

DE UITBREIDING VAN DE HAVEN
VAN NEW MANGELORE (INDIA);
ONTWERP VAN EEN MASTERPLAN VOOR 2000

F.J. Groenewold
Delft, juli 1990
Technische Universiteit Delft,
Faculteit der Civiele Techniek

VOORWOORD

In het kader van het afstudeerwerk, aan de faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Waterbouwkunde, is onderzoek verricht naar de mogelijkheden om de haven van New Mangalore uit te breiden om het voor de toekomst voorspelde verkeer te kunnen verwerken.

Terwijl het onderzoek is uitgevoerd in '89 en '90 is, bij het bepalen van de benodigde uitbreidingen, uitgegaan van de situatie zoals deze was in 1987. Uit dat jaar komen namelijk de meest recente beschikbare gegevens.

Nieuwe, voor die haven specifieke ontwikkelingen sinds 1987 zijn in deze studie dus niet inbegrepen. Het werk is daardoor voor een afstudeerder wel interessant als oefening geweest, doch het lijkt niet bruikbaar voor de praktijk.

Het rapport is tot stand gekomen onder verantwoordelijkheid van Prof. ir. H. Velsink, welke ook de begeleiding heeft verzorgd. Hiervoor wil ik hem dan ook danken. Tevens dank voor het kunnen beschikken over allerlei, in zijn bezit zijnde vakliteratuur.

F.J. Groenewold,
Delft, juli 1990.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	2
SAMENVATTING	6
1. INLEIDING	7
2. PROJECTBESCHRIJVING	8
2.1 Probleemanalyse	8
2.2 Probleemstelling	10
2.3 Afbakening van de studie	11
2.4 Doel van het onderzoek	11
2.5 Doelstelling	12
2.6 Randvoorwaarden	12
2.7 Uitgangspunten	12
3. BESCHRIJVING VAN DE BESTAANDE SITUATIE	13
3.1 Omgevingscondities	13
3.1.1 Locale meteorologische en oceanografische condities	13
3.1.2 Locale geotechnische condities	14
3.2 Huidige havenfaciliteiten	16
3.2.1 Geografische ligging en achterland	16
3.2.2 Toegankelijkheid	17
3.2.3 Kadefaciliteiten	17
3.2.4 Overslagcapaciteit en opslagruimte	19
3.2.5 Infrastructuur	21
3.3 Statistieken goederenverkeer	22
3.3.1 Analyse jaarlijkse doorzet	22
3.3.2 Havenprestaties	25
4. DE VERKEERSPROGNOSE	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Verkeersprognose voor NMP	27
4.3 Verdeling goederenstroom onder terminals	29
4.4 Herkomst- en bestemmingspatroon	30
5. SCHEEPVAARTSTUDIE	32
5.1 Inleiding	32
5.2 General cargo vervoerende schepen	33
5.3 IJzererts vervoerende schepen	35
5.4 Ruwe olie tankers	37
5.5 Product tankers	39
5.6 Kolen vervoerende bulk carriers	39
5.6.1 Inleiding	39
5.6.2 Verschillende typen	41
5.6.3 De optimalisatie studie	42
5.6.4 Conclusies optimalisatie studie	44
5.7 Aantallen schepen en gemiddeld tonnage	45

