

Binnenvaart Service Centrum op Maasvlakte 2

Een haalbaarheidsstudie

Eindrapport



Afstudeeronderzoek

R.F.J. Zuidgeest

Rotterdam, december 2009



Binnenvaart Service Centrum op Maasvlakte 2

Een haalbaarheidsstudie

Eindrapportage

Rotterdam, december 2009

Door: R.F.J. Zuidgeest

Stud. Nr.: 1181076

E-mail: robert_zuidgeest@hotmail.com

Eindrapport

Technische Universiteit Delft

Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Waterbouwkunde en Geotechniek

Havens en Scheepvaartwegen

Afstudeercommissie:

Prof. Ir. H. Ligteringen TU Delft

Ir. P. Quist TU Delft

Ir. F.A.M. Soons TU Delft

Ir. S.L.M. Hellebrand Havenbedrijf Rotterdam N.V.



Voorwoord

Voor u ligt het eindrapport van mijn afstudeeronderzoek. Mijn afstudeeronderzoek is de laatste fase van mijn studie Civiele Techniek en Geowetenschappen aan de Technische Universiteit Delft, binnen de vakgroep Havens- en Scheepvaartwegen. In dit rapport staan de resultaten van mijn onderzoek.

Maasvlakte 2 is het grootste project op het gebied van havenuitbreiding in Nederland van de afgelopen jaren. Al sinds het begin van mijn studie heb ik de vorderingen van dit project gevolgd. En het leek mij erg interessant om onderdeel uit te maken van zo'n groot project. Toen ik een afstudeeronderwerp moest gaan kiezen had een project met betrekking tot Maasvlakte 2 dan ook grote voorkeur. Bij de projectorganisatie Maasvlakte 2 was een aantal onderwerpen beschikbaar. Het Binnenvaart Service Centrum had voor mij de voorkeur omdat dit onderwerp erg breed en actueel is.

Het project is voor mij achterafgezien een zeer leerzame ervaring geweest. Ik denk dat mijn resultaten zeer bruikbaar zijn in de verdere ontwikkeling van Maasvlakte 2. En ik denk dat mijn onderzoek nieuwe inzichten geeft in de wijze van binnenvaartafhandeling.

Via deze weg wil ik graag Simone Hellebrand en Jan-Willem Koeman bedanken voor de dagelijkse begeleiding. Ook wil ik Maurits Van Schuylenburg, Jos Helmer en Cees Klaver danken voor hun inbreng. Verder wil ik de leden van mijn afstudeercommissie bedanken voor hun begeleiding en sturing.

Robert Zuidgeest

Rotterdam, december 2009

Samenvatting

Op moment van schrijven is de aanleg van Maasvlakte 2 in volle gang. Het masterplan is echter nog in ontwikkeling, maar steeds meer keuzes worden vastgelegd. Daarom moet onderzocht worden of er op Maasvlakte 2 een ruimteclaim voor een Binnenvaart Service Centrum (BSC) moet blijven staan. Een BSC is een neutrale binnenvaartterminal waar een deel van de binnenvaartcontainers van de verschillende zeeterminals worden afgehandeld. Het BSC heeft een aantal functies. Het BSC vangt de kleine call sizes af voor de terminals. Het BSC vermindert het hopen voor de binnenvaart. Het BSC biedt een uitwijkmogelijkheid wanneer er calamiteiten op de terminal optreden. En daarnaast kan een BSC een deel van de empty's (lege containers) afhandelen.

Als eerste zijn een aantal varianten van binnenvaartafhandeling vergeleken. Uit deze analyse volgt dat het opdelen van de kadelenkte in diepe zeekeade en een deel "dedicated" binnenvaart/feederkade een positieve invloed heeft op de wachttijden en de investeringskosten. Daarnaast volgt uit deze analyse dat bij de ontwerpoverslag op Maasvlakte 2 geen lange wachttijden ontstaan. Een BSC heeft hierdoor weinig invloed op de wachttijden. Ook volgde uit de analyse dat een BSC een positieve invloed heeft op de wachttijden voor zeeschepen en feeders. De terminaloperators hebben hierdoor belang bij een BSC.

Naar aanleiding van deze conclusies is het BSC benaderd vanuit de optiek van de terminaloperators. Hierbij is de situatie bekeken waarbij de terminals de maximale overslagcapaciteit bereiken. Vervolgens is gesimuleerd hoe groot de extra overslagcapaciteit is wanneer kleine call sizes naar een BSC worden gestuurd. Hieruit volgt dat wanneer alle calls kleiner dan 25 TEU naar een BSC worden gestuurd, er 5% meer volume overgeslagen kan worden. Voor elke TEU die via het BSC overgeslagen wordt kan 5 TEU extra zeevolume aan de terminal worden overgeslagen. Wanneer alle calls kleiner dan 50 TEU naar het BSC worden gestuurd is deze verhouding lager. Hierbij kan voor elke TEU over het BSC 1,65 TUE extra zeevolume worden overgeslagen. Vervolgens is het BSC voor een stuurcriterium van 25 TEU verder uitgewerkt. Dit BSC moet een capaciteit hebben van 430.000 TEU. Hieruit volgt dat er 6 ligplaatsen nodig zijn, dit is een kadelenkte van 554m. 554m is 3% extra ondiepe kadelenkte waardoor 5% extra overgeslagen kan worden aan de diepe zeekeade.

Voor dit BSC zijn een aantal mogelijke locaties bekeken. Uit de MCA volgt dat de Hartelhaven de meest geschikte locatie is voor het BSC. Voor deze locatie is een ontwerp gemaakt met Wide Span Gantry kranen, en transport per MTS. Daarnaast is een ontwerp gemaakt voor een willekeurige locatie op Maasvlakte 2. Hierbij is geprobeerd het ontwerp zo compact mogelijk te houden, zodat het op verschillende plaatsen ingepast zou kunnen worden. Dit ontwerp is uitgevoerd met insteekhavens en het transport vindt plaats per AGV. Voor beide ontwerpen zijn de kosten bepaald. De kosten voor het overslaan van 1 TEU op het conventionele BSC zijn €47,04. Voor het moderne ontwerp liggen de kosten hoger namelijk €47,38 per TEU. De conventionele variant is goedkoper omdat op de locatie in de Hartelhaven al voorzieningen aanwezig zijn. Voor de exploitatie gaat de voorkeur uit naar een coöperatie van de stuwadoors, want wanneer zij meedragen in de investeringskosten zullen zij ook gebruik gaan maken van het BSC.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
1 Inleiding	9
1.1 Toekomst van de Rotterdamse haven.....	9
1.2 De binnenvaart	9
1.3 Concept BSC	9
1.4 Stand van zaken begin onderzoek	10
1.5 Leeswijzer	10
2 Situatieschets en literatuurstudie.....	11
2.1 De Rotterdamse haven	11
2.1.1 Stadshavens en Maasvlakte 1	11
2.1.2 Maasvlakte 2	12
2.2 Achterlandtransport.....	13
2.2.1 De binnenvaart	13
2.2.2 Het wegvervoer	16
2.2.3 Het spoorvervoer	16
2.3 Modal split.....	16
2.4 Het containertransferium en het RCB	17
2.5 Voorgaande studies	17
3 Probleemanalyse en aanpak	18
3.1 Aanleiding	18
3.2 Probleemstelling.....	18
3.3 Doelstelling	19
3.4 Aanpak	19
4 Eisen, randvoorwaarden en uitgangspunten.....	20
4.1 Eisen	20
4.2 Randvoorwaarden.....	20
4.3 Uitgangspunten.....	20

5 Varianten van binnenvaartafhandeling.....	22
5.1 Bepalen van de concepten van binnenvaartafhandeling	23
5.1.1 De diepe zeekeade.....	23
5.1.2 Een “dedicated” binnenvaart/feederkeade	24
5.1.3 Een “dedicated” binnenvaart keade	25
5.1.4 Het neutrale BSC.....	26
5.2 Scenario’s	27
6 Simulatie.....	28
6.1 Het model	28
6.1.1 De scheepsaankomst en de aanwijzing van een kadesectie	28
6.1.2 Het aanwijzen van kranen	29
6.1.3 Opbouw gebruikte simulatie	29
6.1.4 De terminals	32
6.1.5 Concepten.....	32
6.1.6 Algemene Invoer	34
6.2 Validatie	39
6.3 Beperkingen model	39
7 Scenario ontwerp overslag	40
7.1 Invoer	40
7.1.1 Overslag	40
7.1.2 Aankomst verdeling	41
7.1.3 Stuurcriteria.....	42
7.2 Uitvoer scenario ontwerpoverslag.....	43
7.2.1 Verblijftijd zeeschepen.....	43
7.2.2 Verblijftijd Feeders	46
7.2.3 Verblijftijd binnenvaart.....	48
7.2.4 Analyse uitvoer	51
7.2.5 Gevoeligheidsanalyse.....	52
7.3 Conclusies	52

8 Scenario maximale overslag.....	53
8.1 Invoer	53
8.1.1 Stuurcriteria.....	53
8.2 Uitvoer scenario 2	54
8.2.1 Alles aan de zeeterminal	54
8.2.2 Stuurcriterium 1.....	54
8.2.3 Stuurcriterium 2.....	56
8.3 Analyse.....	57
8.3.1 Stuurcriterium 1.....	57
8.3.2 Stuurcriterium 2.....	58
8.3.3 Conclusies	58
9 Uitwerking voorkeursvarianten.....	59
9.1 Varianten	59
9.1.1 Wijze van overslag.....	59
9.1.2 Analyse wijze van overslag.....	61
9.2 Conventionele binnenvaart terminal	62
9.2.1 Ontwerp.....	62
9.2.2 Fasering	66
9.2.3 Investeringskosten.....	66
9.3 Het moderne BSC.....	67
9.3.1 Ontwerp.....	67
9.3.2 Fasering	70
9.3.3 Investeringskosten.....	70
9.4 Locatiekeuze.....	71
9.4.1 Inpasbaarheid	72
9.4.2 Bereikbaarheid landzijde.....	73
9.4.3 Bereikbaarheid waterzijde.....	75
9.4.4 Nautische veiligheid.....	75
9.4.5 Uitbreidbaarheid.....	75
9.4.6 Multi criteria analyse.....	76
9.5 Twee locaties.....	76
9.5.1 Inleiding	76
9.5.2 Multi criteria analyse.....	77

10 Exploitatie model	79
10.1 Conventioneel BSC	79
10.2 Modern BSC	79
10.3 Twee locaties	80
10.4 Exploitatie	80
11 Conclusies en aanbevelingen	81
11.1 Conclusies	81
11.2 Aanbevelingen	82
11.3 Aanbevelingen voor vervolg onderzoek	82
Literatuurlijst	83
Lijst van afkortingen	85
Lijst van figuren	86
Lijst van tabellen	88
Appendices	89

1 Inleiding

1.1 Toekomst van de Rotterdamse haven

Rotterdam is met een jaarlijkse overslag van zo'n 400 miljoen ton één van de grootste havens van de wereld. De haven van Rotterdam is het grootste logistieke en industriële knooppunt van Noordwest Europa. Transport per container is sinds de jaren zestig van de vorige eeuw een zeer efficiënte vorm van transport gebleken. De containeroverslag is de afgelopen 15 jaar gemiddeld met 6% per jaar toegenomen. En naar verwachting blijft de overslag per container ook de komende decennia groeien. Daarnaast worden de afmetingen van de containerschepen ook steeds groter. Mede om aan deze groei te kunnen blijven voldoen wordt de Rotterdamse haven uitgebreid met Maasvlakte 2. Op 1 september 2008 is begonnen met de aanleg van dit 1000 hectare grote haven- en industrieterrein. Van deze 1000 hectaren is 630 hectare bestemd voor containerterminals. Door de aanleg van Maasvlakte 2 zal het achterlandtransport sterk toenemen. Om het wegennet niet te veel te belasten moet een aanzienlijk deel van deze groei opgevangen worden door het spoor en de binnenvaart.

1.2 De binnenvaart

Met de reeds gecontracteerde containerterminals op Maasvlakte 2 is afgesproken dat 45% van het achterlandtransport door de binnenvaart afgehandeld zal worden. Dit betekent een sterke groei voor de binnenvaartsector. Bij de huidige afhandeling van het binnenvaarttransport doet zich een aantal problemen voor. Ten eerste worden in de huidige situatie de binnenvaartschepen meestal aan de diepe zee kades afgehandeld. Aan deze kades hebben de zeeschepen voorrang en worden de binnenvaartschepen "tussendoor" afgehandeld. Dit levert geregeld lange wachttijden voor de binnenvaart op. Daarnaast moeten containerbinnenvaartschepen vaak ook meerdere terminals bezoeken (hoppen) om hun lading af te leveren en op te halen. Deze situatie maakt dat de binnenvaartafhandeling een tijdrovende zaak is. Dit zou kunnen worden verbeterd door binnenvaartafhandeling aan een neutraal Binnenvaart Service Centrum (BSC).

1.3 Concept BSC

Een BSC is een (deel van een) terminal waar uitsluitend binnenvaartschepen afgehandeld worden. Een BSC kan in verschillende vormen voorkomen. Zo kan er één BSC zijn waar alle containers van alle verschillende terminals afgehandeld worden. Maar er kan ook aan elke zeeterminal een deel van de kade zijn dat is bestemd voor binnenvaart. Een BSC kan alle containers voor de binnenvaart afhandelen of er kan een combinatie gemaakt worden van binnenvaartafhandeling aan de diepe zee kade en afhandeling aan het BSC. Een BSC wordt niet per definitie geëxploiteerd door de zeeterminals. In dit rapport wordt onderzocht of een neutraal BSC gewenst is. Daarom is de definitie van een BSC in dit rapport, een neutrale binnenvaartterminal waar een deel van de containers van de verschillende zeeterminals wordt afgehandeld.

1.4 Stand van zaken begin onderzoek

Steeds meer ruimte op Maasvlakte 2 krijgt een definitieve bestemming. Bij aanvang van het onderzoek was Masterplan 4 voor Maasvlakte 2 afgerond. In de loop van het onderzoek is dit plan geactualiseerd.

Er zijn al langer plannen voor een BSC, maar deze plannen zijn nog niet uitgewerkt en er is nog geen locatie vastgelegd. Ook is nog niet afdoende bekeken of een BSC gewenst is en in welke vorm. Dit moet op korte termijn onderzocht worden, zodat er onderbouwde ruimte voor een BSC gereserveerd kan worden. Kortom bij aanvang van het afstudeerwerk bevond het onderzoek zich in de beginfase van de haalbaarheidsstudie. Aan het eind van dit onderzoek moet een onderbouwde keuze gemaakt kunnen worden of, waar en hoeveel ruimte op de Maasvlakte gereserveerd moet blijven voor een BSC.

1.5 Leeswijzer

In dit verslag is in hoofdstuk 2 achtergrondinformatie geleverd over de huidige situatie en de bijbehorende problematiek. Vervolgens is in hoofdstuk 3 de problematiek uitgewerkt in de probleemanalyse en in hoofdstuk 4 zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten op een rij gezet. In hoofdstuk 5 zijn de verschillende varianten van binnenvaartafhandeling bepaald en uitgewerkt. Deze varianten zijn vergeleken met behulp van een simulatie. De opbouw van deze simulatie is uiteengezet in hoofdstuk 6. Het eerste scenario dat met behulp van deze simulatie onderzocht is, is uitgewerkt in hoofdstuk 7, bij deze simulatie is het BSC bekeken vanuit de optiek van de binnenvaartoperators. Het tweede scenario is uitgewerkt in hoofdstuk 8, bij dit scenario is het BSC bekeken vanuit de optiek van de terminaloperators. Vervolgens zijn de voorkeursvarianten uitgewerkt in hoofdstuk 9. En de business case is gepresenteerd in hoofdstuk 10. Het onderzoek sluit met de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 11.

2 Situatieschets en literatuurstudie

2.1 De Rotterdamse haven

2.1.1 Stadshavens en Maasvlakte 1

De Rotterdamse haven is de grootste container haven van Europa. In 2008 behandelde de haven 10,8 miljoen TEU (Twenty feet Equivalent Unit). Een klein deel van deze containers wordt afgehandeld in de stadshavens (dit zijn de havens in het Botlekgebied, de Eemhaven, de Waalhaven), maar het grootste deel hiervan wordt afgehandeld op Maasvlakte 1. Op Maasvlakte 1 liggen 3 containerterminals, de grootste terminal is de ECT Delta Terminal (Europe Container Terminals). De ECT Delta Terminal bestaat uit verschillende terminals die samengevoegd zijn, daarnaast hebben ze ook een binnenvaartkade in de Hartelhaven en sinds najaar 2008 een binnenvaart/feederkade op de kopse zijde van het schiereiland. ECT beslaat het grootste deel van het deltaschiereiland op Maasvlakte 1. De andere terminal op het deltaschiereiland is APMT (A.P. Moller Terminal), APMT is een onderdeel van de A.P. Moller – Maersk Group. Een bedrijf met rederij en terminal onderdelen. De derde terminal op Maasvlakte 1 is Euromax, Euromax is ook een terminal van ECT maar wordt vrijwel onafhankelijk van de ECT Delta terminal geëxploiteerd.



Figuur 2-1 Havengebied Rotterdam

2.1.2 Maasvlakte 2

Maasvlakte 2 is de uitbreiding van de Rotterdamse haven in zee. Het gaat hier om een uitbreiding van 2000 hectare. Hiervan is 1000 hectare netto uitgeefbaar bedrijventerrein. Op Maasvlakte 2 komt naar verwachting 100 hectare distributie, 170 hectaren chemie en 630 hectare containerterminals. De terreinen van Maasvlakte 2 worden gefaseerd aangelegd. De bedrijventerreinen die als eerste geëxploiteerd zullen worden, worden het eerst opgeleverd. Op het moment van schrijven zijn 3 locaties uitgegeven. Het eerste terrein van 156 hectare is voor de RWG Terminal (Rotterdam World Gateway). RWG is een consortium van de stuwadoor DP World en een aantal rederijen. Naar verwachting wordt deze terminal in 2013 in gebruik genomen. Het tweede terrein is uitgegeven aan APMT, dit is een terrein van 170 hectare en zal naar verwachting in 2014 in gebruik worden genomen. Het derde terrein is uitgegeven voor de uitbreiding van Euromax, dit is een terrein van 84 hectare op Maasvlakte 2 en sluit direct aan op de bestaande terminal van Euromax. De verwachting is dat op Maasvlakte 2 in 2020 circa 9,5 miljoen TEU wordt overgeslagen en dat dit verder groeit tot circa 17,1 miljoen TEU in 2035. Dit brengt ook een aanzienlijke groei van het achterland transport met zich mee.



Figuur 2-2 Maasvlakte 1 & 2

2.2 Achterlandtransport

Van de containers die per zeeschip in Rotterdam aankomen wordt niet alles doorgevoerd naar het achterland. Van alle containers wordt circa 35% via Rotterdam doorgevoerd naar andere zeehavens. Een deel wordt overgeslagen op andere zeeschepen en een ander deel wordt overgeslagen op feeders, dit zijn kleinere zeeschepen die kortere afstanden over zee varen naar zeehavens die niet groot of diep genoeg zijn voor de grote zeeschepen. De overige 65% wordt doorgevoerd naar het Europese achterland. Voor dit achterlandtransport is er de keuze uit verschillende modaliteiten, namelijk transport over de weg, het spoor of het water.

2.2.1 De binnenvaart

Nadat Maasvlakte 2 is voltooid zal de binnenvaart het grootste deel, namelijk 45% van het achterlandtransport voor zijn rekening gaan nemen. De binnenvaart kan opgedeeld worden in twee vormen van achterlandtransport, de lijndiensten en de vrije vaart. De lijndiensten zijn diensten die op vaste tijden varen tussen Rotterdam en één of meerdere terminals in het achterland. Vertragingen bij lijndiensten brengen hoge kosten met zich mee. De vrije vaart heeft geen vaste tijden, zij varen op aanvraag naar verschillende locaties. Ook hier zijn vertragingen niet gewenst, maar de gevolgen zijn minder groot dan voor de lijndiensten.

Deelmarkten

In de containerbinnenvaart kunnen drie belangrijke deelmarkten worden onderscheiden, elk met zijn eigen dynamiek:

- Rijnvaart
- Beneluxvaart
- Rotterdam – Antwerpenvaart

De Rijnvaart

Zo'n 40% van de containers die per binnenvaart naar het achterland vervoerd worden gaat richting Duitsland. Deze binnenvaartstroom wordt de Rijnvaart genoemd. De Rijn verbindt Rotterdam met belangrijke industriële gebieden in Duitsland, Frankrijk en Zwitserland. De Rijnvaart wordt weer opgedeeld in drie trajecten. De Benedenrijn, dit traject loopt tot Keulen. Op dit traject varen schepen 1,5 à 2 rondvaarten per week. De Middenrijn, dit traject loopt tot Karlsruhe. Op dit traject varen de lijndiensten 1 rondvaart per week. Het derde traject is de Bovenrijn, dit traject loopt tot Basel. Schepen varen hier een rondvaart in 10 tot 14 dagen. Over de Rijn vaart een groot aantal lijndiensten tussen verschillende terminals op hun traject en een aantal van de terminals in Rotterdam. Maar er varen ook directe diensten tussen één inland terminal en meerdere terminals in Rotterdam.

De Beneluxvaart

De containerbinnenvaart is bij uitstek geschikt voor grootschalig containervervoer over lange afstanden. Toch vormen binnenhavens in Nederland en België ook een groeiende deelmarkt van de binnenvaart. Deze deelmarkt wordt de Beneluxvaart, of binnenlandse vaart genoemd. De Beneluxvaart heeft een aandeel van zo'n 35% in de totale binnenvaartstroom. De Beneluxvaart omvat vaak binnenvaartstromen tussen één terminal in het achterland (de inland terminal) en één of meerdere terminals in Rotterdam. In veel gevallen hebben de terminals zelf binnenvaartdiensten opgezet en zijn daardoor zowel terminaloperator als binnenvaartoperator. Op initiatief van wegvervoerder en grote verlader zijn in de Benelux veel terminals ontwikkeld die veelal dagelijkse afvaarten aanbieden naar zowel Rotterdam als Antwerpen. Door het grote aantal inland terminals zijn de verzorgingsgebieden en daardoor de containerstromen klein geworden. Dit, samen met de beperkingen van de infrastructuur (sluizen en kanalen), resulteert in het gebruik van kleine schepen.

De Rotterdam - Antwerpenvaart

Het komt vaak voor dat zeeschepen zowel containers bestemd voor Antwerpen als voor Rotterdam vervoeren. Vaak wordt dan maar één van de zeehavens bezocht. De containers bestemd voor de andere zeehaven worden dan per binnenvaartschip verder vervoerd. Deze deelmarkt wordt de Rotterdam – Antwerpenvaart of kortweg de Antwerpenvaart genoemd. Deze deelmarkt heeft een aandeel van zo'n 25% in de totale binnenvaartstroom. De Antwerpenvaart wordt gekenmerkt door grote schepen, grote containerstromen en een hoge frequentie. Door de grote containervolumes en hoge frequentie wordt per zeehaven vaak maar één terminal bezocht door het binnenvaartschip.

Actoren en belangen

Bij de afhandeling van de binnenvaart zijn verschillende partijen betrokken. Alle partijen hebben een andere functie in de vervoersketen. In deze paragraaf worden de functies en de belangen van de verschillende actoren uiteengezet.

De verlader

De verlader is de opdrachtgever van het transport en de eigenaar van de lading. Voor de verlader is het produceren en verhandelen van de lading het hoofddoel. De distributie van de lading wordt vaak uitbesteed, maar er worden wel eisen gesteld aan de distributie. Deze eisen hebben betrekking op de kosten, de snelheid en de betrouwbaarheid van het transport.

De expediteur

De expediteur is de organisator van het transport of een deel van het transport. Hij stelt dezelfde eisen aan het transport als de verlader. De expediteur vervult deze functie in opdracht van de verlader. De verlader kan er ook voor kiezen om het transport zelf te organiseren, de expediteur wordt dan overgeslagen in de vervoersketen. Het hoofddoel van de expediteur is het transporteren van lading.

De zeereederij

De zeereederij verzorgt het vervoer van de lading over zee tussen de wereldzeehavens. Het hoofddoel van de zeereederij is de tevredenheid van de klant, de verlader of expediteur, met optimale inzet van de vloot. Verschillende zeereederijen hebben hun aandeel in de vervoersketen vergroot en exploiteren ook zeeterminals, in sommige gevallen verzorgen rederijen ook het spoor- en binnenvaarttransport van en naar het achterland.

De stuwadoor

De stuwadoor (zeeterminal operator) is de exploitant van een zeeterminal, die zorgt voor het laden en lossen van de schepen. De belangrijkste klanten zijn de zeereederijen. Daarnaast zorgen de stuwadoors ook voor het overslaan van de containers op andere modaliteiten waaronder de binnenvaart. Kortom de stuwadoor is een schakel tussen de zeevaart en de binnenvaart. Het hoofddoel van de stuwadoor is de tevredenheid van de betalende klant met optimale inzet van mensen en materieel.

De binnenvaartoperator

De binnenvaartoperator verzorgt de organisatie en uitvoering van het containervervoer van en naar het achterland. De klanten van de binnenvaartoperator kunnen verschillende partijen in de keten zijn zoals de verlader, de expediteur, de stuwadoor of de inland terminal operator. De binnenvaartoperator heeft vaak een aantal schepen met bemanning in dienst of extern ingehuurd, maar de binnenvaartoperator kan ook een enkele schipper met schip zijn. Het hoofddoel van de binnenvaartoperator is de optimale bezetting van de schepen en het behouden van een goede concurrentiepositie ten opzichte van de andere modaliteiten.

De inland terminaloperator

De inland terminaloperator is de exploitant van een terminal in het achterland, die zorgt voor het laden en lossen van binnenvaartschepen. Daarnaast zorgen zij voor de overslag van containers op het wegvervoer. Vaak zijn inland terminaloperators gerelateerd aan grote verladende partijen in het achterland. De hoofddoelen van de inland terminal operator zijn het regisseren van het achterlandtransport en het behalen van hoge frequentie van aan- en afvaarten met een hoge betrouwbaarheid.

De wegvervoerder

De wegvervoerder verzorgt het eerste deel van de export- en laatste deel van de importketen. Zij zorgen voor het transport tussen de (inland) terminal en de begin- of eindbestemming van de lading. Het hoofddoel van de wegvervoerder is de optimale inzet van mensen en materieel.

Het Havenbedrijf Rotterdam

Het Havenbedrijf Rotterdam is beheerder, exploitant en ontwikkelaar van het Rotterdamse haven- en industriegebied. De hoofddoelen van het Havenbedrijf zijn het zorgen voor een goede bereikbaarheid, het optimaal indelen van de ruimte en ervoor zorgen dat de exploitatie gebeurt op een duurzame en veilige manier.

De marktpositie

De binnenvaart is een modaliteit die vooral geschikt is voor het achterlandtransport van grote hoeveelheden over lange afstanden. Het transport is minder snel dan vervoer per trein of truck. Maar het transport per binnenvaartschip is voor lange afstanden goedkoper. De flexibiliteit van binnenvaarttransport is beter dan dat van spoortransport, maar zeker niet zo goed als bij wegtransport. De betrouwbaarheid van het transport is goed al is de binnenvaart wel sterk afhankelijk van externe factoren als het weer, de waterstanden, en de afhandeling aan de terminal.

2.2.2 Het wegvervoer

Momenteel verzorgt het wegvervoer nog het grootste deel van het container achterlandtransport. Het transport wordt verzorgd door de wegvervoerder. De wegvervoerders zijn bedrijven met een aantal trucks en chauffeurs. Deze chauffeurs kunnen in dienst zijn of extern ingehuurd zijn door een wegvervoerder. Per truck wordt meestal maar 2 TEU vervoerd, hierdoor is het vervoer per truck erg flexibel. De trucks rijden direct naar de eindbestemming, waardoor het transport snel en betrouwbaar is. Doordat een truck meestal maar 2 TEU vervoert, is het vervoer relatief duur. En de trucks dragen bij aan de congestie rond Rotterdam.

2.2.3 Het spoorvervoer

Naast de weg en het water wordt ook een deel van de containers over het spoor vervoerd. Goederenvervoer per trein is opgedeeld in 2 vervoersconcepten, de bloktreinen en de shuttles. De bloktrein is een trein die bestemd is voor 1 klant, dit concept wordt veel gebruikt bij het vervoer van bulk. De railgoederenvervoerders verzorgen dit concept, zij leveren de locomotieven en wagons voor de bloktreinen. Het andere concept, de shuttle, is een trein die op gezette tijden tussen vaste punten rijdt. Deze shuttles vervoeren goederen van verschillende klanten. De exploitanten van deze shuttlediensten zijn de intermodale railoperators. De benodigde locomotieven en wagons huren zij bij de railgoederenvervoerders. Het grootste deel van de treinen zijn shuttles met vaste vertrek- en aankomsttijden. Dit maakt het spoorvervoer tot een betrouwbare vorm van achterlandtransport. Maar het zorgt er ook voor dat spoorvervoer niet flexibel is, als een zeeschip vertraging heeft kan een trein daar niet op wachten. De snelheid van het vervoer is hoog, maar het is sterk afhankelijk van de vertrektijden van de treinen.

2.3 Modal split

In paragraaf 2.2 zijn de verschillende modaliteiten al besproken. In de huidige situatie neemt het wegtransport het grootste aandeel voor zijn rekening. In de toekomst moet dit veranderen omdat het wegvervoer een aantal nadelen met zich meebrengt. Zo draagt het vervoeren van containers over de weg sterk bij aan het fileprobleem. Bovendien is het transport over de weg slecht voor de luchtkwaliteit rond Rotterdam [M]. Om deze redenen wil het Havenbedrijf een verschuiving van de modal split (dit is de verdeling van de lading over verschillende achterlandmodaliteiten) bewerkstelligen. Het Havenbedrijf heeft daarom met de gecontracteerde exploitanten van de terminals op Maasvlakte 2 afspraken gemaakt ten aanzien van de modal split. Afgesproken is dat nog maar 35% van de containers over de weg vervoerd mag worden. Het spoor en de binnenvaart moeten de overige 65% voor hun rekening nemen. Naar verwachting zal het spoor 20% afhandelen en de binnenvaart zal het grootste aandeel, namelijk 45% afhandelen. De doelstelling is dat dezelfde afspraken gemaakt zullen worden met de toekomstige exploitanten.

2.4 Het containertransferium en het RCB

Twee concepten die wel eens verward worden met het concept BSC zijn het containertransferium en het Regionaal Container Binnenvaartterminal (RCB). De definitie van een BSC in dit rapport is, een neutrale binnenvaartterminal in de haven waar een deel van de containers van de verschillende zeeterminals wordt afgehandeld. Het RCB is een binnenvaartterminal buiten Rotterdam waar containers uitgewisseld kunnen worden door verschillende binnenvaartschepen, om op deze wijze het hoppen te verminderen. Het verschil met het BSC is dat een RCB buiten de haven ligt en dat het transport tussen de zeeterminals en het RCB alleen over water plaats vindt. Het RCB wordt ook wel Container Uitwissel Punt (CUP) genoemd. Het containertransferium is een binnenvaartterminal waar containers vanuit Rotterdam over het water heen gebracht worden, en van waaruit de containers per truck door gevoerd worden en visa versa. Het doel van containertransferia is om de ontsluiting van de haven te ontlasten. Er zijn vergevorderde plannen voor een containertransferium in Alblasserdam.

2.5 Voorgaande studies

In het verleden is al veel onderzoek gedaan naar het concept BSC en de inpassing daarvan. In 1999 is een onderzoek gedaan, *Famas Barge service centre* [4] genaamd. In dit onderzoek is gekeken naar de afhandeling van alle binnenvaart aan één BSC. In het afstudeeronderzoek van B.A. Stegink [16] is dit concept toegespitst op Maasvlakte 2. Een nadeel van dit concept is echter de hoge kosten voor het interne transport tussen het BSC en de zeeterminals. Daarnaast staan de zeereederijen sceptisch tegenover dit concept, omdat zij steeds meer in eigen beheer willen doen. In een later onderzoek van Royal Haskoning, *Maasvlakte 1 en 2 samen klaar voor de binnenvaart, Masterplan deelstudie* [8] wordt deze variant ook bekeken maar afgewezen omdat de operationele kosten te hoog zijn en de bezettingsgraad bij de zeeterminals omlaag gaat. In dit onderzoek wordt wel uitgebreid gekeken naar peak-shaving door een BSC, dit betekent dat een BSC vooral de schepen die anders veel moeten hoppen of vertraging oplopen afvangt. De variant die het beste uit dit onderzoek komt is een variant met een BSC dat 10% van de lading afhandelt en waar 5% van de lading via een regionale container binnenvaart terminal (RCB) gaat. Andere varianten die goed scoren zijn de variant “ieder voor zich” en “het aangepaste referentie ontwerp”. De variant “ieder voor zich” is een variant zonder binnenvaart terminal, maar waar een deel van de lading met speciale binnenvaartkranen langs een ondieper gedeelte van de zeekeade wordt afgewerkt. De variant “het aangepaste referentie ontwerp” is een variant waarbij 20% van de lading via een BSC wordt overgeslagen en 30% met speciale binnenvaartkranen aan de diepe zeekeades wordt overgeslagen. In het vervolgonderzoek *Maasvlakte 1 en 2 samen klaar voor de binnenvaart, volgens marktvraag Business Case 2* [9] uit 2005, zijn deze concepten geactualiseerd aan de hand van de verwachte ladingstromen. In de update van deze studie, ook uitgevoerd door Royal Haskoning in 2008 [14], worden de plannen van de gecontracteerde terminal operators en de verwachte wijziging van de modal split verwerkt. Als onderdeel van dit onderzoek is een simulatie gedaan en zijn de situaties zonder BSC, een BSC voor 6% van het binnenvaartvolume en een BSC voor 10% van het binnenvaartvolume vergeleken. Bij een gelijkblijvende totale kadeflengte, zijn er geen grote verschillen in de wachttijden. Uit de literatuurstudie kan geconcludeerd worden dat het afvangen van kleine call sizes door een BSC interessant kan zijn, maar dat het grootste deel van de binnenvaart aan de zeeterminals afgehandeld moet worden.

3 Probleemanalyse en aanpak

3.1 Aanleiding

In de afgelopen jaren is door de Projectorganisatie Maasvlakte 2 een systeem ontwikkeld en gebruikt waarbij in een Masterplancycclus steeds de belangrijkste randvoorwaarden in een Masterplan voor Maasvlakte 2 worden vastgelegd. Alleen die keuzes die op dat moment gemaakt moeten worden, worden vertaald in ruimtelijke inrichtingsaspecten. Dat wat nog open kan blijven, blijft open. Deze strategie is gebruikt om zoveel mogelijk flexibiliteit voor toekomstige ontwikkelingen te kunnen blijven bieden. Op dit moment is echter al deel van de inrichting van Maasvlakte 2 bekend, enerzijds omdat het eerste deel van Maasvlakte 2 momenteel wordt aangelegd en anderzijds omdat met 3 partijen een contract is gesloten over de vestiging op Maasvlakte 2.

