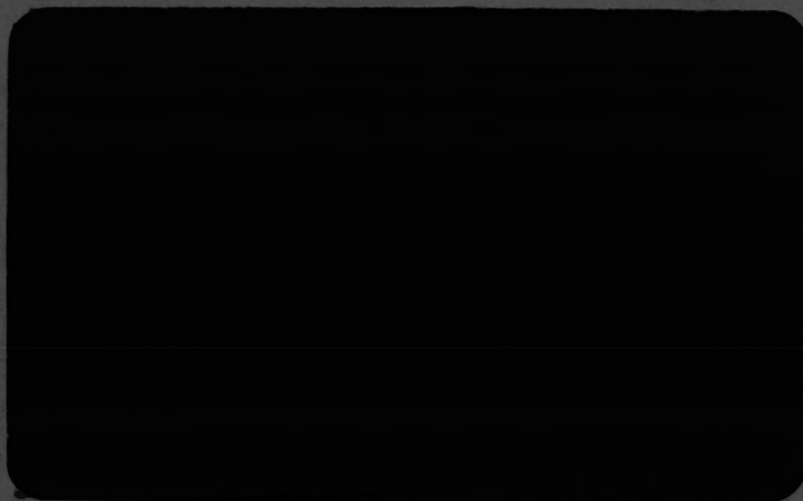


Z 199 c



TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
AFDELING DER CIVIELE TECHNIEK
VAKGROEP WATERBOUWKUNDE

DE UITBREIDING VAN DE HAVEN TAICHUNG
TOT DIEPE ZEEHAVEN

Delft, juni 1985

B.R. Roosendaal

korte inhoud

Dit rapport is het resultaat van een onderzoek, verricht aan de T.H. Delft (afdeling Civiele Techniek) in het kader van afstudeerwerk, naar de haalbaarheid van de aanleg van een diepe zeehaven op Taiwan.

In deze studie is gesteld dat Taiwan behoefte heeft aan een diepe zeehaven, daar zijn een aantal argumenten voor aangedragen.

Vervolgens is de meest wenselijke locatie voor een dergelijke haven bepaald, dit bleek de haven Taichung te wezen. Via goederenprognoses en capaciteitsbepalingen zijn de vereiste afmetingen berekend.

Verschillende ontwerpen ten aanzien van de haventoeegang en de havenindeling zijn opgesteld en getoetst aan van belang zijnde criteria, waarna een keuze is gemaakt. De gekozen havendam-aanpassing is in de kustwaterbouwkundige deelstudie nader uitgewerkt.

Uit de economische deelstudie is gebleken dat een uitbreiding van de haven Taichung tot diepe zeehaven economisch te rechtvaardigen is, en in de nabije toekomst tot belangrijke besparingen kan leiden.

Dit afstudeerwerk is tot stand gekomen bij de vakgroep Verkeerswaterbouwkunde, onder verantwoordelijkheid van prof. ir. H. Velsink.

Voor de begeleiding dank ik:
prof. ir. H. Velsink

INHOUDSOPGAVE

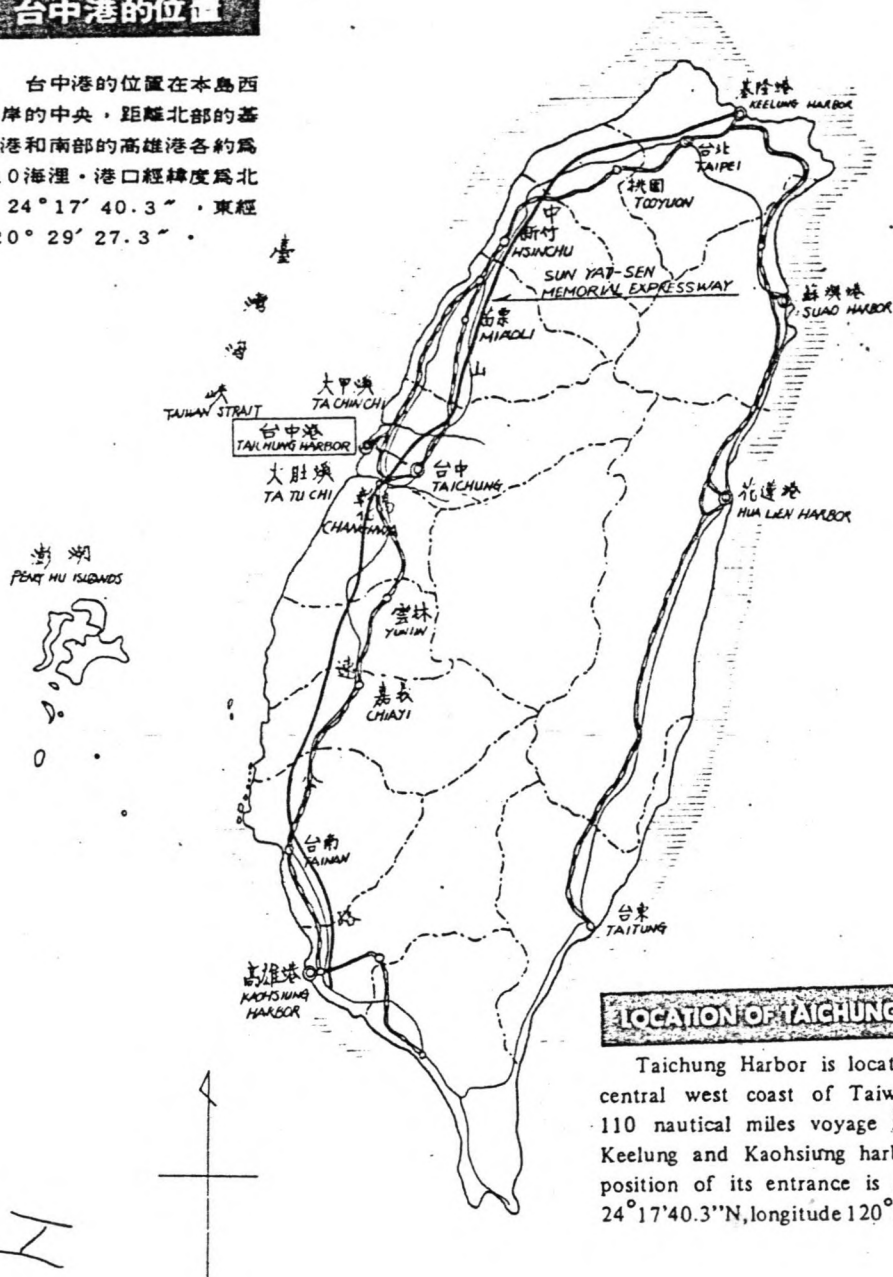
	bldz.
1. <u>Inleiding</u>	1
2. <u>Probleemstelling</u>	6
3. <u>Doel onderzoek</u>	9
4. <u>Waarom een diepzeehaven</u>	10
5. <u>De kuststroken van Taiwan</u>	13
6. <u>De vijf internationale havens</u>	
6.1 Keelung	17
6.2 Taichung	20
6.3 Kaohsiung	22
6.4 Hualien	26
6.5 Suao	28
6.6 Keuze diepzeehaven locatie	30
7. <u>Historische ontwikkeling Taichung</u>	35
8. <u>Taichung</u>	37
9. <u>Gewenste capaciteit diepzeehaven Taichung</u>	60
10. <u>Bepaling capaciteit huidige haven</u>	65
11. <u>Uitbreiding</u>	78
12. <u>Economische optimalisatie aantal ligplaatsen kolenterminal</u>	87
13. <u>Indeling diepzeehaven</u>	99

INHOUDSOPGAVE

bldz.

14.	<u>Natte oppervlak</u>	
14.1	Aanloopgeul	113
14.2	Concrete bepaling aanloopgeul	127
14.3	Binnenhaven	143
15.	<u>Droge oppervlak</u>	147
16.	<u>Afweging alternatieve havenontwerpen</u>	157
	Literatuuropgave	164
	Annex 1	kostenraming havendammen
	Annex 2	kostenraming toegangsgeul
	Annex 3	kostenraming oeverbescherming
	Annex 4	kostenraming alternatieve havenindelingen
	Annex 5	simulatie graanterminal

台中港的位置在本島西海岸的中央，距離北部的基隆港和南部的高雄港各約為110海浬。港口經緯度為北緯 $24^{\circ}17'40.3''$ ，東經 $120^{\circ}29'27.3''$ 。



Taichung Harbor is located on the central west coast of Taiwan, about 110 nautical miles voyage from both Keelung and Kaohsiung harbors. The position of its entrance is at latitude $24^{\circ}17'40.3''\text{N}$, longitude $120^{\circ}29'27.3''\text{E}$.

TAIWAN.

Hoofdstuk I

INLEIDING

Het eiland Taiwan waar de volksrepubliek China op gevestigd is, ligt in de Grote Oceaan en wordt door de 200 km brede Straat van Formosa gescheiden van het Chinese vasteland.

Eilandengroepen in de omgeving zijn Japan en de Filipijnen.

De afmetingen en bevolkingsdichtheid zijn enigszins te vergelijken met Nederland dat een oppervlakte van 40 844 km² en een inwonersaantal van ca 14 miljoen kent tegen Taiwan 36 181 km² en 16.5 miljoen.

Van grote invloed voor het eiland is de bergrug die over vrijwel de gehele lengte van Noord naar Zuid loopt en het eiland als het ware in twee delen splitst. Deze bergrug bemoeilijkt het transport over het eiland. Snelwegen en spoorwegen volgen dan ook over het algemeen de kust.

De vlakke delen van het eiland zijn zeer dicht bevolkt.

Het eiland Taiwan maakte deel uit van het Chinese keizerrijk tot het in 1895 na de Chinees-Japanse oorlog aan Japan werd afgestaan.

De Japanse autoriteiten beschouwden Taiwan als een modelkolonie waar zij aan de wereld konden bewijzen dat Japan even goed of nog beter dan de westerse mogendheden de zegeningen van de moderne cultuur en techniek over de achtergebleven gebieden kon uitstorten.

In de vijftig jaar van hardvochtig doch efficient Japans bestuur werd de grondslag gelegd voor de latere economische groei van het eiland.

Na de overgave van Japan kwamen in 1945 duizenden Chinese soldaten en ambtenaren met Amerikaanse schepen uit het vasteland op Taiwan aan om het bestuur van het eiland over te nemen van de Japanners. In 1949 volgde Chang Kai-Shek zelf vergezeld van zo'n anderhalf miljoen aanhangers. Zijn positie op het vaste land van China was door de oprukkende communistische legers onhoudbaar geworden.

Om verovering door de communisten te verhinderen zond president Truman in 1950 bij het uitbreken van de Koreaanse oorlog de Amerikaanse Zevende vloot naar de Straat van Formosa. Met behulp van omvangrijke economische en militaire steun van de V.S. in de jaren '50 werd de "Republiek China" op de been gehouden.

Zij is echter niet alleen blijven bestaan, de "Republiek China" heeft zich ontwikkeld tot een staat met een hoog welvaartsniveau.

De economische groei gedurende de afgelopen dertig jaar is aanzienlijk.

Het reële B.N.P. steeg jaarlijks met 8.2% in de jaren '50, 9.1% in de jaren zestig tot zelfs 10% in de zeventiger jaren.

De import nam toe van 1 miljoen MT in 1952 tot 48.1 miljoen MT in 1981, terwijl de export van 800 000 MT toenam tot 11.3 miljoen MT in dezelfde periode.

Tegelijkertijd traden er structurele veranderingen op in de economie.

De agrarische sector en de voedingsmiddelenindustrie stonden aanvankelijk aan de basis van Taiwan's economische groei; in de jaren '60 echter moesten zij terrein prijs geven en werd de industriële sector verantwoordelijk voor de jaarlijkse toename van het B.N.P.

Deze ontwikkeling vindt haar weerslag in de samenstelling van het import en export pakket; op exportgebied zijn voedingsmiddelen vervangen door steeds verfijnder wordende industriële producten, terwijl bij de import de dominerende positie van industriële producten ondergraven wordt door grondstoffen en halffabricaten.

De huidige president van Taiwan is een zoon van Chang Kai-Shek. Hij volgde hem op in 1975, zijn naam is Chiang Ching-Kuo en hij heeft zich een pragmatisch en betrekkelijk gematigd leider getoond.

De leus "Bestrijd de Communisten en herover het Vaderland" die kenmerkend was voor zijn vader's tijd is vervangen door de slogan "Hervorm het bestel en verdedig Taiwan" als leidraad voor zijn eigen regering en de generaals van weleer zijn voor een groot deel vervangen door ingenieurs en economen.

In de huidige Tienjarenschets (1980-1989) wordt aangegeven dat de buitenlandse handel een belangrijke rol dient te spelen in de ontwikkeling van het land, een speciaal accent wordt wat dat betreft gelegd op de industriële ontwikkeling.

Taiwan is in het bezit van vijf internationale havens, twee daarvan zijn in de jaren '70 geopend. De al maar groeiende buitenlandse handel noodzaakte hen tot uitbreidingen in de afgelopen jaren.

Kaohsiung is de grootste van de vijf.

Gelegen in het Zuidwesten van het eiland bediend zij een achterland met vooral zware industrie.

In 1980 behandelde zij 62% van de import en export, het accent ligt op droge massagoederen en containers. De haven is in het bezit van 68 ligplaatsen, schepen tot 80 000 dwt kunnen binnenvaren.

Er is enig onbenut water en land aanwezig voor een toekomstige uitbreiding.

Keelung is de tweede, gelegen in het Noorden van Taiwan zo'n 25 km verwijderd van de hoofdstad Taipeh.

Het achterland wordt gevormd door de vooral uit lichte industrie bestaande Taipeh metropolan area. In 1980 werd 30% van Taiwan's import en export doorgezet, waarbij het accent op containers ligt. Keelung bezit 39 ligplaatsen, schepen tot 30 000 dwt hebben toegang.

De beschikbare ruimte aan water en land voor toekomstige uitbreiding is zeer gering als gevolg van topografische beperkingen.

Op de Westkust ligt de in 1976 geopende haven Taichung. Voldoende ruimte voor uitbreiding is aanwezig.

Hoewel de haven nog een bescheiden rol speelt, in 1980 werd 3% van Taiwan's import en export doorgezet, is de verwachting dat ze uit zal groeien tot een van de belangrijkste havens naar mate het grote achter-

land steeds meer wordt geïndustrialiseerd.
Schepen tot 40 000 dwt hebben toegang, er zijn 15
ligplaatsen.

Het accent ligt op massagoederen.

Zandstormen en harde wind vormen een belemmering
voor de havenactiviteiten.

Hualien ligt aan de Oostkust, geopend in 1963 werd
in 1980 3% van Taiwan's import en export doorgezet.
De toegankelijkheid is niet zo goed, veel hinder
wordt ook ondervonden van seiches.

De afstand tot de geïndustrialiseerde gebieden van
Taiwan is vrij groot.

De haven bezit 16 aanlegplaatsen, schepen tot 60 000
dwt hebben toegang. Er is weinig ruimte beschikbaar
voor verdere uitbreiding.

Suao aan de Noordoostkust werd geopend in 1978 en
is vooral bestemd voor militair gebruik.

Slechts 1% van Taiwan's import en export werd door-
gezet in 1980.

Suao is in het bezit van 10 aanlegplaatsen, schepen
tot 60 000 dwt kunnen ontvangen worden.

Er is weinig ruimte voor verdere uitbreiding aan-
wezig.

Hoofdstuk 2

PROBLEEMSTELLING

De vijf internationale havens zijn , met uitzondering van Taichung en tot op zekere hoogte Hualien, natuurlijke havens. Zij vormden natuurlijke schuilplaatsen waarin aanlegplaatsen en golfbrekers werden gebouwd.

Het feit dat het beschikbare land in die havens over het algemeen nogal beperkt was speelde toen nog geen rol.

Voor jaren hebben zij voldaan aan de transportbehoefte van Taiwan, echter nieuwe ontwikkelingen in de scheepvaart tesamen met de verwachte toename van export en import en het locatiepatroon van bepaalde economische activiteiten vragen om aanpassing van een aantal van de havens.

De verschijning ten tonele van grote bulkcarriers en derde generatie containerschepen, economisch verantwoord indien het gaat om het vervoer van grote hoeveelheden bulk en containers, stelt speciale eisen aan de havens, vooral op nautisch gebied. De toegangsgeul, de benodigde stoplengte en manoeuvreerruimte, de bassins en de havendiepte vragen om grotere afmetingen dan vroeger benodigd waren.

Overslagmiddelen met een hoge capaciteit zijn vereist gezien de grote hoeveelheden lading van het zeer kostbare schip.

Het in een klap aankomen van een grote hoeveelheid lading resulteert in een behoefte aan meer land voor opslag binnen de haven.

De bestaande havens zijn in de ogen van verscheidene

buitenlandse reders nogal onveilig voor derde generatie containerschepen.

De "round the world service" met vierde generatie containerschepen kan Taiwan niet aandoen.

Prognoses, waar later in dit rapport uitvoeriger op zal worden teruggekomen geven aan dat het onzeker is of de bestaande havens, enigzins aangepast doch niet structureel gewijzigd, de import en export tot het jaar 2000 aankunnen.

Aparte aandacht verdient de import van kolen. Taiwan is slechts spaarzaam voorzien van natuurlijke energiebronnen. Vanouds werd olie geïmporteerd om in de energiebehoefte te voorzien, echter na de oliecrisis van 1973 trad hierin verandering op.

Gezien de toenemende onzekerheid over de verkrijgbaarheid en de kosten van de olie wilde Taiwan daar minder afhankelijk van zijn en begon meer steenkool te importeren.

De hoeveelheid nam toe van 128 000 MT in 1970 tot 2 236 000 MT in 1980, de prognose voor het jaar 2000 is 17.5 miljoen MT.

Grote hoeveelheden die uit economisch oogpunt vragen om vervoer met grote bulkcarriers.

Bovendien is er onzekerheid over de toekomst van HongKong. In 1997 loopt het contract van de Britten af en dient de stad terug gegeven te worden aan China; Taiwan zou een deel van de rol van HongKong over kunnen nemen.

Ook wordt overwogen om van de regio rond een van de vijf internationale havens een "free trade zone" te maken. Men ambieert bijvoorbeeld een transitofunctie ten aanzien van het vervoer van kolen en containers.

Er is een trend gaande voor industrie om zich in en rond havens te vestigen.

Het gaat hier met name om industrie die afhankelijk is van grote hoeveelheden over het water aangevoerde goederen.

Lagere transportkosten vormen hierbij het kardinale punt.

Dergelijke industrie in combinatie met de veelal goede infrastructuur in en rond de haven trekken op hun beurt weer andere bedrijven aan.

Dit vereist uiteraard ruimte in en om de haven.

Ruimte die binnen de bestaande havens maar spaarzaam voorradig is.

Hoofdstuk 3

DOEL ONDERZOEK

1. Het belangrijkste doel van het onderzoek is het opstellen van een diepzeehaven-masterplan voor de haven van Taichung.
2. Daarnaast zal aandacht worden geschonken aan een tweetal deelontwerpen, een kustwaterbouwkundig en een economisch.

Met betrekking tot de laatste kan vermeld worden dat gekozen is voor een zogenaamd "Central Port"-concept ten aanzien van het vervoer van kolen naar Taiwan. Dit houdt in dat die brandstof met grote bulkcarriers naar Taichung wordt vervoerd, om vervolgens van daar uit naar de over het eiland verspreide afnemers getransporteerd te worden. Hiertoe zal een feedersysteem worden ontwikkeld. De verwachting is dat een dergelijke wijze van kolentransport ten opzichte van het huidige systeem tot economisch voordeel zal leiden. Dit zal worden aangetoond.

Het kustwaterbouwkundig deel bestaat uit het maken van een ontwerp voor de verlenging van de noordelijke havendam van de haven Taichung.

Hoofdstuk 4

WAAROM EEN DIEPZEEHAVEN

Een diepzeehaven, geschikt voor de ontvangst van grote schepen kan aantrekkelijk zijn voor Taiwan.

Hoewel de prognoses uitwijzen dat de bestaande, enigzins aangepaste havens de te verwachten goederenstroom aankunnen is de ruimte voor afwijkingen van die prognoses erg klein. (bldz. 53 en verder)

De economische ontwikkeling kan gunstiger zijn of de containerisatiegraad kan zich anders ontwikkelen; het resultaat is een overbelast havensysteem.

Een grote diepzeehaven kan voor voldoende capaciteit zorgen en zodanig als buffer fungeren om onvoorziene ontwikkelingen, te denken valt ook aan een eventuele gedeeltelijke overname van de rol van HongKong of aan een "free trade zone", op te vangen.

De tendens is dat steeds meer westerse industrieën zich in de regio Zuid-Oost Azie gaan vestigen.

Taiwan is een van die plaatsen. Indien het eiland in het bezit van een diepzeehaven komt zal het aantrekkelijker worden als vestigingsplaats.

Grondstoffen kunnen dan belangrijk goedkoper aangevoerd worden, hetzelfde geldt voor de afvoer van de eindproducten.

Dit alles heeft een gunstige invloed op de economie van Taiwan.

Verschillende havens op Taiwan doen pogingen zich te ontwikkelen richting diepzeehavenstatus.

In Suao is onlangs een grote containerterminal gereed gekomen.

Helaas lijkt Suao niet de meest aangewezen plaats voor een dergelijke terminal.

Ook de prognose over de te verwachten goederenstroom voor Suao (bldz 57) rechtvaardigt deze uitbreiding niet.

Een soortgelijk verhaal gaat op voor de voorgenomen uitbreiding van de haven van Hualien met graan, kolen, bulk en containerterminals.

In Kaohsiung nadert de constructie van een nieuwe containerterminal de voltooiing. De aanleg van nog twee soortgelijke terminals zit in de planning. Onlangs werd een nieuwe kolenterminal in gebruik genomen.

Taichung is bezig met de uitbreiding van vrijwel alle terminals.

Keelung heeft weinig ruimte meer voor uitbreiding maar onderzoekt mogelijkheden om zich verder zee- waarts te ontwikkelen, ook de aanleg van een satellithaven wordt overwogen.

Het is beter om deze activiteiten te coördineren om zo tegen een lager bedrag tot een goed ontworpen diepzeehaven te komen.

Zo wordt voorkomen dat veel geld geïnvesteerd wordt in verscheidene havens zonder dat de benodigde en goede diepzeehavenvoorzieningen gerealiseerd worden.

Het transport van containers en bulkgoederen, met name kolen, zal in het geval van een diepzeehaven met grotere schepen kunnen geschieden wat een besparing op de transportkosten naar Taiwan oplevert.

Zodra zo'n diepzeehaven operationeel is geworden zal snel een groot gedeelte van het bulktransport van en naar Taiwan aangezogen worden, uiteraard mits doorvoer mogelijk is.

De haven fungeert dan als "Central Port" voor de betreffende goederen, waarvandaan de goederen verder gedistribueerd zullen worden over het eiland.

De concentratie van bulkgoederen schept de mogelijkheid tot belangrijke economische schaalvoordelen te komen.

Investerings in haveninfrastructuur, terminals en de kosten voor de extra overslag die het feeder-systeem met zich meebrengt kunnen weggestreept worden, zo is althans de verwachting, tegen de lagere overslag en transportkosten.

Bovendien bezit een grotere terminal een hogere graad van flexibiliteit wat leidt tot een hogere bezettingsgraad van de ligplaats zonder dat de wachttijd toeneemt.

Vermeldt moet nog worden dat in het geval van Taiwan het vooral de grote hoeveelheden kolen en containers zullen zijn die de aanleg van een diepzeehaven aantrekkelijk maken.

De combinatie van al deze argumenten is aanleiding geweest te komen tot het ontwerp van een diepzeehaven voor Taiwan; en om aansluitend de economische haalbaarheid van een dergelijk project te onderzoeken.

Hoofdstuk 5

DE KUSTSTROKEN VAN TAIWAN

Bestudering van de topografische kaart van Taiwan leert dat de Noord en Oostkust geaccidenteerd zijn en voornamelijk uit rotsgesteente bestaan.

De kust aldaar is stabiel, aanzanding en erosie komen er nauwelijks voor.

De zeebodem bestaat uit rotsgesteente, de waterdiepte is al vrij snel aanzienlijk (meer dan 20 m).

De Zuidkust wordt gekenmerkt door een veelheid aan lagunes, is redelijk stabiel, echter enig gevaar voor erosie en aanzanding is aanwezig.

De zeebodem bestaat voornamelijk uit zand, ook hier bereikt de waterdiepte vrij snel aanzienlijke waarden hoewel minder snel dan bij de bovengenoemde kuststroken.

De Westkust is zanderig en onstabiel, aanzanding erosie en een aanzienlijke langsstroom geven problemen.

De zeebodem bestaat voornamelijk uit zand.

De situatie met betrekking tot de waterdiepte is vergelijkbaar met die van de Zuidkust.

De grootste windsnelheden en de ruwste zeecondities komen voor in de moessonperiode van september tot april.

De overheersende windrichting is dan N¹NNO-NOO en de golfrichting is ongeveer navenant.

De Zuidkust is de enige kuststrook die bescherming biedt tegen die omstandigheden, echter niet tegen de typhoons die op Taiwan geen ongewoon verschijnsel zijn.

Om een nadere indruk te geven van die omstandigheden volgen onderstaand de resultaten van diverse metingen verricht rond de vijf internationale havens.

Keelung ligt aan de Noordkust, Hualien en Suao aan de Oostkust, Kaohsiung in het Zuiden en Taichung in het Westen.

Golfhoogte

	Percentage golven hoger dan				
	<u>1.0 m</u>	<u>1.5 m</u>	<u>2.0 m</u>	<u>2.5 m</u>	<u>3.0 m</u>
Keelung	37.3	12.3	4.0	1.4	-
Taichung	49.3	29.9	14.1	5.3	1.6
Kaohsiung	8.8	5.0	2.8	1.9	1.1
Hualien	62.5	26.0	10.1	3.9	2.0
Suao	62.5	26.0	10.1	3.9	2.0

Voor Hualien waren geen meetgegevens beschikbaar, de waarden zullen niet veel van de meetwaarden bij Suao verschillen.

De percentages gelden voor het gehele jaar.

Stroomsnelheden

Keelung	0.6 m/sec
Taichung	0.9 m/sec
Kaohsiung	0.6 m/sec
Hualien ¹	0.5 m/sec
Suao ¹	0.5 m/sec

De waarden gelden voor de haveningang.

1 = maximale waarde, de overigen zijn gemiddelde waarden

Getijverschil

Keelung	1.2 m
Taichung	3.8 m
Kaohsiung	1.0 m
Hualien	1.8 m
Suao	1.0 m

Windsnelheden

	Percentage windsnelheid groter dan		
	10 m/sec	15 m/sec	20 m/sec
Keelung	26.7	4.2	0.3
Taichung	28.0	10.6	1.7
Kaohsiung	3	-	-
Hualien	26.7	4.2	0.3
Suao	26.7	4.2	0.3

De percentages gelden voor het gehele jaar.

- Het golfklimaat is het ongunstigst aan de Westkust. De Noord- en Oostkust liggen wat dit betreft beter, de Zuidkust springt er het beste uit.
- Stroomsnelheden zijn gemiddeld het hoogst aan de Westkust, iets lager aan de Noordkust en aanzienlijk lager aan de Oost- en Zuidkust.
- De Westkust kent een aanzienlijk getijverschil, in Taichung bijvoorbeeld bedraagt dit 3.8 meter. Voor de overige kuststreken ligt dit in de orde van 1 a 1.5 meter.
- Het windklimaat in Taichung is erg ongunstig. Kaohsiung ligt wat dit betreft ideaal. De overigen ontlopen elkaar niet veel.

Hoofdstuk 6

DE VIJF INTERNATIONALE HAVENS

6.1 Keelung

De haven van Keelung is omringd door rotsgebergte. De toegang vanuit zee bevindt zich aan de Noordwestkant van de haven en wordt gevormd door twee vrij kleine havendammen. De overheersende wind en golfrichting is noordelijk.

Het grootste toe te laten schip bedraagt 30 000 dwt. Het "downtime"percentage (tijdsbestek gedurende welke de haven niet toegankelijk is) bedraagt voor "crashstop"manoeuvres (zie bldz 41) 3%, voor normale stopmanoeuvres 12%.

Het Hoping-eiland en de twee golfbrekers bieden de haven tot op zekere hoogte beschutting tegen ruwe zeegang. Toch vindt er golfdoordringing plaats en kan het onrustig zijn in de buitenhaven. De binnenhaven daarentegen biedt een beschutte ligplaats, zelfs tegen het typhoongeweld.

Enkele kleine kanalen lozen water op de havenbassins, slechts marginale aanzanding is hiervan te verwachten. Dankzij de rotsige kust- en zeebodem is aanzanding via de zeezijde van geen betekenis. Baggerwerkzaamheden zijn dan ook slechts zo nu en dan plaatselijk noodzakelijk.

De haven kan onderverdeeld worden in terminals of groepen ligplaatsen bestemd voor:

- stukgoed
- containers
- liquid bulk
- dry bulk
- granen

De beide containerterminals hebben een nijpend tekort aan landoppervlak.

De zeven aanlegplaatsen tesamen hebben slechts een containeryard van vijftien hectare, er wordt dan ook een systeem van direct laden en lossen op trucks toegepast. Trucks, die de containers verder transporteren naar de meer inland gelegen opslagterreinen in de Taipeh'area.

De beide containerterminals zijn geschikt voor schepen tot 30 000 dwt

De aanlegplaatsen bestemd voor de overslag van stukgoed zijn geschikt voor schepen tot 15 000 dwt, de graanterminal voor schepen tot 30 000 dwt, bulk wordt gewoonlijk vervoerd in schepen tot 15 000 dwt.

Naast commerciële handelsfaciliteiten herbergt de haven faciliteiten op shipyard en militair gebied. Bovendien is een gedeelte bestemd voor visserij. De nauwe omarming door rotsgebergte maakt verdere uitbreiding vrijwel onmogelijk.

De nationale Noord-Zuid expressway loopt vlak langs de Zuidwest hoek van de haven. De haventerminals

zijn er mee verbonden. De terminals aan de Westzijde hebben een verbinding met het nationale spoorwegnet.

De haven kampt met een groot gebrek aan landoppervlakte, belangrijke uitbreidingen zullen zeewaarts plaats moeten vinden.

De grote waterdiepte en het rotsige karakter van de bodem maken dit een bijzonder kostbare zaak; wat ook geldt voor het verdiepen van de haven zelf.

Keelung is de tweede haven van Taiwan, de doorzet bedraagt circa 15% van de import en 20% van alle export.

Het totale volume aan overgeslagen goederen ligt al jaren rond de 8 a 10 miljoen MT per jaar.

De haven zit hiermee aan z'n top.

(zie ook tabel 2 op bldz 53)

Keelung is een haven met een general cargo karakter; de containerisatiegraad is opvallend hoog.

Kustvaart speelt nauwelijks een rol.

Keelung is voornamelijk een import haven, 74% van de overgeslagen goederen behoren tot deze categorie. Het achterland bestaat uit Noord-Taiwan, transport van en naar de haven vindt vooral per truck plaats.

6.2. Taichung

Taichung is een kunstmatige haven.

Binnenvarende schepen zijn op een oostelijke koers en ondervinden hinder van stroming, wind en golven uit noordelijke richting tijdens de wintermoessonperiode.

Bovendien is het dan vaak bijzonder moeilijk om een loods aan boord te brengen. Een en ander belemmert de vrije binnenvaart van schepen.

Schepen tot circa 60 000 dwt kunnen de haven aandoen. De downtime in geval van "crashstop" manoeuvres bedraagt 6% en voor gecontroleerde stopmanoeuvres ongeveer 25%.

De cijfers gelden voor bulkcarriers van 60 000 dwt en de grotere containerschepen.

De beide golfbrekers zijn van het caissonstype, ze zijn aan de korte kant.

Rond het hoofd van de meest noordelijke vindt ernstige erosie plaats.

Zij bieden een redelijke bescherming tegen golfdoor-dringing, toch ondervinden de beide bassins hiervan zo nu en dan hinder.

De kuststrook van Taichung ondervindt hinder van de langsstroom.

Ten Noorden van de haven monden sedimentgeladen rivieren uit, tesamen met een grote aanwezige transportcapaciteit heeft dit een negatief effect op de haven.

Erosie en aanzanding vinden dan ook op grote schaal plaats, continue baggeren is een pure noodzaak.

De haven kan onderverdeeld worden in terminals of groepen ligplaatsen voor:

- stukgoed
- containers
- granen
- bulk cement
- liquid bulk

De ligplaatsen kennen een waterdiepte van 9 tot 13 m schepen tot circa 40 000 dwt kunnen veilig afmeren. De haven bezit geen industrie.

Zij heeft goede verbindingen met het nationale wegenet en met de N.Z. expressway. Daarnaast is een verbinding met het nationale spoorwegnet aanwezig.

De vaak stormachtige wind in het moessonseizoen belemmert de havenactiviteiten, met name ook omdat de combinatie met onbeschermd zandstroken in de omgeving ware zandstormen veroorzaakt.

In 1981 werd 8.6% van de totale import en 1.3% van de export overgeslagen.

Het achterland bestaat voornamelijk uit Centraal-Taiwan.

De haven kan gekarakteriseerd worden als een bulk-cargohaven. General cargo met bestemming Centraal-Taiwan verloopt vooral via Kaohsiung.

Kustscheepvaart neemt een belangrijke plaats in.