6.	BEPALING BENODIGD AANTAL LIGPLAATSEN	48
6.1	De wachttijdtheorie	48
6.1.1	Inleiding	48
6.1.2	De karakteristieke parameters	49
6.1.3	Wachttijdverdelingen voor verschillende terminals	50
6.2	Benodigd aantal ligplaatsen voor stukgoed	51
6.2.1	Inleiding	51
6.2.2	De multipurpose terminal	52
6.2.3	De terminal voor breakbulk	56
6.3	Benodigd aantal ligplaatsen droge bulk	58
6.3.1	Inleiding	58
6.3.2	Bepaling op verkeerstechnische grond	58
6.3.3	Bepaling via economische optimalisatie	60
6.3.4	Conclusies aantal ligplaatsen voor droge bulk	64
6.4	Benodigd aantal ligplaatsen ijzererts	64
6.5	Benodigd aantal ligplaatsen kolenterminal	66
6.6	Benodigd aantal ligplaatsen voor liquid bulk	68
6.6.1	Conventionele steiger of SBM	70
7.	BEPALING BENODIGDE TERREINGROOTTES	74
7.1	Stukgoedterreinen	74
7.1.1	De conventionele stukgoedterminal	74
7.1.2	De multi-purpose terminal	76
7.2	De droge bulkterminal	77
7.3	De ertsterminal	78
7.4	De kolenterminal	78
7.4.1	Twee methoden voor kolenvervoer naar Nandigur	79
7.4.2	Conclusies betreft terreingrootte kolenterminal	90
8.	BEPALING BENODIGDE WATERAREALEN	92
8.1	De toegangseul	92
8.1.1	Het tracé	93
8.1.2	De benodigde geuldiepte	94
8.1.3	De benodigde geulbreedte	99
8.1.4	De stopmanoeuvre	102
8.2	De binnenhaven	104
8.2.1	De draaicirkel	104
8.2.2	De havenbekkens	104
8.3	De locatie voor de SBM	106
9.	ONTWERP EN TOETSING ALTERNATIEVEN	109
9.1	De alternatieven	109
9.1.1	Inleiding	109
9.1.2	Alternatieven volgens scenario 1	111
9.1.3	Alternatieven volgens scenario 2	112
9.1.4	Alternatieven volgens scenario 3	113
9.1.5	Evaluatie	115
9.2	Toetsing alternatieven aan de multi-criteria analyse	115

10. DETAILLERING EN FASERING	118
10.1 De stukgoedterminal	118
10.2 De MPT	118
10.3 De multi-product droge bulk terminal	119
10.4 De kolenterminal	120
11. DE KOSTENBEREKENING	124
11.1 De kapitaalskosten	124
11.1.1 Het basissysteem	125
11.1.2 De additionele systemen	127
11.1.3 De totale kapitaalskosten	131
11.2 De exploitatiekosten	132
11.3 De transportkosten	134
11.4 Kostenberekening via de Netto Constante Waarde-methode	136
12. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	138

LITERATUURLIJST

- BIJLAGE 1 Gegevens equipment opslagruimte en
goederenverkeer door de jaren tachtig
- BIJLAGE 2.1 Tabellen wachttijden
- BIJLAGE 2.2 Berekening benodigde investering voor
ontgraven bassin
- BIJLAGE 3.1 Bepaling te ontgraven volumes voor bekkens
voor de kolen- en multiproduct terminal en
voor de liquid bulk terminal
- BIJLAGE 3.2 Het volume kapitaalsbaggerwerk in
binnenhaven en geul
- BIJLAGE 4 Tabellen berekening Netto Constante Waarde

SAMENVATTING

Het goederenverkeer door de haven van New Mangalore is de laatste jaren fors toegenomen. Als resultaat daarvan moest de maximum capaciteit voor overslag van stukgoed en droge bulk al volledig worden aangewend. Een verkeersprognose voorziet voor het einde van de eeuw nog eens forse toename van het verkeer door de haven, waaronder containers en voor de haven nieuwe goederensoorten als kolen en ruwe olie.

Echter, met de huidige overslagfaciliteiten zal NMP niet in staat zijn om het toekomstige goederenverkeer te kunnen verwerken. De haven moet dus worden uitgebreid.

Het doel van dit onderzoek is, om te bepalen met welke havenfaciliteiten de haven moet worden uitgebreid om het toekomstige verkeer te kunnen verwerken. Hieruit zal een plan worden ontworpen voor een nieuwe havenindeling, waarbij vooral economische overwegingen van grote invloed zijn.

Thans beschikt de haven over vier ligplaatsen voor stukgoed, een ertssteiger en een product steiger. De geul is geschikt voor schepen tot 60.000 DWT. Er wordt weinig hinder van wind, stroming en golven ondervonden.

