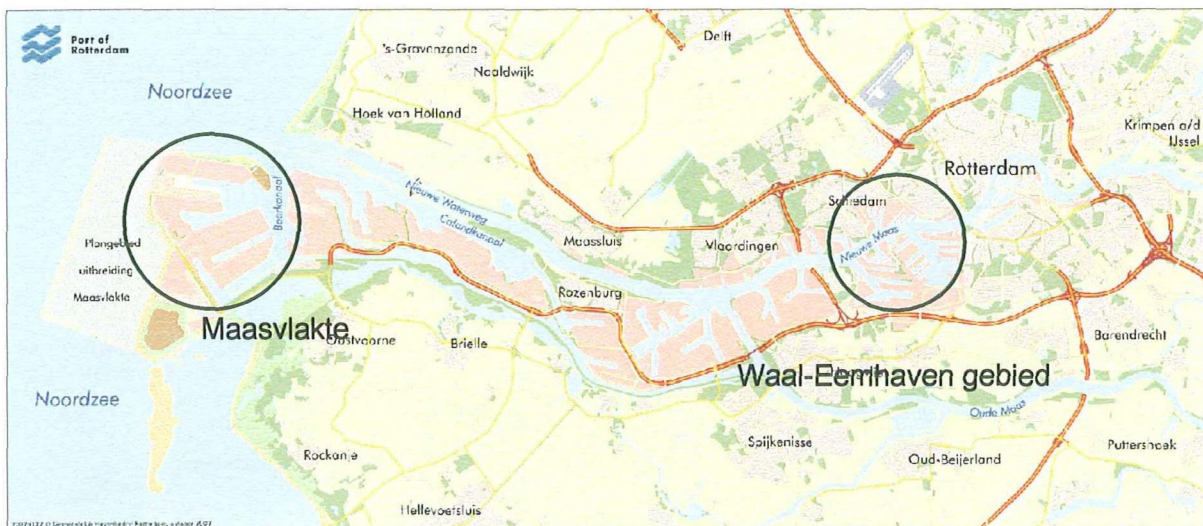
Het achterland van Rotterdam is overigens niet eenduidig te definiëren. In een bepaalde regio kunnen meerdere havens invloed hebben. Voor Rotterdam zijn dit met name Antwerpen en Hamburg. De concurrentie van Rotterdam met Antwerpen richt zich vooral op Zuid-Duitsland en Frankrijk. Tussen de Duitse havens en Rotterdam speelt de concurrentie zich voornamelijk af in Midden en Oost-Duitsland.

In het achterland van de Noordwest Europese havens en met name Rotterdam, worden goederen vaak intermodaal vervoerd: vanuit de haven worden de containers per binnenvaartschip of trein getransporteerd naar een inlandterminal alwaar ze overgeslagen worden op een truck en per weg naar de hun eindbestemming vervoerd worden.

### 2.2.4 Containerterminals in Rotterdam

Momenteel telt de haven van Rotterdam verschillende containerterminals, geconcentreerd op de Maasvlakte en in het Waal-Eemhaven gebied, zie figuur 2.7.

Figuur 2.7 Locaties van container terminals in de haven van Rotterdam [HbR]



#### Maasvlakte

Vier deepsea terminals zijn gelegen op het Delta schiereiland op de Maasvlakte. Aan de noordzijde van het schiereiland liggen de Delta Terminal van APM en de Delta Dedicated Noord Terminal van ECT. Aan de zuidzijde bevinden zich twee andere terminals van ECT, de Delta Decidated West en Delta Dedicated East Terminal.

#### Waal-Eemhavengebied

Meer landinwaarts in de Eemhaven ligt de ECT Home Terminal. In de Waalhaven bevinden zich de deepsea terminals van Hanno en Uniport. Enkele kentallen van de deepsea terminals in Rotterdam zijn gegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kentallen van verschillende Rotterdamse deepsea containerterminals (2002) [HbR]

Terminal	ECT & APM	Hanno en Uniport	ECT Home
Oppervlakte [ha]	360	60	82
Capaciteit [TEU]	3.800.000	800.000	1.000.000
Waterdiepte [m]	16,65	11,5-14,5	14
Kadelengte [m]	5200	900	1600

## 2.3 De containerterminal

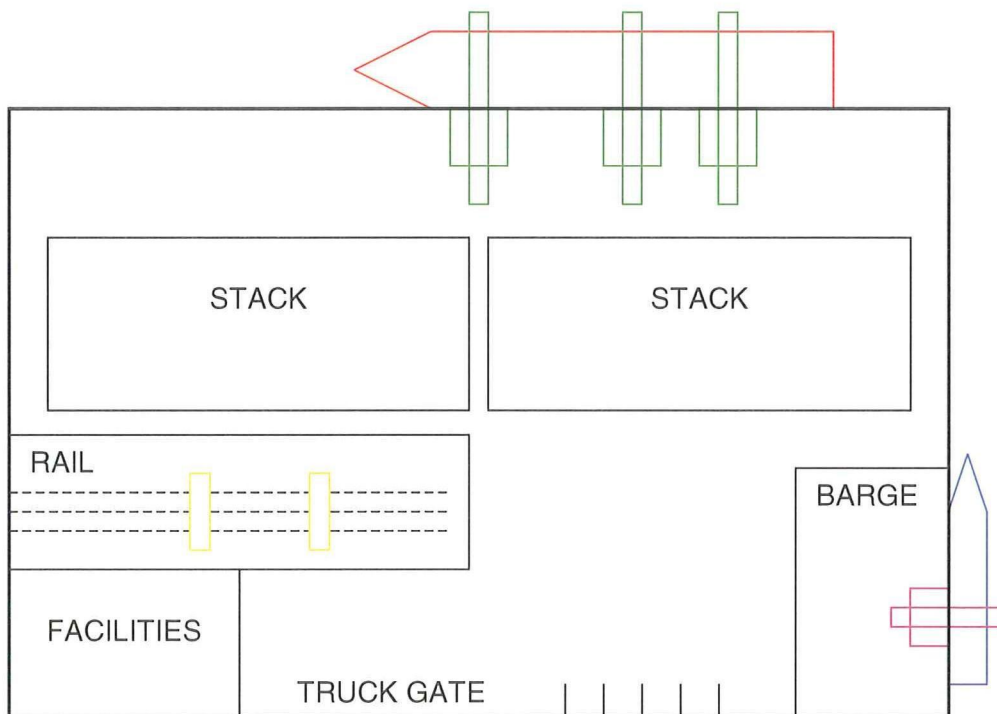
Deze paragraaf beschrijft in hoofdlijnen de containerterminal. Eerst wordt een algemene beschrijving van functies, inrichtingsvarianten en de processen op containerterminals gegeven. Hierbij wordt niet ingegaan op het gebruik van specifiek equipment. Vervolgens worden de huidige prestaties en kosten op containerterminals in Rotterdam in kaart gebracht. De indeling van deze paragraaf is als volgt:

- Functies op de terminal
- Inrichtingsvarianten van terminals
- Processen op de terminal
- Prestaties van huidige terminals
- Kostenverdeling

### 2.3.1 Functies op de terminal

Bij de beschrijving van de terminal wordt onderscheid gemaakt tussen functies en processen. Door middel van functies worden de taken weergegeven die een terminal moet vervullen. Hoe deze functie wordt uitgevoerd wordt omschreven in het proces. In deze paragraaf wordt ingegaan op de functies van een terminal. Een mogelijke lay-out van een containerterminal is gegeven in figuur 2.8.

Figuur 2.8 Lay-out van een containerterminal



Op de terminal kunnen de volgende functies onderscheiden worden. [FAMAS, 2002a] Voor de duidelijkheid zijn de functies hier gescheiden in basisfuncties en aanvullende functies.

**Basisfuncties**

De basisfuncties zijn:

- Overslag van containers van en naar zeeschepen
- Opslag van containers in de stack
- Overslag van containers van en naar de binnenvaart
- Overslag van containers van en naar het wegvervoer
- Overslag van containers van en naar het spoor
- Het transport op de terminal

**Aanvullende functies**

Aanvullende functies zijn:

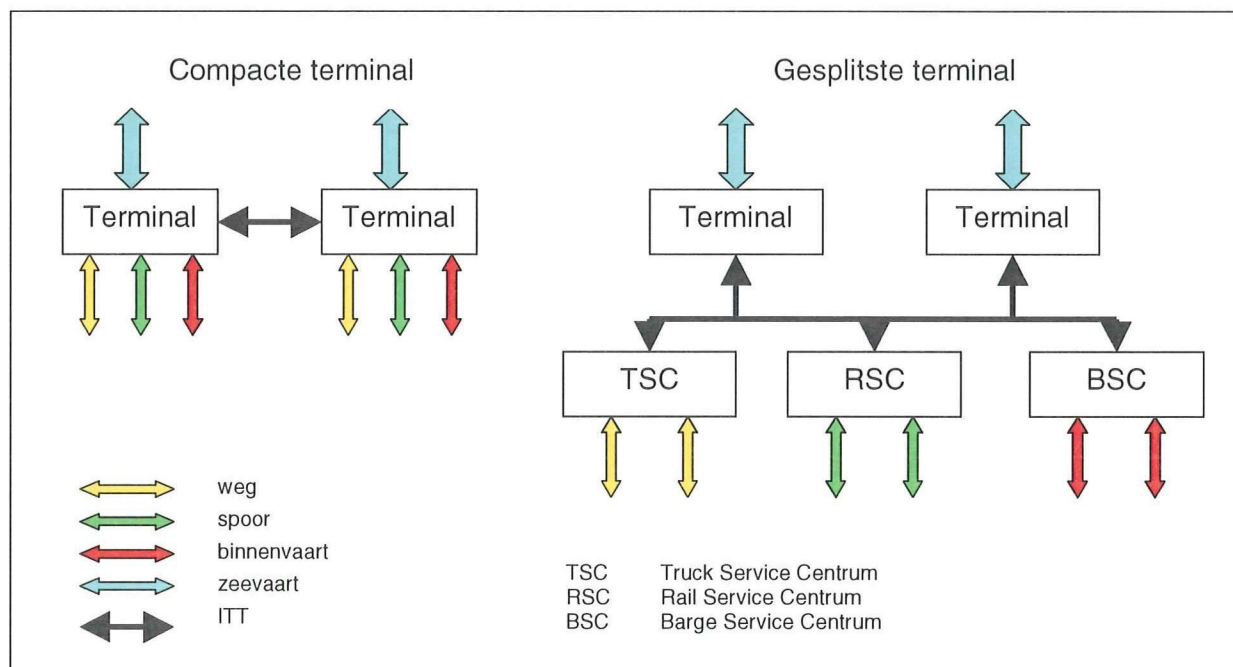
- Het Inter Terminal Transport (ITT) tussen de terminals
- Douane- en administratieve faciliteiten
- Speciale opslag voor reefers, tanks, IMO containers en overige off-standards. Deze worden in speciale stackruimte opgeslagen.
- Opslag van lege containers (emptydepot). Over het algemeen bezitten de meeste terminals ook nog een emptydepot op eigen terrein.

### 2.3.2 Inrichtingsvarianten

Niet alle basisfuncties en faciliteiten hoeven op de terminal aanwezig te zijn. Het is mogelijk dat een bepaalde functie, bijvoorbeeld railafhandeling, zich buiten de terminal bevindt. Op basis van de functionele opbouw van een terminal kunnen een tweetal principieel verschillende inrichtingsvarianten worden onderscheiden, namelijk de compacte en gesplitste terminal. Deze beide inrichtingvarianten zijn gedefinieerd in een FAMAS studie naar logistieke concepten voor de inrichting van terminals op Maasvlakte 2 in 2020. [FAMAS, 2002] Hoewel dit onderscheid nog niet vaak gebruikt wordt, zal het in de toekomst wellicht een belangrijke rol spelen bij de inrichting van de tweede Maasvlakte.

- Een compacte terminal (zie figuur 2.9 links) is een terminal waarop alle basisfuncties aanwezig zijn. De naam compact heeft betrekking op de korte transportafstanden tussen de functies en niet op de ruimteproductiviteit die relatief laag is.
- Een gesplitste terminal (zie figuur 2.9 rechts) is een terminal waar de afhandeling van de achterlandmodaliteiten in gezamenlijke voorzieningen, zogenaamde service centra, buiten de terminal zijn ondergebracht. Een gesplitste terminal maakt altijd deel uit van een grotere groep terminals die gezamenlijk gebruik maken van de service centra.

Figuur 2.9 Het concept van compacte en gesplitste terminals



### **Compacte terminal**

Bij de compacte terminal worden zowel de zeezijdige als landzijdige overslagfaciliteiten door de stuwadoor betaald en beheerd. Met name als liner terminal is een compact terminal ideaal, omdat de rederij de regie kan voeren over de complete containeroverslag naar het achterland.

### **Gesplitste terminal**

Bij de gesplitste terminal worden de zeezijdige activiteiten uitgevoerd door verschillende deepsea terminals. De terminals kunnen door één of meerdere operators worden beheerd. De afhandeling van de achterlandmodaliteiten vindt plaats op zogenaamde service centra's. Door middel van ITT wordt het transport tussen de terminals en de dedicated service centra uitgevoerd. Het aantal moves voor het ITT is in dat geval erg hoog en een goede samenwerking tussen de operators is noodzakelijk. Voor de stuwadoor heeft dit concept het voordeel dat de containerstromen makkelijker te verwerken zijn. De hoge kosten voor extra infrastructuur buiten de terminals zijn echter nadelig voor het Havenbedrijf.

### **Gecombineerde terminal**

In werkelijkheid zal de terminal vaak een combinatie zijn van beide inrichtingsvarianten, de zogenaamde gecombineerde terminal. Deze variant levert de laagste kosten door bijvoorbeeld railcontainers in een RSC af te handelen en vrachtwagens op de terminal af te handelen. Door de verschillende partijen wordt dit concept het best beoordeeld.

## **2.3.3 Processen op de terminal**

De verschillende processen op de terminal bestaan uit zowel fysieke als administratieve handelingen. Daarbij komt dat er verschillende partijen deelnemen in deze processen. Dit maakt het geheel van processen op de terminal tot een complex gebeuren. In deze paragraaf wordt ingegaan op de verschillende processen die plaats vinden op de terminal en welke partijen daarin een rol spelen. Voor de beschrijving van de fysieke handelingen in de processen is voornamelijk gebruik gemaakt van [FAMAS, 2000] en de voor de beschrijving van administratieve handelingen van [Incomaas, 1995]. In Bijlage C is een processchema opgenomen van de afhandeling van een importcontainer.

Onder fysieke handelingen behoren de overslag van het zeeschip naar de kade, het kadetransport, de opslag in de stack en de af- en doorvoer naar het achterland. De fysieke handelingen beslaan doorgaans maar een klein deel van totale dwell time van de container op de terminal. De administratieve handelingen op een terminal bestaan o.a. uit de voorbereiding van de aankomst of het vertrek van een schip, het in-, uit- en doorvoeren van een container en het afhandelen van de vracht- en douanedocumenten behorend bij de transportopdracht.

### **De invloed van de informatievoorziening op het verloop van de terminal processen**

Een goede uitwisseling van informatie moet er voor zorgen dat alle partijen toegang hebben tot dezelfde informatie, en zodoende efficiënter kunnen werken. Veel partijen leveren momenteel een grote hoeveelheid inspanning om hun administratie op orde te houden en fouten in documenten te herstellen. Alle partijen lijken geneigd de problemen met documenten zo veel mogelijk naar de volgende partij door te schuiven. De problemen komen dan in de knooppunten samen: de controlerende instanties en de stuwadoor.

Voor sommige partijen bestaat er geen belang bij het verstrekken van informatie aan derden of men is bang dat concurrentiegevoelige informatie op straat komt te liggen.

Ook de samenwerking dan wel afstemming tussen de verschillende partijen laat te wensen over. Zo kan het voorkomen dat een schip zo beladen is dat slechts 2 kadekranen ingezet

kunnen worden omdat de te laden en lossen containers in een beperkt aantal baaien is geladen.

### Zeezijdige afhandeling

De zeezijdige afhandeling kan verdeeld worden in voorbereiding, scheepshandelingen en overslag. De laatste twee handelingen lopen gedeeltelijk parallel.

#### *Vorbereiding*

De voorbereiding van het afhandelen van een zeeschip begint ruim een week voor aankomst in de haven. De rederij stelt de stuwadoor, expediteur of ontvanger en douane op de hoogte van zijn komst en levert de nodige informatie. Aan de hand van deze gegevens stelt de stuwadoor een los- en laadplan op.

#### *Scheepshandelingen*

Het binnenvaren van de haven van Rotterdam samen met het aanleggen en afmeren op de Maasvlakte nemen bij normale weersomstandigheden ongeveer 2 uur in beslag. Tijdens het verblijf van het schip aan de kade kan indien nodig brandstof worden gebunkerd.

De containers worden per baai gelost en geladen, zie figuur 2.10. Tussen het laden en lossen kan maar in beperkte mate overlap plaats vinden. Voor het lossen worden de containers aan dek die zijn vastgesjord losgekoppeld. De containers op het dek zijn voorzien van twistlocks, die tijdens het lossen verwijderd worden.

#### *Overslag*

De kadekranen pakken de containers op volgens het losplan. De cyclustijd van de kraan is afhankelijk van de positie van de container op het schip. Soms zijn extra verplaatsingen noodzakelijk binnen een baai om de benodigde container uit te graven. De luiken die de overgang vormen van het ruim naar het dek worden door de kraan verwijderd en worden achter de kadekraan op de kade geplaatst. Het laden van de containers gebeurt volgens het laadplan. De kraan pakt de container op en plaatst deze in het schip. Bij de overgang van ruim naar dek worden de dekluiken weer terug geplaatst.

De aan- en afvoer van containers gebeurt onder de kraan. Een geloste container wordt door de kraan op een voertuig of op de grond geplaatst, afhankelijk van het type transport tussen de kraan en de stack. Voordat de kraan de container neerzet worden de twistlocks verwijderd, het containernummer gecontroleerd en de schadecode ingevoerd, zie figuur 2.11.

Figuur 2.10 en 2.11 Het oppakken van een container op het schip (r) en handmatige controle van containernummer en schadecode (l). [ECT]



Het transport van de containers tussen de kadekraan en de stack gebeurt met speciale voertuigen. Dit kunnen voertuigen met een eigen hefinrichting zijn (straddle carriers) of enkel voertuigen, zoals (terminal trekker, MTS of AGV). In het eerste geval plaatst de kraan de container op de grond en in het tweede geval op het voertuig. Voor een uitgebreid overzicht van het equipment op containerterminals, zie Bijlage D.

### **Opslag**

De opslag van containers vindt plaats in de stack, die verdeeld is in een aantal lanen. In het geval van transport met straddle carriers kunnen de containers zonder stackkraan gestackt worden. In alle andere gevallen is de stack uitgerust met stackkranen die per laan de containers kunnen overslaan. Bij het gebruik van stackkranen is er een plaats in de stack waar de container overgeslagen worden van en naar een voertuig. Dit uitwisselingspunt bevindt zich in de stack zelf of aan het uiteinde van de stack.

#### *Inslag in de stack*

De inslag van de container gebeurt door een stackkraan die bij het uitwisselingspunt de container oppakt. Deze wordt vervolgens geplaatst op een van tevoren bekende locatie in de desbetreffende laan. In principe worden alleen containers met dezelfde lengte op elkaar geplaatst.

#### *Uitslag uit de stack*

Bij het uitslagproces van een container pakt de kraan de benodigde container uit de stack en zet deze bij het uitwisselingspunt op het voertuig.

#### *Tussentijdse omstapeling*

Afhankelijk van de hoogte van de stack en de kwaliteit van de informatie op het moment dat de container gestack wordt, zullen containers tussentijds uitgegraven moeten worden. Bij ASC kan het uitgraven 's nachts gebeuren.

### **Railafhandeling**

Het transport per trein kenmerkt zich door een concentratie van containers (tot 100 TEU) en transport dat vooral in de nacht plaatsvindt omdat veel goederentreinen 's nacht rijden in verband met de beperkte capaciteit van het spoor overdag. De voorspelbaarheid van de aankomst is goed.

#### *Vorbereiding*

Ongeveer een dag van tevoren ontvangt de stuwadoor de benodigde informatie om laadinstructies op te stellen. De afhandeling van douane documenten wordt gedaan door de klanten van de railoperator en vindt dus buiten de terminal plaats.

#### *Fysieke proces*

Aan de hand van laadinstructies worden de containers in de juiste volgorde geladen. De belading van een trein kent strenge eisen met betrekking tot de volgorde van de containers op een wagon en de belastingen op de verschillende wagons en assen.

De containers worden af- en aangevoerd met een voertuig. Vervolgens worden de containers op een wagon geplaatst. Tijdens het plaatsen van de container wordt het containernummer en de douanezegel gecontroleerd en de schadecode ingevoerd.

### **Truckafhandeling**

De aankomstpatronen van de trucks hangen nauw samen met de spreiding en verschillen in het aantal te behandelen containers. In de ochtend en namiddag komen veel trucks de containers afleveren of ophalen en ontstaan pieken. [FAMAS, 2003]



*Vorbereiding*

Inmiddels is het een gewoonte dat truckers zich vooraanmelden. Hierin kan de trucker aangeven, op welke dag de container gehaald zal worden. Van een niet vooraf aangemelde truck is zijn komst pas bekend als de vrachtwagen zich bij de gate meldt.

*Fysieke proces*

De inspectie van de container en het controleren van het containernummer gebeurt handmatig of automatisch bij het passeren van de gate. Na de gate rijdt de truck door naar de balie waar de benodigde documenten gecontroleerd worden en de trucker verdere instructies ontvangt.

Een gedeelte van de importcontainers die per truck de terminal verlaten moeten op dat moment nog gescand worden door de douane. In dat geval rijdt de truck met container naar de scan.

De behandeling van de trucks vindt plaats bij een uitwisselingspunt in de stack. De containers worden met behulp van een stackkraan of straddle carrier gelost en in de stack geplaatst. zie figuur 2.12.

Figuur 2.12 Overslag van een container naar een truck met behulp van een straddle carrier [ECT]

**Binnenvaartafhandeling**

De afhandeling van de binnenvaartschepen gebeurt meestal aan de zeekeade in plaats van op een binnenvaarterminal. Het afhandelen van binnenvaartschepen aan de zeekeade levert een kostenbesparing op voor de stuwadoor omdat de containers minder ver getransporteerd worden dan wanneer de binnenvaart afgehandeld zou worden op een afzonderlijke binnenvaarterminal. Met de groter wordende zeekeaden wordt het moeilijker om de kleine binnenvaartschepen te behandelen aan de zeekeade.

*Vorbereiding*

De binnenvaartoperator geeft een dag van tevoren de nodige gegevens door aan de stuwadoor. Aan de hand van de laad- en loslijst wordt gecontroleerd of de desbetreffende containers vrijgegeven zijn door de douane.

*Fysieke proces*

Het laden en lossen gebeurt in overleg met de binnenvaartoperator volgens een los,- en laadplan. Bij het lossen en laden van binnenvaartschepen moet rekening gehouden worden met de stabiliteit van het schip. Tijdens het laden wordt de schadecode en het zegelnummer ingevoerd en controleert de douane de bij de container behorende documenten.

### Inspectieproces

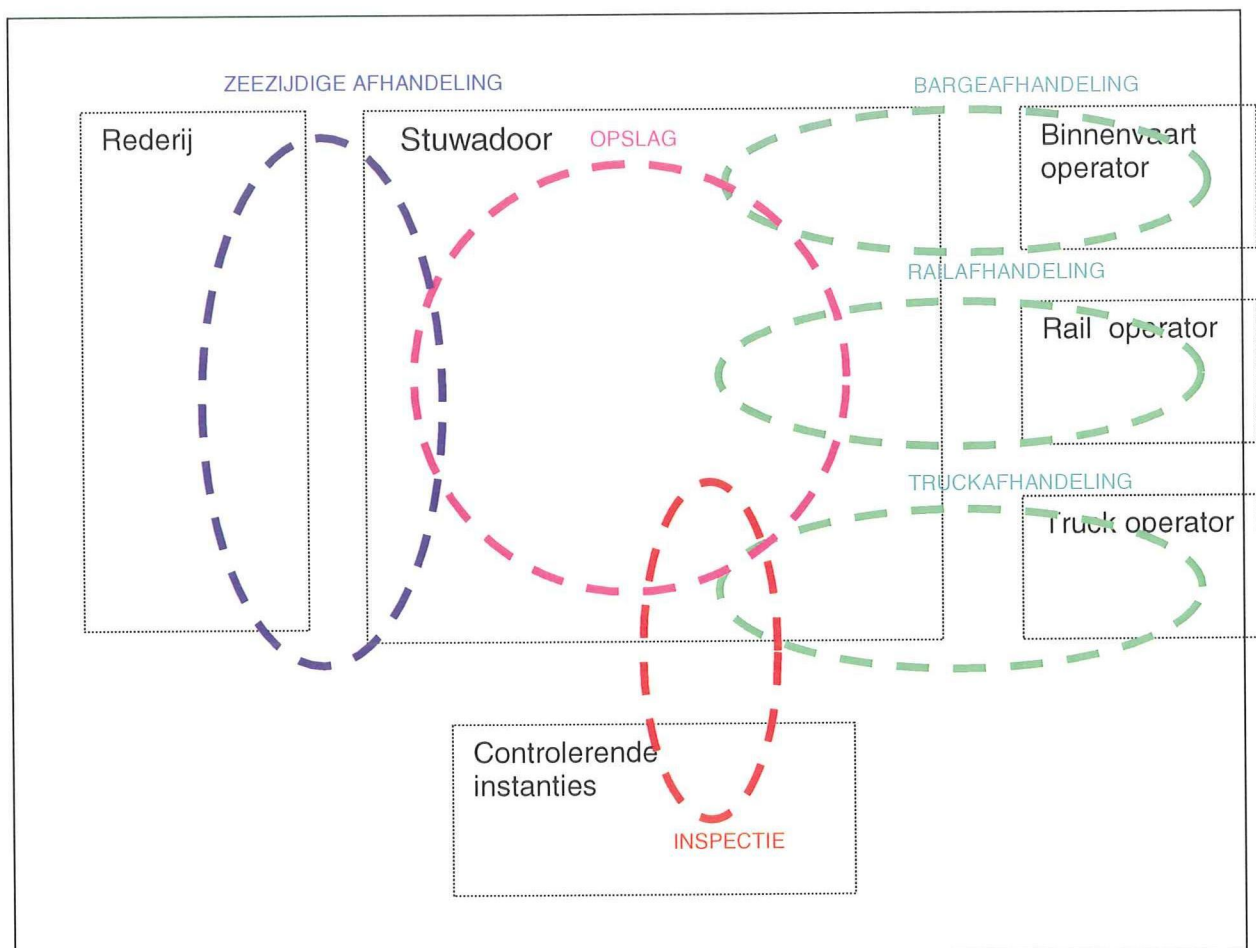
Tijdens de overslag op de terminal krijgt de stuwadoor te maken met een aantal controlerende instanties. De belangrijkste instantie is de douane.

De douane voert naast de administratieve verwerking van documenten ook fysieke controles uit. Het gaat hierbij om verificatie van in- en uitvoer aangiften. Op basis van risicoanalyse en steekproeven worden ongeveer 5% van alle import containers fysiek gecontroleerd. Ook alle transshipment containers met een bestemming buiten de EU vallen onder deze regeling.

Behalve de douane zijn er nog een aantal andere controlerende instanties zoals de Rijksdienst voor de keuring van Vee en Vlees (RVV) en de fytosanitaire dienst. De controles van deze instanties zijn van toepassing op een beperkt deel van de totale containers. Deze instanties kennen eveneens administratieve en fysieke controles.

In figuur 2.13 is een overzicht gegeven van de verschillende processen en de partijen die daarin een rol spelen.

Figuur 2.13 Overzicht van de verschillende partijen die in de terminalprocessen deelnemen



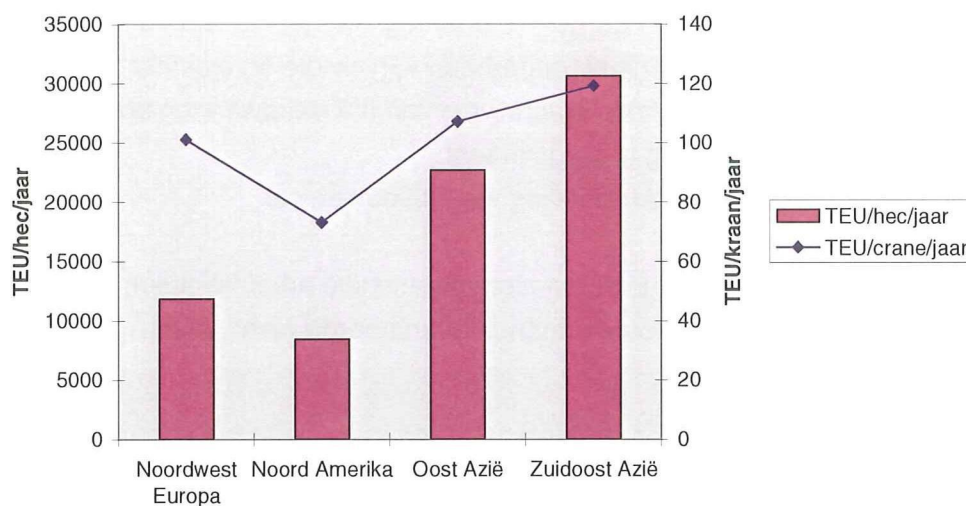
### 2.3.4 Prestaties van huidige terminals

Voor het vergelijken van de productiviteit van de terminals onderling worden de volgende prestatie-indicatoren gebruikt.