Er is voldoende ruimte voor uitbreiding aanwezig.

6.3. Kaohsiung

Kaohsiung is gebouwd in een lagune, de haven is in het bezit van twee toegangen: een in het noorden, de ander meer zuidelijk gelegen.

Eerstgenoemde is geschikt voor schepen tot 30 000 dwt of gedurende hoog water voor schepen met een maximale diepgang van 11 m.

De tweede biedt toegang aan schepen tot 80 000 dwt indien volledig beladen en tot 100 000 dwt indien gedeeltelijk beladen. Dit alles onder gunstige omstandigheden.

Het navigatiekanaal in de buitenste haven is betrekkelijk smal evenals de doorgang naar het hoofdbassin.

De enige manier om de binnenvaartmanoeuvre tot een goed einde te brengen is een "crashstop"manoeuvre in het hoofdbassin met alle risico's van dien.

"Downtime" voor dergelijke manoeuvres bedraagt voor schepen tot 50 000 dwt 1%, voor schepen tot 70 000 dwt is dit 3%.

In geval van gecontroleerde stopmanoeuvres, waarvoor verbeteringen noodzakelijk zijn, bedraagt de "downtime" 4%.

De golfbrekers zijn van het cilindervormige caisson-type en zijn kwetsbaar gebleken. Regelmatige inspectie en onderhoud is een noodzakelijke en kostbare zaak.

De havenbekkens genieten een redelijk goede bescherming tegen golfdoordringing.

De bescherming tegen typhoons is voldoende.

Enkele stroompjes en kleine kanalen monden uit op de havenbekkens en veroorzaken aanslibbing.

Aanslibbing via de beide haventoeegangen is betrekkelijk gering te noemen.

Het Havenbureau meldt dat het jaarlijkse bagger-volume ongeveer 0.7 miljoen m³ bedraagt.

De kuststrook waaraan de haven ligt dreigt te eroderen, oorzaak is de langsstroom waarvan de dominerende richting Zuid-Noord is.

De hoeveelheid mee te voeren materiaal in het zuiden is beperkt, kustbescherming is noodzakelijk.

De haven kan onderverdeeld worden in terminals of groepen ligplaatsen voor:

- stukgoed
- containers
- granen
- dry bulk
- liquid bulk

De breakbulk-terminals hebben voldoende opslag-terreinen voor de huidige doorzet.

De drie containerterminals bestrijken een totale oppervlakte van 100 ha.

Terminals 2 en 3 kunnen op zich de grootste schepen ter wereld ontvangen.

De bestaande drybulk-terminals zijn van het low-capacity type, schepen tot 60 000 dwt kunnen ontvangen worden. Een nieuwe highcapacity terminal is onlangs gereedgekomen, bestemt voor Taipower en geschikt voor bulkcarriers tot 100 000 dwt.

De graanterminals zijn in staat schepen tot 60 000 dwt te ontvangen.

Het grootste gedeelte van de ruwe olie import verloopt via twee single buoy moorings, buiten de haven in zee gelegen.

Een aantal grote bedrijven heeft zich aan het waterfront gevestigd.

Zij hebben in belangrijke mate bijgedragen aan de snelle ontwikkeling van de haven.

De ook aldaar gesitueerde vissersindustrie komt nog wel eens in botsing met de commerciële handelsactiviteiten.

Een brede weg loopt parallel aan de oostzij van de haven en staat in directe verbinding met de Noord-Zuid expressway.

Het middelste en het zuidelijk deel van de haven hebben een goede verbinding met de parallelweg.

Verkeer van en naar het noordelijk deel moet vertrouwen op enkele smalle in de stad gelegen straten.

Verbetering hierin brengen is echter mogelijk.

Het noordelijke en middelste gedeelte van de haven zijn verbonden met het nationale spoorwegennet.

Het spoorvervoer intervenueert echter hinderlijk met het wegvervoer. Derhalve wordt slechts een betrekkelijk klein gedeelte van de goederen per spoor vervoerd.

De snelle ontwikkeling van de haven in de laatste decennia is vooral te danken aan de bijzonder gunstige ligging: een grote zandige lagune, goed beschermt door het "spit" en met relatief kalme zeecondities.

De lagune boodt voldoende ruimte voor haven-activiteiten.

Helaas is die ruimte niet altijd even adequaat benut. Op het eiland tussen de beide haventoeegangen is een containerterminal aangelegd welke via een in constructie zijnde tunnel met het haven wegen-net wordt verbonden.

Verdere uitbreiding kan alleen gerealiseerd worden door de shipbreakerfaciliteiten te verwijderen.

Een mogelijke uitbreiding van het hoofdbassin in zuidelijke richting wordt geblokkeerd door enkele aldaar gelegen grote bedrijven.

Een en ander maakt uitbreiding binnen de haven zelf tot een kostbare zaak.

Een expansie in de vorm van de Maasvlakte bij Rotterdam is het overwegen waard.

Kaohsiung is Taiwan's belangrijkste haven.

In 1981 werd 76% van alle import en 60% van alle export overgeslagen, daarnaast is ook de kustscheepvaart van belang.

Kaohsiung kan gekarakteriseerd worden als een dry bulk en container haven.

Het achterland voor general cargo bestaat uit vrijwel geheel Taiwan. Naar schatting worden er jaarlijks 100 000 TEU naar de Taipeh-area getransporteerd.

Bulkgoederen hebben als bestemming Zuid-Taiwan en een deel van Midden-Taiwan.

6.4 Hualien

De haven van Hualien ligt aan de Oostkust.

Er wordt gewerkt aan een uitbreiding welke de haveningang in zuidelijke richting verschuift.

De huidige toegangsgeul is slechts honderd meter breed, alleen schepen tot 15 000 dwt kunnen zonder problemen binnenvaren.

De nieuwe toegang is geschikt voor schepen tot 60 000 dwt. Downtime voor "crashstop"manoeuvres bedraagt 4, 6 en 9 % voor respectievelijk 3 generatie containerschepen, bulkcarriers van 50 000 dwt en bulkcarriers van 60 000 dwt.

In geval van gecontroleerde stopmanoeuvres bedraagt de downtime in ieder geval minimaal 25%.

De golfdoordringing in de nieuwe (uitgebreide) haven is onderzocht middels laboratoriumproeven.

Hoe dat in de praktijk uitvalt zal de tijd leren.

Gegevens over aanslibbing van de havenbekkens zijn niet voorradig. De verwachting is dat aanslibbing nauwelijks een rol speelt.

De haven kan qua aanlegplaatsen als volgt onderverdeeld worden:

- stukgoed
- dry bulk
- liquid bulk
- ferry terminal

De voorgenomen uitbreiding van haventerreinen ligt op het gebied van granen, kolen en andere bulkgoederen.

De haven kent geen industrie. Er is weinig "vlak" land beschikbaar rond de haven, omklemd als zij wordt door rotsgebergte.

De haven is verbonden met het wegennet van Hualien welke in verbinding staat met het nationale snelwegennet. De kustweg is tweebaans en verbindt Hualien met het in noorden gelegen Suao en het zuidelijke Taitung.

Er is een verbinding met het nationale spoorwegennet. De huidige lijn eindigt in Taitung.

Via het noorden verbindt de spoorlijn Hualien met de Westkust.

De uitbreiding van de haven verloopt niet zonder problemen.

De nieuwe golfbrekers lopen door tot in diep water (20 tot 25 meter onder C.D.) en staan bloot aan zware golfaanvallen.

Zij zijn van het caissonstype en reeds in de constructie fase bleken er verscheidene niet bestand tegen.

Reconstructie bleek moeilijk te zijn.

De stabiliteit van de constructie als geheel is aan het afnemen.

Golfdoordringing in de havenbekkens vormt een probleem. Seiches komen voor welke de afgemeerde schepen aan de meertouwen doen rukken.

Herhaaldelijk braken die zelfs.

In 1981 werd 12.7% van Taiwan's export en 1.1% van de import doorgezet.
Dry bulk vormt de belangrijkste categorie.
Vervoer van dolomiet en lijsteen naar Kaohsiung is het belangrijkste kustvaart transport.
Het achterland bestaat vooral uit de regio Hualien.

6.5 Suao

Suao ligt aan de Oostkust. De toegang voor schepen is moeilijk wat te wijten is aan de havenlay-out, de ligging van de golfbrekers en de vaak ruwe zee-omstandigheden.

Het grootste schip dat ontvangen kan worden is een 60 000 tonner, de kadediepte is hierbij maatgevend. "Downtime" voor grote containerschepen, bulkcarriers van 50 000 dwt en 60 000 dwt is respectievelijk 4 en 10 % indien "crashstop" manoeuvres worden toegepast. In geval van gecontroleerde stopmanoeuvres bedraagt dit 26%.

De interactie van vissersschepen met de andere vaartuigen vormt een probleem.

Golfdoordringing treedt op in de buitenhaven welke bij tijd en wijle dan ook onrustig is.

Aanslibbing wordt veroorzaakt door een rivier die uitmondt op een van de havenbekkens.

Aanslibbing via de haventoeegang is gering te noemen. Jaarlijks wordt ongeveer 800 000 m³ gebaggerd.

De haven kan qua aanlegplaatsen als volgt onderverdeeld worden:

- dry bulk
- liquid bulk
- containers

Het noordelijk deel van de haven is bestemd voor militair gebruik, het zuidelijk deel wordt benut door de visserij.

De uitbreidingsmogelijkheden voor het commerciële deel zijn aldus beperkt.

De haven kent geen industrie; er is weinig "vlak" land beschikbaar. De haven wordt als het ware omarmd door rotsgebergte.

De haven is via een tweebaanstunnel verbonden met een lastige tweebaansweg naar de Taipeh-area, en een tweebaansweg naar Keelung.

Een dergelijke weg loopt ook naar het zuidelijke Hualien.

De haven is verbonden met het nationale spoorweg net, de lijn aan de Oostkust is enkelsporig en niet elektrisch.

Suao speelt een bescheiden rol op havengebied.

In 1981 werd 5% van de export en 2.5% van de import overgeslagen.

De haven kan gekarakteriseerd worden als een dry bulk haven. Cementtransport is voor de kustvaart van belang.

6.6 keuze diepzeehavenlocatie

Voorgaande in overweging nemend leidt dit tot het volgende.

Kaohsiung komt technisch het meest in aanmerking om tot diepzeehaven ontwikkeld te worden.

De haven ligt goed beschut in een zandige lagune, de zeecondities zijn er gunstig en het is de grootste haven. Schepen tot 80 000 dwt volledig beladen en tot 100 000 dwt gedeeltelijk beladen hebben toegang. Grote terminals die dergelijke schepen kunnen ontvangen zijn aanwezig.

De Kaohsiungregio is een van de twee belangrijkste economische centra van Taiwan.

Dit maakt dat toe en afvoer van goederen slechts over korte afstand plaats hoeft te vinden.

Uitbreiding van de haven is goed mogelijk.

Echter een uitbreiding tot diepzeehaven zal een extra economische stimulans voor de regio vormen. Deze zal nog verder ontwikkelen, de economische groei, de economische activiteiten en de hiermee samenhangende bevolkingsontwikkeling zullen dan eenzijdig geconcentreerd worden in het zuiden van het eiland.

De autoriteiten van Taiwan staan een meer harmonieuze ontwikkeling van het eiland voor en wijzen een grootschalige uitbreiding van Kaohsiung om die reden van de hand.

Dit probleem gaat ook op voor de uitbreiding van Keelung tot diepzeehaven, gelegen als zij is bij

de Taipeih-area, het belangrijkste economische centrum van Taiwan.

Daarnaast is uitbreiding van deze haven een zeer kostbare zaak, die zal zeewaarts plaats moeten vinden waarbij de grote waterdiepte en de ongunstige zeecondities een belangrijke rol spelen.

De haven van Hualien heeft ook gebrek aan land, uitbreiding zal zeewaarts plaats moeten vinden. Echter het zijn vooral de topografische ligging, op grote afstand van en via slechte verbindingen verbonden met de belangrijkste economische centra en de geringe betekenis van de regionale economie aldaar die Hualien witschakelen als diepzeehaven.

De haven van Suao is volledig ontwikkeld. Uitbreiding zal zeewaarts plaats moeten vinden wat een kostbare zaak is. Bovendien moet de handel de haven delen met de marine en de visserij.

In Taichung is voldoende land beschikbaar om tot uitbreiding over te kunnen gaan.

De haven ligt centraal op het eiland Taiwan, in het midden van de Westkust op gelijke afstand van de belangrijkste economische centra.

Van het gebied rond Taichung wordt een ontwikkeling tot belangrijk economisch centrum verwacht.

Dit strookt ook uitstekend met het streven naar een harmonieuze ontwikkeling van het eiland.

Er is voldoende vestigingsruimte voor handen voor havengebonden industrie.

Aangezien de centrale overslag van kolen een belangrijke rechtvaardiging vormde om tot de eventuele aanleg van een diepzeehaven te komen, speelt het feit dat een groot deel van de geïmporteerde kolen als eindbestemming Taichung of het daar niet ver vandaan gelegen Chang Hu heeft een belangrijke rol.

De huidige haventoeegang en de havenlay-out kunnen aangepast worden ten einde grote bulkcarriers en containerschepen te ontvangen.

De zeecondities bij Taichung zijn niet zo gunstig als in het zuiden.

De kust is vrij instabiel, met erosie en aanzanding moet terdege rekening gehouden worden.

Het getijverschil is aanzienlijk, bovendien vormen de zandstormen een belemmering voor de havenactiviteiten. Deze problemen hoeven echter niet onoverkomelijk te zijn.

De aanleg van een compleet nieuwe haven zou ook een punt van overweging kunnen zijn.

Tan Sui is een van de meest belovende locaties.(1.)

Problemen van erosie en aanzanding spelen bij deze locatie veel minder.

De zeecondities zijn van een zelfde aard als bij Taichung. De kust is rotsig, zowel aan land als aan zeezijde. De waterdiepte wordt al vrij snel aanzienlijk.

Aanleg van een diepzeehaven aldaar is een kostbare zaak.

Ter indicatie: een ruwe kostenberekening van de twee in aanmerking komende alternatieve locaties Taichung en Tan Sui leverde het volgende op.

(1.)

Taichung

- havendam	125 miljoen U.S.\$
- verwijderen zuidelijke dam	24
- baggerwerkzaamheden	21
- windschermen	5
- nautische hulpmiddelen	15
- studies	10
- onvoorzien	50
	250

Tan Sui

- havendam	103 miljoen U.S.\$
- tijdelijke dam	24
- opspuiten terreinen	36
- baggeren	18
- navigatiemiddelen	10
- wegen en spoorweg	10
- landaankoop	10
- studies	10
- onvoorzien	70
	370

Een aanzienlijk verschil in kosten.

Tan Sui ligt bovendien in de nabijheid van de Taipeih-area en zal dan ook een harmonieuze ontwikkeling van het eiland niet bevorderen.

Al het voorgaande in overweging nemende is tot de keuze van Taichung als diepzeehaven locatie gekomen.

Hierbij spelen de kosten en vooral de harmonieuze ontwikkeling van het eiland de eerste viool.

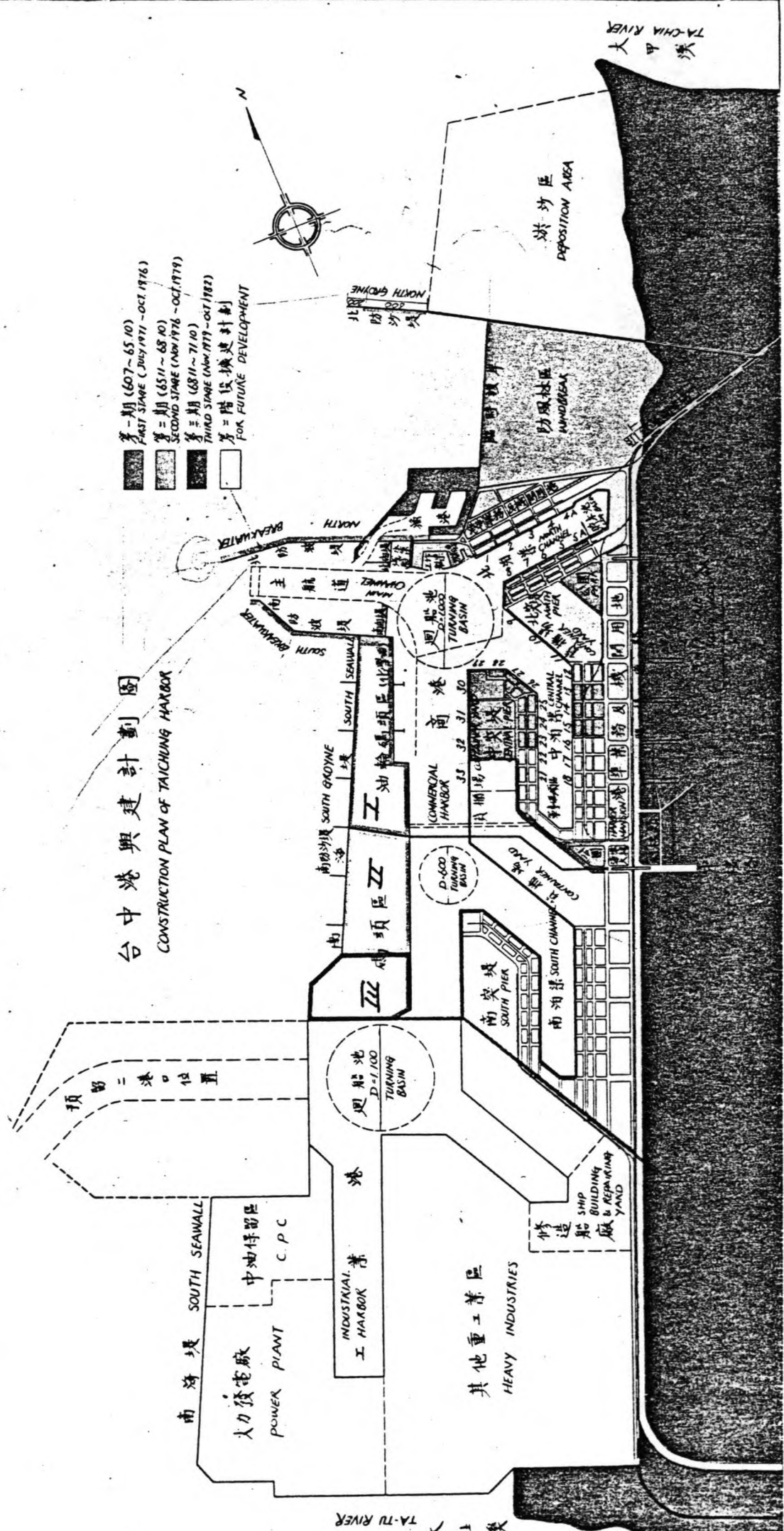
Hoofdstuk 7

HISTORISCHE ONTWIKKELING TAICHUNG

De aanleg van de haven werd gestart op 31 oktober 1973. In een tijdsbestek van tien jaar moest het uit drie gedeelten bestaande project geklaard worden.

Op dit moment zijn het eerste en tweede gedeelte voltooid en is men bezig met het derde.

De haven is gebouwd om de gestaag groeiende import en export op te vangen, om de havens van Keelung en Kaohsiung te ontlasten alsmede de ontwikkeling van Taiwan te stimuleren door de ontsluiting van Centraal-Taiwan.



台中港興建計劃圖
CONSTRUCTION PLAN OF TAICHUNG HARBOR

主航道 (Main Channel)

寬度 (Width): 300 公尺 (Meters)
長度 (Length): 1,500 公尺 (Meters)
水深 (Depth): -13 公尺 (Meters)

迴船池 (Turning Basin)

直徑 (Diameter): 1,000 公尺 (Meters)
水深 (Depth): -13 公尺 (Meters)

Hoofdstuk 8

TAICHUNG

De haven is in het bezit van 15 aanlegplaatsen met een totale kadellengte van 3110 m.

Een containerterminal met kadellengte van 640 m en een houtbassin zijn onlangs gereed gekomen.

Nog vier ligplaatsen zijn onder constructie.

Er is een apart bassin voor vissersschepen aanwezig.

Organisatie

De exploitatie en het beheer van de haven is in handen van het Taichung havenbureau wat valt onder het "Department of Communications", Taiwan Provincial Government.

Laden en lossen wordt verzorgd door particuliere ondernemingen.

Goederen

In de haven worden voornamelijk granen, hout, droge massagoederen, ijzererts, stukgoed en vloeibare producten overgeslagen.

De onderverdeling van de beschikbare als volgt.

Ligplaats	Waterdiepte	Lengte	Goederen
1	13 m	250 m	granen
2	13 m	250 m	bulk
3	13 m	250 m	bulk

Ligplaats	Waterdiepte	Lengte	Goederen
4	11 m	200 m	liquid bulk
5 - 8	11 m	800 m	general cargo
8 A	11 m	260 m	general cargo
9	13 m	260 m	general cargo
10 - 11	13 m	640 m	containers
12 - 15	11 m	760 m	general cargo

In aanleg:

30	13 m	250 m	liquid bulk
31 - 32	14 m	640 m	containers
33	14 m	500 m	kolen

Werkwijze

Met uitzondering van de containerterminal is er op de kades geen laad/losmateriaal voor handen. Gevolg is dat scheepsgerei hiertoe aangewend moet worden.

Ongeveer 20% van de goederen verblijft enige tijd in de sheds, 80% wordt direct verder getransporteerd. Het grootste gedeelte wordt vervoerd met vrachtwagens, een uitzondering vormt het hout waarvan 25% met de trein gaat.

Er wordt 360 dagen per jaar gewerkt, 13 uur per dag. Voor binnenkomende schepen is er alleen overdag een loods beschikbaar.

Vertrekken kan op ieder tijdstip.

Klimaat

Over de periode 1961 - 1976 bedroeg de jaarlijkse neerslag gemiddeld 1 120.9 mm. De gemiddelde maandelijkse neerslag is maximaal in juni met 300.5 mm en minimaal in november; 12.1 mm.

Gegevens verstrekt door het havenbureau van Taichung geven een ongunstig windklimaat weer. Windsnelheden groter dan 10 m/sec treden op gedurende 28% van de tijd, groter dan 15 m/sec gedurende 10.6% en groter dan 20 m/sec gedurende 1.7% van de tijd. Bovenstaande waarden gelden voor de wintermoessonperiode, van september tot april, de overheersende windrichting is dan N-NO-NNO. Gedurende het zomerseizoen, mei tot augustus, komt de gemiddelde windsnelheid niet boven de 10 m/sec uit, met een overheersende windrichting van ZZW.

Golven

De aan (2) ontleende relatie tussen golfhoogte en windsnelheid voor het zeegebied rond Taichung is:

$$H_{\frac{1}{2}} = 0.1 \text{ tot } 0.15 u$$

u = windsnelheid in m/sec

$H_{\frac{1}{2}}$ = significante golfhoogte in m

Golfmetingen geven de volgende overschrijdingspercentages.

Golfhoogte	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	(m)
hele jaar	49.3	29.9	14.1	5.3	1.6	(%)
winter	76.4	50.9	25.3	9.9	2.9	(%)

De hogere golven komen uit noordelijke richting gedurende de wintermoesson periode.

De golfperiode is over het algemeen kleiner dan 6.5 sec.

In de zomer komen de golven vooral uit WZW en ZW richting en zijn golfhoogte en golfperiode laag.

Stroom

Metingen uitgevoerd door het Institute for Harbour and Marine Technology geven een correlatie weer tussen windsnelheid en stroomsnelheid. Daarnaast valt er een correlatie aan te wijzen tussen de getijfase en de stroomsnelheid.

hoog water: $u_e = 0.05 u_w$ $u_e =$ stroomsnelheid
laag water: $u_e = 0.10 u_w$

Bovenstaande relaties zijn niet meer dan benaderingen.

Getij

Taichung is in het bezit van een aanzienlijk getijverschil.

Binnenkomende schepen kunnen hiervan profiteren, gegevens wijzen uit dat vrijwel alle hoogwaters het niveau van C.D. +3.5 m overschrijden.

Voor het binnenvaren van de grootste schepen is het laagste laagwater van belang, te weten C.D. -0.3 m.

Getijgegevens:

HHW	5.64 m	MT range	3.74 m
LLW	-0.32 m	HWS	4.91 m
MHW	4.64 m	LWS	0.32 m
MLW	0.90 m	ST range	4.59 m
MT	2.77 m		

Bodem

De zeebodem bestaat bij Taichung voornamelijk uit zand.

Littoral current

Een onderzoek uit juni 1971 geeft weer dat de maximale stroomsnelheid in waterdiepte van 19.4 m 0.91 m/sec bedroeg.

In het moessonseizoen echter worden waarden van 1 ± 2 m/sec bereikt, de stroomrichting is dan noordelijk.

Haveningang

De haveningang bestaat uit een noordelijke en een zuidelijke havendam. Het havenontwerp is getest in het laboratorium van de Taichung Harbour Board. In tegenstelling tot de testresultaten vindt er erosie plaats bij het noordelijk havenhoofd. Een gat van -35 m C.D. is gemeten op korte afstand van het havenhoofd en zal hoogst waarschijnlijk in de nabije toekomst de stabiliteit bedreigen.

Binnenvaartprocedure

Zie hiervoor figuur 14.6, bldz 134.

De normale binnenvaartprocedure voor de grotere schepen die een haven aandoen is de volgende.

- Reeds voor het bereiken van de havendammen vermindert het schip snelheid.

In het algemeen wordt de maximale binnenvaartsnelheid bepaald door de beschikbare stoplengte.

Het aanwezige golf, stroom en windklimaat bepaalt de minimale binnenvaartsnelheid nodig om nog voldoende te kunnen manoeuvreren.

- Met een snelheid v die tussen beide bovengenoemde uiterste waarden ligt passeert het schip de haveningang.
- Vervolgens vergt de aanpassing aan de veranderende stroomomstandigheden enige tijd en overeenkomstig enige afgelegde vaarafstand.
- Sleepboten maken vast, het schip vermindert vaart.
- Het schip begint met de stopmanoeuvre en komt geleidelijk tot stilstand.

Een dergelijke gecontroleerde stopmanoeuvre vereist een lange toegangseul.

In Taiwan is voor de grotere schepen echter de zogenaamde "crashstop"manoeuvre gangbaar.

De lay-out van de haventoeegang tesamen met de sterke dwarsstromingen en het ongunstige golfklimaat dwingen de schepen binnen te varen met zulk een snelheid dat alleen de "vollekracht achteruit"manoeuvre een botsing met de havendam, de kades of andere objecten kan voorkomen.

Het behoeft weinig betoog dat gedurende een dergelijke manoeuvre het schip moeilijk bestuurbaar is en makkelijk uit het roer kan lopen met alle gevolgen van dien.

De gangbare stopprocedure in Taichung is een dergelijke manoeuvre.

- Na het passeren van de havendam kost het circa

twee scheepslengten vaarweg om het schip op koers te krijgen.

- Van dat punt af vaart het schip verder naar het binnenhoofd, zo nu en dan de motoren gebruikend om op koers te blijven.
- Zo gauw als de boeg het binnenhoofd gepasseerd is wordt een "crashstop"manoeuvre ingezet.

De omstandigheden kunnen van dien aard zijn dat de haven niet toegankelijk is voor bepaalde schepen gedurende een bepaald tijdsbestek, dit wordt de "downtime" genoemd.

Grootste schip

De afmetingen van het grootste schip dat ontvangen kan worden wordt bepaald door de diepte bij de ligplaatsen.

Nemen we het LLW als uitgangspunt dan mag de diepgang van het grootste schip niet meer bedragen dan circa 13 m. Dit komt neer op een schip van zo'n 60 000 dwt.

Indien de schepen alleen bij HW binnenvaren kan de haven schepen tot 80 000 dwt ontvangen, uitgaande van een "keelclearance" van 10% van de diepgang.

Downtime

	crash			controlled		
	hj	w	z	hj	w	(%)
bulkcarrier van 50 000 dwt	6	10	2	21	34	
bulkcarrier van 70 000 dwt	6	11	2	25	41	
containerschip 40 000 dwt	5	9	2	20	31	

hj = hele jaar

w = winter

z = zomer (1)

Erosie en aanzanding

De haven van Taichung ligt aan een kust die een aanzienlijke langsstroom kent. Sedimentrijke rivieren die ten noorden van de haven in zee uitmonden tesamen met de aanwezige grote sedimenttransportcapaciteit hebben een negatieve invloed.

Het transport in zuidelijke richting van sediment bedraagt zo'n 1.25 miljoen m³ per jaar.

De problemen die hierbij ontstaan zijn:

- Aanzanding ten noorden van de noordelijke haven-dam.
- Aanslibbing van de haveningang en de havenbassins ten gevolge van binnendringing van sedimentgeladen vloedvolumes.
- Erosie ten zuiden van de havenmond en langs de seawall.

Er wordt constant gebaggerd om de haven op de juiste diepte te houden.

Havengebonden industrie

De haven kent geen havengebonden industrie, er is wel ruimte voor beschikbaar.

Nog meer land kan verkregen worden door landaanwinning.

Wegverbindingen

De haven bezit bijzonder goede aansluitingen op het nationale wegennet. Bovendien is er een goede verbinding met de niet ver weg gelegen Noord-Zuid snelweg. Het aantal wegen binnen het havengebied is voldoende.

Railverbinding

De haven is verbonden met het nationale spoorwegennet. De integratie van de spoorlijn binnen de haven vereist veel aandacht. Voor bepaalde terminals immers is een railverbinding onontbeerlijk.

Speciale problemen

De ontwikkeling van de haven is niet gemakkelijk verlopen. Gedurende de aanleg vertraagden de ruwe zeecondities en de zandstormen de voortgang van het project. De lay-out is niet bijzonder gelukkig, wat leidt tot problemen als daar zijn:

- Een ongeschikte haveningang voor vooral grotere schepen.
- Een hoog downtimepercentage als gevolg van ongunstige (dwars)stroom, wind en golfcondities.
- Een gecompliceerde bassinconfiguratie: een onoverzichtelijke mix van kleine terminals voor verschillende soorten goederen.
- De noodzaak om voortdurend te moeten baggeren om de haven op diepte te houden.

- De onbeschermde zandgebieden in combinatie met de harde wind leiden tot zandstormen die het zicht belemmeren en de havenactiviteiten bemoeilijken.
- Erosie en aanzandingsproblemen langs de kust.

Goederenpakket

De haven van Taichung kent nog niet veel historie, zij werd pas in 1976 geopend. Gedurende de jaren '78 - '82 stegen de import en export jaarlijks met respectievelijk 33% en 16%. In 1982 behandelde zij 8.6% van Taiwan's import en 1.3% van de export. Het achterland van de haven wordt voornamelijk gevormd door Centraal Taiwan, de belangrijkste uitzondering hierop vormt de kolenleverantie aan de Linkou energiecentrale.

Het leeuwendeel van de behandelde goederen bestaat uit bulk, te weten 68%.

Petroleumproducten afkomstig van Kaohsiung, granen, kolen en hout spelen hierbij de eerste viool.

Containeroverslag is gering, slechts 4000 TEU in 1982. Veel groei is niet te verwachten op korte termijn.

General cargo bestemd voor of afkomstig van Centraal Taiwan gaat voornamelijk via Kaohsiung.

Kustscheepvaart speelt een belangrijke rol met cement vanuit Hualien en Suao en vooral geraffinade olieproducten afkomstig van Kaohsiung.

De kans op sterke groei is vooralsnog gering en hangt sterk samen met de economische ontwikkeling

van het achterland.

Deze ontwikkeling is wel gepland maar laat zich uiteraard niet zomaar op korte termijn realiseren. Een goede haven, geschikt voor containers en bulkgoederen is hiervoor uiteraard van groot belang. De huidige haven blijft wat dat betreft in gebreke.

THROUGHPUT DATA FOR TAICHUNG IN 000 MT, 1976-1981

	1976	1981
<u>Liquid bulk</u>	13	1,124
Fuels	13	974
Gas	-	-
Other	-	150
<u>Dry bulk</u>	11	2,323
Cereals	9	1,026
Grains	-	2
Coal	2	975
Other		320
Logs	15	935
<u>General cargo</u>	2	654
Conventional	2	625
Containerized	-	29
<u>TOTAL</u>	41	5,036
of which		
Imports	27	3,735
Exports	1	149
Incoming coastal	13	1,133
Outgoing coastal	-	19

Source: Taichung Harbour Bureau, Statistical Abstract 1981.

Tabel 8.0

Hoofdstuk 8

PROGNOSES GOEDERENSTROMEN TAIWAN

De prognoses voor de doorvoer van goederen tot het jaar 2000 zijn ontleend aan (1.).

Zij zijn gebaseerd op gegevens afkomstig van de havenbureaus en het Ministry of Communications. Waar nodig zijn ze aangepast aan de jongste ontwikkelingen.

De gegevens waren helaas niet van de allerhoogste kwaliteit, de prognoses dienen dan ook met de nodige voorzichtigheid gehanteerd te worden.

De prognoses zijn opgesteld mede met behulp van de huidige Tienjarenschets ('80-'89), opinies vanuit het bedrijfsleven en van diverse regeringsinstanties. Zij zijn weergegeven in de tabellen op bldz

De totale doorvoer van goederen stijgt volgens de prognose gedurende de jaren 1982 - 2000 jaarlijks met 5.6%; import met 6.4%, export met 4.7% en de kustvaart met 4.8%.