Eén van de keuzes die nog steeds open staat is de keuze voor het al dan niet exploiteren van een (onafhankelijk) Binnenvaart Service Centrum op Maasvlakte 2.

3.2 Probleemstelling

Op Maasvlakte 1 zijn geen overkoepelende voorzieningen getroffen voor de afhandeling van de binnenvaart. De binnenvaart wordt hier afgehandeld aan de zeekades of aan een Binnenvaart/feederkade. De binnenvaart heeft aan de zeekade de laagste prioriteit en wanneer de maximale capaciteit van de haven bereikt wordt levert dit lange wachttijden op voor de binnenvaart. Daarnaast brengt de huidige afhandeling een aantal andere problemen met zich mee. Zo moeten binnenvaartschepen vaak meerdere terminals bezoeken om overal een beperkt aantal containers te laden en te lossen. Bij elke terminal lopen ze dan weer kans te moeten wachten. Daarnaast geldt voor de terminaloperators dat zij aan de dure diepe kade en met de grote dure kranen de kleine binnenvaartschepen afhandelen. Een BSC zou deze problemen kunnen verhelpen.

Met de aanhoudende vraag naar ruimte voor (container)klanten op Maasvlakte 2, kan de keuze of er een centraal gelegen BSC, al dan niet onafhankelijk geëxploiteerd, op Maasvlakte 2 moet worden gerealiseerd niet lang meer open blijven. Een BSC heeft namelijk al een ruimteclaim op Maasvlakte 2 en bepaalt zodoende de voorwaarden voor nieuwe uitgiften. De belangrijkste onderzoeksvraag is of deze ruimteclaim moet blijven staan.

3.3 Doelstelling

Het doel van dit afstudeerwerk is om onderbouwd te adviseren of de ruimteclaim van het BSC in het Masterplan van Maasvlakte 2 al dan niet moet blijven staan.

Om dit te bepalen moet eerst onderzocht worden hoe de binnenvaartafhandeling geoptimaliseerd kan worden en welke rol een BSC hierin kan spelen. Mocht het BSC wenselijk zijn dan brengt dit andere vragen met zich mee die ook behandeld zullen worden in dit onderzoek. Zo zal onderzocht worden hoe groot de capaciteit van het BSC moet zijn, hoe de lay-out van het BSC er uit moet zien en waar het BSC moet komen. Daarnaast zal onderzocht worden wie het BSC kan gaan exploiteren.

Samenvattend moet na dit project bekend zijn of een BSC wenselijk is voor Maasvlakte 2 en in welke (exploitatie) vorm. En in het geval een BSC wenselijk is moet duidelijk zijn wat de beste locatie is voor het BSC. Ook moet duidelijk zijn hoe het eruit moet komen te zien en welke voorzieningen er moeten zijn.

3.4 Aanpak

Het onderzoek naar de wenselijkheid van een BSC is grofweg in te delen in twee delen. In eerste instantie is een onderzoek gedaan naar verschillende varianten van binnenvaartafhandeling. In dit onderzoek zijn 4 varianten vergeleken aan de hand van de verblijftijden van de schepen. Deze verblijftijden zijn gekwantificeerd door middel van een simulatie. Aan de hand van deze resultaten is de variant met het BSC en de beste van overige varianten uitgebreider bekeken. In het tweede deel van het onderzoek zijn deze varianten bekeken wanneer de maximale kadebezetting bereikt is. Hierbij is onderzocht hoe groot de invloed van een BSC is op de overslagcapaciteit van de zeeterminals. Vervolgens is voor het BSC een optimale locatie gekozen en is het ontwerp verder uitgewerkt. Voor dit ontwerp is een business case gemaakt. Uit de business case komt duidelijk naar voren wanneer het BSC zowel wenselijk als rendabel is. Want de invulling van de Maasvlakte is een business case gestuurd project, en de ruimte claim moet hierdoor onderbouwd worden met een business case. In de business case is ook onderzocht welke partij de gewenste exploitant is voor het BSC.

4 Eisen, randvoorwaarden en uitgangspunten

4.1 Eisen

De ruimteclaim van een BSC moet passen binnen het meest recente masterplan.

Het is belangrijk dat de meest recente informatie gebruikt wordt, zodat het resultaat ingepast kan worden in de bestaande plannen voor Maasvlakte 2. Het meest recente masterplan is Masterplan 4 [7].

4.2 Randvoorwaarden

Modal split volgens MER.

In de milieu effect rapportage (MER) voor Maasvlakte 2 zijn bandbreedtes gegeven waarbinnen de realisatie en exploitatie moet passen. Maximaal 35% van het container achterlandtransport mag over de weg plaatsvinden. De overige 65% wordt over het spoor en het water vervoerd. In dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat in 2035 20% per spoor vervoerd wordt. Dit is naar verwachting de maximale vervoersstroom die het spoor aankan. De overige 45% zal naar verwachting over het water naar het achterland worden getransporteerd.

4.3 Uitgangspunten

Verwachte ladingstromen volgens meest recente Business Case.

Voor Maasvlakte 2 zijn verschillende business cases gemaakt. De meest relevante deelonderzoeken voor dit afstudeerwerk zijn “Maasvlakte 1 en 2 samen klaar voor de binnenvaart” [9] en “Update binnenvaartafhandeling MV2” [14]. De verwachte ladingstromen zijn overgenomen uit deze onderzoeken.

De toekomstige modal split van Maasvlakte 1 is gelijk aan de modal split die afgesproken is voor Maasvlakte 2.

Er is vanuit gegaan dat in de toekomst de modal split op Maasvlakte 1 gelijk zal zijn aan de modal split die afgesproken is met de exploitanten van de containerterminals op Maasvlakte 2.

Het BSC wordt alleen gebruikt door binnenvaart met een maximale diepgang van 4,5m.

Dit uitgangspunt sluit uit dat Feeders het BSC zullen bezoeken. In dit onderzoek is wel gekeken naar een variant met “dedicated” binnenvaart/feeder kades, als alternatief voor afhandeling van binnenvaart en feeder schepen aan de zeekeade.

Er komt een interne baan in de hoofdstructuurbundel die alle container terminals met elkaar verbindt.

Het succes van een BSC is sterk afhankelijk van de mogelijkheden van Inter Terminal Transport (ITT). De interne baan is de naam voor de verbindingen over land tussen de verschillende terminals die alleen toegankelijk zijn vanaf de terminals. De containers die over deze baan vervoerd worden hoeven hierdoor niet in- en uitgevoerd te worden in douanegebied. In het Masterplan is ruimte gereserveerd voor een interne baan langs alle terminals. Deze interne baan is geschikt voor het gebruik van multi trailer systems (MTS). De interne baan kan eventueel geschikt gemaakt worden voor het gebruik van automated guided vehicles (AGV). Zonder deze interne baan heeft een BSC minder kans van slagen, daarom is er in dit onderzoek vanuit gegaan dat de interne baan er komt.

In de servicehaven aan de oostzijde van Maasvlakte 2 zijn afdoende wachtplaatsen.

Er is binnen dit onderzoek geen rekening gehouden met het aantal benodigde wachtplaatsen. Er is wel rekening worden gehouden met de locatie van deze wachtplaatsen bij het zoeken naar een locatie voor het BSC.



Figuur 4-1 Wachtplaatsen voor de binnenvaart

Het BSC is alleen bestemd voor container overslag.

Op Maasvlakte 2 zijn hoofdzakelijk containeroverslag- en chemiebedrijven gepland. De afhandeling van chemiebinnenvaart is niet meegenomen in dit onderzoek, omdat deze droge lading- en tankschepen direct bij de chemiebedrijven terecht kunnen. Chemiecontainers zijn wel meegenomen in dit onderzoek.

Er komt geen regionale container binnenvaartterminal (RCB)

Een RCB is een terminal buiten Rotterdam waar schepen containers kunnen uitwisselen om het hoppen te verminderen. De aanwezigheid van een RCB heeft invloed op de containerstromen van en naar Maasvlakte 2. Tot op heden zijn er geen concrete plannen voor een RCB, in dit rapport is er daarom vanuit gegaan dat er geen RCB komt. Er is wel rekening gehouden met een containertransferium in Alblasserdam.

De binnenvaart is 24uur per dag in bedrijf.

Binnen dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat de ontwikkeling van de binnenvaart naar een 24-uurs bedrijf doorzet. Er wordt vanuit gegaan dat er in de aankomst van schepen geen verschil meer is tussen dag en nacht. Het BSC zal ook 24 uur per dag in bedrijf zijn.

Er komt goede informatie uitwisseling tussen binnenvaart en terminals.

Wanneer het BSC geëxploiteerd gaat worden is de informatie uitwisseling op orde. De terminals weten hierdoor tijdig en correct hoe laat een schip komt en wat er geladen en gelost moet worden. Hiervoor is op dit moment een systeem in ontwikkeling.

De waterzijde van de terminals is maatgevend.

Binnen dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat de kadelenkte maatgevend is voor de overslagcapaciteit. Het overslag volume dat aan de kade gehaald wordt kan aan de landzijde ook verwerkt worden.

5 Varianten van binnenvaartafhandeling

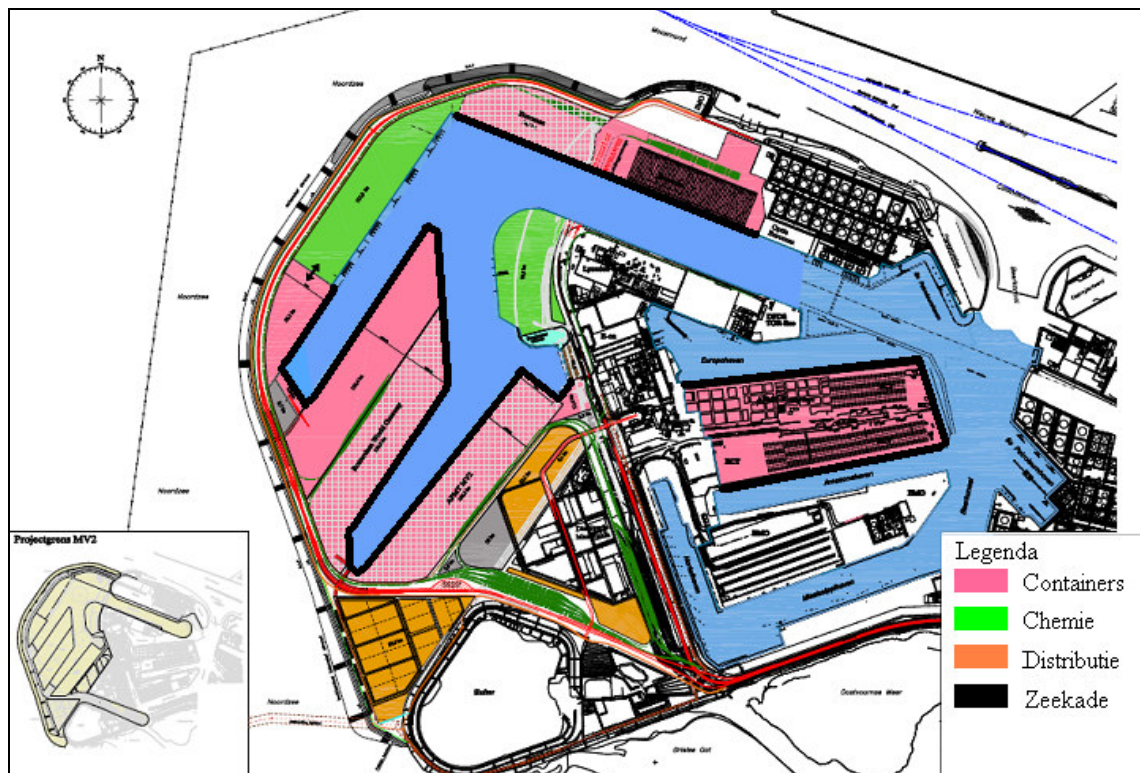
De lange wachttijden voor de binnenvaart worden vooral veroorzaakt doordat binnenvaartschepen een lage prioriteit hebben. Momenteel worden de binnenvaartschepen voornamelijk aan de zeekade afgehandeld. De binnenvaartschepen worden afgehandeld als er geen zeeschepen aan de kade liggen. Daarnaast zijn de grote kranen minder geschikt voor de afhandeling van binnenvaartschepen, omdat de kraanmachinist dan op grote hoogte boven het schip zit en minder goed zicht heeft. Daarom zullen op Maasvlakte 2 bij de verschillende terminals binnenvaart/feeder kades aangelegd worden. Dit zijn kades met kleinere kranen die alleen toegankelijk zijn voor feeders en binnenvaartschepen. Feeders hebben hier een hogere prioriteit dan binnenvaartschepen, daarom is er vanuit de binnenvaartsector de wens naar binnenvaartkades. Deze “dedicated” binnenvaartkades zijn alleen toegankelijk voor binnenvaartschepen. Bij deze binnenvaartkades hebben binnenvaartschepen de hoogste prioriteit, maar de schepen moeten nog steeds meerdere terminals bezoeken. Een neutraal BSC zou dit kunnen verhelpen. Samenvattend zijn de mogelijke fysieke vormen voor de afhandeling van de binnenvaart, de diepe zeekade, een “dedicated” binnenvaart/feeder kade, een “dedicated” binnenvaart kade, en één overkoepelend BSC voor alle zeeterminals om de kleine call sizes af te vangen. Deze vormen worden in paragraaf 5.1 beschreven. Daarnaast worden in paragraaf 5.2 de verschillende scenario’s waarvoor de varianten bekeken worden uiteengezet.

5.1 Bepalen van de concepten van binnenvaartafhandeling

5.1.1 De diepe zeekade

Bij dit concept wordt de binnenvaart afgehandeld aan de diepe zeekade. De cyclus die een container aflegt ziet er als volgt uit, een zeeschip legt aan, aan de zeekade. Dit zeeschip levert containers af en laadt containers. De afgeleverde containers worden opgeslagen in de stack. Dan komt er een binnenvaartschip aan dezelfde zeekade. Ook dit schip levert containers af en haalt containers op. De containers die afgeleverd worden, worden ook opgeslagen in de stack en de containers die geladen worden, worden uit de stack gehaald en op het schip gezet. Dit schip vervoert deze containers naar het achterland waar ook weer containers opgehaald worden die daarna weer naar de zeeterminal worden vervoerd.

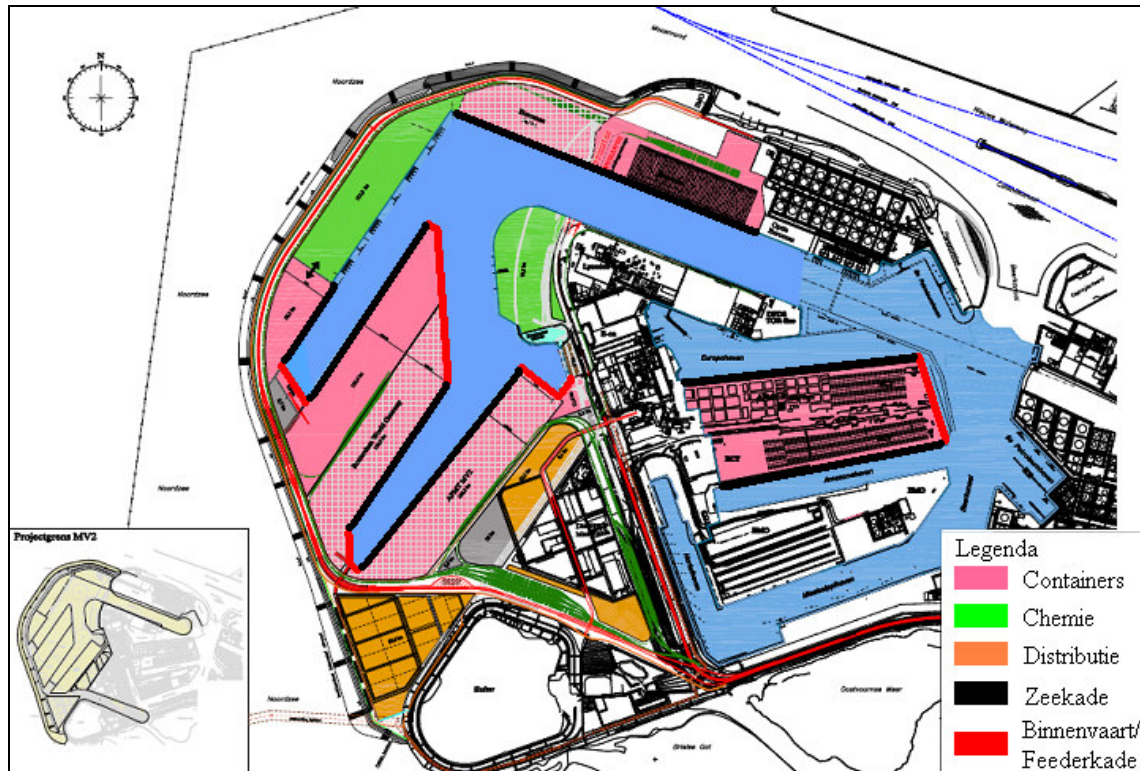
Dit concept heeft een aantal nadelen voor de binnenvaart. Binnenvaartschepen hebben hier een lage prioriteit, want aan de zeekade hebben eerst zeeschepen en daarna feeders voorrang. Daarnaast worden de binnenvaartschepen afgehandeld met grote zeekranen die hier minder geschikt voor zijn. Ook moet een binnenvaartschip vaak meerdere terminals bezoeken (hoppen). De investeringskosten zijn hoog, doordat diepe zeekades duur zijn om aan te leggen. Daartegenover staat dat dit concept maximale flexibiliteit voor de zeeterminal biedt. En er worden geen extra kosten gemaakt voor intern transport, waardoor de operationele kosten laag blijven.



Figuur 5-1 Concept 1, de zeekade (zeekade bij de terminals weergegeven in zwart)

5.1.2 Een “dedicated” binnenvaart/feederkade

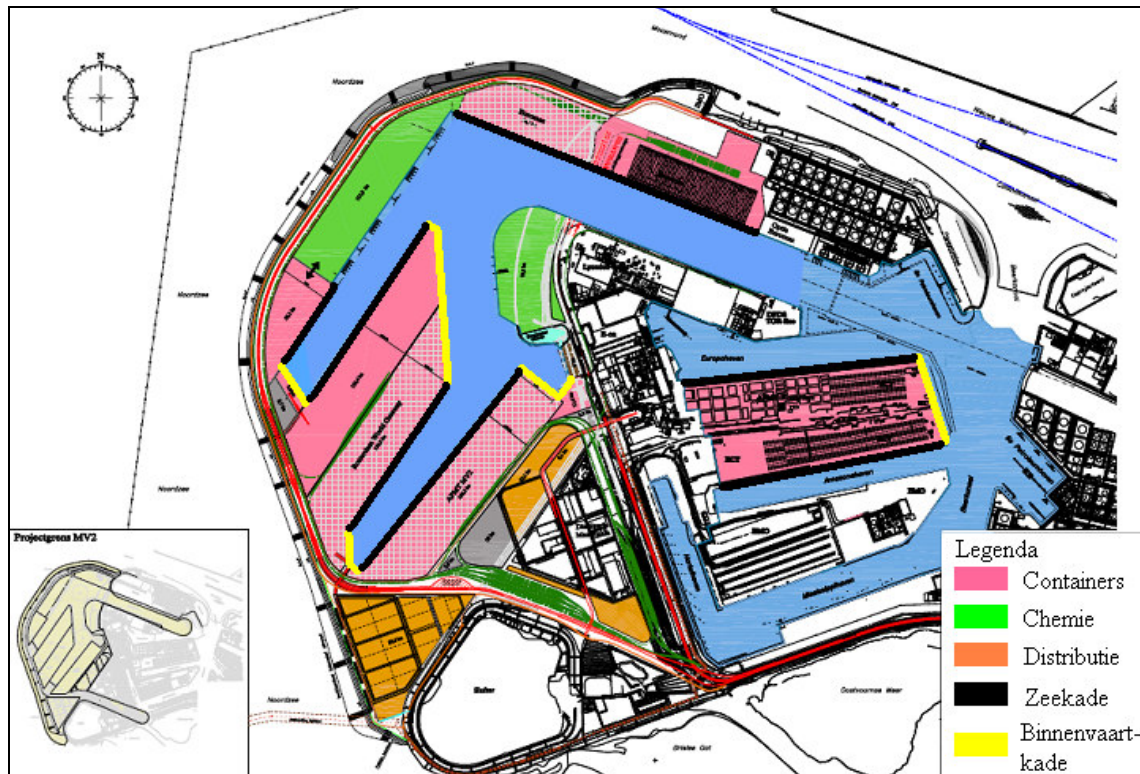
Ook bij dit concept wordt de binnenvaart bij de verschillende zeeterminals afgehandeld. Maar de binnenvaartschepen hebben aan de binnenvaart/feederkade een hogere prioriteit, ze moeten hier alleen de feeders voor laten gaan. De cyclus die een container hier aflegt is gelijk aan de cyclus bij het concept met de zeekade. De cyclus kan hier wel geoptimaliseerd worden door containers die per binnenvaart verder vervoerd worden in de stack op te slaan bij het binnenvaart/feeder deel van de kade, omdat de containers daar geladen worden. Dit concept heeft een aantal voordelen ten opzichte van het concept zeekade. Binnenvaartschepen hebben een hogere prioriteit, en door het gebruik van kleinere kranen zal de afhandeltijd van de binnenvaartschepen afnemen. Het hoppen wordt hier echter niet verholpen, omdat de binnenvaartschepen nog steeds de verschillende terminals moeten bezoeken. Maar ook hier blijven de operationele kosten laag, door het geringe intern transport. Daarnaast zijn de investeringskosten lager dan voor de zeekades door de goedkopere ondiepe binnenvaart/feederkades en kleinere kranen. De flexibiliteit voor de zeeterminal gaat wel achteruit, omdat de zeeschepen niet aan de binnenvaart/feederkades kunnen worden afgehandeld.



Figuur 5-2 Concept 2, de binnenvaart/feederkade (zeekade in zwart, binnenvaart/feederkade in rood)

5.1.3 Een “dedicated” binnenvaart kade

Ook bij dit concept wordt de binnenvaart bij de verschillende zeeterminals afgehandeld. De cyclus die een container aflegt ziet er voor dit concept het zelfde uit als voor het concept met de binnenvaart/feederkade. Maar hier is de kade opgedeeld in een deel diepe zeekade en een deel “dedicated” binnenvaartkade. Aan de “dedicated” binnenvaart kade hebben de binnenvaartschepen de hoogste prioriteit. Daarnaast zal door het gebruik van binnenvaartkranen de afhandeltijd voor binnenvaartschepen afnemen. Het hoppen wordt ook hier niet verholpen, omdat de binnenvaartschepen nog steeds de verschillende terminals moeten bezoeken. Maar ook bij deze variant blijven de operationele kosten laag, door het geringe intern transport. Daarnaast zijn de investeringskosten nog lager dan voor de binnenvaart/feederkades door de goedkopere ondiepe binnenvaartkades en goedkopere binnenvaartkranen. De flexibiliteit voor de zeeterminal gaat wel verder achteruit, omdat de zeeschepen en feeders niet aan de binnenvaartkades afgehandeld kunnen worden.

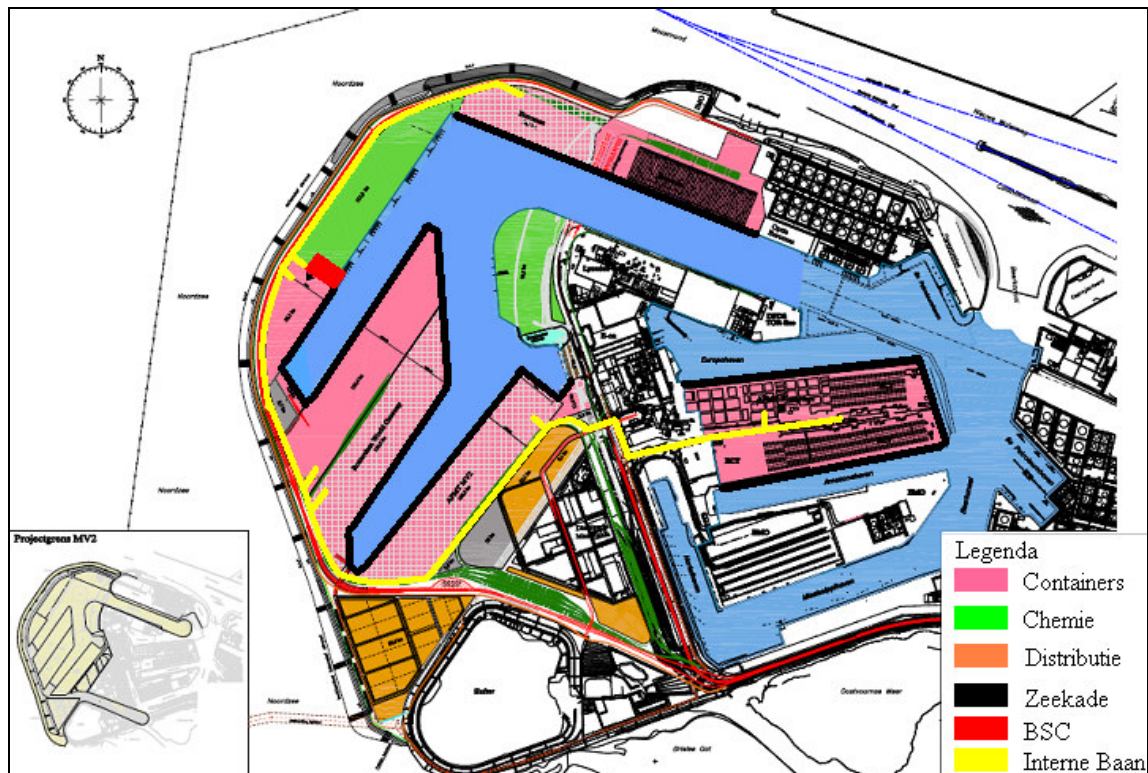


Figuur 5-3 concept 3 de binnenvaartkade (zeekade weergegeven in zwart, binnenvaartkade in geel)

5.1.4 Het neutrale BSC

Bij dit concept is er een neutraal BSC voor de afhandeling van een deel van de container-overslag van de verschillende zeeterminals. Dit BSC is bedoeld om de kleine call sizes af te handelen. Daarnaast zal het ook een aanzienlijk deel van de lege containers en chemie containers afhandelen. Een groot deel van de containers zal nog steeds direct aan de zeeterminals worden afgehandeld al dan niet aan de binnenvaart/feederkades of de diepe zeekades. De cyclus van het grootste deel van de containers ziet er hetzelfde uit als bij de bovenstaande concepten. Maar bij dit concept gaat een deel van de containers via het BSC. De cyclus van een container die via het BSC gaat ziet er als volgt uit. Een zeeschip legt aan, aan de zeekade. Dit zeeschip levert containers af en laadt containers. De afgeleverde containers worden opgeslagen in de stack. Als een binnenvaartschip naar de haven vaart wordt aan de hand van de call sizes bepaald of het schip via het BSC gaat. Als het schip via het BSC gaat worden de kleine call sizes vanuit de stack bij de verschillende zeeterminals over land naar het BSC gebracht. In het BSC worden de kleine call sizes van en op het schip geladen. Op het BSC worden de containers nog opgeslagen als buffer in een tussenstack. De containers die door het binnenvaartschip afgeleverd worden, worden naar de stack van de verschillende zeeterminals gebracht. Het binnenvaartschip bezoekt naast het BSC vaak ook nog één of meerdere zeeterminals.

De voordelen van dit concept zijn dat het hoppen beperkt wordt. De binnenvaart call sizes aan de zeeterminal gaan omhoog, wat de efficiëntie ten goede komt. De afhandelsnelheid aan het BSC ligt hoog en de binnenvaart heeft hier altijd de hoogste prioriteit. Ook wordt de flexibiliteit vergroot, omdat het binnenvaartschip zowel aan de zeeterminal als bij het BSC afgehandeld kan worden. Dit concept brengt echter wel veel intern transport met zich mee, wat hogere operationele kosten kan opleveren.



Figuur 5-4 Concept 4, het BSC (interne baan weergegeven in geel, locatie BSC is willekeurig gekozen)

5.2 Scenario's

Deze verschillende varianten zijn vergeleken voor twee scenario's. De scenario's zijn gebaseerd op de invalshoeken van de verschillende belanghebbende. Het eerste scenario is opgezet vanuit de invalshoek van de binnenvaartoperators. Hierbij is de situatie bekeken die op zal treden rond 2035, er zijn dan 7 containerterminals op de Maasvlakte. En er zal gehopt moeten worden tussen de verschillende terminals. Bij dit scenario is gekeken of de kleine calls afgevangen kunnen worden door een BSC. En wanneer een binnenvaartschip naar het BSC gaat, dan zullen ook andere kleine calls hier afgehandeld worden. Op deze manier is geprobeerd om het hoppen te reduceren. Er is vervolgens onderzocht of de tijdwinst van de schepen opweegt tegen de extra kosten van het Inter Terminal Transport (ITT).

Met de resultaten van het eerste scenario is de invoer van het tweede scenario bepaald. Bij het tweede scenario is geredeneerd vanuit de terminal operator. Zolang deze operator nog niet aan de maximale capaciteit van zijn terminal zit, zal de terminal operator ook de kleine calls afhandelen aan zijn terminal. Wanneer de terminal aan zijn maximale capaciteit zit, dan wordt het interessant om de kleine calls naar een BSC te sturen. Op deze manier kunnen er meer zeeschepen aan de terminal worden afgehandeld. Hierbij wordt gekeken of de extra overslagcapaciteit opweegt tegen de kosten van het ITT.

Zoals eerder in dit rapport is gesteld, is de invulling van Maasvlakte 2 een business case gestuurd project. Deze scenario's zijn daarom beoordeeld op de kosten en baten van het BSC voor de betrokken partijen.

6 Simulatie

Zoals in het voorgaande hoofdstuk al gesteld is, is de verblijftijd van de schepen in de haven een belangrijk criterium waarop de varianten beoordeeld worden. Dit criterium wordt geanalyseerd door middel van een simulatie. In dit hoofdstuk wordt deze simulatie uitgewerkt. In paragraaf 6.1 wordt het gebruikte model beschreven. Vervolgens wordt in paragraaf 6.2 de validatie van het model gepresenteerd. En in paragraaf 6.3 worden de beperkingen van het model, en de gevolgen hiervan beschreven.

6.1 Het model

De gebruikte simulatie is gebaseerd op het Programma TRAFALQUAR. TRAFALQUAR (Traffic Analysis of Quay Rail and Road) is een model voor het strategisch ontwikkelen van havens. Het model is ontwikkeld door TBA¹. De invoer bestaat uit, de kadelengte, het aantal kranen met bijbehorende productiviteit en de bezoekmix verdeeld in een aantal scheepstypen. Eventueel kan ook de afhandeling aan de landzijde in het model meegenomen worden. Daarvoor dienen dan ook de stack oppervlakte en de capaciteit van het gebruikte terminal materieel ingevoerd te worden. De uitvoer bestaat uit de kadebezetting, de kraanbezetting, de wachttijden en de afhandeltijden.

Het model is opgebouwd uit drie processen:

- De scheepsaankomst en de aanwijzing van een kadesectie.
- De aanwijzing van kranen en het bepalen van de productiviteit per schip.
- Het landzijdige proces (dit is bij de gebruikte simulatie buiten beschouwing gelaten).

6.1.1 De scheepsaankomst en de aanwijzing van een kadesectie

In TRAFALQUAR worden de schepen gegenereerd volgens een weekpatroon. Daarna krijgen schepen een plek aan de kade aangewezen. Hierbij wordt rekening gehouden met de volgende aspecten:

- De verschillende scheepstypen, met bijbehorende lengte, diepgang en call-size
- Het weekpatroon, met variaties door vertragingen.
- Begrensde diepte bij bepaalde kadesecties.
- Het aantal beschikbare kranen aan de kade sectie.
- Prioriteiten

Daarnaast kan TRAFALQUAR ook de volgende aspecten meenemen, maar deze zijn niet gebruikt in de simulatie voor dit onderzoek:

- Het naast elkaar afmeren van schepen (twee schepen breed aan de kade).
- Getij
- Sluizen
- Beschikbaarheid van loodsen

¹ Technische Bestuurskundige Adviesgroep, dit bedrijf is gespecialiseerd in het simuleren van processen in de haven.