- Kraanproductiviteit: TEU's overslag per containerkraan per jaar;
- Ruimteproductiviteit: TEU's overslag per hectare per jaar;
- Kadeproductiviteit: TEU's overslag per meter kade per jaar;

In figuur 2.14 zijn voor een viertal regio's een tweetal prestatie indicatoren weergegeven. Deze geven de werkelijke ruimte- en kraanproductiviteit weer.

Figuur 2.14 Wereldwijde prestatieverschillen [Drewry, 2002]



Het gebruik van deze prestatie-indicatoren heeft zijn beperkingen. Locale invloeden vinden hun weerslag op in de prestatie-indicatoren: 60% – 70% van de variatie van de terminal prestatie wordt veroorzaakt door deze niet-technische factoren. [Drewry, 2002] Locale invloeden kunnen zijn:

- handelspatroon
- arbeidsethiek
- grondprijs
- arbeidskosten

In Noord Amerika wordt bijvoorbeeld nog veelvuldig gebruik gemaakt van terminal chassis. Dit betekent een lage ruimteproductiviteit, omdat alles 1 hoog wordt opgeslagen. Terminals in Zuidoost en Oost Azië hebben vaak hoge prestatiewaarden, als gevolg van lokale omstandigheden. De hoge grondprijs is de aanleiding voor een hogere bezettingsgraad van de kade en beter ruimtegebruik door hoger te stacken. Ook de economische omstandigheden, de minder strenge regelgeving en de lagere arbeidskosten hebben invloed op de hogere prestaties.

### 2.3.5 Kostenverdeling

Deze paragraaf gaat in op de kosten van de overslag op de containerterminal. Eerst wordt een opsomming gegeven van de verschillende kostensoorten. Vervolgens wordt aan de hand van een kostenmodel een overzicht gegeven van de totale kosten per container. Het overzicht is gemaakt als onderdeel van een FAMAS studie en is van toepassing op de Rotterdamse haven. [FAMAS, 2002c] Opgemerkt moet worden dat het een momentopname betreft.

#### Kostensoorten

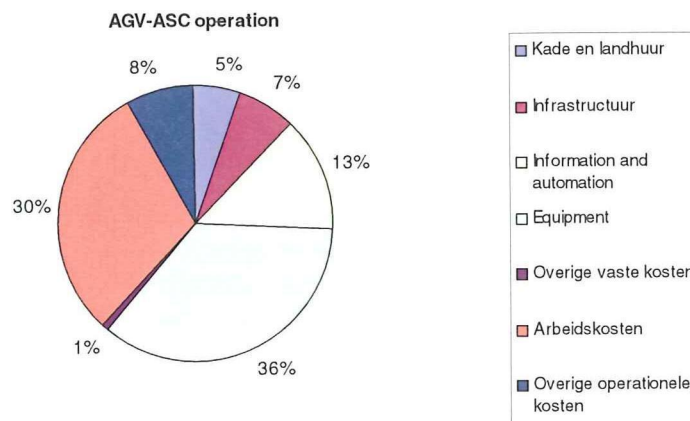
De volgende kostensoorten kunnen worden onderscheiden:

- Vaste kosten
  - Kade- en landhuur: af te dragen vergoeding aan het Havenbedrijf Rotterdam N.V.;
  - Infrastructuur: afschrijving en onderhoud van civiele en elektrische infrastructuur;
  - Information en automation: afschrijving van ICT-hardware en software;
  - Equipment: Afschrijving van equipment;
  - Overige vaste kosten: Afschrijving van gebouwen etc.
- Variabele kosten
  - Arbeidskosten: operationele en niet operationele arbeidskosten;
  - Overige operationele kosten: brandstof en energieverbruik etc.

#### Totale kosten per container

De opbouw van de totale kosten op de terminal wordt sterk beïnvloed door de keuze van het equipment. Geautomatiseerd equipment kent hogere investeringen in equipment maar lagere variabele kosten. In figuur 2.15 wordt een overzicht gegeven van de meest voorkomende variant in Rotterdam, namelijk de combinatie van AGV met automatische stackkranen AGV – ASC operation. In de figuur wordt de opbouw van de kosten per overgeslagen container weergegeven. De absolute kosten bedragen ongeveer € 100,-.

Figuur 2.15 Opbouw van de kosten in het geval van AGV-ASC operation [FAMAS, 2002c]



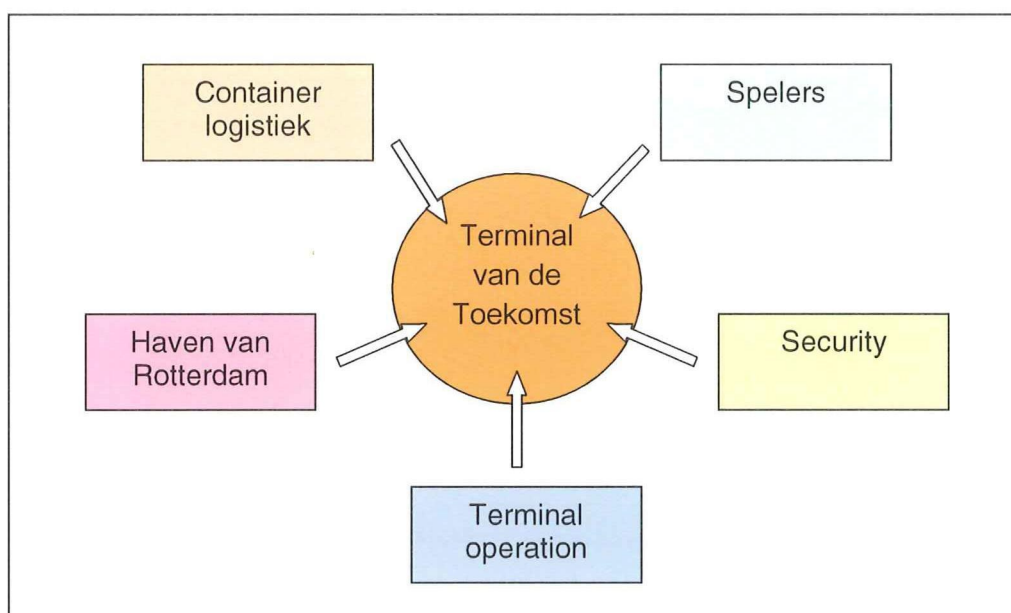
De kostenpost kade- en landhuur bedraagt ondanks de hoge investeringen voor landaanwinning en de aanleg van kademuuren ongeveer 10%. Dit komt omdat het Havenbedrijf het terminalterrein uitgeeft tegen huurtarieven onder de kostprijs. De investeringen worden terugverdiend door het zeehavengeld dat het Havenbedrijf ontvangt van rederijen.

### 3 Toekomstige ontwikkelingen

Na de beschrijving van de huidige situatie in het vorige hoofdstuk zal dit hoofdstuk ingaan op de trends en ontwikkelingen die hun invloed hebben op de terminal van de toekomst. Dit zal worden gedaan vanuit de volgende invalshoeken, ook weergegeven in figuur 3.1:

- Ontwikkelingen in de containermarkt en logistiek;
- Ontwikkelingen bij spelers in de containeroverslag;
- Ontwikkelingen op het gebied van security;
- Toekomstbeeld voor de haven Rotterdam;
- Technische ontwikkelingen in terminal operation.

Figuur 3.1 Verschillende invalshoeken voor de toekomstige ontwikkelingen die hun invloed hebben op de terminal van de toekomst



#### 3.1 Ontwikkelingen in de containermarkt en logistiek

De containermarkt anno 2003 heeft een dynamische karakter. Sinds het ontstaan van de container in de jaren '60 van de vorige eeuw bestaat er nog steeds een explosieve groei van het aantal containers. De containerlogistiek is sterk aan veranderingen onderhevig doordat hogere eisen gesteld worden aan de kwaliteit en kosten van het transport. Veranderingen in de containermarkt en logistiek hebben gevolgen voor de containeroverslag welke in deze paragraaf aan de orde komen. Voor de beschrijving van deze trends is gebruik gemaakt van [GHR, 2003] en [Breedveld, 1999].

##### Uitbreiding van de containermarkt

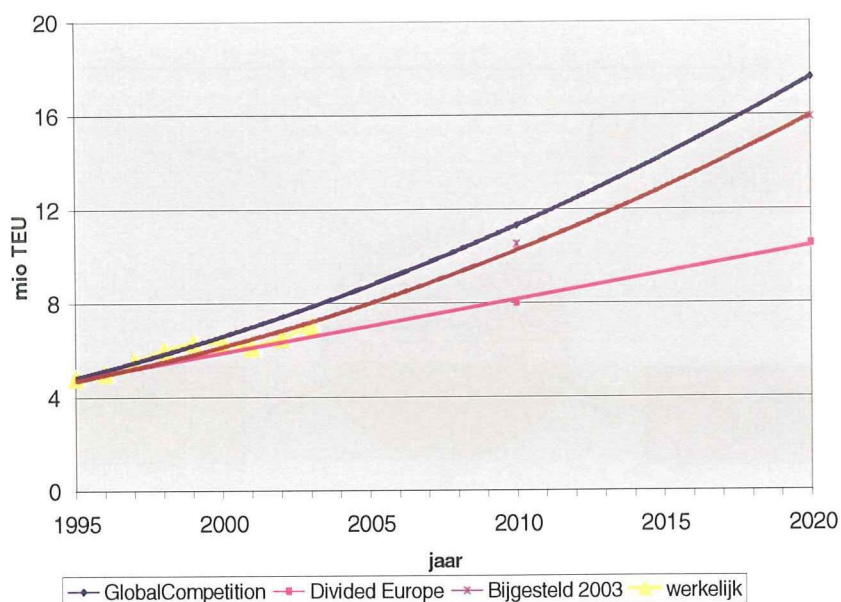
Gestimuleerd door de liberalisatie van handel neemt de globalisering verder toe en wordt de wereld als één markt beschouwd. Inkoop van grondstoffen, het inrichten van productielocaties en de afzet van eindproducten vindt plaats waar de hoogste voordelen behaald kunnen worden. De mondiale transportstromen nemen daardoor toe.

De wereldwijde containermarkt kent sinds 1990 een jaarlijkse groei van ongeveer 10%. De laatste jaren is het groeicijfer afgenomen tot ongeveer 8%. Soortgelijke cijfers worden ook in de toekomst verwacht.

### Verwachte containervolume voor Rotterdam

Voor het verwachte containervolume in Rotterdam zijn door het Havenbedrijf Rotterdam prognoses opgesteld tot het jaar 2020. Een tweetal economisch scenario's zijn gebruikt als uitgangspunt. [GHR 1998] Recent zijn deze waarden bijgesteld door het Havenbedrijf naar een verwachte groei van ongeveer 4,7 % tot het jaar 2020. Dit komt neer op een overslagvolume van 10,5 miljoen TEU in 2010 en 15,9 miljoen TEU in 2020. [GHR, 2003a] Deze aantallen zijn weergegeven in figuur 3.2. De bijgestelde groeiverwachting ligt tussen de twee senario's die eerder opgesteld zijn door het Havenbedrijf in Verkenningen 2020.

Figuur 3.2 Verwachte groei van de containeroverslag



Door verdergaande consolidatie van containerstromen neemt het aantal 40' containers in de toekomst toe. De verwachting is dat tot het jaar 2020 de TEU-factor stijgt van 1,6 naar 1,7. Het aantal 'high cube' containers neemt ook toe. Verdergaande containerisatie heeft ook een toename tot gevolg van het aantal reefer, tankcontainers en containers met gevaarlijke stoffen.

### Supply chain management

Commerciële ontwikkelingen in de keten hebben een belangrijke invloed op de structuur van de internationale containermarkt. Transport wordt steeds meer geïntegreerd in de logistieke keten, het zogenaamde supply chain management of ketenintegratie. Logistieke concepten als "postponed manufacturing" en "just in time" vragen om een betrouwbare, flexibele en frequente transportservice.

Ketenintegratie houdt in dat logistieke dienstverleners in toenemende mate een 'door to door' concept leveren. Het vervoer van producten vanaf de producent tot aan de consument wordt daarbij integraal beheerd. Verschillende vervoersnetwerken zoals zee-, spoor-, wegvervoer en binnenvaart worden daarbij optimaal op elkaar afgestemd. Dit maakt intermodaal transport aantrekkelijk, waarbij winst behaald wordt door schaalvoordelen en frequentere service.

### 3.2 Ontwikkelingen bij spelers in de containeroverslag

Deze paragraaf beschrijft de belangrijkste trends bij de volgende spelers in de containeroverslag:

- Rederijen
- Terminal operators
- Global containeroperators

#### 3.2.1 Rederijen

De toenemende eisen die gesteld worden aan de snelheid en betrouwbaarheid van het containertransport tegen lagere kosten leiden niet alleen tot grotere concurrentie maar ook tot samenwerking tussen bepaalde rederijen door middel van alliantievorming. Het marktaandeel van de grote rederijen neemt steeds verder toe door zowel overnames als vlootuitbreiding met grotere schepen.

##### Toename van de scheepsgrootte

Sinds de introductie van de post-panamax schepen in 1988 is de grootte van de schepen in een snel tempo gegroeid. In 2006 zullen de eerste schepen van 9500 TEU ingezet worden. [GHR, 2003b]

In de uitgangspunten van de FAMAS.MV2 studie is aangenomen dat de komende jaren de scheepsgrootte doorzet tot ongeveer 12.500 TEU. In een recente publicatie van het Havenbedrijf wordt aangegeven dat deze Large Container Carriers (LCC's) ongeveer de volgende karakteristieken hebben, zoals weergegeven in tabel 3.1. [Schuylenburg, 2003]

Tabel 3.1 Eigenschappen van de Large Container Carrier

Capaciteit	12 500 TEU
Lengte over alles	380 - 400 meter
Breedte	60 meter (23 containers)
Diepgang	15 meter (maximaal)
Dienstsnelheid	23 – 25 knopen

De gegevens zijn gebaseerd op 'economy of scale'. Mogelijke grenzen aan de groei worden bepaald door: [GHR, 2003b]

- Fysieke beperkingen van terminals, droogdokken en motorvermogen;
- Logistieke beperkingen om zeer grote aantallen containers in korte tijd te behandelen op de terminal;
- Economische beperkingen zoals de toename van laad- en lostijden aan de kade, en de overslagkosten op de terminal;

Deze grenzen blijken niet hard te zijn. Leveranciers van motoren, kranen en terminal operators spelen in op (verwachte) scheepsonwikkelingen. De scheepsgrootte is in de loop van de tijd dan ook sneller toegenomen dan men voor waarschijnlijk hield. Het is dan zeker ook niet ondenkbaar dat in de toekomst 15.000 TEU schepen (Suez Max) ingezet zullen worden. De introductie van 18.000 TEU schepen (Mallaca Max) wordt voorlopig nog onwaarschijnlijk geacht.

### Gevolgen van grotere schepen

Met de opkomst van de grotere schepen zullen rederijen de havens in een regio minder frequent aan gaan lopen. De verwachting is niet dat ze slechts één haven aanlopen, vanwege het feit dat in dat geval extra handelingen nodig zijn om de container per feederschip te transporteren. Dit brengt namelijk extra kosten met zich mee. Een mix van zowel kleine als grote schepen zullen op verschillende routes meerdere havens blijven aandoen. Dit betekent dat de toenemende scheepsgrootte niet zal leiden tot grote verschuivingen van multiporting naar meer hub en feeding. [Schuylenbrug], [van Dijk]

### Invloed van rederijen op de containeroverslag

In de toekomst zullen rederijen steeds vaker hun eigen terminals gaan runnen. Met het bezit van een terminal krijgt de rederij beter grip op de processen op de terminal en de doorvoer naar het achterland. Met de toenemende scheepsgrootte en het groeiende overslagvolume wordt het moeilijker om de containerstromen op de terminal en naar het achterland goed te beheersen. Ook biedt de overslag van containers voor een rederij financiële voordelen, omdat de marges op de overslag groter is dan op het maritiem transport.

### 3.2.2 Terminal operators

Locale terminal operators worden momenteel steeds vaker overgenomen door Global Terminal Operators (GTO's). Inmiddels beheren de vier grootste GTO's ruim een kwart van de overslagcapaciteit, zie tabel 3.2

Tabel 3.2 Marktaandeel van de top 5 global container operators in 2001 [Drewry, 2002]

Global container operator	Overslagvolume (mio TEU)	Marktaandeel
HPH	27,0	11,0 %
PSA	19,0	7,7 %
APM terminals	16,0	6,5 %
P&O Ports	9,8	4,0 %
Eurogate	8,6	3,5 %

In de toekomst zal het mondiale netwerk van de global terminal operators verder uitbreiden. GTO's streven naar onvermijdelijkheid door zich te vestigen in de hub-ports op de grote oost-west routes. Door aanwezig te zijn op strategische locaties kunnen rederijen niet meer om hen heen. [GHR, 2003c]

Wereldwijd zijn voorbereidingen gaande om Large Container Carriers (LCC's) toegang te bieden tot de havens. In diverse havens zijn plannen gemaakt om vaarwegen en zeekades te verdiepen. Terminal operators investeren in grotere kranen om LCC's te behandelen.

De samenwerking tussen de rederijen en terminal operators neemt onderling toe. De oorspronkelijke multi-user terminals zijn deels vervangen door dedicated terminals. In de toekomst zullen de rederijen gaan samenwerken met GTO's om toegang te krijgen tot een mondiaal netwerk. Deze ontwikkelingen zullen tot global container operators leiden die zowel de overslag als het maritieme transport beheren. [GHR, 2003c]



### 3.2.3 Global container operators

Schaalvergroting, ketenintegratie en kostenbeheersing zijn key-issues voor de spelers in de containermarkt. Verdere uitbreiding van het transportnetwerk vindt plaats door alliantievorming, fusies en overnames tussen rederijen en terminal operators. De toenemende samenwerking tussen rederijen en terminal operators zal mogelijk resulteren in een nieuwe groep global container operators die met eigen schepen verbindingen onderhouden tussen eigen terminals. [GHR, 2003c]

Naast de global container operator zal er in de keten nog een tweede partij aanwezig zijn: de global forwarder. Steeds vaker laten verladers via expediteurs hun transport plaatsvinden. Het marktaandeel van deze global forwarders neemt toe wegens toenemende zendinggrootte, het uitbouwen van hun netwerken en uitbereiding van hun dienstverlening. In de toekomst zal het aandeel van de global forwarders in het containertransport verder toenemen. Dit zal mogelijk leiden tot een nauwere samenwerking tussen global forwarder en global carriers, waarbij de eerste de logistiek en marketing op zich neemt en de tweede het fysieke maritieme transport uitvoert. [GHR, 2003c]

## 3.3 *Ontwikkelingen op het gebied van security*

De ontwikkelingen op het gebied van security gaan een steeds belangrijkere rol spelen in de toekomst. De informatie in deze paragraaf is verkregen uit een interview en de brainstorm sessie [Doves],[Brainstorm, 2004]. Deze paragraaf behandelt achtereenvolgens:

- De impact van security op de informatievoorziening
- De gevolgen van security voor terminal operation

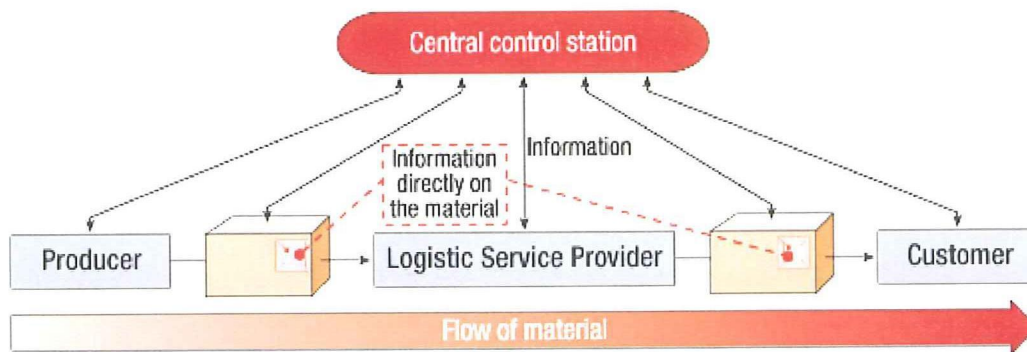
### 3.3.1 Impact van security op de informatievoorziening

Sinds 11 september 2001 zijn de ontwikkelingen op het gebied van security in een stroomversnelling geraakt. Dit heeft hoofdzakelijk als doel om terreuraanslagen te voorkomen. Daarnaast is er ook toenemende aandacht voor andere zaken zoals drugshandel en diefstal.

In twee jaar tijd heeft de Amerikaanse overheid verschillende maatregelen genomen om de veiligheid in het containertransport te verbeteren. Eén van deze maatregelen is het doorgeven van informatie over onder andere de inhoud, afkomst en bestemming van de container, afgelegde route, eventuele stops etc. om illegale lading te kunnen onderscheppen. Binnen de containerbranche wordt deze ontwikkeling gezien als een 'driver' voor de verbetering van de informatievoorziening in het containertransport.

Voor het realiseren van een betere informatievoorziening zullen steeds meer ICT toepassingen gebruikt worden in het containertransport. Een voorbeeld is het elektronische zegel de "smart seal". Een verdergaande maatregel is Radio Frequency Identification (RFID). Bij RFID worden containers uitgerust met zogenaamde radio tags. Deze voorzieningen maken het zogenaamde "tracking en tracing" van containers mogelijk wat gestimuleerd wordt door, o.a. de Amerikaanse overheid en verzekeraars, zie figuur 3.3.

Figuur 3.3 Principe van "tracking and tracing" met behulp van RFID (www.egs.de)



De verwachting is dat in 2020 van het grootste deel van de containers de juiste informatie beschikbaar is. Uitwisseling van informatie vindt plaats middels een centrale database waarbij elke partij alleen toegang heeft tot de voor hem relevante informatie. Verder zullen alle containers tegen die tijd uitgerust zijn met een tag om tracking en tracing mogelijk te maken. [Brainstorm, 2004]

### 3.3.2 Gevolgen van security voor terminal operation

Dat er in de toekomst meer informatie beschikbaar komt over containers wordt algemeen erkend. Tot nu toe wordt deze informatie hoofdzakelijk uitgewisseld tussen de rederij en de douane. De verwachting is dat terminal operators in de toekomst de nodige informatie ter beschikking krijgen om hun processen te kunnen optimaliseren.

Met de betere informatievoorziening in de toekomst kan de douane flexibeler optreden. Als gevolg van vroegtijdiger informatie-uitwisseling kunnen containers eerder vrijgegeven worden door de douane. Dit betekent ook dat de te scannen containers bij aankomst van het schip bekend zijn. De douane zal in de toekomst proberen haar taken in te passen in het logistieke proces. Bijvoorbeeld door meer controles in het achterland te laten plaatsvinden.

In de toekomst zal het aantal X-ray of röntgen scans toenemen. Er zal ook meer gecontroleerd worden op nucleair materiaal, zoals radioactief schroot of "vuile bommen". Daarnaast zullen meer maatregelen genomen moeten worden om de veiligheid van het containerschip te garanderen als deze in de haven afgemeerd ligt.

### **3.4 Toekomstbeeld voor de haven van Rotterdam**

Deze paragraaf behandelt eerst een aantal belangrijke ontwikkelingen voor de haven van Rotterdam. Daarop aansluitend wordt ingegaan op de visie van het Havenbedrijf op de containeroverslag in 2020.

#### **3.4.1 Ontwikkelingen rond de haven van Rotterdam**

In en rond de haven van Rotterdam zijn een aantal ontwikkelingen gaande die van belang zijn voor de toekomstige containeroverslag.

##### **Concurrentie in de Hamburg - Le Havre range**

De concurrentie binnen de HLH-range neemt toe. De laatste jaren hebben de andere Noordwest Europese havens een deel van hun 'natuurlijke' achterland teruggewonnen van Rotterdam. In het achterland van de Noordwest Europese havens vindt concurrentie plaats om vervoersstromen aan de haven te binden. De keuze voor een haven wordt in het bedrijfsleven voornamelijk bepaald op grond van de kosten en de betrouwbaarheid van het transport.

De komende decennia zal het economische zwaartepunt van Europa meer naar het zuid-oosten verplaatsen. Dit betekent dat de afstand van Rotterdam tot deze gebieden toeneemt. Een deel van de lading zal niet meer in Rotterdam maar in andere Europese havens worden overgeslagen.

##### **Van haven naar havennetwerk**

De haven ontwikkelt zich steeds meer tot een knooppunt in een achterlandnetwerk. Voor de containeroverslag betekent deze ontwikkeling dat de deepsea terminal in verbinding staat met een aantal achterland satelietterminals. Het havennetwerk vereist een goede beheersing van de informatie- en containerstromen. Satelietterminals kunnen worden voorzien van allerlei secundaire diensten zoals opslag, emptydepots of Value Added Logistics (VAL).

Value Added Logistics is een opkomende bedrijfssector die kansen biedt om lading aan de haven te binden. Bij VAL worden bepaalde stappen in het productieproces zo lang mogelijk uitgesteld en verplaatst richting de consumentenmarkt, vaak verwijderd van de havens aan de kust. Hierdoor kan de producent beter inspelen op veranderende wensen van de klant.

##### **Achterland transport**

De toenemende congestie op de ruit van Rotterdam en in de rest van Nederland verslechtert de bereikbaarheid van de haven en de sleutelpositie van Nederland op het gebied van transport en distributie. Vanuit overheidsperspectief is dit reden om het intermodale transport te stimuleren en een modal shift van wegtransport naar spoor- of binnenvaartransport te bewerkstelligen.

Wat betreft het achterland transport zijn de volgende ontwikkelingen gaande: [GHR, 2003a] Met de inzet van Lange en Zware Vrachtwagens (LZV's) of road trains wordt het mogelijk om respectievelijk 3 TEU en 10 TEU tegelijk over de weg te vervoeren. Deze trucks zullen vooral 's nachts ingezet worden tussen de Maasvlakte en een ontkoppelpunt aan de rand van de haven.

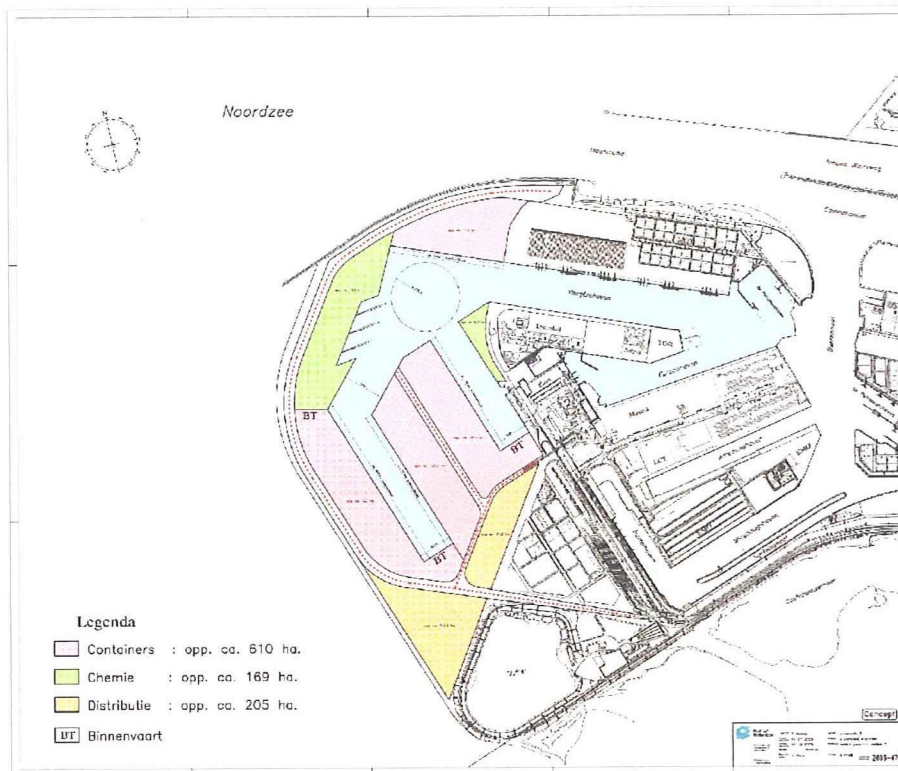
Voor het spoorvervoer zal de Betuwelijn in de toekomst een belangrijke rol gaan spelen. De logistieke prestaties zullen moeten toenemen tot een vergelijkbaar niveau van binnenvaart en wegvervoer. Logistieke concepten als shuttle treinen en rail service centra kunnen daarbij goede diensten bewijzen.