De groei neemt af van 10.4% gedurende de jaren '82 - '85 tot 6.1% in '86-'90, van 4.7% in '91-'95 tot 3.3% in de periode 1996-2000.

Dry bulk vertoont een opmerkelijke groei, van 37,2% in 1982 tot 46% in het jaar 2000.

Alle andere categoriën daarentegen verliezen terrein: General Cargo slechts weinig, van 42,4% naar 40,4%; Liquid Bulk van 11% naar 7,8%. Het aandeel van hout wordt vrijwel gehalveerd, van 10,3% naar 5,8%.

Voor containers is een aparte prognose gemaakt met twee verschillende containerisatiegraden. In deze prognose is de haven-capaciteit als eventueel belemmerende factor niet meegenomen.

De verwachte groei doet misschien in deze economisch moeilijke tijden wat optimistisch aan. Inderdaad kende Taiwan in 1983 minder groei dan verwacht werd. Ook de investeringen liepen terug. Echter de wereldeconomie trekt weer aan, de verwachting is dat die opleving vooral geconcentreerd zal zijn op de V.S. en de regio Zuid-Oost Azië, met name Japan, Zuid-Korea en Taiwan.

Voor de vijf internationale havens is de maximale capaciteit bepaald uitgaande van de huidige situatie vermeerderd met de uitbreidingen die de komende jaren zeker plaats zullen vinden en enige exploitatiemaatregelen als het meer uren draaien en de aanschaf van moderne laad/losapparatuur.

Hierbij is uitgegaan van een downtime betrekking hebbende op de in Taiwan helaas gemeengoed zijnde crashstop-manoeuvres voor grotere schepen.

Een vergelijking van de te verwachten goederenstromen tot het jaar 2000 met de capaciteit van de havens geeft weer dat de bestaande, enigszins verbeterde havens die goederenstromen aan kunnen. De ruimte voor aanpassing aan onvoorziene ontwikkelingen is echter gering.

De eventuele import van LNG verdient enige aandacht. Op de hoogste regeringsniveau's wordt dit bestudeerd, een duidelijke uitspraak is echter nog niet gevallen en vooralsnog is dat ook niet te verwachten. In deze studie wordt zij buiten beschouwing gelaten.

De gevolgde benadering garandeert niet dat het transport van goederen op de meest economische manier plaatsvindt: de transportkosten worden niet geminimaliseerd. Nogmaals wordt dan ook gesteld: de cijfers dienen met de nodige voorzichtigheid gehanteerd te worden.

CONSOLIDATED IMPORT AND EXPORT PROJECTION FOR ALL PORTS IN 000 MT,
1982-2000

	1982	1985	1990	1995	2000
<u>Liquid bulk</u>	2,765	2,410	3,295	4,535	5,805
Fuels	1,200	830	900	1,000	1,000
Gas	200	265	425	690	1,100
Other	865	1,315	1,970	2,845	3,705
<u>Dry bulk</u>	17,015	27,100	39,990	50,765	56,920
Cereals	5,720	6,380	6,975	7,490	7,960
Ores	3,000	6,160	8,480	10,550	10,850
Coal	5,700	11,950	21,800	29,650	34,800
Other	2,595	2,610	2,735	3,075	3,310
<u>Logs</u>	5,230	5,785	6,845	7,260	7,810
<u>General cargo</u>	18,715	23,950	31,190	39,820	50,520
<u>TOTAL</u>	43,225	59,245	81,320	102,380	121,055

Tabel 8.1

CAPACITY AND THROUGHPUT PROJECTIONS IN KEELUNG, in 000 MT

Type of Cargo	Capacity		Projection				
	Present	Improved	1982	1985	1990	1995	2000
<u>Liquid bulk</u>			280	385	570	830	900
Fuels	5,000	5,000					
Gas							
Others			280	385	570	830	900
<u>Cereals</u>	530	570	685	710	755	840	905
<u>Dry bulk</u>	700	935	1,100	860	1,450	1,015	1,220
Ores			150	175	220	270	330
Coal			650	350	850	300	300
Others			300	335	380	445	590
<u>Logs</u>							
<u>General cargo</u>	8,600	14,500	7,505	8,875	11,525	13,985	17,015
Conventional	4,900	7,000	3,140	3,115	3,305	3,580	3,875
Containerized	4,700	7,500	4,365	5,760	8,220	10,405	13,140

Tabel 8.2

CAPACITY AND THROUGHPUT PROJECTIONS IN TAICHUNG, IN 000 MT

Type of Cargo	Capacity		Projection				
	Present	Improved	1982	1985	1990	1995	2000
<u>Liquid bulk</u>	1,350	1,350	500	820	225	495	1,000
Fuels			440	660			
Gas							
Others			60	160	225	495	1,000
<u>Cereals</u>	850	1,200	1,330	1,750	2,220	2,400	2,565
<u>Dry bulk</u>	365	560	1,030	1,455	2,110	7,230	9,420
Ores			10	35	150	180	220
Coal			900	1,300	1,800	6,850	9,000
Others			120	120	160	200	200
<u>Logs</u>	1,130	1,300	900	1,120	1,690	1,800	1,930
<u>General cargo</u>	2,500	4,500	1,180	2,980	3,750	6,135	9,615
Conventional	1,500	2,500	1,145	1,790	2,705	3,850	5,055
Containerized	1,000	2,000	35	190	1,045	2,285	4,560

Tabel 8.3

CAPACITY AND THROUGHPUT PROJECTION IN KAOHSIUNG, IN 000 MT

Type of Cargo	Capacity		Projection				
	Present	Improved	1982	1985	1990	1995	2000
<u>Liquid bulk</u>	23,750	23,750	3,925	4,865	5,470	6,460	7,505
Fuels	21,600	21,600	3,200	3,830	3,900	4,250	4,500
Gas			200	265	425	690	1,100
Others	2,150	2,150	525	770	1,145	1,520	1,805
<u>Cereals</u>	3,900	6,000	3,705	3,920	4,000	4,250	4,490
<u>Dry bulk</u>	7,800	14,500	7,455	16,595	27,325	29,045	31,100
Ores	5,800	5,800	3,405	6,555	9,090	11,480	11,770
Coal		6,000	3,300	9,250	17,250	16,400	18,000
Others	2,000	2,600	750	790	985	1,165	1,330
<u>Logs</u>	5,300	6,000	3,600	3,605	3,685	3,900	4,210
<u>General cargo</u>	15,900	18,000	11,735	14,490	17,430	21,475	25,645
Conventional	9,100	11,300	6,365	7,230	7,860	9,105	9,530
Containerized	6,800	6,800	5,370	7,260	9,570	12,370	16,115

Tabel 8.4

CAPACITY AND THROUGHPUT PROJECTION IN HUALIEN, IN 000 MT

Type of Cargo	Capacity		Projection				
	Present	Improved	1982	1985	1990	1995	2000
<u>Liquid bulk</u>	1,750	1,750	200	300	450	550	700
Fuels	1,750	1,750	200	300	450	550	700
Gas							
Others							
<u>Cereals</u>							
<u>Dry bulk</u>	5,230	7,700	2,010	2,335	3,535	4,615	5,095
Ores	1,650	4,100	575	630	1,050	1,470	1,580
Coal			150	300	900	1,300	1,500
Others	3,580	3,600	1,285	1,405	1,585	1,845	2,015
<u>Logs</u>	680	1,700	450	500	590	620	670
<u>General cargo</u>	450	1,100	835	845	1,130	1,390	1,610
Conventional			835	845	1,040	1,120	1,005
Containerized					90	270	605

Tabel 8.5

CAPACITY AND THROUGHPUT PROJECTION IN SUAQ, IN 000 MT

Type of Cargo	Capacity		Projection				
	Present	Improved	1982	1985	1990	1995	2000
<u>Liquid bulk</u>	140	220	160	240	350	450	550
Fuels			160	240	350	450	550
Gas							
Others							
<u>Cereals</u>							
<u>Dry bulk</u>	1,400	2,200	1,450	1,535	1,895	5,910	7,285
Ores			10	25	70	90	110
Coal			700	750	1,000	4,800	6,000
Others			740	760	825	1,020	1,175
<u>Logs</u>	470	1,200	280	560	880	940	1,000
<u>General cargo</u>	710	2,300	145	175	405	490	545
Conventional	210	350	145	175	380	425	385
Containerized	500	2,000			25	65	160

Tabel 8.6

	1985	1990	1995	2000
<u>Demand</u>	15,010	20,750	22,500	26,300
	(14,450)	(24,300)	(32,150)	(37,300)
Power generation/general usage	11,660	13,550	14,950	18,750
	(11,100)	(17,100)	(24,600)	(29,750)
China Steel Corporation	2,600	6,200	6,300	6,300
Change in stock	750	1,000	1,250	1,250
<u>Production</u>	2,500	2,500	2,500	2,500
<u>Imports</u>	12,510	18,250	20,000	23,800
	(11,950)	(21,800)	(29,650)	(34,800)
<u>Distribution</u>				
Keelung	325	160	160	160
	(350)	(850)	(300)	(300)
Taichung	1,275	1,880	2,800	7,350
	(1,300)	(1,800)	(6,850)	(9,000)
Kaohsiung ¹⁾	9,845	14,430	14,345	13,395
	(9,250)	(17,250)	(16,400)	(18,000)
Hualien	300	780	1,230	1,325
	(300)	(900)	(1,300)	(1,500)
Suao	765	1,000	1,465	1,570
	(750)	(1,000)	(4,800)	(6,000)

1) Including requirements for Hsinta.

Tabel 8.7

POPULATION AND GNP ASSUMPTIONS

	Population		GNP in 1976 prices		GNP per capita in 1976 prices	
	000 persons	% p.a.	NT \$ 100 mln	% p.a.	NT \$	% p.a.
1982	18,307		11,400		62,629	
		1.75		7.3		5.5
1985	19,284		14,092		73,076	
		1.46		6.8		5.3
1990	20,729		19,601		94,557	
		1.14		6.7		5.5
1995	21,940		27,093		123,485	
		0.96		6.5		5.5
2000	23,015		37.091		161,160	

Tabel 8.8

Hoofdstuk 9

GEWENSTE CAPACITEIT DIEPZEEHAVEN TAICHUNG

De gewenste capaciteit wordt berekend aan de hand van de volgende bijdrage leverende componenten.

1. De prognose voor de goederenstroom tot het jaar 2000 bij ongewijzigde situatie (zonder uitbreiding tot diepzeehaven).
2. De vergelijking tussen de havencapaciteiten en de goederenprognoses voor de vijf internationale havens leert dat er twee bottlenecks op zullen treden.
Het betreft hier granen en containers in Keelung waar geen uitbreiding meer mogelijk is.

a. containers

Reeds in de periode '85 - '88 kan de haven van Keelung de aanvoer niet meer aan. Er zijn twee alternatieve oplossingen, aanvoer via Suao of via Taichung.

Suao heeft als nadeel de voor grotere schepen ongeschikte haveningang, bovendien is geen goede wegverbinding met de Taipeh-area voor handen. Aanvoer via de nieuwe diepzeehaven Taichung waar derde generatie containerschepen ontvangen kunnen worden is ongetwijfeld de meest geschikte oplossing.

De haven van Keelung kan indien de capaciteit tot het uiterste benut wordt, in drie ploegen-

dienst werkend, maximaal 7.5 miljoen MT gecontaineriseerde goederen per jaar ontvangen. (1.) De prognose voor het jaar 2000 is 13.14 miljoen MT. Het verschil, dat door andere havens opgevangen moet worden bedraagt dan minimaal 5.64 miljoen MT. Minimaal want de kans dat de haven van Keelung tot de maximale capaciteit benut wordt is niet honderd procent gezien het feit dat slechts betrekkelijk kleine schepen toegang hebben.

Indien het gaat om het verschepen van grote hoeveelheden containers ineens dan is het goedkoper dit met behulp van derde generatie containerschepen via Taichung te laten geschieden, om het vandaaruit vervolgens naar de Taipeh-area te transporteren. Het benutten van de maximale capaciteit houdt ook in het algemeen in dat de wachttijden tegen het maximaal aanvaardbare aan zitten.

De mogelijkheid bestaat dan dat de wachttijden in de grote diepzeehaven Taichung kleiner zijn wat een reden te meer zou kunnen zijn om deze haven te gebruiken in plaats van Keelung.

Momenteel worden er 100 000 TEU via Kaohsiung naar de Taipeh-area vervoerd. Indien Taichung een diepzeehaven wordt zal deze hoeveelheid via Taichung getransporteerd worden.

Immers deze kan dan grotere containerschepen ontvangen en de afstand tot die area is de helft kleiner.

Wordt uitgegaan van gemiddeld 10 MT per TEU dan komt dit op 1 miljoen MT.

b. granen

Een vergelijkbare situatie treft men aan bij de graanoverslag in Keelung.

De capaciteit is nu al reeds onvoldoende, veel rek zit er niet meer in.

Bovendien kunnen slechts schepen tot 30 000 dwt ontvangen worden, schepen die eigenlijk uit economisch oogpunt te klein zijn voor vervoer van dit soort goederen.

Aanvoer via Suao stuit op de al eerder gememo-reerde bezwaren. De nieuwe diepzeehaven is zonder twijfel het meest geschikt.

3. Het diepzeehavenconcept draait in de eerste plaats om bulk, met name kolen, en containers.

De prognoses omtrent de te verwachten goederen-stromen zullen dan ook op beide laatstgenoemde goederen gericht zijn.

Taichung wordt de "central port" voor de kolen-aanvoer, alle kolen wordt via Taichung doorgezet vadaaruit middels een feedersysteem over het eiland verspreid te worden.

Container aan en afvoer zal zich voor het grootste gedeelte concentreren op Taichung en Kaohsiung. Voor de havens Keelung, Suao en Hualien is nog slechts een bescheiden nationale rol weggelegd.

De diepzeehaven zal bulk (vooral kolen) en containers aantrekken aangezien de grotere schepen waarmee deze goederen vervoerd kunnen worden lagere vervoerskosten per ton opleveren.

kolen

De prognose is te vinden in tabel 8.7 op bldz 58.

containers

Container aan en afvoer zal geconcentreerd worden rond Kaohsiung en Taichung. De laatste zal, zoals reeds vermeld onder punt twee, een groot gedeelte van de containerdoorzet in Keelung overnemen.

Suao en Hualien betekenen weinig op dit gebied. In Kaohsiung nadert een vierde containerterminal met een kadellengte van 2 km zijn voltooiing.

Deze levert voldoende additionele capaciteit tot in de jaren '90.

Uitbreiding met een vijfde terminal zit nog in de pen.

Over het aantrekken van andere bulkgoederen en general cargo door de diepzeehaven valt nog niet veel concreets te zeggen.

Een flexibel havenontwerp is daarom een vereiste.

4. De diepzeehaven zal de economische ontwikkeling van het achterland Centraal Taiwan stimuleren. De verwachting is dat de industrie wordt agetrokken, op extra doorvervoer van vooral dry bulk en al dan niet gecontaineriseerde general cargo mag gerekend worden.

Over de hoeveelheden valt nog niet veel zinnigs te zeggen. Een flexibel havenontwerp waarbij voldoende ruimte voor aanpassing aan dergelijke

ontwikkelingen open gelaten wordt is dan ook een noodzaak.

5. Het laatste geldt evenzeer voor de "bufferfunctie" van de diepzeehaven: het opvangen van een sterker dan verwachte economische groei of de gedeeltelijke overname van de rol van Hong Kong.

Sommatie van de bijdragende componenten leidt tot de in tabel 9.1 weergegeven prognose.

Tabel 9.1

prognose granen, containers, kolen voor het jaar 2000
Taichung

granen	3 000 000 MT
containers	5 560 000 MT
kolen	17 500 000 MT (Central Port)

Voor de overige goederen gelden de in tabel 8.3 op bldz 54 vermelde hoeveelheden.

Hoofdstuk 10

BEPALING GOEDERENCAPACITEIT HUIDIGE HAVEN

Het volgende is als uitgangspunt genomen.

- De ligplaatsen zijn zoveel mogelijk onderverdeeld naar de categorie goederen die er wordt overgeslagen.
- Ligplaatsen die dezelfde categorie goederen behandelen en fysiek niet al te veel van elkaar verschillen zijn als groep genomen.

Ligplaatsbezettingsgraden

De optimale bezettingsgraad van de verschillende terminals kan bepaald worden door middel van simulatie.

Gezien de hoeveelheid monnikenwerk is een computersimulatie de meest praktische.

Voor een terminal, de graanterminal, zal een handsimulatie toegepast worden.

Voor de overige terminals zal gebruik worden gemaakt van standaard tabellen waarin de optimale bezettingsgraad gegeven wordt als functie van de gemiddelde wachttijd voor verschillende aankomst en servicetijdverdelingen en verschillend aantal ligplaatsen.

Handsimulatie graanterminal

Voor het nabootsen van het aankomstenpatroon is het nodig om te weten hoe de tijden tussen twee opeenvolgende aankomsten verdeeld is.

Er is een keuze mogelijk tussen drie soorten tussen-aankomsttijdenverdeling, te weten:

1. negatief exponentele verdeling
2. erlang k verdeling
3. uniforme verdeling

Door middel van een aselechte trekking uit deze verdelingen is het eerstvolgende tijdstip te bepalen waarop een nieuw schip aankomt.

negatief exponentele verdeling

Wanneer de verdeling van tussenaankomsttijden n.e.v. is, dan is het aankomstproces een Poissonproces.

Zo'n proces heeft de volgende kenmerken.

- De schepen komen een voor een aan, niet groeps-gewijs.
- De dichtheid λ of het gemiddeld aantal aankomsten per tijseenheid is constant.
- De aankomsten van de schepen zijn onafhankelijk van elkaar.

De vorm van de n.e.v. ligt vast, de grootte van λ is variabel.

erlang k verdeling

Het voordeel van deze verdeling is dat bij gegeven waarde van λ een keuze mogelijk is omtrent de vorm van de verdeling.

Varieren we de vormparameter k (geheel getal) van 1 tot ∞ dan varieert daarmee de standaardafwijking van de verdeling van groot van groot tot zeer klein.

uniforme verdeling

De kans van optreden van alle waarden van deze verdeling is het zelfde. De aselekt getrokken waarden uit een uniforme verdeling variëren tussen een in te stellen maximum en minimum.

Om zo goed mogelijk bij de praktijk aan te sluiten is voor de erlang k verdeling gekozen.

De k-waarden welke de beste benadering geven van de servicetijd--en tussenaankomsttijdverdeling, moeten nu nog bepaald worden.

Een hoge k-waarde voor de verdeling van de tussenaankomsttijden geeft een aankomstenpatroon waarbij de tussenaankomsttijden in de buurt van het gemiddelde liggen (kleine variantie).

Een lage k-waarde geeft een zeer onregelmatig aankomstproces.

Bulkcarriers waarmee granen vervoerd worden varen op de zogenaamde wilde vaart.

Het aankomstenproces is vrij onregelmatig. Voor de tussenaankomstverdeling is een k-waarde van 2 gekozen.

De servicetijd daarentegen zal vrij-regelmatig zijn, men bedient zich van pneumatische overslag en het scheepstonnage in Taichung is redelijk constant. Gekozen is voor een k-waarde van 8.

Erlang k verdeling:

$$P(t) = \frac{(k \cdot \mu)^k t^{k-1} e^{-k\mu t}}{(k-1)!}$$

$$P_0(t) = \int_t^{\infty} P(t) dt$$

$$P_0(t) = e^{-k} \sum_{n=0}^{k-1} \frac{(k\mu t)^n}{n!}$$

$$t_g = \text{gemiddelde servicetijd} \\ = 1/\mu$$

$P(t)$ = waarschijnlijkheidsdichtheid van de bedienings-
tijd t .

$P_0(t)$ = waarschijnlijkheid van bedieningstijd $> t$.

$$\text{gemiddelde bezettingsgraad: } \theta = \frac{100}{N} \frac{n T_b}{365}$$

N = aantal ligplaatsen.

n = aantal schepen per jaar.

T_b = gemiddelde servicetijd.

Het proces gaat als volgt in z'n werk.

De verdelingsfuncties voor de tussenaankomsttijden en de servicetijden worden berekend en vervolgens grafisch weergegeven. (grafieken op bldz A5)

Een randomgenerator produceert randomgetallen.

In de grafieken worden de bijbehorende tussenaankomsttijden en servicetijden afgelezen en getabelleerd.

Indien de tussenaankomsttijd van het schip kleiner is dan de sevicetijd van het vorige schip dan moet het wachten. De graanterminal kent slechts een ligplaats.

Voor verschillende aantallen schepen per jaar (30, 60, 70, 90) kan zo de gemiddelde wachttijd bepaald worden.

Om de gevoeligheid voor de tussenaankomsttijdenverdeling te peilen is zowel een erlang 2 als een erlang 1 verdeling toegepast.

De resultaten:

1. erlang 2

- 30 schepen per jaar, gemiddelde wachttijd $w = 0.08$ dag.

$$\text{bezettingsgraad} = \frac{100}{1} \cdot \frac{30 \cdot 2.5}{365} = 21\%$$

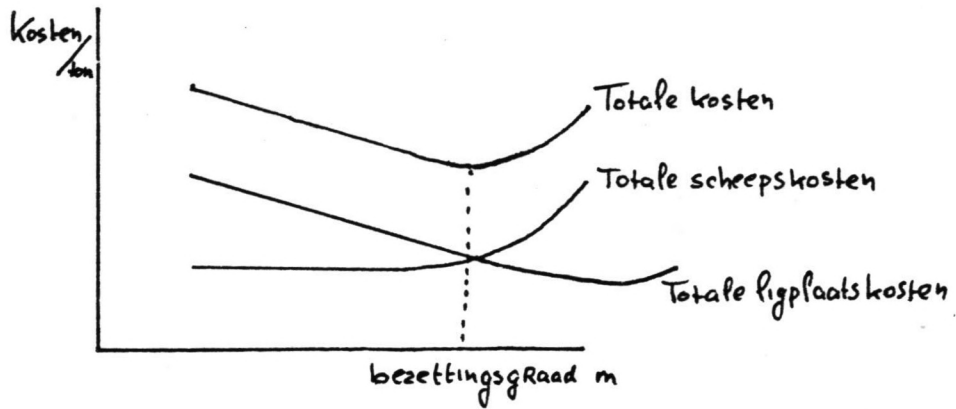
- 50 schepen per jaar, $w = 0.37$ dag, = 34%.
- 60 schepen per jaar, $w = 0.44$ dag, = 41%.
- 70 schepen per jaar, $w = 0.86$ dag, = 48%.
- 90 schepen per jaar, $w = 1.65$ dag, = 62%.

Opvallend is dat de wachttijd (en dus ook de wachtkosten) bijna verdubbelt bij overgang van 60 naar 70 schepen per jaar.

Het blijkt dat de optimale bezettingsgraad in zo'n geval rond de $\theta = 41\%$ ligt.

Een simulatie geeft uiteraard slechts beperkte informatie, echter wel een indruk.

Zie hiertoe ook onderstaande figuur.



Figuur 10.1

2. erlang 1

- 30 schepen per jaar, $w = 0.52$ dag, = 21%.
- 50 schepen per jaar, $w = 0.99$ dag, = 34%.
- 60 schepen per jaar, $w = 1.12$ dag, = 41%.
- 70 schepen per jaar, $w = 1.54$ dag, = 48%.

Er blijkt een aanzienlijk verschil te bestaan tussen de gemiddelde wachttijden in geval van een erlang 2 of een erlang 1 verdeling.

Indien hier mogelijkheden zijn om het aankomstenproces enigzins te sturen zou dit aanbevelenswaardig zijn en een sterke besparing op de wachtkosten opleveren. (factor twee tot drie)

Hier wordt er van uitgegaan dat het aankomstenproces in Taichung het beste beschreven wordt met behulp van een erlang 2 tussenaankomsttijdenverdeling. Voor de optimale bezettingsgraad van de graanterminal wordt 41% genomen.

In hoofdstuk 12 zal het proces van kostenminimalisering nauwkeuriger worden toegepast bij de bepaling van de afmetingen van de nieuw te bouwen kolenterminal.

graanterminal

- Op de terminal wordt 14 uur per dag gewerkt.
- De productiviteit is 600 ton/uur.
- De efficiency bedraagt 0.8.
- De bezettingsgraad 41%.

De jaarlijkse capaciteit is dan:

$$360:14 \cdot 41 \cdot 600 \cdot 0.8 = 960\ 000\ \text{MT}$$

containerterminal

Per maand komt er ongeveer twaalf maal een containerschip de haven binnen.

Er zijn twee aanlegplaatsen ieder voorzien van een 35 ton's containerkraan beschikbaar.

Daar deze pas onlangs operationeel zijn geworden ontbreken de benodigde gegevens.

Stellen we dat die kranen ieder ongeveer 4000 uren per jaar draaien, wat neer komt op 45% van de tijd bezig zijn, en per uur ongeveer 20 containers verwerken dan geeft dit 80 000 containers per jaar.

Een verhouding van 60 ; 40 tussen 20 en 40 ft containers geeft een jaarlijkse capaciteit van 112 000 TEU.

Bij een gemiddeld laadgewicht van 10 MT per TEU is dat 1 120 000 MT, voor twee ligplaatsen.

conventioneel stukgoed (general cargo)

Beschikbaar zijn 10 ligplaatsen, onderverdeeld in twee groepen van 4 en twee enkele.

De snelheid van overslag ligt op het niveau van grote havens als Rotterdam.

Voor de tussenaankomsttijden is een erlang 1 verdeling gekozen en voor de sevicetijden een erlang 2 verdeling.

De toelaatbare gemiddelde wachttijd is gesteld op 0.15 maal de gemiddelde servicetijd T_s .

Via tabel 10.4 leidt dit voor een groep van 4 ligplaatsen tot een toelaatbare bezettingsgraad van circa 62%.

De enkele aanlegplaatsen zijn voorzien van een wat regelmatigere aan- en afvoer.

Hiervoor is een e 1/ e 2 verdeling aangehouden, wat leidt voor een maximale wachttijd van 0.15 T_s tot een bezettingsgraad van 32%.

- productiviteit: 25 MT per ploeg per uur.
- gemiddeld 3 ploegen actief.
- efficiency: 0.8.
- 13 uur per dag gewerkt.

jaarlijkse capaciteit:

$$\begin{array}{rcl} 2 \cdot 4 \cdot 360 \cdot 13 \cdot 0.62 \cdot 3 \cdot 25 \cdot 0.8 & = & 1\,400\,000 \text{ MT} \\ 2 \cdot 2 \cdot 360 \cdot 13 \cdot 0.32 \cdot 3 \cdot 25 \cdot 0.8 & = & 180\,000 \text{ MT} \\ & & \hline & & 1\,580\,000 \text{ MT} \end{array} \quad +$$

liquid bulk

Er is een aanlegplaats beschikbaar.

De overslag geschiedt door middel van de scheepspompen. De productiviteit ligt in de orde van 500 ton/uur, dit kan variëren naar gelang de soort pompen gebruikt.

De gemiddelde sevicetijd zal om die reden waarschijnlijk

De gemiddelde servicetijd zal om die reden waarschijnlijk iets hoger liggen dan gebruikelijk.

Er is gekozen voor een e 2/e 8 verdeling met een voorzichtige waarde voor de gemiddelde wachttijd van $0.13 \cdot T_s$.

Dit leidt tot een bezettingsgraad van 36%.

- efficiency: 0.9.
- 24 uur per dag gewerkt.

jaarlijkse capaciteit:

$$360 \cdot 24 \cdot 0.36 \cdot 500 \cdot 0.9 = 1\,400\,000 \text{ MT}$$

dry bulk (lossen)

Beschikbaar zijn twee aanlegplaatsen.

Daar laad/losmateriaal op de kade vrijwel ontbreekt wordt scheepsgerei gebruikt.

De gemiddelde servicetijd zal daarom hoger liggen dan gebruikelijk.

De gemiddelde wachttijd is dan ook voorzichtig op $0.13 \cdot T_s$ gekozen. Verder wordt gewerkt met een e 2/e 8 verdeling.

Dit leidt tot een bezettingsgraad van 58%.

- 13 uur per dag gewerkt.
- efficiency: 0.65.
- productiviteit 30 MT per ploeg per uur.
- gemiddeld 5 ploegen actief.

jaarlijkse capaciteit:

$$2.360 \cdot 13 \cdot 0.58 \cdot 5 \cdot 30 \cdot 0.65 = 530\ 000\ \text{MT}$$

Na gereedkoming van de in aanleg zijnde terminal no 33, voorzien van twee ligplaatsen, komt de totale capaciteit op 1 060 000 MT per jaar.

houtbassin

Het bassin kan twee schepen bevatten.

Laden en lossen geschiedt met scheepsgerei.

Er wordt dan ook voor een gemiddelde wachttijd van $0.13 \cdot T_s$ en een e 2/e 4 verdeling gekozen.

De bezettingsgraad komt daarmee op 54%.

- 13 uur per dag gewerkt.
- efficiency: 0.8.
- productiviteit 50 MT per ploeg per uur.
- gemiddeld zijn 2 ploegen actief.

jaarlijkse capaciteit:

$$2.360 \cdot 13 \cdot 0.54 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 0.8 = 400\ 000\ \text{MT}$$

Voorgaande is verzameld in tabel 10.2.

Deze capaciteiten kunnen op vrij eenvoudige wijze nog wat omhoog gebracht worden.

Werken in drie-ploegendienst en de aanschaf van twee containerkranen is hiertoe al voldoende.

Tabel 10.3.

Tabel 10.2

herziene capaciteit Taichung

granen	960 000 MT
dry bulk	530 000 MT
liquid bulk	1 400 000 MT
containers	1 120 000 MT
stukgoed	1 580 000 MT
hout	400 000 MT

Tabel 10.3

verbeterde capaciteit Taichung

granen	1 400 000 MT
dry bulk	815 000 MT
liquid bulk	1 400 000 MT
containers	2 240 000 MT
stukgoed	2 500 000 MT
hout	600 000 MT

Tabel 10.4

Average waiting time of ships in the queue $M/E_1/n$
(In units of average service time)

A. FOR 1 TO 15 BERTHING POINTS

Utilization	Number of berthing points														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.10	.08	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.15	.13	.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20	.19	.03	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	.25	.05	.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.30	.32	.08	.03	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.35	.40	.11	.04	.02	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.40	.50	.15	.06	.03	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0	0	0
0.45	.60	.20	.08	.05	.03	.02	.01	0	0	0	0	0	0	0	0
0.50	.75	.26	.12	.07	.04	.03	.02	.01	.01	0	0	0	0	0	0
0.55	.91	.33	.16	.10	.06	.04	.03	.02	.02	.01	0	0	0	0	0
0.60	1.13	.43	.23	.14	.09	.06	.05	.03	.03	.02	.01	.01	0	0	0
0.65	1.38	.55	.30	.19	.12	.09	.07	.05	.04	.03	.03	.02	.01	.01	.01
0.70	1.75	.73	.42	.27	.19	.14	.11	.09	.07	.06	.05	.04	.03	.03	.03
0.75	2.22	.96	.59	.39	.28	.21	.17	.14	.12	.10	.08	.07	.06	.05	.05
0.80	3.00	1.34	.82	.57	.42	.33	.27	.22	.18	.16	.13	.11	.10	.09	.08
0.85	4.50	2.00	1.34	.90	.70	.54	.46	.39	.34	.30	.26	.23	.20	.18	.16
0.90	6.75	3.14	2.01	1.45	1.12	.91	.76	.65	.56	.50	.45	.40	.36	.33	.30

B. FOR 16 TO 30 BERTHING POINTS

Utilization	Number of berthing points														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.60	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.65	.01	.01	.01	.01	.01	.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.70	.02	.02	.02	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	0	0	0
0.75	.04	.04	.03	.03	.03	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.01	.01	.01	.01
0.80	.07	.07	.06	.05	.05	.04	.04	.04	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.02
0.85	.14	.13	.12	.11	.10	.09	.09	.08	.07	.07	.06	.06	.06	.05	.05
0.90	.28	.26	.24	.22	.21	.19	.18	.17	.16	.15	.14	.14	.13	.12	.12
0.95	.74	.69	.65	.61	.58	.55	.51	.49	.46	.43	.41	.40	.38	.37	.36

Table 4.1

Average waiting time of ships in the queue $E_1/E_2/n$
(In units of average service time)

Utilization	Number of berthing points							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.10	.02	0	0	0	0	0	0	0
0.15	.03	.01	0	0	0	0	0	0
0.20	.06	.01	0	0	0	0	0	0
0.25	.09	.02	.01	0	0	0	0	0
0.30	.13	.02	.01	0	0	0	0	0
0.35	.17	.03	.02	.01	0	0	0	0
0.40	.24	.06	.02	.01	0	0	0	0
0.45	.30	.09	.04	.02	.01	.01	0	0
0.50	.39	.12	.05	.03	.01	.01	.01	0
0.55	.49	.16	.07	.04	.02	.02	.02	.01
0.60	.63	.22	.11	.06	.04	.03	.02	.01
0.65	.80	.30	.16	.09	.06	.05	.03	.02
0.70	1.04	.41	.23	.14	.10	.07	.05	.04
0.75	1.38	.58	.32	.21	.14	.11	.08	.07
0.80	1.87	.83	.46	.33	.23	.19	.14	.12
0.85	2.80	1.30	.75	.55	.39	.34	.26	.22
0.90	4.36	2.00	1.20	.92	.65	.57	.44	.40

hoofdstuk 11

UITBREIDING

Vergelijking van de capaciteit met de te verwachten goederenstroom tot het jaar 2000 leert dat uitbreiding noodzakelijk is op het gebied van general cargo, containers, granen, kolen en hout.