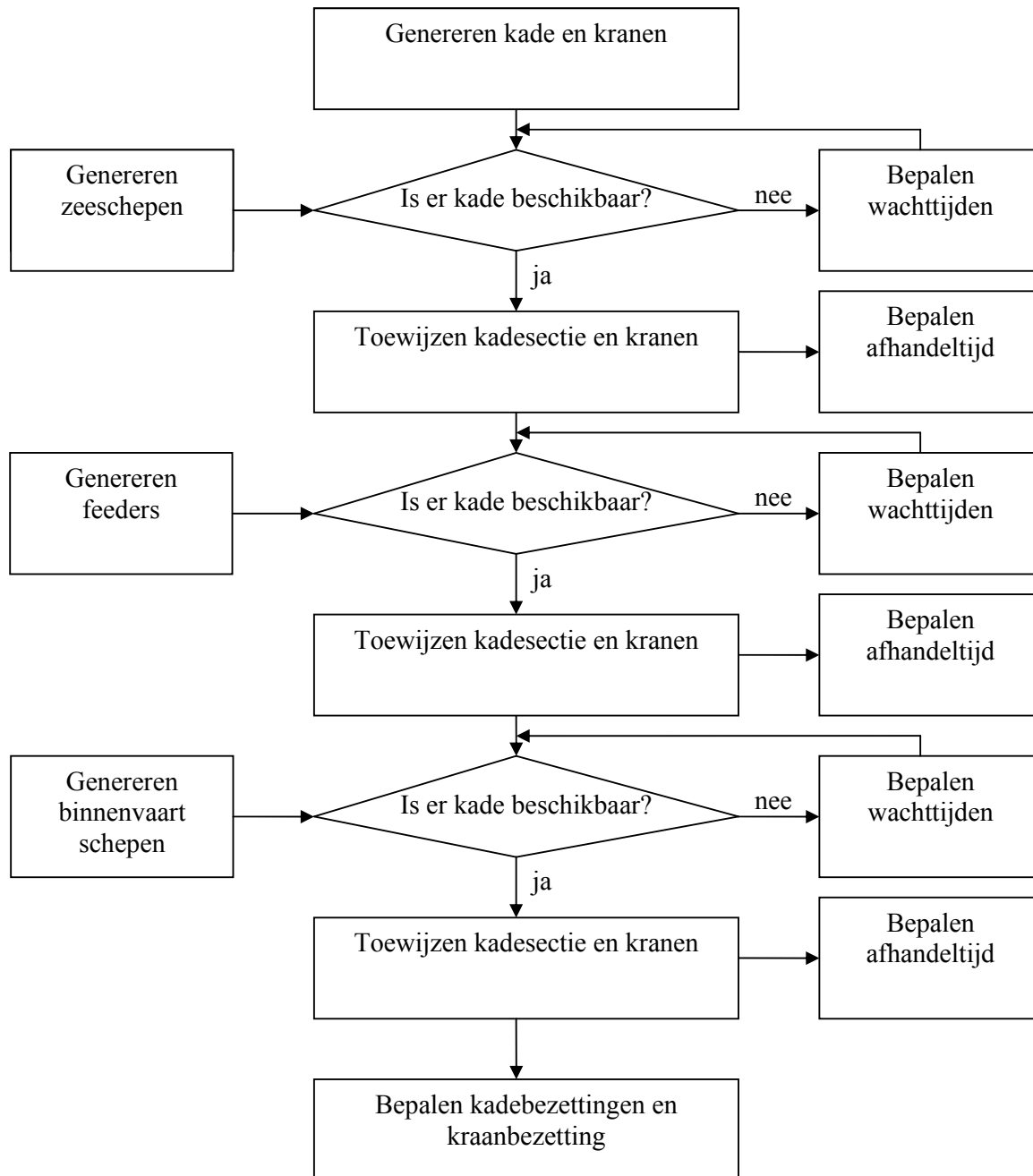
6.1.2 Het aanwijzen van kranen

Het aantal kranen dat toegewezen wordt aan een schip is afhankelijk van het scheepstype, per scheepstype is er een maximaal aantal kranen dat naast elkaar kan werken. Daarnaast is het ook afhankelijk van de productiviteit die gehaald moet worden. Voor schepen zijn vaak contracten (Service Level Agreements) afgesloten met de terminal over hoe snel het schip afgehandeld moet worden of hoeveel containers per uur verwerkt moeten worden. Dit kan ook ingevoerd worden in TRAFALQUAR. TRAFALQUAR neemt de volgende aspecten mee bij het toewijzen van kranen:

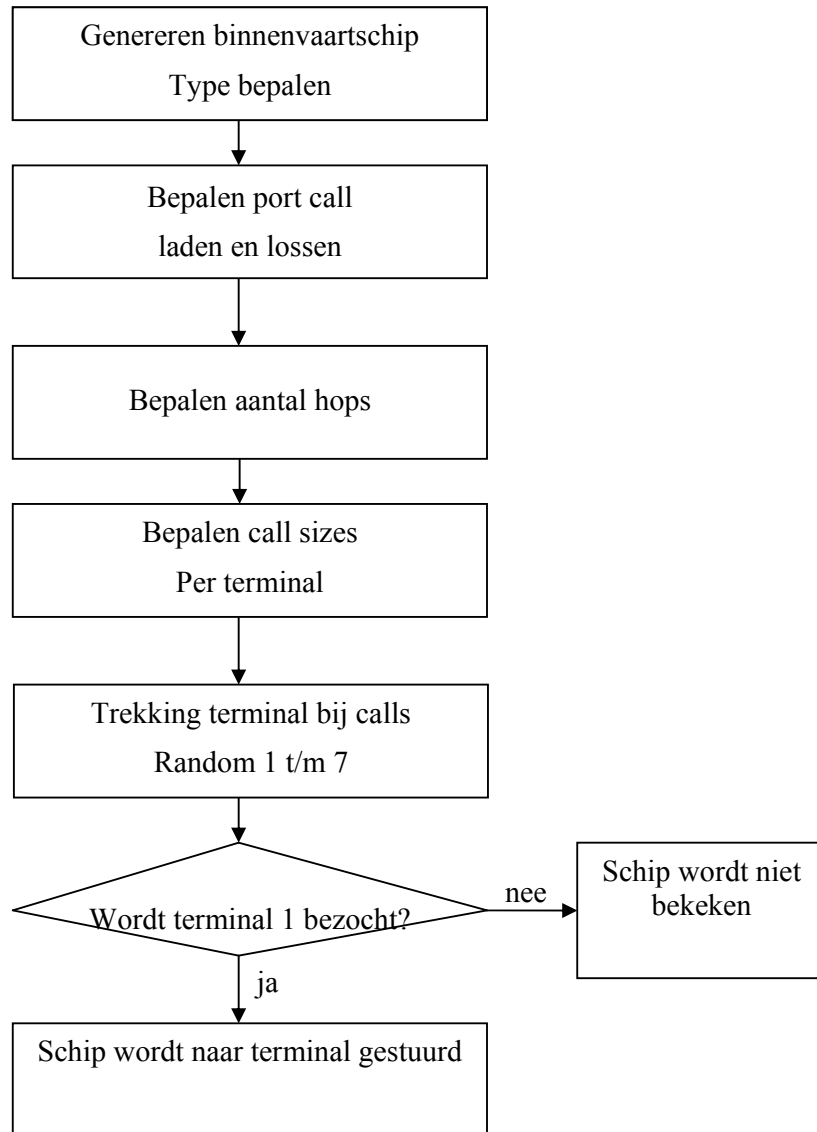
- Het minimum en maximum aantal kranen voor een scheepstype.
- Verschillende kraantypes met verschillende productiviteit per scheepstype.
- Tussentijdse monitoren of er meer of minder kranen ingezet kunnen worden.

6.1.3 Opbouw gebruikte simulatie

Voor het simuleren van de Maasvlakte moet een aantal aanpassingen gedaan worden binnen TRAFALQUAR. Voor de verschillende concepten wordt steeds 1 terminal gesimuleerd. Voor deze terminal worden volgens het normale weekpatroon de feeders een zeeschepen naar de terminal gestuurd. Voor de binnenvaart ligt dit anders. Voor de binnenvaart zijn alle schepen die de Maasvlakte bezoeken gegenereerd. Voor deze schepen wordt dan het aantal hops bepaald, bij deze hops wordt random een terminal toegewezen (1 tot en met 7) en alleen de binnenvaartschepen die een call voor terminal 1 hebben worden verder verwerkt. Dit is te zien in Figuur 6-1 en Figuur 6-2. In Figuur 6-1 is aangegeven dat de kade aan de schepen toebedeeld wordt in de volgorde van de prioriteiten. Wanneer er geen kaderuimte of kranen beschikbaar zijn worden voor de schepen de wachttijd bepaald. In Figuur 6-2 is weergegeven hoe de binnenvaartschepen gegenereerd worden. Concept 4 is anders opgebouwd. Concept 4 is opgesplitst in twee losse terminals. Voor de zeeterminal worden net als bij de andere concepten alle binnenvaartschepen gegenereerd en de calls bepaald, maar hierbij wordt gekeken naar de stuurcriteria en kleine calls worden niet doorgestuurd naar de terminal. Het BSC wordt onafhankelijk gesimuleerd, hierbij worden alleen de binnenvaartschepen gegenereerd, en aan de hand van de stuurcriteria wordt bepaald welke schepen naar het BSC gaan en welke calls daar afgehandeld worden. Dit wordt verder uitgewerkt in paragraaf 6.1.5. Het stuurcriterium is de het criterium dat bepaald of een call aan het BSC afgehandeld wordt of aan de terminal.



Figuur 6-1 Schematische weergave simulatieproces



Figuur 6-2 Schematische weergave genereren binnenvaartschip

6.1.4 De terminals

In de simulatie worden de terminals gestandaardiseerd. Op Maasvlakte 2 hebben alle containerterminals een terreindiepte van circa 600m. De gemiddelde terminal is 160 ha. Dit levert een kadelenkte van 2600m op. Om de concepten goed te vergelijken is ervoor gekozen om bij alle concepten 25 kranen te gebruiken. Bij de concepten met alleen zeekade komen er op de kade 25 zeekranen te staan. Bij de concepten met een “dedicated” deel komen 5 kranen op het “dedicated” gedeelte en 20 kranen op het zeekade gedeelte. Op de totale Maasvlakte (MV1 en MV2) zal 1075 ha containerterminal komen. Dit is gelijk aan 6,7 standaard terminals. Op Maasvlakte 1 en 2 komen 7 zelfstandig opererende terminals, hoewel een aantal terminals dezelfde eigenaar hebben. En op de Maasvlakte zal rond de 18 km kadelenkte komen, dit komt overeen met 7 standaard terminals. Om de simulatie overzichtelijk te houden is ervoor gekozen per concept 1 terminal te simuleren. Uit deze simulatie volgt dan de afhandeltijd en wachttijd per schip of in het geval van binnenvaartschepen per call size. Met deze gegevens worden dan de verblijftijden voor de verschillende schepen in een havengebied met 7 terminals bepaald.

6.1.5 Concepten

Concept 1: De diepe zeekade

Bij dit concept is de gehele kadelenkte uitgevoerd als zeekade. Hier wordt de binnenvaart ook aan de diepe zeekade afgehandeld. De standaard terminal is bij dit concept vormgegeven als 2600m zeekade met 25 zeekranen. In het vervolg van dit rapport zal dit concept zeekade genoemd worden.

Concept 2: De “dedicated”binnenvaart/feederkade

Bij dit concept wordt de zeekade opgedeeld in zeekade en binnenvaart/feederkade. De kade zal worden opgedeeld in 2000m zeekade en 600m binnenvaart/feederkade. Deze verhouding tussen zeekade en binnenvaart/feederkade komt globaal overeen met de plannen voor APMT, RWG en Euromax in 2020. Op de zeekade komen 20 zeekranen en op de binnenvaart/feederkade komen 5 feederkranen. In het vervolg wordt dit concept feederkade genoemd.

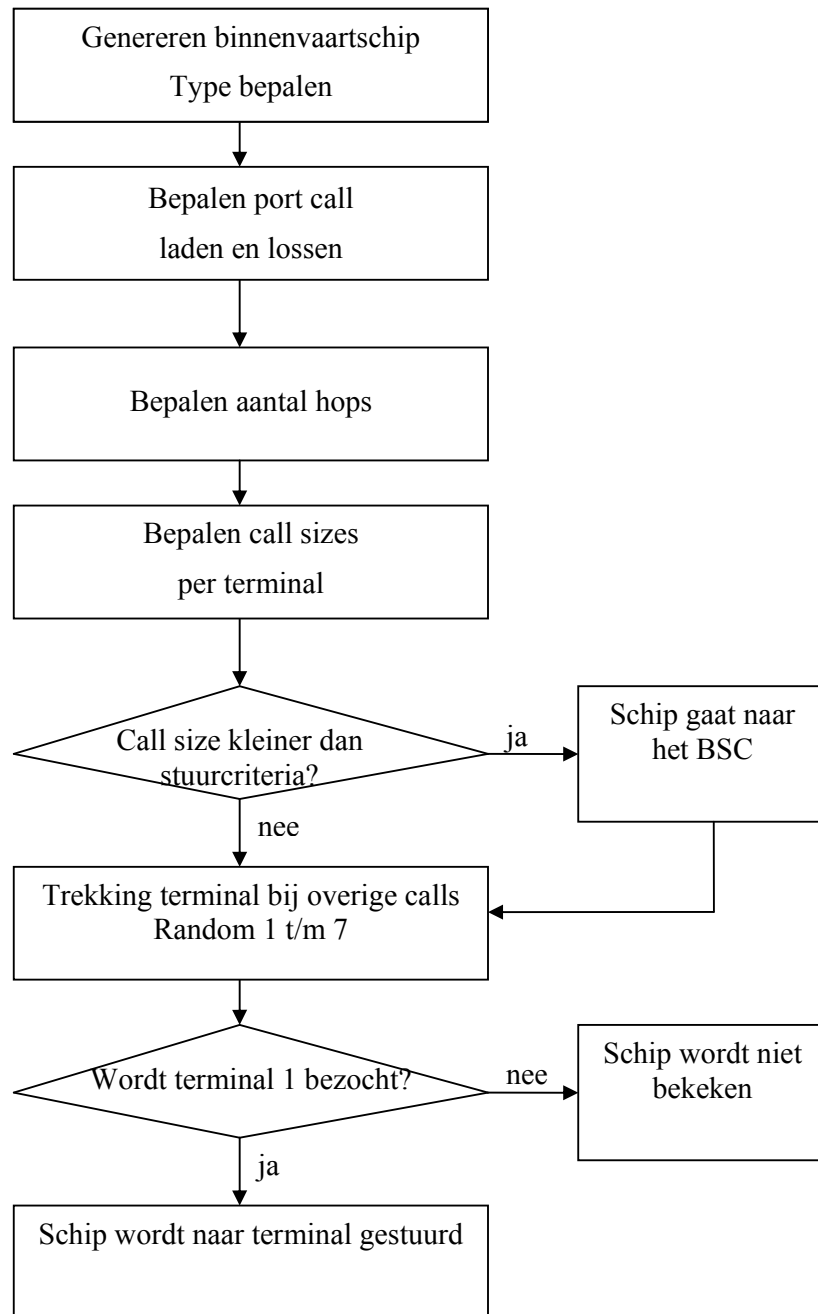
Concept 3: De “dedicated” binnenvaartkade

Bij dit concept wordt de kade opgedeeld in zeekade en binnenvaartkade. De kade zal bij dit concept opgedeeld worden in 2000m zeekade en 600m binnenvaartkade. Deze verhouding komt overeen met concept 2, bij verschillende terminals op Maasvlakte 2 is de kade opgedeeld in twee delen het deel parallel aan de terminal en het deel op de kop. Dit deel op de kop is moeilijk op te delen in een diep en een ondiep deel daarom is ook bij dit concept gekozen voor deze verhouding. Op de zeekade komen 20 zeekranen en op de binnenvaartkade komen 5 binnenvaartkranen. In het vervolg wordt dit concept binnenvaartkade genoemd.

Concept 4: Het overkoepelende BSC

Bij dit concept wordt de standaard terminal uitgevoerd als zeekade en komt er een extra openbaar BSC. Dit BSC is bedoeld om de kleine call sizes af te handelen en te bundelen naar de diverse terminals. Het grootste deel van de containers zal nog steeds direct bij de zeeterminals worden afgehandeld. Dit concept bestaat uit 2600m zeekade en daarnaast nog eens 400m binnenvaartkade in de vorm van een BSC. Wanneer er een BSC op de Maasvlakte komt zal dit ook extra kadelenkte betekenen, daarom is hier gekozen voor 400m BSC kade naast de 2600m kade per terminal. De keuze voor 400m BSC kade is gebaseerd op het rapport

“update binnenvaartafhandeling” [14]. Op de zeeкаде komen 25 zeekekrane en op BSC komen 3 binnenvaartkranen. In het vervolg zal dit concept BSC genoemd worden. De schematische weergave van het genereren van binnenvaartschepen is te zien in Figuur 6-3.



Figuur 6-3 Schematische weergave genereren binnenvaartschip voor concept 4, BSC

6.1.6 Algemene Invoer

Vlootmix

De Maasvlakte wordt bezocht door veel verschillende zee- en binnenvaartschepen. Om dit in de simulatie in te voeren zijn de schepen onderverdeeld in 10 scheepstypen. Omdat onderzoek wordt gedaan naar de binnenvaartafhandeling is de binnenvaart in 5 typen opgedeeld. Allereerst zijn de schepen opgedeeld in 4 typen (NeoKemp, Rijn-Herneschip, Groot Rijnschip en Koppelverbanden). Duwcombinaties vallen onder het type koppelverband. De Antwerpvaart zal geen BSC bezoeken, omdat deze schepen met grote calls tussen zeeterminals varen. Om dit overzichtelijk te houden is van de Rijn-Herneschepen en Grote Rijnschepen die op Antwerpen varen een extra scheepstype gemaakt, het Antwerpenschip. Het grootste deel van de koppelverbanden is ook Antwerpvaart, waarschijnlijk zullen niet veel koppelverbanden het BSC bezoeken. Er is daarom gekozen om koppelverbanden niet naar het BSC te laten gaan. Feeders en zeeschepen zijn onderverdeeld naar grootte in 5 typen (kleine en grote feeder en klein, medium en groot zeeschip). In Tabel 6-1 is de vlootmix weergegeven met de lengte, de capaciteit en de gemiddelde port call. De port call is het aantal containers dat in de haven afgeleverd wordt plus het aantal containers dat opgehaald wordt. En in Tabel 6-2 zijn overige specificaties per schip weergegeven. De gegevens zijn gebaseerd op het rapport “update binnenvaartafhandeling” [14].



Figuur 6-4 NeoKemp [F]



Figuur 6-5 Rijn-Herneschip [G]



Figuur 6-6 Groot Rijnschip [G]



Figuur 6-7 Koppelverband [H]

Scheepstype	Lengte (m)	Capaciteit (TEU)	Gem. port call (TEU)
NeoKemp	65	32	48
Rijn-Herneschip	75	85	128
Groot Rijnschip	110	208	312
Antwerpenschip	100	173	260
Koppelverband	170	350	526
Kleine feeder	100	250	340
Grote feeder	180	1200	850
Klein zeeschip	250	3000	2550
Medium zeeschip	310	5500	3400
Groot zeeschip	370	11000	5100

Tabel 6-1 Invoer per scheepstype [14]

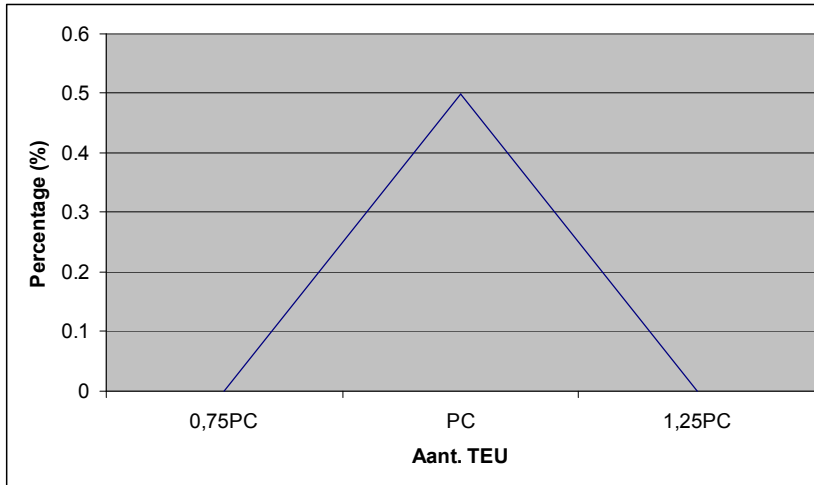
Scheepstype	Aan+afmeer tijd (min)	Minimum aant. Kranen	Maximum aant. kranen	Aanleg marge (m)
NeoKemp	15	1	1	5
Rijn-Herneschip	15	1	1	5
Groot Rijnschip	15	1	1	5
Antwerpenschip	15	1	2	5
Koppelverband	15	1	2	15
Kleine feeder	30	1	3	15
Grote feeder	30	2	3	15
Klein zeeschip	60	3	5	15
Medium zeeschip	60	4	6	15
Groot zeeschip	60	4	6	15

Tabel 6-2 Invoer per scheepstype [14]

In Tabel 6-1 en Tabel 6-2 zijn specificaties bij de verschillende scheepstypen gegeven. In Tabel 6-1 is de gemiddelde lengte per scheepstype gegeven. Daarnaast zijn de gemiddelde lading en de capaciteit gegeven, beide zijn gegeven in TEU. Om TEU om te rekenen naar containers wordt een TEU-factor van 1,7 gebruikt [8]. In Tabel 6-2 is per scheepstype gegeven hoe lang het duurt voor het schip is aangemeerd en afgemeerd, dit is ook een onderdeel van de verblijftijd. Daarnaast is het minimum en maximum aantal kranen gegeven, het gebruikte aantal kranen is afhankelijk van de beschikbaarheid aan van de kranen. In de laatste kolom is de aanleg marge gegeven dit is de ruimte tussen twee schepen in verband met de trossen.

Call size voor feeders en zeeschepen

De invoer van schepen gebeurt in een aantal stappen. Allereerst wordt een schip gegenereerd. Daarna wordt voor dit schip de call size bepaald dit zijn het aantal containers dat afgeleverd wordt en het aantal retour containers. De call size wordt getrokken uit een verdeling. Dit is een driehoeksverdeling met de port call (PC) uit Tabel 6-1 als gemiddelde, de ondergrens is 75% van de port call en de bovengrens is 125% van de port call [17], deze verdeling is weergegeven in Figuur 6-8.

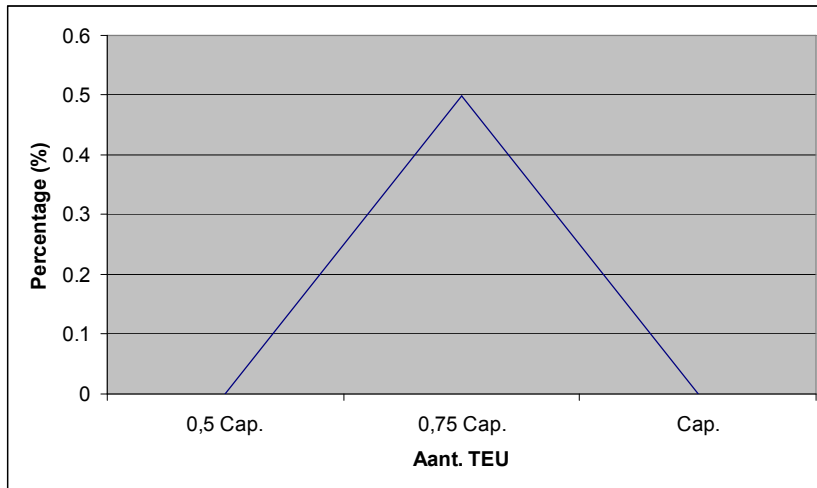


Figuur 6-8 Verdeling Port Call voor zeeschepen en feeders

Call size binnenvaartschepen

De call sizes van binnenvaartschepen moet apart behandeld worden, omdat binnenvaartschepen vaak meerdere terminals bezoeken. De invoer van een binnenvaartschip is opgedeeld in een aantal stappen. Allereerst wordt een binnenvaartschip gegenereerd. Daarna wordt de port call bepaald dit is de totale lading die het schip komt afleveren en de totale lading die het schip komt ophalen. Daarna wordt het aantal hops bepaald. En dan wordt de call size per terminal bepaald.

De port call is opgedeeld in twee onafhankelijke delen, het aantal TEU dat wordt afgeleverd en het aantal TEU dat wordt opgehaald. Beide delen van de port call wordt getrokken uit een driehoeksverdeling. Het gemiddelde van deze verdeling is 75% van de capaciteit van het schip. De ondergrens van de verdeling is 50% van de capaciteit en de bovengrens is 100% van de capaciteit [17]. Deze driehoeksverdeling is weergegeven in Figuur 6-9.



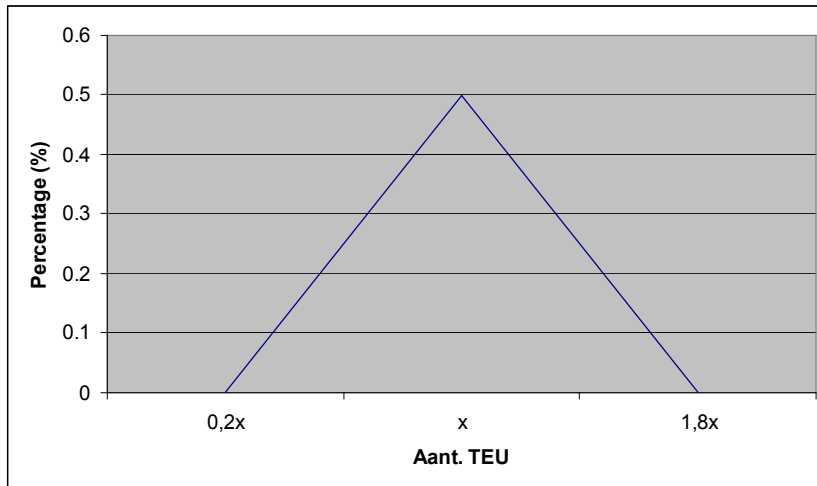
Figuur 6-9 Verdeling aantal geladen of geloste TEU

Vervolgens wordt het aantal hops bepaald, dit aantal wordt getrokken uit de verdeling die is gegeven in Tabel 6-3. De verdeling van het aantal hops is bepaald aan de hand van het rapport “update binnenvaartafhandeling” [14], dit is zeer belangrijke input voor de simulatie. Maar over deze gegevens bestaat grote onzekerheid. Op dit moment zijn er 3 terminals op de Maasvlakte, dit gaat uitbreiden naar 7 terminals. Wat dit zal betekenen voor het hopgedrag van de schepen is moeilijk te voorspellen.

Aant. hops \ Scheepstype	1	2	3	4	5	6	7	Totaal
NeoKemp	70	30	0	0	0	0	0	100
Rijn-Herneschip	20	35	30	15	0	0	0	100
Groot Rijnschip	0	10	15	25	25	15	10	100
Antwerpenschip	100	0	0	0	0	0	0	100
Koppilverband	75	2	4	7	7	3	2	100

Tabel 6-3 Verdeling aantal hops per scheepstype [14, bewerking auteur].

In Tabel 6-3 is de verdeling van het aantal hops per scheepstype weergegeven. Nadat voor een schip bepaald is hoeveel terminals het schip gaat bezoeken, moeten de verschillende call sizes die worden geladen en gelost bepaald worden. De verdeling hiervoor is weergegeven in Figuur 6-10. De verdeling hiervoor is een driehoeksverdeling waarbij het gemiddelde, de port call gedeeld door het aantal hops is, dit is in de figuur weergegeven als x . De ondergrens is 0,2 maal het gemiddelde en de bovengrens is 1,8 keer het gemiddelde [17]. Voor de eerste terminals wordt de call size uit deze verdeling getrokken. Voor de opvolgende calls wordt de het resterend aantal TEU gedeeld door het resterend aantal hops, dit is x in Figuur 6-10. Uit deze verdeling wordt dan de opvolgende call size getrokken. De laatste call size is het resterend aantal TEU.



Figuur 6-10 aantal geladen/geloste TEU voor binnenvaartschepen per terminal

Prioriteit

De prioriteiten liggen per kadetype anders. Daarom zijn de prioriteiten per concept verschillend. Binnenvaartschepen gaan bij voorkeur naar een binnenvaartkade of een binnenvaart/feederkade, maar kunnen ook aan de zeekade afgehandeld worden. Feeders gaan bij voorkeur naar een zeekade, maar kunnen ook aan een binnenvaart/feederkade afgehandeld worden. Zeeschepen worden altijd aan de zeekade afgehandeld. Zeeschepen hebben de hoogste prioriteit en gaan daarom voor feeders en binnenvaartschepen. Feeders hebben een hogere prioriteit dan binnenvaartschepen. Grote en kleine zeeschepen hebben dezelfde prioriteit, en dit geldt ook voor feeders en binnenvaart. Antwerpenschepen en koppelverbanden gaan wel naar een binnenvaartkade of binnenvaart/feederkade maar niet naar een eventueel BSC.

Kraancapaciteiten

Bij verschillende kadetypen worden verschillende kranen gebruikt met verschillende capaciteiten. Aan de zeekade staan zeekranen met een gros productiviteit van 33 gmph (gross moves per hour, zie Tabel 6-4 voor de definitie), deze productiviteit wordt alleen gehaald bij zeeschepen, bij feeders wordt een productiviteit van 30 gmph gehaald en bij binnenvaartschepen wordt een productiviteit van 25 gmph gehaald. Bij binnenvaartschepen wordt een lagere capaciteit gehaald, omdat deze schepen minder stabiel zijn. Op de binnenvaart/feederkade staan kleinere kranen die een hogere capaciteit hebben voor feeders en binnenvaartschepen, omdat de kraanmachinist een beter zicht op het schip heeft. Voor feeders wordt een productiviteit van 33 gmph aangenomen en voor binnenvaartschepen een productiviteit van 30 gmph. Op de binnenvaartkade staan nog kleinere kranen en daarvoor wordt aangenomen dat deze kranen een productiviteit van 33 gmph halen. Zie de Tabel 6-5. De productiviteit van deze kranen ligt hoger dan de productiviteiten die in de huidige situatie op Maasvlakte 1 gehaald worden. De verwachting is echter dat de productiviteit van de kranen in 2035 zal zijn toegenomen tot de bovengenoemde waarden.

Kraan productiviteit	Kraanbeweging en per uur	Opmerking
Technische productiviteit (TP)	55	Input van kraan leverancier
Operationele productiviteit (OP)	50	=TP - Vertraging door handelingssnelheid
Gros productiviteit incl. pauze (GPiP)	33.2	=OP - vertragingen door transport naar stack
Gros productiviteit (GMPH)	30	=GPiP - pauzes en reparaties

Tabel 6-4 Definitie gmph [17]

Kraantype \ Scheepstype	Zeekraan	Feederkraan	Binnenvaartkraan
Zeeschepen	33	-	-
Feeders	30	33	-
Binnenvaartschepen	25	30	33

Tabel 6-5 Kraancapaciteiten (gmph) [17]

6.2 Validatie

Ter validatie van het model is in een eerder stadium door TBA de huidige Euromax terminal gesimuleerd. Hierbij zijn de huidige kraancapaciteiten gebruikt namelijk, 15 gmph voor binnenvaartschepen, 20 gmph voor feeders en 25 gmph voor zeeschepen. Deze kraancapaciteiten zijn lager dan de capaciteiten die gebruikt worden in de bovenstaande simulaties, want naar verwachting zullen de kraanproductiviteiten in 2035 toegenomen zijn. De wachttijden die uit de simulatie volgden, zijn getoetst bij terminal- en binnenvaartoperators. Volgens de terminal- en binnenvaartoperators kwamen de wachttijden goed overeen met de huidige wachttijden op Maasvlakte 1.

6.3 Beperkingen model

Het gebruikte model heeft een aantal beperkingen. De eerste beperking is dat er maar 1 terminal gesimuleerd wordt. In werkelijkheid ontstaat er soms een kettingreactie wanneer een binnenvaartschip bij de eerste terminal heeft moeten wachten, omdat het schip dan bij de volgende terminals niet meer volgens schema aankomt. Het simuleren van 1 terminal is een bewuste keuze, wanneer alle 7 terminals gesimuleerd zouden worden zou het model een run tijd van rond de 70 uur hebben, waardoor er zeer weinig runs gedaan kunnen worden. In de gevoeligheids analyse is geprobeerd om de kettingreactie te simuleren door de afwijkingen van het aankomstpatroon (Tabel 7-3) voor binnenvaartschepen te vergroten. Dit effect is nihil, door het grote aantal binnenvaartschepen. Wanneer het eerste schip vertraging heeft en een aantal uren later komt is er op dat moment vaak wel een plek vrij omdat een schip dat op dat moment aan zou komen ook vertraging heeft. Dit zal in werkelijkheid ook optreden. Een andere beperking van het model is dat in werkelijkheid de wachttijd aan de terminal grote invloed heeft op de keuze tussen de terminal en het BSC. Helaas kan dit niet opgenomen worden in de stuurcriteria.

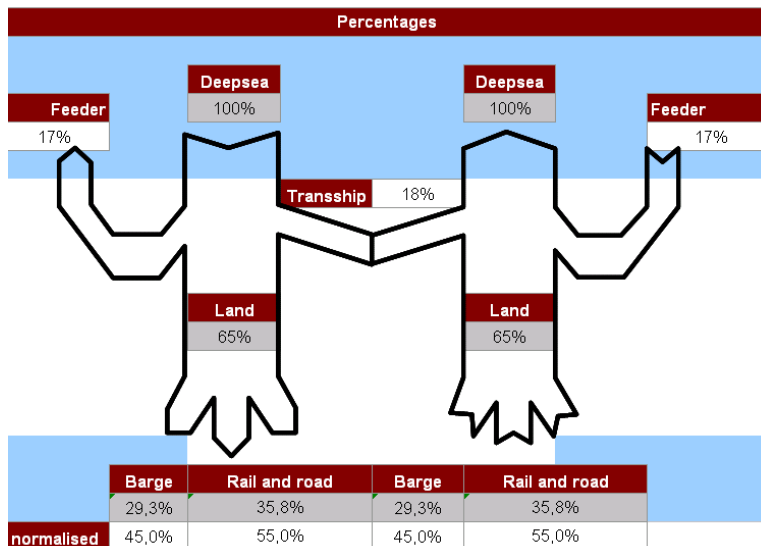
7 Scenario ontwerp overslag

Het eerste scenario is het scenario waarbij per hectare containerterminal 27.700 TEU overgeslagen wordt. Naar verwachting zal deze situatie rond 2035 optreden. Er is gekozen voor dit scenario, omdat rond 2035 alle terminals in gebruik zullen zijn. Wanneer alle terminals in gebruik zijn zal er door de binnenvaart veel gehopt worden. En in deze situatie zou een BSC interessant kunnen zijn. In paragraaf 7.1 wordt de invoer voor de simulatie uiteengezet. In paragraaf 7.2 wordt de uitvoer van het model gepresenteerd. En in paragraaf 7.3 worden de conclusies gepresenteerd.

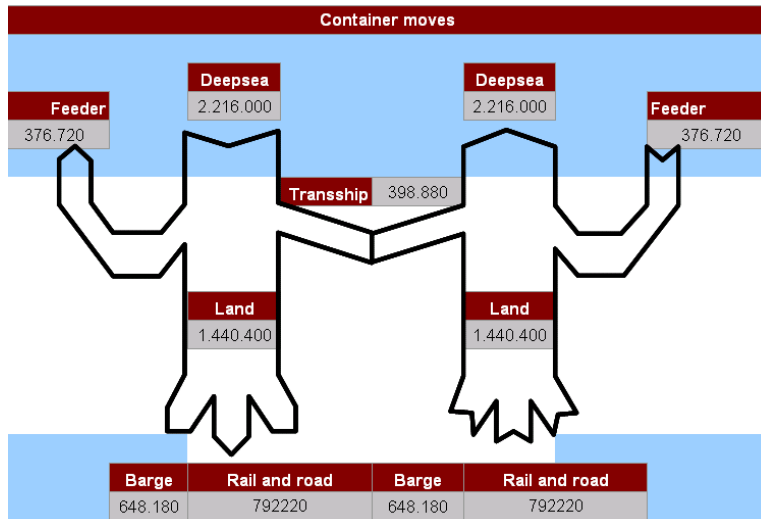
7.1 Invoer

7.1.1 Overslag

Naar verwachting zal in 2035 op de Maasvlakte (Maasvlakte 1 en 2) 27.700 TEU/jaar per hectare overgeslagen worden [7]. Voor een gemodelleerde terminal van 160 hectare wordt dit 4.432.000 TEU/jaar. Van de totale overslag is 65% bestemd voor het achterland, 17% wordt met feeders doorgevoerd en 18% is transshipment per zeeschip [14]. Van de 65% die naar het achterland vervoerd wordt gaat in 2035 45% per binnenvaartschip, 20% per spoor en 35% over de weg [14]. Dit komt uit op 1.296.360 TEU/jaar voor de binnenvaart per gemodelleerde terminal. Zoals eerder gesteld wordt binnenvaart onderverdeeld in drie typen, de Antwerpenvaart, de Rijnvaart en de Beneluxvaart. Bij Antwerpenvaart gaat het meestal om grote call sizes en wordt niet gehopt. Daarom zal de Antwerpenvaart waarschijnlijk geen gebruik maken van het BSC. De Antwerpenvaart is naar verwachting 25% van het totale binnenvaart volume [14]. Uit de eerste run volgt dat het afhandelen van koppelverbanden aan het BSC lange wachttijden oplevert voor de overige schepen. Dit komt door de lengte van de koppelverbanden, koppelverbanden zullen daarom het BSC niet bezoeken.