In de binnenvaart wordt verwacht dat de schaalvergroting zal doorzetten tot 600 TEU schepen. Het netwerk van inlandterminals wordt fijnmaziger en zal leiden tot efficiënter vervoer van containers, waardoor een verdere modal shift zal doorzetten.

### Aanleg van Maasvlakte 2

Om in de toekomst aan de vraag naar haventerreinen te kunnen voldoen is besloten tot de aanleg van de 2<sup>e</sup> Maasvlakte in zee. Met de beschikbaarheid van 600 hectare voor containeroverslag kan daar vanaf 2015 de groei ondergebracht worden. In figuur 3.5 is een lay-out variant van Maasvlakte 2 weergegeven.

Figuur 3.5 Lay-out van Maasvlakte 2 (niet definitief)



### 3.4.2 Visie op de containeroverslag in Rotterdam in 2020

In het Havenplan 2020 is de visie van de Rotterdamse haven uitgewerkt aan de hand van een toekomstbeeld over de economische en ruimtelijke ontwikkeling van de haven. In dit gemeentelijke rapport is de visie op de haven van Rotterdam in 2020 uitgewerkt met "De haven van Rotterdam als kwaliteitshaven" als ambitie. Deze visie is uitgewerkt in een dubbele doelstelling:

- Het versterken van de internationale concurrentiepositie van het haven- en industrieel complex;
- Een bijdrage leveren aan de versterking van de economische structuur van stad en regio;
- Een bijdrage leveren aan de verbetering van de ruimtelijke kwaliteit en de woon- en leefomgeving in de regio.

#### Visie op het gebied van ruimtelijke inrichting en containerlogistiek

De Rotterdamse haven in 2020:

- Kan de verwachte containergroei onderbrengen op Maasvlakte 2;
- Richt Maasvlakte 2 in als duurzaam bedrijventerrein;
- Clustert de deepsea containeroverslag op de Maasvlakte;
- Stimuleert en faciliteert de clustering en samenwerking van bedrijven die in de dezelfde markt opereren;
- Biedt samen met andere logistieke knooppunten een geïntegreerde dienstverlening bij het afhandelen van goederen;
- Biedt verbeterde achterlandverbindingen en goede overslagfaciliteiten voor deze vervoersstromen;
- Stimuleert een verdergaande verschuiving van de modal split ter vermindering van wegverkeer door samenwerking met inlandterminals en prijsbeleid;

#### Commerciële visie

De veranderende machtsverhoudingen tussen de spelers in de containermarkt en binnen de haven van Rotterdam zijn aanleiding voor een nieuwe visie van het Havenbedrijf op de containeroverslag in de haven van Rotterdam. In de toekomst zal het Havenbedrijf een gezonde marktwerking op de Maasvlakte stimuleren. Op lange termijn wil het Havenbedrijf een kwaliteitsverbetering doorvoeren. Dit moet bereikt worden door in te spelen op de volgende wensen van de rederijen:

- Verbetering van prestaties van stuwadoors;
- Optimalisering van achterlandverbindingen;
- Vermindering van hinder door controles en inspecties.

### 3.5 Technische ontwikkelingen in terminal operation

De toenemende eisen aan de overslagprestaties en de servicegraad stimuleren veranderingen in terminal operation en het gebruik van equipment. Een belangrijke ontwikkeling is de verdere toepassing van ICT op de terminal. Deze paragraaf gaat in op de belangrijkste technische ontwikkelingen in de zeezijdige overslag, terminaltransport en de stack.

#### Zeezijdige overslag

Evenredig met de groter wordende zeeschepen worden ook de kadekranen opgeschaald. De gemiddelde afstand die een container aflegt tijdens een move wordt daarbij steeds groter. Ondanks een verhoging van de snelheid ligt de bruto systeem productiviteit van een standaard kadekraan momenteel rond de 25-30 moves per uur. [FAMAS, 2001]

De laatste jaren is er weer toenemende belangstelling voor het toepassen van twee katten op een kraan. Momenteel wordt het systeem wereldwijd gebruikt op enkele terminals. Ook bij de toekomstige Euromax wordt dit systeem toegepast. Met een tweede kraankat ligt de bruto systeem productiviteit rond de 30 moves per uur.

Een andere ontwikkeling is de toepassing van twinlift en tademlift. In dat geval is de kadekraan uitgerust met een speciale spreader waarbij meerdere containers tegelijk opgehesen worden. De gemiddelde bruto systeem productiviteit komt echter niet boven de 45 moves per uur. [Rijssenbrij, 2003]

#### Terminaltransport

Op het gebied van terminaltransport zijn sinds de introductie van de AGV nauwelijks nieuwe transportmiddelen geïmplementeerd. Wel zijn er ontwikkelingen gaande om de voordelen van de Terminal trekker en een Straddle carrier te combineren in een Shuttle Carrier. De Shuttle carrier is dan ook een wendbaar en flexibel voertuig wat manueel of geautomatiseerd ingezet kan worden. De Shuttle Carrier is te zien in figuur 3.6



Figuur 3.6 Shuttle Carrier [Kalmar]

#### Stack

De toenemende groei van het containervolume vereist een efficiënter gebruik van de stackruimte. Een mogelijkheid om dit te bereiken is het verplaatsen van het uitwisselingspunt van in de stack naar het uiteinde van de stack. Dit concept levert een betere ruimteproductiviteit maar vereist hogere transportsnelheden in de stack.

Het stacken met behulp van de straddle carrier en de RTG zal in de toekomst minder aantrekkelijk worden. Beide werktuigen zijn populair vanwege de flexibiliteit, maar zijn minder efficiënt in het ruimtegebruik en hebben een lagere transportsnelheid. De RMG en OBC hebben meer toekomst. Op de nieuwste terminals van Altenwerder (Hamburg), de Pasir Panjang Terminal (Singapore) en de toekomstige Euromax terminal (Rotterdam) wordt deels of geheel automatische gestackt met behulp van RMG's of OBC's. [Rijssenbrij, 2003]

### **3.6 Samenvatting**

In dit hoofdstuk is een beeld gegeven van de toekomstige ontwikkelingen. Het hoofdstuk wordt met onderstaande samenvatting afgesloten.

De globalisering en liberalisering van de handel heeft geleid tot een verdere stijging van het overslagvolume. In het jaar 2020 zal het overslagvolume in Rotterdam verdubbeld zijn tot ongeveer 16 miljoen TEU.

De rederijen breiden de komende decennia de scheepsgrootte uit van 8000 TEU naar 12.500 TEU. Terminal operators houden bij de bouw van nieuwe terminals ook daadwerkelijk rekening met deze ontwikkeling.

De ontwikkelingen op het gebied van security zullen een belangrijke rol spelen in de toekomst. Ze worden gezien als een aanzet voor de verbetering van de informatie-uitwisseling in het containertransport.

De haven van Rotterdam zal in het jaar 2020 de deepsea overslag van containers geclusterd hebben op de eerste en tweede Maasvlakte. Een uitgebreid havennetwerk van inland terminals zal mogelijk bijdragen aan een snelle en betrouwbare doorvoer van containers naar het achterland.

Ontwikkelingen in de overslagtechniek leiden tot verbetering van de productiviteit op de terminal en toename van geautomatiseerde systemen.





## 4 Toekomstige knelpunten in de Rotterdamse containeroverslag

In de voorafgaande hoofdstukken is een overzicht gegeven van de huidige situatie in het containertransport en de op handen zijnde ontwikkelingen voor de toekomst. In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de belangrijkste knelpunten in de Rotterdamse containeroverslag in 2020 wanneer de huidige terminalconcepten gehanteerd blijven. In dit geval worden de knelpunten vanuit de gebruikers van de deepsea terminal in kaart gebracht. Onder de gebruikers verstaan we de rederijen, de stuwadoor en de achterlandoperators. Uit het overzicht van deze knelpunten zal tenslotte de probleemstelling volgen.

### 4.1 Zeezijdige afhandeling van containers

De zeezijdige afhandeling van containers bestaat uit het ophijsen van de container van het deepsea schip en het verdere transport naar de stack met behulp van een intern transportmiddel. Daarbij zullen zich in de toekomst een aantal problemen voordoen die hieronder zijn weergegeven.

#### 4.1.1 Berthproductiviteit

Onder de berthproductiviteit over de deepsea kade wordt het aantal effectieve handelingen (moves) per schip per uur verstaan. Momenteel ligt dat in een range van 100 tot 150. Rederijen willen de tijd dat hun schip in de haven verblijft, de zogenaamde "In Port Time" beperken tot maximaal 24 uur. Met de trend van de steeds groter wordende zeeschepen en de daarmee toenemende call-size betekent dit dat de berthproductiviteit over de kade vergroot moet worden tot ruim 200 moves per uur per schip. [FAMAS, 2001] Omdat bij de bouw van nieuwe schepen de capaciteit vooral vergroot wordt door in de breedte uit te bereiden is het niet mogelijk om meer kranen toe te passen hetgeen inhoudt dat de productiviteit per kraan vergroot moet worden.

#### 4.1.2 Afstemming van de interne transportmiddelen op de kraancyclus

In het verleden werd de bruto systeem productiviteit van een kadekraan bij het gebruik van AGV- of MTS-systemen negatief beïnvloed doordat er niet altijd op het juiste moment een voertuig beschikbaar was onder de kraan waar de container op geplaatst kon worden. Daardoor moest de kraan wachten hetgeen zorgde voor een lagere productiviteit. [Incomaas, 1996c] Door nieuwe besturingssystemen zijn die problemen voor het grootste deel verholpen. Met de toenemende containerstromen zullen er meer AGV- en MTS-systemen in omloop komen, hetgeen een ingewikkelder besturingssysteem vereist. De kans op congestie en daarbij optredende vertragingen wordt groter met als gevolg toenemende kosten.

#### 4.1.3 Productiviteitsgrens aan de huidige manieren van intern transport

Onder de productiviteit van het interne transport wordt het aantal containers verstaan dat per uur verwerkt kan worden. De huidige manieren van intern transport kennen een maximum aan hun productiviteit: omdat de voertuigen met elkaar in interactie zijn zal er congestie ontstaan en zal de productiecapaciteit afnemen. [FAMAS, 2001] De verwachting is dat in de toekomst, wanneer de containerstromen toenemen, deze productiviteit bereikt wordt en er gezocht moet worden naar nieuwe concepten om containers van de kade naar de stack te transporteren.

## **4.2 Productiviteit van de stack**

De productiviteit van de stack is voornamelijk afhankelijk van de stackhoogte en de dwelltime. De gemiddelde dwelltime op de terminals bedraagt momenteel ongeveer 5 dagen en zal in de toekomst naar verwachting licht dalen. [FAMAS, 2000b] De lange dwelltime wordt veroorzaakt doordat alle partijen rekening houden met mogelijke fouten en een ruime tijdsmarge inbouwen. Daar komt bij dat de verladers een terminal zien als een goedkope manier van opslag en zo bijdragen aan een langzame doorvoer van containers. Een lange dwelltime heeft een negatieve invloed op de productiviteit van de stack.

De stackhoogte wordt bepaald door een optimum van de totale kosten van de opslag van een container. Deze kosten hangen af van factoren als grondprijzen en de kosten van de stacking crane, het omstapelen en het interne transport.

Om met groeiende containeraantallen de transportafstanden binnen de terminal beperkt te houden is onder andere een toename van de productiviteit van de noodzakelijk.

## **4.3 Bereikbaarheid van de haven vanuit het achterland**

Met de toenemende vervoersstromen zal de bereikbaarheid van de Rotterdamse haven verder afnemen. Zeker voor wat betreft het wegvervoer treden er grote vertragingen en daarmee gepaard gaande kostenposten op vanwege congestie. Vooral de snelwegen rond Rotterdam vormen daarbij een probleem. [GHR, 2003a]

## **4.4 Truckafhandeling**

Onder truckafhandeling verstaan we het proces van het afhandelen van containers voor het wegvervoer binnen de grenzen van de terminal. De in de toekomst groter wordende containerstromen, de scherpere eisen van verladers aan de snelheid van de truckafhandeling en het nog steeds voorkomen van piekbelastingen op de terminal vraagt om nieuwe concepten voor de truckafhandeling. [FAMAS, 2003]

## **4.5 Probleemstelling**

Vanwege de toenemende scheepsgroottes, de daardoor groter wordende call-sizes en de scherpere eisen van rederijen en verladers zullen de huidige terminalconcepten in 2020 niet meer voldoen voor wat betreft de overslagsnelheid, de productiviteit van het interne transport, de productiviteit van de stack, de bereikbaarheid vanuit het achterland en de afhandeling van het wegtransport.

## 5 Innovatieve technische ontwikkelingen in de containeroverslag

In dit hoofdstuk zal een omschrijving worden gegeven van innovatieve concepten die in het verleden zijn ontwikkeld, maar niet of nauwelijks zijn toegepast. Per innovatie zullen de voor- en nadelen aangegeven worden alsmede de toepasbaarheid van de innovatie. Dit hoofdstuk beperkt zich tot innovaties die een bijdrage kunnen leveren aan de problemen zoals die geschetst zijn in hoofdstuk 4.

Over het algemeen geldt dat de innovatieve concepten hogere kosten per container met zich meebrengen, gevoeliger zijn voor storingen en meer onderhoud vereisen.

De meeste innovatieve concepten zijn gevonden in rapporten van de Incomaas en FAMAS onderzoeksprojecten. Incomaas is een gezamenlijk project van het Havenbedrijf Rotterdam en ECT. Het hoofddoel van Incomaas was het opstellen van een Masterplan waarin het gewenste eindbeeld voor het jaar 2020 werd gepresenteerd en waarin tevens de gefaseerde ontwikkeling werd weergegeven die tot dit eindbeeld zou kunnen leiden.

FAMAS kan gezien worden als een vervolg op de Incomaas onderzoeksprojecten.

Internationale congresdocumentatie (o.a. Track On Conference, TOC), tijdschriften en websites leverden weinig extra informatie op.

De innovaties die geen oplossing bieden aan de problemen die geschetst zijn in hoofdstuk 4, maar wel interessant kunnen zijn voor de toekomst zijn beschreven in Bijlage E. Onder andere zullen in de bijlage het floating port concept, een jetty in zee en innovaties op het gebied van kademuuren behandeld worden.

### 5.1 Zeezijdige afhandeling

Met de toenemende scheepsgroottes en de bestaande eis van rederijen om de "In port time" van hun schepen te beperken tot 24 uur is het noodzaak om de productiviteit te vergroten. Momenteel bedraagt het aantal handelingen per schip, per uur 100 tot 150, maar met de toenemende scheepsgroottes zal dat opgeschroefd moeten worden naar 210. Om in deze eis van de rederijen te kunnen voorzien zijn hierna een aantal mogelijkheden gegeven om de productiviteit van de zeezijdige afhandeling te verhogen.

De innovaties ter bevordering van de zeezijdige afhandeling zijn opgesplitst in twee groepen, te weten:

- Verhogingen van de berthproductiviteit, § 5.1.1
- Verbetering van de afstemming tussen intern transport en de kraancyclus, § 5.1.2

#### 5.1.1 Verhogingen van de berthproductiviteit

Onder de berthproductiviteit verstaan we het aantal handelingen per schip, per uur. Onderstaande innovaties kunnen de productiviteit over de kade positief beïnvloeden.

- De insteekhaven;
- Twin- en tandemlifting;
- De twee-kat-kraan;
- Vermindering van de verticale hijsafstand;
- De smallere kraan;
- Het twistlockstation.

#### De insteekhaven

Het principe van een insteekhaven is gebaseerd op het tweezijdig laden en lossen van containerschepen. De winst van het concept zit in de mogelijkheid om meer kranen per schip in te kunnen zetten, zie figuur 5.1. [Hollebrands, 2002]

Figuur 5.1 De insteekhaven



Mocht het concept worden toegepast dan is het de bedoeling om meerdere insteekhavens naast elkaar aan te leggen. De pieren tussen de insteekhavens zullen gebruikt worden voor de aan- en afvoer van containers en de ondersteuning van de kranen.

Het binnenvaren van de haven kan op twee manieren gebeuren: in het eerste geval wordt het schip door lieren naar binnen getrokken en in het tweede geval vaart het schip zelf naar binnen. Dat laatste gaat sneller maar vereist wel extra diepte om de stromingsweerstand te beperken. Aan beide kanten komt op de pier een servicestroom.

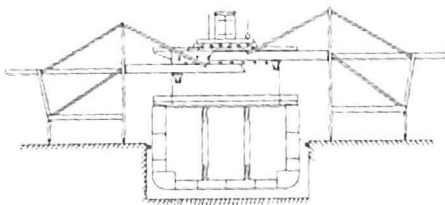
Voordelen:

- De mogelijkheid om behandelsnelheden tot wel 300 moves per schip per uur te halen.

Nadelen:

- Bij het gebruik van de insteekhaven is onder slechte weersomstandigheden extra tijd benodigd voor het aan- en afmeren. Het schip moet zich namelijk precies voor de insteekhaven manoeuvreren en vervolgens voorzichtig de insteekhaven binnengaan. Dit neemt ongeveer een uur extra in beslag.
- Faciliteiten voor het bunkeren moeten in de pier worden aangebracht omdat het onmogelijk is een bunkerschip langs zij te laten komen.
- Bij conventionele kranen bestaat een spanningsveld tussen containers in het midden van het schip die bereikbaar moeten zijn, en de kranen die elkaar niet mogen hinderen. Hiervoor zijn de volgende oplossingen:
  - Het gebruik van bomen op verschillende hoogtes, zie figuur 5.2.

Figuur 5.2 Verschil in boomhoogte om hinder te voorkomen



Bijkomend voordeel is dat wanneer meerdere insteekhavens naast elkaar worden aangelegd de backreaches elkaar ook niet hinderen.

- Het toepassen van kranen met een boom die over de volledige breedte van het schip reikt.
- Het gebruik van brugkranen. Daarbij speelt het probleem dat de stuurhut zo'n 20m hoger is dan de werkhogte van het schip. Een oplossing moet gezocht worden in het

- toepassen van 3 brugkranen en 2 conventionele kranen omdat zich achter de stuurhut maar een kwart van het aantal containers bevindt. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat misschien in de toekomst de positie van de brug verandert.
- Het verhogen van de brugkranen, maar dit brengt weer een onnodig zware constructie en slinging van de container met zich mee. Tevens wordt het zicht van de kraanmachinist daardoor beperkt.
  - Er ontstaat een bijzonder ingewikkelde kruising voor intern terminal transport dat van de pieren afkomt hetgeen de doorstroming negatief beïnvloed. Een oplossing zou kunnen zijn het haaks stacken van containers op de pieren waarbij de voertuigen rechtuit kunnen rijden.
  - De besturing van de transportmiddelen en de scheepsplanning wordt ingewikkelder.
  - De binnenvaartschepen kunnen niet tegelijkertijd in een insteekhaven behandeld worden vanwege de verschillende processen die zich dan op de kade en de pier af gaan spelen. Een oplossing is een eigen conventionele (binnenvaart-) kade op het terrein, echter zijn er dan weer extra kranen nodig.
  - Bij de afhandeling van deepsea schepen is er sprake van minder flexibiliteit omdat het aantal ligplaatsen en kranen niet te variëren is.
  - Bijkomend nadeel van de langere afmeertijd is een lagere bezettingsgraad. Bij de conventionele kade was er alleen verlies van kade, nu ook nog eens van kranen, omdat die niet elders ingezet kunnen worden.
  - Om te hoge stroomsnelheden te voorkomen zal er extra diepgang moeten worden gecreëerd hetgeen een duurder kademuur tot gevolg heeft. Wellicht is in dat geval een steiger op palen voordeliger dan een grondkerende constructie.

#### Toepasbaarheid:

De insteekhaven is reeds toegepast op de CERES terminal in Amsterdam. Schepen worden daar aan beide zijden behandeld met in totaal 10 kadekranen. Deze kranen zijn uitgerust met een boom die over het hele schip kan reiken. Op dit moment blijkt er nog weinig animo van rederijen te zijn om daar gebruik van te maken, vooral vanwege de bereikbaarheid vanaf zee en de matige achterlandverbindingen.

Een insteekhaven kent nog zoveel nadelen dat het waarschijnlijk de komende jaren nog geen verantwoorde investering is. Als straks daadwerkelijk de LCC vaart en de callsize toeneemt kan aanleg interessant worden. De reder wil dan wellicht ook meer betalen voor een snellere overslag. Tevens bestaat er een mogelijkheid om met behulp van drijvende concepten ook tweezijdig te lossen.

#### Twin- en tandemlifting

Een oplossing om meer containers per uur te kunnen behandelen is het laden of lossen van twee containers tegelijk, zie figuur 5.3.

Figuur 5.3 Twinlifting



Momenteel bestaat de mogelijkheid al om twee 20' of 40' containers tegelijk op te tillen. De 20' containers worden daarbij naast elkaar in de lengterichting gehesen, de zogenaamde twinlift.

De 40' containers worden parallel naast elkaar gehesen, het zogenaamde tandemliften. In het geval van lege containers bestaat zelfs het idee om twee 40' containers door middel van de twistlocks op elkaar te bevestigen en gezamenlijk op te hijsen.

Voordelen:

- Mogelijkheid om berthproductiviteit te vergroten.

Nadelen:

- Omdat niet altijd beide containers dezelfde bestemming hebben binnen de terminal, is het niet altijd praktisch om beide containers op hetzelfde transportmiddel te vervoeren.
- Bij het beladingplan moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid van twinlifting door alle twinlift-containers bij elkaar te zetten zodat er geen tijd verloren gaat met het telkens omschakelen van enkel naar dubbel hijsen. Tevens moeten bij 20' containers de deuren naar de buitenkant gericht zijn zodat inspectie mogelijk is.
- Beide containers kunnen een verschillend gewicht hebben waardoor de spreader scheef kan komen te hangen.
- Het behandelen van meerdere containers tegelijk stelt hogere sterkte- en stabiliteitseisen aan de gebruikte kranen en de daaronder gelegen fundering.

Toepasbaarheid:

Momenteel wordt twinliften al veel toegepast. Tandemliften wordt reeds toegepast in Spanje (Algeciras) en Dubai. Het systeem is goed toepasbaar wanneer men met conventionele kranen een productiviteitsverhoging wil bewerkstelligen. Wel moeten zowel de kraan als de kade voldoende sterkte en stabiliteit bezitten.

#### **Meerdere-kat-kraan**

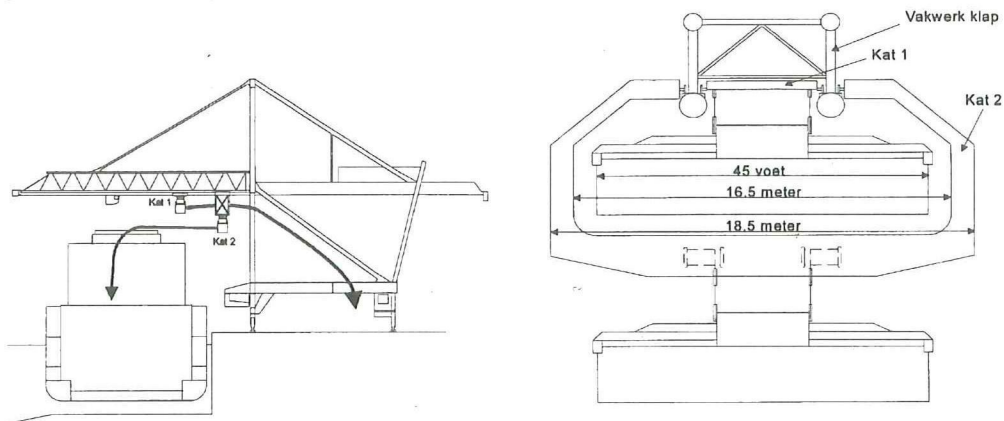
De conventionele kadekraan is zo goed als uitontwikkeld. Technisch is hij in staat tot vijftig containers per uur te verwerken, maar door technische storingen en een slechte afstemming tussen de kraancyclus en het kadetransport behandelt hij in de praktijk gemiddeld niet meer dan dertig containers per uur. Door vier kranen tegelijk in te zetten, haalt een stuwadoor een productie van ruim honderd containers per uur.

Om tot hogere kraanproducties te komen zijn een aantal mogelijkheden gegeven waarbij 2 of 3 katten worden gebruikt op één kraan.

*Passeerkat*

Het principe van de passeerkat is dat de kraan wordt uitgerust met twee katten, die elkaar kunnen passeren, zie figuur 5.4. [Incomaas, 1996c]

Figuur 5.4 De passeerkat-kraan



De kraanmeester blijft boven het schip gepositioneerd en de cyclus wordt gedeeltelijk geautomatiseerd uitgevoerd.

Voordelen:

- Hogere kraanproducties.

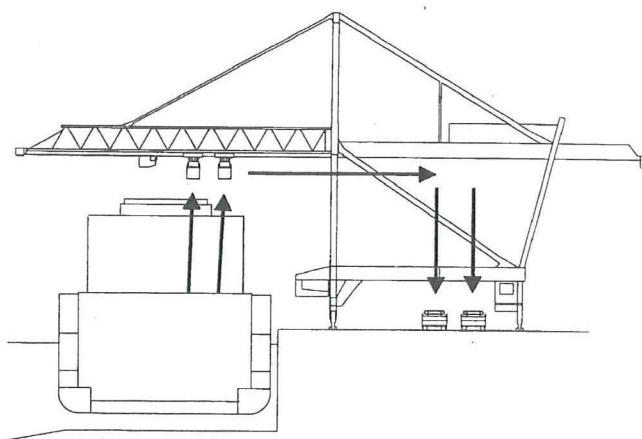
Nadelen:

- De container van de bovenste kat moet tot boven aan toe gehesen worden om de andere kat te kunnen passeren. Dit beïnvloedt de cyclustijd van de bovenste kat, en daarmee ook op de cyclustijd van de onderste kat.

*Tandemkat*

Een andere mogelijkheid om twee katten op een kraan te laten werken is het tandemkat systeem, waarbij de beide katten simultaan werken, zie figuur 5.5. [Incomaas, 1996c]

Figuur 5.5 De tandemkat kraan



Voordelen:

- Hogere kraanproductie.

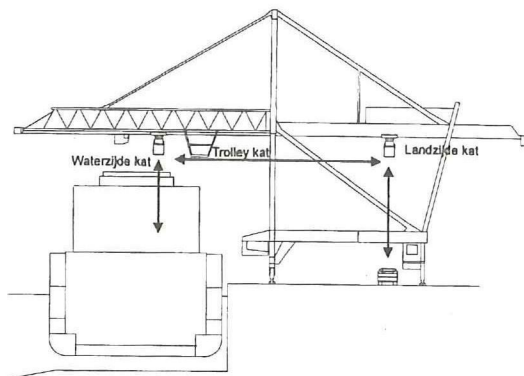
Nadelen:

- De katten moeten op elkaar wachten;
- Waarschijnlijk zijn er twee kraandrijvers nodig om vertragingen te voorkomen.

### *Continue-transport-kraan*

Een andere mogelijkheid is de continue-transport-kraan, waarbij de kraancycclus opgedeeld wordt in een verticale hijsbeweging uit het schip, een horizontale beweging tussen schip en kade en een tweede verticale beweging ter hoogte van de kade, zie figuur 5.6. [Incomaas, 1996c]

Figuur 5.6 De continue-transport-kraan



Voor het horizontale transport kan gebruik gemaakt worden van een kettingtransporteur of een trolley-kat. In het geval van de kettingtransporteur ondersteunen de schakels van de kettingen de cornerfittings van de container. Omdat zowel 20' als 40' containers behandeld moeten worden maakt men gebruik van vier kettingen. Bij drie kettingen ontstaat torsie in de boom.

Het systeem werkt alleen wanneer alle cellen van het schip bereikbaar zijn voor de kettingtransporteur. De oplossing kan misschien gezocht worden in een uitschuifbare transporteur of het plaatsen van de transporteur op het naastgelegen ruim, hetgeen er echter wel weer voor zorgt dat de kraan breder wordt en er zodoende weer minder kranen op een schip kunnen werken. Optie zou kunnen zijn om de container in dat geval 90° te draaien, echter heeft dat grote slingeringen tot gevolg alsmede een veel zwaardere kraanconstructie. Bij het gebruik van een platformwagen (trolley) is er geen sprake meer van continue transport.