Het ligt in de lijn der verwachting dat de capaciteit voor liquid bulk voldoende zal blijven.

Wat betreft dry bulk (exclusief kolen) geldt dit ook met dien verstande dat een voortschrijdende industrialisatie van het achterland de capaciteit toch eventueel tekort zou kunnen doen schieten.

granen

De bestaande graanterminal is gevestigd aan ligplaats no 1 en heeft een capaciteit van 1 400 000 MT per jaar.

Gezien de goederenprognose van 2 900 000 MT in het jaar 2000 is in ieder geval nog een dergelijke ligplaats nodig.

De waterdiepte aan de kade van 13 m maakt het mogelijk schepen tot 50 000 dwt af te meren, wat een redelijke maat schip lijkt om de te verwachten hoeveelheid graan te vervoeren.

Het ligt voor de hand de ernaast gelegen ligplaats no 2, nu in gebruik voor bulk, erbij te trekken.

De zo verkregen groep van twee heeft een grotere optimale bezettingsgraad en een grotere flexabili-

teit dan twee afzonderlijke ligplaatsen.

Als we de situatie in het jaar 2000 eens beschouwen blijkt de bezettingsgraad dan te bedragen:

- 2 ligplaatsen
- 20 uur per dag gewerkt.
- productiviteit 600 ton/uur.
- efficiency: 0.8.
- bezettingsgraad: x%.

$$2 \cdot 360 \cdot 20 \cdot x \cdot 600 \cdot 0.8 = 2\,900\,000$$

$$x = 42\%$$

Een bezettingsgraad van 42% voor een groep van 2 ligplaatsen lijkt een reële waarde.

Uitbreiding met een ligplaats blijkt voldoende.

liquid bulk

Deze terminal met één ligplaats kan het zonder meer aan. Uitbreiding is derhalve niet noodzakelijk. De bezettingsgraad in het jaar 2000 ligt rond de 26%.

De waterdiepte bij de kade bedraagt 11 m en maakt de ligplaats geschikt voor schepen tot 30 000 dwt. Gezien de toch vrij geringe hoeveelheid goederen en de grote diversiteit hierin, lijkt dit een redelijke maat schip.

dry bulk (anders dan kolen)

De voorspelling wijst op 420 000 MT in het jaar 2000. Dit is vrij gering, echter de mogelijkheid tot aanpassing aan onvoorziene en/of wel te voorzien maar nog niet in hoeveelheden goederen uit te drukken ontwikkelingen moet aanwezig zijn. Daar er een van de twee voor dry bulk bestemde ligplaatsen deel uit gaat maken van de graanterminal, blijft er nog maar een over.

De te verwachten hoeveelheid erts bedraagt circa 220 000 MT in het jaar 2000, echter is momenteel nog vrijwel nihil.

Overige bulkgoederen bedragen plm 120 000 MT, oplopend tot 200 000 MT in het jaar 2000.

Vrij kleine hoeveelheden die in niet al te grote schepen vervoerd zullen worden.

Dit strookt met de aanwezige waterdiepte bij de kade, te weten 13 m.

Vooralsnog zal alleen de overgebleven aanlegplaats no 4 als bulkterminal fungeren.

- e 2/e 8 verdeling, gemiddelde wachttijd $0.13 T_s$,
= 36%.
- productiviteit 30 MT per ploeg per uur.
- gemiddeld 5 ploegen actief.
- 20 uur per dag gewerkt.
- efficiency: 0.65.

jaarlijkse capaciteit:

$$360 \cdot 30 \cdot 5 \cdot 20 \cdot 0.65 \cdot 0.36 = 253\ 000\ \text{MT}$$

Bovendien zal een deel van de bulkgoederen via de general cargo en/of de eventueel nieuw op te zetten multi-purpose terminals overgeslagen worden.

Verstandig is het desalnietemin om bij de nieuw aan te leggen grote kolenterminal enige ruimte vrij te houden om de al eerder gememoreerde mogelijke ontwikkelingen op te vangen.

hout

Van de huidige hoeveelheid doorgezet hout, 900 000 MT per jaar, gaat circa 300 000 MT via het houtbassin terwijl 600 000 MT via de general-cargo-terminals verloopt.

Van de te verwachten hoeveelheid in het jaar 2000 kan maar 600 000 MT in het bassin worden overgeslagen, de overige 1 330 000 MT zal via de general cargo-en/of eventueel nieuw te realiseren multi purpose-terminals doorgezet moeten worden.

general cargo (ongecontaineriseerd)

Momenteel zijn er 10 ligplaatsen in gebruik.

De voorspelling voor het jaar 2000 is 5 055 000 MT, bovendien moet daarnaast op "overflow" van het houtbassin en van de dry-bulkterminal gerekend worden, respectievelijk ca 1 330 000 MT en ca 190 000 MT.

Terwijl bovendien reeel rekening gehouden moet worden met een toename van deze hoeveelheid door aantrekking van industrie en dergelijke.

Echter een zeker voorbehoud is hier op z'n plaats. De hoeveelheid ongecontaineriseerde goederen hangt immers sterk samen met de containerisatiegraad.

Het verdient dus aanbeveling om de containerisatie trend zorgvuldig te volgen.

De capaciteit van de huidige 10 ligplaatsen reikt zoals het er nu voorstaan niet tot het jaar 2000, zij bedraagt 2 500 000 MT.

Uitbreiding is dus gewenst.

Daar er in verband met het te verwachten grote aanbod van containers een nieuwe grote containerterminal benodigd is, is het niet efficient om daarnaast nog een afzonderlijke kleine containerterminal (ligplaatsen no 10 en 11) te handhaven.

Het lijkt de beste oplossing de ligplaatsen no 10, 11 en 9 te transformeren in een multi-purpose terminal.

Het totaal komt dan op:

- general cargo terminal
 - . 2 groepen van 4 ligplaatsen
 - . 1 enkele aanleplaats
- multi purpose terminal
 - . 1 groep van 4 ligplaatsen (voldoende kadelenkte)
 - de 2/e 2 verdeling, gemiddelde wachttijd $0.10 T_s$,
= 59%
 - 20 uur per dag gewerkt
 - efficiency: 0.8
 - productie 35 MT per ploeg per uur
 - gemiddeld 4 ploegen

jaarlijkse capaciteit:

$$4 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 4 \cdot 35 \cdot 0.59 \cdot 0.8 = 1\,900\,000 \text{ MT}$$

Totale capaciteit bedraagt 4 400 000 MT.

Dit reikt volgens de prognose tot in de jaren '90. Vooralsnog behoeven de terminals geen verdere uitbreiding.

containers

De huidige ligplaatsen no 10 en 11 zijn niet bijzonder goed geschikt voor efficiënte containeroverslag.

De ligging is zodanig dat een minder gelukkige binnenvaartmanoeuvre kans loopt te eindigen tegen de containerterminal.

De waterbeweging is bij gelegenheid erg onrustig. Containeroverslag is hiervoor gevoelig, een containerterminal is dan ook bij voorkeur niet direct aan de toegangseul en havenmond gelegen.

Bovendien is de orientatie van de ligplaatsen onder een hoek met de dominerende windrichting.

Zoals al eerder gememoreerd wordt de huidige terminal getransformeerd in een multi purpose terminal. Een geheel nieuwe grote containerterminal is derhalve benodigd.

De prognose voor het jaar 2000 is 11 200 000 MT.

Ruimte voor uitbreiding moet aanwezig zijn.

Een inventarisatie van de containerterminals op Taiwan leert dat de meeste firma's die actief zijn in deze slechts de beschikking hebben over één aanlegplaats.

Een minderheid van de ligplaatsen is bestemd als "public berth".

De verwachting is wel dat een grote diepzeehaven de grotere firma's aantrekt.

Om aan de voorzichtige kant te blijven is bij de indeling van de ligplaatsen van de nieuw aan te leggen terminal eerst maar eens uitgegaan van enkele in plaats van een of meer groepen ligplaatsen. Indien het anders uitpakt neemt de capaciteit alleen maar toe.

De onderverdeling is als volgt gekozen.

- 2 "multi user berths"
- 8 "single user berths"

In totaal 10 ligplaatsen.

Er wordt er van uitgegaan dat de meerderheid van die ligplaatsen over 2 containerkranen beschikt; slechts twee moeten het er met 1 doen.

Voor de beide multi-user berths is een e 2/e 4 verdeling gekozen met een gemiddelde wachttijd van $0.1 T_s$, wat resulteert in een bezettingsgraad van 30%.

Een aanlegplaats geëxploiteerd door een particuliere onderneming kent over het algemeen een hogere graad van efficiency en derhalve ook een hogere bezettingsgraad, hiervoor is 38% gekozen.

- 20 uur per dag gewerkt.
- gemiddelde kraancapaciteit 25 lifts/uur
- efficiency: 0.75

jaarlijkse capaciteit:

$$2 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 360 \cdot 0.30 \cdot 0.75 = 162\ 000 \text{ containers}$$

$$(6 \cdot 2 + 2 \cdot 1) \cdot 25 \cdot 20 \cdot 360 \cdot 0.38 \cdot 0.75 = 718\ 200 \text{ containers}$$

Totaal 880 200 stuks.

Bij een 60:40 verhouding tussen 20 ft en 40 ft containers komt dit op een totaal van 1 230 000 TEU.

Gemiddeld 12 MT per TEU geeft een capaciteit van 14 760 000 MT.

Dit voldoet, er is ook enige ruimte beschikbaar om onvoorziene ontwikkelingen op te vangen.

kolen

De bestaande dry-bulkterminals zullen de verwachte hoeveelheden kolen uiteraard niet aan kunnen, Een afzonderlijke "high capacity" kolenterminal verdient dan ook aanbeveling.

De prognose voor het jaar 2000 is 17.5 miljoen MT.

- e 2/e 8 verdeling
- 20 uur per dag gewerkt
- efficiency: 0.8
- lossnelheid circa 4000 ton/uur

We gaan er vanuit dat voldoende losgerei aanwezig is. Een 130 000 tonner kan in minder dan twee dagen gelost worden.

Gaan we in eerste instantie uit van twee ligplaatsen en wordt gekozen voor een gemiddelde wachttijd van $0.15 T_s$, wat neer komt op circa 4.5 uur, wat reëel lijkt, dan leidt dit tot een bezettingsgraad van 58%.

jaarlijkse capaciteit:

$$2 \cdot 4000 \cdot 20 \cdot 360 \cdot 0.58 \cdot 0.8 = 26\,725\,000 \text{ MT}$$

Twee ligplaatsen blijken voldoende te zijn.

In het volgende hoofdstuk wordt hier nog verder op in gegaan.

Hoofdstuk 12

ECONOMISCHE OPTIMALISATIE AANTAL LIGPLAATSEN KOLEN- TERMINAL

In voorgaand hoofdstuk is het benodigd aantal ligplaatsen bepaald aan de hand van verkeerstechnische criteria.

Dit is een methode die snel resultaat geeft.

Of dan ook de meest optimale oplossing wordt gevonden staat nog niet vast.

De totale kosten in de haven gemaakt om een schip te ontvangen bestaan uit scheepskosten en ligplaatskosten. Grafisch is het verband tussen de bezettingsgraad en de kosten als volgt weer te geven. (bldz 95)

Bepaling van het minimum van de totale transportkosten per ton kan op twee manieren geschieden.

1. Met behulp van de wachttijdentheorie kunnen we voor een gegeven aantal ligplaatsen s de bijbehorende kostenfactoren berekenen voor verschillende waarden van de bezettingsgraad of als variant het jaartonnage; om vervolgens door "trial and error" het optimum voor de bezettingsgraad te bepalen, waarbij de transportkosten een minimum bereiken.

Door dit voor wisselende aantallen ligplaatsen te herhalen kunnen s en het jaartonnage tegen elkaar worden uitgezet.

Voor het verwachte vervoersaanbod kan op deze wijze het optimale aantal ligplaatsen worden gevonden.

2. Met behulp van een simulatie.

Het benodigd aantal ligplaatsen van de nieuwe kolen-terminal als volgt bepaald.

Te verwachten goederenstroom: 17.5 miljoen in het jaar 2000.

1. kosten van een ligplaats

a. investeringskosten

- 1 ligplaats - kosten van de kade: 10 miljoen US\$
(40 jr)
- kosten lostorens: 12 miljoen US\$
2 stuks (20 jr)
- overige kosten: geschat op 10 miljoen US\$ (20 jr)

totaal: 32 miljoen US\$

Tussen haakjes de economische levensduur.

jaarlijkse kosten:

- kade: bij een rentevoet van 10% is de amortization factor 0.102; jaarlijkse kosten (j.k.) zijn $0.102 \cdot 10\,000\,000 = 1\,020\,000$ US\$
- lostorens en overige kosten: amortization factor is 0.117; j.k. = 2.58 miljoen US\$

2 ligplaatsen

jaarlijkse kosten:

- kade: $2 \cdot 1\,020\,000 = 2\,040\,000$ US\$
- lostorens en overige: 5 160 000 US\$

3 ligplaatsen

jaarlijkse kosten:

- kade: 3 060 000 US

- lostorens en overige: 7 740 000 US\$

b. exploitatiekosten

Deze worden opgebouwd gedacht uit een vast gedeelte en een variabel deel dat evenredig is met de bezettingsgraad.

$$E_k = K_c + K_v \cdot m \cdot f + (C)$$

f: Een terminal met twee of meer ligplaatsen kent een hogere graad van flexibiliteit en efficiency dan een met een ligplaats.

Mensen en materiaal kunnen efficiënter ingezet worden; er is minder leegloop.

Dit is verdisconteerd in de factor f, en dus is het variabele kostendeel in geval van twee ligplaatsen minder dan het dubbele van die kosten voor een enkele ligplaats.

(C): Eventuele extra kosten bij overbezetting.

1 ligplaats - K_c = 8 miljoen US\$/ jaar
 - K_v = 20 miljoen US\$/ jaar

<u>bezettingsgraad</u>	<u>E_k / jaar</u>
0.30	$8 + 0.30 \cdot 20 + 0 = 14$ miljoen US\$
0.35	$8 + 0.35 \cdot 20 = 15$ "

0.40	$8 \cdot 0.40 \cdot 20$	= 16 miljoen US\$
0.45	$8 \cdot 0.45 \cdot 20$	= 17 miljoen US\$
0.50	$8 \cdot 0.50 \cdot 20 + 1$	= 19 miljoen US\$
0.55	$8 \cdot 0.55 \cdot 20 + 2$	= 21 miljoen US\$

- 2 ligplaatsen
- $K_c(2) = 11$ miljoen US\$/ jaar
 - $K_v(2) = 20$ miljoen US\$/ jaar

<u>bezettingsgraad</u>	<u>E_k / jaar</u>
0.40	$11 + 0.40 \cdot 20 \cdot 1.6 + 0 = 23.8$ milj. US\$.
0.45	$11 + 0.45 \cdot 20 \cdot 1.6 = 25.4$ „
0.50	$11 + 0.50 \cdot 20 \cdot 1.6 = 27.0$ „
0.55	$11 + 0.55 \cdot 20 \cdot 1.6 = 28.6$ „
0.60	$11 + 0.60 \cdot 20 \cdot 1.6 + 1 = 31.2$ „
0.65	$11 + 0.65 \cdot 20 \cdot 1.6 + 2 = 33.8$ „

- 3 ligplaatsen
- $K_c(3) = 13$ miljoen US\$/ jaar
 - $K_v(3) = 20$ miljoen US\$/ jaar

<u>bezettingsgraad</u>	<u>E_k / jaar</u>
0.50	$13 + 0.50 \cdot 20 \cdot 2.5 + 0 = 38.0$ milj. US\$
0.55	$13 + 0.55 \cdot 20 \cdot 2.5 = 40.5$ „
0.60	$13 + 0.60 \cdot 20 \cdot 2.5 = 43.0$ „
0.65	$13 + 0.65 \cdot 20 \cdot 2.5 = 45.5$ „
0.70	$13 + 0.70 \cdot 20 \cdot 2.5 + 1 = 49.0$ „
0.75	$13 + 0.75 \cdot 20 \cdot 2.5 + 1 = 52.5$ „

2. kosten van een schip (130 000 dwt bulkcarrier)

- a. wachtkosten: 40 000 US\$/dag
- b. kadekosten: 40 000 US\$/dag

1 ligplaats

Er wordt uitgegaan van een e 2/e 8 verdeling.

De gemiddelde wachttijd als functie van de bezettingsgraad is dan, bij een gemiddelde servicetijd van twee dagen:

<u>bezettingsgraad</u>	<u>wachttijd (d)</u>	<u>wachtkosten</u>	<u>10⁶ US\$ /jr.</u>
0.30	0.10 2 = 0.20	.20 .04 .30	360 $\frac{1}{2}$ = 0.44
0.35	0.14 2 = 0.28	.28 .04 .35	360 $\frac{1}{2}$ = 0.72
0.40	0.21 2 = 0.42	.42 .04 .40	360 $\frac{1}{2}$ = 1.23
0.45	0.27 2 = 0.54	.54 .04 .45	360 $\frac{1}{2}$ = 1.77
0.50	0.36 2 = 0.72	.72 .04 .50	360 $\frac{1}{2}$ = 2.62
0.55	0.45 2 = 0.90	.90 .04 .55	360 $\frac{1}{2}$ = 3.61

wachtkosten: wachttijd · wachtkosten/dag · aantal schepen

Kostentabel in 10⁶ US\$ /jaar

<u>m</u>	<u>W</u>	<u>K</u>	<u>I</u>	<u>E</u>	<u>Totaal</u>
0.30	0.44	4.38	3.60	14.0	22.42
0.35	0.72	5.11	3.60	15.0	24.43
0.40	1.23	5.84	3.60	16.0	26.67
0.45	1.77	6.57	3.60	17.0	28.94
0.50	2.62	7.30	3.60	19.0	32.52
0.55	3.61	8.03	3.60	21.0	36.24

m = bezettingsgraad

W = wachtkosten

K = kadekosten schip

I = investeringskosten

E = exploitatiekosten

Het jaartonnage als functie van de bezettingsgraad
bedraagt: $m \cdot 4000 \cdot 20 \cdot 0.8 \cdot 360$ MT.

- efficiency 0.8
- loscapaciteit/uur 4000 ton
- 20 uur gewerkt per dag
- 360 dagen gewerkt per jaar

Tabel

<u>m</u>	<u>jaartonnage</u>	<u>kosten 10^6 US\$</u>	<u>Kosten/ton</u>
0.30	$6.9 \cdot 10^6$	22.42	3.25
0.35	$8.1 \cdot 10^6$	24.43	3.02
0.40	$9.2 \cdot 10^6$	26.67	2.90
0.45	$10.4 \cdot 10^6$	28.94	2.78
0.50	$11.5 \cdot 10^6$	32.52	2.83
0.55	$12.7 \cdot 10^6$	36.24	2.85

Grafisch is dit in figuur 12.2 weergegeven.
Het optimum ligt bij $m = 0.40$.

2 ligplaatsen

wachtkosten:

<u>bezettingsgraad</u>	<u>wachttijd (d)</u>	<u>wachtkosten 10^6 US\$/jr.</u>
0.40	$0.04 \cdot 2 = 0.08$	$.08 \cdot .04 \cdot .40 \cdot 360 = 0.46$
0.45	$0.07 \cdot 2 = 0.14$	$= 0.92$
0.50	$0.10 \cdot 2 = 0.20$	$= 1.46$
0.55	$0.13 \cdot 2 = 0.26$	$= 2.08$
0.60	$0.18 \cdot 2 = 0.36$	$= 3.15$
0.65	$0.36 \cdot 2 = 0.72$	$= 6.83$

Kostentabel in 10^6 US\$ /jaar

<u>m</u>	<u>W</u>	<u>K</u>	<u>I</u>	<u>E</u>	<u>Totaal</u>
0.40	0.46	11.69	7.20	23.8	43.15
0.45	0.92	13.15	7.20	25.4	46.67
0.50	1.46	14.61	7.20	27.0	50.25
0.55	2.08	16.05	7.20	28.6	53.93
0.60	3.15	17.51	7.20	31.2	59.06
0.65	6.83	18.97	7.20	33.8	66.80

Slot tabel

<u>m</u>	<u>jaartonnage</u>	<u>10^6 MT</u>	<u>kosten 10^6 US\$</u>	<u>kosten/ton</u>
0.40	18.4		43.15	2.35
0.45	20.8		46.67	2.24
0.50	23.0		50.25	2.18
0.55	25.3		53.93	2.13
0.60	27.6		59.06	2.14
0.65	29.9		66.80	2.23

Grafisch is dit in figuur 12.3 weergegeven.
Het optimum ligt bij $m = 0.55$.

3 ligplaatsen

wachtkosten :

<u>bezettingsgraad</u>	<u>wachttijd (d)</u>	<u>wachtkosten 10^6 US\$ /jr.</u>
0.50	$0.04 \cdot 2 = 0.08$	$.08 \cdot .04 \cdot .50 \cdot 3.360/2 = 0.88$
0.55	$0.05 \cdot 2 = 0.10$	$= 1.20$
0.60	$0.09 \cdot 2 = 0.18$	$= 2.36$
0.65	$0.14 \cdot 2 = 0.28$	$= 3.93$
0.70	$0.20 \cdot 2 = 0.40$	$= 6.13$
0.75	$0.28 \cdot 2 = 0.56$	$= 9.20$

Kostentabel in 10^6 US\$ /jaar

<u>m</u>	<u>W</u>	<u>K</u>	<u>I</u>	<u>E</u>	<u>Totaal</u>
0.50	0.88	21.90	10.80	38.0	71.58
0.55	1.20	24.09	10.80	40.5	76.63
0.60	2.36	26.28	10.80	43.0	82.46
0.65	3.99	28.47	10.80	45.5	88.76
0.70	6.13	30.66	10.80	49.0	96.59
0.75	9.20	32.84	10.80	52.5	105.34

Slot tabel

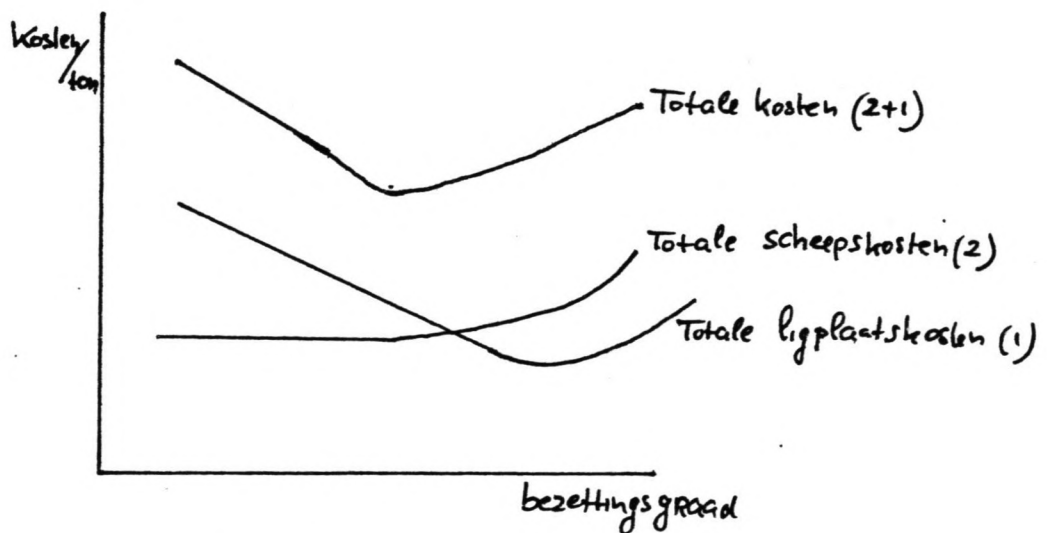
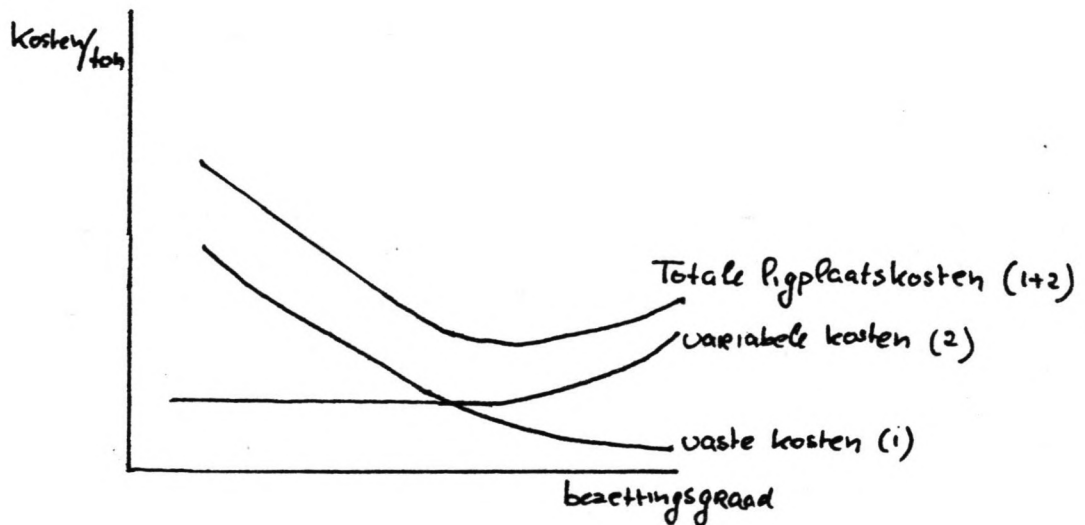
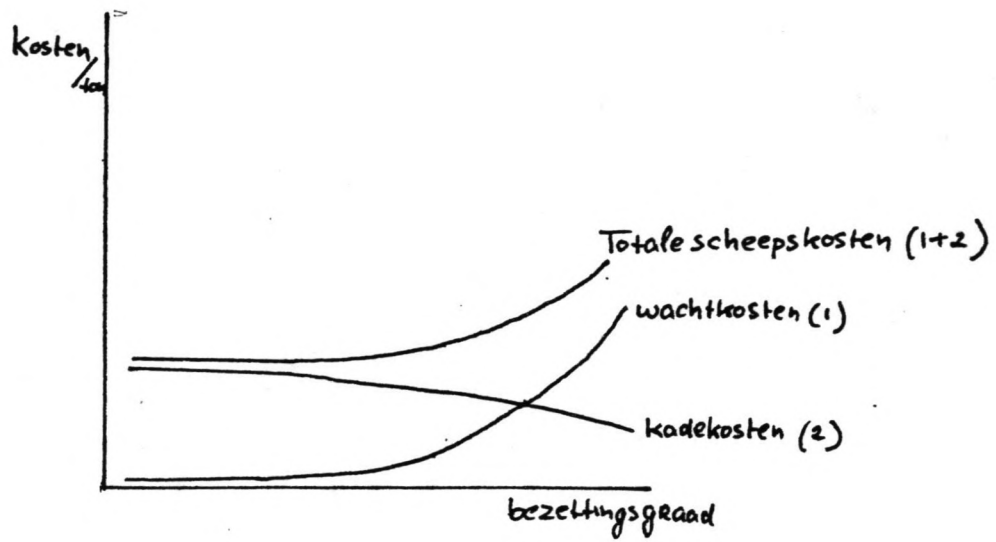
<u>m</u>	<u>jaartonnage</u>	<u>10^6 MT</u>	<u>kosten 10^6 US\$</u>	<u>kosten/ton</u>
0.50	34.5		71.58	2.08
0.55	38.0		76.63	2.02
0.60	41.4		82.46	1.99
0.65	45.6		88.76	1.95
0.70	49.1		96.59	1.97
0.75	52.6		105.34	2.00

Grafisch is dit in figuur 12.4 weergegeven.
Het optimum ligt bij $m = 0.65$.

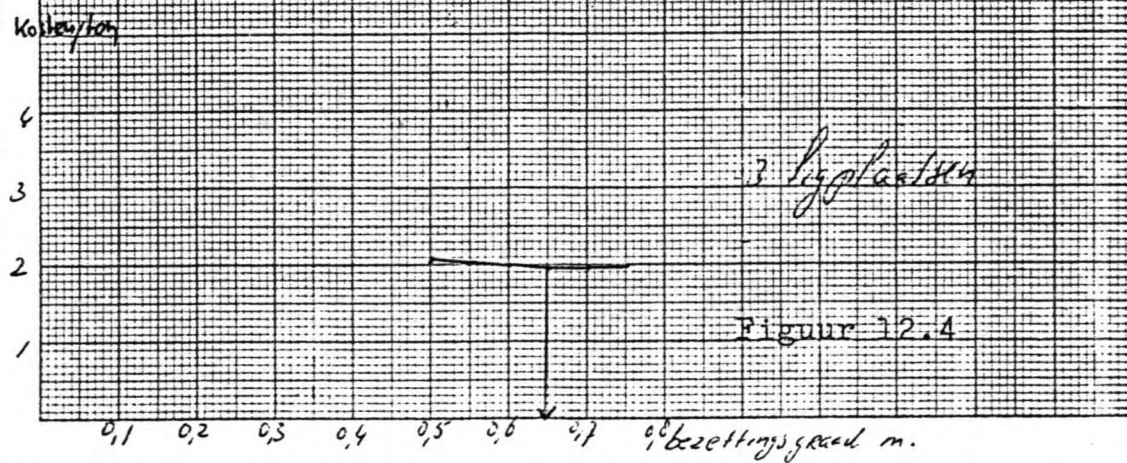
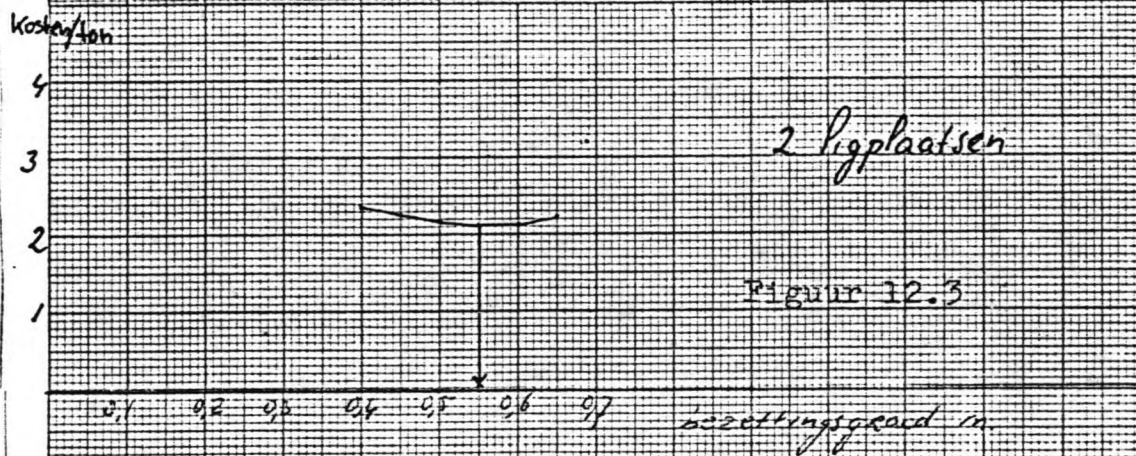
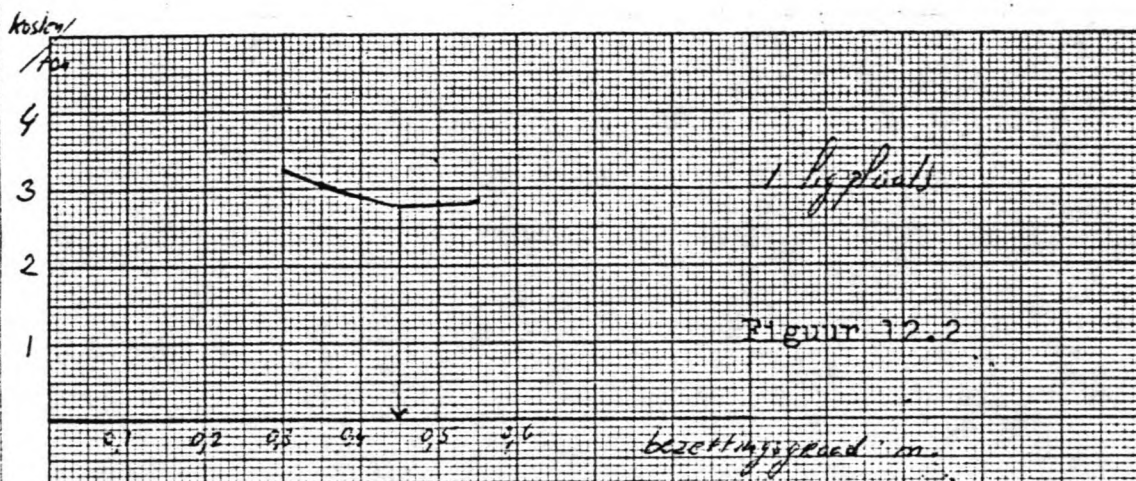
Voor respectievelijk een, twee en drie aanlegplaatsen is nu de optimale bezettingsgraad uit economisch oogpunt bepaald.