Figuur 7-1 Containerstromen (%) Bron: TBA, bewerking auteur



Figuur 7-2 Containerstromen (TEU) per gemodelleerde terminal Bron: TBA, bewerking auteur

7.1.2 Aankomst verdeling

Het model dat gebruikt wordt is zo opgebouwd dat de aankomstverdeling ingevoerd moet worden als aantal schepen per dag van de week. In Tabel 7-1 is de aankomstverdeling voor feeders en zeeschepen gegeven. Deze aankomstverdeling is weergegeven voor 1 standaardterminal. Hierbij zijn de containerstromen uit Figuur 7-2 zo goed mogelijk benadert.

Scheepstype	Callsize TEU	Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo	Week totaal Schepen	Week totaal TEU	Volume Feeder	Volume Zeeschip
Kleine feeder	340	2	3	2	2	3	2	2	16	5440	5440	
Grote feeder	850	2	2	1	2	1	2	2	12	10200	10200	
Klein zeeschip	2550	2	1	2	2	2	2	2	13	33150		33150
Mid. zeeschip	3400	1	2	1	1	1	2	1	9	30600		30600
Groot zeeschip	5100	1	0	1	0	1	0	1	4	20400		20400
Totaal		7	8	7	7	7	8	8	54	99790	15640	84150
Totaal (jaar)											813280	4375800

Tabel 7-1 Aankomstverdeling feeders en zeeschepen voor 1 standaardterminal

Binnenvaartschepen bezoeken vaak meerdere terminals daarom worden alle aankomsten voor de gehele haven ingevoerd. In Tabel 7-2 is de aankomstverdeling gegeven voor de binnenvaartschepen voor de gehele haven (7 terminals).

Scheepstype	Port Call TEU	Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo	Week totaal Schepen	Week totaal TEU
NeoKemp	48	71	74	74	74	74	60	45	472	22656
Rijn-Herneschip	128	81	86	86	86	86	69	51	545	69760
Groot Rijnschip	312	16	18	17	18	18	14	10	111	34632
Antwerpenschip	260	19	20	20	20	20	16	13	128	33280
Koppelverband	526	4	4	4	4	4	4	3	27	14202
Totaal		191	202	201	202	202	163	122	1283	174530
Totaal jaar										9075560

Tabel 7-2 Aankomstverdeling Binnenvaartschepen voor MV 1& 2

Schepen komen niet altijd binnen zoals het gepland is. Vaak ontstaan er vertragingen door het weer of andere problemen. Het kan ook dat schepen eerder dan gepland binnen komen. Deze afwijkingen van de planning worden in deze simulatie ook meegenomen. In Tabel 7-3 zijn de afwijkingen per scheepscategorie weergegeven.

afwijking (uur)	Scheeptype		
	Binnenvaart	Feeder	Zeeschip
-8	0,0%	6,0%	6,0%
-4	14,0%	12,0%	10,0%
0	65,0%	18,0%	14,0%
8	18,0%	16,0%	12,0%
16	3,0%	12,0%	8,0%
24	0,0%	10,0%	10,0%
48	0,0%	12,0%	18,0%
72	0,0%	10,0%	16,0%
96	0,0%	4,0%	6,0%

Tabel 7-3 Afwijking van planning per scheepscategorie [17]

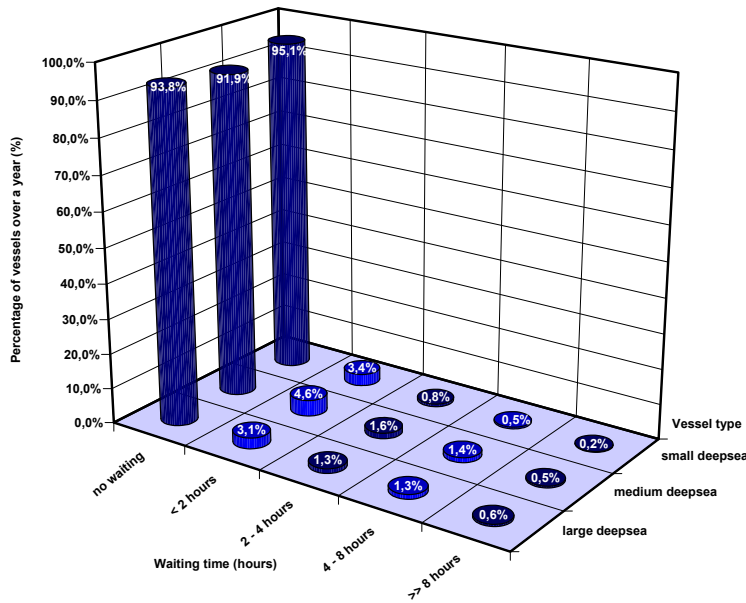
7.1.3 Stuurcriteria

Bij de eerste drie concepten worden de binnenvaartschepen bij de verschillende terminals afgehandeld. Bij concept 4 moet de keus gemaakt worden om naar de terminal(s) of naar het BSC te gaan. In de simulatie wordt hierom een stuurcriterium opgelegd. Als eerste aanname wordt een grens van 14 TEU opgelegd. Als de Call size van een binnenvaartschip kleiner dan 15 TEU is dan wordt dit schip afgehandeld aan het BSC. Er is gekozen voor een maximum van 14 TEU omdat dit de maximale belading van een MTS is [1]. Als het schip naar het BSC gaat worden hier alle kleine calls afgehandeld, dit bespaart de tijd die nodig is om naar een andere terminal te varen en aan te leggen. Daarom is het tweede stuurcriterium, als een schip het BSC aandoet worden alle calls kleiner dan 28 TEU afgehandeld. Dit is de eerste aanname voor de stuurcriteria, maar met behulp van de eerste resultaten is iteratief de grens bepaald waarbij de wachttijden voor binnenvaartschepen aan het BSC net zo kort of korter zijn dan bij de zeeterminal. Deze grens ligt bij 18 TEU, en wanneer een binnenvaartschip het BSC bezoekt worden alle call sizes kleiner of gelijk aan 28 TEU afgehandeld.

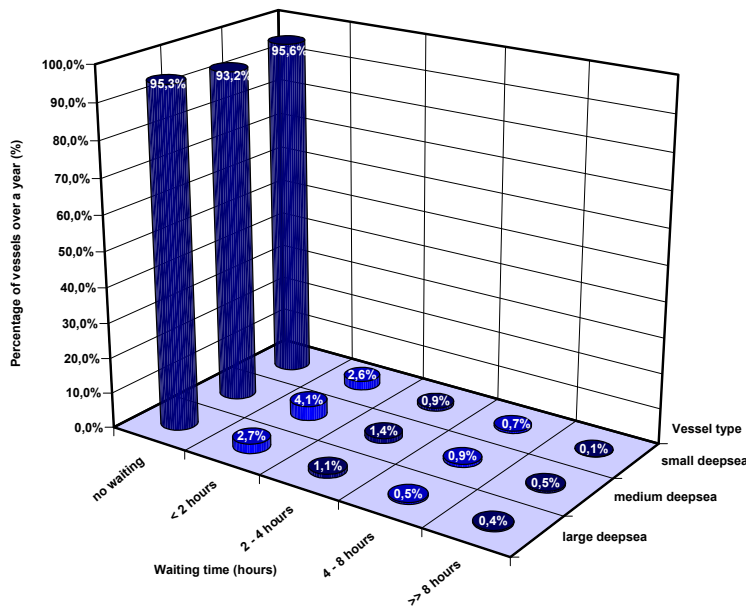
7.2 Uitvoer scenario ontwerpoverslag

7.2.1 Verblijftijd zeeschepen

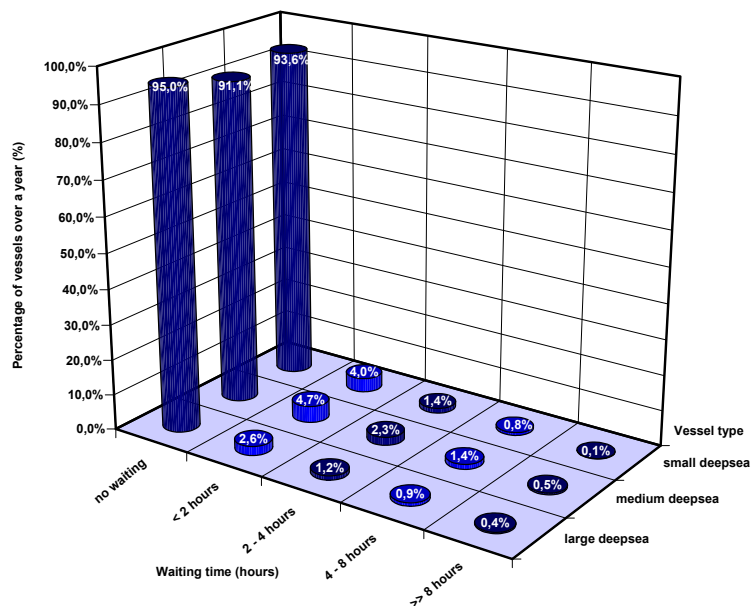
Zeeschepen worden altijd afgehandeld aan de zeeade. De aanwezigheid van “dedicated” kadesectie of een BSC heeft weinig invloed op de afhandelsnelheid van zeeschepen. De aanwezigheid van een BSC of “dedicated” kadesecties heeft wel invloed op de wachttijden van zeeschepen. De verdeling van de wachttijden behorend bij de verschillende scheepscategorieën voor de verschillende concepten zijn weergegeven in Figuur 7-3 tot en met Figuur 7-6. En de verblijftijden zijn weergegeven in Tabel 7-4.



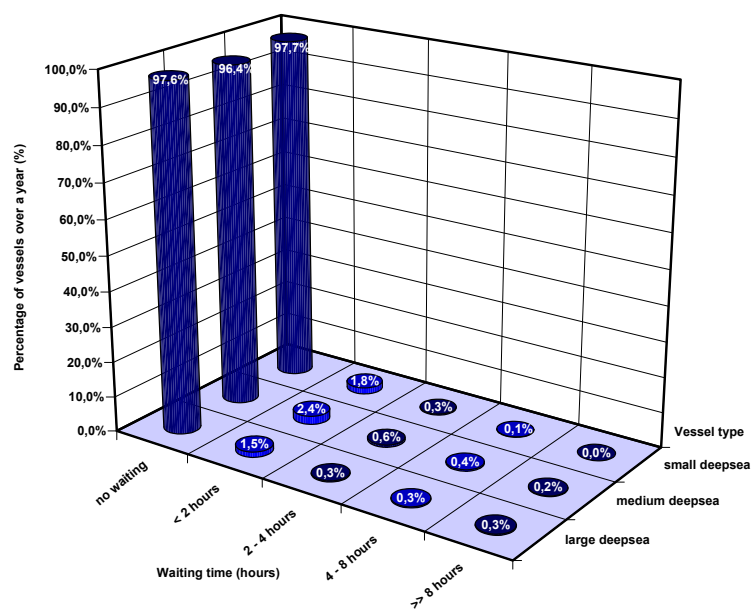
Figuur 7-3 Concept zeeade wachttijd zeeschepen



Figuur 7-4 Concept feederkade wachttijd zeeschepen



Figuur 7-5 Concept binnenvaartkade wachttijd zeeschepen

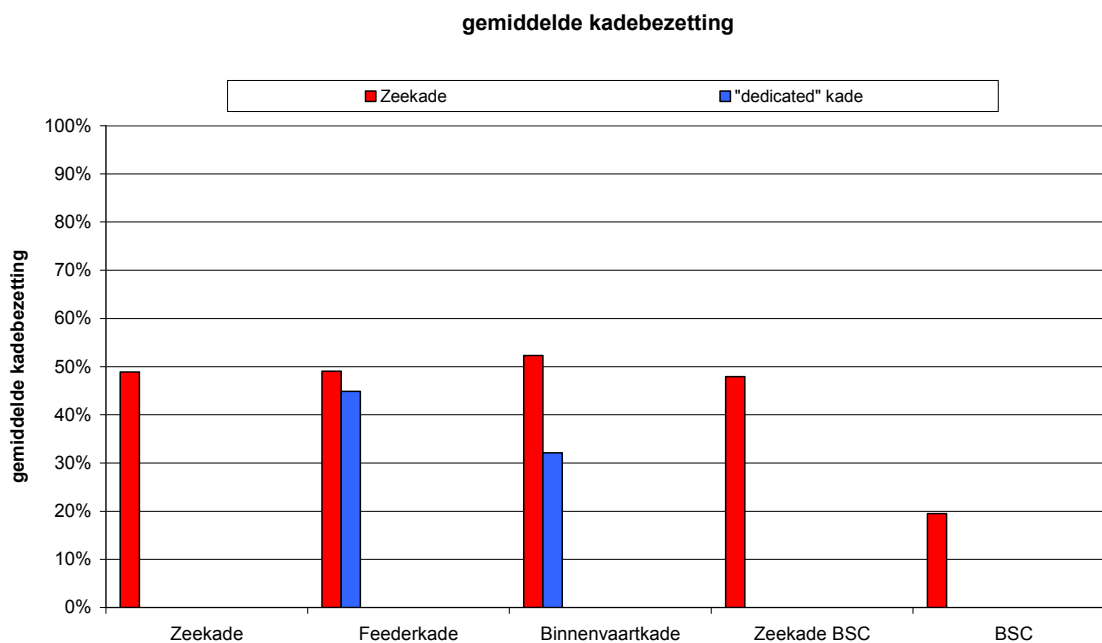


Figuur 7-6 Concept BSC wachttijd zeeschepen

Scheepsklasse	Concept zeeкаде	Concept feederкade	Concept binnenvaartкade	Concept BSC
Klein zeeschip	11,7	11,9	12,1	11,7
Medium zeeschip	13,0	13,1	13,2	12,8
Groot zeeschip	17,9	17,9	18,0	17,7

Tabel 7-4 Gemiddelde verblijftijden zeeschepen (uur)

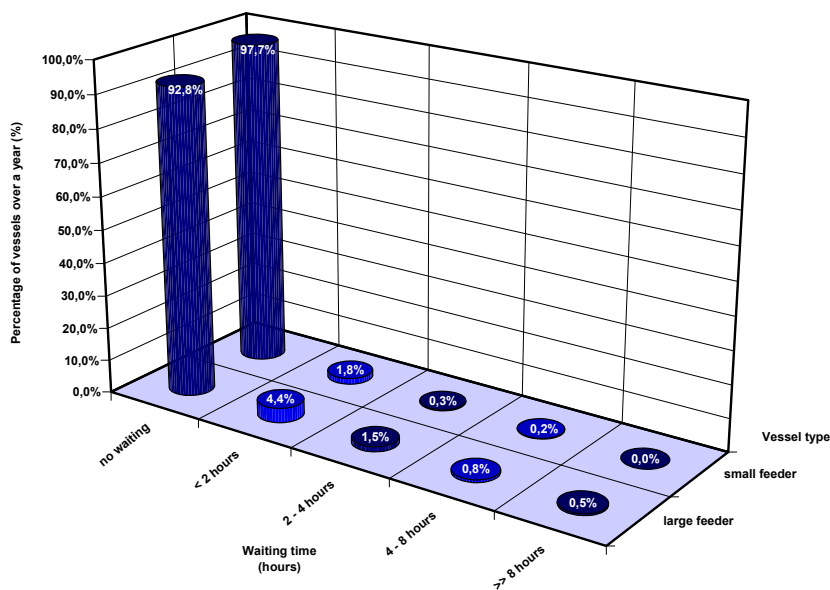
In Tabel 7-4 zijn de gemiddelde verblijftijden voor zeeschepen weergegeven. Zoals verwacht zijn de verblijftijden het kortst bij het concept met het BSC. Gevolgd door Het concept zeekade. Opvallend is dat de wachttijd bij het concept zeekade langer is dan bij het concept feederkade. Maar omdat er bij het concept zeekade meer zeekranen beschikbaar zijn is de afhandeltijd en hierdoor ook de verblijftijd toch korter. Bij het concept binnenvaartkade zijn de verblijftijden voor zeeschepen het langst, omdat hier ook alle feeders aan de zeekade afgehandeld moeten worden. Hierdoor is de kadebezetting aan dit kade deel hoger dan bij de andere concepten. Dit is te zien in Figuur 7-7. Hierbij is het belangrijk op te merken dat de tijdens het afhandelen, het aan- en afmeren van het schip en het varen van de wachtplaats naar de kade, de kadesectie gedefinieerd is als bezet.



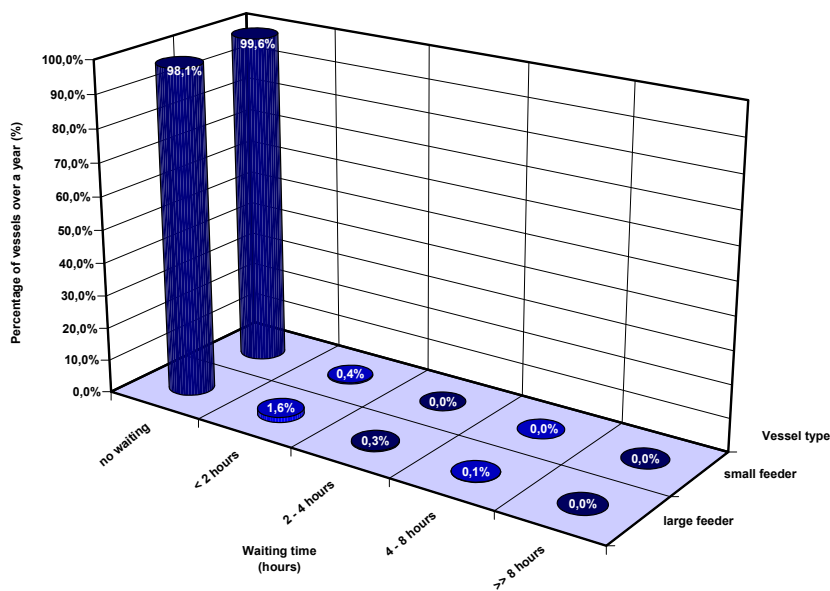
Figuur 7-7 Gemiddelde kadebezetting

7.2.2 Verblijftijd Feeders

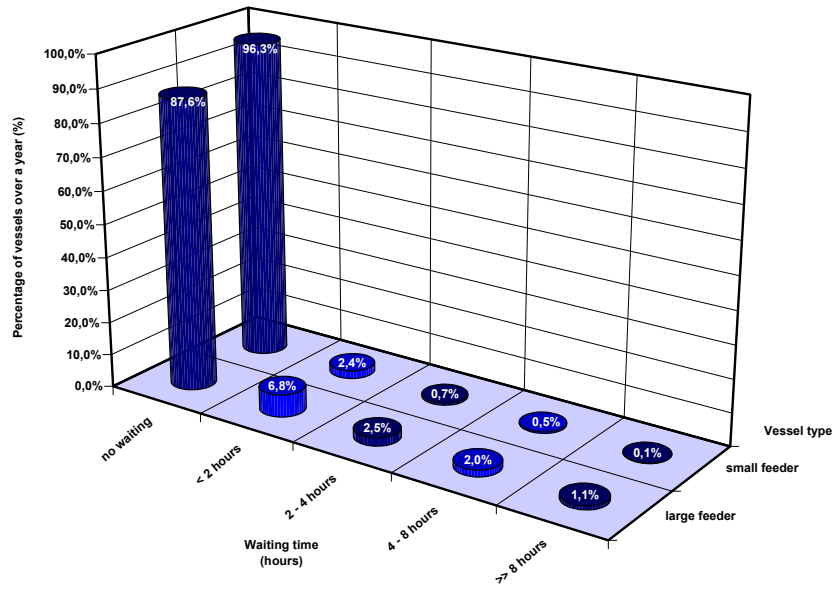
Afhankelijk van het concept worden de feeders aan de zeekade of aan de feederkade afgehandeld. Dit heeft grote invloed op de wacht- en afhandeltijd. In Figuur 7-8 tot en met Figuur 7-11 is de verdeling van de wachttijden voor feeders weergegeven. In Tabel 7-5 zijn de gemiddelde verblijftijden weergegeven.



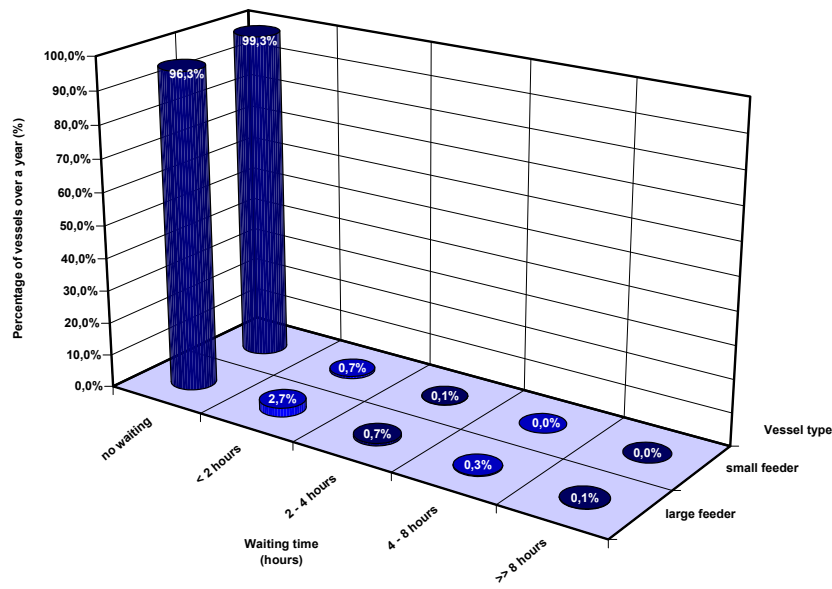
Figuur 7-8 Concept zeekade wachttijden Feeders



Figuur 7-9 Concept feederkade wachttijden feeders



Figuur 7-10 Concept binnenvaartkade wachttijden feeders



Figuur 7-11 Concept BSC wachttijden feeders

Scheepsklasse	Concept zeeкаде	Concept feederкade	Concept binnenvaartкade	Concept BSC
Kleine feeder	4,3	4,3	4,5	4,2
Grote feeder	7,5	7,1	7,9	7,4

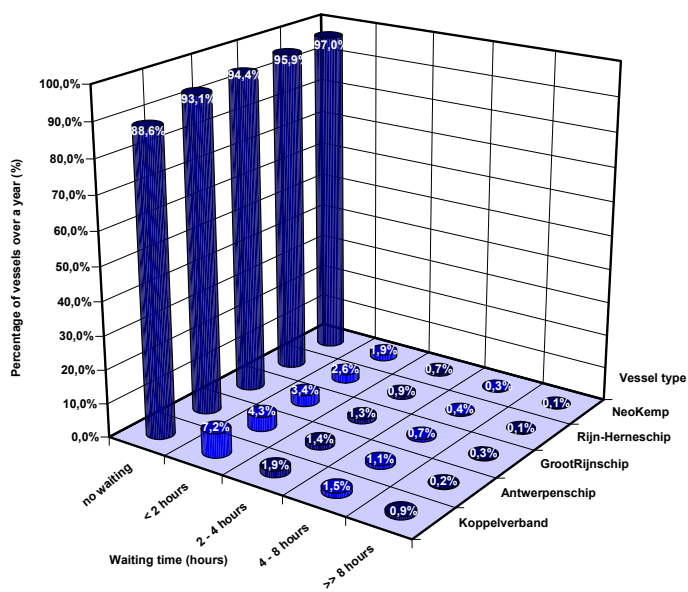
Tabel 7-5 Gemiddelde verblijftijden feeders (uur)

In Tabel 7-5 zijn de verblijftijden voor de feeders weergegeven. Ook voor de feeders zijn de verblijftijden bij het concept met het BSC het kortst. Dit is het gevolg van de lagere kraanbezetting bij dit concept, want de wachttijden bij dit concept zijn langer dan bij het concept feederkade. Na het concept met het BSC volgt het concept feederkade en vervolgens het concept zeekade. Het concept binnenvaartkade scoort ook hier slecht door de hoge kadebezetting aan het zeekade gedeelte.

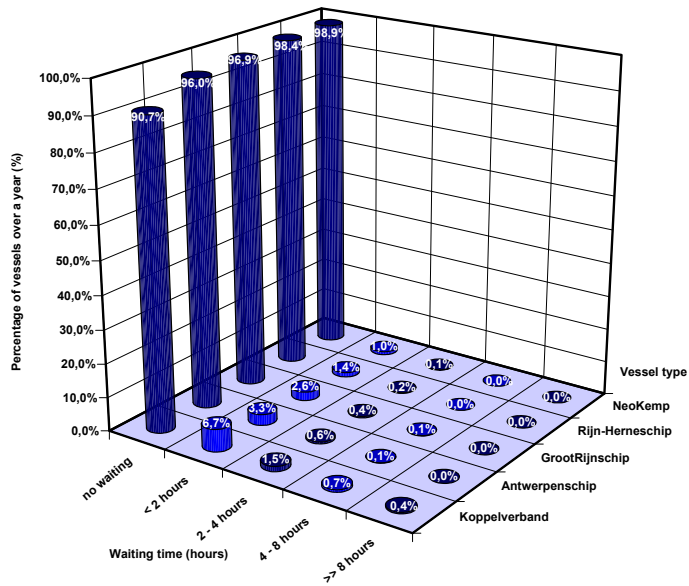
7.2.3 Verblijftijd binnenvaart

De verschillen in wachttijden en afhandeltijden bij de verschillende concepten worden voor de binnenvaart versterkt in de verblijftijd omdat de schepen vaak meerdere terminals bezoeken. In

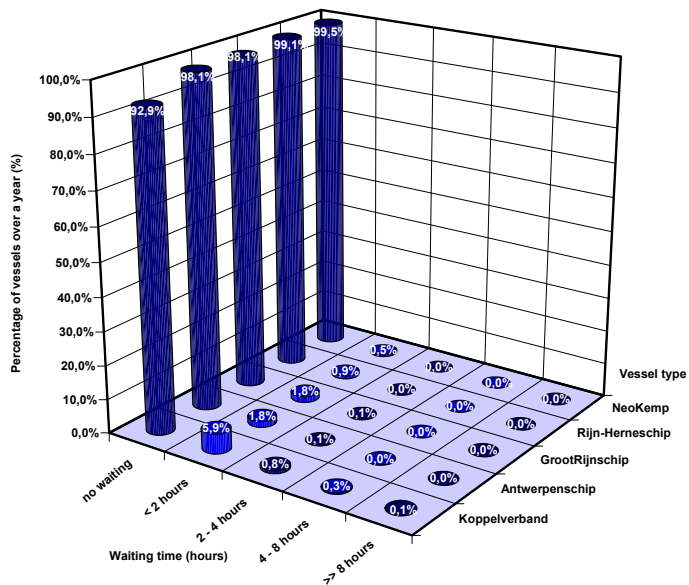
Figuur 7-12 tot en met Figuur 7-16 is de verdeling van de wachttijden voor binnenvaartschepen weergegeven. En in Tabel 7-6 zijn de gemiddelde verblijftijden weergegeven, het aantal hops is hierin verwerkt. In Tabel 7-7 is het aantal hops voor de verschillende concepten weergegeven.



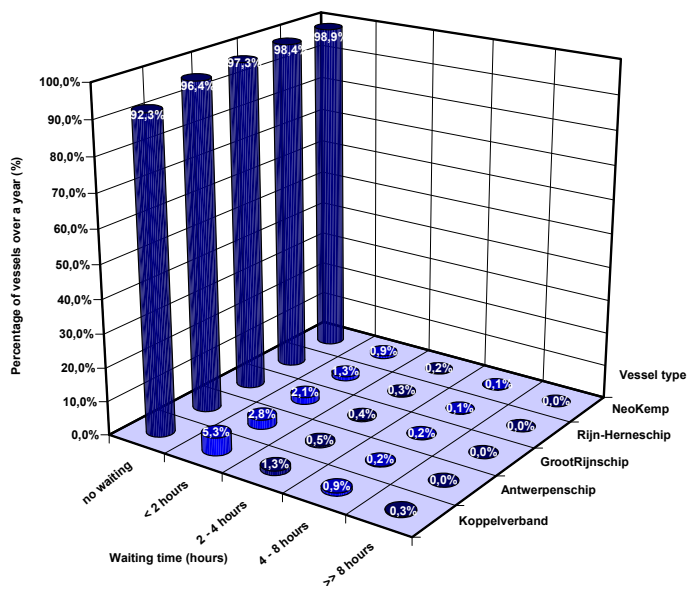
Figuur 7-12 Concept zeekade wachttijden binnenvaart



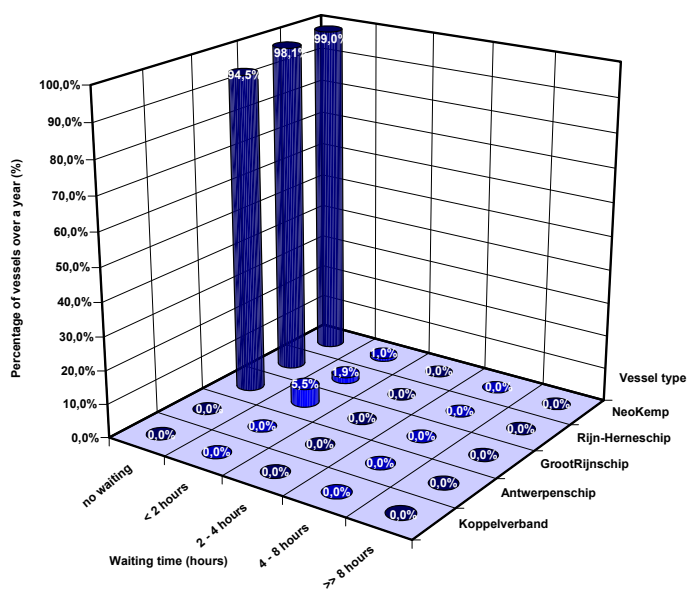
Figuur 7-13 Concept feederkade wachttijden binnenvaart



Figuur 7-14 Concept binnenvaartkade wachttijden binnenvaart



Figuur 7-15 Concept BSC wachttijden binnenvaart (zeeterminal)



Figuur 7-16 Concept BSC wachttijden binnenvaart (BSC)

Scheepsklasse	Concept zeekade	Concept feederkade	Concept binnenvaartkade	Concept BSC
NeoKemp	2,86	2,65	2,56	2,65
Rijn-Herneschip	6,31	5,84	5,71	5,89
Groot Rijnschip	13,79	12,89	12,05	13,08
Antwerpenschip	7,57	7,13	6,77	7,36
Koppelverband	9,74	8,98	7,68	9,52

Tabel 7-6 Verblijftijden binnenvaart (uur)

Scheepsklasse	Concept BSC	Overige Concepten	Reductie (%)
NeoKemp	1,26	1,30	3
Rijn-Herneschip	2,34	2,40	2,5
Groot Rijnschip	4,47	4,50	0,6
Antwerpenschip	1,00	1,00	0
Koppverband	1,90	1,90	0

Tabel 7-7 Aantal hops per scheepstype

De verblijftijden voor binnenvaartschepen zijn het kortst bij het concept met de binnenvaartkade gevolgd door het concept met de feederkade en vervolgens het concept met het BSC. De afhandeltijd bij het BSC is langer dan bij de binnenvaartkade en de feederkade. Dit komt omdat de afhandeltijd van binnenvaartschepen aan de zeekade langer duurt dan aan de “dedicated” kadedelen. Zoals verwacht zijn de verblijftijden voor binnenvaartschepen het langst bij het concept met alleen zeekade.

7.2.4 Analyse uitvoer

In de voorgaande paragrafen zijn de verblijftijden voor verschillende scheepstypen gepresenteerd. Om de concepten te vergelijken wordt er een gewicht aan de verschillende scheepstypen toegekend. Dit gewicht is gebaseerd op de prioriteit die schepen hebben. De binnenvaart krijgt daarom gewicht 1, de feeders gewicht 2 en de zeeschepen gewicht 3. Deze gewichten zijn vermenigvuldigd met de gemiddelde verblijftijden. De resultaten hiervan zijn te zien in Tabel 7-8.

Concept	Score
Zeekade	62,4
Feederkade	61,9
Binnenvaartkade	62,7
BSC	61,6

Tabel 7-8 Totaalscore per concept (lager is efficiënter)

In de bovenstaande tabel is te zien dat het BSC als verwacht het beste scoort. Gevolgd door het concept met de feederkade en vervolgens het concept met alleen zeekade. Het concept met een deel binnenvaartkade scoort het slechtst, omdat er in verhouding een te groot deel binnenvaartkade is. Daardoor is de bezetting aan het deel zeekade hoger dan bij de overige concepten. Bij het concept met de feederkade liggen de bezettingsgraad van het feeder deel en het zeekade deel dicht bij elkaar. Dit is te zien in Figuur 7-7.

Bij het concept met het BSC wordt het BSC bezocht door gemiddeld 7483 schepen per jaar. Op het BSC worden per jaar gemiddeld 154.190 TEU overgeslagen, dit betekent dat de gemiddelde call size aan het BSC 20,6 TEU is. Zoals te zien in Figuur 7-7 is de gemiddelde kadebezetting aan het BSC 19,5%. Dit is een erg lage kadebezetting voor een terminal op de Maasvlakte, maar wanneer de bezettingsgraad toeneemt (door de kadelengte te verkorten of meer schepen naar het BSC te sturen), nemen ook de wachttijden toe en dan worden de wachttijden aan het BSC langer dan aan de terminals. In dit geval is er voor de binnenvaart geen reden om het BSC te bezoeken. In de gesimuleerde situatie zijn de wachttijden voor binnenvaartschepen bij de concepten met “dedicated” kadesecties korter dan bij het concept

met het BSC. Vanuit de invalshoek van de binnenvaart sector zal het BSC op deze wijze niet rendabel zijn. Daarom zal in het volgende hoofdstuk het BSC bekeken worden vanuit de invalshoek van de terminal operators.