Hoewel de cyclustijd per kat wordt verkleind, is er geen merkbare verhoogde productiviteit. De oorzaak hiervan is de moeilijke afstemming van de twee katten, waardoor zij op elkaar moeten wachten en de extra tijd die gemoeid is met het overpakken.

Een verbeterde versie bestaat uit een kraan waarbij de platformwagen (trolleykat) tot boven het schip kan komen, en de waterzijdige kat dus op zijn plaats kan blijven. Behalve dat het naar boven toe hijsen extra tijd kost gaat er ook nog steeds veel tijd verloren aan het neerzetten en oppakken van de trolley.

In plaats van het horizontale transport uit te voeren met een trolley zou men ook kunnen overwegen een tussenplatform te installeren waar de zeezijdige kat de container nee zou kunnen zetten. Zodoende bestaat er een mogelijkheid tot bufferen en is het mogelijk om op het platform, buiten de kraancycclus om, twistlocks te verwijderen en containernummers te lezen.



Voordelen:

- De verticale bewegingen zijn volledig ontkoppeld, waardoor theoretisch grotere kraanproducties te behalen zouden moeten zijn.

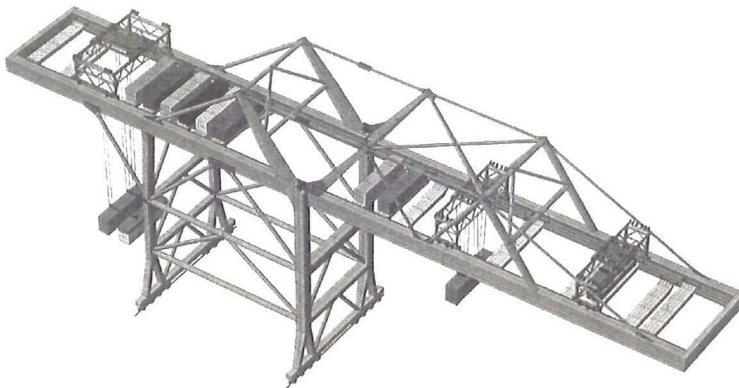
Nadelen:

- Bij het gebruik van een continue transport systeem moet men rekening houden met het feit dat containers alleen mogen steunen op de vier hoekpunten (cornerfittings) waardoor zeer hoge puntbelastingen optreden.
- Containers kunnen niet zomaar op de snel lopende kettingtransporteur geplaatst worden;
- Door de kettingtransporteur ontstaat een zeer zware constructie;
- Er gaat veel tijd verloren met het oppakken dan wel neerzetten op trolley of kettingtransporteur.

### *Carrier Crane*

Een laatste variant in de serie van kranen die zijn uitgerust met meerdere katten is de Carrier Crane, zie figuur 5.7. [Rijsenbrij, 2002] [Luttekes, 2003]

Figuur 5.7 De Carrier Crane



Twee katten aan scheepszijde halen de containers naar boven, zetten ze op een karretje die de containers tot boven de kade rijdt, alwaar een andere kat ze beetpakt en neerzet. De Supertainer is de Amerikaanse variant hierop.

Voordelen:

- Verhoging van de technische kraanproductiviteit;
- De kraan kan een redelijk constante hoeveelheid containers produceren. Dat is een groot voordeel, omdat daardoor het landtransport beter te plannen is.
- De trolley boven het schip maakt alleen verticale bewegingen en is dus minder gevoelig voor slingerbewegingen;
- De scheepzijdige kat hoeft niet meer te wachten op het horizontale transport omdat er platformwagens gebufferd kunnen worden;
- De carrier crane is met drie katten uitgerust: wanneer er één uitvalt is het mogelijk om met de twee door te werken.
- De kat kan uit het midden geplaatst worden, waardoor een grotere flexibiliteit bereikt kan worden.

Nadelen:

- Er rusten verscheidene containers op het gedeelte van de kraan boven de scheepszijde, waardoor de druk op constructie en kade erg groot wordt.

Toepasbaarheid van systemen met meerdere katten:

Het twee-kat systeem is in het verleden toegepast op de Delta Multi User terminal in Rotterdam. Doordat het interne transport niet goed afgestemd kon worden op de kraancycclus was er nauwelijks een productieverhoging merkbaar, hetgeen er voor heeft gezorgd dat dit systeem snel weer verdween.

Momenteel maakt men in o.a. in Hamburg (Altenwerder) gebruik van een systeem met een dubbele kat. Ook de toekomstige Euromax terminal in Rotterdam gaat met dat systeem werken.

Het systeem dat men hanteert is een systeem waarbij de zeezijdige kat de container op een tussenplatform plaats waar twistlocks worden verwijderd en het containernummer wordt gelezen. Vervolgens plaats een landzijdige kat de container op een AGV.

### Verminderen van de verticale hijsafstand

#### *Verhoogde kade*

Om de verticale hijsafstand te verminderen is het te overwegen om de kade te verhogen. Het kadetransport zou het hoogteverschil kunnen overbruggen door een spiraal aan te leggen met een helling van 2%. Door de achterpoten van de kraan en de scheepsluiken op een betonnen verhoging te plaatsen is het mogelijk voor de AGV's om op meerdere plaatsen in- of uit te voegen op de hoofdstroom. Normaal gesproken gebeurt dat namelijk alleen aan het begin en eind van het schip.

#### Voordelen:

- Beperking van de kraancyclus en daardoor grotere productiecapaciteit. Het voordeel is echter beperkt omdat de spreader normaal gesproken niet tot de kat wordt gehesen.
- Omdat AGV's niet meer tot het einde van het schip door hoeven te rijden maar vroegtijdig kunnen uitbreken wordt de congestie beperkt en zorgt het voor een betere doorstroming van de AGV's.

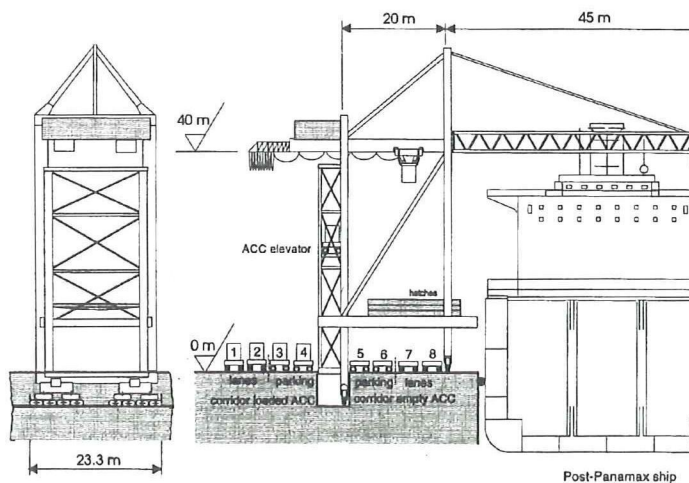
#### Nadelen:

- De AGV's krijgen een grotere cyclustijd waardoor meer AGV's nodig zijn.
- Door de langere routes neemt de bestuurbaarheid af. Om dit door bufferen te compenseren zijn extra AGV's nodig.

#### *High Performance Elevator Crane*

Een andere mogelijkheid om de verticale hijsafstand te beperken is de introductie van de High Performance Elevator Crane die ter overbrugging van de verticale afstand gebruik maakt van een lift, zie figuur 5.8. [Incomaas, 1996c]

Figuur 5.8 De high performance elevator crane



Een lege AGV die volledig overdwars kan rijden wordt door de geïntegreerde voertuiglif omhoog gebracht.

De bewegingen van de kat en de spreader boven de kade zijn volledig geautomatiseerd, evenals de liftbeweging. De besturingscabine is los van de kat opgehangen en blijft gedurende het laden en lossen boven het schip.

Voordelen:

- Verkorting van de kraancyclus en daardoor grotere productiecapaciteit. Het voordeel is echter beperkt omdat de spreader normaalgesproken niet tot de kat wordt gehesen.

Nadelen:

- De AGV's krijgen een grotere cyclustijd en daardoor zijn er dus meer AGV's nodig;
- AGV's moeten bij dit concept ook dwars kunnen rijden om de lift in te kunnen, een concept daarvoor is te vinden in Bijlage E;
- Zwaardere constructie.

Toepassingsmogelijkheden:

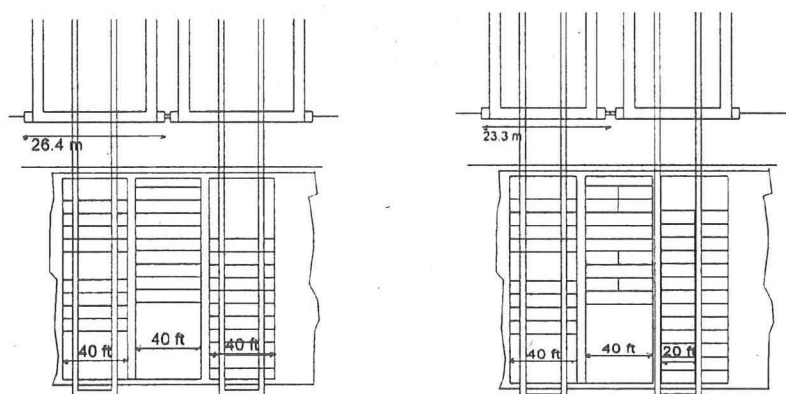
Systemen met verhoogde kades of liften zijn nog niet toegepast. Dit vanwege de zware constructies die benodigd zijn en de te overbruggen verticale afstand voor het kadetransport.

### Smallere kraan

Om de productiecapaciteit te vergroten kan men de kranen smaller uitvoeren, zodat zij elkaar minder hinderen bij het laden en lossen van een schip.

Op dit moment zijn de kranen zo breed dat wanneer zij ieder 40' containers behandelen er een ruimte van 40' tussen die twee aanwezig moet zijn, zie figuur 5.9. [Incomaas 1996c]

Figuur 5.9 Lossen met behulp van een brede kraan (links) en een smalle kraan (rechts)



Wanneer nu een kraan een 20' baai wil gaan behandelen is er te weinig ruimte. Oplossing is een smaller uitgevoerde kraan, hetgeen mogelijk is zonder dat sterkte- en stabiliteitseisen in gevaar komen.

Voordelen:

- Mogelijkheid om met meer kranen op hetzelfde schip te werken waardoor de berthproductiviteit wordt verhoogd.

Nadelen:

- Een twee-kats loopstel is niet geschikt vanwege zijn breedte;
- Een beperktere sterkte en stabiliteit hetgeen beperkingen op kan leggen aan twinlifting;
- Vanwege zijn breedte is het niet mogelijk off-standard lading of grote scheepsluiken op te hijsen;
- Om enige flexibiliteit in de planning aan te brengen is uit onderzoek gebleken dat de optimale afstand tussen twee kranen groter is dan de breedte van een kraan, hetgeen in dit geval betekent dat de flexibiliteit van het beladen verloren gaat.

**Toepasbaarheid:**

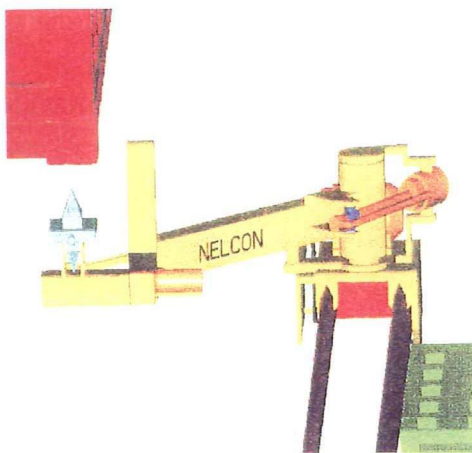
Tot op heden zijn geen voorbeelden bekend van terminals waar smalle kranen zijn toegepast. Met het oog op het steeds vaker toepassen van twinliften hetgeen andere sterkte- en stabiliteitseisen met zich meebrengt, is de verwachting dat er in de toekomst geen smallere kranen toegepast zullen gaan worden.

**Twistlockstation**

Voor het zekeren van op elkaar gestapelde containers op het dek van een schip worden koppelstukken, zogenaamde twistlocks, tussen de cornercastings aangebracht. In de huidige situatie worden semi-automatische twistlocks (SATL's) in ongeveer 20 seconde op de kade manueel aangebracht en verwijderd in de cyclustijd van de kraan.

Om het aanbrengen en verwijderen van de twistlocks sneller te laten verlopen is het mobiele twistlock station ontwikkeld, zie figuur 5.10. [FAMAS, 2000]

Figuur 5.10 Het twistlockstation



De container wordt van een binnengereden AGV gehesen waarna vervolgens door een mechanisme de SATL wordt aangebracht dan wel verwijderd.

**Voordelen:**

- Verkorting van de kraancyclus;
- Geen fysieke belasting en veiligheidsrisico's voor werknemers.

**Nadelen:**

- Zowel de AGV's als zijn routing zullen kleine aanpassingen moeten ondergaan;
- Afstemming van aantal twistlockstations en AGV's moet optimaal zijn om congestie te voorkomen.

**Toepasbaarheid:**

Voor zover bekend wordt het twistlockstation nog niet toegepast. In praktijk zullen meerdere twistlockstations naast elkaar geplaatst moeten worden om wachttijden te voorkomen. Wanneer een twistlockstation op de juiste wijze in het proces ingepast kan worden kan het misschien interessant zijn voor de toekomst.

### 5.1.2 Verbetering van de afstemming tussen intern transport en de kraancyclus

Om ten gevolge van een haperende afstemming tussen de kraancyclus en het interne transport vertragingen te voorkomen worden hierna een tweetal oplossingsrichtingen besproken. De toepassing van een tussenbuffer, alsmede een continu intern transport systeem zal besproken worden.

Afstemmingsproblemen doen zich hoofdzakelijk voor bij het gebruik van AGV-, MTS- en TT systemen omdat die niet in staat zijn zelf containers op te hijsen zoals wel het geval is bij een straddle carrier. Dit zorgt ervoor dat de kraan moet wachten op het transportmiddel, hetgeen een negatieve invloed heeft op de operationele productiviteit van de kraan.

#### Toepassing van een tussenbuffer

Onder een tussenbuffer verstaan we de tijdelijke opslag, groot dan wel klein, van een container om deze vervolgens in de main-stack te plaatsen. Hieronder wordt een aantal buffermogelijkheden besproken.

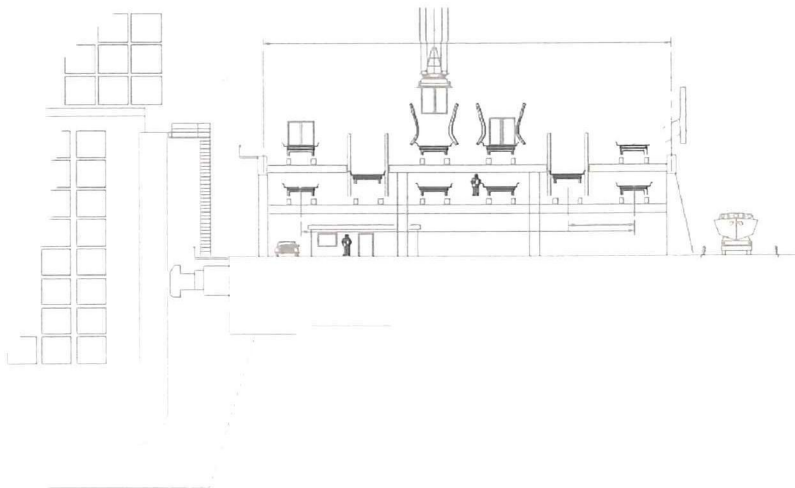
#### *Crane Feeding System*

Het Crane Feeding System (CRAFE) bestaat uit alternatieve systemen voor de aan- en afvoer van containers door middel van een tussenbuffer bij de kadekraan. Door het gebruik van een tussenbuffer vindt er een ontkoppeling plaats tussen de verschillende processen, hetgeen een optimalere bezettingsgraad van het equipment bewerkstelligt. [FAMAS, 2000]

Er zijn een drietal concepten ontwikkeld, te weten:

1. Een vingerpier dwars op de kade in combinatie met railgebonden voertuigen (RGV's), zie figuur 5.11.

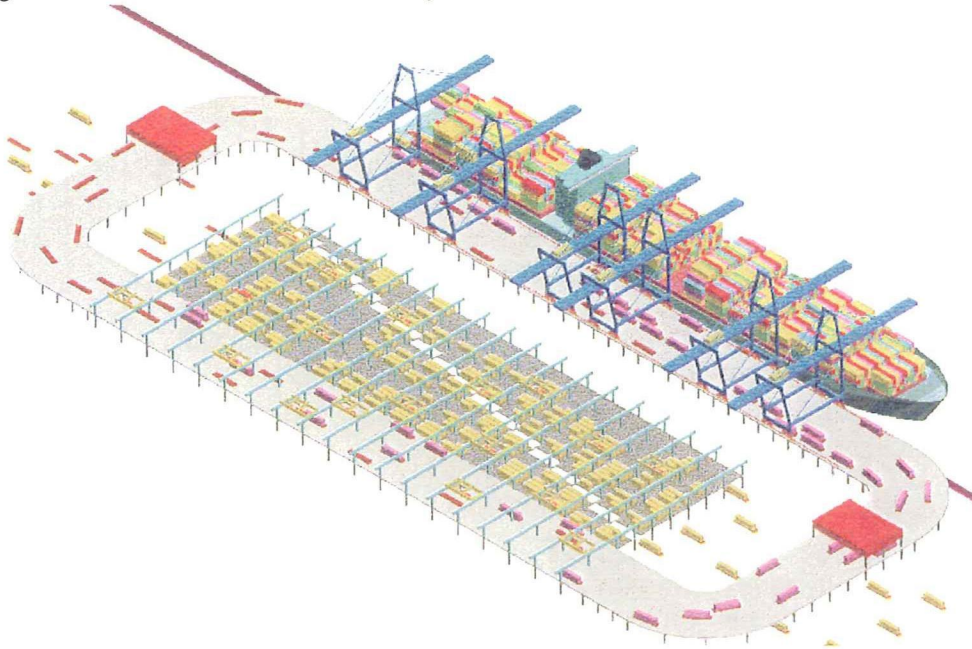
Figuur 5.11 Dwarsdoorsnede van vingerpier in combinatie met RGV's (CRAFE-systeem)



Hierbij rijden de lege RGV's beneden en de volle op een verhoging. Om lege RGV's omhoog te brengen wordt gebruik gemaakt van een lift. De RGV's verzorgen het transport tussen de vingerpier en de tussenbuffer.

## 2. Circulaire lay-out met AGV's, zie figuur 5.12.

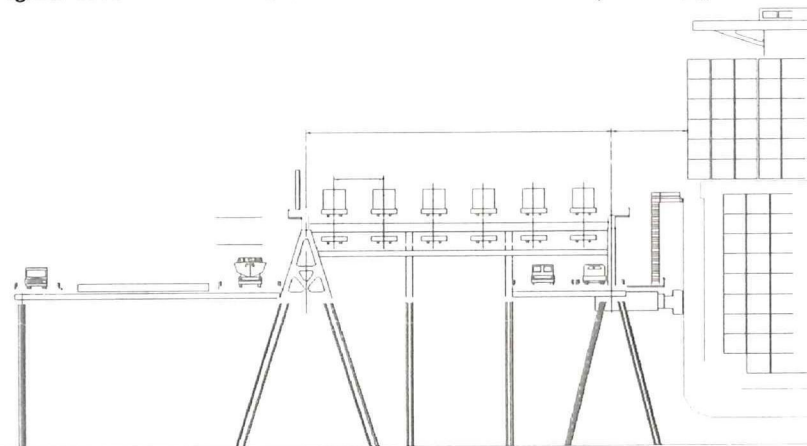
Figuur 5.12      Circulair CRAFE systeem met AGV's



Bij dit systeem wordt een verhoogde, circulaire AGV baan op de vaste kade gebouwd. Vanwege de lengte van het traject is het mogelijk om lege dan wel volle AGV's te bufferen.

## 3. Tweezijdige lay-out met conveyors, zie figuur 5.13.

Figuur 5.13      Dwarsdoorsnede van CRAFE-systeem, gebruik makend van conveyors



hierbij worden containers met een conveyor-systeem parallel aan de kade getransporteerd, waarna aan de kopse zijden uitwisseling plaatsvindt met de terminal-AGV's. Op de kopse zijden bevinden zich tussenbuffers van beperkte omvang.

## Voordelen:

Ontkoppeling van de verschillende processen waardoor een gelijkmatiger aan- en afvoer met de terminal AGV's van en naar de main stack ontstaat;

- De verticale hijsbeweging wordt verkort, waardoor de kraancycclus korter wordt;
- Mogelijkheid om twin-lifts en de SATL's buiten de kraancycclus te kunnen ontkoppelen;
- Reductie van het aantal terminal AGV's en ASC's.

## Nadelen:

- Zware en dus dure constructie op palen nodig;
- Aanrijdinggevoeligheid constructie;
- Beperking in flexibiliteit van de terminal lay-out;
- Er wordt een tweetal extra handelingen uitgevoerd hetgeen kosten met zich meebrengt;
- In het geval van de vingerpier dwars op de kade moet er voldoende ruimte beschikbaar zijn;
- Alleen bij de vingerpier is een centraal twistlockstation mogelijk.

### *Bufferplatform*

Met behulp van een bufferstation onder de kraan is het mogelijk om containers tijdelijk op een platform te plaatsen in het geval dat er nog geen voertuig beschikbaar is voor het interne transport, zie figuur 5.14. [Paceco]

Figuur 5.14 Bufferplatform onder de kraan



Het bufferplatform is uitgerust met een kraan om vervolgens de container op het voertuig te kunnen plaatsen. Door het geheel uit te rusten met luchtbanden blijven de vloerdrukken beperkt en zijn er geen extra aanpassingen noodzakelijk.

### Voordelen:

- Mogelijkheid tot ontkoppeling van het kraan- en intern transportproces;
- Mogelijkheid om twistlocks en inspecties uit te voeren buiten de kraancyclus.

### Nadelen:

- Het bufferplatform beperkt de doorstroom van interne transportmiddelen onder de kraan.

### Toepasbaarheid:

Het concept is nog in de ontwikkelingsfase en is wellicht interessant voor de toekomst. Bufferplatforms die geïntegreerd zijn in de kraan worden al toegepast in Hamburg (Altenwerder) en op de toekomstige Euromax terminal in Rotterdam.

### Continu kadetransport

Onder continu kadetransport verstaan we de mogelijkheid om op elk moment een container op een transportsysteem te kunnen plaatsen, waarbij de container dan ook onmiddellijk getransporteerd wordt.

#### *Halmij concept*

Een voorbeeld van een continu transportsysteem is het Halmij-concept, zie figuur 5.15.

Figuur 5.15 Het Halmij continu kadetransport systeem

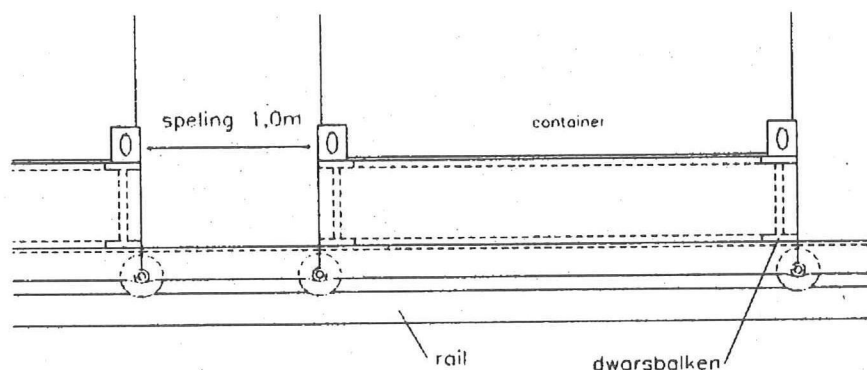


Het systeem is opgebouwd uit modules die een lopende band bevatten en zodoende zorgen voor het transport van de container. Wanneer een container een "bocht" moet maken gebeurt dat door speciale installaties, waarbij de lopende banden 90° worden gedraaid en de container zodoende in plaats van in zijn lengterichting in de dwarsrichting wordt getransporteerd.

#### *De kettingtransporteur*

Een ander concept van een continu kadetransportsysteem bestaat uit een zogenaamde kettingtransporteur, zie figuur 5.16. [Incomaas, 1996]

Figuur 5.16 Continu kadetransport door middel van een kettingtransporteur



Uit capaciteits- en snelheidsoverwegingen zullen de containers dwars geplaatst worden. Het systeem bestaat uit karretjes van 2.5m lengte die aan elkaar geschakeld over een rails rijden. Omdat de cornerfittings door een dwarsbalk verbonden zijn wordt het op deze manier mogelijk om ook containers met afwijkende lengte te transporteren.

Omdat de lengte van een kettingtransporteur beperkt is, moet het mogelijk zijn om containers over te zetten op een ander transporteur. De beste oplossing daarvoor blijkt een werktuig te zijn die de container in de cornerfittings oppakt. Om een container op de lopende kettingtransporteur te plaatsen is het noodzakelijk een werktuig te ontwikkelen die de container dezelfde snelheid geeft als de transporteur en dan plaatst. Bij het uitvoegen verloopt dit proces precies omgekeerd.



Voordelen:

- Geen problemen met de afstemming tussen AGV- en MTS systemen en de kraancyclus.

Nadelen:

- Wanneer de container van richting moet veranderen of overgezet moet worden op een andere kettingtransporteur betekent dit een interruptie in het proces waardoor het continue aspect verloren gaat.

Toepasbaarheid:

Voor zover bekend heeft het systeem nog geen toepassing. Wel is er in het verleden een proefopstelling in gebruik geweest. Momenteel wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om het Halmij-concept toe te passen bij het transporteren van afvalcontainers van het schip naar verbrandingsoven.

### *Lineair motor driven transport*

Het Lineair Motor Driven Transport (LMDT) is een variant op een continu transportsysteem, echter is er sprake van een vaste baan met losse shuttles, zie figuur 5.17. [Cargo Today, 2000]

Figuur 5.17 Het lineair motor driven transport



Deze wijze van geautomatiseerd kadetransport bestaat uit shuttle wagens die worden aangedreven door een speciaal ontwikkelde lineaire motor. Het geheel verplaatst zich over een rail. Een detectiesysteem bepaald daarbij de precieze locatie van de shuttle.

Voordelen:

- Onbemand systeem, dus toepasbaar in gebieden met gevaarlijke lading.

Nadelen:

- Uiteindelijk een discontinue systeem, dus problemen in afstemming van het interne transport met de kraancyclus worden niet verholpen;
- Transportbanen zijn slecht te kruisen voor overig terminalverkeer.

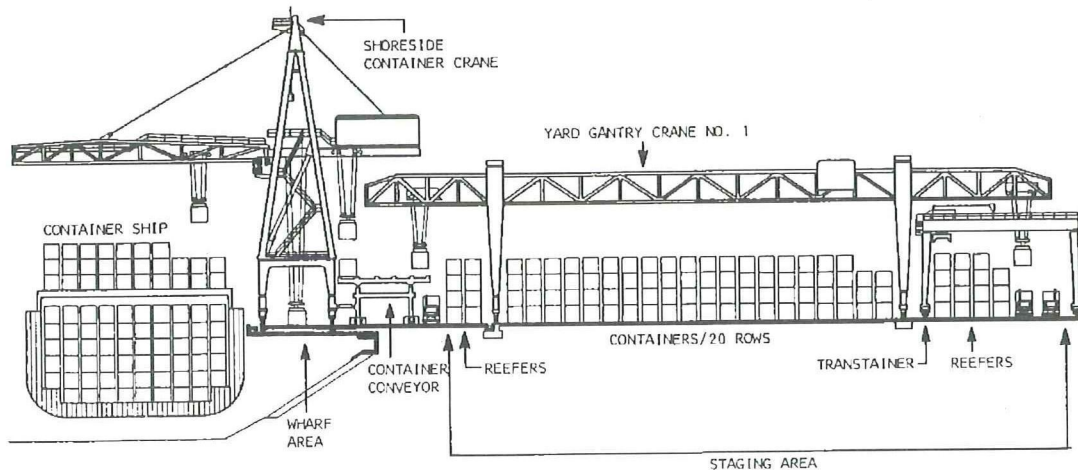
Toepasbaarheid:

Het systeem is getest in Hamburg (Eurokai), maar vanwege de logheid van het systeem lijkt de toepasbaarheid nihil.

*Matson concept*

Een andere mogelijkheid om problemen met het intern transport op te lossen is het toepassen van het 20 jaar geleden ontwikkelde Matson concept, zie figuur 5.18.