De verkeersprognose geeft aan dat in het jaar 2000 het jaarlijkse stukgoedverkeer is toegenomen van 0,56 MT in 1986 tot 1,33 MT, de 'minor' bulk tot 2,4 MT en de ertsexport tot 7,5 MT. Bovendien wordt er een raffinaderij gebouwd die de haven nog eens met 8 MT olie confronteert. Tevens moet voor de kolengestookte centrale te Nandigur 5,76 MT worden overgeslagen.

Vanuit NMP moet de centrale worden bevoorrad. Transport via het spoor blijkt goedkoper en bedrijfszekerder dan als slurry.

Een analyse van de benodigde capaciteit in 2000 geeft aan dat de haven moet worden uitgebreid met een multi-purpose terminal, een multi-product terminal voor 'minor' bulk, een kolenterminal, een productsteiger en een ruwe oliesteiger.

Voor het lossen van ruwe olie wordt zowel een SBM als een conventionele steiger beschouwd. Het lossen van ruwe olie in NMP moet geschieden aan een conventionele steiger binnengaats. Het kapitaals- en onderhoudsbaggerwerk weegt op tegen de kosten voor een SBM buitengaats met pijpleiding naar de wal. Bovendien zijn er meerdere goederen --erts!-- die belang hebben bij uitdieping van de geul. De kosten voor verdieping van de geul hoeven zo niet door één te worden gedragen.

Een financiële analyse via de NCW-methode waarin ook transportkosten voor ruwe olie en erts worden betrokken, toont aan dat het alternatief met de ruwe olie steiger binnengaats economisch het meest aantrekkelijk is.

Op grond van onder andere nautische-, veiligheids- en economische overwegingen is uit een vijftiental

alternatieven voor een nieuwe havenindeling, gekozen voor alternatief 3c (variant CONV). De NCW van dit alternatief, voor alle investeringen en exploitatiekosten tot 2000, bedraagt in 1987 Rs. 2167 miljoen. Dit is de laagste waarde van alle varianten.

De geul moet worden verdiept tot 18,5 buitengaats en 17 m. binnengaats. De breedte wordt vergroot tot 280 m. Dit omdat bij toenemende verkeersintensiteit het elkaar passeren van kleinere schepen --welke het meest voorkomen-- mogelijk moet zijn.

1. INLEIDING

Het goederenverkeer door de haven van New Mangalore is de laatste jaren fors toegenomen. Als resultaat daarvan moest de maximum capaciteit voor overslag van stukgoed en droge bulk al volledig worden aangewend. Enige ruimte in de capaciteit, met het oog op toekomstige groei van het verkeersvolume, is niet meer aanwezig.

Desalniettemin, een verkeersprognose voorziet voor het einde van de eeuw nog eens forse toename van het verkeer door de haven. Bovendien zal de haven ook nog geconfronteerd worden met, voor de haven nieuwe goederensoorten; kolen moeten worden overgeslagen voor een nieuwe electriciteitscentrale in de buurt, een raffinaderij zal moeten worden voorzien van ruwe olie en er worden steeds meer containers verwacht, die nu nog nauwelijks voorkomen.

Echter, met de huidige overslagfaciliteiten zal NMP niet in staat zijn om het toekomstige goederenverkeer te kunnen verwerken. De haven moet dus worden uitgebreid.

Het doel van dit onderzoek is, om te bepalen met welke havenfaciliteiten de haven moet worden uitgebreid om het toekomstige verkeer te kunnen verwerken. Hieruit zal een plan worden ontworpen voor een nieuwe havenindeling, waarbij vooral economische overwegingen van grote invloed zullen zijn.

Uitgangspunt bij deze studie is de bestaande situatie van haven en omgevingscondities. In hoofdstuk 2 wordt dieper op de problematiek ingegaan, terwijl in hoofdstuk 3 de bestaande situatie wordt geanalyseerd. Daarna zal achtereenvolgens een verkeersprognose worden beschouwd, een scheepvaartstudie worden uitgevoerd, waarna de benodigde capaciteit, terreinoppervlak etc. voor de verschillende benodigde terminals wordt bepaald. In hoofdstuk 9 komen de alternatieven ter sprake, waarna in 10 fasering en detaillering voor de meestbelovende alternatieven volgt en in hoofdstuk 11 worden de kosten behandeld. Afsluitend vermeldt hoofdstuk 12 de conclusie.