7.2.5 Gevoeligheidsanalyse

In de eerste analyse is gewerkt met een verschillend aantal kranen per concept. Het uitgangspunt hierbij was dat zeekranen om de 100m staan en feeder- of binnenvaartkranen om de 125m. Dit gaf een vertekend beeld bij de analyse van de resultaten, daarom is voor de analyse gewerkt met een simulatie waarbij alle concepten 25 kranen op de terminal hadden.

Na analyse van de resultaten is bekeken of een combinatie van een terminal met een binnenvaart/feederkade en een deel zeekade met een BSC niet een beter resultaat oplevert dan een terminal met alleen zeekade en een BSC. Dit is gesimuleerd en dit concept scoort 61,6 iets slechter dan de combinatie met alleen zeekade. Dit komt omdat in dit geval de bezettingsgraad aan het binnenvaart/feederdeel lager wordt door het BSC en daardoor het verschil in bezetting van de kade delen toeneemt. Bij dit concept zijn vooral de verblijftijd van de zeeschepen langer ten opzichte van het concept met zeekade en een BSC.

Daarnaast is gekeken naar de afwijkingen in het aankomst patroon, de vertragingen. Vooral de vertragingen van de binnenvaart leken aan de lage kant aangenomen. Hiermee is bij de simulatie geëxperimenteerd, maar dit heeft nauwelijks invloed, omdat er een grote constante stroom binnenvaartschepen naar de terminal komt. De gaten die in de planning vallen door een uitgevallen schip, worden vrijwel altijd opgevuld door een ander schip wat van de planning afwijkt.

7.3 Conclusies

De conclusies die hier getrokken worden hebben vooral betrekking op het BSC, omdat het BSC centraal staat in de onderzoeksvraag. Van de concepten zonder BSC scoort het concept met de feederkade het beste. Wanneer dit concept vergeleken wordt met het concept met BSC, is te zien dat het BSC geen tijdwinst oplevert voor de binnenvaart. Het BSC levert wel tijdwinst op voor zeeschepen omdat de bezettingsgraad aan de terminal omlaag gaat. Het BSC is in dit geval interessanter voor de terminaloperators dan voor de binnenvaartoperators.

Door de koppeling van de stuurcriteria aan de wachttijden en de relatief lage wachttijden aan de terminals is het volume dat aan het BSC wordt afgehandeld erg laag. Daarnaast is ook de reductie van het aantal hops beperkt. Bij dit volume is het BSC op de Maasvlakte niet exploitabel. Samenvattend kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- Concept feederkade scoort beduidend beter dan concept zeekade of concept binnenvaartkade.
- Het BSC in combinatie met terminals met alleen diepe zeekade levert geen tijdwinst op voor de binnenvaart ten opzichte van concept feederkade.
- Het BSC is op deze wijze niet interessant voor de binnenvaartsector.
- Het BSC levert wel tijdwinst op voor zeeschepen.
- Het BSC is interessanter voor terminaloperators dan voor binnenvaartoperators.

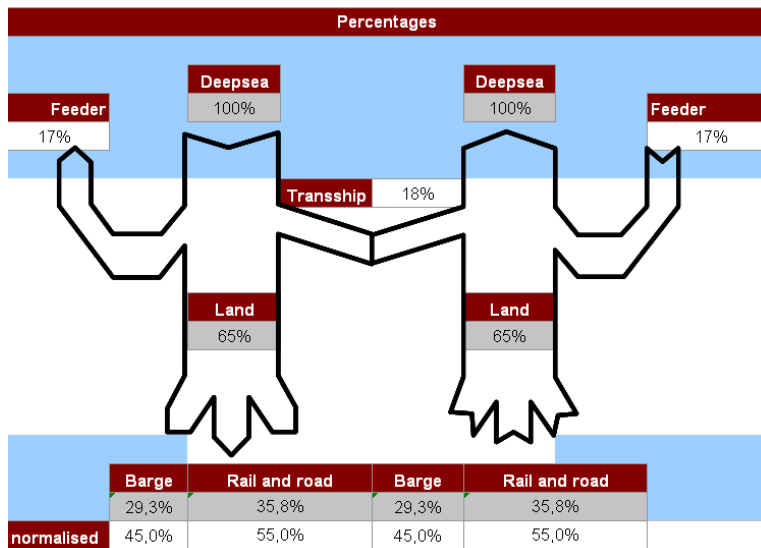
8 Scenario maximale overslag

Uit de analyse van scenario 1 volgt dat het concept binnenvaart/feederkade het best presteert bij de ontwerpoverslag. In dit hoofdstuk zal dit concept bekeken worden wanneer de maximale capaciteit van de terminal bereikt is. Vervolgens wordt bekeken hoe groot de extra capaciteit is die bij de terminals ontstaat, wanneer de kleine calls afgehandeld worden aan een BSC.

8.1 Invoer

8.1.1 Stuurcriteria

Bij dit scenario wordt de maximale capaciteit opgezocht. Er wordt hierbij vanuit gegaan dat de kadelengte de maximale capaciteit bepaalt. Deze maximale capaciteit is het overslagvolume dat gehaald wordt wanneer de gemiddelde kadebezetting 65% is [18]. C.A. Thoresen stelt dat 65% kadebezetting de maximale kadebezetting is voor een kade langer of gelijk aan zes maal de gemiddelde scheepslengte. Op iteratieve wijze wordt de overslag bepaald waarbij de kadebezetting 65% is. Dit wordt gedaan voor de situatie waarbij alles aan de terminal wordt afgehandeld. En voor de situaties waarbij calls kleiner of gelijk aan respectievelijk 25 en 50 TEU afgevangen worden door het BSC. Bij de invoer van de bezoekmix wordt vastgehouden aan de verdeling tussen de verschillende scheepstypen zoals in Figuur 8-1. De aankomst verdeling wordt op iteratieve wijze bepaald.



Figuur 8-1 Containerstromen (%) Bron: TBA

8.2 Uitvoer scenario 2

8.2.1 Alles aan de zeeterminal

Op iteratieve wijze is het weekpatroon bepaald waarbij de bezettingsgraad aan de terminal 65% is. In de tabellen hieronder is het weekpatroon weergegeven. Het weekpatroon voor de binnenvaart is weergegeven als het totaal van schepen dat de Maasvlakte bezoekt. Het weekpatroon voor zeeschepen is weergegeven voor 1 terminal.

Scheepstype	ma	di	wo	do	vr	za	zo	tot.
NeoKemp	94	97	97	97	97	78	59	619
Rijn-Herneschip	106	113	113	113	113	89	65	712
Groot Rijnschip	19	23	22	23	22	17	13	139
Antwerpenschip	25	25	26	25	25	20	15	161
Koppelverband	4	5	5	5	5	4	3	31

Tabel 8-1 Weekpatroon binnenvaart, geen BSC

Scheepstype	ma	di	wo	do	vr	za	zo	tot.
Kleine feeder	2	3	2	4	3	2	2	18
Grote feeder	3	2	2	3	1	3	1	15
Klein zeeschip	1	3	3	3	3	3	2	18
Medium zeeschip	2	2	1	2	1	2	2	12
Groot zeeschip	1	0	1	0	1	0	1	4

Tabel 8-2 Weekpatroon zeeschepen per terminal, geen BSC

Wanneer alles wordt afgehandeld aan de terminals wordt per terminal een volume van 5.569.200 TEU overgeslagen. Dit is 35.700 TEU per hectare. Dit overslag volume ligt 27% hoger dan het volume dat bekeken is in het eerste scenario. Een uitgebreide vergelijking van beide scenario's is gegeven in Appendix A.

8.2.2 Stuurcriterium 1

In de onderstaande tabellen is het weekpatroon weergegeven waarbij een kadebezetting van 65% ontstaat aan de terminal, wanneer alle call sizes kleiner of gelijk aan 25 TEU aan een BSC wordt afgehandeld. Het weekpatroon voor de binnenvaart is weergegeven als het totaal van schepen dat de Maasvlakte bezoekt. Het weekpatroon voor zeeschepen is weergegeven voor 1 terminal.

Scheepstype	ma	di	wo	Do	vr	za	zo	tot.
NeoKemp	98	101	101	101	101	81	62	645
Rijn-Herneschip	110	117	117	117	117	93	65	736
Groot Rijnschip	20	23	23	23	23	18	14	144
Antwerpenschip	25	26	26	26	26	21	17	167
Koppelverband	4	5	5	5	5	4	4	32

Tabel 8-3 Weekpatroon binnenvaart, BSC<25TEU

Scheepstype	ma	di	wo	do	vr	za	zo	tot.
Kleine feeder	2	5	2	4	2	3	2	20
Grote feeder	2	3	2	3	2	1	2	15
Klein zeeschip	2	3	3	3	2	4	2	19
Medium zeeschip	2	2	1	2	2	2	2	13
Groot zeeschip	1	0	1	0	1	0	1	4

Tabel 8-4 Weekpatroon zeeschepen per terminal, BSC<25

Het totale overgeslagen volume is 5.878.600 TEU per terminal. Dit is 37.680 TEU per hectare. Dit volume ligt 5% hoger dan wanneer alles aan de terminal wordt overgeslagen. Aan het BSC worden in deze situatie 21.154 schepen afgehandeld met een totaal volume van 429.170 TEU. Er moet per terminal 61.310 TEU naar het BSC vervoerd worden. Maar hier staat tegenover dat er per terminal 309.400 TEU extra zeevolume overgeslagen wordt.

Bij dit stuurcriterium worden vooral de kleine binnenvaartschepen afgevangen. In Tabel 8-5 is de verdeling van de schepen die naar het BSC gaan weergegeven.

Scheepstype	Aantal schepen	Percentage
NeoKemp	9.731	46%
Rijn-Herneschip	10.154	48%
Groot Rijnschip	1.270	6%
Antwerpenschip	0	0%
Koppelverband	4	0%

Tabel 8-5 Scheepsverdeling aan BSC <25 TEU

Door het gebruik van het BSC wordt het gemiddelde aantal hops gereduceerd, dit is weergegeven in Tabel 8-6.

Scheepsklasse	Geen BSC	BSC <25 TEU	Reductie
NeoKemp	1,30	1,24	5%
Rijn-Herneschip	2,40	2,34	2,5%
Groot Rijnschip	4,50	4,48	0%
Antwerpenschip	1,00	1,00	0%
Koppelverband	1,90	1,90	0%

Tabel 8-6 Gemiddeld aantal hops

Controle

In de bovenstaande uitvoer is te zien dat wanneer 61.310 TEU aan kleine calls via het BSC gaan, er 309.400 TEU extra overgeslagen kan worden. Dus voor elke TEU die via het BSC gaat kan 4 TEU extra overgeslagen worden. Dit kan gecontroleerd worden door het aantal TEU dat per meter kade per uur wordt overgeslagen te vergelijken voor een binnenvaartschip met een kleine call size en een zeeschip.

Voor het gemiddelde binnenvaartschip dat afgevangen wordt geldt:

Call size:	20 TEU
Afhandeltijd:	0,5 uur (volgt uit de simulatie)
Vaar en aan/afmeertijd:	0,75 uur
Lengte:	72.5m
Aanleg marge:	10m

$$\frac{20}{1,25 * 82,5} = 0,19 \frac{TEU}{m * uur}$$

Voor een medium zeeschip geldt:

Call size:	3400 TEU
Afhandeltijd:	11,6 uur (volgt uit de simulatie)
Vaar en aan/afmeer tijd:	1,5 uur
Lengte:	310m
Aanleg marge:	30m

$$\frac{3400}{13,1 * 340} = 0,76 \frac{TEU}{m * uur}$$

$$\frac{0,76}{0,19} = 4,0$$

Bij een medium zeeschip worden 4 maal meer TEU's per meter kadelenkte per uur overgeslagen, dan bij een gemiddeld binnenvaartschip met een call kleiner dan 25 TEU.

8.2.3 Stuurcriterium 2

In de onderstaande tabellen is het weekpatroon weergegeven waarbij een kadebezetting van 65% ontstaat aan de terminal, wanneer alle call sizes kleiner of gelijk aan 50 TEU aan een BSC worden afgehandeld. Het weekpatroon voor de binnenvaart is weergegeven als het totaal van schepen dat de Maasvlakte bezoekt. Het weekpatroon voor zeeschepen is weergegeven voor 1 terminal.

Scheepstype	ma	di	Wo	do	vr	za	zo	tot.
NeoKemp	102	108	108	108	108	86	65	685
Rijn-Herneschip	108	126	126	126	126	108	72	792
Groot Rijnschip	19	24	24	24	24	19	13	147
Antwerpenschip	26	28	28	28	28	20	17	175
Koppelverband	4	6	6	6	6	3	2	33

Tabel 8-7 Weekpatroon binnenvaart BSC<50

Scheepstype	ma	di	Wo	do	vr	za	zo	tot.
Kleine feeder	3	3	4	3	3	3	3	22
Grote feeder	2	3	2	2	2	2	2	15
Klein zeeschip	3	3	3	2	2	3	3	19
Medium zeeschip	2	2	1	2	2	2	2	13
Groot zeeschip	1	0	1	1	1	1	1	6

Tabel 8-8 Weekpatroon zeeschepen per terminal, BSC<50

Het totale overgeslagen volume is 6.409.000 TEU per terminal. Dit is 41.080 TEU per hectare. Dit volume ligt 15% hoger dan wanneer alles aan de terminal wordt overgeslagen. Aan het BSC worden in deze situatie 61.240 schepen afgehandeld met een totaal volume van 3.543.975 TEU. Er moet in dit geval per terminal 506.282 TEU naar het BSC vervoerd worden. Maar hier staat tegenover dat er 839.800 TEU extra overgeslagen wordt per terminal. De verhouding tussen het aantal containers dat naar het BSC gaat en de extra capaciteit is bij dit criterium aanzienlijk kleiner dan bij stuurcriterium 1.

Ook bij dit stuurcriterium worden vooral de kleine binnenvaartschepen afgevangen. In Tabel 8-5 is de verdeling weergegeven van de schepen die naar het BSC gaan.

Scheepstype	Aantal schepen	Percentage
NeoKemp	29.395	48%
Rijn-Herneschip	26.884	44%
Groot Rijnschip	4.900	8%
Antwerpenschip	0	0%
Koppelverband	61	0,1%

Tabel 8-9 Scheepsverdeling BSC < 50

Door het gebruik van het BSC wordt het gemiddelde aantal hops gereduceerd, dit is weergegeven in Tabel 8-10. Bij dit stuurcriterium wordt het aantal hops sterk gereduceerd, hier staat wel een grote hoeveelheid intern transport tegenover.

Scheepsklasse	Geen BSC	BSC <50 TEU	Reductie
NeoKemp	1,30	1,00	23%
Rijn-Herneschip	2,40	1,66	31%
Groot Rijnschip	4,50	3,64	19%
Antwerpenschip	1,00	1,00	0%
Koppelverband	1,90	1,88	1%

Tabel 8-10 Gemiddeld aantal hops

8.3 Analyse

In deze paragraaf worden beide BSC's vergeleken ten opzichte van de situatie zonder BSC. Het gaat hier om een eerste grove analyse ter vergelijking van de twee stuurcriteria. In 8.3.3 worden de conclusies op een rij gezet.

8.3.1 Stuurcriterium 1

Wanneer alle calls kleiner dan 25 TEU door het BSC worden afgevangen is er een BSC nodig met een capaciteit van 429.170 TEU. Het BSC wordt per jaar door 21.154 schepen bezocht. Hieronder wordt grof de benodigde kadelengete berekend met de gegevens uit de simulatie.

Voor het gemiddelde binnenvaartschip dat afgevangen wordt geldt:

Gem. call size: 20 TEU

Afhandeltijd: 0,5 uur

Vaar en aan/afmeertijd: 0,75 uur

Lengte: 72,5m

Aanleg marge: 10m

$1,25 \cdot 21154 / (365 \cdot 24 \cdot 0,6) = 5$ ligplaatsen

Bezettingsgraad voor 5 ligplaatsen is 60% [18]

$L_{kade} = 1,1 \cdot n \cdot (L_{schip} + 10) + 10 = 1,1 \cdot 5 \cdot 82,5 = 464\text{m}$ (n is het aantal ligplaatsen)

Ter analyse wordt hieronder het percentage extra kadelenkte uitgezet tegen het percentage extra overslagcapaciteit.

$$464/7=66\text{m}$$

$$66/2600*100\%=2,5\%$$

Met 2,5% extra (ondiepe) kadelenkte per terminal kan op de terminals 5% extra overgeslagen worden. Dit BSC zal hierom verder uitgewerkt worden.

8.3.2 Stuurcriterium 2

En voor het BS3C voor call sizes kleiner dan 50 geldt:

Aant. Schepen: 61.240

Gem. call size: 57 TEU

Afhandeltijd: 1,3 uur

Vaar en aan/afmeertijd: 0,75 uur

Lengte: 73m

Aanleg marge: 10m

$$2,05*61240/(365*24*0,65)=22 \text{ ligplaatsen}$$

Bezettingsgraad voor meer dan 6 ligplaatsen is 65% [18]

$$L=1,1*n*(L+10)+10=1,1*22*83=2009\text{m}$$

$$2009/7=287\text{m}$$

$$287/2600*100\%=11\%$$

Met 11% extra kadelenkte per terminal wordt een extra overslag van 15% gehaald. Op de Maasvlakte is echter geen ruimte voor een BSC van deze omvang, daarnaast ontstaan er bij dit stuurcriterium wel erg grote intertransport stromen.

8.3.3 Conclusies

Op basis van de voorgaande simulatie en analyse van de resultaten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het afvangen van kleine call sizes levert relatief veel extra overslag capaciteit op aan de terminals.
- Bij 25 TEU is de verhouding tussen de extra overslagcapaciteit aan de terminal en het extra ITT beter dan bij 50 TEU.
- Bij 25 TEU is de verhouding tussen de extra overslagcapaciteit en de extra kadelenkte beter dan bij 50 TEU.
- Een BSC met 22 ligplaatsen is niet in te passen op de Maasvlakte.

9 Uitwerking voorkeursvarianten

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden voor een BSC verder uitgewerkt. In paragraaf 9.1 worden verschillende mogelijkheden voor de lay-out van het BSC vergeleken en wordt de keuze gemaakt welke varianten verder uitgewerkt worden. In paragraaf 9.2 en 9.3 worden deze varianten verder uitgewerkt. In paragraaf 9.4 worden de mogelijke locaties voor het BSC vergeleken en wordt de voorkeurslocatie bepaald. En in paragraaf 9.5 worden mogelijke locaties vergeleken wanneer gekozen wordt voor 2 locaties.

9.1 Varianten

9.1.1 Wijze van overslag

Parallele kade met brugkraan

Deze wijze van overslag wordt veel gebruikt bij inland terminals. Het schip kan evenwijdig aan de kade aanleggen. Een brugkraan (Wide Span Gantry) laadt de containers van en op de schepen. Tussen de poten van de brugkraan kunnen containers tijdelijk opgeslagen worden. De stack (buffer) is dus aanwezig tussen de poten van de kraan. Aan de achterzijde heeft de kraan een uitkraging (backreach) om de containers op het ITT te zetten of van het ITT te laden. Op deze wijze worden alle handelingen op de terminal door dezelfde kraan uitgevoerd, hierdoor wordt de kraan optimaal benut. De stack tussen de poten van de kraan neemt weinig ruimte in beslag en er is geen extra materieel voor nodig.

Voordelen:

- Kraan wordt optimaal benut.
- Geen extra materieel benodigd.
- Beperkte ruimte vereist aan de landzijde.

Nadelen:

- Lage kadebezetting



Figuur 9-1 Parallele kade met brugkraan [J]

Parallele kade met mobiele kraan

Ook bij deze variant liggen de schepen evenwijdig aan de kade. De mobiele kraan laadt de containers direct van het schip op het ITT en andersom. Direct bij de kraan is geen stack aanwezig. Als een schip aanlegt zal het ITT al klaar moeten staan en hierbij is een on-wheelstack nodig. Deze on-wheelstack neemt veel ruimte in beslag.

Voordelen:

- Lage investeringskosten.

Nadelen:

- Stack neemt veel ruimte in beslag.
- Beperkte overslagsnelheid.



Figuur 9-2 Mobile kraan

Insteekhaven met rijdende portaalkraan

Uit de simulatie volgt dat weinig koppilverbanden het BSC zullen bezoeken. Daardoor liggen de afmetingen van de schepen die het BSC bezoeken dicht bij elkaar. Insteekhavens zijn hierdoor ook een goede mogelijkheid. Bij insteekhavens wordt de ruimte aan de waterzijde effectief benut. Maar de overslagsnelheid is niet hoog omdat de portaalkraan grote afstanden moet rijden.

Voordelen:

- Ruimtebeslag waterzijde beperkt.

Nadelen:

- Lage overslagsnelheid



Figuur 9-3 Insteekhaven met portaalkraan [1]

9.1.2 Analyse wijze van overslag

Een belangrijk aspect voor de keuze van een variant is de stack. Bij de drie varianten is de stack verschillend vormgegeven. Bij de eerste variant is er een stack onder de kraan waar geen extra materieel voor nodig is. Bij de tweede variant is er een on-wheelstack, de Multi trailer Systems of AGV's moeten hier klaar staan als een schip het BSC bezoekt. En bij de laatste variant is er een stack aan het uiteinde van de ligplaats.

Een on-wheelstack is geen goede optie voor het BSC. Hoewel de Maasvlakte compact is opgezet zijn de rijtijden voor het ITT aanzienlijk. Daardoor ontstaat er een grote kans op vertragingen, en moet er hierom een marge opgenomen worden in het rijschema's waardoor een MTS vaak op het schip zal moeten wachten. Hierdoor worden de MTSen niet optimaal benut en is bij het BSC veel ruimte nodig voor de on-wheelstack. De tweede variant zal daarom niet verder uitgewerkt worden.

Zowel de eerste als de derde variant zijn goede wijzen van overslag voor het BSC. Daarom zijn beide varianten verder uitgewerkt. De eerste variant wordt vaak gebruikt voor inland terminals en wordt daarom de "conventionele" variant genoemd. De derde variant is meer geautomatiseerd en zal daarom de "moderne" variant genoemd worden. Deze varianten zijn verder uitgewerkt in de volgende paragrafen. De conventionele variant is uitgewerkt voor de locatie in de Hartelhaven. En de moderne variant is uitgewerkt zonder rekening te houden met een specifieke locatie. Het ontwerp zal zo compact mogelijk gemaakt worden, zodat het op verschillende plaatsen ingepast kan worden.



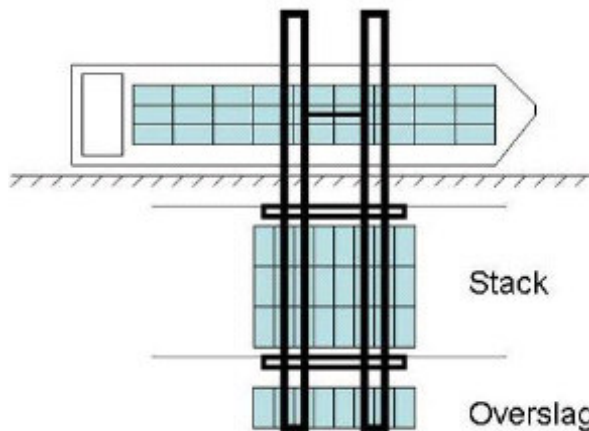
Figuur 9-4 Locatie Hartelhaven

9.2 Conventionele binnenvaart terminal

Een nadeel van de parallelle kade met brugkraan, is dat er geen hoge kadebezetting gehaald kan worden omdat de kraan zowel de moves tussen het schip en de stack als de moves tussen de stack en het ITT moet doen. In Appendix B is bekeken hoe dit verbeterd kan worden. Uiteindelijk is er toch voor de conventionele variant gekozen en wordt gewerkt met een kadebezetting van 45%. Deze variant is uitgewerkt voor locatie aan de Hartelhaven. In de Hartelhaven is al 500m kade aanwezig en dit kan eventueel uitgebreid worden. Het terrein is 90 meter diep. In deze paragraaf wordt een opzet gemaakt voor het ontwerp van het BSC. Hierbij wordt gewerkt met de resultaten uit de simulatie wanneer de call sizes kleiner dan 25 TEU worden afgehandeld aan het BSC. Deze resultaten zijn afhankelijk van de keuze voor het stuurcriterium. En dit stuurcriterium is afhankelijk van de kadebezetting aan de zeeterminals. In realiteit zal het aantal TEU dat wordt overgeslagen op het BSC ook sterk afhankelijk zijn van de capaciteit van het BSC. Daarom is een grove berekening van de benodigde kadelengte en omvang van de stack voldoende in deze fase van het onderzoek. Deze berekeningen worden gepresenteerd in paragraaf 9.2.1.

9.2.1 Ontwerp

Na de eerste analyse van de voor en nadelen in paragraaf 9.1 lijkt de parallelle kade met Wide Span Gantry kraan (WSG) een goede wijze van overslag. Maar hiervoor moet wel eerst bekeken worden of de stack onder de kraan groot genoeg is en hoe lang de kade moet worden. De afmetingen van de kraan kan eventueel aangepast worden aan de grootte van de stack. De stack kan tot wel 16 rijen diep en 4 containers hoog worden.



Figuur 9-5 Bovenaanzicht parallelle kade met brugkraan [3]

Kaancapaciteit

Bij deze variant moet de kraan zowel de waterzijdige als de landzijdige handelingen uitvoeren. Daarnaast moet de kraan ook de stack op orde houden, dit wordt “housekeeping” genoemd. Doordat de kraan al deze handelingen moet uitvoeren kan er maar een kadebezetting van 45% (in tegenstelling tot de definitie bij de simulatie, is de kadebezetting hier gedefinieerd exclusief vaartijd) gehaald worden. En de kraan haalt gemiddeld 25 gmph. De benodigde kadelengte is dan:

Call size: 20 TEU = 11,9 moves

Afhandeltijd: $11,9/25=0,5$ uur

Aan/afmeertijd: 0,5 uur

Lengte: 72.5m

Aanleg marge: 10m

$1*21154/(365*24*0,45)=5,36$ ligplaatsen

Voor de binnenvaart geldt dat het aantal kranen maatgevend is, elk schip wordt afgehandeld door 1 kraan, en er moeten even veel ligplaatsen als kranen zijn. Voor de verwachte overslag moeten 6 ligplaatsen aanwezig zijn met 6 kranen. De benodigde kadelengete wordt dan:

$L_{kade}=1,1*n*(L_{schip}+10)+10=1,1*6*82,5+10=554,5m$ (n = aantal aanlegplaatsen)

De capaciteit is dan $365*24*0,45*6/1=23.652$ schepen/jaar

Met een gemiddelde van 20 TEU wordt dat $23.652*20=470.000$ TEU/jaar

In realiteit zal gestart worden met de beschikbare kadelengete in de Hartelhaven. Dit kan in een later fase dan uitgebreid worden. De benodigde lengte van het terrein is groter dan de 544,5m voor de scheepskade. Aan beide zijden van de stack is namelijk 65m extra nodig, zodat de kraan bij alle containers op de MTS kan. De totale lengte van het terrein wordt 685m.

Stack

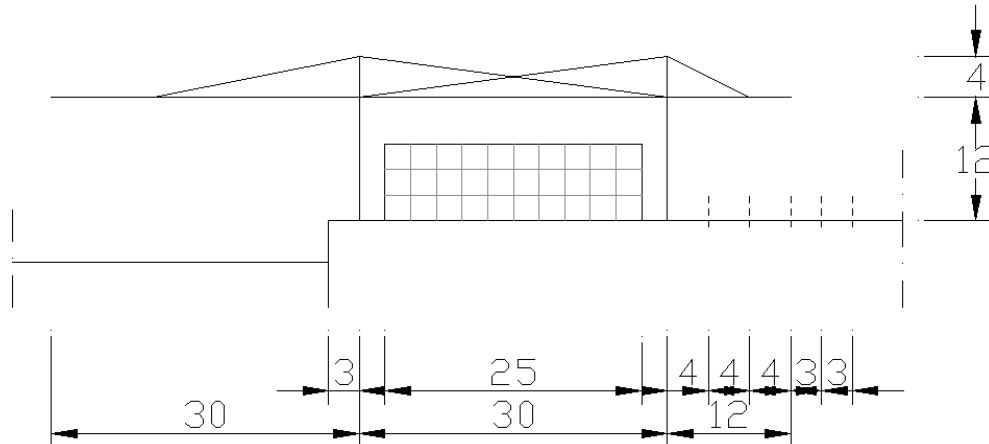
Het BSC heeft een overslagcapaciteit van 470.000 TEU/jaar. De omvang van de stack is afhankelijk van de gemiddelde verblijftijd van de containers in de stack en de gemiddelde stapelhoogte. Containers worden onder de kraan maximaal 3 hoog gestapeld. De gemiddelde hoogte is 2 containers. En over de volle kadelengete van 555m kan 85 TEU staan. Bij een goed functionerend logistiek systeem zou een gemiddelde verblijftijd van een aantal uren al voldoende kunnen zijn. Maar in geval van calamiteiten heeft het BSC ook een bufferfunctie. De stack is 75 TEU lang en gemiddeld 2 hoog. Het aantal rijen containers dat naast elkaar staat bepaalt de omvang van de stack en de verblijftijd. Er is daarom bepaald wat de verblijftijd is voor het aantal rijen containers, dit is weergegeven in Tabel 9-1.

Aant. rijen	Diepte (m)	Gem. aant. TEU	Verblijftijd (uur)
3	7,5	510	9,5
6	15	1020	19
7	17,5	1190	22
8	20	1360	25
10	25	1700	31,5
12	30	2040	38

Tabel 9-1 Omvang stack

Naar verwachting zal de verblijftijd van containers die gelost worden zeer kort zijn. Een groot deel van deze containers zal direct op een MTS geplaatst worden, om het aantal handelingen te beperken. Hiervoor is geen verblijftijd in de stack. De verblijftijd van containers die op schepen gezet moeten worden zal beduidend langer zijn, maar een gemiddelde verblijftijd van

25 uur zal voldoende zijn [20]. De stack zou in dit geval 17,5 meter diep zijn. Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde stapelhoogte van 2, wanneer pieken opgevangen moeten worden kunnen de containers 3 hoog gestapeld worden. Op de locatie in de Hartelhaven is al kraanrails aanwezig, deze rails liggen 30m uit elkaar. Er is daarom gekozen om deze bestaande rails te gebruiken. Het stack wordt dan 25m (10 containers) diep. Het zijaanzicht van deze opstelling is te zien in Figuur 9-6.



Figuur 9-6 Zijaanzicht conventioneel BSC

MTS systeem

De MTSen kunnen op twee manieren gebruikt worden. Eén MTS kan de gehele cyclus uitvoeren. Of er kan gekozen worden om het transport op het BSC te scheiden van het transport naar de terminal. De trekkers en bestuurders worden dan optimaal gebruikt, daarom wordt hier voor deze manier gekozen. Wanneer een MTS van de terminal komt, worden de trailers afgekoppeld en neemt de multi trailer trekker (MTT) weer een volle rij trailers mee terug. Op het BSC rijdt een aantal MTT's die de trailers van en naar de kranen rijden. Hieronder wordt berekend hoeveel MTSen er nodig zijn.

In dit geval ziet de cyclus van een MTS tussen de zeeterminal en het BSC er als volgt uit:

Laden/lossen op terminal:	12,5 minuten [11]
Rijden naar BSC:	14,5 minuten [11]
Laden lossen BSC:	12,5 minuten [11]
Rijden naar terminal:	14,5 minuten [11]
Totaal:	54 minuten of 0,9 uur
Beladingsgraad:	80%
Aant. ritten/jaar	$470.000 / (0,8 * 20) = 29563$
Minimaal aant. MTT's	$29563 * 0,9 / 365 * 24 = 3,0$

Voor het transport tussen terminal en BSC zijn minimaal 3 MTT's nodig.

De kade is 45% van de tijd bezet, maar daarvan is de kraan maar 22,5% van de tijd bezig met het schip (50% aan en afmeertijd). De kraan is gemiddeld 0,5 uur bezet per schip. De

gemiddelde wachttijd is dan $22,5\% \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,056$ uur inclusief housekeeping wordt dit 6 minuten. Het aantal MTT's op het BSC wordt dan:

Beladingsgraad:	80%
Wachten op kraan:	6 minuten
Lossen:	$0,8 \cdot 10 / (1,7 \cdot 25) = 0,19$ uur of 12 minuten
Rijden op BSC:	5 minuten [20]
Wachten op kraan:	6 minuten
Laden:	12 minuten
Rijden op BSC:	5 minuten
Af en aan koppelen:	5 minuten [20]
Totaal:	51 minuten of 0,85 uur
Aant. ritten/jaar	$470.000 / (0,8 \cdot 20) = 29563$
Minimaal aant. MTT's	$29563 \cdot 0,85 / 365 \cdot 24 = 2,87$

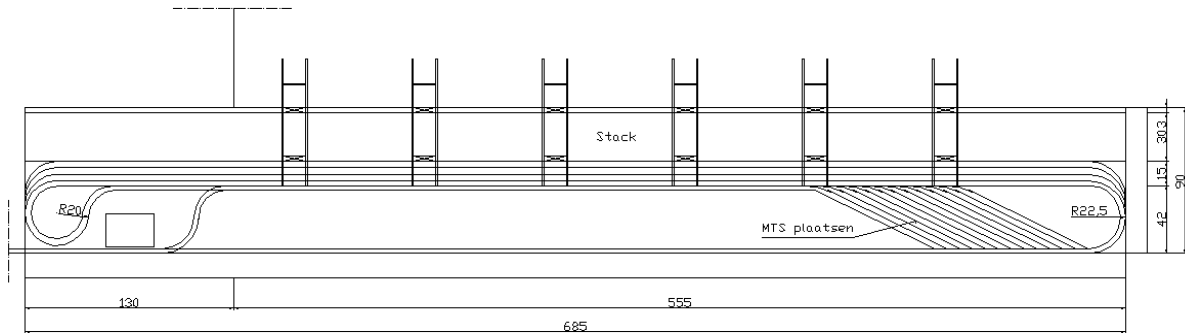
Voor het transport op het BSC zijn gemiddeld 3 MTT's nodig. Met een piekfactor van 2 worden dit 6 MTT's. Per MTT moeten er op het BSC 2 "treinen" van 5 trailers aanwezig zijn. In de kosten van het ITT is al meegenomen dat er per MTT die rijdt tussen de terminals en het BSC één trein op het BSC staat en één trein op de terminal. In de kosten voor het ITT is er al van uitgegaan dat er 3 treinen op het BSC staan. Hier komen nog 9 treinen bij (45 trailers). Hieruit volgt dat er op het BSC 12 opstelplaatsen voor MTSen nodig zijn.