Figuur 5.18 Het Matson concept



Dit concept gaat uit van zoveel mogelijk directe opslag in de main-stack. Eventuele uitwisseling van containers over de kade vindt plaats door middel van een conveyor systeem.

## Voordelen:

- Het gedeeltelijk uitschakelen van het kadetransport, waardoor minder verstoringen voor de kraan optreden.

## Nadelen:

- Beperkte mate van flexibiliteit;
- Beperkte opslagcapaciteit van de main-stack.

## Toepasbaarheid:

Er is een pilot opstelling gebouwd in Los Angeles, waarbij al na korte tijd de conveyor verdwenen is. Hetzelfde systeem zonder conveyor wordt momenteel nog toegepast in Italië in de haven van La Spezia. Wellicht is het concept in de toekomst nog interessant voor de wat kleinere containerterminals.

### Lifting Vehicles

Een mogelijkheid om afstemmingsproblemen te voorkomen tussen kraan­cyclus en intern transport is een voertuig dat zelf containers op kan pakken en het zodoende mogelijk maakt om in beperkte mate te bufferen onder de kraan. Deze op straddle carriers lijkende voertuigen zijn weergegeven in figuur 5.19. [FAMAS, 2002b] [Kalmar]

Figuur 5.19 Een Automatic Lifting Vehicle (ALV)



De Shuttle Carrier



De ALV (Automatic Lifting Vehicle) is een onbemand hefvoertuig. Hefvoertuigen kunnen containers zelf van de grond pakken of op de grond plaatsen. Het verschil met straddle carriers is dat zij niet meer dan twee containers op elkaar kunnen plaatsen.

Een variant op de ALV is de Shuttle Carrier: deze kan zowel bemand als geautomatiseerd transport leveren.

#### Voordelen:

- Loskoppeling van het kraanproces met het proces van intern transport, waardoor er makkelijker gebufferd kan worden op de grond;
- De ALV is onbemand en kent daardoor lage operationele kosten;
- De bemande variant heeft een grotere productiviteit dan een reguliere straddle carrier.

#### Nadelen:

- De automatische varianten hebben een geringe capaciteit;
- De lage snelheid van vervoer over langere afstanden.

#### Toepasbaarheid:

De Shuttle Carrier is reeds getest in Antwerpen, Hesse Noord. Vanwege zijn beperkte hoogte kent het bemande voertuig een hogere operationele snelheid dan straddle carriers. Verder is het voertuig flexibeler dan geautomatiseerde voertuigen.

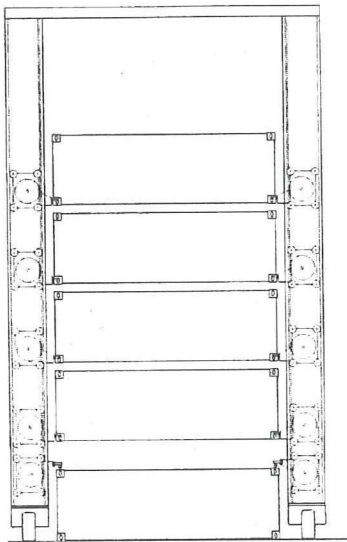
## 5.2 Productiviteit van de stack

Onder de productiviteit van de stack verstaan we het aantal TEU dat per jaar per hectare verwerkt kan worden. De stackproductiviteit is afhankelijk van de dwelltime en de stackhoogte. Omdat de dwelltime lastig te beïnvloeden is zijn de onderstaande oplossingen ontwikkeld om hoger te kunnen stacken zonder dat de bereikbaarheid van containers nadelig wordt beïnvloed.

### Oppakker

De oppakker is ontwikkeld om eenvoudiger containers uit te kunnen graven in de stack, zie figuur 5.20. [Incomaas, 1996c]

Figuur 5.20 De oppakker



Het principe is erop gebaseerd dat wanneer de onderste container van een stapel containers nodig is, alle bovenliggende containers stuk voor stuk een eindje omhoog worden gehesen, hetgeen minder energie kost dan wanneer dat in één handeling zou gebeuren.

Onderin de oppakker bevindt zich het zogenaamde spreader hefsysteem: 2 uitklapbare twistlockarmen pakken de container op en verplaatsen de container met behulp van een telescoop systeem.

Uitgangspunt is een stapeling evenwijdig aan het gangpad en een stapelhoogte van maximaal vijf containers.

De kraan wordt uitgevoerd met rubber banden en om stabiliteitsproblemen te voorkomen zal hij uitgerust worden met stempels.

Voordelen:

- Eenvoudige mogelijkheid om containers uit te graven.

Nadelen:

- De oppakker heeft veel ruimte nodig om te manoeuvreren, hetgeen de ruimteproductiviteit niet ten goede komt;
- De cyclustijd van de oppakker is vrij groot en het is dus maar de vraag of hij geschikt is voor grote containerstromen;
- Voor het gebruik van stempels is een goede ondergrond vereist.

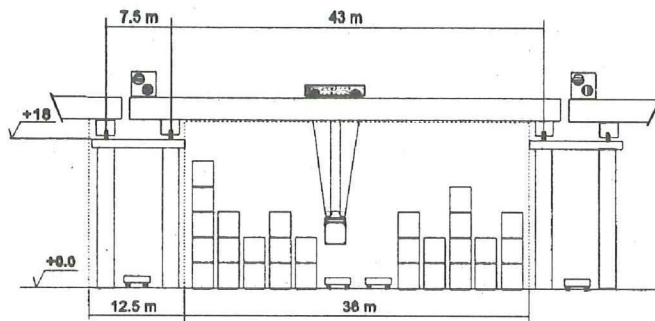
Toepasbaarheid:

De oppakker wordt tot op heden niet toegepast vanwege zijn lange cyclustijd en het beperkte voordeel in ruimteproductiviteit.

### Omstapelaar

De omstapelaar is ontwikkeld om de uitwisseling van containers tussen stack en intern transport soepeler te laten verlopen. Verschil met het huidige ASC concept is dat de transportmiddelen in de stack rijden, zie figuur 5.21. [Incomaas, 1996c]

Figuur 5.21 De omstapelaar



Containers die zich bovenop de benodigde container bevinden worden verplaatst door de bovenloopkraan. Dezelfde kraan heeft als functie het laden en lossen van de transportmiddelen. De containers zullen 1 over vijf worden gestapeld, en om het eventuele omstapelen zo snel mogelijk te laten plaatsvinden wordt de stack zo breed mogelijk gemaakt, in dit geval 10 containers breed en 30 lang. De kraan wordt uitgevoerd als bovenloopkraan op betonnen pijlers.

Voordelen:

- Door het gebruik van een bovenloopkraan is het systeem sneller en kan het breder worden uitgevoerd dan de huidige ASC-concepten;
- Eenvoudigere directe belading mogelijk van MTS-systemen;
- De productiviteit van de bovenloopkraan wordt verhoogd omdat transportsystemen tot in de stack kunnen komen.

Nadelen:

- Door hoger te stacken wordt de slingerlengte vergroot;
- Door hoger te stapelen zullen er meer containers uitgegraven moeten worden;
- Extra transportmiddelen benodigd vanwege de langere cyclustijd;
- Inflexibele terminalindeling door de betonnen kolommen.

Toepasbaarheid:

Het idee van de omstapelaar lijkt op de manier van stacken met OBC's zoals die momenteel al in Singapore wordt toegepast om de ruimteproductiviteit te vergroten. Opmerkelijk is het gebruik van de stack aldaar: her en der staan containers 8 hoog gestapeld met daartussen grote lege ruimtes. [Schuylenburg]

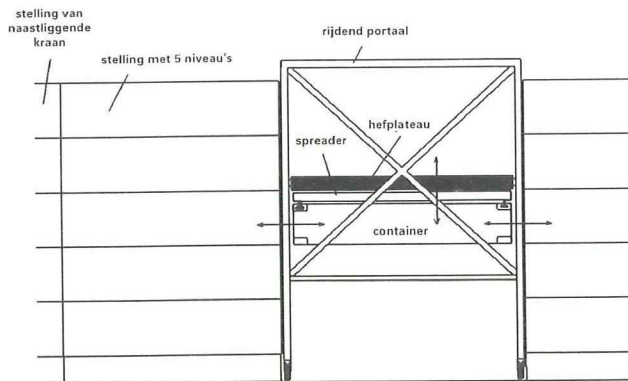
Ook in Antwerpen, Hesse Noord, is dit concept tijdelijk toegepast, echter vindt de uitwisseling van containers met het terminaltransport plaats op de kopse kanten.

Het idee van de omstapelaar is gunstig voor de productiviteit van de stacking crane, echter vergt het wel extra interne transportmiddelen. Uitwisseling van containers aan de uiteinden van de stacks blijft het meest toegepast.

## Hoogbouwmagazijn

Om een efficiënt ruimtegebruik op containerterminals te bereiken en het aantal handelingen in de stack te verminderen door alle containers individueel toegankelijk te maken is het hoogbouwmagazijn bedacht, zie figuur 5.22. [Incomaas, 1996c]

Figuur 5.22 Het hoogbouwmagazijn



Er zijn in de loop der jaren meerdere varianten ontwikkeld van het hoogbouwmagazijn met de mogelijkheid tot het stapelen van 10 containers:

- Een magazijn bestaande uit rekken waarbij containers in hun lengterichting in de rekken worden geschoven. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen een magazijn waarbij de transportmiddelen tot in de gang komen en die waarbij dat niet gebeurt. Uitgangspunt is dat de containers in dwars op de gang geplaatste rekken zullen worden opgeslagen. Het in- en uitschuiven van de containers in de magazijncellen wordt gedaan met een mobiele lengte telescoop.
- Een andere variant is het zogenaamde Vas-concept: daarbij is er sprake van een volledig geautomiseerd systeem, bestaande uit een stalen constructie met horizontale gangen waardoor een snelle kraan rijdt die per doorsnede op vier posities (boven, onder, links, rechts) containers weg kan zetten. [Uitenboogaart, 1999]
- Bij de derde variant worden de containers op platen geplaatst waarna ze met behulp van een verticale lift omhoog worden gebracht. Vervolgens worden ze door een horizontale baan naar de juiste cel gebracht. De productiviteit van het systeem zal zo'n twintig containers per uur bedragen. [QIU, 2003]

Er bestaan ook ideeën om een hoogbouwmagazijn meteen achter de kraan te plaatsen en zodoende te bufferen.

Voordelen:

- Random bereikbaarheid;
- Betere ruimteproductiviteit.

Nadelen:

- De staalconstructie van het hoogbouwmagazijn moet bijzonder zwaar uitgevoerd worden;
- Hogere operationele kosten;
- Betrouwbaarheid en veiligheid;
- Beperkte productiviteit.

Toepasbaarheid:

Hoogbouwmagazijnen zijn tot op heden niet op grote schaal toegepast voor de opslag van containers omdat ze te zware en dure constructies vergen. In Hong Kong is een hoogbouwmagazijn van 20 TEU in gebruik. [Uitenboogaart, 1999] Het concept is het best toepasbaar bij importcontainers omdat de random bereikbaarheid daar een grotere rol speelt dan bij export containers. In gebieden met hoge grondprijzen kan een hoogbouwmagazijn een economisch interessant alternatief vormen voor de huidige manier van stacken.

### Ondergrondse opslag van koelcontainers.

Een mogelijkheid om de bestaande ruimte op containerterminals beter te benutten is het meervoudig ruimtegebruik achter de kade, bijvoorbeeld door ruimte onder het maaiveld te benutten.

Binnen die gedachtegang past het idee van ondergrondse (koel-) distributieloodsen voor (reefer-) containers, zie figuur 5.23. [Dekker, 2001]

Figuur 5.23 Ondergrondse opslag van koelcontainers



In principe worden alleen de importcontainers ondergronds opgeslagen.

#### Voordelen:

- Er valt een energetisch voordeel te behalen omdat het onder het maaiveld meestal koeler is en er een constantere temperatuur heerst.

#### Nadelen:

- Het dak van de ondergrondse opslagloods vereist een zwaar uitgevoerde constructie om de grote belasting van de bovengronds geplaatste containers op te kunnen nemen;
- De toegankelijkheid van de ondergrondse opslag.

#### Toepasbaarheid:

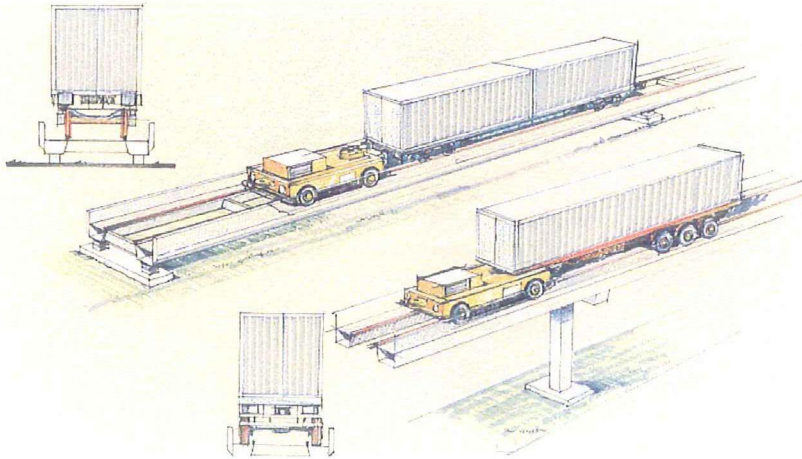
Momenteel wordt ondergrondse opslag van containers nog niet toegepast. Wanneer in de toekomst grondprijzen en energiekosten stijgen en er eventueel subsidies beschikbaar komen voor duurzame investeringen zou realisatie misschien interessant kunnen worden.

### 5.3 Verbetering bereikbaarheid vanuit het achterland

#### Combi-Road

Combi-Road is een nieuwe transportmodaliteit voor het geautomatiseerde vervoer van gestandaardiseerde laadeenheden. Het systeem bestaat uit een vrije baan waarover automatisch bestuurd elektrisch aangedreven trekkers rijden, zie figuur 5.24. [FAMAS, 2000]

Figuur 5.24 Combi-Road



Elke trekker kan een spoorwagon of een oplegger van een vrachtauto voortbewegen. De uitwisseling van laadeenheden tussen Combi-Road en de traditionele modaliteiten gebeurt op speciale wisselplaatsen. Daar worden de opleggers aan wegvoertuigen gekoppeld of worden wagons samengesteld tot treinen.

De container wordt meteen vanaf het zeeschip op de oplegger geplaatst en een trekker brengt hem naar het Combi-Road station.

#### Voordelen:

- Grote capaciteit, wegens mogelijkheid van volcontinue bedrijf, regelmaat en dichtheid van de verkeersstroom;
- Betrouwbaarheid vanwege congestie vermijdende verkeersgeleiding;
- Grote productiviteit van de robotvoertuigen, wegens de mogelijkheid tot peakshaving (hoge bezettingsgraad materieel) en de mogelijkheid om door coördinatie leegrijden te vermijden;
- Lage belasting van het leefmilieu en laag energieverbruik vanwege de lage regelmatige snelheid;
- Grote veiligheid vanwege de lage regelmatige snelheid en de afscherming van overig bemand vervoer.

#### Nadelen:

- Horizonvervuiling;
- Onteigeningprocedures om de Combi-road daadwerkelijk aan te kunnen leggen.

#### Toepasbaarheid:

De wens om containers meteen vanaf het schip op een trekker te plaatsen vergt een goede informatievoorziening, hetgeen momenteel nog problemen oplevert. Vandaar dat er hoogstwaarschijnlijk met een tussenbuffer gewerkt moet gaan worden. Voor congestiegebieden kan Combi-Road misschien een interessant alternatief vormen voor het wegtransport.



### Hybride voertuigen

Het idee van hybride voertuigen is dat vrachtwagens of andere voertuigen geschikt worden gemaakt om zowel (gekoppeld) op rails te rijden als op de weg. Zij zouden bijvoorbeeld een deel van de afstand over bestaand spoor als de Betuwelijn kunnen afleggen.

Voordelen:

- Energiebesparing vanwege de lage rolweerstand;
- Betrouwbaarder transport vanwege het mijden van congestie;
- Stiller en veiliger dan het huidige wegtransport.

Nadelen:

- Hybride voertuigen zullen binnen bestaande spoordienstregelingen ingepast moeten worden;
- Er zal geïnvesteerd moeten worden in uitwisselingspunten.

Toepasbaarheid:

Tot op heden zijn er nog geen hybride voertuigen toegepast voor het transport van goederen. Implementatie van het systeem wordt niet verwacht.

### Betuwe terminals

Achterliggende gedachtes van de Betuwe terminals is dat langs de Betuweroute containerterminals worden aangelegd om containers uit te wisselen.

Voordelen:

- Meer transport per trein in plaats van truck.

Nadelen:

- Ingewikkelder belading van de trein;
- Langere reistijd van de overige containers wanneer er op de terminals een gedeelte gelost dan wel afgekoppeld dient te worden;
- De extra containerhandelingen brengen extra kosten met zich mee.

Toepasbaarheid:

Toepassing wordt de komende jaren nog niet verwacht omdat het transport over beperkte afstanden plaatsvindt.

## 5.4 Afhandeling van achterlandmodaliteiten

### 5.4.1 Truckafhandeling

In 2003 is er onderzoek gedaan naar truckafhandeling concepten voor de tweede Maasvlakte. [FAMAS, 2003]

De oplossingen hiervoor liggen niet op het technische vlak, maar op het herzien van processen.

Het concept gaat uit van het idee dat de terminals op de Maasvlakte onderling zeer competitief zijn. Iedere terminal krijgt zijn eigen gate en containers worden gestackt in de marine stack.

Voor de afhandeling van speciale gevallen wordt een Service Center ingericht. Hier komen containers terecht die door een gebrek aan informatie of extra uit te voeren controles het normale proces verstoren.

Om piekbelastingen te voorkomen op de terminals zal er gewerkt worden met timeslots waarbinnen chauffeurs zich moeten melden.

Voordelen:

- Beperkte hoeveelheid inter terminal transport;

- Trucks kunnen binnen geringe tijd afgehandeld worden.
- Nadelen:
- De toepassing van timeslots beperkt de flexibiliteit van de chauffeur.

Toepasbaarheid:

Simulaties van het bovenstaande concept tonen aanzienlijke verbeteringen aan in de snelheid en betrouwbaarheid van de truckafhandeling. Wellicht is het systeem in de toekomst toepasbaar. Wel moet opgemerkt worden dat terminaloperators opdraaien voor de kosten van het transport naar het Truck Service Center hetgeen misschien de reden kan zijn voor operators om ook de speciale gevallen zelf af te handelen.

#### 5.4.2 Binnenvaartafhandeling

##### **Containeruitwisselpunt binnenvaart**

Een van de mogelijkheden om de efficiency van de containerbinnenvaart te vergroten ligt in het veranderen van de afhandeling binnen de Rotterdamse haven. Momenteel maken binnenvaartschepen vele calls in de Rotterdamse haven om hun lading op te halen.

Het containeruitwisselpunt binnenvaart (CUB) kan hieraan een einde maken.

Hierbij worden containers ongesorteerd vanuit de zeehavens in grote duwbakken naar het binnenlands gelegen uitwisselpunt gebracht. Daar vindt sortering op eindbestemming plaats en start het verdere binnenvaarttransport. Het omgekeerde vindt plaats voor export containers.

Door gebruik te maken van directe overslag (cross-docking) kunnen er kosten bespaard worden. Daarbij zal gebruik gemaakt worden van een bovenloopkraan.

Een toepassing zou een binnenvaartterminal in Dordrecht kunnen zijn, waarbij export containers direct overgeslagen worden in bakken bestemd voor verschillende terminals dan wel specifieke schepen.

Voordelen:

- Binnenvaartschepen hoeven maar 1 call te maken;
- Op deepsea terminals kan men efficiënter werken doordat ladingpakketten voor de binnenvaartschepen in één keer kunnen worden behandeld.

Nadelen:

- De containers ondergaan extra handelingen;
- Er moeten extra investeringen gedaan worden in het uitwisselingspunt.

Toepasbaarheid:

Momenteel wordt er door het HbR onderzoek gedaan naar de mogelijkheid van een containeruitwisselpunt. Van essentieel belang is dat de eindbestemming van een container bekend is op het moment dat hij op de deepsea terminal arriveert.

## 5.5 Evaluatie

De afgelopen decennia zijn vele innovaties gedaan. De meeste richtten zich daarbij op het vergroten van de kraanproductie, de ruimteproductiviteit of verbetering van de interne transportmiddelen.

Bij alle innovaties die de afgelopen decennia ontwikkeld zijn is de technische haalbaarheid nooit het probleem geweest voor implementatie. Wat het in praktijk brengen van de innovaties wel dwarsboemde waren de extra investeringen die nodig waren in ruil voor meestal maar een kleine verbetering in productiviteit of het feit dat conventionele overslagsystemen nog steeds aan de performance-eisen voldeden tegen lagere kosten.

Een andere reden waarom innovaties vaak niet tot implementatie komen is dat aan het toepassen van nieuwe technieken de nodige risico's kleven: omdat de containeroverslag een kapitaalintensieve bedrijfstak is kunnen marktpartijen zich geen aanloopmoeilijkheden veroorloven bij de implementatie van nieuwe technieken.

Van de innovaties die in dit hoofdstuk zijn besproken zullen in de toekomst wellicht enkelen tot implementatie komen. Wanneer schepen met een grotere capaciteit in de vaart zijn zal misschien teruggerepen moeten worden op de insteekhaven. Verder kunnen voor de Rotterdamse Maasvlakte de lifting vehicle- concepten wellicht interessant zijn om afstemmingsproblemen tussen kraancyclus en kadetransport te verminderen.

Om kraanproducties te verhogen lijkt het toepassen van meerdere katten op een kraan of het gebruik van twin- of tandemlifting de eenvoudigste oplossing te zijn.

In de toekomst wordt het interessanter om hoger te gaan stacken, hetgeen het gebruik van bovenloopkranen zal stimuleren.

Een ander argument waarom innovaties niet doorgevoerd worden is dat innovaties vaak een impuls nodig hebben om tot implementatie te komen. Een voorbeeld daarvan is dat de Amerikaanse autoriteiten met de dreigende terreuracties strengere eisen zijn gaan stellen aan de informatie-uitwisseling.

Veranderingen in de markt en een groeiende containeroverslag kunnen in de toekomst voor situaties zorgen waarbij innovaties alsnog toegepast kunnen gaan worden of zelfs noodzakelijk zijn.

Tot slot kan opgemerkt worden dat innovaties op het gebied van automatisering buiten Europa weinig toegepast worden. In de Verenigde Staten hangt dit samen met de sterke vakbonden die actief zijn in de haven om de werkgelegenheid te behouden. In Azië staat het lage arbeidsloon de automatisering in de weg.



## 6 Concepten voor “De container terminal van de toekomst”

In dit hoofdstuk worden een viertal terminalconcepten die voort zijn gekomen uit de literatuurstudie en de brainstormsessie [Brainstorm, 2004] met elkaar vergeleken, te weten de terminal die gebruik maakt van:

- Hoge productiviteits kraan, de Carrier crane;
- Drijvende kade;
- Drijvende containerkraan;
- Geïntegreerde binnenvaartkade.

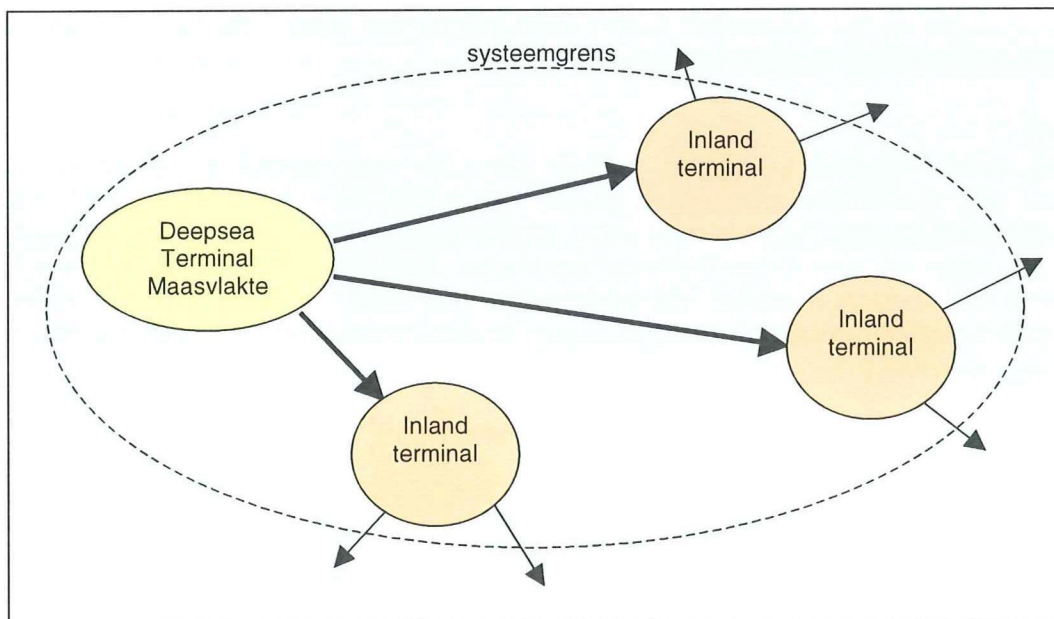
De twee concepten die als beste uit de multicriteria analyse komen worden nader uitgewerkt worden. Om de vier concepten te kunnen vergelijken met de huidige situatie is de Euromaxterminal als referentie gebruikt. Omdat verwacht wordt dat in de toekomst deepseaterminals zullen functioneren binnen een systeem van inlandterminals zal in paragraaf 6.1 de netwerkterminal aan bod komen. Vervolgens worden in paragraaf 6.2 de vier concepten en de referentieterminal beschreven. In paragraaf 6.3 volgt een beoordeling en selectie.

### 6.1 De netwerkterminal

#### Logistiek concept

De netwerkterminal is een logistiek systeem van een deepsea terminal met een aantal landinwaarts gelegen terminals. Deze inlandterminals nemen bepaalde taken van de deepsea terminal over met als doel de doorstroom van containers op de Maasvlakte te verbeteren en kosten te besparen. Tussen de deepsea terminal en deze inlandterminals vindt uitwisseling van containers plaats met behulp van binnenvaart of rail shuttles. Het concept van de netwerkterminal is weergegeven in figuur 6.1.

Figuur 6.1 Het concept van een netwerkterminal



De inlandterminals kunnen gevestigd worden op verschillende plaatsen. Gedacht kan worden aan Duisburg of Venlo, de regio Dordrecht of Utrecht, of zelfs dichtbij de Maasvlakte in het Waal-Eemhavengebied. Maar ook nog verder landinwaarts zouden inlandterminals gevestigd kunnen worden. Bij het concept van de netwerkterminal is het van belang dat de informatie uitwisseling in orde is, zodat van tevoren bekend is wat de eindbestemming van een container is en met welke modaliteit hij vervoerd zal worden. Aan de hand van de resultaten van de brainstorm wordt aangenomen dat in de toekomst van 90% van de containers de informatie bekend is.

### Mogelijkheden van een netwerkterminal

Het concept van de netwerkterminal biedt verschillende mogelijkheden om bepaalde functies van de deepsea terminal (gedeeltelijk) over te laten nemen door inland terminals, tegen lagere kosten. Deze functies kunnen zijn:

- Opslag van slow-movers en empties;
- Controle van containers door de douane;
- Tijdelijk opslag en verdere overslag naar vervoltransport;
- Ontkoppelpunt voor het wegvervoer in Rotterdam;
- Ontkoppelpunt voor de binnenvaart voor de overslag van kleine callsizes.

De netwerkterminal heeft een aantal sterke punten:

- Kortere doorlooptijd van containers op de deepsea terminal;
- Mogelijkheid voor directe overslag van deepsea naar binnenvaart;
- Bijdrage aan modal shift van truck naar binnenvaart en rail;
- Profijt van schaalvoordelen;
- Opslag van slow-movers en empties in low-cost area's;
- Varende opslag tussen de terminals.

Tegenover deze punten kunnen de volgende zwakke punten genoemd worden:

- Containerlogistiek wordt ingewikkelder;
- Extra overslag hetgeen extra kosten met zich meebrengt;
- Bij controle in het achterland zullen exportcontainers tijdens de reis naar de deepsea terminal beveiligd moeten worden.