2. PROJECTBESCHRIJVING

2.1 Probleemanalyse

Het stukgoed en droge bulk (anders dan ijzererts) verkeer door New Mangalore Port (NMP) is de laatste jaren fors gestegen. Als resultaat daarvan worden de ligplaatsen voor overslag van deze goederen steeds drukker bezet. Op dit moment worden de aanlegplaatsen al geconfronteerd met een zo groot verkeersvolume, dat de maximum verwerkingscapaciteit wordt bereikt.

Het gevolg hiervan is dat de bezettingsgraden van de aanlegplaatsen enorm hoog zijn (sommige maanden zelfs 100%). Daar het aanbod van verkeer haast de verwerkingscapaciteit aan landzijde overschrijdt, kunnen de schepen niet snel genoeg meer verwerkt worden en nemen de servicetijden toe. Bovendien wordt de wachtrij langer en nemen de wachttijden toe.

De maximum capaciteit van deze ligplaatsen voor general cargo is 0,9 MT per jaar, en die moest in 1987, vanwege de enorme hoeveelheid verkeer, al volledig worden aangewend; ofwel, er zit geen rek meer in!

Desalniettemin, uit een verkeersprognose is voorspeld dat aan het eind van deze eeuw het goederenverkeer in general cargo nog eens zal toenemen met 400%; een groei van 0,9 MT in 1987 tot 3,735 MT in 2000! Bovendien wordt verwacht dat dan de helft van het stukgoed uit containers zal bestaan, welke anno 1987 nog niet veel voorkomen.

Echter, met de huidige overslagcapaciteit- en faciliteiten --welke voor containeroverslag nog marginaal zijn-- zal NMP niet in staat zijn het toekomstige general cargo verkeer te verwerken.

Net als voor het general cargo, wordt er ook voor de export van ijzererts door NMP een toename verwacht. Gezien de capaciteit van de bestaande overslagfaciliteiten zal dat geen probleem opleveren, echter gezien de toegankelijkheid van NMP wel!

Vanwege de groei wordt vervoer in grotere hoeveelheden uit economische overwegingen aantrekkelijk en bovendien willen de belangrijkste afnemers, uit Japan en Korea, het erts vervoeren in grotere schepen dan waar het nu in vervoerd wordt. Niet alleen uit economisch oogpunt, maar meer nog omdat de loswerktuigen in die landen beter zijn afgestemd op grotere schepen. Op het lossen van kleinere schepen wordt volgens de afnemers te veel tijd en dus geld verloren.

Wil India, en in het bijzonder NMP, in ijzererts export blijven concurreren met landen als Australië, dan zal ze tegemoet moeten komen aan de eisen van de afnemers en

grotere schepen dan die nu NMP voor erts aandoen, moeten kunnen ontvangen.

Echter, NMP is wegens een beperkte geuldiepte slechts toegankelijk voor schepen tot zo'n 60.000 DWT, terwijl de afnemers met grotere schepen willen transporteren, die een grotere diepgang hebben welke niet in het huidige toegangskanaal kunnen worden toegelaten.

Naast enorme groei in het huidige goederen aanbod, wordt NMP binnen enkele jaren ook geconfronteerd met twee nieuwe goederenstromen; kolen en ruwe olie.

Er is een jaarlijks energie tekort in India. Om dit tekort op te heffen en te voldoen aan de toenemende vraag naar energie, als gevolg van 's lands economische ontwikkelingen, heeft de regering van India besloten een groot aantal op kolen gestookte electriciteitscentrales te laten bouwen.