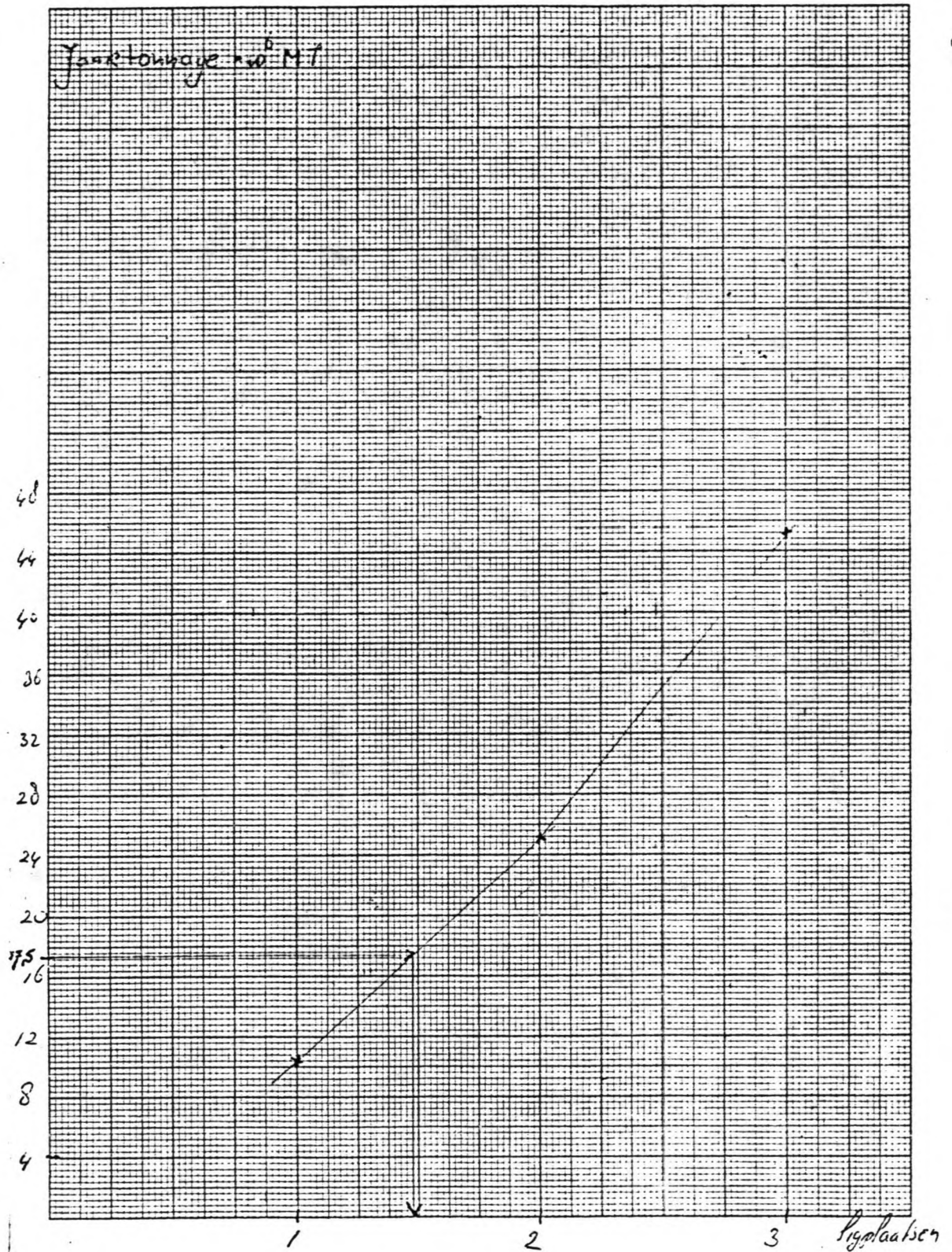
Dit is grafisch in figuur 12.5 weergegeven, waarbij het jaartonnage (in de plaats van m) tegen het aantal ligplaatsen is uitgezet.

Bij een te verwachten jaartonnage van $17.5 \cdot 10^6$ MT in het jaar 2000 zijn dus twee aanlegplaatsen vereist. Dit strookt met het in het vorige hoofdstuk bepaalde aantal, waarbij verkeerstechnische criteria uitgangspunt waren.

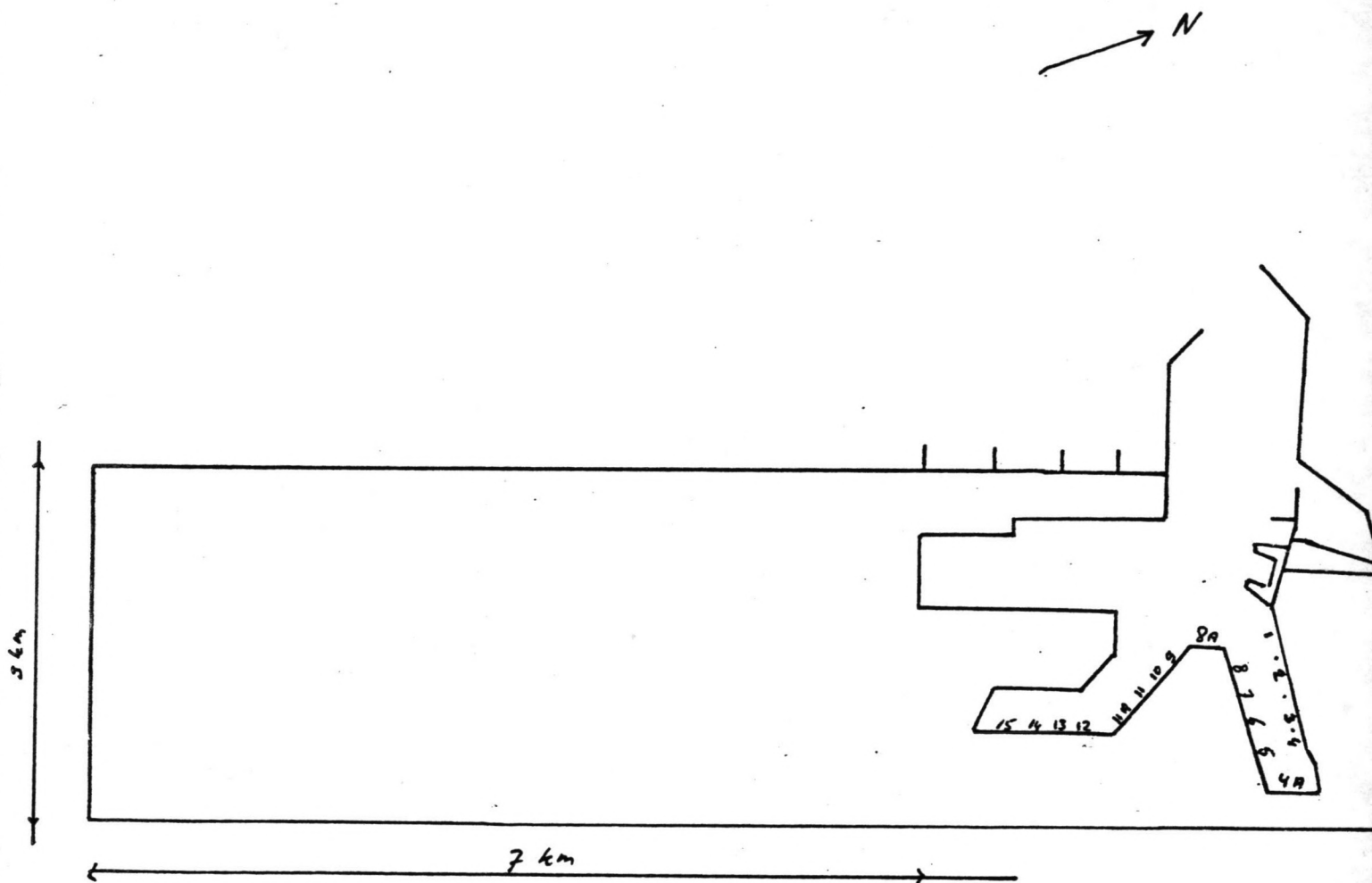


Figuur 12.1





Figuur 12.5



Figuur 13.1

Hoofdstuk 13

INDELING DIEPZEEHAVEN

De nieuwe havenindeling komt er als volgt uit te zien.

<u>ligplaats</u>	<u>goederen</u>	<u>kadelengte</u>
1-2	granen	500 m
3	dry bulk	250 m
4	liquid bulk	200 m
4A	hout bassin	
5-6-7-8	general cargo	800 m
8A	general cargo	260 m
9-10-11-11A	multi purpose	900 m
12-13-14-15	general cargo	760 m

Bovendien komen er nog twee grote terminals, de ene voor containers en de ander voor kolenoverslag. (zie plattegrond op bldz 98)

graanterminal (de nieuwe uitgebreide)

Distributie van het geïmporteerde graan vindt voor het grootste gedeelte plaats per vrachtauto.

Er is gekozen voor een systeem van indirecte overslag: het graan wordt pneumatisch via telescoperende zuigbuizen met zuigmond (een continue systeem) uit het schip in de opslagsilo's geblazen.

Van daar uit worden de vrachtauto's geladen.

De vervoersfasen zijn hierdoor onafhankelijk van elkaar.

Een zo optimaal mogelijk laden en lossen is op deze manier gegarandeerd.

Silo's zijn nodig in verband met de gehanteerde methode van indirecte overslag maar ook om een strategische voorraad te vormen.

In Taichung gaat het om opslag gedurende korte tijd, hoog uit enkele weken, van grote hoeveelheden goed lopende producten die uit meerdere partijen bestaan, in casu verschillende graansoorten.

De meest economisch verantwoorde oplossing wat de silo's betreft bestaat uit een blok van verticale gewapend betonnen silo's met een diameter van circa zes meter,

De huidige silo is van dit type, het bestaat uit veertig silo's met een totale inhoud van 60 000 m³. Het grootst te ontvangen schip is 50 000 dwt carier. Deze kan in circa 2.5 dag gelost worden, de silo's zitten dan vrijwel vol.

Bij uitbreiding met een ligplaats zal de opslagcapaciteit naar alle waarschijnlijkheid uitbreiding behoeven.

Er is daartoe voldoende ruimte aanwezig.

dry bulk terminal no 3

De overgeslagen goederen bestaan voor het grootste deel uit kunstmest en ijzererts, in 1982 respectievelijk 120 000 MT en 10 000 MT.

Kleine hoeveelheden die de terminal uitstekend aankan. Wel ziet het er naar uit dat dit in de toekomst niet meer het geval zal zijn.

Momenteel wordt erts gelost en geladen met scheepskranen en enkele mobiele kranen op de kade waardoor het tempo wat lager ligt dan gebruikelijk. Gezien de geringe hoeveelheid goederen lijkt deze methode vooralsnog te voldoen. De erts wordt direct overgeslagen in vrachtwagens.

Kunstmest wordt met behulp van scheepskranen in naast het schip opgestelde trechters gestort waaronder zakken gehouden worden die op deze manier een voor een gevuld worden.

Op kleine karretjes worden de zakken kunstmest vervolgens naar de opslag getransporteerd.

Deze methode is bijzonder arbeidsintensief.

Het verdient dan ook aanbeveling om eens nader te onderzoeken of deze overslag niet op economischer wijze kan geschieden. Te denken valt aan een systeem van grijpers, transportbanden en mechanische zakkenvullers.

De open opslag bedraagt $65\,568\text{ m}^3$ en is, zeker gezien de huidige manier van overslag voldoende. Een vuistregel die in dit verband wel wordt gebruikt is een opslagruimte van zo'n 4 a 5 hectare per 1 miljoen ton doorzet per jaar.

liquid bulk terminal no 4

De terminal kan de te verwachten goederenstroom gemakkelijk aan. Ook de opslagcapaciteit is voldoende. Er is geen reden om tot wijziging van de huidige opzet over te gaan.

hout basin no 4A

Het basin wordt in de huidige opzet gehandhaafd.
Er wordt met scheepskranen gelost en geladen.
Het verdient aanbeveling om eens te bestuderen of
de aanschaf van drijvende en/of vaste kranen lonend
is.

general cargo

- ligplaatsen no 5-6-7-8

Open opslagruimte bedraagt 76 578 m².

Er zijn 4 loods en van ieder 164.45 m².

- ligplaats no 8A

Open opslagruimte: 5600 m².

Geen loods.

Deze ligplaats staat direct in verbinding met de
de ligplaatsen no 5-6-7-8, de vrij kleine opslag-
ruimte en het ontbreken van een loods vormen dan
ook geen probleem.

Deze terminal is voldoende ruim gedimensioneerd.
Uitbreiding is mogelijk maar gaat dan ten koste van
de multi purpose terminal.

- ligplaatsen no 12-13-14-15

Deze vormen de onlangs gereed gekomen general
cargo terminal.

De beschikbare kadefengte is 760 m, de terrein-
diepte bedraagt 625 m waarvan 300 m nog onbebouwd
is en bestemd voor de terminal.

benodigde opslagruimte:

$$\text{overdekte opslag: oppervlak} = \frac{f_1 f_2 c T_j t_g}{m h_g P_g 365} \quad (m^3)$$

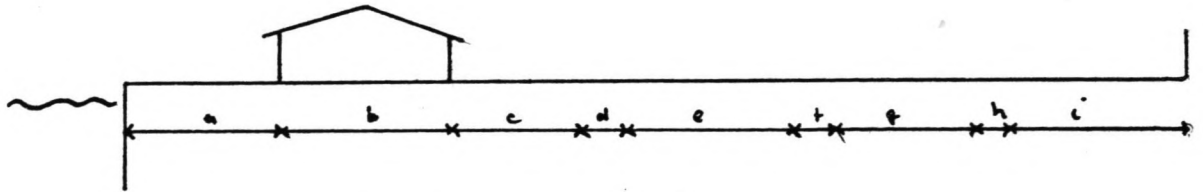
Voor de coëfficiënten zijn gangbare waarden ingevuld.

- $c T_j$: het deel van het ontwerp jaartonnage dat in de overdekte opslagruimte belandt.
 $0.5 \cdot 240\,000 = 120\,000 \text{ MT.}$
- t_g : gemiddelde verblijftijd in dagen = 10.
- P_g : gemiddelde relatieve dichtheid van de goederen in het ruim van het schip = 0.6.
- h_g : gemiddelde stapelhoogte in opslag = 2 m.
- f_1 : verhouding bruto/netto oppervlakte = 1.5.
- f_2 : korrektiefactor in verband met het strippen en het apart stapelen van bepaalde goederen = 1.2.
- m : toelaatbare gemiddelde bezettingsgraad van de opslag = 0.7.

Het benodigde oppervlak bedraagt aldus 7574 m^2 .
Een loods met afmetingen van bijvoorbeeld $140 \cdot 55 \text{ m}^3$ voldoet hiertoe.

Indien we uitgaan van 50% overdekte opslag en 50% open opslag, dan leidt dit tot een benodigde open opslagruimte van circa 7600 m^2 per ligplaats.

De indeling van de terminal kan er als volgt uit zien. (bldz 104)



a = kade, 40 meter.

b = loods, 55 m.

c = laadstrook, 35 m.

d = rijweg, 10 m.

e = open opslag, 45 m.

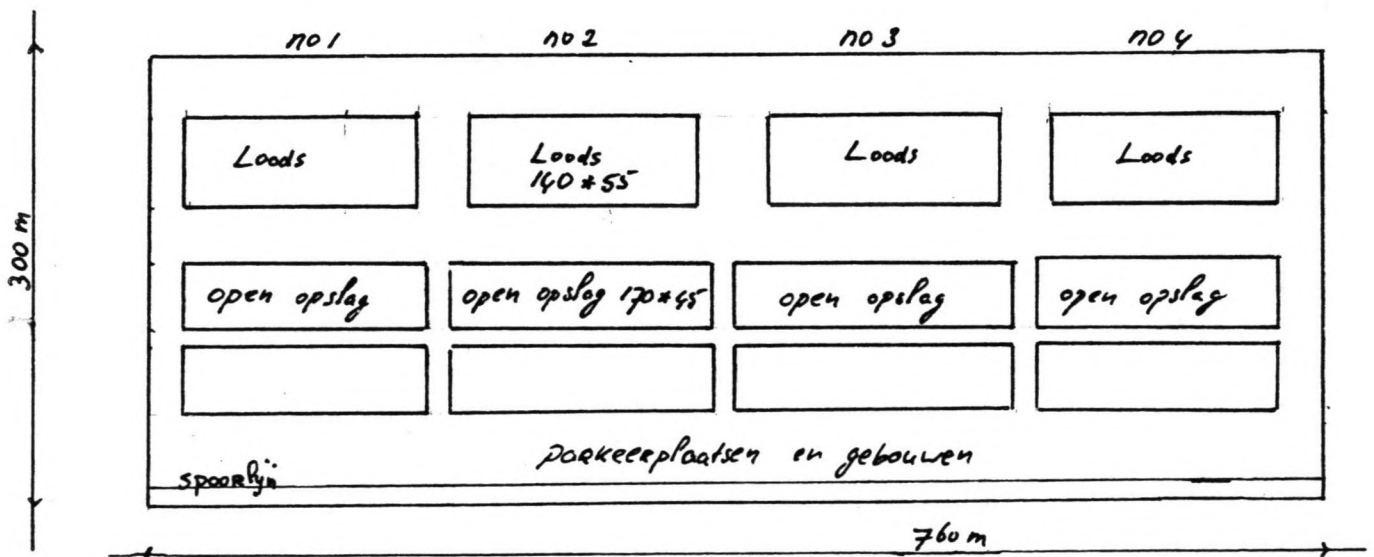
f = rijweg, 10 m.

g = ruimte voor uitbreiding/veemloods, 45 m.

h = rijweg

i = dienststrook parkeerruimte/gebouwen/spoorlijn, 50 m.

Totaal = 300 m.



General cargo terminal

Figuur 13.2

multi purpose terminal no 9-10-11-11A

In de regio Zuid Oost Azie is het multi purpose schip een veel voorkomend verschijnsel.

Veel havens zijn nog maar weinig ontwikkeld, de outillage laat te wensen over en het aanbod van goederen is sterk gedifferentieerd.

Het m.p.schip zal vooral general cargo, al dan niet gecontaineriseerd, dry bulk (vooral erts) en hout vervoeren.

Laden en lossen zal moeten geschieden met scheepskranen, daarnaast zal gebruik kunnen worden gemaakt van enkele mobiele kranen en de al aanwezige beide containerkranen.

beschikbaar: - 900 m kade
- 4 aanlegplaatsen
- terreindiepte gemiddeld 500 m.
- totale oppervlakte 46 hectare

opslagruimte moet beschikbaar zijn voor:

- containers, zowel "puur" als op chassis (ro/ro faciliteiten)
- hout
- dry bulk (erts)
- general cargo (ongecontaineriseerd)

Gezien de aan te leggen grote containerterminal en het feit dat de general cargo en de hout terminal een relatief beperkte capaciteit hebben zal het accent waarschijnlijk op die goederensoorten liggen.

Over de preciese hoeveelheid en samenstelling van het te ontvangen goederenpakket is nog weinig bekend, bij de indeling van het terrein staat flexibiliteit dan ook hoog in het vaandel.

Een prettige bijkomstigheid is in dit verband het grote beschikbare terreinoppervlak, te weten 46 hectare, wat een flexibele indeling sterk vergemakkelijkt.

Een mogelijke indeling kan er uit zien als op bldz 111.

containerterminal

De nieuwe containerterminal zal in eerste instantie 10 ligplaatsen tellen. (bldz 84)

Uitgaande van de afmetingen van 3^e generatie containerschepen (circa 280 m) en een ruimte tussen de schepen van ± 15 m, leidt dit tot een benodigde kadelenkte van 2950 m.

terreingrootte: in het jaar 2000 worden 1 120 000 TEU verwacht.

$$\text{opslagoppervlak: } \frac{T_j \cdot t_g}{m \cdot 365 \cdot r} \text{ (TEU)}$$

Uitgegaan wordt van gangbare waarden.

- T_j : ontwerp jaarhoeveelheid 1 120 000 TEU
- t_g : gemiddelde verblijftijd 7 dagen
- m : toelaatbare bezettingsgraad 0.65
- r : verhouding gemiddelde stapelhoogte/maximale stapelhoogte
 - 0.6 voor de import
 - 0.8 voor de export

Daar import en export hoeveelheden zich bij benadering verhouden als 60:40 is voor $r = 0.64$ gekozen.

De benodigde terreinoppervlak in TEU bedraagt aldus 51 634.

Bij een gemiddelde stapeling in de orde van 2 a 2.5 TEU (afhankelijk van het opslagsysteem) is per TEU gemiddeld 15 m^2 vereist.

Zo is dus $15 \cdot 51\,634 = 77.5$ hectare vereist. (netto opslagoppervlakte)

Daarnaast is nog apart ruimte vereist voor:

- gevaarlijke-stoffencontainers
- koelcontainers
- lege en beschadigde containers
- het "stuffen en strippen" van containers (loodsen)
- werkplaatsen, kantoren, parkeerplaatsen
- kaderuimte

Grofweg is de totale terreinoppervlakte het dubbele van de benodigde netto containeropslagruimte.

Circa 145 hectare.

Een mogelijke indeling van de terminal is op bldz 112 te vinden.

kolenterminal

Twee ligplaatsen.

Ligplaatslengte: wat de vereiste ligplaatslengte betreft zijn verschillende scenario's mogelijk.

Gesteld wordt dat een 130 000 dwt bulkcarrier en een soortgelijk exemplaar van 225 000 dwt (met het

oog op de toekomst) tegelijkertijd gelost moeten kunnen worden.

De ligplaatslengte komt dan op:

- 130 000 dwt'er, lengte circa 280 m, speling 15 m, totaal 295 m
- 225 000 dwt'er, lengte circa 340 m, speling 15 m, totaal 355 m

Gesommeerd: 650 m kadelengete.

Laden en lossen zal plaats gaan vinden met op de wal opgesteld materiaal.

Er wordt gekozen voor indirecte overslag waarbij tussen de vervoersfasen opslag plaats vindt.

Die fasen worden hierdoor onafhankelijk van elkaar.

De los- en laadfuncties worden gescheiden en geografisch gespreid.

Verschillende transportmiddelen als zeeschepen, coasters, treinen en vrachtwagens die in grootte en aankomst-ritme verschillen kunnen op deze wijze optimaal worden gelost en geladen.

Directe overslag moet echter wel mogelijk zijn, een directe verbinding over bandtransporteurs tussen los en laad faciliteiten is gewenst.

Het volgende systeem van laden en lossen komt gezien de grote hoeveelheid kolen het meest in aanmerking. Kranen lossen het zeeschip met grijpers en storten de lading in een bunker onder de kraan waardoor het verschil in losritme door accumulatie wordt genivelleerd.

Via een dosseerinrichting onder de bunker worden de

kolen via een transportband, die langs de hele kade loopt, verder getransporteerd en overgestort op andere banden, die loodrecht op de kade staan. Zij op hun beurt vervoeren de kolen naar een meer naar achter gelegen deel van de buffer waarin zij via een bandafwerpinstallatie terecht komen. De opgeslagen kolen kan met een grijperkraan via een buffer weer op de transport gebracht worden.

Een alternatief zou "slurry"overslag kunnen zijn.

De opslag is deels bedoeld om fluctuaties in de aan- en afvoer op te vangen en deels om een strategische reserve van 6 maanden te vormen.

- fluctuaties: afvoer naar andere Taiwanese havens en direct naar het binnenland vindt vrijwel continue plaats. Een buffer van $4 \cdot 130\ 000 = 520\ 000$ MT lijkt voldoende om fluctuaties hierin op te vangen,
- strategische reserve: $0.5 \cdot 17.5$ miljoen = 8.75 miljoen MT.

Totaal: 9.27 miljoen MT.

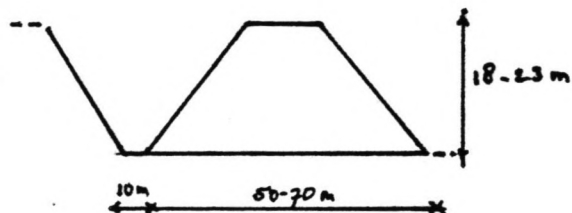
Benodigde opslagruimte: bij een gemiddelde van 8.5 ton/m² komt dit op een oppervlakte van 109 hectare.

Het grootste deel van de geïmporteerde kolen is bestemd voor Taipower.

Een deel hiervan heeft als eindbestemming de nog te bouwen energiecentrale in het havengebied van Taichung.

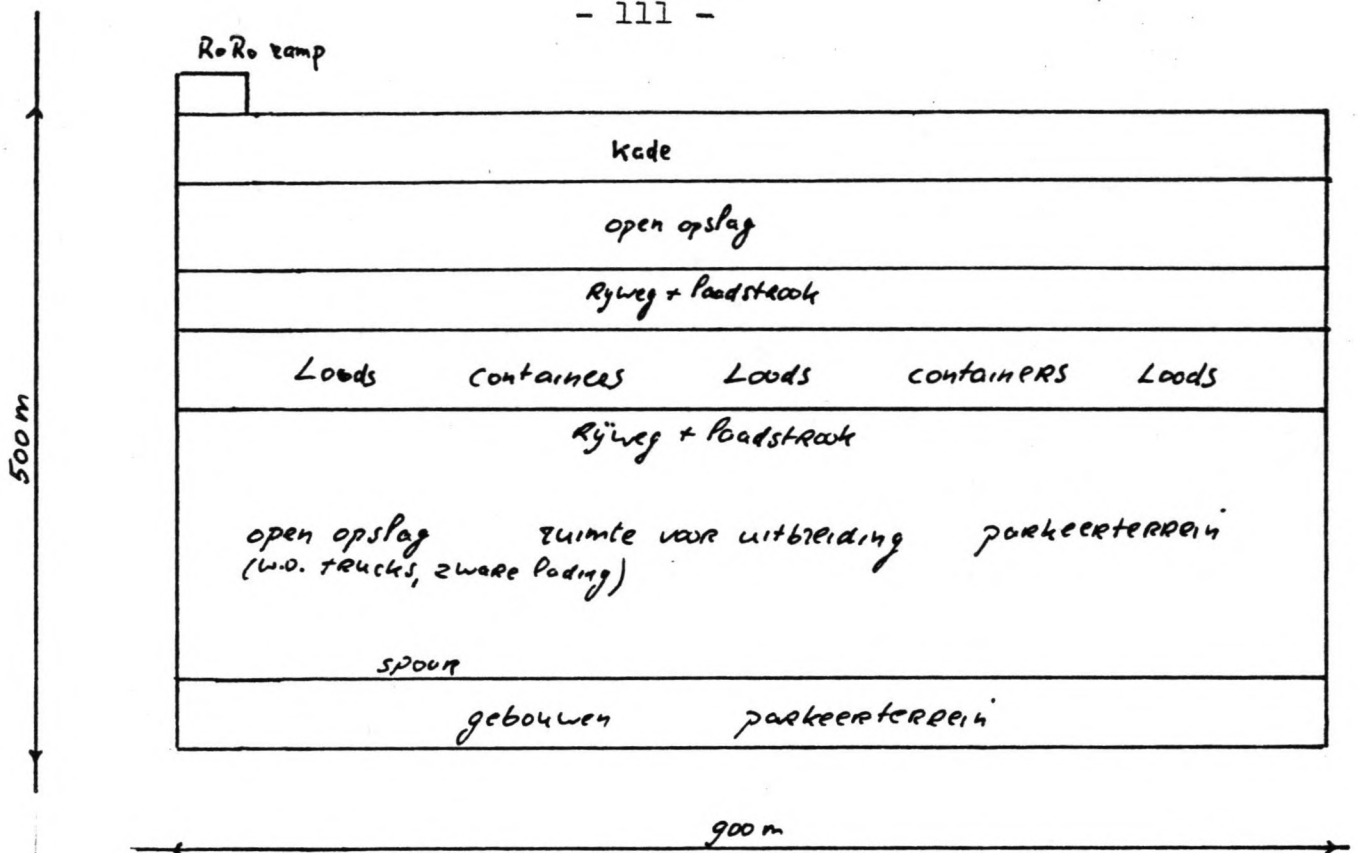
Het verdient dan ook aanbeveling om de ligging van de centrale en de kolenterminal op elkaar af te stemmen.

Opslag vindt plaats in lange hopen met een trapezium-vormig profiel.

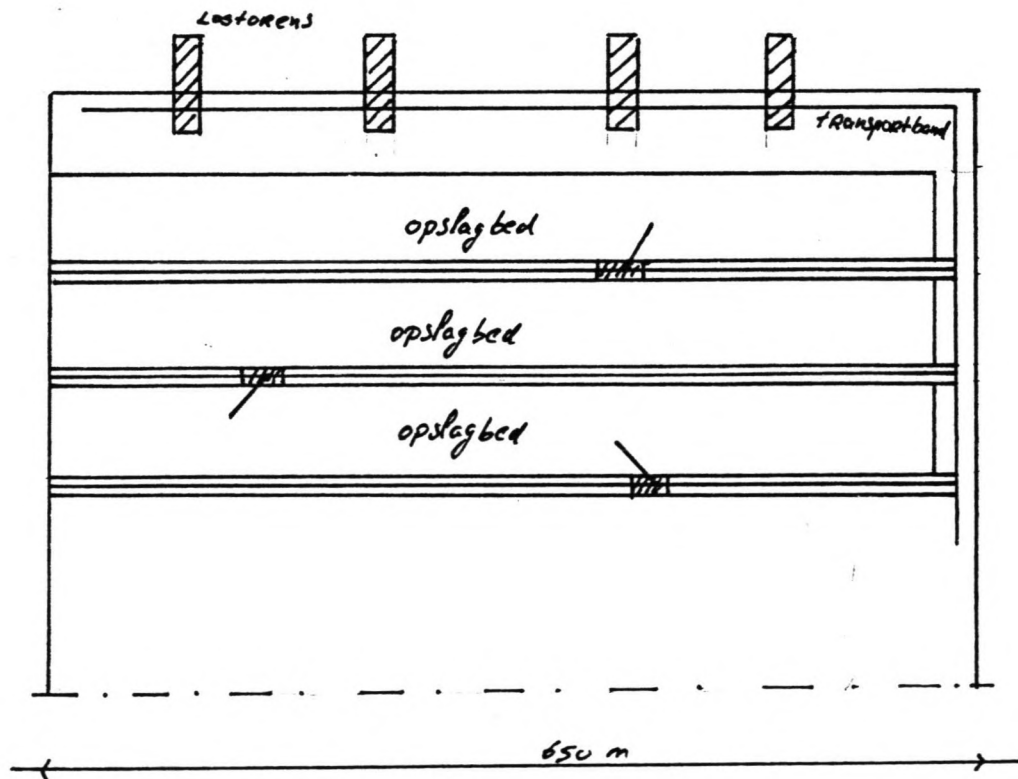


Het komt nog al eens voor dat bulkcarriers als deklast containers meevoeren. (conbulkiers)
Lossen zou dan eventueel plaats kunnen vinden aan de containerterminal (bij hoog water), waarbij na afloop wel verhalen naar de kolenterminal nodig is.

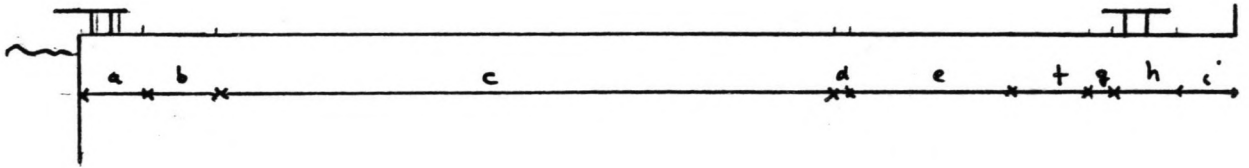
Een mogelijke indeling van de terminal is op bldz 111 te vinden.



Multipurpose terminal
Figuur 13.3



Kolenterminal
Figuur 13.4



a = kraanstrook, 25 meter.

b = rijstrook + opslag scheepsluiken, 30 m.

c = opslag export/import containers, 270 m.

d = rijbaan, 7m.

e = laadstrook/reefers, 30 m.

f = CFS/lege containers/beschadigde containers, 70 m.

g = laadstrook, 30 m.

h = rijbaan trucks, 12 m.

i = spoor + laadstrook, 28 m.

j = kantoren/werkplaatsen/parkeerplaatsen, 30 m.

Totaal = 532 m.

Container terminal

Figuur 13.5

Hoofdstuk 14

NATTE OPPERVLAK

14.1 aanloopgeul

De aanloopgeul wordt gekarakteriseerd door:

- het tracé, waaronder de lengte.
- de geuldiepte.
- de geulbreedte.

tracé

Gegeven de loop van de dieptelijnen is de lengte van de geul bepaald door de richting van de geul en de waterdiepte.

Het tracé wordt zover geografie en bodemcondities dit toestaan, zo georiënteerd dat stroom en wind geen grotere drifthoeken van de schepen kunnen veroorzaken dan 14.5° . Een grotere drifthoek maakt de binnenvaartmanoeuvre onveilig.

Koerswijzigingen dienen bij voorkeur zo gering mogelijk te zijn en liefst zo ver mogelijk uit elkaar te liggen. Het verdient sterke aanbeveling om, als het enigzins mogelijk is, richtingsveranderingen vlak voor de haveningang te vermijden.

Een rechte toegangsgeul is preferabel, echter zoals meestal speelt ook hierbij de economie een belangrijke rol. Indien het maken van een geknikt traject grote besparingen oplevert, zal men het nadeel van de richtingsverandering moeten afwegen tegen de besparing.

Voor het tracé is uiteraard de orientatie van de haveningang van groot belang.