### Kosten

Directe kostenbesparingen bij het gebruik van een netwerkterminal komen voort uit het gebruik van binnenvaartschepen in plaats van trucks voor het vervoer van containers. Indirecte kostenbesparingen komen voort uit het feit dat de grondkosten in het binnenland een stuk lager zijn dan in de Rotterdamse haven. Van secundair belang is dat ook arbeid goedkoper is vanwege het feit dat werknemers niet meer in de haven-CAO vallen. Deze financiële voordelen moeten opwegen tegen de extra kosten die gemoeid zijn met de extra overslag, zie tabel 6.1

Tabel 6.1 Kosten aspecten van een netwerk terminal

Kosten besparing	Extra kosten
Hogere ruimteproductiviteit op deepsea terminal	Extra handling
Meer transport per binnenvaart	Uitgebreidere informatiesystemen
Varende voorraad	Investerings in inland terminals
Empty transport en distributie combineerbaar	
Betrouwbaarheid	

De verwachtingen voor het concept van de netwerkterminal zijn hoog. De groeiende overslagvolumes, stijgende grondkosten in de haven en het vooruitzicht van een verbeterde informatievoorziening zijn aanleiding voor verdere uitwerking van de netwerkterminal.

## 6.2 Beschrijving van de terminalconcepten

Deze paragraaf gaat in op de belangrijkste kenmerken van de vier terminal concepten. De vier concepten zijn opgesplitst in 2 categorieën, waarvan de eerste categorie een bijdrage levert aan een verhoging van de productiviteit en de tweede categorie concepten vooral interessant zijn wanneer de terminal functioneert in een netwerk omdat de concepten goede mogelijkheden bieden voor directe overslag.

Categorie 1: Verhoging van de berthproductiviteit:

- Carrier Crane
- Drijvende kade

Categorie 2: Deepsea terminal in een netwerk

- Drijvende kraan
- Binnenvaartkade op de terminal met overslag via de kade

Om een vergelijking te kunnen maken met de huidige containerterminal zal allereerst een beschrijving worden gegeven van een referentie terminal, de Euromax terminal.

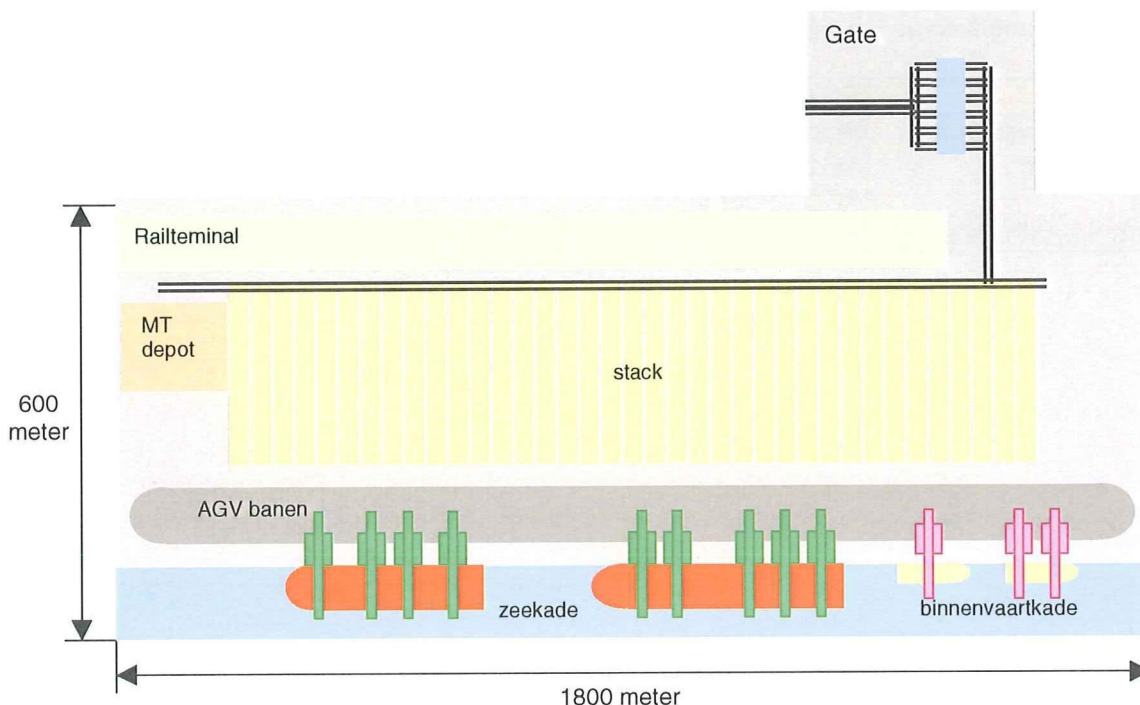
### 6.2.1 Euromax terminal

De Euromax terminal is een compact terminal en de afhandeling van achterlandmodaliteiten gebeurt als volgt:

- Binnenvaartafhandeling aan zeekade met dedicated binnenvaart kranen;
- Truckafhandeling achter de stack;
- Railafhandeling op de railterminal.

De lay-out met de belangrijkste afmetingen van de Euromax terminal zijn gegeven in figuur 6.2.

Figuur 6.2 Lay-out van de Euromax terminal met de belangrijkste afmetingen



### Kentallen

Bij het ontwerp van de Euromax terminal wordt uitgegaan van een modal split van 30% truck, 40% binnenvaart en 30% spoor. Deze modal split is opgegeven door de aandeelhouders van de toekomstige Euromax terminal. Omdat P&O Nedlloyd voor 50% aandeelhouder is en veel containers per spoor vervoerd wordt niet aannemelijk geacht dat deze modal split gemiddeld voor Rotterdam zal gelden. [Achterkamp] In dit rapport wordt daarom uitgegaan van 40% truck, 40% binnenvaart en 20% spoor. De belangrijkste kentallen van de aangepaste Euromax terminal zijn gegeven in tabel 6.4.

Tabel 6.4 Belangrijkste kentallen van Euromax terminal

Onderwerp	Kental
<i>Algemeen</i>	
Overslagcap (TEU)	2.800.000
Transshipment (%)	20
<i>Modal split</i>	
Weg (%)	40
Binnenvaart (%)	40
Spoor (%)	20
<i>Lay-out</i>	
Oppervlakte terminal (ha)	120
Kade lengte (m)	1.800
<i>Deepsea kranen</i>	
Bruto systeem productiviteit (mvs/ kraan/uur)	35
<i>Prestatie indicatoren</i>	
Kadeproductiviteit (TEU/m/jr)	1.550
Ruimteproductiviteit (TEU/ha/jr)	23.000
Kraanproductiviteit (TEU/kraan/jr)	200.000

### Equipment

De Euromax terminal is uitgerust met equipment zoals die reeds elders in de wereld wordt toegepast. In tabel 6.5 is een overzicht van het belangrijkste equipment weergegeven.

Tabel 6.5 Equipment op de Euromax terminal

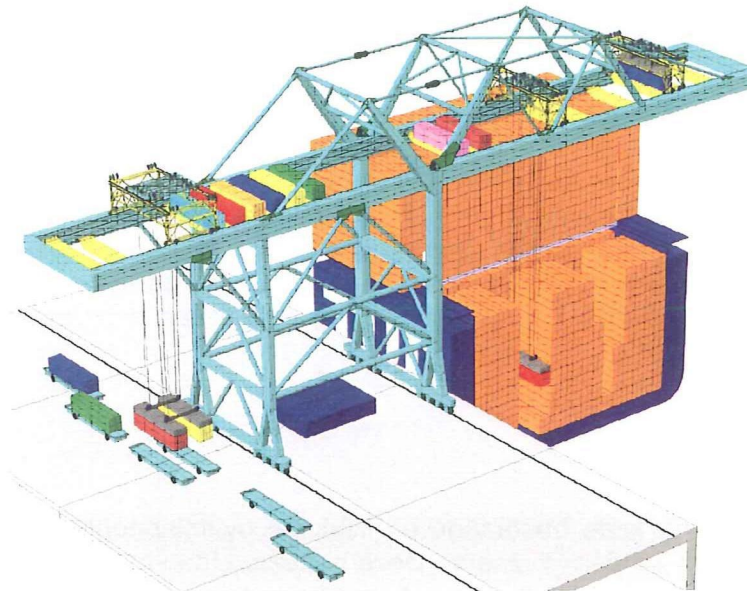
Functie	Equipment
Zeezijdige afhandeling	Ship-to-shore kraan (dubbele kat, twin en tandemlifting)
Kadetransport	AGV
Stack	ASC (2 per laan)
Binnenvaartafhandeling	Binnenvaartkraan (aangepaste ship-tot shore kraan)



## 6.2.2 Carrier Crane

De Carrier Crane is een innovatieve ship to shore kraan waarmee een bruto systeem productiviteit van 65 moves per uur gehaald kan worden. [Luttekens, 2003] De Carrier Crane is in paragraaf 5.1.1. in het kort beschreven bij de beschrijving van innovaties ter verbetering van de berthproductiviteit. In figuur 6.3 is de Carrier Crane in bedrijf weergegeven.

Figuur 6.3 De Carrier Crane in bedrijf [Luttekens, 2003]



Het verschil van de Carrier Crane met een conventionele ship-to-shore kraan is dat de Carrier Crane is uitgerust met een drietal katten en een horizontaal transportsysteem in de boom. Twee zeezijdige katten hijsen onafhankelijk van elkaar de containers van het schip en plaatsen de containers op zogenaamde carriers. De carriers transporteren de containers naar de landzijde. Aan de landzijde is een derde kat geplaatst die de containers in een tandemlift op twee gereedstaande voertuigen plaatst.

Door het horizontale transportsysteem in de kraan is de hoogte van de boom lager dan bij een conventionele kraan. In combinaties met de keuze voor een vakwerk structuur aan de bovenkant van de boom is de totale hoogte ongeveer 7,5 meter minder. De breedte van de kraan is groter dan de standaard 27 meter bij conventionele ship-to-shore kranen. De verschillen in afmetingen hebben gunstige gevolgen voor de stabiliteit van de kraan.

### Sterke punten

#### *Berthproductiviteit*

Met de Carrier Crane is het mogelijk om een berthproductiviteit van 300-350 moves per uur per schip te halen met 5 of 6 kranen. Met deze berthproductiviteit is het ruimschoots mogelijk om 12.500 TEU schepen in 24 uur te behandelen.

#### *Containerstroom*

Dankzij het systeem met carriers en meerdere katten produceert de Carrier Crane een rustige en gecontroleerde containerstroom in combinatie met een hogere efficiency en productiviteit. Door de buffer van carriers is de output aan de landzijde nagenoeg constant.

*Belasting op de kade*

De lagere hoogte van de kraan in combinatie met de grotere afstand tussen de poten resulteert in een grotere kantelstabiliteit. Dit heeft tot gevolg dat er minder ballast in de poten van de kraan nodig is voor kantelstabiliteit tijdens storm. De afname van ballast in de poten van de kraan vermindert de belasting op de rails en de kade.

Ook de dynamische belasting van de kraan op de rails is geringer dan bij een conventionele kraan, omdat zowel katrijden als kraanrijden niet meer voorkomen in het kraanspel.

**Zwakke punten***Flexibiliteit*

Door het minder aantal inzetbare kranen is de terminal operator minder flexibel met de verdeling van zijn kranen over meerdere schepen. Met name bij veel kleine schepen (feederscheperen) aan de kade gaat dit een rol spelen.

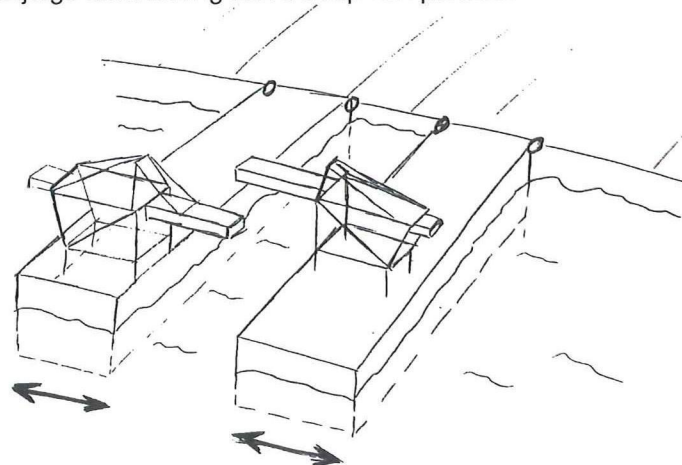
*Haalbaarheid van hoge berthproductiviteit*

Met een Carrier Crane is het mogelijk om een bruto systeem productiviteit te halen van 65 moves/uur. Naar mate er meer Carrier Cranes ingezet worden zal de productiviteit van de kraan afnemen als gevolg van congestie in het AGV verkeer. Het is de vraag of de geschatte berthproductiviteit van 300-350 moves per uur gehaald kan worden met de huidige besturingsystemen van AGV's.

**6.2.3 Drijvende kade**

Het idee van de drijvende kade bestaande uit flexibele overslagpontons is dat de ship to shore kranen op pontons worden geplaatst. Deze pontons staan in verbinding met de vaste zeekade zodat afvoer van containers van het ponton naar de kade plaats kan vinden. De plaatsing van de pontons kan parallel aan de zeekade zijn, maar in het geval van het behandelen van een 12.500 TEU schip kunnen de pontons loodrecht op de kade geplaatst worden zodat een soort insteekhaven ontstaat. Omdat de kranen op pontons zijn geplaatst kan de breedte van de insteekhaven gevarieerd worden naar de grootte van het schip. In figuur 6.4 is een schets gegeven van de drijvende kade.

Figuur 6.4 Dubbelzijdige afhandeling met behulp van pontons



Er zijn vele varianten mogelijk van dit idee. Zo kunnen er pontons gebruikt worden over de hele lengte van het schip, of slechts een gedeelte daarvan, kan er een combinatie plaatsvinden van een vingerpier met een ponton etc.

## Sterke punten

### *Flexibiliteit in het gebruik van kades en kranen*

De pontons zijn een uitgelezen mogelijkheid om kranen en kades flexibel in te zetten: dubbelzijdige afhandeling is mogelijk, maar het is ook mogelijk om de pontons parallel aan de kade te plaatsen zodat meerdere schepen op conventionele wijze zijn af te handelen. Afhankelijk van de uitvoering is het wellicht mogelijk om zelfs de kranen het ponton af te rijden. Door het verschuiven van de pontons is het mogelijk om de breedte van de insteekhaven aan te passen aan de breedte van het schip om zodoende een optimale afhandeling te bewerkstelligen. Eventueel kan men de pontons zo ver uit elkaar leggen dat het mogelijk wordt om twee kleinere schepen te behandelen.

### *Verhoogde berthproductiviteit*

De pontons bieden de mogelijkheid om schepen tweezijdig af te handelen hetgeen een positieve uitwerking heeft op de berthproductiviteit.

### *Mogelijkheid tot directe overslag*

Achter de pontons kunnen duwbakken geplaatst worden die het mogelijk maken om (een gedeelte van) de containers direct over te slaan.

### *Goedkope binnenvaartkade*

Door de binnenvaart aan de achterzijde van de pontons te behandelen wordt bespaard in de aanleg van dure deepsea kades dan wel dedicated binnenvaartkades om de binnenvaart af te handelen.

## Zwakke punten

### *Logistieke proces:*

Het logistieke proces op het ponton zal vanwege de beperkte ruimte op het ponton en de eventuele mogelijkheid om containers direct over te slaan op binnenvaartschepen zo ingewikkeld in elkaar zitten dat de kans bestaat dat het slecht zal functioneren. Verder ontstaat er een ingewikkelde kruising voor de AGV's die de pontons af komen rijden en moeten invoegen op de hoofdstroom.

### *De constructieve aansluiting van het ponton op de kade:*

De verbinding van de pontons met de kade zal vanwege het getij een hoogteverschil moeten kunnen overbruggen. Tevens moet de verbinding in staat zijn forse krachten over te dragen. Omdat de pontons flexibel zijn in hun ligplaats is het niet mogelijk de (wind-) krachten op te nemen met dukdalven. Daarvoor zal een oplossing gevonden moeten worden in de vorm van bijvoorbeeld ankers of spudpalen. Wellicht kan een oplossing gevonden worden in het toepassen van een combinatie van drijvend pontons met een conventionele kade of vingerpier om zodoende de krachtsafdracht te kunnen garanderen.

### *Bewegingen van het ponton:*

Door golfslag, wind en operationele handelingen zal het ponton en daarmee de containerafhandeling meer aan bewegingen onderhevig zijn dan in het geval van een conventionele kade.

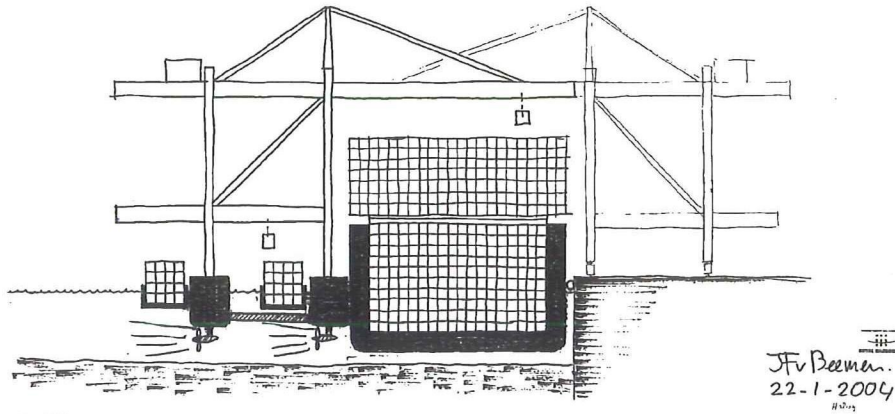
### *Ruimtegebruik en aanvaringsgevoeligheid in het havenbasin:*

Wanneer een ponton met aanzienlijke lengte bij dubbelzijdige afhandeling het havenbasin insteekt heeft dit gevolgen voor het ruimtegebruik. Of een basin zal tijdelijk gestremd zijn of heeft een extra breedte nodig. Het feit dat het ponton een opstakel vormt in het havenbasin maakt hem kwetsbaar voor aanvaringen.

### 6.2.4 Drijvende containerkraan

De drijvende kraan is een gantry kraan op een ponton waarmee container direct overgeslagen worden van een deepsea schip naar een binnenvaartschip of duwbak. In figuur 6.5. is een schets gegeven van een mogelijk concept voor een drijvende containerkraan.

Figuur 6.5 Schets van de drijvende kraan



Het concept van de drijvende kraan heeft als achterliggende gedachte dat de deepsea terminal een netwerk terminal is. Op deze netwerkterminal wordt een deel van de containers aan boordzijde direct overgeslagen naar een inlandterminal of uitwisselingspunt. De afvoer van containers gebeurt met behulp van binnenvaartschepen of duwbakken.

Naast het idee van directe overslag biedt de drijvende kraan mogelijkheden om de berthproductiviteit te vergroten. Dit geeft mogelijkheden om 12.500 TEU schepen binnen 24 uur te laden en lossen. Niet minder aantrekkelijk is de inzet van drijvende kranen als "turbo mode" De turbo mode kan gebruikt worden om tijd te winnen voor vertraagde schepen, die uit het vaarschema zijn gelopen.

#### Sterke punten

##### *Berthproductiviteit*

De drijvende kraan kan bijdragen aan een snellere overslag van containers. De inzet van het aantal kranen aan de kade is beperkt. Door extra kranen aan de zeezijde van het schip te plaatsen wordt de berthproductiviteit vergroot.

##### *Directe overslag*

De inzet van een drijvende kraan maakt het mogelijk om containers met één move direct over te slaan en sneller door te voeren naar de inlandterminals.

##### *Flexibiliteit*

De drijvende containerkraan heeft een flexibele inzet. De kraan is niet aan één terminal of kade gebonden en kan daarom op verschillende terminals ingezet worden. Zeker als er extra capaciteit gewenst is bij het lossen van grote schepen biedt de drijvende kraan voordelen.

## Zwakke punten

### *Container logistiek*

De inzet van een drijvende kraan heeft een ingewikkelde container logistiek tot gevolg. Bij het lossen moet voor de containers in het schip een keuze gemaakt worden aan welke zijde van het schip containers afgevoerd worden. Bij het laden moeten de containers volgens het stuwplan in de juiste volgorde in het schip gezet worden. Ook zal er een goede afstemming moeten zijn met de binnenvaartschepen op het deepsea schip om wachttijden te voorkomen.

### *Bewegingen van de kraan*

De bewegingen van de kraan als gevolg van wind, golven en stroming beïnvloeden samen met de bewegingen van het schip de nauwkeurigheid van het positioneren van containers. Deze bewegingen moeten binnen bepaalde grenzen blijven om voldoende productiviteit te behalen.

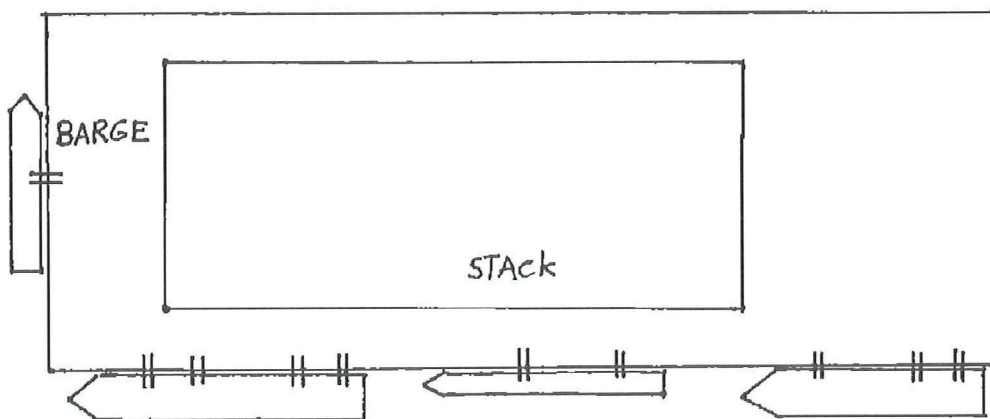
### *Inzetbaarheid*

De gevoeligheid van de drijvende kraan voor weersinvloeden beperkt de inzetbaarheid van de kraan. Daar komt bij dat er ruimte moet zijn bij de kade om een drijvende kraan in te zetten en de bijbehorende binnenvaartschepen of duwbakken onder te brengen.

## 6.2.5 De geïntegreerde binnenvaartkade

Het idee van de terminal met geïntegreerde binnenvaartkade is dat containers vanaf de deepsea kade direct per AGV of ander transportmiddel naar de binnenvaartterminal worden gereden om aldaar in een binnenvaartschip of duwbak geplaatst te worden. Voor de haven van Gwang-yang in Zuid Korea is reeds een ontwerp gemaakt voor zo'n soort terminal. Die terminal heeft een dedicated binnenvaartkade alwaar met behulp van 1 kraan een coaster behandeld kan worden, zie figuur 6.6

Figuur 6.6 Containerterminal met geïntegreerde binnenvaartkade



Vanwege het feit dat men slechts één kraan gebruikt komt het er op neer dat veel containers eerst in de stack worden geplaatst waarna ze op afroep naar de binnenvaartterminal worden gebracht.

Van belang is dat de informatievoorziening op peil is om containers direct te kunnen doorvoeren. Getracht moet worden om de binnenvaartkades zo dicht mogelijk bij de deepseakade te situeren zodat transportafstanden beperkt blijven en er zodoende minder AGV's nodig zijn.

## Sterke punten

### *Besparing van een handeling*

Door zo veel mogelijk binnenvaart-containers direct door te voeren naar de klaarliggende binnenvaartschepen en niet via de stack door te voeren wordt een handeling bespaard.

### *Binnenvaartafhandeling aan een dedicated kade*

Door gebruik te maken van een dedicated binnenvaartkade kan goedkoper en efficiënter gewerkt worden. De kostenbesparing komt voort uit het feit dat de initiële kosten van een binnenvaartkade vanwege zijn beperkte diepte een stuk lager liggen dan die van een deepsea kade en anderzijds omdat er met goedkopere kranen gewerkt kan worden. Een hoge efficiëntie wordt bereikt omdat deze dedicated kranen een beperktere hoogte hebben waardoor het plaatsen en oppakken van containers makkelijker wordt.

## Zwakke punten:

### *Flexibiliteit*

Een gedeelte van de flexibiliteit gaat verloren door dedicated binnenvaartkranen en kades in gebruik te nemen. Het opvangen van een piek in de deepsea overslag is dan namelijk niet meer mogelijk.

### *Bestuurbaarheid van het systeem*

Omdat er door het gebruik van de binnenvaartkade een ingewikkelder logistiek proces ontstaat vergt dit een gecompliceerder besturingsysteem. Nadeel van dit systeem is dat er een grotere kans is op congestie van AGV's.

## **6.3 Beoordeling van de terminalconcepten**

In deze paragraaf zullen de beoordelingscriteria aan bod komen die gebruikt worden om de bovenstaande varianten van de containerterminal van de toekomst te beoordelen.

### 6.3.1 Beoordelingscriteria

Aan de hand van de literatuurstudie en de brainstormsessie zijn de volgende beoordelingscriteria opgesteld.

#### **Mogelijkheid tot directe overslag**

De mogelijkheid om containers direct over te slaan, zonder dat ze gestackt worden hetgeen containerhandelingen bespaart.

#### **Berthproductiviteit**

Onder berthproductiviteit wordt het aantal handelingen verstaan dat gemiddeld per uur per schip uitgevoerd kan worden.

#### **Flexibiliteit**

Onder flexibiliteit wordt de mogelijkheid verstaan om kades en kranen zo optimaal mogelijk in te kunnen zetten zodat de bezettingsgraad toeneemt en daarmee de afschrijvingsduur wordt verkort of de kosten per container afnemen. Verder moeten de kranen flexibel ingezet kunnen worden voor het behandelen van de mix aan schepen.

### Betrouwbaarheid

Onder betrouwbaarheid wordt verstaan de mate waarin wachtrijen en wachttijden optreden voor het interne transport dan wel de containerkraan. Door problemen met de afstemming van de kraancyclus en het interne transport kan het gebeuren dat of de kraan of het interne transportmiddel moet wachten. In het geval van de interne transportmiddelen kan het zelfs gebeuren dat er een wachtrij ontstaat voordat een container geplaatst of verwijderd kan worden. Het optreden van wachtrijen en wachttijden heeft een negatieve invloed op de voorspelbaarheid van de processen op de terminal. Over het algemeen geldt dat bij een complexere containerlogistiek er een grotere kans bestaat op vertragingen.

### Inzetbaarheid

Onder inzetbaarheid wordt het maximale aantal uren per jaar dat het terminalconcept inzetbaar is verstaan. De inzetbaarheid kan negatief worden beïnvloed door onderhoudswerkzaamheden, storingen, weersomstandigheden of reparatiewerkzaamheden ten gevolge van een aanvaring.

### Investeringskosten

Om een indicatie te geven van de kosten wordt gekeken naar de extra investeringskosten van het concept ten opzichte van de referentiterminal. Gekozen is voor de investeringskosten en niet voor kosten per container omdat de concepten verschillen in overslagkwaliteit.

## 6.3.2 Selectie van de meest aantrekkelijke concepten

Bovenstaande concepten worden op kwalitatieve wijze beoordeeld met behulp van een multi criteria analyse. De beoordeling van de concepten wordt gedaan ten opzichte van de Euromax referentie terminal. Het resultaat is weergegeven in tabel 6.6.

Tabel 6.6 Beoordeling van de terminalconcepten

	Euromax	Carrier Crane	Drijvende kade	Drijvende kraan	Binnenvrt. kade
Directe overslag	□	□	+	++	+
Berthproductiviteit	□	++	++	+	□
Flexibiliteit	□	-	+	++	-
Betrouwbaarheid	□	□	-	-	-
Inzetbaarheid	□	-	-	--	□
Investeringskosten	□	□	--	-	+

Verklaring van de scores:

- Veel slechter dan de Euromax
- Slechter dan de Euromax
- Gelijk aan de Euromax
- +
- ++ Beter dan de Euromax
- ++ Veel beter dan de Euromax

### *Directe overslag*

Het Carrier Crane concept biedt netzo als de Euromax terminal geen specifieke mogelijkheden voor directe overslag. De drijvende kade daarentegen biedt mogelijkheden om een deel van de containers direct over te slaan op de binnenvaart aan de achterzijde van het ponton. Ook bij de terminal met binnenvaartkade bestaat de mogelijkheid om een gedeelte van de containers direct met behulp van een intern transportmiddel naar gereedliggende binnenvaartschepen te transporteren. De drijvende kraan tot slot is bij uitstek geschikt voor directe overslag.

### *Berthproductiviteit*

De concepten van de Carrier Crane en de drijvende kade bieden mogelijkheden om schepen met een veel hogere productiviteit te behandelen. Bij de drijvende kraan is dat ook het geval maar in minder mate omdat er slechts gebruik wordt gemaakt van een beperkt aantal extra kranen. Tot slot is bij de binnenvaartkade geen sprake van een verhoogde berthproductiviteit.