Vijftien van deze centrales worden gesitueerd in het zuidelijke en westelijke deel van het land. Echter, de aanwezige hoeveelheid kolen in deze landsdelen is beperkt, en zeker niet toereikend om de centrales in dit gebied van voldoende kolen te voorzien. Om deze reden is het gebied van de Talcher kolen mijnen, in het noord-oosten van het land, aangewezen als bron voor de kolenvoorziening; hier zijn namelijk voor de komende decennia de reserves groot genoeg om de centrales met kolen te bevoorraden.

Van het Talcher gebied worden de kolen met treinwagons getransporteerd naar de haven van Paradip, van waar het verscheept wordt naar de verschillende centrales. Alle electriciteitscentrales worden namelijk aan de kust neergezet, omdat vervoer over zee de meest economische vervoerswijze is. Bovendien is er dan aan koelwater geen gebrek, daar onbeperkt gebruik kan worden gemaakt van het zeewater.

Nandigur, aan de westkust, 36 km. ten noorden van NMP is een van de plaatsen waar een electriciteitscentrale is gepland die van overzee aangevoerde kolen moet worden voorzien. Nu is Nandigur niet uitgerust met haven- en overslagfaciliteiten, daarom wordt nu onderzocht welk de meest geschikte oplossing is om de kolen daadwerkelijk in Nandigur te krijgen.

Een van de mogelijkheden is het bouwen van een offshore-terminal dichtbij de centrale, doch--om de transportkosten zoveel mogelijk te beperken-- is het zeer waarschijnlijk dat de kolen worden verscheept naar de dichtstbijzijnde haven, alwaar de kolen worden overgeslagen en over land naar Nandigur worden getransporteerd. Deze dichtstbijzijnde haven is NMP, en zal jaarlijks, wanneer de centrale op maximum capaciteit draait, 9,36 MT kolen moeten overslaan.

Echter, voor NMP is dit een volledig nieuwe goederenstroom en met de huidige havenfaciliteiten, welke geen kolenterminal omvat, is NMP niet in staat de kolen

over te slaan en naar Nandigur te zenden.

Ruwe olie is een ander nieuw product waar NMP mee te maken krijgt. Het Ministerie van Petroleum, Chemicals en Fertilizers heeft een plan ontworpen om een raffinaderij in Mangalore te bouwen. Deze raffinaderij zal, wanneer op volle capaciteit draaiende, jaarlijks met zo'n 6 MT ruwe olie moeten worden bevoorraad. De olie zal over zee worden aangevoerd en deels worden geïmporteerd uit havens uit de Perzische Golf en deels uit de haven van Bombay. Bovendien zal de raffinaderij, wanneer in volle gang, jaarlijks zo'n 4 MT petroleum producten produceren, waarvan er ongeveer 2 MT zullen worden geëxporteerd via NMP. De haven zal dus een doorzet van zo'n 8 MT moeten verwerken.

Echter, voor de overslag van olie en aanverwante producten heeft NMP slechts de beschikking over één olie steiger, die tankers tot een grootte van maximaal 30.000 DWT kan ontvangen. Deze steiger kan tevens slechts 1,0 MT olieproducten per jaar verwerken. Hieruit kan worden geconcludeerd dat met de bestaande olie steiger alleen, een toekomstige jaarlijkse doorzet van 8 MT niet is te realiseren.

Behalve problemen van verkeerstechnische aard, wordt NMP ook geconfronteerd met twee problemen op kustwaterbouwkundig gebied.

Vlak bij de noordelijke teenlijn van het toegangskanaal heeft zich, als gevolg van langstransport van sediment, een zandbank ontwikkeld, die uit zeer harde stukken van compact zand bestaat. Tijdens onderhoudsbaggerwerkzaamheden bleek deze zandbank zeer moeilijk te baggeren. Verdere studie wordt uitgevoerd, in samenwerking met specialisten, om vast te stellen met welke baggermethode dit probleem het best kan worden aangepakt. Het gevaar bestaat dat deze zandbank zich verder richting toegangseuwl ontwikkelt.