Deze moet zo zijn dat in en uitgaand verkeer zo min mogelijk hinder ondervindt van dwarsstroom en dwarswind. Vaak echter is dit niet geheel en al te vermijden.

Dan kan zich de situatie voordoen dat het achterschip zich nog in de dwarsstroom bevindt terwijl het voorschip reeds in de luwte van de golfbrekers verkeert. De geul aldaar moet breed genoeg zijn om dit op te vangen.

Het voorkomen van grote stroomgradienten voor de haveningang is hierbij nog belangrijker dan het vermijden van grote dwarsstromen.

Een dominante stroomrichting vraagt om een havenorientatie waarbij schepen tegen die richting in de haven binnen varen.

Immers de havenmond wordt bij voorkeur genaderd met zo laag mogelijke snelheid, dat wil zeggen zo veel mogelijk tegenstrooms.

De haven moet een voldoende bescherming bieden tegen golfdoordringing, in het bijzonder ter plaatse van de ligplaatsen. De richting van de opening dient dan ook bij voorkeur niet in de richting van de grootste golven te wijzen.

Een brede havenmond is vanuit het schip bekeken preferabel. De uiteinden van de golfbrekers zijn als "harde punten" voor het schip zeer gevaarlijk.

Echter uit het oogpunt van golfdoordringing in de haven verkiest men echter een zo smal mogelijke mond.

breedte en diepte

De bewegingen van een schip, ten opzichte van een referentieniveau, in het water zijn van groot belang voor het ontwerp van de haventoeegang.

Vertikale bewegingen bepalen mede de diepte van de toegangsgeul terwijl de horizontale bewegingen rond een gewenste koerslijn van belang zijn voor de geulbreedte.

1. verticale bewegingen

Vertikale bewegingen kunnen zowel het gevolg zijn van de snelheid van het schip als veroorzaakt worden door golven.

De eerste bijdrage kan gesplitst worden in twee componenten, te weten "squat" en "trim", terwijl golven vertikale bewegingen veroorzaken via "pitch", "heave" en "roll". (figuur 14.1)

squat

Dit is het dieper gaan liggen van een schip, een toename van de diepgang, als gevolg van drukveranderingen in het omringende water.

Als een schip voorwaarts beweegt, vloeit er water in tegengestelde richting van de boeg naar de achtersteven. Volgens het theorema van Bernoulli moet druk op een bepaald niveau in dat water lager zijn dan op

een zelfde waterniveau in stilstaand water; het oppervlaktewaterniveau daalt en het schip daalt mee. Dit phenomeen treedt op in alle wateren, van oceanen tot kanalen.

In kanalen zal de snelheid van het langs het schip heen vloeiende water groter zijn dan in de oceaan omdat het zelfde volume water door een kleiner beschikbaar waterprofiel heen zal moeten gaan; de waterpeil daling en daarmee de squat zal groter zijn.

trim

Dit is een verplaatsing van de achterstevan ten opzichte van de boeg, het komt neer op een draaiing van het schip om een horizontale as.

Trim vindt zijn oorzaak in de asymmetrie tussen de patronen van de "returnflow" bij de boeg en de achterstevan. De beweging van de schroef zal die "returnflow" bij de achterstevan van een goed gestroomlijnd schip als een containerschip doen toenemen.

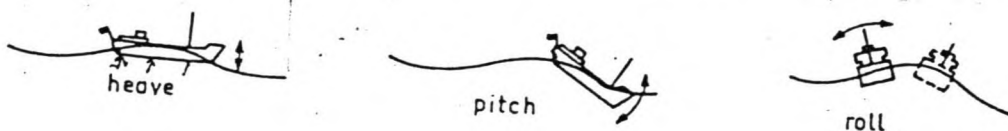
Deze schepen zullen een trim hebben waarbij de achterstevan lager ligt dan de boeg.

Bulkcarriers daarentegen kennen een hoge blokcoefficient en de stompe voorstevan leidt tot "returncurrent" concentraties bij de boeg, wat een boeg "down" trim ten gevolge heeft.

golven

Figuur 1 illustreert de drie door golven veroorzaakte verticale bewegingen van een schip.

De feitelijke verticale beweging van een bepaald punt op het schip is een combinatie van de "heave", "pitch"



Figuur 14.1

en "roll" bewegingen.

De eigenlijke beweging van het schip hangt af van de grootte van het schip ten opzichte van de golf-lengte, van de golfhoogte en richting.

We kunnen de vergelijking trekken met een massa-veer systeem. Dergelijke systemen hebben een zogeheten eigenfrequentie waarbij de verplaatsingen erg groot worden.

Een roeiboot bijvoorbeeld heeft een veel grotere responsie op een golf van 0.5 m hoogte en een periode van 2 sec. dan een grote bulkcarrier.

In het algemeen worden de laatsten maar weinig beïnvloed door tegemoetkomende golven.

Van opzij naderende golven daarentegen kunnen "roll"-bewegingen veroorzaken die een belangrijke bijdrage leveren aan de noodzakelijke diepgang.

Dit is een gevolg van de aanzienlijke breedte van dergelijke schepen.

2. horizontale bewegingen

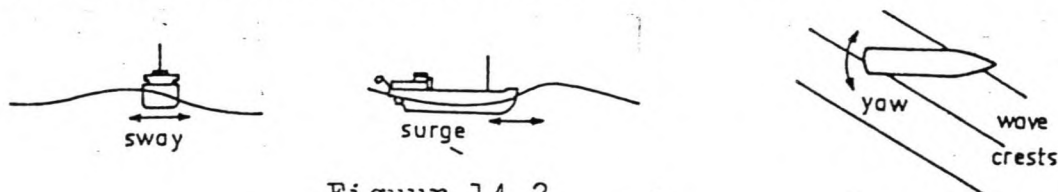
Drie van dergelijke bewegingen, "sway", "surge" en "yaw", zijn geïllustreerd in figuur 14.2.

Bovendien zal het gebruik van het roer "yaw", "sway" en "roll" veroorzaken.

Dit laatste effect is het meest aanzienlijk voor grote schepen waarbij het massazwaartepunt hoger ligt dan het zogenaamde perspunt (zwaartepunt van het volume):

De centripetale weerstand in combinatie met een lateraal hydrodynamisch weerstand veroorzaakt een "roll"moment.

Horizontale bewegingscomponenten "yaw" en "sway" ver-



Figuur 14.2

oorzaakt door roeractiviteiten of door golven, zijn van groot belang voor de benodigde manoeuvreerruimte en kanaalbreedte.

Daarnaast zijn "surge", "sway" en "yaw" van belang voor de optredende troskrachten, en "roll" voor de plaatsbepaling van fenders op de kade.

3. bepaling van scheepsbewegingen in golven

Wanneer de bewegingscomponenten die de bewegingen van het schip bepalen als lineair te beschouwen zijn, direct gerelateerd aan de golfhoogte, dan is het mogelijk om de totaalrespons op de golven te bepalen door superpositie van de individuele responscomponenten. Gelukkig zijn de meeste schip-responsiemodellen op te lossen met lineaire modellen aangezien de scheepsafmetingen gewoonlijk groot genoeg zijn ten opzichte van de golflengte.

Het superpositieprincipe maakt het mogelijk om de respons op een golfspectrum te bepalen door gebruik te maken van een responsfunctie.

De responsfuncties die een golfspectrum transformeren in een bewegingsspectrum, kunnen bepaald worden door het schip bloot te stellen aan een serie golven van een constante frequentie. Iedere golffrequentie bepaalt zo een enkel punt van de responsfunctie.

In het algemeen worden zij via modelproeven bepaald. Indien de waterdiepte minder dan circa 50% van de diepgang van het schip gaat bedragen, wordt de responsie op een bepaalde golfconditie afhankelijk van de gemiddelde "keelclearance".

Responsiefuncties zullen gebruikt worden in de volgende twee paragrafen, waarin het gaat om de bepaling van de breedte en diepte van de toegangsgedul.

Van belang hierbij is de zeegang rond de haven in de verschillende seizoenen.

Een dergelijke zeegang bestaat zelden uit een eenvoudige wind- of deiningsgulv van bepaalde lengte en hoogte. Elk zeegebied heeft zijn specifieke gulvspectra van door elkaar heen lopende gulven van verschillende lengte, hoogte, snelheid en richting.

Met behulp van een spectraal analyse (Fast Fourier Transform) kan een spectrum worden ontleend.

Dergelijke gegevens zijn helaas niet bekend van het gebied rond Taichung, in het nu volgende zullen dan ook slechts principes worden aangegeven.

kanaaldiepte

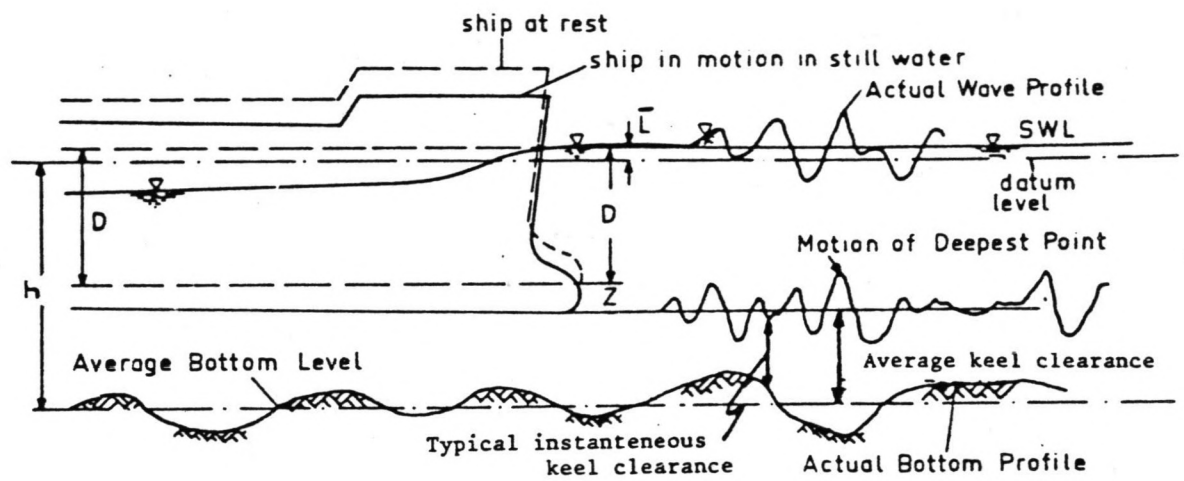
Van belang voor de dieptebepaling zijn de volgende twee punten.

1. Is de diepte groot genoeg om het schip adequaat te kunnen manoeuvreren.
2. Is de kans dat het schip de gulvbodem raakt klein genoeg.

Beide hangen af van de "keelclearance" van het schip. Punt één hangt af van de gemiddelde "keelclearance" gedurende in ieder geval een voldoende groot gedeelte van de tijd.

Punt twee hangt af van de momentane waarden van de "keelclearance".

Van belang zijn zowel de gemiddelde "keelclearance" als de variaties daarop.



Figuur 14.3

De parameters die een rol spelen zijn de volgende.
(zie ook figuur 14.3)

scheepsbewegingen

De invloed van squat kan bepaalt worden met behulp van de formule van Schijf, die van de PIANC of via de grafieken van de Sogreah.

De trim wordt bepaald aan de hand van ervaringsgegevens.

De orientatie van de toegangsgeul bepaalt de relatieve richting van de golfnadering bij een gekozen stormconditie.

Onze maatgevende storm kiezen we in ieder geval in het moessonseizoen (april-september) waarbij de overheersende windrichting N-NE-NEE is en waarbij ook de golven uit noordelijke richting komen.

Uiteraard dienen de berekeningen voor verschillende alternatieve geultraces te worden uitgevoerd.

Uit de golfrichting, het (storm)spectrum en de snelheid van het schip, kan het golfspectrum dat ontmoet wordt door het schip bepaald worden.

Vervolgens dienen de benodigde responsiefuncties bepaald te worden.

Onze interesse gaat echter voor al uit naar de beweging van een of meerdere punten op de bodem van het schip die de grootste kans heeft of hebben om de bodem te raken.

Hiervoor moet de responsfunctie die de verticale beweging per eenheid golfamplitude geeft tegen de frequentie bepaald worden.

Als die responsiefunctie bekend is kan het respons-

spectrum voor dit kritieke punt bepaald worden, wat de variatie van plaats geeft per eenheid van frequentie als functie van de frequentie.

waterpeil

In de keuze van het waterpeil (ten opzichte van Chart Datum) spelen vele factoren een rol.

Een van de belangrijkste is wel de scheepvaartintensiteit.

Indien het maatgevende schip slechts af en toe, in de orde van een of minder per dag, binnenvalt is het in het algemeen wel toelaatbaar om het te laten wachten tot het vloed begint te worden. Dit gaat uiteraard alleen op als andere factoren als bij voorbeeld het golfklimaat geen belemmering vormen.

Indien het vloedniveau aan verandering onderhevig is gedurende een maand dan kiest men om aan de zekere kant te blijven een vloedniveau dat dagelijks wordt overschreden. De bedoeling is ook dat een dergelijk waterniveau gedurende binnenvaart van het schip niet al te veel aan verandering (lager worden in dit verband) onderhevig is.

Uiteraard is dit alles een kostenprobleem.

Wachten kost geld, de toegangsgeul dieper baggeren ook.

Een belangrijke rol hierin speelt het te verwachten aantal schepen dat zal moeten wachten, en de diepte, bodemsamenstelling en vooral de lengte van de uit te baggeren geul.

Indien het maatgevende schip veelvuldig de haven binnen zal willen varen, dan zal een waterpeil gekozen worden dat lager ligt dan in bovenstaande het geval was.

Het is verleidelijk om daarvoor het LLWS te kiezen,

echter is dit wel een erg behoudende keuze.

Immers het grootste gedeelte van de tijd dat er een schip in de geul vaart zal het waterpeil hoger liggen. Het is dan beter uit te gaan van het MSL met een bijbehorende standaarddeviatie σ_L^2 , die zowel het getij als andere invloeden omvat. (storm)

Schematiseren we de golfbeweging tot een sinusvormige uitwijking met amplitude a_1 dan is $\sigma_L^2 = 0.5 a_1^2$.

Deze waarde is te convergeren naar een rechthoekig spectrum met lengte w . (w = golffrequentie) en hoogte: $L(w) = \frac{\sigma_L^2}{w}$

Voor tweedaags getij is $w = 10^{-4}$ rad/sec.

Waterniveauvariatiën treden op bij erg lage frequenties, overeenkomstig de perioden van de getij-componenten.

De frequentie van een tweemaal daags getij is bijvoorbeeld: $1.4 \cdot 10^{-1}$ rad/sec.

bodemruwheid

De onregelmatigheid van de gewalbodembodem kan gemeten worden met behulp van echolood-apparatuur. Ook voor het bodemprofiel kan een energiedichtheidspectrum bepaald worden.

Wanneer het bewegingsspectrum voor het kritieke punt op de scheepsbodem $R(w)$, het spectrum van het waterpeil $L(w)$ en dat van de bodemruwheid $r(w)$ bepaald zijn, kunnen deze eenvoudig gecombineerd worden tot een "keelclearance"spectrum $e(w)$.

$$e(w) = R(w) + L(w) + r(w)$$

Deze optelling wordt uitgevoerd voor iedere frequentie.

De extrema van de keelclearance waarden kunnen beschreven worden met de Raleighverdeling.

kans om de bodem te raken

De gemiddelde "keelclearance" c is opgebouwd uit de volgende componenten.

$$\bar{c} = h + \bar{L} - D - \bar{Z}$$

h = waterdiepte tot de gemiddelde bodemligging

D = diepgang schip

$\bar{L}$ = gemiddeld waterpeil t.o.v. het zelfde referentieniveau als voor h gold.

$\bar{Z}$ = squat plus trim voor het kritieke scheepsbodempunt

De "keelclearance" op ieder moment is:

$$c(t) = \bar{c} - e(t)$$

De factor h is degene die we gaan variëren, voor ieder te kiezen waarde van h dient onderstaande berekening uitgevoerd te worden.

Indien $e(t) \geq \bar{c}$ dan wordt de bodem geraakt.

Maken we de gemiddelde "keelclearance" dimensieloos:

$$x = \frac{\bar{c}}{\sigma_e} \quad \sigma_e = \text{standaarddeviatie}$$

De kans dat een waarde van $e(t)$ groter of gelijk is aan $\bar{c}$: $P(\bar{c}) = e^{-0.5 x^2}$ (Raleigh verdeling)

De kans dat c niet wordt overschreden is $1 - P(\bar{c})$.

Gedurende de binnenkomst van het schip treden er N extrema in de "keelclearance" op.

De kans dat geen van deze N onafhankelijke extrema $\bar{c}$ overschrijdt is:

$$(1 - P(\bar{c}))^N$$

De kans dat een schip minstens 1 maal de bodem raakt is:

$$E_1 = 1 - (1 - P(\bar{c}))^N$$

Indien er m schepen in de geul aanwezig zijn is de kans op schade m E_1 .

De kans op aanwezigheid van m schepen is $P(m)$.

Duidelijk is dat:

$$\sum_{m=0}^M P(m) = 1$$

Daarom is dan ook, het scheepsverkeer in rekening brengende;

$$E_1' = E_1 \cdot \sum_{m=0}^M m P(m)$$

De kans dat ons maatgevende schip in problemen komt in de gekozen maatgevende storm, gekarakteriseerd door de significante golfhoogte H_{sig} , golfperiode T, golfrichting, en dat die storm optreedt is:

$$E_2 = E_1' P(H, T, \phi) \quad \text{n.b.} \quad \sum_{i=1}^{N'} P_i(H, T, \phi) = 1$$

Deze waarde E_2 kan bepaald worden voor ieder van de N' optredende verschillende golfcondities in de storm.

De totale kans op schade gedurende een korte tijd, de passagetijd van een enkel schip is:

$$E_3 = \sum_{i=1}^{N'} E_{2_i}$$

Op jaarlijkse basis, waarbij M gelijk is aan het quo-

tient van het aantal dagen in een jaar gedeeld door de binnenvaarttijd per schip, is dit:

$$E_4 = M \cdot E_3$$

De jaarlijkse schadekosten bedragen:

$$E_4 \cdot (\text{schadekosten individueel ongeval ontwerpschip})$$

Bovenstaande dient uitgevoerd te worden voor alle schepen die in redelijkheid de kans lopen om op de bodem te stoten.

De totale kosten van een gekozen geulontwerp bestaan uit de som van de constructiekosten, de onderhoudskosten en de kosten door schade.

Een minder diepe geul is goedkoper in aanleg, echter de schadekosten zullen waarschijnlijk hoger liggen.

Uiteraard kunnen de parameters in het geuloptimalisatieproces naar hartelust gewijzigd worden.

Te denken valt aan:

- de geuldiepte
- de geulrichting
- de lengte van de golfbreker
- de scheepssnelheid
- het sluiten van de geul voor bepaalde schepen onder bepaalde omstandigheden
- en nog veel meer

geulbreedte

In principe kan een zelfde optimalisatie-techniek als bij de diepte bepaling gehanteerd worden.

Echter het probleem is nog veel complexer.

Indien bijvoorbeeld een gezonken schip de toegangsgeul blokkeert, is het bijzonder moeilijk om de veroorzaakte schade te bepalen.

Bovendien worden de horizontale bewegingen van een schip in belangrijke mate bepaald door de activiteiten van de roerganger, welke moeilijk exact te voorspellen zijn.

In de praktijk worden dan ook de volgende drie methoden wel gebruikt om tot een redelijk geulontwerp te komen.

De eerste is gebaseerd op ervaring met soortgelijke schepen in soortgelijke kanalen.

De tweede berust op modelstudie en de laatste maakt gebruik van een scheepssimulator.

resumerend

Voorgaande was een kwalitatief verhaal, door het ontbreken van voldoende gegevens is kwantitatieve invulling niet mogelijk.

Echter een wat eenvoudiger aanpak kan wel concreet gemaakt worden in de nu volgende paragraaf.

14.2 concrete bepaling trace, diepte, breedte

1. trace

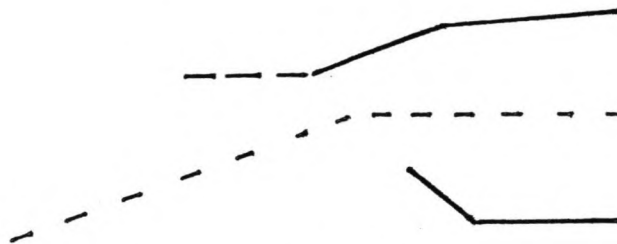
In voorgaande paragraaf is al het nodige vermeldt over de orientatie van de toegangsgeul.

Er is bij Taichung sprake van een dominante stroomrichting; NE-NEE in het maatgevende moessonseizoen.

De orientatie van de huidige toegangsgeul is hier loodrecht op, wat niet de meest ideale is.

De hinder van de het schip vol op de flank rakende golven plus stroming is aanzienlijk, en profijt in de vorm van een afremmend effect op de scheepssnelheid biedt de richting niet.

Een waarschijnlijk gunstiger orientatie is er een met een knik naar zuidelijke richting, zie schets.



Figuur 14.4

Hierbij wordt schuin tegen de dominante stroomrichting ingevaren. De knik moet niet al te groot zijn daar men anders te dicht onder de kust komt te varen en bovendien een grote richtingsverandering vlak voor de haveningang niet erg aan te bevelen is.

De huidige haventoeegang is getest met behulp van de scheepvaartsimulator van het N.S.M.B. te Wageningen. Doel van het onderzoek was om na te gaan of een 130 000 dwt LNGcarrier veilig kan binnenvaren. Hierbij werd de toegang lay-out diverse malen gewijzigd.

Een 130 000 dwt LNG carrier is ongeveer van dezelfde grootte orde als een 130 000 dwt bulkcarrier. De conclusie was dat een geknikte toegangsgeul met een verlengde noordelijke havendam de voorkeur verdient boven de huidige toegang.

De simulatieproeven zijn uitgevoerd met de vooronderstelling dat gebruik gemaakt kan worden van sleepboot hulp.

Dit verdient een nadere beschouwing.

Voor sleepboten is het vrijwel onmogelijk vast te maken aan een schip in geval van aanwezige golfhoogten groter dan 2 m.

De golfcondities rond Taichung zijn:

percentage golven groter dan 2 m: - hele jaar 14.1%
- winter 25.3%

Gemeten buiten de haven.

Echter in de simulatie werd er van uit gegaan dat de sleepboten pas beschikbaar waren als het schip de zuidelijke havendam was gepasseerd.

Tijdens het vastmaken ondervinden zij beschutting van de noordelijke havendam tegen de golven die in de winter het hoogst zijn en dan vooral uit de noordelijke richting komen.

De golfhoogte zal ter plekke van het vast maken dan

ook lager zijn dan in volle zee.

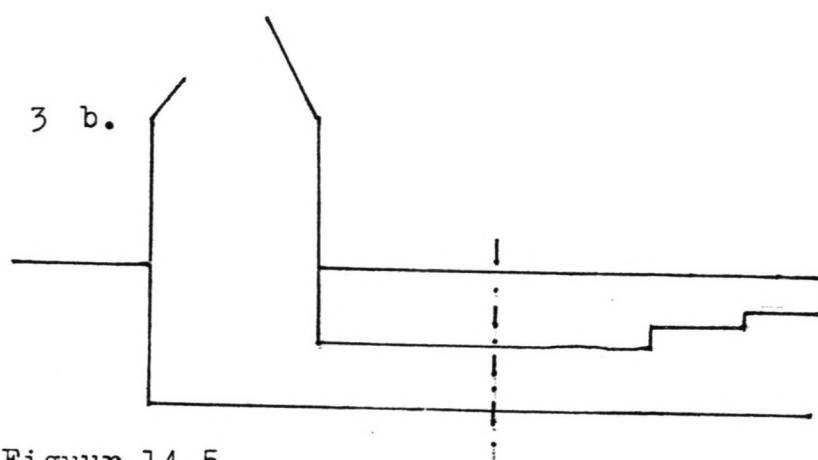
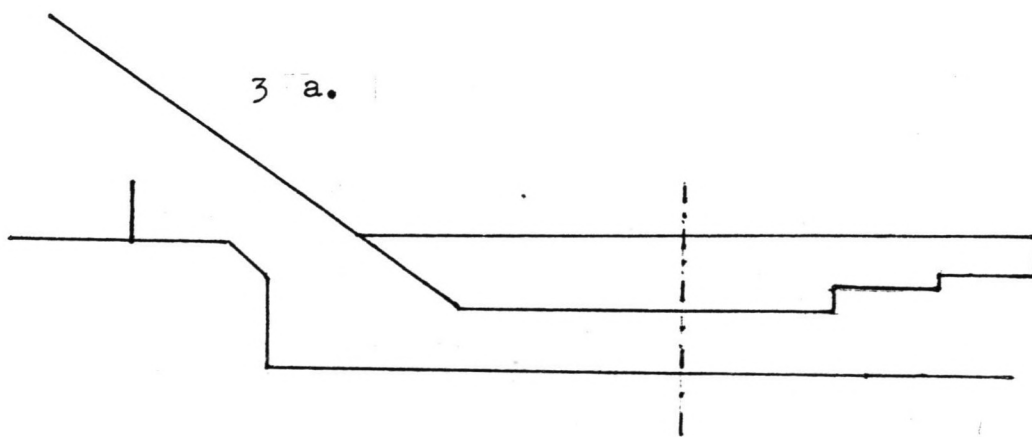
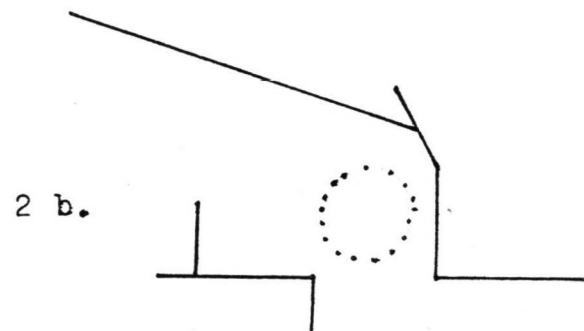
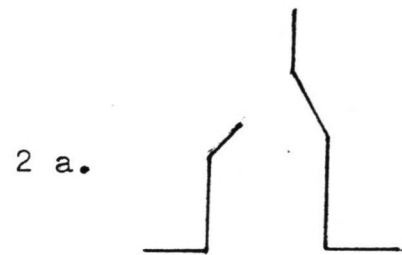
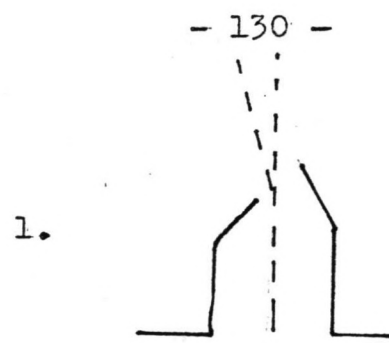
Wil dit alles opgang doen dan moet de noordelijke havendam dusdanig verlengd worden dat de sleepboten de vastmaak-manoeuvre in relatief kalm water kunnen uitvoeren.

Wordt aan deze voorwaarde voldaan dan gaan de conclusies van het N.S.M.B. in grote lijnen op.

Uiteraard zijn er nog meer varianten met betrekking tot de haventoeegang mogelijk, achtereenvolgens:

1. huidige toegang ongewijzigd houden (havendammen)
 - a. met rechte geul.
 - b. met geknikte geul.
2. gewijzigde toegang (waaronder afbreken binnenste golfbrekers)
 - a. noordelijke dam langer.
 - b. noordelijke dam aanpassen, zuidelijke dam afbreken en een nieuwe opbouwen.
3. nieuwe toegang bouwen, handhaven oude toegang
 - a. nieuwe dammen onder een hoek met de kust.
 - b. nieuwe dammen loodrecht op de kust.
4. nieuwe toegang plus verbeteren oude, nieuwe en oude gedeelte haven scheiden door dam
 - a. als 3.a in combinatie met 2.
 - b. als 3.b in combinatie met 2.

Grafisch weergegeven op bladzijde 130.



Figuur 14.5

Aanvullend commentaar:

ad 1. Uit de testresultaten van het N.S.M.B. bleek dat handhaving van de huidige toegang niet wenselijk is.

ad 2. Een verlenging van de noordelijke havendam bleek noodzakelijk.

Een geknikte aanloopgeul kwam er in de simulatieproeven redelijk uit.

Een dergelijke knik kan toch een belangrijke handicap vormen. Alternatief 2b is dan het overwegen waard.

In hoofdstuk 15 zal veel verder op deze materie worden in gegaan. Kostenaspecten en dergelijke komen dan uitgebreid aan bod.

Wel zal alvast, in de volgende paragraaf, de benodigde stoplengte van het maatgevende schip worden bepaald.

maatgevende schip

De haven dient in eerste instantie toegankelijk te worden voor derde generatie containerschepen en bulkcarriers tot 130 00 dwt, waarvan de afmetingen zijn:

.containerschip:	280 m	32 m	12 m	(lengte, breedte,
				diepgang)
.bulkcarrier	:	280 m	40 m	16 m

Er bestaat een "round-the-world"service met vierde generatie containerschepen.

Daar deze schepen door het Panama kanaal heen moeten zijn de afmetingen van dien aard dat de 130 000 dwt bulkcarrier maatgevend blijft.

Er is gekozen voor een 130 000 tonner omdat dit een gangbare maat is die in iedere diepzeehaven toegang heeft.

stoplengte/buitenhaven

De buitenhaven of voorhaven moet zo gedimensioneerd zijn dat de binnenlopende schepen op een gecontroleerde wijze tot stilstand gebracht kunnen worden.

De benodigde lengte hangt af van:

1. grootte maatgevende schip
2. minimale veilige snelheid waarmee het schip kan binnen lopen
3. al of niet beschikbaar zijn van sleepboten

ad 1. Een groot schip heeft in het algemeen een grotere uitlooplengte dan een klein. De verhouding motorvermogen tot deadweight-tonnage speelt hierin een rol, bij grotere schepen gaat deze verhouding omlaag.

Daarnaast is het achteruit-vermogen van een schip vaak beduidend minder dan het voorwaartse.

Indien een groot schip tot stilstand moet komen zonder hulp van sleepboten, dan is een zeer ruim wateroppervlakte vereist.

Bij lage snelheden en met terugslaan schroef is een schip namelijk nauwelijks meer bestuurbaar.

Gebruikelijk is dan ook dat de stopmanoeuvre geleidelijk verloopt en dat sleepboten hebben vastgemaakt op het moment dat het schip niet meer te besturen is.

In ons geval is het maatgevende schip een 130 000 dwt bulkcarrier.

ad 2. Bestudering van de simulatieproeven van het N.S.M.B. leert dat de binnenvaartsnelheid van de 130 000 dwt LNG carrier waarmee de proeven werden uitgevoerd, rond de zes knopen lag, zowel bij de bestaande haventoeegang als bij de situatie met verlengde noordelijke havendam.

ad 3. Sleepboten zijn beschikbaar in Taichung.

De lengte van de voorhaven kan met het volgende eenvoudige model benaderd worden, zie hiervoor ook figuur 14.6.

Modelonderzoek en/of simulatieproeven zijn in deze aan te bevelen.

schematisatie

- Na binnenvaren kost het circa twee scheepslengten ter aanpassing aan de gewijzigde nautische omstandigheden. $s_1 = 2 \cdot L_s$. Invaartsnelheid circa zes knopen.
- Het vast maken van de sleepboten en het afremmen van het schip kost ongeveer vijftien minuten.
Gedurende die tijd wordt met een gemiddelde snelheid van $v = \frac{6 + 4}{2}$ (kn) gevaren.
De afgelegde weg is dan: $s_2 = 5 \cdot 0.51 \cdot 15 \cdot 60 = 2250$ m.
- Hierna wordt het schip dat dan nog een snelheid van vier knopen bezit, gestopt. $s_3 = 700$ m.

Totaal wordt dit voor een 130 000 dwt bulkcarrier: 3500 m.
Gerekend vanaf het uiterste puntje van de noordelijke havendam tot het middelpunt van de draaicircel.

The diagram illustrates a ship's track in a channel. A solid line represents the 'channel boundary', and a dashed line represents the 'ship's track'. The track starts at a 'head of breakwater' (a hatched rectangular area) and curves towards the right. A 'turning basin' is indicated at the end of the track. The 'channel axis' is shown as a horizontal line. The distance from the head of breakwater to the turning basin is divided into three segments: s_1 , s_2 , and s_3 . A vector V_{eff} is shown at the start of the track, with a label $tg = t$ indicating the angle. A note 'tendency to increase drift angle' points to the start of the track. The page number '134' is at the top right.

$$s_2 = \text{tying up of tugs and slowing down of vessel; } v_{\text{average}} = \frac{V_{\text{eff.}} + 4}{2} (\text{kn.}) \quad \text{and distance} = v_{\text{average}} \times (10 \text{ to } 20 \text{ min})$$
 $s_3 = \text{stopping distance from } v = 4 \text{ kn}$

Figuur 14.6

2. overdiepte

De grootte van de overdiepte zal per schip verschillen, zij hangt af van de beoordeling door de loods of de kapitein gebaseerd op inzicht en ervaring of op het toelatingsbeleid van de haven.

Ter wille van de eenvoud wordt van gemiddelde waarden uitgegaan.

De brutowaarde van de benodigde overdiepte wordt bepaald door de volgende factoren.

- netto "keelclearance": de minimaal benodigde speling onder de kiel om het schip bestuurbaar te houden.