Het BSC wordt ontworpen voor het gebruik van MTSen. In een eerdere fase worden misschien 4-TEU trucks gebruikt. Het BSC is hier ook voor geschikt. Ook kan het voorkomen dat aan het BSC koelcontainers (reefers) afgehandeld worden. Omdat dit om een zeer klein aantal gaat is er voor gekozen om hier geen extra voorzieningen voor te maken. Wanneer een reefer naar het BSC komt zal er een trekker met trailer klaar staan om deze container direct door te voeren naar de terminal. En andersom zal de terminal de reefer pas naar het BSC sturen wanneer het schip er bijna is.

Lay-out

Zoals beschreven in de voorgaande paragrafen is de kade 555 meter lang. En aan beide zijden is 65m beschikbaar voor de MTSen. Op deze kade zullen 6 kranen komen met onder de kraan een stack van 25 meter diep. Achter de stack onder de backreach zullen drie laad- en losbanen komen voor de MTSen. Door het grote aantal handelingen dat de kranen moeten doen, zijn de kranen maatgevend voor de afhandeling. Er moet voor gezorgd worden dat kranen nooit moeten wachten op MTSen. Zoals eerder gesteld zal een groot deel van de containers die gelost worden direct op de MTS geladen worden. Hiervoor zijn 3 laad en losbanen onder de backreach beschikbaar. Het gemiddelde aantal TEU dat gelost wordt is 10,14 en de verdeling hiervan heeft een standaard deviatie van 5,3 TEU. Dit betekent dat bij 97% van de schepen het aantal TEU dat gelost wordt kleiner is dan 20 TEU. In een aantal gevallen is dit bestemd voor 2 terminals. In de meeste gevallen wordt een aantal van deze containers dan tijdelijk in de stack geplaatst, Maar bij drie laad en losbanen is er toch de mogelijkheid om alles direct op de MTSen te plaatsen. Daarnaast is er de mogelijkheid om MTSen die gelost moeten worden, al tijdens het lossen van de schepen op te stellen, zodat de kraan niet op de MTSen moet wachten. Naast de drie laad- en losbanen komt één doorgaande baan voor de MTSen die van of naar de kraan rijden. En naast deze baan komt een doorgaande baan in tegengestelde

richting naar de opstelplaatsen voor de MTSen. De MTSen worden diagonaal op het terrein opgesteld, zodat alle MTSen in willekeurige volgorde naar de kranen kunnen, hiervoor zijn 12 opstelplaatsen beschikbaar. De totale lay-out van het terrein is te zien in Figuur 9-7, en een opsomming van alle voorzieningen die aanwezig zijn op het BSC is te vinden in Appendix D.



Figuur 9-7 Lay-out conventionele terminal

9.2.2 Fasering

Deze terminal is ontworpen voor de locatie in de Hartelhaven. Dit terrein is al ingericht als BSC. Het terrein is in de huidige situatie 500m lang en er staan 3 WSG's. Wanneer gekozen wordt voor deze locatie zal gestart worden met wat aanwezig is op deze locatie. Wanneer een overslag van meer dan 280.000 TEU per jaar gehaald wordt kan het terrein uitgebreid worden. In de beginfase als het overgeslagen volume nog niet groot is zal het intern transport plaatsvinden per 4-TEU truck, zoals beschreven in Appendix C.

9.2.3 Investeringskosten

In Appendix D zijn met behulp van kengetallen de investeringskosten voor het conventionele BSC benadert. De kosten zijn bepaald op basis van het schetsontwerp met een accuratesse van 20%. In Tabel 9-2 is een samenvatting van deze kosten weergegeven. Dit zijn de kosten om het BSC te bouwen en voor de aanschaf van het benodigde materieel. De kosten voor de baggerwerkzaamheden zijn niet meegenomen omdat deze kosten voor het havenbedrijf zijn. Aan de kopse kant van het BSC is een kademuur voorzien. En aan de noordzijde sluit de terminal aan op de huidige situatie.

Hoofdelementen	Subtotaal (€)
Civiel nat	1.543.000
Civiel droog	2.893.000
Installaties	3.828.000
Gebouwen en constructies	2.012.000
Werktuigen	21.684.000
Subtotaal	31.960.000
Investeringskosten (incl. opslagen e.d.)	€42.200.000

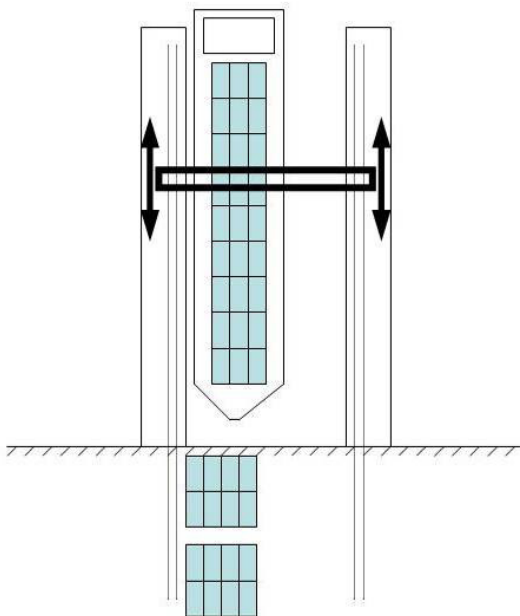
Tabel 9-2 Kosten conventioneel BSC

9.3 Het moderne BSC

De conventionele terminal is geschikt voor de locatie in de Hartelhaven, maar op een andere locatie zou deze variant te veel kadelenkte in beslag nemen. Wanneer de locatie in de Hartelhaven niet beschikbaar is kan gekozen worden voor een compacter BSC. Daarom wordt in deze paragraaf een BSC met insteekhavens uitgewerkt. Daarnaast wordt bij dit ontwerp gebruik gemaakt van modernere technieken, om op deze wijze de verschillende mogelijkheden voor het BSC aan te geven.

9.3.1 Ontwerp

Wanneer wordt gekozen voor een locatie op Maasvlakte 2 zijn insteekhavens erg interessant. Want het BSC heeft veel kadelenkte nodig en maar relatief weinig oppervlakte. Wanneer gekozen wordt voor insteekhavens zijn er twee varianten. Bij de eerste variant bevindt de stack zich aan het uiteinde van de insteekhaven. De portaalkraan rijdt dan heen en weer tussen het stack en het schip. Bij de tweede variant rijden er AGV's of rail guided vehicles (RGV's) over de vingerpieren en hoeft de kraan minder lange afstanden af te leggen. Voor het BSC is gekozen voor de eerste variant. De tweede variant en de keuze voor de eerste variant zijn verder uitgewerkt in Appendix B.3. De eerste variant is weergegeven in Figuur 9-8.



Figuur 9-8 Insteekhaven met rijdende portaalkraan [3]

De insteekhavens

De portaalkraan moet heen en weer rijden, de afhandelsnelheid is daardoor gering. De rijdende portaalkraan doet gemiddeld 20 gpmh [3]. Het aantal benodigde insteekhavens is dan.

Call size: 20 TEU = 11,9 moves

Afhandeltijd: $11,9/20=0,6$ uur

Aan/afmeertijd: 0,5 uur

Kadebezetting (4 havens) 55% [18]

$1,1*21154/(365*24*0,55)=4,8$ insteekhavens, er zijn 5 havens nodig. Ter controle:

Kadebezetting (5 havens) 60% [18]

$1,1*21154/(365*24*0,60)=4,4$ insteekhavens

Bij deze variant zijn 5 insteekhavens nodig.

De capaciteit is dan $365*24*0,60*5/1,1=23.891$ schepen/jaar

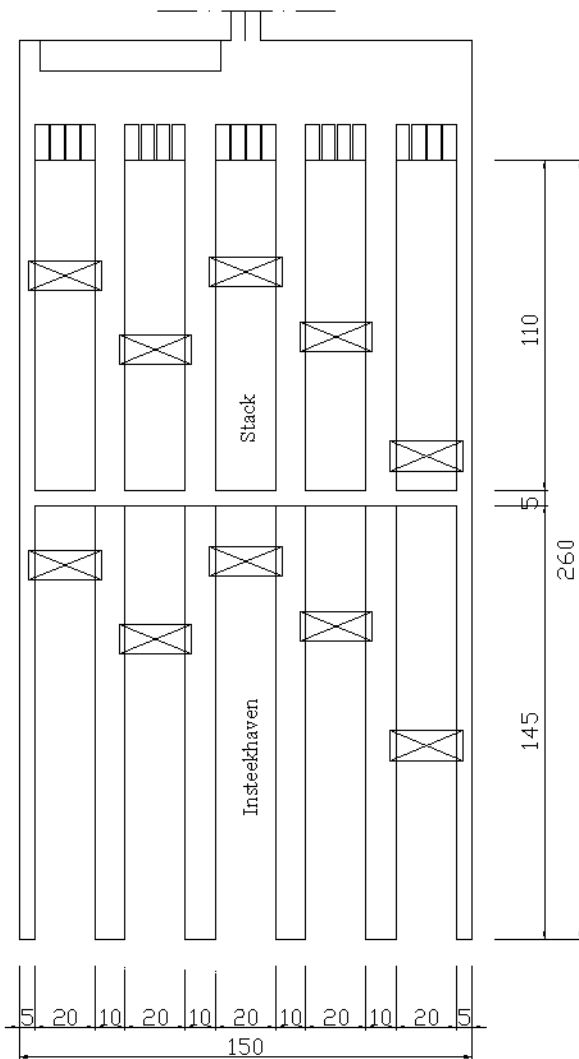
Met een gemiddelde van 20 TEU wordt dat $23.891*20=480.000$ TEU/jaar

De breedte van de insteekhavens is afhankelijk van de schepen die het BSC bezoeken. In Tabel 8-5, in hoofdstuk 8 is de bezoekmix weergegeven die volgt uit de simulatie. Uit de simulatie volgt dat per jaar 4 koppelverbanden of duwbakken het BSC bezoeken. Voor het ontwerp wordt er daarom vanuit gegaan dat er zeer weinig koppelverbanden of duwbakken aan het BSC komen maar dat ze wel afgehandeld moeten kunnen worden. De insteekhaven moet daarom breed genoeg zijn om losgekoppelde duwbakken af te handelen. De Jowi is hierdoor het maatgevende schip, dit schip is 16,9 meter breed. Aan beide zijden komt een aanlegmarge van 1,5 meter [15]. De bassins worden daardoor 20 meter breed. In veel gevallen kunnen twee schepen naast elkaar aanmeren, hierdoor kan een hogere doorzet gehaald worden. (Omdat de afhandeltijd bijna gelijk is aan de aan en afmeertijd, zou een betere kraanbezetting gehaald kunnen worden wanneer de insteekhavens breed genoeg zijn voor 2 schepen. Ook deze variant is onderzocht in Appendix B) Een Jowi is maximaal 135 meter lang hier komt 2 keer een aanlegmarge van 5m bij. De lengte van de vingerpielen wordt 145 meter.

Bij het in en uitvaren van de schepen in de lange smalle bassins moet het water zijdelings toe en weg kunnen stromen. De vingerpielen tussen de insteekhavens worden daarom uitgevoerd als steigerconstructie (dek op palen). Deze steigerconstructies zijn 10m breed inclusief remmingwerken [1]. Aan de zijkanten van de terminal en aan de kopse zijde van de insteekhavens komen kademuren. Deze kademuren hebben een hoogte tot +5m NAP in verband met overstromingsrisico's [7]. De terminal moet tot -6,65m NAP, zodat alle binnenvaartschepen ook met laagwater afgehandeld kunnen worden. Hieruit volgt een totale kerende hoogte van de kaden van 11,65m. De totale benodigde terreinbreedte is:
 $2*5+4*10+5*20=150m$

De stack

De breedte van de stack wordt bepaald door de breedte van de insteekhavens. Deze zijn 20 meter breed, hierdoor wordt de stack 8 containers breed. Zoals eerder gesteld is, is een verblijftijd van 24 uur voldoende. Bij een gemiddelde verblijftijd van 24 uur, staat er gemiddeld 1310 TEU in de stack. Bij een gemiddelde stapelhoogte van 2 containers (maximaal 3), wordt de stack 17 TEU lang. De stack wordt dan 110 meter. De portaalkraan plaatst de containers van het schip aan het begin van de stack, vanwaar ze verder behandeld worden door een Automated Stacking Crane (ASC). De ASC maakt gebruik van dezelfde rails als de portaalkraan. De aanschaf van de ASC's kan gefaseerd worden, want bij een lage kadebezetting kan de portaalkraan ook de landzijdige moves verrichten. Aan het eind van de stack staan bokken voor de uitwisseling van containers met lift AGV's (zie Appendix C), die het transport van en naar de terminal verrichten.



Figuur 9-9 Lay-out modern BSC

Overige voorzieningen

De hoofdelementen van het BSC zijn hiervoor beschreven. Natuurlijk zijn er ook een aantal overige voorzieningen die niet mogen ontbreken op het BSC. Bij de toegang tot BSC moet een beveiligingsloge komen met een inspectiesluis voor de containers. Deze beveiligingsloge zal gecombineerd worden met een operationeel kantoor inclusief kantine, kleedruimte en sanitaire voorzieningen en met een onderhoudswerkplaats. Dit gebouw met alle voorzieningen zal twee verdiepingen hoog worden en een oppervlakte van 300m² beslaan. De totale terreindiepte wordt 145+110+45m=300m.

De lay-out van het terrein is te zien in Figuur 9-9, en een opsomming van alle voorzieningen die aanwezig zijn op het BSC is te vinden in Appendix E.

9.3.2 Fasering

Het ontwerp van deze haven bestaat uit losse modules (insteekhavens). Het BSC kan daardoor heel goed gefaseerd aangelegd worden. Ook de aanschaf van de ASC's kan uitgesteld worden. Bij een lage kade bezetting kan de portaalkraan zowel de water- als de landzijdige moves doen. In deze situatie zal de stack niet de volle lengte hebben zodat de rijafstanden voor de portaalkraan beperkt blijven.

9.3.3 Investeringskosten

In Appendix E zijn de investeringskosten voor het moderne BSC uitgewerkt. In Tabel 9-3 is een samenvatting van deze kosten weergegeven. Dit zijn de kosten om de terminal te bouwen en de aanschaf van het benodigde materieel. Bij het bepalen van de kosten zijn de kosten voor de baggerwerkzaamheden niet meegenomen, deze kosten zijn voor het havenbedrijf.

Hoofdelementen	Subtotaal (€)
Civiel nat	10.871.000
Civiel droog	5.628.000
Installaties	3.884.000
Gebouwen en constructies	2.005.000
Werktuigen	14.314.000
Totaal	36.700.000
Investeringskosten (incl. opslagen e.d.)	€48.400.000

Tabel 9-3 Kosten modern BSC

De investeringskosten voor een modern BSC zijn hoger dan voor het conventionele BSC, omdat bij het conventionele ontwerp rekening is gehouden met de aanwezige voorzieningen in de Hartelhaven. Wanneer geen rekening wordt gehouden met de aanwezige voorzieningen zijn de kosten voor beide ontwerpen vrijwel gelijk.

9.4 Locatiekeuze

Een belangrijk onderdeel binnen dit onderzoek is de locatiekeuze. Zoals eerder gesteld wordt binnen de masterplancyclus alleen de keuze vastgelegd die op dat moment ook daadwerkelijk vastgelegd moet worden. Voor het BSC is het belangrijk dat er ruimte gereserveerd blijft. De exacte locatie hoeft in deze fase nog niet vastgelegd te worden, maar het is wel belangrijk dat de verschillende locaties bekeken worden en met elkaar vergeleken worden. In deze paragraaf worden de verschillende beschikbare locaties met elkaar vergeleken en wordt een voorkeurslocatie bepaald. De keuze van een voorkeurslocatie wordt gebaseerd op Masterplan 4 [7] hierbij is rekening gehouden met nieuwe informatie ten aanzien van de invulling. De verwachte invulling is weergegeven in Figuur 9-10. In Masterplan 4 is al een groot deel van Maasvlakte 2 ingevuld. De keuze voor de mogelijke locaties is gebaseerd op beschikbaarheid van ruimte aan zowel de water- als landzijde. De eerste mogelijke locatie voor het BSC is in de Prinses Alexiahaven tussen terminal 4 en het geplande chemieterrein. Het BSC kan hier geplaatst worden als een hoek in het terrein van terminal 4 (locatie 1). De tweede mogelijke locatie is aan het Prinses Arianekanaal, aan de kop van de RWG Terminal en Terminal 4 (locatie 2). Daarnaast is de binnenvaartkade in de Hartelhaven op Maasvlakte 1 ook een mogelijke locatie voor het BSC (locatie 3). De binnenvaartkade in de Hartelhaven is op dit moment in beheer van ECT. Door de ingebruikname van de binnenvaart/feederkade op de kop van het deltaschiereiland (de Delta Barge Feeder Terminal) is de Hartelhaven in onbruik geraakt, en hierdoor een mogelijke locatie voor het BSC. Een vierde optie is tussen terminal 5 en het chemie terrein (locatie 4). De mogelijke locaties zijn in geel weergegeven in Figuur 9-10. Op locatie 3, de Hartelhaven kan alleen het conventionele ontwerp ingepast worden, hier is geen ruimte voor insteekhavens. Op de locaties op Maasvlakte 2 zou het moderne ontwerp beter passen, omdat dit ontwerp minder kadelengete in beslag neemt. Bij de analyse wordt er daarom vanuit gegaan dat op locatie 1,2 en 4 het moderne BSC ingepast wordt.

De locaties worden met behulp van een Multi Criteria Analyse (MCA) vergeleken. Vervolgens wordt de score van de verschillende varianten gedeeld door de investeringskosten uit de voorgaande paragrafen. De maximale weging voor een criterium is 10, de maximale score is ook 10 en de maximale score per criterium is hierdoor 100. In de MCA worden de locaties vergeleken op basis van de volgende criteria:

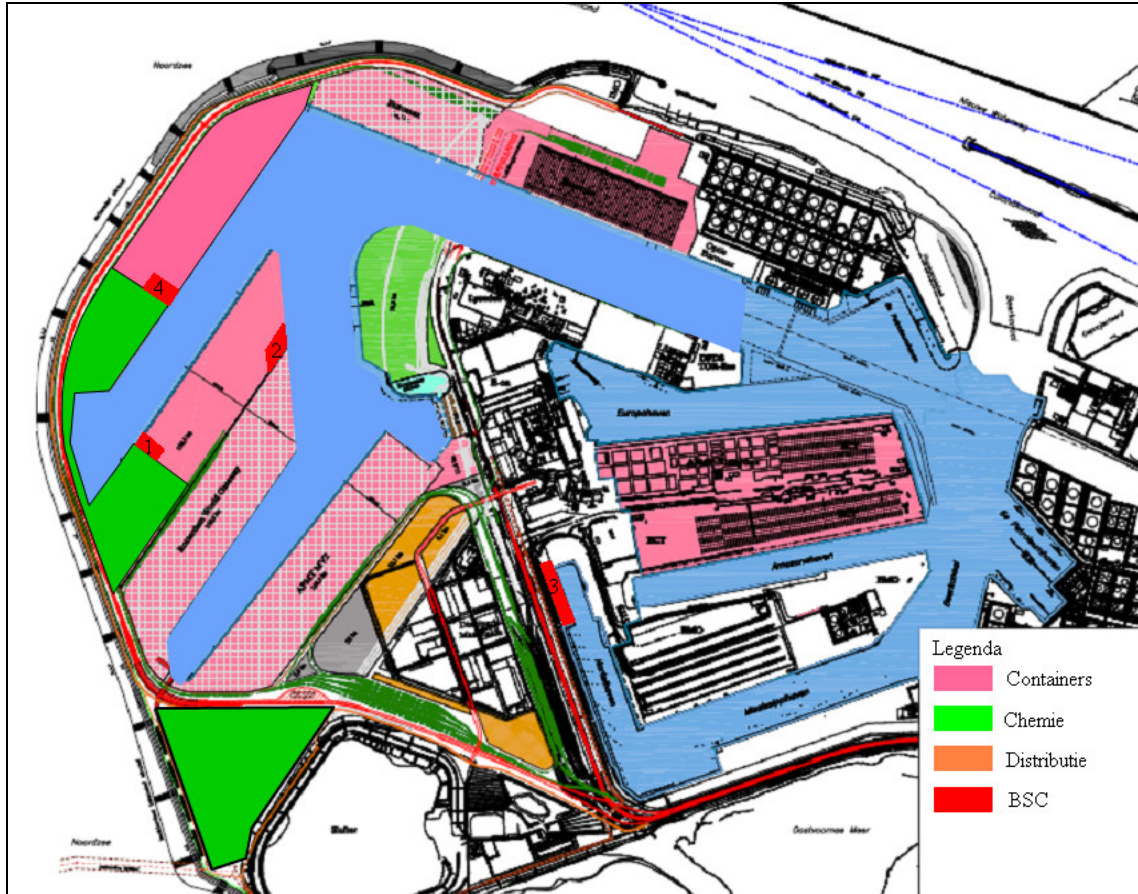
Inpasbaarheid

Bereikbaarheid landzijde

Bereikbaarheid waterzijde

Nautische veiligheid

Uitbreidbaarheid



Figuur 9-10 Mogelijke locaties BSC

9.4.1 Inpasbaarheid

Bij de andere criteria wordt gekeken naar de ideale locatie voor het BSC. Maar de meeste locaties zijn ook geschikt voor andere bestemmingen. Er moet hierdoor ook bekeken worden of de locatie geen andere bestemmingen in de weg zit. Dit is een belangrijk criterium en krijgt daarom een gewicht van 10.

Locatie 3 moet overgenomen worden van ECT, maar de vorm van het terrein is zeer geschikt voor het BSC en er zijn weinig andere bestemmingen die hier zouden kunnen komen. Bij de overige locaties wordt een deel van een container terminal in beslag genomen. De vorm van de terminals worden daardoor minder praktisch. Alle locaties hebben voor- en nadelen ze scoren daarom allemaal een 4.

9.4.2 Bereikbaarheid landzijde

De transportkosten over land zijn een grote kostenpost. Dit criterium weegt daarom ook zwaar mee. De bereikbaarheid over land heeft daarom een gewicht van 10. Een centrale locatie ten opzichte van de terminals zou de transportafstanden klein houden, waardoor ook de exploitatiekosten laag blijven. In dit rapport wordt er vanuit gegaan dat alle terminals in gelijke mate gebruik maken van het BSC en dat de containerstroom naar het BSC rechtvaardig is met de oppervlakte van de terminal. Op deze manier geeft het vermenigvuldigen van de terminal oppervlaktes met de afstand tussen de terminal en de locatie een waarde voor de bereikbaarheid.

Locatie 1

Terminal	Oppervlakte (ha)	Afstand (km)	Product
ECT Delta	265	7,6	2014,0
APMT Delta	100	7,6	760,0
APMT MV2	166	6,1	1012,6
RWG	156	2,1	327,6
Terminal 4	105	0,6	63,0
Terminal 5	115	4,9	563,5
Euromax	168	7,6	1276,8
Totaal	1075	Gew. Gem.=5,60	6017,5

Het gewogen gemiddelde van de bovenstaande afstanden is $6017/1075=5,60$ km. Dit is de gemiddelde afstand die een container aflegt van een terminal naar locatie 1.

Locatie 2

Terminal	Oppervlakte (ha)	Afstand (km)	Product
ECT Delta	265	8,4	2226,0
APMT Delta	100	8,4	840,0
APMT MV2	166	6,9	1145,4
RWG	156	2,9	452,4
Terminal 4	105	1,4	147,0
Terminal 5	115	5,7	655,5
Euromax	168	8,4	1411,2
Totaal	1075	Gew. Gem.=6,40	6877,5

Het gewogen gemiddelde van de bovenstaande afstanden is 6,40 km. Dit is de gemiddelde afstand die een container aflegt van een terminal naar locatie 2.

Locatie 3

Terminal	Oppervlakte (ha)	Afstand (m)	Product
ECT Delta	265	0,7	185,5
APMT Delta	100	0,7	70,0
APMT MV2	166	1,6	265,6
RWG	156	5,9	920,4
Terminal 4	105	7,8	819,0
Terminal 5	115	8,9	1023,5
Euromax	168	11,6	1948,8
Totaal	1075	Gew. Gem.=4,87	5232,8

Het gewogen gemiddelde van de bovenstaande afstanden is 4,87 km. Dit is de gemiddelde afstand die een container aflegt van een terminal naar locatie 3.

Locatie 4

Terminal	Oppervlakte (ha)	Afstand (m)	Product
ECT Delta	265	8,7	2305,5
APMT Delta	100	8,7	870,0
APMT MV2	166	7,2	1195,2
RWG	156	3,2	499,2
Terminal 4	105	4,3	451,5
Terminal 5	115	0,0	0
Euromax	168	2,7	453,6
Totaal	1075	Gew. Gem.=5,37	5775,0

Het gewogen gemiddelde van de bovenstaande afstanden is 5,37 km. Dit is de gemiddelde afstand die een container aflegt van een terminal naar locatie 4.

De gemiddelde afstand naar locatie 3 is met 4,87km de kortste afstand, deze locatie wordt de maximale score (10) toegekend. Locatie 4 volgt met een gemiddelde afstand van 5,37km, deze locatie krijgt een score van 8 toegekend. En locatie 1 krijgt met een gemiddelde afstand van 5,60km een score van 7. En locatie 2 is met 6,40km het minst goed bereikbaar. Locatie 2 krijgt een score van 4.

9.4.3 Bereikbaarheid waterzijde

Alle vier de locaties zijn goed bereikbaar over het water. Het gaat bij dit criterium daarom om kleine verschillen, daarom krijgt dit criterium een gewicht van 7. Naar verwachting zal 70% van de binnenvaartschepen (onafhankelijk van lading stroom) via het Hartelkanaal naar de Maasvlakte varen [9]. Locatie 3, de Hartelhaven is vanaf het Hartelkanaal het beste bereikbaar. Locatie 1, 2 en 4 zijn ook goed bereikbaar. Daarnaast is ook de beschikbaarheid van wachtplaatsen in de buurt van het BSC van belang. Bij alle vier de locaties zijn voldoende wachtplaatsen aanwezig. Voor locatie 1, 2 en 4 zijn de wachtplaatsen aanwezig in de Yangtzehaven en de Prinses Margriethaven. En voor locatie 3 zijn binnenvaartwachtplaatsen aanwezig in de Hartelhaven. Locatie 3 is beter bereikbaar dan locaties 1, 2 en 4. Locatie 3 scoort daarom een 7 en locatie 1, 2 en 4 een 6.

9.4.4 Nautische veiligheid

De nautische veiligheid heeft het gewicht 4. De nautische veiligheid is vooral afhankelijk van het aantal scheepsbewegingen en het kruisen van vervoersstromen. Het aantal scheepsbewegingen is onafhankelijk van de locatie van het BSC. Maar het gescheiden houden van grote en kleine schepen is wel afhankelijk van de locatie van het BSC. Als gekozen wordt voor de derde locatie, de Hartelhaven, dan kruisen de binnenvaartschepen de vervoersstroom van grote bulkschepen naar de EMO terminal. Maar dit zijn niet veel schepen. Locatie 3 scoort hierom een 7. Locatie 1, 2 en 4 scoren gelijk op dit criterium, de binnenvaartschepen kruisen bij deze locaties een grote stroom zeeschepen, en scoren daarom een 6.

9.4.5 Uitbreidbaarheid

Bij het bepalen van de ruimteclaim voor het BSC wordt gekeken naar de situatie waarin de volledige Maasvlakte ontwikkeld is. Naar verwachting zijn er in de toekomst hierdoor geen uitbreidingen nodig. Toch is dit criterium meegenomen, maar met een gewicht van 2. Het is in deze fase van de masterplancycclus moeilijk in te schatten hoe ruimte rond locatie 1, 2 en 4 ontwikkeld zal worden. Naar verwachting zal deze ruimte uitgegeven worden aan verschillende bedrijven. Hierdoor zal deze ruimte niet beschikbaar zijn voor een eventuele uitbreiding. Locatie 1, 2 en 4 scoren hierom een 4. Bij locatie 3 is wel ruimte beschikbaar voor een eventuele uitbreiding. Deze ruimte is in de huidige situatie nog water, maar hier kan in de toekomst haventerrein van gemaakt worden. Dit zou dan wel ten koste gaan van de wachtplaatsen bij deze locatie. Locatie 3 scoort hierom een 6 voor uitbreidbaarheid.

9.4.6 Multi criteria analyse

Criteria	Weging	Locatie 1		Locatie 2		Locatie 3		Locatie 4	
		Score	Gew. score	Score	Gew. score	Score	Gew. Score	Score	Gew. Score
Inpasbaarheid	10	4	40	4	40	4	40	4	40
Bereikbaarheid landzijde	10	7	70	4	40	10	100	8	80
Bereikbaarheid waterzijde	7	6	42	6	42	7	49	6	42
Nautische veiligheid	4	6	24	6	24	7	28	6	24
Uitbreidbaarheid	2	4	8	4	8	6	12	4	8
Totaal score			184		154		229		194
Kosten (mln €)			48,4		48,0		42,2		48,4
Score/kosten			3,80		3,21		5,43		4,01

In de bovenstaande MCA is de totaal score voor de verschillende locaties bepaald.

Vervolgens is deze score gedeeld door de investeringskosten. Dit geeft de verhouding waarde ten opzichte van de kosten. De kosten volgen uit paragraaf 9.2 en 9.3, de kosten voor locatie 2 zijn €400.000 lager dan de kosten uit paragraaf 9.3 omdat deze terminal aansluit op feederkade. Locatie 1 en 4 sluiten aan op diepe zeekeerpad hierdoor is een grotere en duurdere overgangconstructie nodig.

Uit de analyse volgt dat locatie 3 de meest geschikte locatie voor het BSC is, dit is echter onder voorbehoud want zeker op het gebied van de inpasbaarheid kan het een en ander veranderen. De keuze voor de locatie is ook afhankelijk van de tijd wanneer de exploitant wil starten. Locatie 1,2 en 4 zijn pas beschikbaar wanneer de tweede fase is uitgevoerd. Dit is naar verwachting na 2025. En als de exploitant eerder wil starten is locatie 3 ook een betere optie omdat de terminals die het eerst geëxploiteerd worden, en daardoor ook eerder een hoge bezettingsgraad halen, dichtbij locatie 3 liggen. Maar naar verwachting wordt pas na 2025 gestart met het BSC, daarom is dit criterium is niet meegenomen in de MCA.

9.5 Twee locaties

9.5.1 Inleiding

Om de rijafstanden voor het ITT te reduceren, kan er gekozen worden voor twee BSC's. Dit vergt waarschijnlijk een grotere investering, maar het kan een aanzienlijke reductie van de exploitatie kosten met zich meebrengen. Dit kan voordeliger zijn voor de terminals. De schepen worden dan afgehandeld bij het BSC dat het dichtst bij de Terminal ligt. Wanneer een schip calls voor meerdere terminals heeft kunnen deze nog steeds gezamenlijk aan één van de BSC's worden afgehandeld.

9.5.2 Multi criteria analyse

Wanneer er gekozen wordt voor twee locaties zullen de terminals op de Maasvlakte zo gelijk mogelijk verdeeld worden over de twee locaties. In dit geval worden de terminals verdeeld in enerzijds het delta schiereiland plus APMT op Maasvlakte 2 en anderzijds RWG, terminal 4, 5 en Euromax. Het schiereiland plus APMT op Maasvlakte 2 is 531 ha tegenover 544 ha voor de rest dit is daarom de beste verdeling. Voor het delta schiereiland en APMT op Maasvlakte 2 wordt gekozen voor de Hartelhaven, aan deze zijde van de Maasvlakte is namelijk geen andere locatie beschikbaar. Van de criteria die gebruikt zijn voor de bovenstaande MCA, verandert alleen de bereikbaarheid over land.

Locatie 3 en 1

Terminal	Oppervlakte (ha)	Afstand (km)	Product
ECT Delta	265	0,7	185,5
APMT Delta	100	0,7	70
APMT MV2	166	1,6	265,6
RWG	156	1,9	296,4
Terminal 4	105	0,6	63
Terminal 5	115	4,9	563,5
Euromax	168	7,6	1276,8
Totaal	1075	Gew. Gem. =2,53	2720,8

Het gewogen gemiddelde van de bovenstaande afstanden is $2720,8/1075=2,53$ km. Dit is de gemiddelde afstand die een container aflegt van een terminal naar locatie 1 of 3.

Locatie 3 en 2

Terminal	Oppervlakte (ha)	Afstand (km)	Product
ECT Delta	265	0,7	185,5
APMT Delta	100	0,7	70
APMT MV2	166	1,6	265,6
RWG	156	2,9	452,4
Terminal 4	105	1,4	147
Terminal 5	115	5,7	655,5
Euromax	168	8,4	1411,2
Totaal	1075	Gew. Gem. =2,96	3187,2

Het gewogen gemiddelde van de bovenstaande afstanden is 2,96 km. Dit is de gemiddelde afstand die een container aflegt van een terminal naar locatie 2 of 3.

Locatie 3 en 4

Terminal	Oppervlakte (ha)	Afstand (m)	Product
ECT Delta	265	0,7	185,5
APMT Delta	100	0,7	70
APMT MV2	166	1,6	265,6
RWG	156	3,2	499,2
Terminal 4	105	4,3	451,5
Terminal 5	115	0	0
Euromax	168	2,7	453,6
Totaal	1075	Gew. Gem. =1,79	1925,4

Het gewogen gemiddelde van de bovenstaande afstanden is 1,79 km. Dit is de gemiddelde afstand die een container aflegt van een terminal naar locatie 3.

De combinatie van locatie 3 en 4 is het best bereikbaar met een gemiddelde afstand van 1,79km, en scoort daarom maximaal. De combinatie van locatie 1 en 3 scoort met de gemiddelde afstand van 2,53km een 8. De combinatie van locatie 2 en 3 is het minst goed bereikbaar met een gemiddelde afstand van 2,96km en scoort daarom een 7. De complete MCA is hieronder weergegeven.

Criteria	Weging	Locatie 1 en 3		Locatie 2 en 3		Locatie 3 en 4	
		Score	Gew. score	Score	Gew. score	Score	Gew. Score
Inpasbaarheid	10	4	40	4	40	4	40
Bereikbaarheid landzijde	10	8	80	7	70	10	100
Bereikbaarheid waterzijde	7	6	42	6	42	6	42
Nautische veiligheid	4	6	24	6	24	6	24
Uitbreidbaarheid	2	4	8	4	8	4	8
Totaal			194		184		214

Wanneer er wordt gekozen voor twee locaties is de combinatie van de Hartelhaven en de locatie naast terminal 5 de beste optie. De investeringskosten voor twee locaties zijn niet verder uitgewerkt, omdat de kosten voor de locatie 1, 2, en 4 nauwelijks zullen verschillen. De exploitatie kosten worden behandeld in het volgende hoofdstuk.