### *Flexibiliteit*

De binnenvaartkade en de Carrier Crane scoren slechter op flexibiliteit dan de Euromax terminal. Dit vanwege het feit dat bij de binnenvaartkade gebruik wordt gemaakt van dedicated kranen en kades voor de binnenvaart. Deze kades en kranen kunnen daardoor niet gebruikt worden voor de afhandeling van deepsea schepen hetgeen afbreuk doet aan de flexibiliteit. Voor de Carrier Crane geldt dat door het gebruik van meerdere katten op dezelfde kraan de productiviteit toeneemt. Dit legt beperkingen op aan het aantal baaien en dat tegelijkertijd met de beschikbare behandeld kan worden. Ook zijn er minder te verdelen kranen over de kade.

De drijvende kraan kent een hoge mate van flexibiliteit omdat hij verplaatst kan worden naar verschillende locaties in de haven. De drijvende pontons zijn daarin minder flexibel: het biedt mogelijkheden om eventueel ook twee schepen enkelzijdig af te handelen, maar inzetten op meerdere terminal zal problemen opleveren vanwege de mobiliteit van het enorme gevaarte en het feit dat de besturingssystemen van op de terminal voorbereid moeten zijn op het gebruik van het drijvende ponton.

### *Betrouwbaarheid*

De betrouwbaarheid hangt in grote mate samen met de complexiteit van de containerlogistiek. Het mag duidelijk zijn dat de complexiteit van de containerlogistiek in grote mate samenhangt met het wel dan wel niet gebruik maken van directe overslag. Vandaar dat te zien is dat de concepten die goed scoren op de mogelijkheid voor directe overslag slecht scoren op betrouwbaarheid.

### *Inzetbaarheid*

De Carrier Crane en de drijvende kade scoren slechter op inzetbaarheid dan de Euromax terminal. De Carrier Crane zit technisch complexer in elkaar dan een conventionele kraan hetgeen de kans op storingen en de behoefte aan onderhoud vergroot. De drijvende kade en de drijvende kraan zullen hinder kunnen ondervinden van de weersomstandigheden. Bij een sterke wind kan het gebeuren dat ze buiten bedrijf moeten worden genomen. Vanwege de omvang van het ponton zal dit eerder voorkomen bij de drijvende kraan dan bij de drijvende kade, vandaar dat de drijvende kraan slechter scoort. Een ander aspect dat nog niet aan bod gekomen is, is de schade die kan ontstaan aan de drijvende kraan dan wel de drijvende kade in het geval van een aanvaring.

### *Investeringskosten*

De drijvende concepten vergen hogere investeringskosten dan een conventionele terminal: vanwege de omvang van de drijvende kade scoort deze daarop slechter dan de drijvende kraan. De binnenvaartterminal scoort daarentegen goed omdat gebruik gemaakt kan worden van minder diepe, dus goedkopere, kademuuren en goedkopere kranen.

In dit afstudeeronderzoek wordt onderzoek gedaan naar de containerterminal van de toekomst die functioneert in een netwerk en tevens de mogelijkheid biedt om de "In port time" van 12.500 TEU schepen te beperken tot 24 uur. Daarbij wordt gestreefd naar de mogelijkheid om kades en kranen zo flexibel mogelijk in te zetten zodat de bezettingsgraad toe neemt. Dit in oogschouw nemende is het van belang dat het toekomstige terminalconcept voldoende mogelijkheden biedt tot directe overslag, een hoge productiviteit heeft en voldoende flexibel is. Wanneer naar de concepten in tabel 6.6 wordt gekeken kan



geconcludeerd worden dat zowel de drijvende kade als de drijvende kraan mogelijkheden kunnen bieden voor de containerterminal van de toekomst. Vanwege deze kansen en de onbekendheid met beide concepten zal nader onderzoek gedaan worden naar de drijvende kraan door J. van Klinken en naar de drijvende kade door C. Paus. Deze onderzoeken zullen in separate rapporten gepubliceerd worden.



**Literatuurlijst**

- [Brainstorm, 2004] Klinken, J., Paus, C.H. *Brainstorm session on "The Container terminal of the Future"*. Full report of the brainstorm session. Rotterdam, 2004.
- [Breedveld, 1999] Breedveld, W.P., e.a. *Naar een achterlandstrategie*. Universiteit van Utrecht, Utrecht, 1999.
- [Breugel, 2003] Breugel, M.P., van. *Kademuur van de Toekomst*. Afstudeerrapport TUD, Delft, 2003.
- [Cargo Systems, 1997] *Developments in container handling technology*. Cargo Systems, Jeffery, 1997.
- [Cargo Systems, 1999] *Recent developments in information technology for container terminals*. Cargo Systems, Jeffery, 1999.
- [Cargo Today, 2000] Tijdschriftartikel. Cargo Today, december 2000.
- [CUR, 2003] *Handboek kademuren*, Cur-publicatie, Rotterdam 2003.
- [Dekker, 2001] Dekker, N. *Koelcontainers onder de grond?* Afstudeerrapport TU Delft, Delft, 2001.
- [Drewry, 2002] *Global Container Terminals*. Drewry Shipping Consultants, London, 2002.
- [Elling, 1994] Elling, R., e.a. *Rapportageteknik*. Wolters Noordhoff, Groningen, 1994.
- [Evers, 1996] Evers, J.J.M., *De Terminal van de Toekomst*. Trail Onderzoeksschool, Delft, 1996.
- [FAMAS, 2000] Thijs, R., *Integrale Rapportage FAMAS, Samenvatting FAMAS-onderzoeksprogramma 1997-1999*. Connekt, Delft, 2000.
- [FAMAS, 2001] *International state-of-the-art in container logistics and performance requirements for mega hubs*. Connekt, Delft, 2001.
- [FAMAS, 2002a] *Maasvlakte Intergrale Container Logistiek, Uitgangspunten.FAMAS.MV2-project 2.1*. Connekt, Delft, 2002.
- [FAMAS, 2002b] *Maasvlakte Intergrale Container Logistiek, Eindrapport FAMAS.MV2-project 2.1*. Connekt, Delft, 2002.
- [FAMAS, 2002c] *Famas.MV2 Cost analysis model 2002*. Connekt, Delft, 2002.
- [FAMAS, 2003] *Truck Afhandeling, eindrapport FAMAS.MV2-project 12.1*. Connekt, Delft, 2003.
- [Fiktorie, 2002] Fiktorie, E.H.G. *Laden en lossen zonder trossen*. Afstudeerrapport TUD, Delft, 2002.
- [GHR, 1998] Delen, C., *Intergrale verkenningen voor haven en industrie*. GHR, Rotterdam, 1998.
- [GHR, 2003a] *Havenplan 2020*. Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, Rotterdam, 2003.
- [GHR, 2003b] Mez, du, H. *8000 TEU schepen en groter*. Intern document. HbR, Rotterdam, 2003.
- [GHR, 2003c] Mez, du, H. *Port Power Play*. Intern document. HbR, Rotterdam, 2003.
- [Hollebrands, 2002] Hollebrands, J.P.G. *Dubbelzijdig laden en lossen op de Delta Terminal*. Afstudeerrapport TUD. Delft, 2002.
- [Incomaas, 1996a] *Incomaas "informatievoorziening"*. Eindrapport, Rotterdam, 1996.
- [Incomaas, 1996b] Ruit, G.J., van de, *Incomaas "Masterplan"*. Eindrapport, Rotterdam, 1996.
- [Incomaas, 1996c] Ruit, G.J., van de, *Incomaas "Zee- en kustvaart"*. Eindrapport, Rotterdam, 1996.
- [Ligteringen, 2000] Ligteringen, H., *Port and Terminals*. Lecture notes. Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft, 2000.

- [Luttekes, 2003] Luttekes, E. *The Carrier Crane*. Conference documentation, Rotterdam, 2003.
- [Port Solutions, 2001] Amoss, B. *Seapoint, a portserver*. Promotiemateriaal. Los Angeles, 2001.
- [QUI, 2003] QUI, L., *Layout Design for an AS/RS-based Container Terminal*, NTU, Singapore, 2003.
- [Rijssenbrij, 2002] Rijssenbrij, J. *Double or Quit? New Concepts in Terminal Design*. Track On Conference documentation, 2002.
- [Rijssenbrij, 2003] Rijssenbrij, J.C. e.a., *Terminal automation.AAPA Facilities Engineering Seminar*, Baltimor, 2003.
- [Schuylenbrug, 2003] Schylenburg, van, M. *Trends in container vessels*, The changing world of container logistics, Port of Rotterdam, 2003
- [Track, 2000] *Traceren Rotterdam-Achterland Container Ketens*, Stichting RIL, Management Summary, 2000
- [Uitenboogaart, 1999] Uitenboogaart, H., *Hoogstapelvoordeel?*. TNO, Delft, 1999.

### Gevoerde gesprekken

Actuele informatie is verkregen door gesprekken te houden met de volgende personen:

- [Achterkamp] Joost Achterkamp, project manager terminal realisation Euromax
- [Dijk] Wouter van Dijk, afdeling commerciële zaken ECT
- [Schuylenburg] Maurits van Schuylenburg, senior projectleider Havenbedrijf Rotterdam N.V.
- [Doves] Sander Doves, beleidsadviseur Transportveiligheid & Milieu Havenbedrijf Rotterdam N.V.

### Geraadpleegde websites

- [Hi-monitor] Bedrijfsmagazine HbR (intranet)
- [Kalmar] [www.kalmarind.com](http://www.kalmarind.com)
- [Paceco] [www.pacecocorp.com](http://www.pacecocorp.com)
- [HbR] Intranet of via de website [www.portofrotterdam.nl](http://www.portofrotterdam.nl)
- [PSA] [www.psa.com.sg](http://www.psa.com.sg)
- [TUDelft] [www.ocp.tudelft.nl](http://www.ocp.tudelft.nl)

**Lijst van gebruikte afkortingen**

ACC	Automated Cross Car
AGV	Automatic Guided Vehicle
ALV	Automatic Lifting Vehicle
ASC	Automatic Stacking Crane
ECT	Europe Combined Terminals
FAMAS	First All Modes All Sizes
GTO	Global Terminal Operator
HbR	Havenbedrijf Rotterdam
IMO	International Maritime Organisation
InCoMaas	Infrastructuur Containeroverslag Maasvlakte
ITT	Inter/ Intern Terminal Transport
LCC	Large Container Carrier
MTS	Multi Trailer System
OBC	Overhead Bridge Crane
RFID	Radio Frequency Identification
RGV	Rail Guided Vehicle
RSC	Rail Service Centrum
RVV	Rijksdienst voor Vee en Vlees
SC	Straddle Carrier
SATL	Semi Automatic TwistLock
TC	Terminal Chassis
TEU	Twenty feet Equivalent Unit
THC	Terminal Handling Charges
TSC	Truck Service Center
TT	Terminal Trekker
VAL	Value Added Logistics

## Begrippenlijst

Automatic Cross Car	Werking hetzelfde als een AGV met als verschil dat alle vier de wielen dwars gezet kunnen worden
Automatic Guided Vehicle	Onbemand automatisch geleid transportvoertuig
Automatic Lifting Vehicle	Automatisch, onbemand opererend hefvoertuig die een container maximaal 1 hoog kan stapelen
Automatic Stacking Crane	Automatische, onbemande opererende kraan t.b.v. het opslaan van containers in de opslag
Backreach	Reikwijdte achterzijde kraan
Barge	Binnenvaartschip of duwbak
Berthproductiviteit	Het aantal behandelde TEU per schip per uur
Boom	Oversteek aan de voorzijde van een kadekraan ofwel klap
Bunkeren	Het innemen van brandstof en voedsel door schepen
Callratio	Percentage van het totaal aantal TEU op een schip dat in een haven gelost wordt
Callsize	Ladingpakket containers
Capaciteit	Maximaal aantal te verwerken eenheden
Carrier Haulage	De rederij verzorgt zowel het zeezijdige als het landzijdige transport.
Dedicated terminal	Een terminal die een bepaalde rederij of alliantie bedient.
Deepsea terminal	Een terminal waar intercontinentale scheepvaart wordt behandeld
Directe overslag	Het overslaan van een container naar de vervolg modaliteit, zonder dat deze in de stack op de deepsea terminal geplaatst wordt.
Dwelltime	De totale verblijftijd van een container op de terminal
Emptydepot	Opslag voor lege containers
Europe Combined Terminal	De grootste terminal operator in de haven van Rotterdam
Fytosanitaire dienst	Overheidsdienst die zich bezighoudt met keuring van planten
Hamburg- Le Havre range	Reeks van 9 havens tussen Hamburg en Le Havre
Hatchless schepen	Schepen uitgevoerd met celgeleiders i.p.v. luiken
Inter Terminal Transport	Het transport tussen de verschillende terminals
Intern Terminal Transport	Het transport binnen de terminal
Kat	Voertuig als onderdeel van een kraan waaraan de spreader is bevestigd
Merchant Haulage	De rederij verzorgt het zeezijdige en de expediteur het landzijdige transport
Modal split	De verdeling per modaliteit (rail, binnenvaart, truck) van het achterlandtransport
Multi Trailer System	Trekker voorzien van 5 opleggers die 10 TEU tegelijkertijd kan vervoeren
Multi-user terminal	Een terminal die meerder rederijen bedient en dezelfde service biedt.
Outreach	zie boom
Peakshaving	Het afvlakken van piekbelastingen
Port Community System	Communicatiesysteem tussen overheidsinstanties en bedrijven

Productiviteit	Aantal handelingen per tijdseenheid
- Technische kraanproduct. (100%)	Productiviteit zonder enige verstoringen: alleen afhankelijk van de dimensies en aandrijving van de kraan, de scheepsgrootte en het laad- en losplan
- Operationele product. (88%)	Technische kraanproductiviteit vermindert met fouten en concentratieproblemen van de kraanmachinist, weerinvloeden, slinging van de container, scheepsbewegingen en verstoringen door twistlock-handling, positionering en het vastsjorren van de containers aan dek.
- Netto systeem product. (73%)	Operationele productiviteit vermindert met verliezen ten gevolge van afstemmingsproblemen tussen de kraancyclus en het interne transport
- Bruto systeem product. (67%)	De netto systeem productiviteit vermindert met verliezen ten gevolge van storingen, pauzes van de kraanmachinist en het verrijden van de kraan naar een andere baai.
Reshuffling	Het verplaatsen van containers in de stack
Ruimteproductiviteit	Het aantal TEU dat per hectare per jaar wordt verwerkt
Spreader	Hijsgereedschap waarmee een container op vier hoekpunten vastgepakt kan worden m.b.v. twistlocks
Stack	Ruimte voor containeropslag
Straddle Carrier	Bemand voertuig, gebruikt als transportmiddel van de kade tot in de stack
Tandemlift	Gelijktijdig, naast elkaar, optillen van twee 40 voet containers.
TEU-factor	De verhouding van het aantal 40' containers gedeeld door het aantal 20' containers
Transshipment	Zeezijdige overslag van deepsea schepen naar feedersschepen of andere deapsea schepen
Twenty feet Equivalent Unit	Container met een lengte van 20 voet (6.03m)
Twinlift	Gelijktijdig, in elkaars verlengde, optillen van twee 20 voet containers
Twistlock	Vergrendeling waarmee iedere container is zijn hoekpunt wordt vastgepakt
Verlader	De partij die goederen ter transport aanbied
Visual Gate System	Systeem waarbij containernummer en eventuele schade geanalyseerd wordt m.b.v. visuele apparatuur





## Bijlage A Havenbedrijf Rotterdam N.V.

Het Havenbedrijf Rotterdam N.V. (HbR) beheert namens de gemeente Rotterdam het bijna 11.000 hectare tellende Rotterdamse haven- en industriecomplex. Het haven- en industriecomplex is een belangrijke dynamo voor zowel de nationale als de internationale economie. De bijdrage van de Rotterdamse haven aan het BNP is ruim 7% of wel 23 miljard euro. Daarnaast leveren de activiteiten in de haven van Rotterdam ongeveer 315.000 arbeidsplaatsen in Nederland op.

De belangrijkste inkomsten van het Havenbedrijf zijn de huuropbrengsten van de kade en haventerreinen en het zeehavengeld. Het zeehavengeld wordt door de rederijen afgedragen aan de havenbeheerder bij het aanlopen van een haven.

Het hoofdkantoor van het Havenbedrijf Rotterdam is gevestigd in het World Port Center, zie figuur 1.

Figuur 1 World Port Center in Rotterdam



Internationale ontwikkelingen zoals de globalisering en liberalisering zijn aanleiding voor een verandering in de opstelling van het HbR als havenbeheerder. Wat betreft de containeroverslag streeft het Havenbedrijf naar een situatie waarin zowel gezonde concurrentie als samenwerking tussen de verschillende spelers aanwezig zijn.

### Taken

Vanouds heeft het Havenbedrijf altijd twee taken gehad:

- Het ontwikkelen, construeren, managen en opereren van het haven- en industriecomplex
- Het effectief, veilig en efficiënt afhandelen van scheepsverkeer.

### Missie en positionering

De missie van het Havenbedrijf Rotterdam N.V. voor de periode 2001-2005 is verwoordt in het bedrijfsplan. Deze missie luidt: 'Versterking van het Rotterdamse haven- en industriecomplex in Europees perspectief nu en op de lange termijn.' Daartoe positioneert het Havenbedrijf zich als havenautoriteit en internationaal opererende dienstverlener die:

- op professionele wijze de bedrijvigheid in het havenindustriële complex stimuleert, faciliteert en daarin investeert met verantwoordelijkheid voor een duurzame leef- en werkomgeving;

- open en flexibel samenwerkt met alle relevante partijen;
- ontwikkelingen in en ten behoeve van het havenindustriële complex vanuit duidelijke keuzes en met een ondernemende instelling ondersteunt en initieert en daarbij gebruik maakt van een mix van publieke en private instrumenten.

Dominante thema's bij de uitvoering van deze missie zijn:

- het creëren van meer fysieke en milieugebruiksruimte in de haven;
- het aantrekken van ladingbindende en toegevoegde waarde-activiteiten, zowel voor de logistiek, de distributie als de industrie;
- in nautisch opzicht een vlotte, veilige en complete haven ontwikkelen;
- harmonieuze ontwikkeling van stad en haven met aandacht voor de arbeidsmarkt en het benutten van kansen in e-business.

Bron: [HbR]

## Bijlage B De Hamburg - Le Havre range

Als geen ander deel in de wereld wordt Noordwest Europa gekenmerkt door het grote aantal zeehavens in een kleine regio. Langs de continentale kust zijn van Le Havre tot Hamburg een negental havens te vinden die grotendeels hetzelfde achterland bedienen en onderling sterk concurreren. Deze kuststrook met een lengte van ongeveer 600 km wordt de Hamburg - Le Havre range (HLH-range) genoemd. De drie grootste havens zijn Rotterdam, Hamburg en Antwerpen. Overige havens zijn Le Havre, Duinkerken, Zeebrugge, Gent, Amsterdam en Bremerhaven.

### Containervolume en marktaandeel

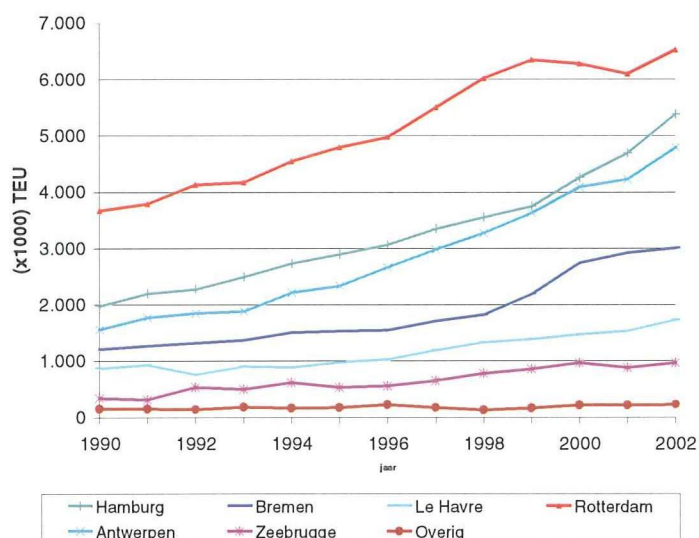
In 2002 waren de havens Rotterdam, Hamburg en Antwerpen goed voor driekwart van het totale overslagvolume in de HLH-range. Het overslagvolume en marktaandeel voor de havens in de HLH-range in 2002 zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Overslagvolume en marktaandeel van de havens in de HLH-range voor wat betreft de containeroverslag (2002)

	Overslagvolume (*1000 TEU)	Marktaandeel (%)
Rotterdam	6515	29
Hamburg	5374	24
Antwerpen	4777	21
Bremen	2999	13
Le Havre	1720	8
Zeebrugge	959	4
Duinkerken	161	1
Amsterdam	45	0
Gent	18	0
<b>TOTAAL</b>	<b>22.568</b>	<b>100</b>

Het laatste decennium is de containeroverslag in de HLH - range verdubbeld tot ruim 22 miljoen TEU in het jaar 2002. De belangrijkste groeiers in deze markt zijn de havens van Hamburg en Antwerpen die de laatste jaren een groeipercentage van bijna 10% behaalden. Dit in tegenstelling tot Rotterdam waar de groei enkele jaren stagneerde. Het marktaandeel van Rotterdam daalde de afgelopen tien jaar van 38% naar 29%. Het verloop van het overslagvolume sinds 1990 is weergegeven in figuur 1.

Figuur 1 Container overslagvolume in HLH-range sinds 1990

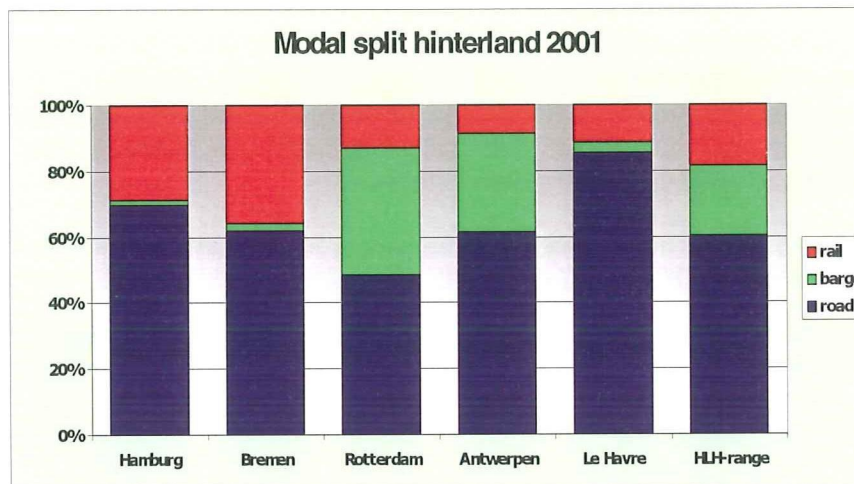


Het stijgende marktaandeel van de havens van Antwerpen en Hamburg heeft verschillende oorzaken. De groei van markten in Oost-Europa verklaart deels de groei voor Hamburg. In Antwerpen speelt de lagere prijs een belangrijke rol.

### Modal split

Binnen de modal split van de havens in de HLH-range zijn enige verschillen waarneembaar, zie figuur 2.

Figuur 2 Modal split van een aantal havens in de HLH-range



Uit de figuur blijkt dat de havens van Hamburg en Bremen een hoog aandeel truck en rail hebben in tegenstelling tot de havens van Antwerpen en Rotterdam. Deze havens kennen een hoog aandeel in de binnenvaart dankzij de aanwezigheid van geschikte waterverbindingen met het achterland.

### Diepgang van waterwegen

Met de toenemende scheepsgrootte in de toekomst wordt de diepgang van de haven steeds belangrijker. Voor een viertal havens in de HLH-range is de diepgang in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 Diepgang van een viertal havens in de HLH-range [Drewry, 2002]

Haven	Diepgang kade (meter)
Rotterdam	19,6
Hamburg	16,7
Antwerpen	15,3
Bremerhaven	14,5
Le Havre	14

In Hamburg is een diepgang van 16,7 meter bij de terminal Altenwerder mogelijk. Voor Rotterdam tot 19,6 meter bij de nieuwe Euromax terminal. De haven van Antwerpen is slechts toegankelijk voor schepen met een diepgang tot 15,3 meter. De diepgang van de havenmond van Rotterdam is in tegenstelling tot andere havens dieper dan de genoemde kadedieptes. Met 23 meter diepte is Rotterdam zelfs toegankelijk voor de grootste mammoettankers.

**Uitbreiding van overslag capaciteit**

Binnen de HLH-range zijn verschillende plannen om de toekomstige groei te kunnen verwerken. Naast de Rotterdamse uitbreiding met de Maasvlakte 2 hebben ook de concurrenten de Duitse havens en Antwerpen grote plannen. De belangrijkste uitbreidingsplannen zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Geplande uitbreiding van havens in de HLH-range

	Project	Capaciteit (TEU)	Datum gereed
Antwerpen	Deurganckdok	3.200.000	2003-2006 <sup>1)</sup>
Zeebrugge	Albert II	1.200.000	2003+
Le Havre	Port 2000	1.200.000	2004-2006
Bremerhaven	CT IIIa en IV	2.400.000	2004-2008
Hamburg	CTA fase II	800.000	2004
Rotterdam	Euromax	1.700.000	2004 <sup>2)</sup>
Wilhelmshaven	Nieuwe terminal	1.000.000	2010
Rotterdam	Maasvlakte 2	750.000	2007+ <sup>3)</sup>

1) Bijgesteld: vanaf 2004

2) Bijgesteld: vanaf 2008 naar 2.8000.000 TEU in 2011

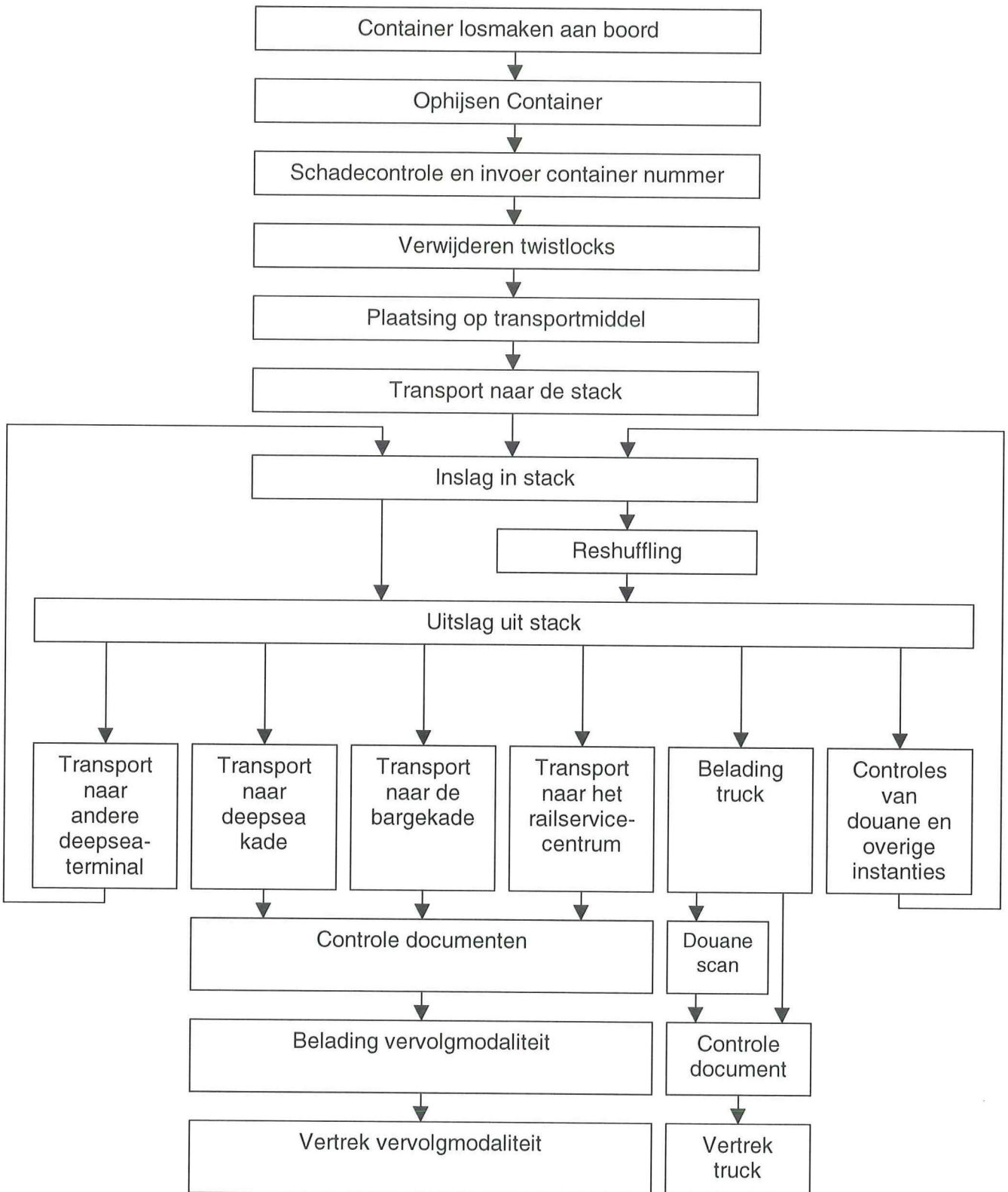
3) Bijgesteld: vanaf 2011 naar 16.000.000 TEU in 2035

Bronnen: [Drewry, 2002] [HbR]



**Bijlage C    Proces-schema van het behandelen van een importcontainer**

In onderstaand schema is het proces weergegeven dat een importcontainer doorloopt vanaf het schip totdat deze de terminal verlaat.