130 000 dwt'er: ± 1.0 m

- marge met betrekking tot de bodemligging

Deze varieert door sedimentatie en abaggeractiviteiten. Bovendien moet met een peilonnauwkeurigheid rekening gehouden worden.

Groot: ± 0.5 m.

- trim

130 000 dwt'er: ± 0.5 m

- squat

De formule die de PIANC (Barras) geeft voor de berekening van de squat is:

$$\frac{d}{v^2 / 2g} = 3.75 \cdot C_b \cdot S^{0.75} \cdot \left(\frac{\bar{v}}{V_k} \right)^{1/2}$$

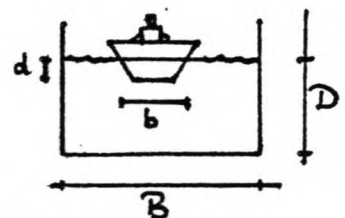
v = snelheid schip

V_k = kruissnelheid van het schip

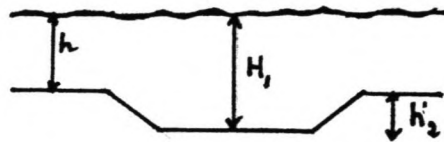
C_b = blokcoefficient schip

S = blokkeringsfactor: $\frac{b \cdot d}{B \cdot D}$

d = squat



In ons geval is de situatie ongeveer als volgt, zie onderstaande schets.



Figuur 14.7

De geschatte geuldiepte 21 m.

Er geldt dat $h_2 \gg 0.4 H_1$ is, er treedt een oeverschijf op.

- . De C_b van een bulkcarrier is ≈ 0.8 .
- . De snelheid van het schip in de toegangsgeul bedraagt ± 4 m/sec en neemt langzamerhand af.
- . De kruissnelheid is gesteld op ± 9.5 m/sec.
- . De geulbreedte op: ± 300 m.

Invulling in de formule geeft: $d = 0.23$ m.

Passen we ter vergelijking de formule van Schijf toe:

$$- F = \frac{v}{gh} = 0.28$$

$$- S = \frac{b d}{B D} = 0.10 \quad \text{"Schijf" werkt goed bij } S = 0.08$$

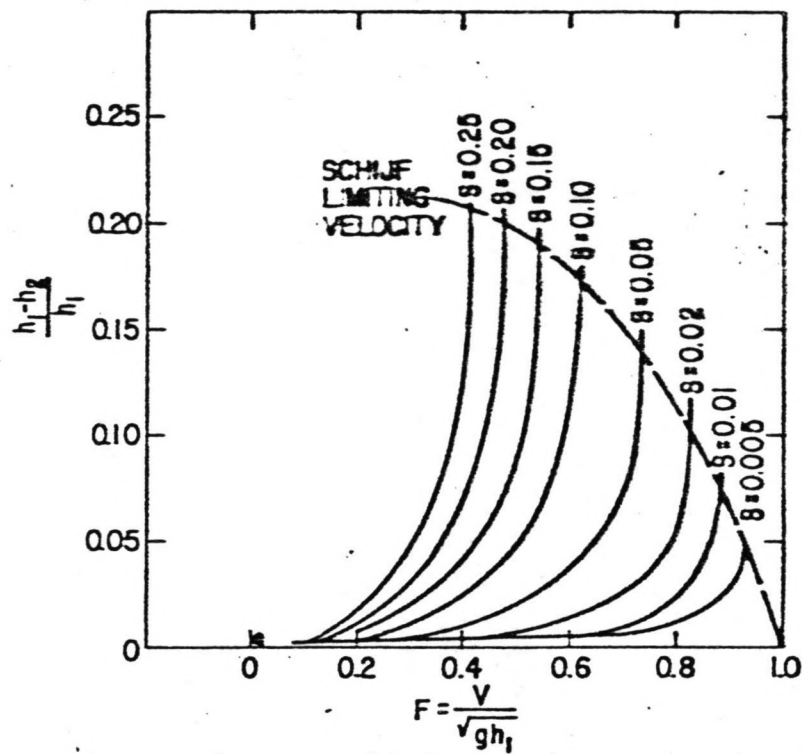
In de grafiek van Schijf komen we via beide bovenstaande waarden tot de waarde 0.011 voor $\frac{h_1 - h_2}{h_1}$.

$$h_1 = 21 \text{ m.}$$

$$h_1 - h_2 = \text{squat}$$

De squat blijkt 0.23 m te bedragen.

Zowel de PIANC formule als de methode van Schijf geven dezelfde uitkomst.



Dimensionless squat versus Froude number

Figuur 14.7 b

- verticale scheepsbewegingen

Deze zijn enerzijds afhankelijk van het golfklimaat en anderzijds van de mate waarin het schip daar op reageert, wat onder andere wordt bepaald door afmeting, vorm en de eigen slingertijd.

De golfperiode en de golflengte bij de haven zijn over het algemeen van de orde 6sec en 56m.

Deze waarden zijn vrij klein, grote bulkcarriers zullen hierop weinig responsie vertonen.

Als benodigde overdiepte is hiervoor 1.5 m gekozen.

- aanslib reserve

Hiervoor is 1.5 m aangehouden.

Sommatie van al deze componenten levert: 5.2 m.

Dit getal moet nog vermenigvuldigd worden met een reductiefactor, omdat de kans erg klein is dat alle benodigde overdiepte-componenten gelijktijdig volledig optreden.

Reductiefactor: 0.9

Benodigde overdiepte: 4.7 m

De geuldiepte moet dus 20.7 m gaan bedragen. (ten opzichte van C.D.)

Dit is de waarde voor de geuldiepte buiten de golfbrekers.

In de haven zelf zal de benodigde overdiepte waarschijnlijk geringer kunnen zijn.

De lagere vaarsnelheden geven minder squat en de geringere golfhoogten zullen een minder grote verticale scheepsbeweging veroorzaken.

In de praktijk wordt als vuistregel wel tien procent van de diepgang gehanteerd. Dit komt op 1.6 m.

De vereiste havendiepte bedraagt: 19.8 m ten opzichte van MSL.

Het maatgevende schip zal in het jaar 2000 slechts gemiddeld eens in de tweeënhalve dag de haven aandoen. De benodigde waterdiepte wordt dan ook aan het Mean Sea Level gerelateerd.

3. geulbreedte

De breedte van het maatgevende schip is een zeer belangrijke factor in de bepaling van de benodigde geulbreedte.

Eveneens van groot belang is het feit of de geul bestemd is voor dubbel dan wel enkel verkeer.

Als een schip zich door het water beweegt geschiedt dit niet volgens een rechte lijn.

Een roerganger, immers een menselijke factor, lukt het nimmer om het schip exact op koers te houden.

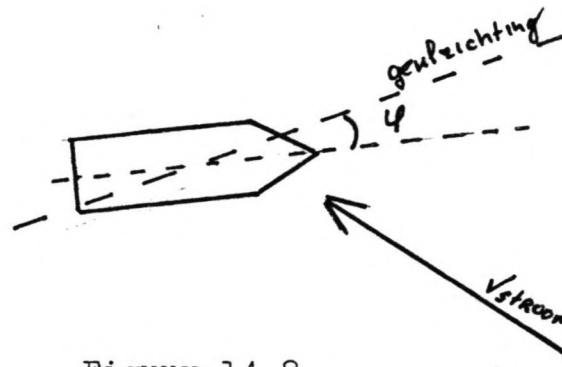
(Bovendien zullen ook wind en stroming het schip van de ideale koerslijn doen afwijken.)

In die positie-afwijking spelen de nauwkeurigheid van het plaatsbepalingsstelsel en de traagheid van het schip na koerscorrectie ook een rol.

Voor dit alles wordt een benodigde ^{paal}geulbreedte van twee maal de breedte van het maatgevende schip aangehouden. ($2 \cdot B_s$)

Daarnaast moet er rekening worden gehouden met een opstuurhoek ten gevolge van de aanwezige dwarsstroming. De PIANC (Icorels) beveelt een maximale opstuurhoek van 14.5 graden aan.

Dit komt ongeveer overeen met een benodigde breedte van een kwart van de scheepslengte. ($0.25 \cdot L_s$)



Figuur 14.8

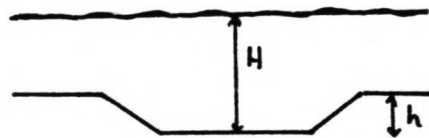
Verder is nog van belang de zogenaamde oeverzuiging.

Komt een schip te dicht bij de oever, dan kan het daar naar toe worden gedrukt.

Oorzaak hier van is het verschijnsel dat de waterspiegel aan de dichtstbijzijnde oever lager komt te liggen dan aan de andere zijde van het schip.

Hoe breder het kanaal hoe minder dit verschijnsel zich voordoet: het niveauverschil hangt samen met het beschikbare terugstroomprofiel ter weerszijden van het schip.

Een oevereffect treedt ook op in open water indien geldt: $h \geq 0.4 \cdot H$



Figuur 14.9

Dit gaat voor een gedeelte van de geul in Taichung op. Om van dit oevereffect geen hinder te onder- vinden is aan weerszijden een benodigde extra breedte van minimaal $0.5 \cdot B_s$ nodig.

Om aan de veilige kant te blijven is voor $0.75 \cdot B_s$ gekozen.

Voor enkel verkeer komt dit alles neer op een geul- breedte van:

$$B_g = B_s + 0.25 \cdot L + 2 B_s + 2 \cdot 0.75 \cdot B_s$$

Uitgaande van $L_s = 6 \cdot B_s$ wordt $B_g = 6 \cdot B_s$.

Indien er ook rekening moet worden gehouden met tegemoetkomend verkeer wordt het probleem wat complexer. De schepen mogen niet te dicht bij elkaar in de buurt komen; het gevaar van wederzijdse beïnvloeding wordt dan te groot.

Het is uiteraard een kanswestie of ze elkaar tijdens het passeren hinderlijk zullen beïnvloeden.

Dit wordt in het algemeen als zodanig ervaren indien de afstand tussen beide schepen minder dan circa dertig meter gaat bedragen.

Deze afstand wordt dan ook extra in rekening gebracht. De benodigde geulbreedte komt in dit geval op:

$$B_g = 8.5 B_s + 30 \text{ (m)}$$

Er is gekozen voor een maatgevend schip met een breedte van veertig meter.

Gezien de frequentie van binnenlopen van dit schip, die betrekkelijk laag is, is het uit economisch oog- punt niet zo verstandig om de geul voor dergelijke schepen "tweebaans" uit te voeren.

Een "enkelbaans" geul voor het maatgevende schip moet een breedte hebben van circa 240 m.

Echter er zullen veel meer schepen gebruik maken van de geul, kleinere schepen.

Het is ondenkbaar dat in een grote diepzeehaven kleinere schepen elkaar niet kunnen passeren.

In dit verband valt te denken aan general cargo schepen, multipurpose schepen en de wat kleinere bulkcarriers en containerschepen.

De breedte-maten hiervan bedragen ongeveer:

- general cargo schip, 16 000 dwt, breedte ca 20 m.
- multipurpose schip, 22 000 dwt, breedte ca 27 m.
- olie carrier, 40 000 dwt, breedte ca 30 m.
- panamax carrier, breedte ca 32 m.

Enigzins arbitrair wordt gesteld dat voor de maatgevende scheepsbreedte in geval van tweezijdig verkeer, 32 meter wordt genomen.

Dit leidt tot een geulbreedte van 300 meter.

4. navigatie hulpmiddelen

Uiteraard is het nodig dat de geul "zichtbaar" is. De ingang van een geul wordt over het algemeen gemarkeerd door middel van een boei, de zogenaamde uiterton.

Vaak wordt deze ton ook geplaatst als er geen uitgesproken toegangsheug is, hij dient dan als herkenningspunt voor de navigator. Vanaf dit punt kan de naderingsmanoeuvre beginnen.

Ook de zijanten van de geul behoeven markering. Dit kan gebeuren door het plaatsen van boeien aan weerszijden van de aslijn op zodanige afstanden in

lengterichting dat steeds bij het passeren van een boei de volgende zichtbaar is.

De positie van het schip ten opzichte van de as van de geul is ook van belang. Hiervoor wordt van oudsher de lichtlijn gebruikt. Oriëntatie op twee achter elkaar geplaatste lichten leert of men zich al dan niet in de as van het vaarwater beweegt.

Ook modernere methoden zijn beschikbaar, waarbij de electronica een belangrijke rol speelt.

Voor een moderne diepzeehaven een noodzaak.

14.3 binnenhaven

1. draaicircel

Aan het eind van het buitenhaven kanaal bevindt zich over het algemeen een draaicircel of zwaaikom.

De oriëntatie ervan moet het schip in staat stellen beheerst tot stilstand te komen in het hart van de kom.

De vorm op zich is niet zo belangrijk, de circelvorm is de meest toegepaste. Een doorsnede van zo'n twee a drie maal de lengte van het ontwerpschip is meestal voldoende. De PIANC raadt aan: $2 \cdot L_s$ plus "allowance". Die "allowance" is niet gespecificeerd.

Voor Taichung waar de wind vaak krachtig waait is de waarde $3 \cdot L_s$ het meest op z'n plaats.

Dit komt voor het maatgevende schip op 840 meter.

De huidige draaicircel heeft een diameter van 1000 meter. Dit is voldoende.

2. havenbekkens

De huidige haven wordt uitgebreid. Deze uitbreiding was voorzien bij de aanleg, ruimte is hiervoor dan ook gereserveerd.

Zij vindt plaats in zuidelijke richting. Op de preciese vorm waarin zij gegoten wordt, wordt in hoofdstuk 15 nader ingegaan.

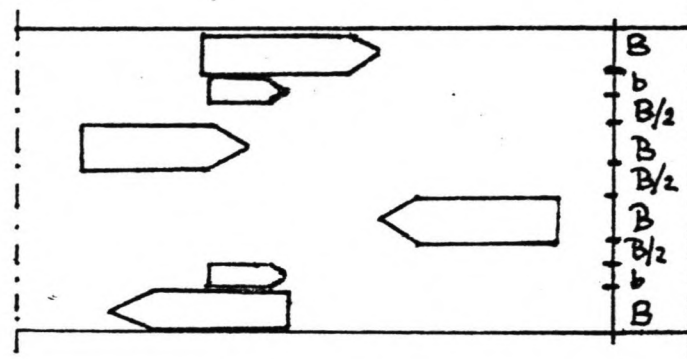
lengte

De benodigde lengte hangt nauw samen met de indeling van de haven, in casu de plaatsing van de beide nieuwe, grote terminals. In hoofdstuk 15 komt dit nader aan de orde.

breedte

We hebben te maken met een situatie waarbij aan weers-
zijden van het havenbekken schepen afgemeerd moeten
kunnen liggen. Hier tussen door zal scheepvaart plaats
vinden.

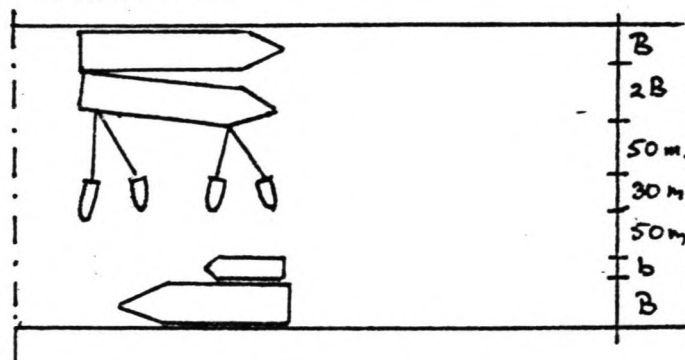
Naast het afgemeerde schip zullen zich in normale
omstandigheden lichters, bunkerboten en drijvende
kranen bevinden, als in onderstaande schets.



Figuur 14.10

Invulling met een 130 000 dwt bulkcarrier en drie
schepen van de Panamax categorie levert een benodigde
bassinbreedte van circa 224 meter.

Een andere optredende situatie die eventueel maat-
gevend kan zijn is de volgende.



Figuur 14.11

Indien het grote zeeschip de aanlegplaats wil verlaten, zal het door sleepboten daar vandaan getrokken moeten worden. Dit vereist ruimte.

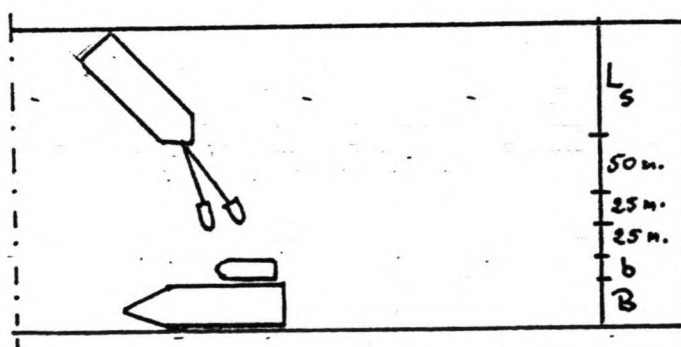
Er wordt er van uitgegaan dat op zo'n moment geen andere schepen mogen passeren.

Dit vereist een bassinbreedte van circa 292 meter, uitgaande van een 130 000 dwt tonner en een Panamax size carrier.

Tenslotte is er nog een derde situatie welke maatgevend kan zijn.

Het hoofdbekken wordt naar alle waarschijnlijkheid tamelijk lang, om voortdurend heen en weer gevaar van sleepboten met zeeschepen te voorkomen kan het wenselijk zijn om het schip in het bekken zelf te kunnen draaien, in plaats van alleen in de zwaairom aan het eind van het bassin.

Uitgaande van een 130 000 dwt bulkcarrier of een derde generatie containerschip vraagt dit een bassinbreedte van circa 420 meter.



Figuur 14.12

De keuze hier tussen hangt mede samen met de gekozen havenindeling, waar in hoofdstuk 15 nader op in wordt gegaan.

Indien gekozen wordt voor een lang hoofdbekken dan zal de derde situatie waarschijnlijk wel als zijnde maatgevend in de berekeningen worden meegenomen.

orientatie ligplaatsen

Deze orientatie bij voorkeur in de richting van de dominerende wind, opdat hinder ten aanzien van de haven-activiteiten zo gering mogelijk is.

Hoofdstuk 15

DROGE OPPERVLAK

In hoofdstuk 13 is van iedere terminal de indeling en het benodigde oppervlak bepaald.

Hiermee zijn we op het punt van de eigenlijke haven-indeling beland. Veel is hier al van bekend, de enige twee ontbrekende componenten vormen de nieuw te bouwen kolen en container terminals.

Uitbreiding van de bassins is noodzakelijk.

De configuratie van de bekkens moet simpel gehouden worden, een soepel en overzichtelijk verlopend scheepvaart verkeer is gewenst.

Ruimte voor toekomstige uitbreiding zowel van terreinen als bassins moet aanwezig zijn; een dergelijke uitbreiding dient vrij eenvoudig te kunnen geschieden.

Een Noord-Zuid doortrekken van het "main channel" lijkt in het licht van bovenstaande uitgangspunten het meest in aanmerking te komen, er zijn echter meerdere mogelijkheden.

Verstandig is het om eerst stil te staan bij de speciale eisen die een kolen en een container terminal aan hun ligging stellen.

kolen terminal

Daar de sterke wind in het moesson seizoen kolengruis mee zal voeren, komt de zuidhoek van de haven het meest in aanmerking om de kolen terminal aan te leggen.

De wind immers is overwegend Noord.

Verder zuidelijk, benedenwinds, treft men geen bebouwing meer aan.

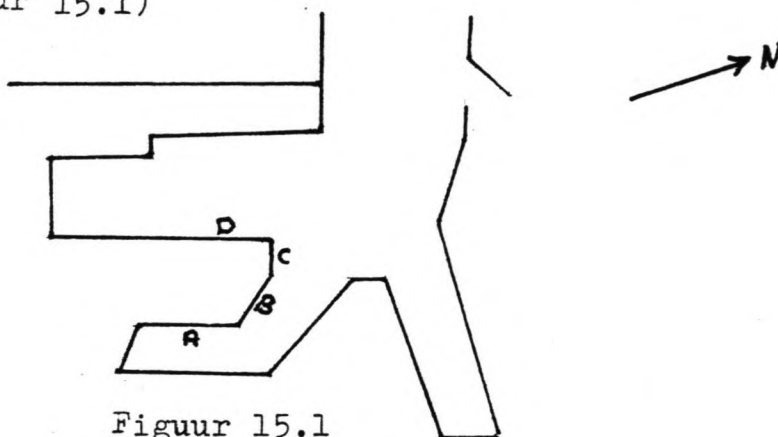
container terminal

Container schepen vragen een bijzonder rustige ligplaats waarbij weinig hinder van golfslag wordt ondervonden.

De ligging is bij voorkeur evenwijdig aan de meest voorkomende en maatgevende windrichting.

In ons geval dus ongeveer Noord-Zuid.

Bekijken we met bovenstaande in het achterhoofd de ligging van de al geplande nieuwe container terminal. (zie figuur 15.1)



Figuur 15.1

De ligplaatsen B en C liggen ongunstig: onder een grote hoek met de maatgevende windrichting en beïnvloedt door golfdoordringing via de havenmond.

Beter lijkt het om alleen D en A als ligplaatsen te gebruiken. (en B en C eventueel bij gunstig weer)

Een geheel andere locatie is uiteraard ook mogelijk, de ligging is echter goed, bovendien is al met de bouw begonnen.

Resumerend zijn de belangrijkste eisen ten aanzien van de haven uitbreiding:

- kolen terminal zuidelijkst
- ligplaatsen container schepen ongeveer Noord-Zuid.

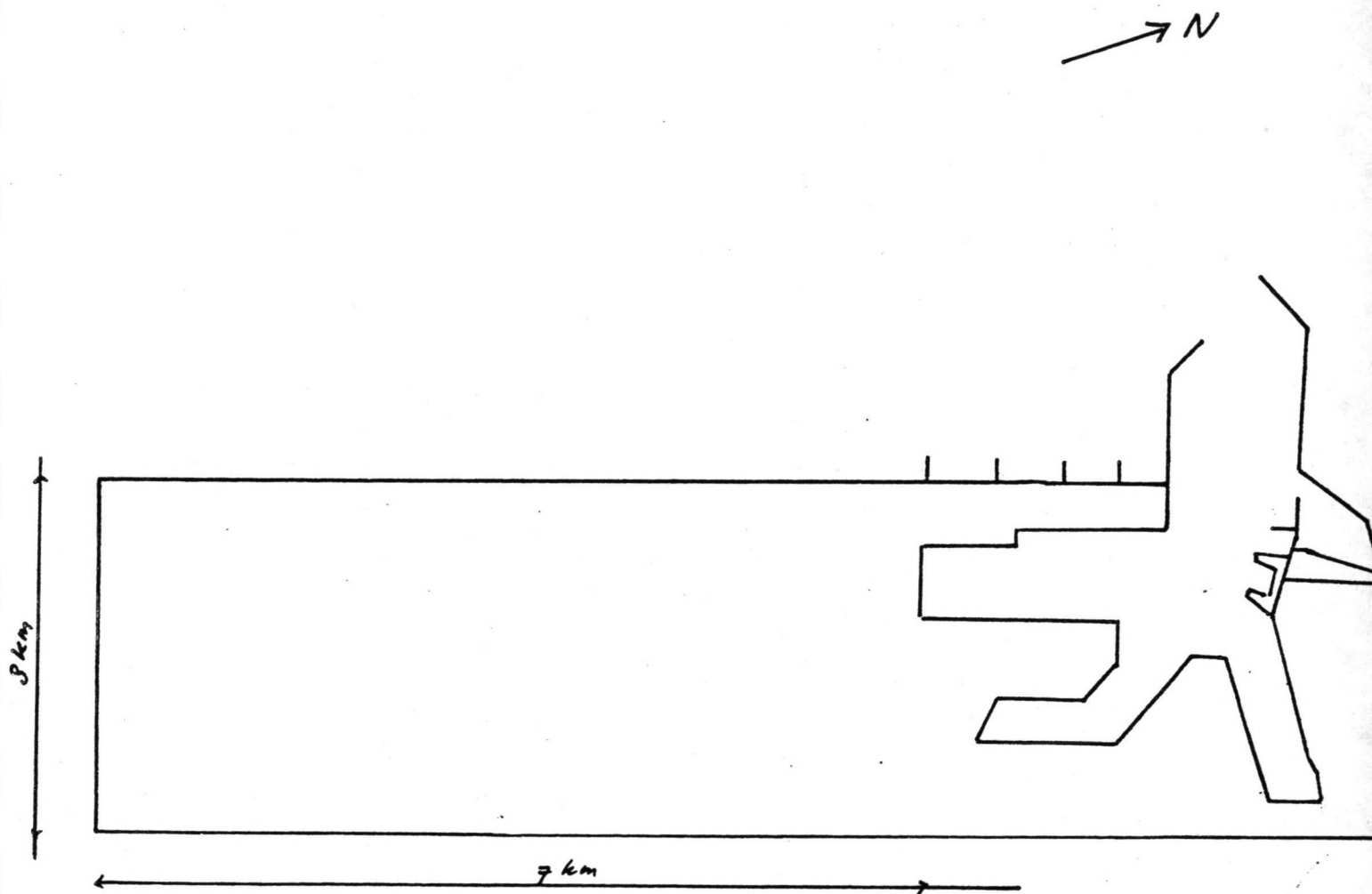
- eenvoudige configuratie bassins
- verdere uitbreiding moet eenvoudig mogelijk zijn
- niet rendabele deel van de investeringen minimaliseren
- goede transportverbindingen met het achterland

De indeling hangt sterk samen met de keuze voor een bepaalde haventoeegang. Hier is in paragraaf 13.2. al het nodige over gezegd.

Daar op voort bordurend is tot de volgende alternatieven gekomen.

alternatieve havenindelingen

Op grond van bovengenoemde criteria is voor alle drie de alternatieven een uitbreiding van het "main channel" in zuidelijke richting als de meest wenselijke gekozen. De volgende bladzijden komen ze een voor een aan bod.



Bestaande situatie

Figuur 15.2

Alternatief 1. (figuur 15.3)

- Uitbreidingsmogelijkheden van de bassins zijn gestippeld aangegeven.

- Twee basisvarianten verdienen de aandacht.

In de eerste, variant a, zijn de kolenterminal en de containerterminal in elkaars verlengde geplaatst, met enige tussenruimte om een eventuele toekomstige uitbreiding van de laatste ongestoord te laten verlopen.

Veel ruimte is aanwezig voor de vestiging van nieuwe terminals. De kolenterminal ligt tamelijk ver naar de zuidkant van de haven toe.

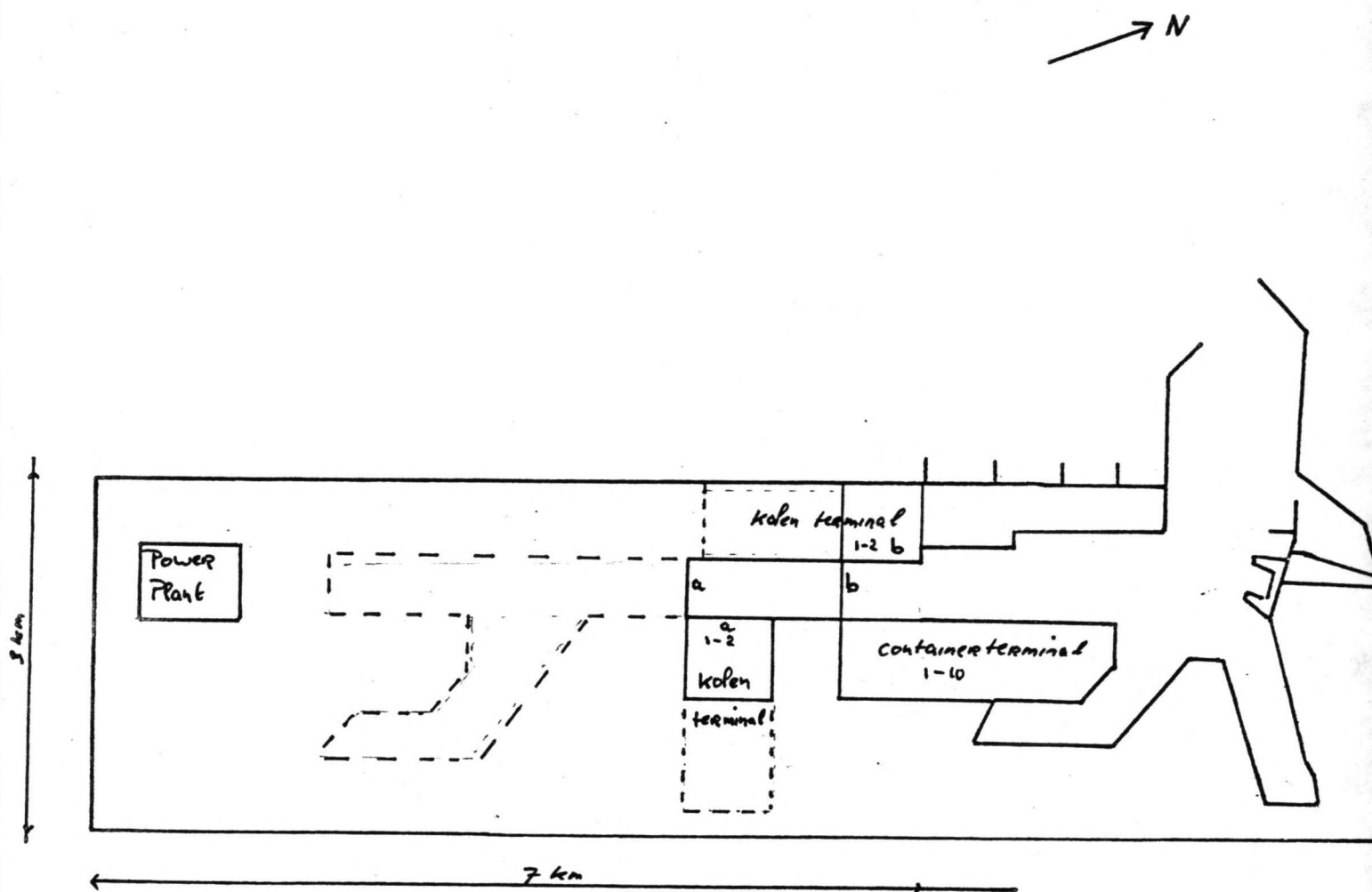
Deze variant vergt echter vrij veel (voorlopig) niet rendabele investeringen.

- Een vestiging van de kolenterminal aan de westzijde van de haven, variant b, is wat dit betreft veel gunstiger.

Er blijft voldoende ruimte beschikbaar voor de vestiging van nieuwe terminals.

De containerterminal kan zich desgewenst onbelemmerd uitbreiden.

De verbinding van de kolenterminal met de in het meest zuidelijke gedeelte van de haven geplande Power Plant is wat langer dan bij variant a. Een paar honderd meter extra transportband vormt echter niet het grootste probleem.



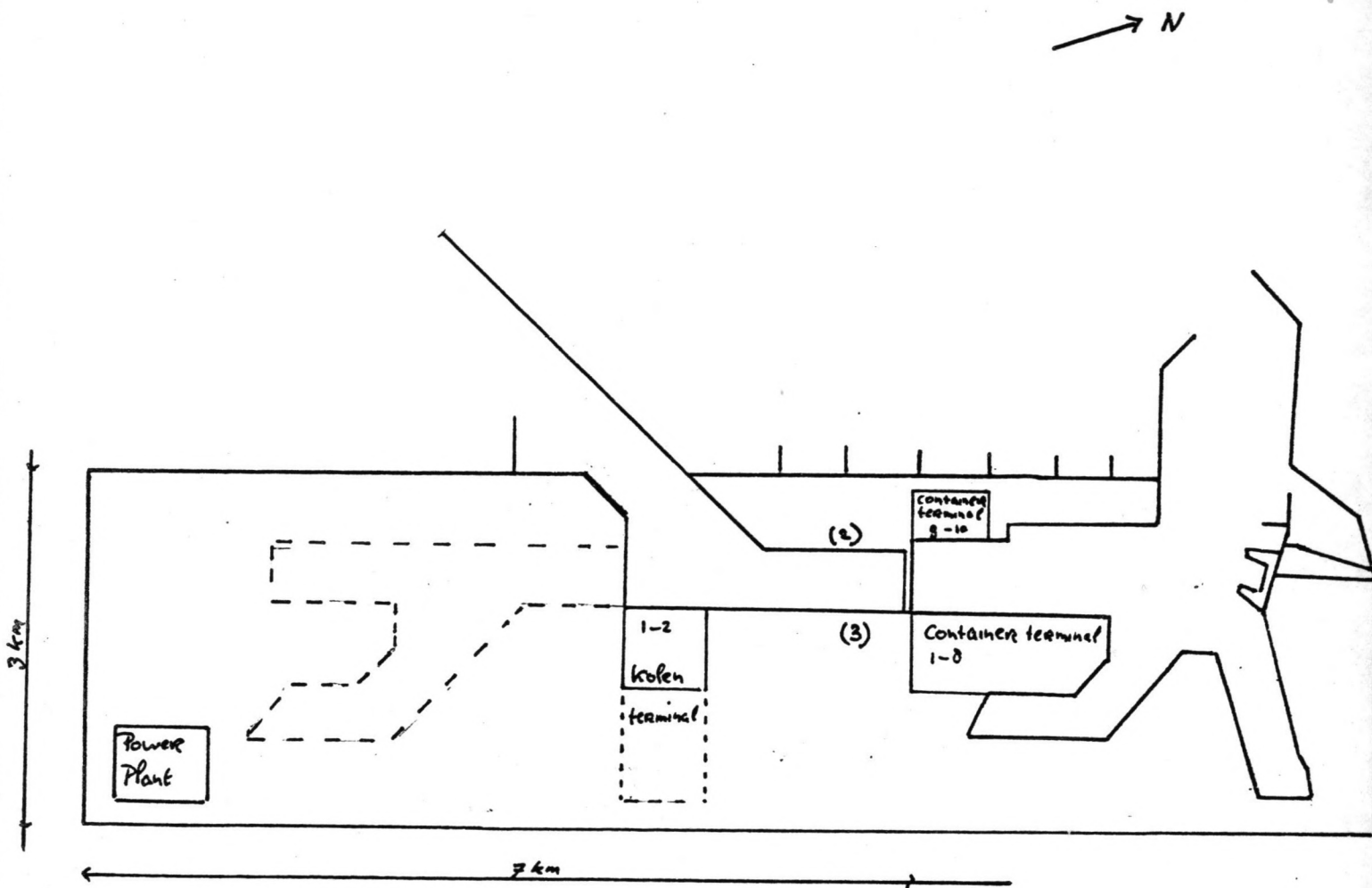
Figuur 15.3

Alternatief 2. (figuur 15.4)

- Uitbreidingsmogelijkheden van de bassins zijn gestippeld aangegeven, deze zijn van dezelfde orde als bij alternatief 1.
- De containerterminal is uit kosten oogpunt (minimalisering investeringen in bassins, oeverbescherming etc.) opgedeeld aan weerszijden van het hoofdbassin.
- Een dam waarop twee rijbanen en een spoorlijn, zorgt voor de noodzakelijke verbindingen.
- De uitbreidingsmogelijkheden van de kolenterminal zijn goed. Dit gaat in principe ook op voor de container terminal, echter de potentiële ligplaatsen (2) en vooral (3) zouden te onrustig kunnen zijn voor efficiënte containeroverslag.
- Potentiële vestigingsplaatsen voor andere terminals zijn vooral te vinden aan de westzijde van de haven.
- Indien gekozen wordt voor een haven met twee toegangen dan is het grote voordeel van deze oplossing het effectief gebruik wat van het "eiland" tussen beide ingangen gemaakt kan worden.