10 Exploitatie model

In dit hoofdstuk wordt de exploitatie van de twee varianten uit hoofdstuk 9 beschreven. Hierbij worden de exploitatiekosten bepaald en wordt bepaald of een BSC financieel haalbaar is. In paragraaf 10.1 worden de exploitatiekosten voor het conventionele BSC bepaald. In paragraaf 10.2 is dit gedaan voor het moderne BSC. In paragraaf 10.3 worden de mogelijkheden onderzocht voor twee BSC's op de Maasvlakte. In paragraaf 10.4 worden mogelijke exploitanten vergeleken. En in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de conclusies uit dit hoofdstuk op een rij gezet.

10.1 Conventioneel BSC

De haalbaarheid van het BSC is afhankelijk van de kosten en opbrengsten. De kosten voor de overslag van één TEU zijn bepaald door middel van een Netto Contante Waarde (NCW) som. Hiervoor zijn een aantal aannamen gedaan[20]:

- De rentevoet is 8,5%.
- De levensduur van het BSC is 40 jaar.
- Na 40 jaar heeft het BSC geen restwaarde.
- De investeringskosten vallen volledig in het eerste jaar (geen fasering).
- De exploitatie start in het tweede jaar.
- De vaste kosten bestaan in het eerste jaar uit huur en de vaste personeelkosten, aangenomen wordt dat deze personeelskosten gelijk zijn aan de vaste personeelskosten in de exploitatiefase.
- Het overslagvolume groeit in 4 jaar lineair naar de ontwerpoverslag.
- Kosten zijn gebaseerd op het huidige prijspeil (2009).

De kosten voor de verschillende componenten zijn bepaald in Appendix D. Uit de NCW som volgt dat de kosten voor de overslag van één TEU €47,04 bedragen. Hierbij is rekening gehouden met wat aanwezig is in de Hartelhaven. En dit bedrag is inclusief het intern transport en de move op de terminal.

10.2 Modern BSC

Voor het bepalen van de exploitatiekosten van het moderne BSC zijn dezelfde aannamen gedaan als voor het conventionele BSC. De verschillende kostencomponenten zijn uitgewerkt in Appendix E. Uit de NCW som volgt dat de kosten voor het overslaan van één TEU €47,38 zijn (prijspeil 2009). De overslag van één TEU op het moderne BSC is €0,34 duurder dan overslag op het conventionele BSC. Hierbij is er van uitgegaan dat er in de Hartelhaven al voorzieningen aanwezig zijn. Wanneer op de Hartelhaven geen voorzieningen aanwezig zouden zijn, zijn de kosten voor het conventionele BSC hoger dan voor het moderne BSC.

10.3 Twee locaties

Wanneer er twee BSC's op de Maasvlakte komen neemt de gemiddelde rijafstand af van 4,87 km naar 1,79 km. Hoewel de rijafstand naar het BSC sterk afneemt wanneer er twee BSC's zijn, nemen de kosten voor het ITT niet sterk af. Dit komt omdat het laden en lossen van de MTSen 88% van de ITT kosten bedraagt [11]. Het vervoeren van 1 TEU is €1,22 goedkoper wanneer er twee BSC's zijn. Wanneer er 1,5 miljoen TEU per jaar over de interne baan vervoerd wordt is dit een reductie van de 5% op de ITT kosten of 3% op de totale overslag kosten. Dit is een zeer kleine reductie, de exploitatie van twee BSC's is daarom niet interessant. Dit zal daarom ook niet verder uitgewerkt worden.

10.4 Exploitatie

De terminal operators hebben het meeste belang bij een BSC. Uit het tweede scenario, hoofdstuk 8, volgt dat voor elke TEU via het BSC, 5 TEU extra overgeslagen kan worden op de terminal. Wanneer de baten (de extra overslag capaciteit aan de terminal) opwegen tegen de kosten van de overslag op het BSC is een BSC rendabel. De extra opbrengst voor de terminal door de 5 TEU extra zeeoverslag moeten daarom hoger zijn dan €47,04 per TEU die naar het BSC gaat. De gezamenlijke zeeterminaloperators (stuwadoors) zijn hierdoor een mogelijke exploitant. Andere mogelijkheden zijn één stuwadoer die het BSC exploiteert of een externe partij. De gezamenlijke stuwadoors hebben de voorkeur. Wanneer deze partijen gezamenlijk deelnemen, zullen zij ook allen gebruik van het BSC maken en dit levert een gegarandeerde basisstroom. En wanneer zij gezamenlijk investeringen in het BSC zullen zij het BSC ook meer gaan gebruiken. Zij hebben dan meebetaald aan de investering, de kosten per TEU zijn hierdoor lager dan wanneer de investeringen doorgerekend worden in de prijs per TEU. En als de kosten per TEU lager zijn zullen zij meer via het BSC overslaan. Een coöperatie van stuwadoors heeft de voorkeur maar het is ook mogelijk dat de binnenvaartsector deelneemt in deze coöperatie, omdat ook zij een belang hebben bij het BSC. Uit het eerste scenario, hoofdstuk 7, volgt dat de tijdwinst voor de binnenvaart beperkt is. Maar de binnenvaartsector heeft wel belang bij een BSC, want het biedt hen een reductie van het hopen en een uitwijkmogelijkheid bij calamiteiten en dit komt de betrouwbaarheid van de binnenvaart ten goede.

Wanneer ECT bereid is de Hartelhaven gezamenlijk met andere terminaloperators te exploiteren, wordt aanbevolen om zo spoedig mogelijk samen te gaan werken met APMT op Maasvlakte 1. In een latere fase zullen ook de nieuwe terminals op Maasvlakte 2 zich dan bij deze coöperatie voegen. Wanneer gekozen wordt voor een locatie op Maasvlakte 2, zal later gestart worden met de exploitatie, eerst zal er voldoende vraag naar het BSC moeten zijn. Deze vraag treedt op wanneer meerdere terminals de maximale overslag halen. In de huidige business cases wordt er vanuit gegaan dat er niet meer dan 27.700 TEU per hectare zal worden overgeslagen. Uit de simulatie volgt dat er een hogere overslag gehaald kan worden van 35.700 TEU per hectare zonder dat de wachttijden te zeer oplopen. Door de verwachte groei [21] te extrapoleren is voor RWG en APMT het jaar bepaald waarin deze terminals het maximum van 35.700 TEU per hectare overslaan. Vanaf dit jaartal is een BSC voor deze terminals gewenst. Voor RWG is dit in 2035 en voor APMT op Maasvlakte 2 is dit in 2037. In deze periode zullen ook de terminals op Maasvlakte 1 de maximale capaciteit bereikt hebben. Er is dan voldoende vraag naar het BSC op Maasvlakte 2 om te starten met de exploitatie.

11 Conclusies en aanbevelingen

11.1 Conclusies

Het splitsen van de kade in diepe kade en binnenvaart/feederkade heeft een positieve invloed op de verblijftijden en investeringen.

In hoofdstuk 7 zijn verschillende verdelingen van de kade vergeleken. Wanneer de kadelenkte verdeeld wordt in een deel binnenvaart/feederkade en een deel diepe zeekade heeft dit naast een positief effect op de investeringskosten ook een positieve invloed op de wacht- en verblijftijden.

Met de verwachte overslag in 2035 ontstaan er geen lange wachttijden aan de terminals.

In hoofdstuk 7 is de situatie uitgewerkt die verwacht wordt in 2035. Bij deze verwachte overslag is de capaciteit van de terminals voldoende. Er zullen dan geen lange wachttijden ontstaan.

Een BSC is interessant wanneer de terminals hoge kadebezetting bereiken.

Bij lage kadebezettingen aan de terminals zijn de wachttijden beperkt. Dan is er voldoende capaciteit om alle binnenvaart aan de terminals af te handelen. Bij een hogere kadebezetting nemen de wachttijden toe en kan er extra capaciteit aan de terminal gecreëerd worden door gebruik van een BSC.

Een BSC is vooral interessant voor zeeterminal operators.

Uit het scenario ontwerpoverslag, hoofdstuk 7, volgt dat de tijdwinst voor de binnenvaart zeer beperkt is. De binnenvaartoperators hebben wel belangen bij een BSC, want het biedt hen een reductie van het aantal hops en een uitwijkmogelijkheid bij calamiteiten en dit komt de betrouwbaarheid ten goede. Maar het belang van de terminal operators is groter. Zij creëren door het gebruik van een BSC een extra overslagcapaciteit.

De Hartelhaven heeft de voorkeur als locatie voor het BSC.

In paragraaf 9.4 zijn door middel van een MCA verschillende locaties onderzocht. De Hartelhaven heeft de voorkeur. Door de directe ligging aan de interne baan blijven de afstanden voor het ITT beperkt. Daarnaast is een BSC op deze locatie goed inpasbaar en ligt het centraal ten opzichte van Maasvlakte 1 en de eerste fase van Maasvlakte 2. Daarnaast zijn de investeringskosten voor deze locatie lager, omdat hier al voorzieningen aanwezig zijn.

De exploitatiekosten voor het conventionele BSC in de hartelhaven met gebruik van MTSen zijn lager dan voor een modern BSC met AGV's.

In hoofdstuk 10 is bepaald dat de overslag van één TEU op het conventionele BSC €0,34 goedkoper is dan overslag op het moderne BSC. De kosten voor overslag van 1 TEU op een conventioneel BSC zijn €47,04, dit is inclusief de kosten voor ITT en de move op de terminal.

De keuze voor 2 locaties levert geen reductie van de operationele kosten op.

In paragraaf 10.3 is bepaald dat de kosten voor het vervoeren van de containers maar een klein deel van de exploitatiekosten bepalen. Het grootste deel wordt bepaald door het laden en lossen van het ITT. De keuze voor twee BSC's op de Maasvlakte is daarom niet interessant.

11.2 Aanbevelingen

De belangrijkste aanbeveling is om de ruimteclaim voor het BSC op de Maasvlakte te laten staan. Hierbij moet gekeken worden naar de mogelijkheden van de locatie in de Hartelhaven. Er moet onderzocht worden of ECT bereid is de Hartelhaven gezamenlijk te exploiteren met een coöperatie van terminals. Wanneer ECT hier toe bereid is, wordt aanbevolen om de huidige locatie te reserveren met de mogelijkheid het in de toekomst uit te breiden tot een oppervlakte van 90m bij 685m. In dit geval wordt aanbevolen dat ECT en APMT op Maasvlakte 1 zo spoedig mogelijk de Hartelhaven gezamenlijk gaan exploiteren. In een latere fase zullen ook de nieuwe terminals op Maasvlakte 2 zich dan bij deze coöperatie voegen. Wanneer ECT niet bereid is de Hartelhaven gezamenlijk te exploiteren wordt aanbevolen om ruimte te reserveren op Maasvlakte 2. In dit geval wordt een modern BSC aanbevolen. Dit BSC heeft weinig oppervlakte (4,5 ha.) en oeverfront nodig (150m) en kan daardoor op verschillende locaties ingepast worden. De locatie op de buiten contour heeft in dit geval de voorkeur. De exploitatie kan in deze situatie rond 2035 beginnen. Daarnaast wordt aanbevolen om bij de stuwadoors na te gaan of er interesse is om het BSC te exploiteren.

11.3 Aanbevelingen voor vervolg onderzoek

Hoewel het onderzoek antwoord geeft op de onderzoeksvragen gesteld in paragraaf 3.3, is er een aantal onderwerpen waar meer onderzoek naar gedaan kan worden. Deze onderwerpen zijn behandeld in dit onderzoek, maar om verschillende redenen niet verder uitgewerkt.

- Er kan onderzocht worden of er interesse is bij de stuwadoors, om in een coöperatie een BSC te exploiteren en onder welke voorwaarden.
- Er kan onderzocht worden of het rendabel wanneer de terminals op Maasvlakte 2 uitbreidingen uitstellen door in deze fase gebruik te maken van het BSC. Hierdoor kan bepaald worden of de nieuwe terminals eerder gebruik gaan maken van het BSC.
- Er kan meer onderzoek gedaan worden naar het verband tussen de kadebezetting aan de zeeterminal en het stuurcriterium, om op deze wijze meer inzicht te krijgen in de verwachte ladingstromen.
- Er kan meer onderzoek gedaan worden naar de mogelijkheden van een moderne terminal. En op deze wijze het ontwerp optimaliseren. Bijvoorbeeld 2 schepen naast elkaar in een insteekhaven.
- Er kan meer onderzoek gedaan worden naar de maximale kadebezetting bij het conventionele BSC. Dit om te bepalen of het conventionele BSC uitgevoerd kan worden met minder kadelenkte.

Literatuurlijst

1. Beemen, J.F. Van. *Container transferium globale kostenraming* Royal Haskoning, 2007.
2. Bruins, H. *CRT scenario's* HbR, 2009.
3. Froeling, D.W. *Container Transferium Rotterdam*, TU Delft, 2008.
4. GEM Consultants. *FAMAS Barge service Centre* GEM Consultants, 1999.
5. Groenveld, Ir. R. *Inland waterways*, TU Delft, 2006.
6. Groenveld, Ir. R. *Service Systems in Ports and Inland Waterways*, TU Delft, 2006.
7. Hellebrand, S. *Kenmerken en afmetingen, Bijlage bij Masterplan 4*, HbR, 2009.
8. Hellebrand, S. *Maasvlakte 1 en 2 samen klaar voor de Binnenvaart, Masterplan deelstudie* Royal Haskoning, 2004.
9. Hellebrand, S. *Maasvlakte 1 en 2 samen klaar voor de Binnenvaart, Volgens marktvraag Business Case 2* Royal Haskoning, 2005.
10. Helmer, J. *Programma Container Binnen Vaart 2009/2014* HbR, 2009.
11. Koeman, J.W. *Kosten ITT*, HbR, 2009.
12. Ligteringen, Prof.ir. H., *Ports and Terminals*, TU Delft, 2000.
13. NEA, *Onderzoek kosten per uur in de Binnenvaart* NEA, 2003.
14. Reijden, E. van der, *Update binnenvaartafhandeling MV2* Royal Haskoning, 2008.
15. Ridder, Prof. Dr. Ir. H.A.J.de. *Intergraal ontwerpen in de civiele techniek Ontwerpproject 2*, TU Delft, 2005.
16. Stegink, B.A. *Masterplan Binnenvaart service Center* TU Delft 2002.
17. TBA, HbR *Binnenvaart MV2, Resultaten simulatie* TBA, 2008.
18. Thoresen, C.A. *Port designer's handbook: recommendations and guidelines*, Thomas Telford publishing, 2006.
19. Vries, C.J. de, *Waardevol transport, De toekomst van het goederenvervoer en de binnenvaart in Europa* Bureau Voorlichting Binnenvaart, 2007.
20. Mondeling advies Havenbedrijf / expert judgement
21. Intern document HBR (vertrouwelijk)

Websites

- A. <http://www.bureauvoorlichtingbinnenvaart.nl>
- B. <http://www.cbrb.nl/>
- C. <http://www.maasvlakte2.com>
- D. <http://www.portofrotterdam.com>
- E. <http://informatie.binnenvaart.nl>
- F. <http://www.knvt.nl>
- G. <http://binnenvaart.web-log.nl>
- H. <http://www.phtimmer.eu>
- I. <http://www.houcon-group.com>
- J. www.bctn.nl
- K. www.gottwald.com
- L. www.vito-nederland.nl
- M. <http://ec.europa.eu>

Lijst van afkortingen

APMT	A.P. Moller Terminal
AGV	Automatic Guided Vehicle
ASC	Automated Stacking Crane
BuCa	Business Case
BSC	Binnenvaart Service Centrum
CUP	Container Uitwissel Punt
ECT	Europe Container Terminals
GPiP	Gros Productiviteit inclusief Pauzes
Gmph	Gross moves per hour
ITT	Inter Terminal Transport
MCA	Multi Criteria Analyse
MER	Milieu Effect Rapportage
MTS	Multi Trailer System
MV1	Maasvlakte 1
MV2	Maasvlakte 2
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NCW	Netto contante Waarde
OP	Operationele Productiviteit
PC	Port Call
RCB	Regionale Container Binnenvaartterminal
RGV	Rail Guided Vehicle
RWG	Rotterdam World Gateway
TBA	Technische Bestuurskundige Adviesgroep
TEU	Twenty feet Equivalent Unit
TP	Technische Productiviteit (kraan)
TRAFALQUAR	Traffic Analysis of Quay, Rail and Road
WSG	Wide Span Gantry

Lijst van figuren

Figuur Titelpagina Combi Terminal Twente [J].....	0
Figuur 2-1 Havengebied Rotterdam.....	11
Figuur 2-2 Maasvlakte 1 & 2	12
Figuur 4-1 Wachtplaatsen voor de binnenvaart	21
Figuur 5-1 Concept 1, de zeekade.....	23
Figuur 5-2 Concept 2, de binnenvaart/feederkade	24
Figuur 5-3 concept 3 de binnenvaartkade	25
Figuur 5-4 Concept 4, het BSC	26
Figuur 6-1 Schematische weergave simulatieproces	30
Figuur 6-2 Schematische weergave genereren binnenvaartschip	31
Figuur 6-3 Schematische weergave genereren binnenvaartschip voor concept 4, BSC	33
Figuur 6-4 NeoKemp [F].....	34
Figuur 6-5 Rijn-Herneschip [G].....	34
Figuur 6-6 Groot Rijnschip [G].....	34
Figuur 6-7 Koppelverband [H].....	34
Figuur 6-8 Verdeling Port Call voor zeeschepen en feeders.....	36
Figuur 6-9 Verdeling aantal geladen of geloste TEU	37
Figuur 6-10 aantal geladen/geloste TEU voor binnenvaartschepen per terminal	38
Figuur 7-1 Containerstromen (%) Bron: TBA, bewerking auteur	40
Figuur 7-2 Containerstromen (TEU) per gemodelleerde terminal Bron: TBA, bewerking auteur	41
Figuur 7-3 Concept zeekade wachttijd zeeschepen.....	43
Figuur 7-4 Concept feederkade wachttijd zeeschepen.....	43
Figuur 7-5 Concept binnenvaartkade wachttijd zeeschepen	44
Figuur 7-6 Concept BSC wachttijd zeeschepen.....	44
Figuur 7-7 Gemiddelde kadebezetting	45
Figuur 7-8 Concept zeekade wachttijden Feeders.....	46
Figuur 7-9 Concept feederkade wachttijden feeders.....	46
Figuur 7-10 Concept binnenvaartkade wachttijden feeders	47
Figuur 7-11 Concept BSC wachttijden feeders.....	47
Figuur 7-12 Concept zeekade wachttijden binnenvaart	48
Figuur 7-13 Concept feederkade wachttijden binnenvaart	49
Figuur 7-14 Concept binnenvaartkade wachttijden binnenvaart.....	49

Figuur 7-15 Concept BSC wachttijden binnenvaart (zeeterminal)	50
Figuur 7-16 Concept BSC wachttijden binnenvaart (BSC)	50
Figuur 8-1 Containerstromen (%) Bron: TBA	53
Figuur 9-1 Parallele kade met brugkraan [J].....	59
Figuur 9-2 Mobiele kraan.....	60
Figuur 9-3 Insteekhaven met portaalkraan [1]	60
Figuur 9-4 Locatie Hartelhaven	61
Figuur 9-5 Bovenaanzicht parallelle kade met brugkraan [3].....	62
Figuur 9-6 Zijaanzicht conventioneel BSC	64
Figuur 9-7 Lay-out conventionele terminal	66
Figuur 9-8 Insteekhaven met rijdende portaalkraan [3]	67
Figuur 9-9 Lay-out modern BSC	69
Figuur 9-10 Mogelijke locaties BSC.....	72

Lijst van tabellen

Tabel 6-1 Invoer per scheepstype [14].....	35
Tabel 6-2 Invoer per scheepstype [14].....	35
Tabel 6-3 Verdeling aantal hops per scheepstype [14, bewerking auteur].	37
Tabel 6-4 Definitie gmph [17]	39
Tabel 6-5 Kraancapaciteiten (gmph) [17]	39
Tabel 7-1 Aankomstverdeling feeders en zeeschepen voor 1 standaardterminal	41
Tabel 7-2 Aankomstverdeling Binnenvaartschepen voor MV 1& 2.....	41
Tabel 7-3 Afwijking van planning per scheepscategorie [17]	42
Tabel 7-4 Gemiddelde verblijftijden zeeschepen (uur).....	44
Tabel 7-5 Gemiddelde verblijftijden feeders (uur)	47
Tabel 7-6 Verblijftijden binnenvaart (uur).....	50
Tabel 7-7 Aantal hops per scheepstype.....	51
Tabel 7-8 Totalscore per concept (lager is efficiënter)	51
Tabel 8-1 Weekpatroon binnenvaart, geen BSC	54
Tabel 8-2 Weekpatroon zeeschepen per terminal, geen BSC	54
Tabel 8-3 Weekpatroon binnenvaart, BSC<25TEU	54
Tabel 8-4 Weekpatroon zeeschepen per terminal, BSC<25	54
Tabel 8-5 Scheepsverdeling aan BSC <25 TEU	55
Tabel 8-6 Gemiddeld aantal hops.....	55
Tabel 8-7 Weekpatroon binnenvaart BSC<50	56
Tabel 8-8 Weekpatroon zeeschepen per terminal, BSC<50	56
Tabel 8-9 Scheepsverdeling BSC < 50	57
Tabel 8-10 Gemiddeld aantal hops.....	57
Tabel 9-1 Omvang stack	63
Tabel 9-2 Kosten conventioneel BSC	66
Tabel 9-3 Kosten modern BSC	70

Appendices

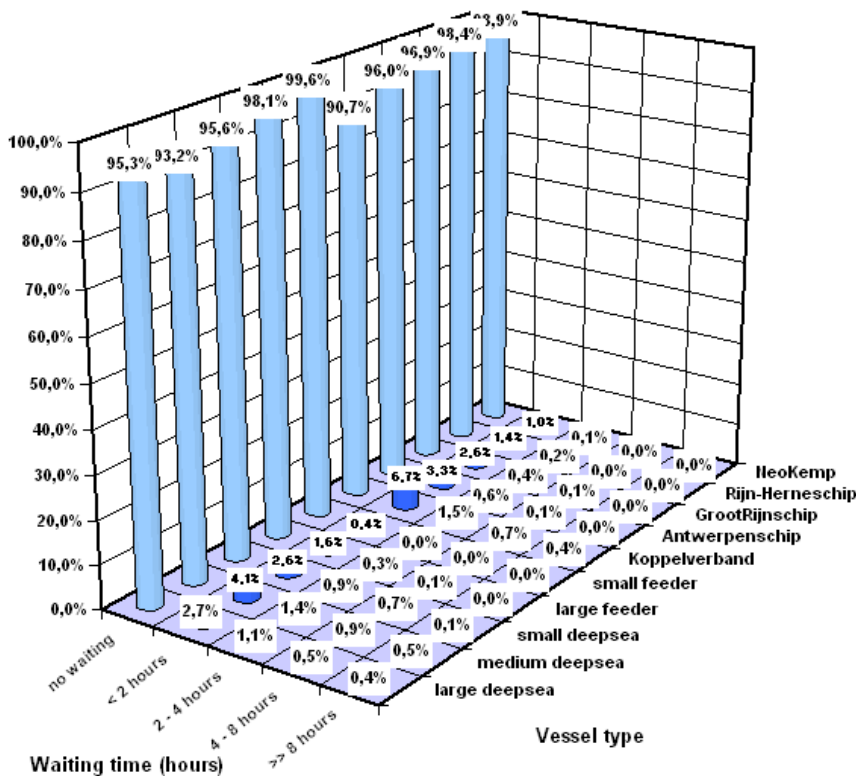
Appendix A Vergelijking scenario's.....	90
Appendix B Terminal Varianten.....	92
Appendix C Inter Terminal Transport.....	97
Appendix D Business case conventioneel BSC	101
Appendix E Business case moderne BSC	108

Appendix A Vergelijking scenario's

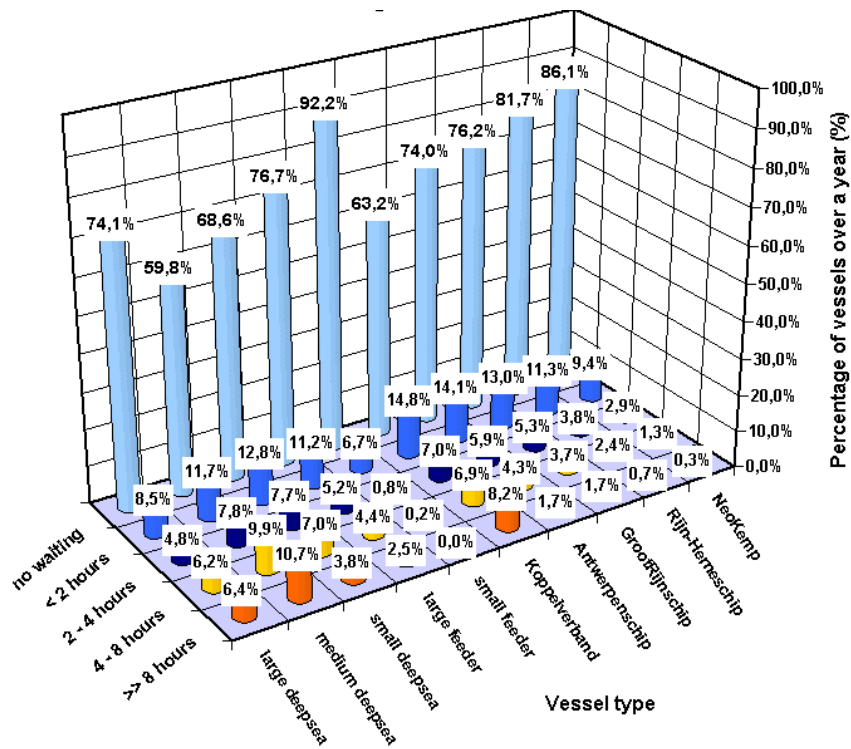
In hoofdstuk 7 en 8 zijn twee scenario's onderzocht. In hoofdstuk 7 is uitgegaan van een overslagvolume van 27.700 TEU per hectare. Dit is het overslagvolume waar in de business case voor Maasvlakte 2 mee gewerkt wordt. Bij dit volume ontstaan geen lange wachttijden voor de schepen. Bij dit volume is een BSC niet rendabel, omdat er voldoende capaciteit aan de terminals is. Daarom wordt er in hoofdstuk 8 uitgegaan van een groter volume. Hierbij wordt gekeken naar de maximale overslag voor de terminals. Er wordt hierbij van uitgegaan dat dit volume bereikt wordt wanneer de gemiddelde kadebezetting 65% is. De overslag is dan 27% hoger dan bij het eerste scenario. In Tabel A-1 zijn de scenario's naast elkaar gezet. En in Figuur A-1 en Figuur A-2 zijn de wachttijden voor beide scenario's weergegeven.

	Scenario ontwerp overslag	Scenario maximale overslag
Overslag per terminal per jaar (TEU)	4.432.000	5.569.200
Overslag per hectare per jaar (TEU)	27.700	35.700
Overslag per meter kadelenkte per jaar (TEU)	1.705	2.142
Gemiddelde kadebezetting	49%	65%

Tabel A-1 Vergelijking scenario's



Figuur A-1 Wachttijden scenario ontwerpoverslag



Figuur A-2 Wachtijden scenario maximale overslag

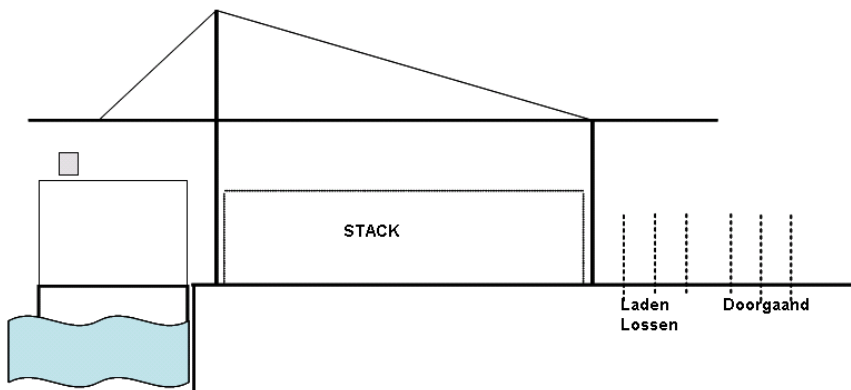
Appendix B Terminal Varianten

Een nadeel van de conventionele terminal is dat de kraan veel handelingen moet uitvoeren. Daardoor kan er geen hoge kadebezetting gehaald worden. In deze appendix worden een aantal mogelijke oplossingen voor dit probleem besproken. Vervolgens worden deze varianten bekeken en wordt een keuze gemaakt uit de verschillende varianten. En in B.3 worden ook een aantal mogelijkheden voor de moderne terminal bekeken.

B.1 Varianten parallelle kade

Conventionele terminal

De conventionele terminal is de terminal zoals besproken in paragraaf 9.1.1, de stack bevindt zich onder de kraan en de kraan laadt en lost zowel de schepen als het intern transport. Veel binnenvaart terminals zijn op deze wijze uitgevoerd. De kade kraan moet vrijwel elke container twee keer verplaatsen, eerst van het schip naar de stack en dan van de stack naar het ITT. Zoals eerder gesteld kan door het grote aantal handelingen dat de kranen moeten verrichten, maar een kadebezetting van 45% gehaald worden [20]. Het zijaanzicht van deze terminal is weergegeven in Figuur B-1.

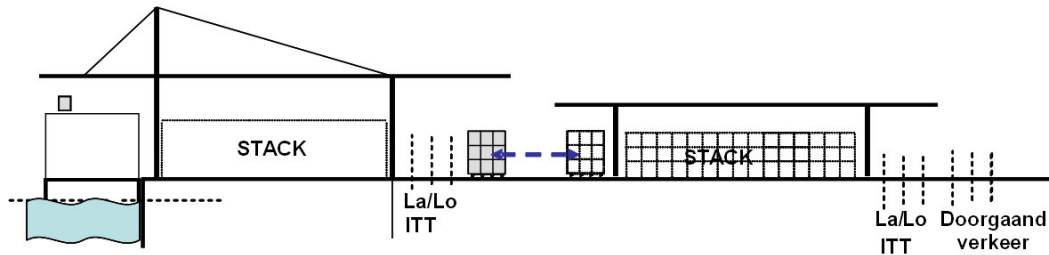


Figuur B-1 Conventionele terminal

Omdat aan het BSC alleen kleine call sizes afgehandeld worden, bestaat een groot deel van de kadebezetting uit aan en afmeertijd. In de aan en afmeertijd zou de kraan ook landzijdige moves kunnen doen. Het is daardoor mogelijk dat bij het BSC een hogere kadebezetting gehaald kan worden dan aangenomen wordt. Meer onderzoek hiernaar wordt aanbevolen.

Verrijdbare platforms

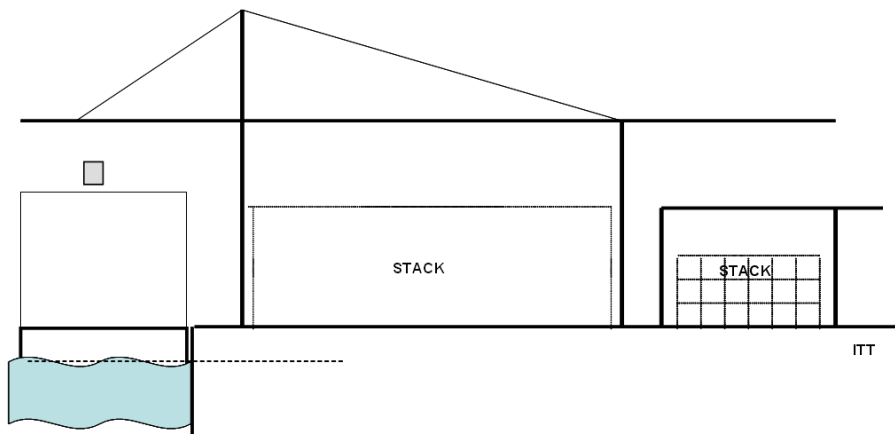
Bij deze variant rijden er platforms met containers tussen de WSG en een ASC. Bij deze variant kan een groot deel van de containers van het platform op het schip overgeslagen worden en andersom. Het verdelen en bundelen van de containers wordt dan gedaan door de ASC. De kadekraan behandelt een groot deel van de containers met 1 move. Een zijaanzicht van deze variant is te zien in Figuur B-2.



Figuur B-2 verrijdbare platforms

ASC onder backreach

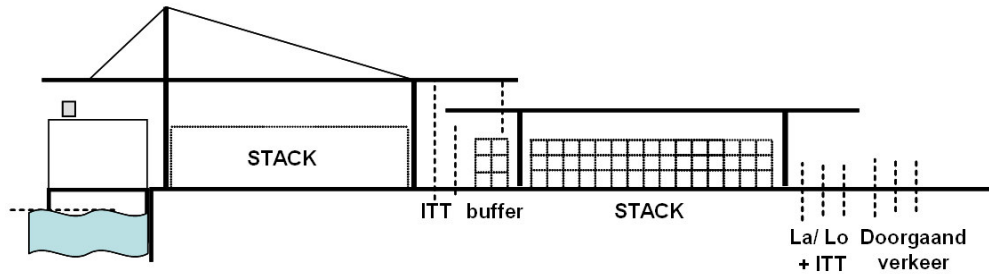
Bij deze variant staat er onder de backreach een ASC. De kade kraan kan alle containers in beide stacks bereiken. De ASC verzorgt de uitwisseling met het ITT, op deze wijze is er altijd een kraan beschikbaar voor de schepen en voor het ITT, aan beide zijden blijven de wachttijden beperkt. Ook hier kan de kadekraan een groot deel van de containers in 1 move afhandelen. Een zijaanzicht van deze variant is te zien in Figuur B-3.



Figuur B-3 ASC onder backreach

ASC parallel aan kade kraan, ITT er tussen

Bij deze variant staat er parallel aan de kadekraan een ASC. Tussen de kraan en de ASC is een buffer voor uitwisseling en kunnen MTSen geladen en gelost worden. De ASC verzorgt het grootste deel van de uitwisseling met het ITT. Ook hier kan de kadekraan een groot deel van de containers in 1 move afhandelen. Een zijaanzicht van deze variant is te zien in Figuur B-4.