## Bijlage D Equipment gebruik op containerterminals

In deze bijlage wordt een overzicht gegeven van het wereldwijd belangrijkste equipment op de grotere containerterminals. De volgende werktuigen zullen worden behandeld.

- Kadekraan
- Terminaltransport
- Stackkraan
- Kraan voor railafhandeling
- Kraan voor binnenvaartafhandeling

Tot slot wordt ingegaan op de overwegingen die een rol spelen bij de keuze tussen het wel of niet automatiseren van equipment.

### Kadekraan

De kadekraan kent wereldwijd weinig varianten. De zogenaamde 'ship to shore gantry crane' is doorgaans op elke terminal te vinden, zie figuur 1. De belangrijkste verschillen zitten in de hijscapaciteit van de kraan en de afmetingen de kraan. Belangrijke afmetingen zijn de lengte van de boom (outreach), de afstand tussen de poten en de hoogte van de boom.

Figuur 1 Kadekraan



### Terminaltransport

De voertuigen die ingezet worden voor het transport op de terminal worden onderscheiden in voertuigen met hefinrichting en zonder hefinrichting. In het eerste geval kan het voertuig de container zelf oppakken en neerzetten en in het laatste geval ontbreekt deze mogelijkheid.

#### *Terminal trekker en chassis*

De terminal trekker (TT/ TC) wordt gebruikt in combinatie met een chassis van 2 TEU, zie figuur 2. Deze eenvoudige manier van transport is flexibel maar arbeidsintensief. De terminal trekker met chassis wordt wereldwijd veel toegepast.

*Multi trailer system (MTS)*

Het Multi Trailer System (MTS) bestaat uit een trekker gecombineerd met een vijftal trailers met een gezamenlijke capaciteit van 10 TEU, zie figuur 3. Het gebruik van een MTS bespaart een aanzienlijk aantal losse voertuigen en arbeid.

Figuur 2 Terminal trekker



Figuur 3 Multi trailer systeem

*Automatic guided vehicle*

De Automatic Guided Vehicle (AGV) is een onbemand voertuig dat via elektrische besturing in de kade zijn weg vindt, zie figuur 4. In de jaren 80 is dit voertuig door ECT ontwikkeld en wordt de laatste jaren gezien als een serieus alternatief voor bemande transportvoertuigen. In gebieden waar de arbeidskosten hoog zijn weegt dit op tegen de hoge investering van dit complexe en storingsgevoelige voertuig.

*Straddle carrier*

De Straddle Carrier (SC) is een flexibel en efficiënt voertuig dat al geruime tijd ingezet wordt voor zowel transport als stacken, zie figuur 5. Het gebruik van een SC maakt een afzonderlijke stackkraan overbodig, wat kosten bespaart. Beperkingen bij het stacken zijn de hoogte (1 over 3) en het verlies van ruimte als gevolg van de benodigde rijlanen tussen de containers. De multifunctionele SC vereist wel hoge investerings- en onderhoudskosten en gekwalificeerd personeel.

De fabrikant Kalmar is momenteel bezig met de toepassing van geautomatiseerde straddle carriers op de een containerterminal in Brisbane.

Figuur 4 Automatic guided vehicle



Figuur 5 Straddle carrier



### Stackkraan

Op terminals waar gebruik gemaakt wordt van SC's is een stackkraan overbodig. Hetzelfde geldt voor terminals waar containers op terminal chassis worden gestackt. Op terminals waar afzonderlijk stackkranen gebruikt worden, zijn de volgende varianten in gebruik:

#### *Rubber Tyred Gantry*

De Rubber Tyred Gantry (RTG) wordt normaal gebruikt in stacks tot 6 containers breed en 4 á 5 hoog, zie figuur 6. Het voertuig is met banden uitgerust en zodoende flexibel, zodat meerdere stacklanen met één RTG bediend kunnen worden. Vanwege de hoge wielbelasting is een goede ondergrond vereist.

Figuur 6 Rubber tyred gantry



#### *Rail Mounted Gantry*

De Rail Mounted Gantry (RMG) is minder flexibel dan de RTG, omdat deze op een rail gemonteerd is. De wiellasten zijn hierdoor wel lager. Ook worden er hogere operationele snelheden behaald. Een ander voordeel is de mogelijkheid om tot 10 breed te stacken. De hoogte is 1 over 4. De RMG leent zich goed voor automatisering, hetgeen ook gebeurt in de vorm van de zogenaamde Automatic Stacking Crane (ASC), zie figuur 7.

*Overhead brigde crane*

De Overhead Bridge Crane (OBC) is een alternatief voor de RMG, zie figuur 8. De OBC is een bovenloopkraan rijdend over een rail op een paalconstructie. Met de OBC is het mogelijk tot grote hoogtes te stacken. De voordelen zijn een lagere kraanmassa en betere rijprestaties. Ook de hogere ruimteproductiviteit is een groot voordeel. De investeringskosten zijn wel drie tot vier maal groter. De OBC wordt sinds enkele jaren toegepast in Singapore, waar tot 9 hoog gestackt kan worden.

Figuur 7 Automatic stacking crane



Figuur 8 Overhead brigde crane



Het gebruik van stackequipment verschilt wereldwijd. Deze verschillen zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Keuze van stack equipment in de grootste havens ter wereld (&lt;1.0 miljoen TEU) in 2001

Regio	TC	OBC	RMG	RTG	SC
Noord Amerika	36,7 %	-	5 %	43,3 %	10,0 %
Zuidoost Azië	-	4,5 %	9,1 %	77,3 %	9,1 %
Oost Azië	-	1,8 %	6,3 %	61,6 %	29,5 %
Noordwest Europa	-	-	20 %	13,3 %	66,7 %
<b>Wereldwijd</b>	<b>7,9%</b>	<b>1,1%</b>	<b>9,4%</b>	<b>51,4%</b>	<b>24,8%</b>

Wereldwijd is de RTG het meest gebruikte equipment voor het stacken van containers. In Noordwest Europa is het gebruik van SC's en RMG's populair in vergelijking met elders. Het TC wordt alleen in Noord Amerika gebruikt. De getallen voor de OBC hebben geen vergelijkingswaarde omdat de OBC nog maar net geïntroduceerd is.

**Kraan voor railafhandeling**  
railafhandeling

Voor de binnenvaartafhandeling wordt gebruik gemaakt van gantry kranen, die parallel aan de rails voortbewegen. Tussen de poten vindt de overslag naar de treinwagons plaats. Een voorbeeld van een kraan voor railafhandeling is gegeven in figuur 9.

Figuur 9 Kraan voor



### Kraan voor binnenvaartafhandeling

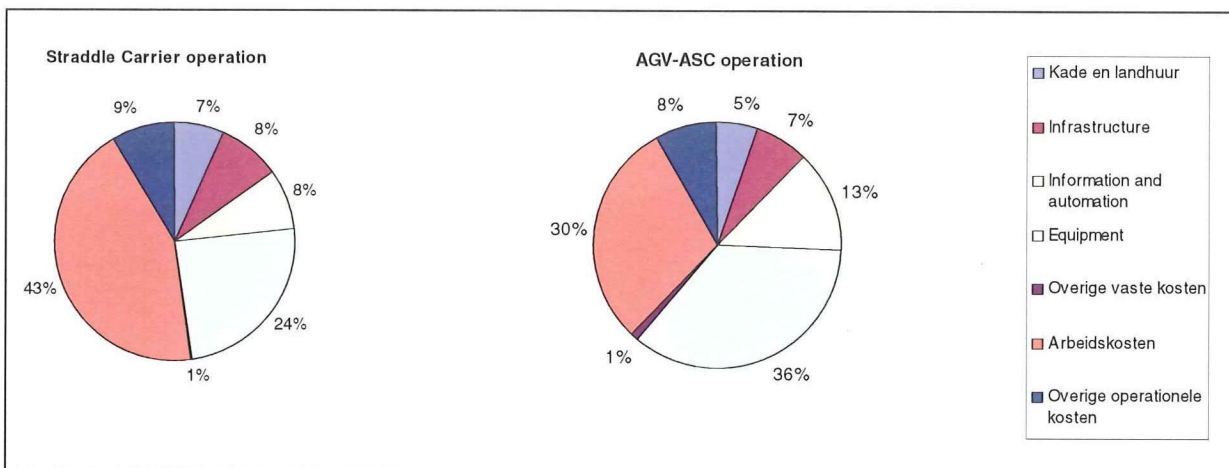
De afhandeling van binnenvaartschepen gebeurt op verschillende manieren. In het geval van grote binnenvaartschepen is het mogelijk om dit met de deepsea kadekranen te doen. Een andere mogelijkheid is om een kleinere ship to shore kraan of een gantry kraan met oversteek aan de waterzijde in te zetten op een speciale binnenvaartkade.

### Overwegingen bij de keuze tussen automatisch of bemand equipment

Bij het ontwerpen van een terminal is het al dan niet automatiseren van terminalprocessen een belangrijk aspect. De stijgende arbeidskosten is de belangrijkste drijfveer voor het automatiseren van processen op de terminal. Een ander voordeel is de betere controle op de handelingen, zodat er minder schade ontstaat. Ondanks deze voordelen bestaan er ook grote nadelen om handelingen op de terminal te automatiseren. De belangrijkste nadelen zijn de lange tijd die meestal nodig is om een automatisering succesvol te implementeren, vermindering van de flexibiliteit en het ontbreken van 'bewezen techniek'.

In Noordwest Europa blijkt het absolute verschil in totale handelingskosten per container tussen straddle carrier en AGV-ASC operation klein te zijn. Voor AGV-ASC geldt momenteel een kostenvoordeel van 10 tot 15%. De verschillen per kostensoort zijn echter wel veel groter. In figuur 10 is een overzicht gegeven van de kosten per container in procenten per kostensoort.

Figuur 10 Kostenoverzicht voor Straddle carrier en AGV-ASC operation





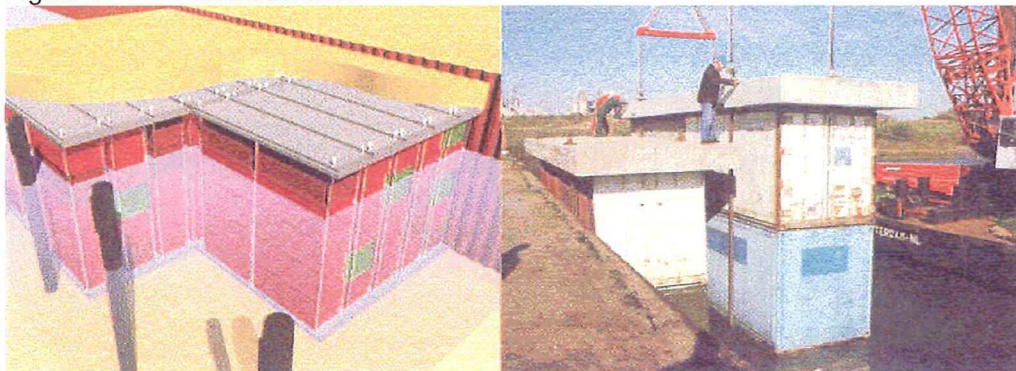
## Bijlage E Overige innovatieve ontwikkelingen

In deze bijlage zullen innovatieve ontwikkelingen aan bod komen die niet direct van belang zijn bij de ontwikkeling van een nieuwe terminal op de tweede Maasvlakte, maar toch het vermelden waard zijn.

### Containerland

Het principe van Containerland bestaat uit het genereren van tijdelijk haventerrein door het afzinken van oude containers, zie figuur 1. [CUR, 2003]

Figuur 1 Containerland



Voor Containerland worden oude containers gebruikt waarin gaten zijn geboord. Deze pakketten van containers worden vervolgens afgezonken. Ze zijn aan de boven- en onderkant voorzien van betonplaten, om de belastingen naar de hoekpunten over te kunnen dragen. Op de containers wordt een laag zand gestort. Zo ontstaat een terrein waarop in combinatie met afmeervoorzieningen overslag met mobiele kranen mogelijk wordt.

De oplossing biedt uitkomst aan bedrijven die bijvoorbeeld door groei of verplaatsing met een snelle, niet-permanente aanpassing van havenbekkens zijn gediend.

De levensduur van een Containerland kade wordt geschat op 10-20 jaar.

#### Voordelen:

- De zetting- en consolidatie-effecten zijn beperkt, aangezien de pakketten ten opzichte van demping met zand een aanzienlijk geringer gewicht hebben;
- Flexibiliteit: traditioneel aangelegde haveninfrastructuur heeft een veel langere afschrijvingstermijn.

#### Nadelen:

- Bovenbelastingen van kadekranen moeten goed gespreid worden;
- Beperkte diepte tot ongeveer 15 meter.

#### Toepasbaarheid:

Het concept is op kleine schaal in de praktijk toegepast. Voor bijzondere omstandigheden zou Containerland uitkomst kunnen bieden, maar voor de toepassing op deepsea terminals zijn de stabiliteit en draagkracht hoogstwaarschijnlijk onvoldoende en speelt de beperkte toepasbare diepte een belangrijke rol.

### Floating Port

Het Floating Port Concept is bedoeld als havenuitbreiding wanneer bestaand haventerrein niet verder uitgebreid kan worden. [GHRweb] Er kan bijvoorbeeld niet verder verdiept worden in verband met de aanwezige kades, er zijn geen haventerreinen meer beschikbaar of er is sprake van een diepe bodemligging of rotskust.

Het Floating Port Concept kan op verschillende wijzen uitgevoerd worden, bijvoorbeeld als catamaran (twee drijvende liggers) of als een drijvend lichaam.

Op de terminal zullen de containers van de grote zeeschepen overgeslagen worden op feeder- of binnenvaartschepen.

Voordelen:

- Mogelijkheid tot uitbreiding wanneer een haven daar geen mogelijkheden toe biedt.

Nadelen:

- Een nadeel van dit concept zijn de bewegingen die het schip zal blijven ondergaan ten gevolge van de golven. Dat kan zelfs in gematigde gebieden veel hinder veroorzaken;
- Verbindingen tussen drijvende haven en achterlandmodaliteiten.

Toepasbaarheid:

Het idee van een drijvende kade is reeds in Monaco toegepast, maar dan voor aanleg van cruiseschepen. Tevens dient de daar toegepaste caissonconstructie van 350m breed als golfbreker.

Nader onderzoek zal moeten uitwijzen of voor de toekomst floating port concepts uitkomst kunnen bieden wanneer er sprake is van een ruimtetekort.

### Jetty in zee

De achterliggende gedachte van een jetty in zee is om directe overslag van deepsea schip naar barges mogelijk te maken, zie figuur 2. [Sea Point, 2001]

Figuur 2 Jetty in Zee



Het geheel wordt uitgevoerd op palen met aan één zijde kranen ten behoeve van de deepsea overslag en aan de andere kant kranen om barges te bedienen. In het midden bevindt zich een beperkte tussenbuffer

Voordelen:

- Weinig handelingen per container;
- Korte transportafstanden op de jetty.

Nadelen:

- Om efficiënt te kunnen werken moet men informatie hebben over de vervolgbestemming van de containers;
- Golfslag bemoeilijkt het laden en lossen van containers;



- Doordat er weinig opslagcapaciteit beschikbaar is bestaat de kans dat de jetty volslibt met containers; zware containers komen namelijk als laatste uit een deepsea schip maar moeten als eerste in het binnenvaartschip geladen worden in verband met stabiliteit;
- Beperkte flexibiliteit.

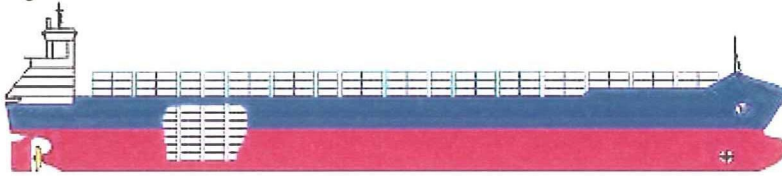
Toepasbaarheid:

Momenteel wordt het concept nog niet toegepast. Misschien dat wanneer in de toekomst de informatievoorziening beter op gang komt dit concept toegepast kan gaan worden.

### Hatchless schepen

Hatchless schepen zijn voor het eerst door Nedlloyd geïntroduceerd. Deze schepen maken geen gebruik meer van luiken, maar van celgeleiders, zie figuur 3.

Figuur 3 Hatchless Container Coaster



Voordelen:

- Containers hoeven niet meer vast te worden gesjord. Dit heeft een afnemende behandeltime en een verhoogde veiligheid voor de havenwerkers tot gevolg. Met het oog op de toenemende veiligheidseisen is dat een bijzonder groot voordeel. In de Verenigde Staten wordt dit ondervangen door automatische twistlocks te gebruiken, echter verlagen deze de productiviteit met 15%.
- Het laad- en losproces wordt niet gehinderd door de dekluiken. Het verplaatsen van de dekluiken kostte in het verleden behalve tijd ook geld, doordat er vaak schade werd aangericht met het plaatsen van de luiken. Tevens hoeft men niet een luik met al de daar bovenop staande containers te verwijderen om bij een bepaalde container te kunnen komen.
- Containers kunnen niet van boord slaan. Dit heeft als grote voordeel dat er hoger gestapeld kan worden.
- Alle containers kunnen gemakkelijk met behulp van de celgeleiders op hun plaats worden gezet. In het verleden kostte het de machinist veel moeite om containers op de juiste wijze op het dek te positioneren.

Nadelen:

- Minder flexibiliteit om off-standards of projectlading mee te nemen. Zeker op de laatste groep zijn hoge marges te behalen.
- Het gemiddelde gewicht van de containers moet omlaag gebracht worden om de druk op de onderste containers te verminderen.
- Door het grotere vrijboord heeft een open-top schip een hogere Gross Tonnage-waarde. (Daaronder verstaat men het totale volume van alle permanent ingesloten ruimte onder en bovendeks, enkele uitzonderingen daargelaten zoals de stuurhut etc). Havengelden, kosten voor loodsen en voorschriften zijn hier veelal aan gekoppeld, hetgeen betekent dat een Hatchless schip meer moet betalen dan een conventioneel containerschip.
- De kans op waterschade is groter.

Toepasbaarheid:

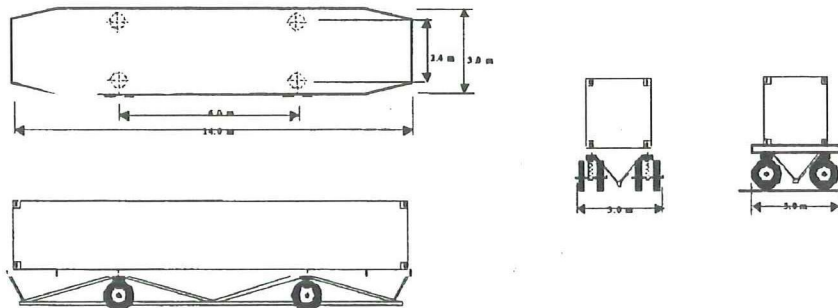
De introductie van hatchless schepen kwam niet goed van de grond vanwege het te zwak uitvoeren van de celgeleiders. Schepen uitgerust met celgeleiders blijven interessant vanwege de steeds strengere veiligheidseisen bij het vastsjorren van de containers en de op gang zijnde discussie om havengelden te relateren aan breedte en lengte van het schip.

Hatchless schepen blijven interessant gezien de ontwikkelingen, maar grotere schepen zullen met luiken uitgevoerd blijven omdat het gemiddelde containergewicht beperkt wordt door de last die de onderste container in het ruim kan dragen.

### De Automatic Cross Car

De Automatic Cross Car (ACC) is een automatisch geleid voertuig dat volledig (met lage snelheid) overdwars kan rijden, zie figuur 4. [Incomaas, 1996c]

Figuur 4 De Automatic Cross Car (ACC)



De ACC heeft een bredere wielbasis dan de thans in gebruik zijnde AGV en is ook lager. Berekeningen wijzen uit dat de stabiliteit in dwarse richting ruimschoots voldoende is. De wielen zijn ook in stilstand zonder grote wrijvingsverliezen om de verticale stuuras te verdraaien. De dwarse rijrichting wordt gebruikt onder de kadekraan.

Voordelen:

- Flexibelere routing.

Nadelen:

- Toepassing vergt een ingewikkeld besturingsysteem.

Toepasbaarheid:

Voor zover bekend is de ACC nog nooit toegepast.

### Containers omhoog brengen in het ruim

Een mogelijkheid om de verticale hijsafstand te verminderen is het installeren van een systeem in het ruim van een schip dat er voor zorgt dat containers met behulp van tandheugels omhoog worden gebracht zodat de machinist daar gemakkelijk de container op kan pakken. [Schuylenburg]

Voordelen:

- De machinist heeft een beter zicht op de containers;
- Vermindering van de verticale hijsafstand;
- Door de beperkte lengte van de hijsdraden wordt de slingering verminderd.

Nadelen:

- Het inbouwen van het systeem neemt de nodige ruimte in beslag hetgeen een negatieve invloed heeft op de capaciteit van het schip.

Toepasbaarheid:

Er zijn geen toepassingen bekend. Met de inbouw van het systeem gaat veel capaciteit verloren hetgeen onwenselijk is bij het deepsea container transport.

### Opvouwbare containers

De opvouwbare container, de Smartbox, neemt 75% minder volume in dan een gewone container en probeert zodoende een kostenbesparing te leveren voor de rederijen, die 15 tot 20% van hun kosten maken met het herpositioneren van lege containers. [GHRweb]

Momenteel zijn er prototypes in de maak met een lengte van 7.45m of 7.82m die breder zijn dan de standaard containers, de zogeheten swap-body's. Deze zijn vier tot vijf hoog stapelbare containers zijn bedoelt voor vervoer per vrachtwagen, trein of binnenvaartschip. Ook wordt er gewerkt aan een variant voor zeevervoer.

De wanden van de Europese vouwcontainer zijn gemaakt van met aluminium versterkte sandwichplaten, die het gewicht van een lege 40' container reduceren van 4,6 naar 2.4 ton.

Voordelen:

- Beperkte ruimtegebruik van een lege container.

Nadelen:

- Het in- en uitklappen is een tijdrovend proces;
- De containers zijn over het algemeen een stuk minder sterk.

Toepasbaarheid:

De Smartbox voor Europees transport komt binnenkort naar waarschijnlijkheid op de markt. De introductie moet echter met argusogen bekeken worden omdat de containers minder sterk zijn dan conventionele containers en het inklappen extra tijd kost.

### De flexibele kademuur

Kademuren zijn steeds minder lang in gebruik. De meest recente kademuren voldoen soms zelfs binnen hun technische levensduur niet meer, omdat de eisen die opgelegd worden aan de kademuur in de tijd veranderen.

Er is gezocht naar oplossingen om een flexibele, demonteerbare kademuur te ontwerpen. Dit heeft geresulteerd in een blokkenmuur bestaande uit glasvezelversterkte kunststof elementen die gevuld kunnen worden met balastzand. De muur wordt opgebouwd in trapvorm en om voldoende stabiliteit te creëren worden ze in halfsteens verband gestapeld. De zanddichtheid wordt gegarandeerd door een filterlaag achter de blokken. [Breugel, 2003]

Voordelen:

- Grote mate van flexibiliteit.

Nadelen:

- Extreem veel hogere kosten;
- Aanvaringsgevoeligheid.

Toepasbaarheid:

De kademuur uit kunststof elementen is technisch haalbaar maar nog niet voldoende uitgewerkt. Misschien kan het in de toekomst soelaas bieden bij een toenemende behoefte aan flexibiliteit.

### De multifunctionele kade

Om de bezettingsgraad van de huidige kades te verbeteren is het idee ontstaan om bijvoorbeeld ook tankers af te meren aan de kades van een containerterminal. Een buizensysteem onder de containerterminal zou het mogelijk maken om de vloeistof te kunnen verpompen. [GHRweb]

Voordelen:

- Een hogere bezettingsgraad van bestaande kades hetgeen extra inkomsten voor het HbR oplevert.

**Nadelen:**

- Door de grote bovenbelasting op de containerterminal bestaat er kans voor zettingen, waarbij de ondergronds lopende leidingen schade op kunnen lopen.
- In het geval van grote vloeistoftankers is er meer diepgang vereist dan wanneer een containerschip aanloopt.

**Toepasbaarheid:**

Totnogtoe is er geen geval bekend waarbij vloeistoffen gelost worden aan de kades van containerterminals. Bij implementatie moet men rekening houden met het feit dat de laad- en los installatie het functioneren van de containerterminal niet mag hinderen. Verder is het van belang een goede planning te kunnen maken van de bezetting van de kade, om onnodige wachttijden te voorkomen.

**Magnetisch afmeren**

Een bruikbare manier om schepen af te meren zonder trossen is het magnetisch afmeren. Hierbij wordt het schip met behulp van elektromagnetische platen vastgehouden. [Fiktorie, 2002]

Door de magneet dezelfde dikte te geven als de scheepshuid (0.25m) blijven de magnetische velden binnen het circuit en bestaat er geen gevaar voor de lading.

**Voordelen:**

- De zogenaamde roeiers zijn overbodig en daardoor gaat het aan- en afmeren sneller;
- Vergroten van de veiligheid door het verwijderen van de trossen;
- Minder bewegingen van het schip.

**Nadelen:**

- Beschadigingen van het schip;
- Plaatselijke sterkte van de scheepswand.

**Toepasbaarheid:**

Volgens onderzoek lijkt magnetisch afmeren zelfs goedkoper te kunnen zijn dan de huidige werkwijze. Toepassingen zijn tot op heden niet bekend.

**Verbetering van de binnenvaartafhandeling**

Een van de mogelijkheden om de efficiency van de containerbinnenvaart te vergroten ligt in het veranderen van de afhandeling binnen de Rotterdamse haven. De volgende alternatieve logistieke concepten zijn te onderscheiden: [Incomaas, 1996c]

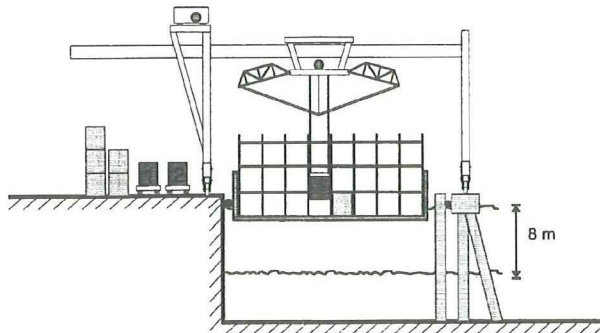
***Main hubs***

Main hubs zijn knooppunten langs de grote rivieren, een aantal zeer grote binnenvaarterminals, naast een groter aantal kleinere terminals, bedoeld om grote dikke stromen te creëren tussen Rotterdam en het achterland. Dit scenario zal met name van toepassing zijn op carrier haulage, omdat zeereders steeds meer aandringen op concentratie van de stromen op een klein aantal terminals in het achterland.

*Barge Express*

Punt-punt verkeer tussen bijvoorbeeld Rotterdam-Maasvlakte en Duisburg met eventueel een nieuwe vloot van dedicated schepen en grote nieuw te bouwen Barge Express-terminals met grotendeels geautomatiseerde overslag, zie figuur 5.

Figuur 5 Dwarsdoorsnede van een barge express terminal



Om automatisch te kunnen overslaan moet het schip vrijwel stil en horizontaal blijven liggen. Ook wordt er gebruik gemaakt van een schaarconstructie om ook tijdens laag water op de rivieren de slingering te beperken.

## Voordelen:

- Bovenstaande systemen genereren allemaal grote volumes, waardoor de efficiëntie verbeterd wordt en dus het aantal calls van binnenvaartschepen op de deepsea terminals afneemt

## Nadelen:

- Containers moeten extra handelingen ondergaan, hetgeen extra kosten met zich meebrengt

## Toepasbaarheid:

Momenteel wordt door het HbR onderzoek gedaan naar bovenstaande concepten. Wanneer in de toekomst de Maasvlakte dreigt vol te slibben met containers wordt het noodzakelijk om containerstromen direct naar het achterland te verplaatsen om daar verder te distribueren. Nadeel is wel dat er dan grote investeringen gedaan moeten worden.