Vooruitlopend op de kostenramingen van de verschillende alternatieven kan alvast de kanttekening geplaatst worden dat deze variant een dure zal zijn.

Immers beide toegangen moeten in staat zijn grote schepen te ontvangen.



Figuur 15.4

Alternatief 3. (figuur 15.5)

- Uitbreidingsmogelijkheden van de bassins zijn gestippeld aangegeven, deze zijn van dezelfde orde als bij de vorige alternatieven.

- Twee basisvarianten verdienen de aandacht.

In de eerste, variant a, zijn de kolenterminal en de containerterminal in elkaars verlengde geplaatst, met enige tussenruimte om een eventuele toekomstige uitbreiding van de laatste ongestoord te laten verlopen.

Potentiele vestigingsplaatsen van nieuwe terminals zijn vooral aan de westzijde te vinden.

Echter voor de verbinding van dit "eiland" met de rest van de haven moeten speciale voorzieningen getroffen worden.

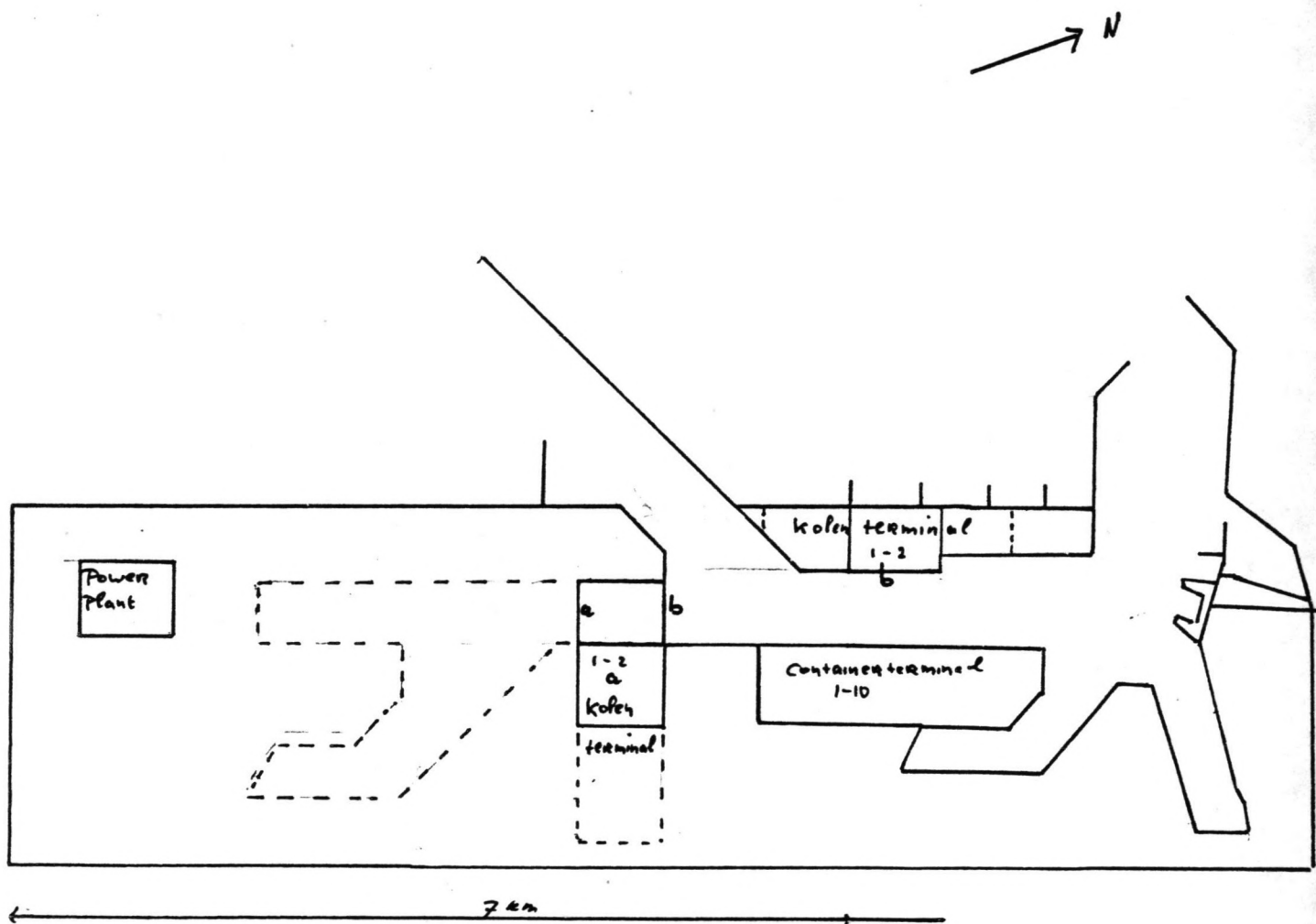
Te denken valt aan ondergrondse transportbanden voor bulkterminals of, wat erg kostbaar is, een tunnel in geval van vestiging van stukgoed terminals.

Daarnaast vergt deze variant zeer veel (voorlopig) onrendabele investeringen.

- Variant b, waarbij op het "eiland" een grote kolenterminal gevestigd wordt, verbonden met ondergrondse transportbanden met de Power Plant, komt wat meer in aanmerking.

Eventuele nieuwe stukgoed of multipurpose terminals kunnen zich dan vestigen aan de oostzijde van het "main channel".

Wat blijft echter is het grote aandeel van de (voorlopig) niet rendabele investeringen.



Figuur 15.5

Resumerend

Indien de voor en nadelen van het bezit van een of twee toegangen even buiten beschouwing gelaten wordt en alleen gekeken wordt naar de eisen gesteld aan de havenindeling, dan komt alternatief 1. er als beste uit. De gunstige uitbreidingsmogelijkheden en de relatief geringe omvang van de (voorlopig) onrendabele investeringen doen dit alternatief er uit springen.

Hoofdstuk 16

AFWEGING ALTERNATIEVE HAVEN ONTWERPEN

In dit laatste hoofdstuk zal een keuze gemaakt worden tussen de verschillende haven ontwerpen.

Hierbij spelen zaken als uitbreidingsmogelijkheden, scheepvaart-technische criteria en vooral de benodigde investeringskosten een belangrijke rol.

In de volgende twee paragrafen daar over meer.

16.1 kostenbeschouwing

Bij de uitbreiding tot diepzeehaven zijn investeringen benodigd in (onder andere):

- havendammen
- toegangsgeul
- seawall (kustbescherming)
- bassins
 - . baggerwerk
 - . oeverbescherming
 - . kademuren

In voorgaande hoofdstukken zijn verschillende alternatieven met betrekking tot de haventoeegang en de havenindeling opgesteld.

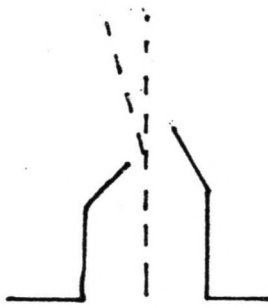
Om tot een afweging van en een keuze voor een bepaald ontwerp te komen is het van wezenlijk belang om inzicht te hebben in de (globale) kosten die de uitvoering van een dergelijk ontwerp met zich meebrengt.

In annex 1-4 wordt op deze kostenberekening uitvoeriger ingegaan, hier worden slechts de resultaten gegeven voor de alternatieven welke verdere bestudering verdienen.

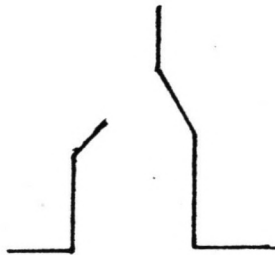
kostenoverzicht havendammen + toegangsgeul

<u>alternatief</u>	<u>dam</u>	<u>geul</u>	<u>totaal</u>	10 ⁶ US\$
2a	49.4	8.4	57.8	
2b	86.0	24.7	110.7	
3a	75.9	35.9	111.8	
3b	126.3			
3a + 2a sub	125.3	42.0	165.3	

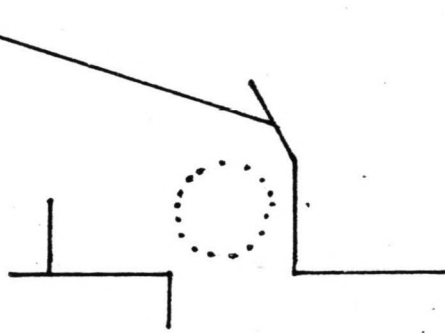
1.



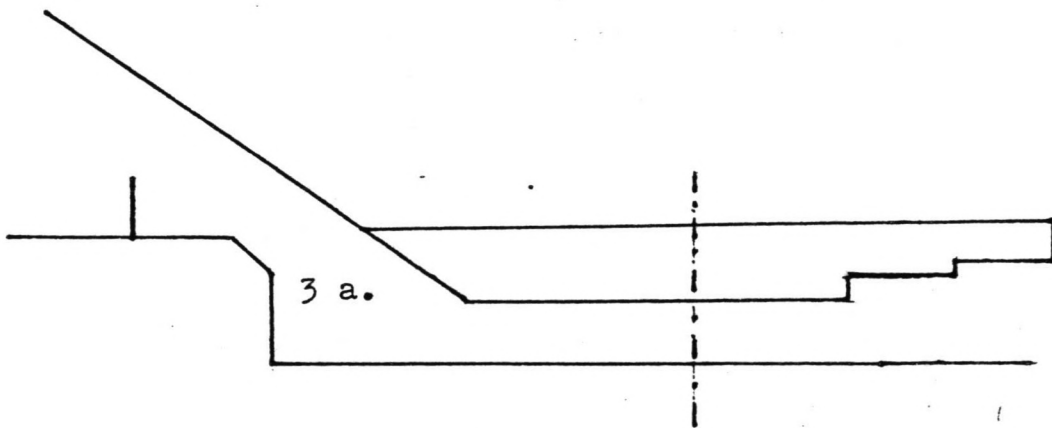
2 a.



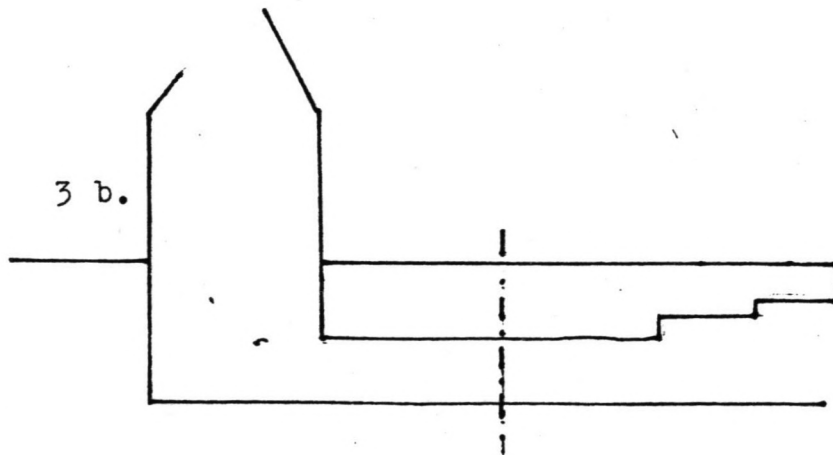
2 b.



3 a.



3 b.



Alternatief 3b valt af gezien de enorm hoge kosten, scheepvaarttechnisch is het de mindere van 3a.

kostenoverzicht haventoeegang + havenindeling

haventoeegang	2a	2b	3a	3a + 2a sub
havenindeling	1	1	3	2
havendam	49.4	86.0	75.9	125.3
toegangsgewul	8.4	24.7	35.9	42.0
"seawall"	-	-	9.0	6.3
oeverbescherming	0.6	0.6	5.5	6.7
baggeren in bassins	20.0	20.0	21.0	20.6
totale kosten $\cdot 10^6$ US\$	78.4	131.3	147.3	200.9

Om tot een keuze voor een bepaald alternatief te komen is een afweging van de voor en nadelen van de verschillende alternatieven gewenst.

In de volgende paragraaf zal hier nader op in worden gegaan.

16.2 afweging alternatieven

De belangrijkste voor en nadelen kunnen tabelsgewijs weergegeven worden.

De factoren die hierbij een rol spelen zijn:

- a. kosten
- b. bouwtijd
- c. hinder voor de scheepvaart tijdens de bouw
- d. aanlooproute (navigatie oogpunt)
- e. hinder in geval van een ongeval in de geul
- f. toegangscapaciteit
- g. verloop scheepvaart in de haven
- h. indeling haventerreinen
- i. uitbreidingsmogelijkheden

Kwalificatie vindt plaats via een cijferschaal van 1-5.

Hoe gunstiger, hoe meer punten.

Daar niet alle factoren even zwaar tellen, wordt er gebruik gemaakt van een weegfactor W.

keuzetabel

haventoegang	2a	2b	3a	3a + 2a sub
havenindeling	1	1	3	2
a. W = 8	5	3	2.5	1
b. W = 6	5	3.5	3	1
c. W = 4	3.5	5	1	3.5
d. W = 9	2.5	4	5	4
e. W = 3	1	1	4	4.5
f. W = 4	2.5	2.5	5	4.5
g. W = 7	3.5	3.5	3.5	3.5
h. W = 8	4.5	4.5	3.5	2.5
i. W = 8	5	5	4	3
Totaal:	220	214.5	203.5	164

De combinatie (2a,1) komt er als meest belovende uit. Het verschil met (2b,1) is echter maar klein, dit alternatief is echter wel een stuk duurder.

Modellproeven kunnen meer informatie verschaffen over de geschiktheid van de verschillende toegangen om de maatgevende schepen van deze studie te ontvangen.

In dit stadium wordt een keuze gemaakt voor (2a,1), met (2b,1) als veelbelovend (en het bestuderen waard) alternatief.

16.3 resumerend

In deze studie is gesteld dat Taiwan behoefte heeft aan een diepzeehaven, daar zijn een aantal argumenten voor aangedragen.

Vervolgens is de meest wenselijke locatie voor een dergelijke haven bepaald.

Via goederenprognoses en capaciteitsbepalingen zijn de vereiste afmetingen berekend.

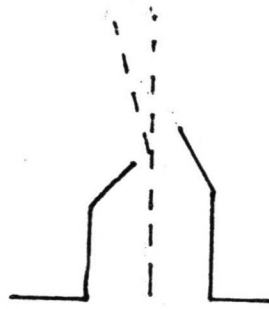
Verschillende ontwerpen ten aanzien van de haventoeegang en de havenindeling zijn opgesteld en getoetst aan van belang zijnde criteria, waarna een keuze is gemaakt. De gekozen havendam-aanpassing is in de kustwaterbouwkundige deelstudie nader uitgewerkt.

Uit de economische deelstudie is gebleken dat een uitbreiding van de haven Taichung tot diepzeehaven economisch te rechtvaardigen is, en in de nabije toekomst tot belangrijke besparingen kan leiden.

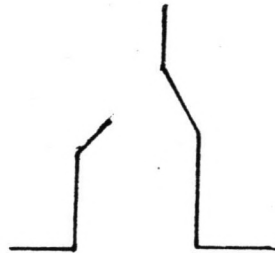
Literatuuropgave.

1. Port Development Study Taiwan, door Nedeco, december 1982
2. Waves off Taichung coast of Taiwan, door Charles C.C. Chang, 15th coastal engineering conference Honolulu, 1976
3. Seaports and Seaportterminals, door J. Bird
4. Port Engineering, door P. Bruun
5. Maritime Economics, door R.O. Goss
6. Advances in Maritime Economics, door R.O. Goss
7. Port development, Unctad, 1978
8. Havens, dl 1, 2 en 3, stichting post-doctoraal onderwijs Civiele Techniek THD
9. The Taichung Harbor Study, Netherlands Ship Model Basin, 1980
10. PIANC, Maritime Ports and Seaways, vol. 1-3, 1981

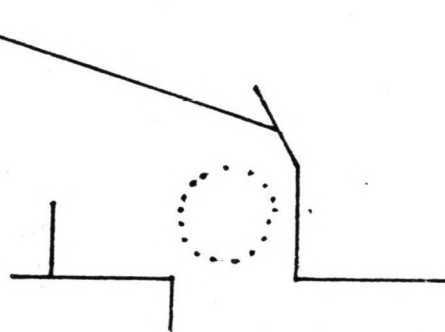
1.



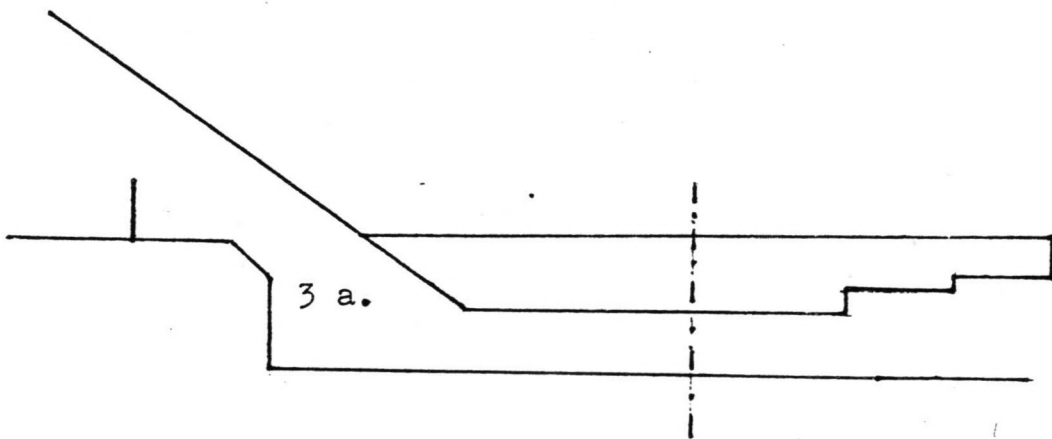
2 a.



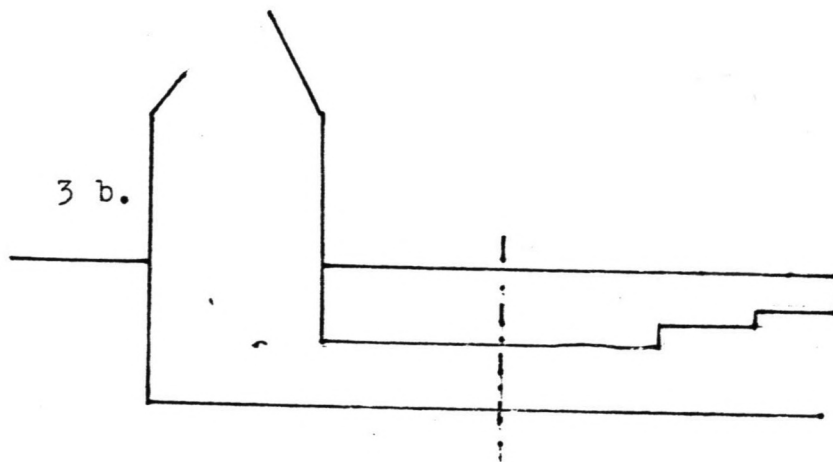
2 b.



3 a.



3 b.



Annex 1

KOSTENRAMING HAVENDAMMEN

Vier verschillende alternatieven zullen bekeken worden, 2a, 2b, 3a en 3b. (figuur A 1.1)

De benodigde stoplengte is al eerder bepaald en bedroeg 3500 meter.

In de Kustwaterbouwkundige deelstudie is variant 2a nader uitgewerkt. Een rubble-mound dam en een caisson dam zijn met elkaar vergeleken, de laatste kwam er als de goedkoopste uit: circa 37 000 US\$ /m.

Alternatief 2a

- noordelijke havendam: verlenging met 1300 m, bodem op 23 m^{-1} . (C.D.)
kosten: 48.1 miljoen US\$
- zuidelijke havendam: het eind moet met 140 meter ingekort worden om een betere invaart manoeuvre te bewerkstelligen.
kosten geschat op $12 000/\text{m}^1$
totaal: 1.7 miljoen US\$

Totale kosten: 49.8 miljoen US\$

Alternatief 2b

- noordelijke havendam: verlenging met 2525 m, bodem op 18 m^{-1} .
kosten: circa 29 500 US\$ /m
totaal: 74.5 miljoen US
- zuidelijke havendam: verwijderen, verondersteld wordt dat uit een aantal van deze caissons de nieuwe zuidelijke havendam gebouwd kan worden. (ca 350 m lang)

Verwijderen van 1000 meter a 11 800 US\$/m.
kosten: 11.8 miljoen US\$

Totale kosten: 86.3 miljoen US\$

Alternatief 3a

- noordelijke havendam: 3050 m lang, bodem op 12 m⁻¹
(gemiddeld).

kosten: circa 23 500 US\$/m

totaal: 71.7 miljoen US\$

- zuidelijke havendam: 350 m lang, bodem op 2 m⁻¹
(gemiddeld).

kosten: circa 11 800 US\$/m

totaal: 4.1 miljoen US\$/m

Totale kosten: 75.8 miljoen US\$

Alternatief 3b

- noordelijke havendam:

. eerste 1000 m, bodem gemiddeld op 5 m⁻¹

kosten: circa 14 700 US\$/m

. tweede deel van 1900 m, bodem gemiddeld op 18 m⁻¹

kosten: circa 29 400 US\$/m

totaal: 70.6 miljoen US\$

- zuidelijke havendam:

. eerste 1000 m, bodem gemiddeld op 5 m⁻¹

kosten: circa 14 700 US\$/m

. tweede deel van 1550 m, bodem gemiddeld op 16 m⁻¹

kosten: circa 26 400 US\$/m

totaal: 55.6 miljoen US\$/m

Totale kosten: 126.2 miljoen US\$

Annex 2

KOSTENRAMING TOEGANGSGEUL

- huidige afmetingen: .lengte: 1500 m
 .breedte: 300 m
 .diepte: 13 m⁻¹ (C.D.)
- gewenste afmetingen: .lengte: afhankelijk van haven-
 toegang lay-out
 .breedte: 300 m
 .diepte: 18 m

De bassindiepte bedraagt 18 m^{-1} (C.D.).

De hele geul moet dus op eenzelfde diepte gebaggerd worden.

Aangezien de zeebodem ter plaatse uit zand bestaat is een rechthoekig geulprofiel niet mogelijk.

Het zand zal onder een bepaalde hoek naar de rand van de geul verlopen.

Deze hellingshoek ligt tussen de 1:10 en de 1:40.

Het zand dat zo de gebaggerde geul inschuift, wordt er door het initiele of het onderhoudsbaggerwerk weer uitgehaald.

Het volume hiervan moet wel bij het baggerwerk meegerekend worden.

Dit wordt hier bij het initiele baggerwerk gevoegd,
de helling wordt gemiddeld 1:30 gesteld.

Er wordt er van uit gegaan dat het gebaggerde zand benut wordt om de benodigde nieuwe haventerreinen op te spuiten

Gebruik wordt gemaakt van zogenaamde "trailer suction hopper dredgers" om de geul te baggeren, en een "reclamation dredger" om met dit gewonnen zand haventerreinen op te spuiten.

Er is gekozen voor een "hopper" omdat deze ook bij golfslag kan werken. (golfhoogten tot 1.5 a 2 m)

De inzetbaarheid bij Taichung ligt rond de 85%.

Alternatief 2a

De huidige geul moet op 18 m^{-1} gebaggerd worden.

Daarnaast moet er aan het begin nog circa 250 meter van 17 m^{-1} naar 18 m^{-1} gebaggerd worden.

Hoeveelheid: circa 3.5 miljoen m^3 .

Kosten:

- "hopper":

- . vaarsnelheid 20 km/uur
- . capaciteit 6000 m^3
- . vultijd + vaartijd (retour) naar dumpplek $2 \frac{2}{3}$ uur
- . efficiency 0.8
- . productiviteit per effectief uur $\frac{0.8 \cdot 600}{2 \frac{2}{3}} = 1800 \text{ m}^3$
- . circa 125 effectieve uren per week
- . jaarproductie: $125 \cdot 1800 \cdot 50 = 11.25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
- . jaarlijkse kosten "hopper": $11.5 \cdot 10^6 \text{ US\$}$
- . kosten mob/demob (eenmalig): $1.5 \cdot 10^6 \text{ US\$}$

- "reclamation dredger"

- . momenteel al aanwezig (10 715 HP. vermogen)
- . 100 effectieve uren per week
- . 50 weken per jaar gewerkt
- . uurproductie: gemiddeld 2400 m^3

- . jaarproductie: $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
- . jaarlijkse kosten: $10.8 \cdot 10^6 \text{ US\$}$

$$\text{Tijdsbestek: } \frac{3.5 \cdot 10^6}{11.25 \cdot 10^6} = 0.31 \text{ jaar}$$

Kosten:

$$\text{- "hopper": } \frac{0.31 \cdot 11.5 \cdot 10^6 + 1.5 \cdot 10^6}{3.5 \cdot 10^6} = 1.45 \text{ US\$/m}^3$$

$$\text{- "recl. dredger": } \frac{0.31 \cdot 10.8 \cdot 10^6}{3.5 \cdot 10^6} = 0.96 \text{ US\$/m}^3$$

$$\text{Totaal: } 8.4 \cdot 10^6 \text{ US}$$

Alternatief 2b

- . circa 300 meter bestaande geul van 13 m^{-1} naar 18 m^{-1}
- . tweede draaicircel baggeren, diameter 700 meter, van (gemiddeld) 13 m^{-1} naar 18 m^{-1}
- . circa 2400 meter nieuw te baggeren geul, van (gemiddeld) 14 m^{-1} naar 18 m^{-1}

Hoeveelheid: circa 11.7 miljoen m^3 .

$$\text{Tijdsbestek: } \frac{11.7 \cdot 10^6}{11.25 \cdot 10^6} = 1.04 \text{ jaar}$$

Kosten:

- "hopper": $1.15 \text{ US\$/m}^3$
- "recl. dredger": $0.96 \text{ US\$/m}^3$

$$\text{Totaal: } 24.7 \cdot 10^6 \text{ US\$}$$

Alternatief 3a

- lengte nieuwe geul: circa 4000 meter
 - . eerste 1600 m van (gemiddeld) 6 m^{-1} naar 18 m^{-1}
 - . resterende 2400 m van 15 m^{-1} naar 18 m^{-1}

Hoeveelheid: circa 15.4 miljoen m^3 .

Kosten:

- "hopper"
 - . capaciteit 6000 m^3
 - . vaarsnelheid 20 km/uur
 - . cyclustijd circa 3 uur
 - . efficiency 0.8
 - . 125 effectieve uren per week
 - . 50 weken per jaar gewerkt
 - . productiviteit per effectief uur: 1600 m^3
 - . jaarlijkse productiviteit: $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 - . jaarlijkse kosten: $11.5 \cdot 10^6 \text{ US\$}$
- "recl. dredger"
 - . jaarlijkse kosten: $10.8 \cdot 10^6 \text{ US\$}$

$$\text{Tijdsbestek: } \frac{15.4 \cdot 10^6}{10 \cdot 10^6} = 1.54 \text{ jaar}$$

Kosten:

- "hopper": $1.25 \text{ US\$/m}^3$
- "recl. dredger": $1.08 \text{ US\$/m}^3$

Totaal: $35.9 \cdot 10^6 \text{ US\$}$

Alternatief 3b

- lengte nieuwe geul: circa 2000 meter
- . eerste 600 meter van (gemiddeld) 2 m^{-1} naar 18 m^{-1}
- . resterende 1400 meter van 11.5 m^{-1} naar 18 m^{-1}

Hoeveelheid: circa 12.0 miljoen m^3

Dit alternatief valt af wegens de zeer hoge havendam kosten. De hoeveelheid baggerwerk is niet van dien aard dat er enige compensatie op dit punt van te verwachten valt. Verdere uitwerking heeft dan ook weinig zin.

Alternatief 2a sub.

Dit behelst een verbetering van de huidige toegang waarbij van een derde generatie containerschip als maatgevend schip wordt uitgegaan.

Aangezien dergelijke schepen zeer kostbaar zijn moet de geuldiepte een dusdanige waarde hebben dat deze schepen vrijwel altijd direct naar binnen kunnen varen. De benodigde overdiepte wordt dan ook gerelateerd aan het LLW.

Geuldiepte: 16.8 m^{-1} (C.D.)

Hoeveelheid: 2.4 miljoen m^3

Tijdsbestek: $\frac{2.4 \cdot 10^6}{11.25 \cdot 10^6} = 0.21 \text{ jaar}$

Kosten:

- "hopper": $1.60 \text{ US\$}/\text{m}^3$
- "recl. dredger": $0.95 \cdot \text{US\$}/\text{m}^3$

Totaal: circa $6.1 \cdot 10^6 \text{ US\$}$

Annex 3

- kosten "seawall" (kustbescherming)
rubble mound type
9000 US\$/m'
- kosten oeverbescherming bassins
filter met steenbestorting
1200 US\$/m'

Annex 4

KOSTEN ALTERNATIEVE HAVENINDELINGEN

De drie alternatieven zullen op het punt van de vereiste investeringskosten met elkaar vergeleken worden.

Kosten die voor alle drie dezelfde zijn, kademuren bijvoorbeeld, worden niet meegenomen.

Wel zal gekeken worden naar:

- "seawall"
- oeverbescherming bassins
- baggerwerk in bassins en draaicircl

Alternatief 1 (figuur 15.3)

- "seawall": geen bijkomende kosten
- oeverbescherming: circa 500 meter; kosten: $0.6 \cdot 10^6$ US\$
- baggerwerk: circa $20 \cdot 10^6$ m³; kosten:
 - . "suction dredger":
 - jaarlijkse kosten $10.8 \cdot 10^6$ US\$
 - kosten mob/demob (eenmalig) $2 \cdot 10^6$ US\$
 - jaarlijkse capaciteit $12 \cdot 10^6$ m³

- tijdsbestek: 1.67 jaar
- kosten: 1.0 US\$/m³

Totaal: $20 \cdot 10^6$ US\$

Alternatief 2 (figuur 15.4)

- "seawall": circa 700 meter; kosten: $6.3 \cdot 10^6$ US\$
- oeverbescherming: circa 5600 meter; kosten: $6.7 \cdot 10^6$ US\$
- baggerwerk:
 - . zuidelijk deel, bulkcarriers van 130 000 dwt,
hoeveelheid: $19.0 \cdot 10^6$ m³
 - . noordelijk deel, derde generatie containerschepen,
hoeveelheid: $1.6 \cdot 10^6$ m³
 - . kosten:
 - tijdsbestek: 1.72 jaar
 - "suction dredger", 1.0 US\$/m³

Totaal: $20.6 \cdot 10^6$ US\$ (baggerwerk)

Alternatief 3 (figuur 15.5)

- "seawall": circa 1000 meter; kosten: $9.0 \cdot 10^6$ US\$
- oeverbescherming: circa 4600 meter; kosten: $5.5 \cdot 10^6$ US\$
- baggerwerk:
 - . hoeveelheid: circa $21 \cdot 10^6$ m³
 - . tijdsbestek: 1.75 jaar
 - . kosten "suction dredger": 1.0 US\$/m³

Totaal: $21.0 \cdot 10^6$ US\$ (baggerwerk)

Annex 5

SIMULATIE TER INDICATIE OPTIMALE BEZETTINGSGRAAD
GRAANTERMINAL

Als annex bij hoofdstuk 10.