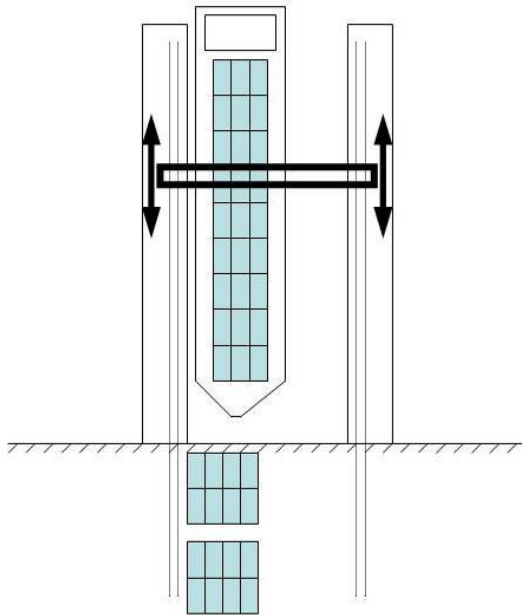
Figuur B-4 ASC onder backreach

B.2 Analyse

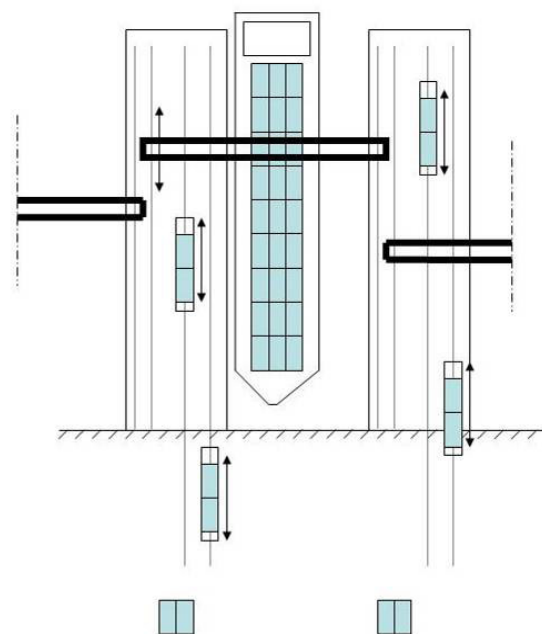
Het voordeel van de verschillende alternatieven is dat de kadekraan een groot deel van de containers, maar 1 keer oppakt. Een van de nadelen is dat alle alternatieven extra materieel vergen. Een ander nadeel is dat de alternatieven extra ruimte in beslag nemen. En deze ruimte is niet beschikbaar in de Hartelhaven. Daarom wordt hier voor gekozen voor het conventionele concept. Hierbij wordt verder gerekend met een maximale kadebezetting van 45%. Hoewel het mogelijk is dat een hogere bezetting gehaald kan worden.

B.3 Insteekhavens

Bijinsteekhavens zijn er twee mogelijkheden. De eerste optie is eeninsteekhaven met een portaalkraan die over de vingerpien rijdt. Bij deze variant bevindt de stack zich aan de kop van deinsteekhaven. De portaalkraan moet hier heen en weer rijden tussen de stack en het schip. Achter de stack kunnen AGV's opgesteld worden om direct geladen te worden. Bij de tweede optie rijden er RGV's over de vingerpien, in dit geval legt de kraan mindere afstanden af en kan het schip sneller geladen worden. De RGV's rijden heen en weer tussen de stack en het schip, de stack hoeft zich niet dicht bij de kade te bevinden. Beide opties zijn weergegeven in de afbeeldingen hieronder.



Figuur B-5 Insteekhaven met rijdende portaalkraan [3]



Figuur B-6 Insteekhaven met RGV's onder de kraan [3]

Zoals berekend in paragraaf 9.3.1 zijn voor de variant met de rijdende portaalkraan 5insteekhavens nodig. Voor de tweede variant is het aantal benodigdeinsteekhavens hieronder bepaald.

RGV's onder de kraan

Bij deze variant rijden de RGV's onder de kraan, hierdoor hoeft de kraan geen lange afstanden af te leggen. De afhandelsnelheid is hierdoor beduidend hoger. Deze kraan doet gemiddeld 40 gmph [4]. Het aantal benodigdeinsteekhavens is dan:

Call size: 20 TEU = 11,9 moves

Afhandeltijd: $11,9/40=0,3$ uur

Aan/afmeertijd: 0,5 uur

Kadebezetting (3 havens) 45% [18]

Kadebezetting (4 havens) 55% [18]

$0,8*21154/(365*24*0,45)=4,3$ insteekhavens

$0,8 * 21154 / (365 * 24 * 0,55) = 3,5$ insteekhavens

Bij deze variant zijn 4 insteekhavens nodig. Dit geeft een kadebezetting van 48%. Van de kraan rijden de RGV's naar de stack waar de containers door een automated stacking crane (ASC) in het stack worden geplaatst. Dezelfde ASC plaatst de containers later weer op AGV's om naar de terminal vervoerd te worden en visa versa.

Analyse RGV's onder de kraan

Wanneer de RGV's over de vingerpielen rijden kan het BSC met 1 insteekhaven minder uitgevoerd worden.

Voordelen	Nadelen
Minder insteekhavens nodig.	Hoge investeringskosten.
Hoge afhandelsnelheid.	Veel handelingen.
	Hoge exploitatiekosten.

Tabel B-1 Voor- en nadelen RGV's onder de kraan

De hoge afhandelsnelheid heeft weinig invloed op de verblijftijd, omdat het in het BSC alleen kleine calls afgehandeld worden. Daarom kan geconcludeerd worden dat dit een interessante variant is, maar dat het niet geschikt is voor het BSC, omdat het hoge kosten met zich mee brengt. Daarom is gekozen voor de insteekhavens met rijdende portaalkranen. Deze variant is verder uitgewerkt in paragraaf 9.3. De "ITT onder de kraan" variant zou interessant kunnen zijn wanneer AGV's over de vingerpielen rijden en wanneer ze geladen direct doorrijden naar de terminal. Maar dit vergt een erg complexe planning en een groot aantal AGV's. Deze variant is naar verwachting niet haalbaar, maar meer onderzoek naar deze variant wordt aanbevolen.

Brede insteekhavens

Omdat in het BSC alleen kleine call sizes afgehandeld worden, is de afhandeltijd vrijwel gelijk aan de aan en afmeertijd. Hierdoor staat de kraan een groot deel van de tijd stil. Wanneer tijdens het lossen van een schip een ander schip in de zelfde insteekhaven kan varen, hoeft de kraan niet meer op schepen te wachten. De kraan kan op deze manier efficiënter ingezet worden. Bijkomend voordeel is dat de insteekhaven dan ook geschikt is voor duwbakken en koppilverbanden, zonder dat deze eerst ontkoppeld moeten worden. Een nadeel van deze varianten is dat schepen bij het invaren zullen botsen. Bij de lage invaarsnelheden hoeft dit geen probleem te zijn, maar door de schokken zal de afhandeling van het schip verstoord worden. Deze variant wordt daarom niet verder uitgewerkt, maar meer onderzoek wordt aanbevolen.

Appendix C Inter Terminal Transport

Voor het transport tussen de terminals en het BSC kan gekozen worden voor verschillende transportsystemen. De verschillende transportsystemen worden beschreven in C.1. Hierbij worden de voor en nadelen uiteengezet. In C.2 worden de kosten uiteengezet voor de verschillende transportsystemen. En in C.3 worden de transportsystemen vergeleken en worden de conclusies gepresenteerd.

C.1 Transportsystemen

Een belangrijke component voor de exploitatie kosten van het BSC zijn de kosten voor het transport tussen het BSC en de terminals. Voor dit transport zijn een aantal mogelijkheden beschikbaar. De mogelijkheden zijn de truck, de 4-TEU truck, de trekker plus trailer, de MTS en de AGV. De verschillende transport systemen voor het ITT zijn hieronder beschreven.

De truck

Dit zijn de trucks die ook gebruikt worden voor het wegvervoer. Deze trucks kunnen 2 TEU vervoeren. Het voordeel van deze trucks is dat ze gebruik kunnen maken van de openbare weg en dat er geen interne baan nodig is.

Voordelen:	Nadelen:
Geen interne baan	Arbeidsintensief
Simpel en flexibel inzetbaar	

Tabel C-1 Voor- en nadelen truck

De 4-TEU truck

Omdat de trucks het haventerrein niet verlaten kunnen er ook 4-TEU truck gebruikt worden. Dit zijn trucks met 2 trailers waarmee 4 TEU vervoerd kan worden. Deze trucks zijn niet toegestaan op de openbare weg, maar binnen een besloten gebied kan er een ontheffing verkregen worden.

Voordelen:	Nadelen:
Geen interne baan	Maasvlakte moet ontheffing krijgen
Simpel en flexibel inzetbaar	

Tabel C-2 Voor- en nadelen 4-TEU truck

Terminaltrekker en trailer

Een terminaltrekker met trailer (chassis) is vergelijkbaar met een gewone truck, alleen maakt de terminal trekker gebruik van de interne baan. Deze combinatie is niet toegestaan op de openbare weg.

Voordelen:	Nadelen:
Simpel en flexibel inzetbaar	Interne baan nodig
	Arbeidsintensief

Tabel C-3 Voor- en nadelen terminaltrekker en trailer

Mult Trailer System

Een Multi Trailer System (MTS) is een combinatie van een terminal trekker (MTT) met een aantal trailers (chassis). Een MTS kan maximaal 14 TEU vervoeren. Maar in de meeste gevallen is de MTS uitgevoerd met 5 trailers (10 TEU). Een MTS met 5 trailers is 82,15 m lang en 2,44m breed [I]. Doordat de trailers meesturen, kan de MTS toch korte bochten maken.

Voordelen:	Nadelen:
Weinig arbeidsintensief	Interne baan nodig
Hoge doorvoercapaciteit	Minder flexibel inzetbaar

Tabel C-4 Voor- en nadelen MTS

Automated guided vehicle

Automated guided vehicles (AGV) volgen sensoren die aangebracht zijn in de weg. Ze worden van een afstand aangestuurd en zijn hierdoor niet arbeidsintensief. AGV's zijn sterk geautomatiseerd en daardoor gevoelig voor storingen. Daarnaast is er bij gebruik van AGV's veel slijtage aan de wegen omdat alle AGV's het zelfde spoor volgen. Een nieuwe ontwikkeling is de lift AGV, deze AGV kan de containers opliften en in een rek onder de kraan zetten en andersom. Hierdoor hoeven de AGV en de kraan/ASC niet op elkaar te wachten en kunnen zowel de AGV's als de kranen efficiënter werken. Een AGV is 14,8 meter lang en 3 meter breed [K].



Figuur C-1 Lift AGV [L]

Voordelen:	Nadelen:
Niet arbeidsintensief	Interne baan nodig
Hoge doorvoercapaciteit	Complex materieel
Flexibel inzetbaar	Veel onderhoud
	Complexe planning

Tabel C-5 Voor- en nadelen AGV

Het Schip

Een andere mogelijkheid is om de containers per schip te vervoeren. Deze mogelijkheid wordt hier buiten beschouwing gelaten. Want wanneer de containers per schip vervoerd worden, is er geen reden om het BSC op de Maasvlakte te vestigen. Het BSC zou in dit geval een RCB worden.

C.2 Kosten

De kosten voor de transportsystemen zijn opgebouwd uit verschillende componenten. De componenten zijn niet voor alle transportsystemen hetzelfde. In onderstaande tabel is voor de verschillende transportsystemen weergegeven welke componenten meegenomen worden.

	Truck	4-TEU	T&T	MTS	AGV
Vaste kosten	ja	ja	ja	ja	ja
Brandstof	ja	ja	ja	ja	ja
Personeel	ja	ja	ja	ja	nee
Wegenbelasting	ja	ja	nee	nee	nee
Bijdrage Interne Baan	nee	nee	ja	ja	ja
Laad move op terminal	ja	ja	ja	ja	ja

Tabel C-6 Componenten voor verschillende transportsystemen [11]

Voor de drie transportsystemen die gebruik maken van de interne baan, wordt een bijdrage aan de interne baan meegenomen in de kosten. De interne baan wordt niet alleen voor het BSC gebruikt, empty depots en distributiebedrijven maken ook gebruik van de interne baan. De kosten voor de interne baan, die meegenomen worden in de totale kosten voor het ITT zijn daarom afhankelijk van het totale aantal ritten per jaar over de interne baan. Daarom zijn de kosten voor het ITT in tabel B2 en tabel B3 afhankelijk van het aantal ritten per jaar over de interne baan. In tabel B2 zijn de kosten gepresenteerd voor het vervoer van 1 TEU wanneer er 1 BSC is in de Hartelhaven. In tabel B3 zijn de kosten voor het vervoer van 1 TEU gepresenteerd, wanneer er 2 BSC's zijn.

Systeem	MIn TEU/jaar				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Truck	28,38	28,38	28,38	28,38	28,38
4-TEU truck	18,78	18,78	18,78	18,78	18,78
Trekker&trailer	18,73	17,19	16,68	16,42	16,27
MTS	15,19	13,66	13,15	12,89	12,74
AGV	19,19	17,65	17,14	16,88	16,73

Tabel C-7 kosten per TEU voor 1 locatie in € [11]

Systeem	MIn TEU/jaar				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Truck	26,07	26,07	26,07	26,07	26,07
4-TEU truck	17,61	17,61	17,61	17,61	17,61
Trekker&trailer	16,84	15,30	14,79	14,54	14,38
MTS	13,97	12,44	11,93	11,67	11,52
AGV	16,47	14,94	14,42	14,17	14,02

Tabel C-8 kosten per TEU voor 2 locaties in € [11]

C.3 Analyse

Zoals te zien in beide tabellen in paragraaf C.2, zijn de kosten het laagst voor de MTS. In deze bedragen is zoals eerder genoemd een bijdrage aan de interne baan meegenomen. Wanneer er weinig gebruik wordt gemaakt van de interne baan is vervoer per 4-TEU truck goedkoper. Vanaf 412.000 TEU/jaar is vervoer per MTS goedkoper dan per 4-TEU truck [11]. Naar verwachting zal de aanleg van de interne baan uitgesteld worden totdat dit punt bereikt is. Tot die tijd vindt het ITT waarschijnlijk plaats per 4-TEU truck. Het conventionele BSC wordt ontworpen voor MTSen, maar zal ook geschikt zijn voor 4-TEU trucks. Uit de bovenstaande analyse volgt dat transport per AGV duurder is dan per MTS. Toch is ervoor gekozen om het moderne BSC te ontwerpen voor gebruik van AGV's, omdat op deze wijze de verschillende mogelijkheden worden weergegeven. Naar verwachting zal op de terminals ook veel gebruik worden gemaakt van lift AGV's, in dit geval biedt de AGV meer voordelen, omdat de terminals al ingericht zijn voor lift AGV's en de lift AGV's ook flexibel ingezet kunnen worden.

Wanneer het BSC vol in bedrijf is en jaarlijks de ontwerpoverslag wordt overgeslagen zijn de empty depots en distributiebedrijven ook vol in bedrijf. Naar verwachting wordt er dan 1,5 miljoen TEU/jaar over de interne baan vervoerd.

Appendix D Business case conventioneel BSC

D.1 Investerings op locatie Hartelhaven

In deze paragraaf worden de kosten geraamd voor het conventionele BSC, hierbij wordt rekening gehouden met de aanwezige voorzieningen op de locatie. De kengetallen zijn gebaseerd op de kosten raming voor het container transferium [1] en de kostenraming voor het intertransport [11] en navraag bij bedrijven [20].

Hoofdelementen Subelementen	Eenheid	Berekening	Hoeveelheid	Prijs per eenheid (€)	Subtotaal (€)
Civiel nat					
Baggerwerken	m ³		-	-	-
Kaden	m	55+65+90	210	7.140	1.499.400
Diversen	m	2*2*550	2200	20	44.000
					1.543.400
Civiel droog					
Grondwerken	m ²	(55+65)*90	10800	6	64.800
Verharding	m ²	(55+65)*90	10800	90	972.000
Belijning/verkeersgeleiding	Post		1	600.000	600.000
Omheiningen	m	65+555+65+90	775	75	58.125
Regenwaterafvoer	m ²	(55+65)*90	10800	6	64.800
Vuilwater riolering	Post		1	400.000	400.000
Mantelbuizen trekputten	Post		1	700.000	700.000
Kraanbanen	m	2*55	110	300	33.000
					2.892.725
Installaties					
Elektrisch distributie systeem	Post		1	2.075.000	2.075.000
Terreinverlichting	Post		1	300.000	300.000
Data netwerk	Post		1	370.000	370.000
Beveiliging/ toegangscontrole systeem	Post		1	95.000	95.000
Brandbestrijdingssysteem	m ²	(65+555+65)*90	61650	5	308.250
Brandstoftank + pomp	st.		1	250.000	250.000
Automatiseringssysteem	Post		1	430.000	430.000
					3.828.250

Hoofdelementen Subelementen	Eenheid	Berekening	Hoeveelheid	Prijs per eenheid (€)	Subtotaal (€)
Gebouwen en constructies					
Kantoor, beveiligingsloge, onderhoudswerkplaats	m2	2*300	600	2.000	1.200.000
Inkoop- en verdeelstation	m2	300	300	2.500	750.000
Lichtmast fundatie	st.		5	7.500	37.500
Onbemande inspectiesluis	st.		1	25.000	25.000
					2.012.500
Werktuigen					
Kadekranen	st.		6	3.000.000	18.000.000
MTT's	st.		6	250.000	1.500.000
Chassis	st.		45	40.000	1.800.000
Reach stacker	st.		1	350.000	350.000
Service wagen	st.		1	4.000	4.000
Spreader wissel chasis	st.		1	15.000	15.000
Overmaatse container	st.		1	15.000	15.000
					21.684.000
Totaal			31.960.875		

Tabel D-1 Kostenraming conventioneel BSC op locatie Hartelhaven

Directe kosten			€31.960.000
	Object onvoorzien	10%	€3.196.000
	Nader te detailleren	10%	€3.196.000
	Aannemersopslagen	12%	€3.835.000
Bouwkosten			€42.200.000

Tabel D-2 Bouwkosten conventioneel BSC op locatie Hartelhaven

D.2 Investerings conventioneel BSC

In deze paragraaf worden de kosten geraamd voor het conventionele BSC, voor de situatie wanneer niets aanwezig is op de locatie. Deze kosten worden gebruikt om de kosten voor reparatie, onderhoud en vervanging te bepalen. De kengetallen zijn gebaseerd op de kosten raming voor het container transferium [1] en de kostenraming voor het interntransport [11] en navraag bij bedrijven [20].

Hoofdelementen Subelementen	Eenheid	Berekening	Hoeveelheid	Prijs per eenheid (€)	Subtotaal (€)
Civiel nat					
Baggerwerken	m3		-	-	-
Kaden	m	555+65+90	710	7.140	5.069.400
Diversen	m	2*2*550	2200	20	44.000
					5.113.400
Civiel droog					
Grondwerken	m2	(65+555+65)*90	61650	6	369.900
Verharding	m2	(65+555+65)*90	61650	90	5.548.500
Belijning/verkeersgeleiding	Post		1	600.000	600.000
Omheiningen	m	65+555+65+90	775	75	58.125
Regenwaterafvoer	m2	(65+555+65)*90	61650	6	369.900
Vuilwater riolering	Post		1	400.000	400.000
Mantelbuizen trekputten	Post		1	700.000	700.000
Kraanbanen	m	2*555	1110	300	333.000
					8.379.425
Installaties					
Elektrisch distributie systeem	Post		1	2.075.000	2.075.000
Terreinverlichting	Post		1	300.000	300.000
Data netwerk	Post		1	370.000	370.000
Beveiliging/ toegangscontrole systeem	Post		1	95.000	95.000
Brandbestrijdingssysteem	m2	(65+555+65)*90	61650	5	308.250
Brandstoftank + pomp	st.		1	250.000	250.000
Automatiseringssysteem	Post		1	430.000	430.000
					3.828.250

Hoofdelementen Subelementen	Eenheid	Berekening	Hoeveelheid	Prijs per eenheid (€)	Subtotaal (€)
Gebouwen en constructies					
Kantoor, beveiligingsloge, onderhoudswerkplaats	m2	2*300	600	2.000	1.200.000
Inkoop- en verdeelstation	m2	300	300	2.500	750.000
Lichtmast fundatie	st.		5	7.500	37.500
Onbemande inspectiesluis	st.		1	25.000	25.000
					2.012.500
Werktuigen					
Kadekranen	st.		6	3.000.000	18.000.000
MTT's	st.		6	250.000	1.500.000
Chassis	st.		45	40.000	1.800.000
Reach stacker	st.		1	350.000	350.000
Service wagen	st.		1	4.000	4.000
Spreader wissel chasis	st.		1	15.000	15.000
Overmaatse container	st.		1	15.000	15.000
					21.684.000
Totaal			41.017.575		

Tabel D-3 Kostenraming conventioneel BSC algemeen

D.3 Personeelskosten

Een belangrijk deel van de exploitatie kosten zijn de kosten voor arbeid. Een aantal taken moet 24 uur per dag en 7 dagen per week uitgevoerd worden. Bijvoorbeeld de beveiliging. Hiervoor zijn 5 mensen nodig. Dit is uitgewerkt in de berekening hieronder.

Benodigde shifts:

Dagen:	365
Shifts/dag	3
Shifts/jaar	$3 \cdot 365 = 1095$

Aantal shifts per persoon:

Weken/jaar (excl. vakantie)	46
Factor voor ziekte, afwezigheid, training:	5%
Beschikbaar aantal weken:	43,7
Shifts per week:	5
Shifts per jaar:	218,5
Benodigd aantal personen:	$1095 / 218,5 = 5$

Een deel van de personeelskosten is afhankelijk van het aantal TEU dat wordt overgeslagen. De personeelskosten zijn daarom verdeeld in vast personeelskosten en variabele personeelskosten.

Variabele personeelskosten

In de eerste jaren van de exploitatie zal niet de ontwerpoverslag gehaald worden. In deze jaren zijn minder kraan machinisten en tractor bestuurders nodig. In Tabel D-4 zijn de variabele personeelskosten weergegeven voor de situatie dat de ontwerpoverslag gehaald wordt. In de beginjaren zijn de personeelskosten een percentage van deze kosten. Wanneer de ontwerpoverslag gehaald wordt is de kraan 22,5% van de tijd bezig met waterzijdige overslag en 22,5% van de tijd met landzijdige overslag. Hier komt nog 5% bij voor housekeeping. De kraanbezetting is dan 50%. Met 6 kranen zijn er 21 machinisten nodig ($50\% \cdot 6 \cdot 5 = 15$). Gemiddeld zijn er 3 MTT's nodig, hieruit volgt dat er ook 15 tractor bestuurders nodig zijn ($3 \cdot 5 = 15$). Verder moet er continu iemand aanwezig zijn voor het besturen van de reach stacker en de service wagen. Deze bestuurder kan bij pieken ook bijspringen bij de MTT's.

De kengetallen uit de tabel zijn gebaseerd op een intern document [21].

Functie	Aantal	Jaarsalaris (€)	Belasting e.d.	Jaarsalaris (€)	Kosten (€)
Kraan machinist	15	50.000	1,35	67.500	1.012.500
Tractor bestuurder	15	45.000	1,35	60.750	911.250
Reach stacker / service wagen bestuurder	5	45.000	1,35	60.750	303.750
Totaal					2.227.500
Personeelskosten per TEU					4,71

Tabel D-4 Variabele personeelskosten

Vaste personeelskosten

In Tabel D-5 zijn de personeelskosten weergegeven die onafhankelijk zijn van het aantal TEU dat wordt overgeslagen. De personeelsaantallen in de tabel zijn het minimaal benodigde aantal mensen om het BSC te exploiteren. In de aanloopfase wanneer nog niet de ontwerpoverslag wordt overgeslagen, zijn toch deze aantallen nodig. En wanneer de ontwerpoverslag is bereikt zijn deze aantallen nog steeds voldoende. De kengetallen uit de tabel zijn gebaseerd op een intern document [21].

Functie	Aantal	Jaarsalaris (€)	Belasting e.d.	Jaarsalaris (€)	Kosten (€)
General Manager	1	110.000	1,35	148.500	148.500
Secretaresse	1	32.000	1,35	43.200	43.200
P & O manager	2	45.000	1,35	60.750	121.500
Accountant	2	45.000	1,35	60.750	121.500
Operationeel manager	1	100.000	1,35	135.000	135.000
Planner	5	45.000	1,35	60.750	303.750
Technisch manager	1	100.000	1,35	135.000	135.000
Mecaniciën	5	45.000	1,35	60.750	303.750
Elektricien	5	45.000	1,35	60.750	303.750
Gate in/out	10	40.000	1,35	54.000	540.000
Beveiliging	5	40.000	1,35	54.000	270.000
					2.425.950

Tabel D-5 Vaste personeelskosten

D.4 Overige variabele kosten

Intern transport

De kosten voor het intern transport zijn uitgewerkt in Appendix C. Vervoer per MTS kost €13,15 per TEU. Dit is inclusief de move op de zeeterminal.

Brandstof MTSen op het BSC

Het brandstofverbruik van een MTS kost €0,42 per km [11]. Hieruit volgt de brandstof per TEU €0,05 kost.

Energie kranen

Een move kost 25 kWh en een kWh kost €0,08. met een TEU factor van 1,7 wordt dit €1,18 per TEU [21].

Verzekering

Verzekering kost €1,00 per move. Met een TEU factor van 1,7 wordt dit €0,59 per TEU [21].

D.5 Overige vaste kosten

Huur

De huur is €15,00 per vierkante meter. De oppervlakte van de terminal is 61.650m². De huurprijs per jaar wordt dan €924.750,--.

Energie

Behalve energie voor de kranen zijn er ook vaste kosten voor de energie voor verlichting, kantoor en werkplaats. Dit is 10% van het verbruik van de kranen bij ontwerpoverslag [21]. Hieruit volgt dat de vaste kosten voor energie €55.652,-- per jaar zijn.

Onderhoud en reparatie

De kosten voor onderhoud en reparatie zijn weergegeven in Tabel D-6. Deze kosten zijn weergegeven als percentage van de investeringskosten. De percentages voor het onderhoud aan kranen en overige werktuigen is laag, omdat dit door eigen personeel wordt uitgevoerd. Het percentage voor onderhoud voor installaties is hoog, door de onderhoudscontracten voor de installaties.

Hoofdelement	Kosten (€)	onderhoud (%)	Onderhoud (€)
Civiel nat	6.749.688	2,0%	134.994
Civiel droog	11.060.841	2,0%	221.217
Installaties	5.053.290	15,0%	757.993
Gebouwen en constructies	2.656.500	3,0%	79.695
Kranen	23.760.000	1,5%	356.400
Overige werktuigen	4.862.880	8,0%	389.030
Totaal	54.143.200		1.939.329

Tabel D-6 Kosten onderhoud en reparatie [21]

D.6 Afschrijving

In de berekening van de kosten is de afschrijving gespecificeerd per hoofdelement. In Tabel D-7 is per hoofdelement de levensduur in jaren gegeven [21]. In deze tabel is te zien dat de levensduur van bijvoorbeeld een kraan 20 jaar is, na 20 jaar worden de kranen vervangen.

Hoofdelement	Jaren
Civiel nat	40
Civiel droog	30
Installaties	20
Gebouwen en constructies	30
Kranen	20
Overige werktuigen	8

Tabel D-7 Afschrijving in jaren

Appendix E Business case moderne BSC

E.1 investeringskosten

In deze appendix worden de kosten geraamd voor het moderne BSC. De kengetallen zijn gebaseerd op de kostenraming voor het container transferium [1] en navraag bij bedrijven [20].

Hoofdelementen Subelementen	Eenheid	Berekening	Hoeveelheid	Prijs per eenheid (€)	Subtotaal (€)
Civiel nat					
Baggerwerken	m3		-	-	-
Kaden (ondiep)	m	140+2*75	290	7.140	2.070.600
Kaden (diep)	m	2*70+2*5	150	9.280	1.392.000
Vingerpielen	m	4*145	580	12.600	7.308.000
Diversen	m	2*5*2*250	5000	20	100.000
					10.870.600
Civiel droog					
Grondwerken	m2	150*155	23250	6	139.500
Verharding	m2	150*155	23250	90	2.092.500
Belijning/verkeersgeleiding	Post		1	600.000	600.000
Omheiningen	m	150+2*300	750	75	56.250
Regenwaterafvoer	m2	150*155	23250	6	139.500
Vuilwater riolering	Post		1	400.000	400.000
Mantelbuizen trekputten	Post		1	700.000	700.000
Kraanbanen	m	20*250	5000	300	1.500.000
					5.627.750

Hoofdelementen Subelementen	Eenheid	Berekening	Hoeveelheid	Prijs per eenheid (€)	Subtotaal (€)
Installaties					
Elektrisch distributie systeem	Post		1	2.075.000	2.075.000
AGV geleiding	m2	150*155	23250	6	139.500
Terreinverlichting	Post		4	75.000	300.000
Data netwerk	Post		1	370.000	370.000
Beveiliging/ toegangscontrole systeem	Post		1	95.000	95.000
Brandbestrijdingssysteem	m2	150*300	45000	5	225.000
Brandstoftank + pomp	st.		1	250.000	250.000
Automatiseringssysteem	Post		1	430.000	430.000
					3.884.500
Gebouwen en constructies					
Kantoor, beveiligingsloge, onderhoudswerkplaats	m2	2*300	600	2.000	1.200.000
Inkoop- en verdeelstation	m2	300	300	2.500	750.000
Lichtmast fundatie	st.		4	7.500	30.000
Onbemande inspectiesluis	st.		1	25.000	25.000
					2.005.000
Werktuigen					
Kadekranen	st.		5	1.420.000	7.100.000
ASC's	st.		5	1.270.000	6.350.000
Reach stacker	st.		1	350.000	350.000
Service wagen	st.		1	4.000	4.000
Spreader wissel chasis	st.		1	15.000	15.000
Overmaatse container	st.		1	15.000	15.000
AGV bokken	st.	5*4	20	24.000	480.000
					14.314.000
Totaal			36.701.850		

Tabel E-1 kostenraming modern BSC

Directe kosten			€36.700.000
	Object onvoorzien	10%	€3.670.000
	Nader te detailleren	10%	€3.670.000
	Aannemersopslagen	12%	€4.404.000
Bouwkosten			€48.400.000

Tabel E-2 Bouwkosten modern BSC

E.2 Personeelskosten

Vaste personeelskosten

In Tabel D-5 zijn de personeelskosten weergegeven die onafhankelijk zijn van het aantal TEU dat wordt overgeslagen. De personeelsaantallen zijn vrijwel gelijk aan de aantallen bij de conventionele terminal, er zijn alleen twee extra ITers nodig. Er wordt vanuit gegaan dat de ITers in geval van calamiteiten altijd op te roepen zijn.

De kengetallen uit de tabel zijn gebaseerd op een intern document [21].

Functie	Aantal	Jaarsalaris (€)	Belasting e.d.	Jaarsalaris (€)	Kosten (€)
General Manager	1	110.000	1,35	148.500	148.500
Secretaresse	1	32.000	1,35	43.200	43.200
P & O manager	2	45.000	1,35	60.750	121.500
Accountant	2	45.000	1,35	60.750	121.500
Operationeel manager	1	100.000	1,35	135.000	135.000
Planner	5	45.000	1,35	60.750	303.750
Technisch manager	1	100.000	1,35	135.000	135.000
Mecaniciën	5	45.000	1,35	60.750	303.750
Elektriciën	5	45.000	1,35	60.750	303.750
ITer	2	45.000	1,35	60.750	121.500
Gate in/out	5	40.000	1,35	54.000	270.000
Beveiliging	5	40.000	1,35	54.000	270.000
					2.277.450

Tabel E-3 Vaste personeelskosten

Variabele personeelkosten

In de eerste jaren van de exploitatie zal niet de ontwerpoverslag gehaald worden. In deze jaren zijn minder kraan machinisten en tractor bestuurders nodig. In Tabel D-4 zijn de variabele personeelkosten weergegeven voor de situatie dat de ontwerpoverslag gehaald wordt. In de beginjaren zijn de personeelskosten een percentage van deze kosten. Het aantal kraanmachinisten is gelijk aan het aantal bij de conventionele terminal. Bij de moderne terminal zijn geen tractor bestuurders nodig, doordat er AGV's gebruikt worden.

De kengetallen uit de tabel zijn gebaseerd op een intern document [21].

Functie	Aantal	Jaarsalaris (€)	Belasting e.d.	Jaarsalaris (€)	Kosten (€)
Kraan machinist	15	50.000	1,35	67.500	1.012.500
Tractor bestuurder	0	45.000	1,35	60.750	0
Reach stacker / service wagen bestuurder	5	45.000	1,35	60.750	303.750
Totaal	26				1.316.250
Personeelskosten per TEU					2,75

Tabel E-4 Variabele personeelskosten

E.3 Overige variabele kosten

Intern transport

De kosten voor het intern transport zijn uitgewerkt in Appendix C. Vervoer per AGV kost €17,14 per TEU. Deze kosten zijn inclusief de move op de zeeterminal.

Energie kranen

Een move kost 25 kWh en een kWh kost €0,08. met een TEU factor van 1,7 wordt dit €1,18 per TEU [21].

Verzekering

Verzekering kost €1,00 per move. Met een TEU factor van 1,7 wordt dit €0,59 per TEU [21].

E.4 Overige vaste kosten

Huur

De huur is €15,00 per vierkante meter. De oppervlakte van de terminal is 45.000m². De huurprijs per jaar wordt dan €675.000,--.

Energie

Behalve energie voor de kranen zijn er ook vaste kosten voor de energie voor verlichting, kantoor en werkplaats. Dit is 10% van het verbruik van de kranen bij ontwerpoverslag [21]. Hieruit volgt dat de vaste kosten voor energie €56.214,-- per jaar zijn.

Onderhoud en reparatie

De kosten voor onderhoud en reparatie zijn weergegeven in Tabel E-5. Deze kosten zijn weergegeven als percentage van de investeringskosten. De percentages voor het onderhoud aan kranen en overige werktuigen is laag, omdat dit door eigen personeel wordt uitgevoerd. Het percentage voor installaties is hoog, door de onderhoudscontracten voor de installaties.

hoofdelement	Kosten (€)	onderhoud (%)	Onderhoud (€)
Civiel nat	13.925.472	2,0%	278.509
Civiel droog	7.428.630	2,0%	148.573
Installaties	5.127.540	15,0%	769.131
Gebouwen en constructies	2.646.600	3,0%	79.398
Kranen	17.754.000	1,5%	266.310
Overige werktuigen	1.140.480	8,0%	91.238
Totaal	48.022.722		1.633.159

Tabel E-5 Kosten onderhoud en reparatie [21]

E.5 Afschrijving

In de berekening van de kosten is de afschrijving gespecificeerd per hoofdelement. In Tabel E-6 is per hoofdelement de levensduur in jaren gegeven [21].

Hoofdelement	Jaren
Civiel nat	40
Civiel droog	30
Installaties	20
Gebouwen en constructies	30
Kranen	20
Overige werktuigen	8

Tabel E-6 Afschrijving in jaren