Het tweede probleem komt vooral tijdens de moesson periode voor. Zowel in het toegangskanaal als bij de aanlegplaatsen in de haven --in het bijzonder bij de olie steiger-- wordt last ondervonden van golfindringing. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de golfbrekers erg kort zijn, en de afstand tussen de hoofden erg groot is, waardoor golven niet voldoende worden gereduceerd. Een onderzoeksteam bekijkt op het moment of vernauwing van de havenmond, dan wel het verlengen van de golfbrekers tot vermindering van de golfindringing zal leiden.

Samenvattend kan uit deze probleemanalyse de volgende probleemstelling worden geformuleerd:

2.2 Probleemstelling

De huidige havenfaciliteiten en overslagcapaciteit van NMP

zijn niet toereikend om het toekomstige goederenverkeer te kunnen verwerken. Tevens wordt er in haven en toegangskanaal last ondervonden van golfindringing en wordt het toegangskanaal bedreigt door een zandbank die zeer moeilijk weg te baggeren is.

2.3 Afbakening van de studie

In het kader van deze afstudeerstudie zal niet in worden gegaan op de twee laatstgenoemde problemen; de studie zal zich volledig richten op het geven van een oplossing voor de verkeerstechnische problemen. Er zal voor de verdere studie vanuit worden gegaan dat bij verlenging van de golfbrekers en het vinden van een geschikte baggermethode, de bovengenoemde kustwaterbouwkundige problemen afdoende zullen zijn opgelost.

In het licht van een totale havenexpansie lijkt dat een goede optie; golfindringing wordt dan gereduceerd en de golfbrekers kunnen het sedimenttransport, welke de zandbank voedt, beperken.

2.4 Doel van het onderzoek

Het doel van dit afstudeeronderzoek is te bepalen met welke havenfaciliteiten NMP moet worden uitgebreid, zodat de haven voldoet aan de nieuwe eisen die worden gesteld, als gevolg van het toenemende goederenverkeer. Hieruit zal een plan worden ontworpen voor een nieuwe havenindeling.

Tevens zal onderzoek worden gedaan naar de meest geschikte transportmethode voor het vervoer van kolen van NMP naar de centrale te Nandigur.

De groei in het goederenverkeer zal ertoe leiden dat NMP steeds meer geconfronteerd zal worden met grotere schepen ('economy of size'). Deze grotere schepen stellen belangrijke eisen aan havens, vooral op nautisch gebied. De toegangseul, de benodigde stoplengte en manoeuvreerruimte, de bassins en de havendiepte vereisen grotere afmetingen dan voorheen benodigd waren.

Een vergroting van het aantal ligplaatsen is waarschijnlijk ook nodig, evenals nieuwe overslagmiddelen met hoge capaciteit, gezien de grote hoeveelheden lading die moet worden overgeslagen. Grotere hoeveelheden lading resulteren weer in behoefte aan meer terreinoppervlak voor verwerkings- en opslag doeleinden.

Al deze eisen moeten vertaald worden in een ontwerp voor een nieuwe havenindeling, waarop vooral economische overwegingen een grote invloed hebben. Dit beschouwende kan de doelstelling voor dit afstudeeronderzoek worden opgesteld:

2.5 Doelstelling

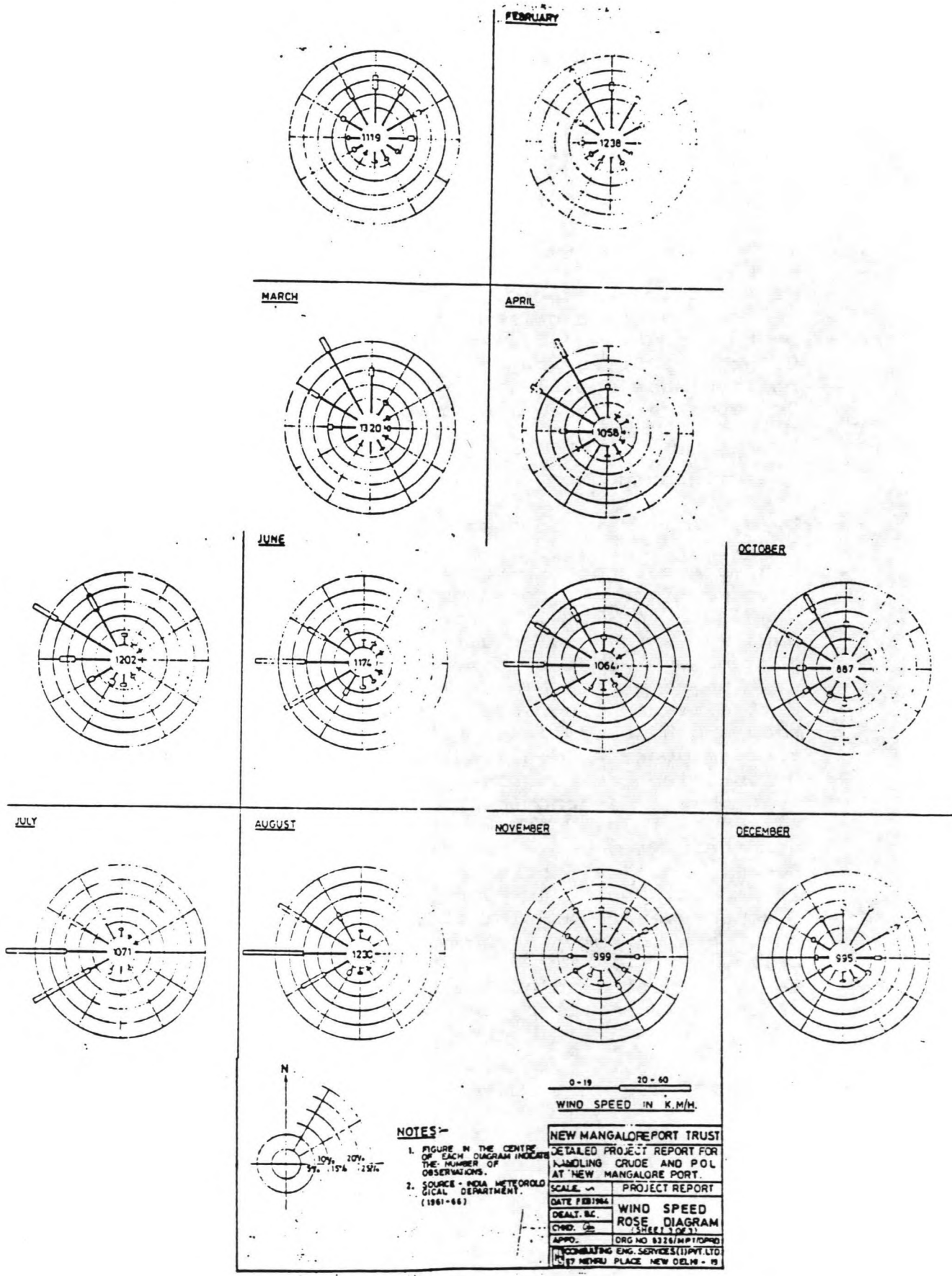
Het ontwerpen van een Master Plan voor NMP, waarin wordt aangegeven met welke havenfaciliteiten NMP moet worden uitgebreid en hoe de nieuwe havenindeling eruit zal zien, om het toekomstige goederenverkeer te kunnen verwerken.

2.6 Randvoorwaarden

- De lokale meteorologische-, oceanografische-, en geotechnische condities.
- De huidige havenfaciliteiten.
- Binnen de huidige haven is door de NMP Trust al een ro-ro ligplaats gepland.
- De beperkte uitbreidingsmogelijkheden binnen NMP.

2.7 Uitgangspunten

- De situatie en informatie voor het project zijn uit 1987.
- Een verkeersprognose voor NMP voor het jaar 2000, en een voorspelling van de grootte van het kolenvervoer naar Nandigur tot 2014, worden als basis genomen voor het bepalen van de nodige uitbreidingen.
- Aangenomen wordt dat het kolentransport naar Nandigur vast en zeker via NMP gaat.
- Uitbreidingen voor het general cargo komen binnen bestaand havencomplex. Dat hoeft niet per definitie zo te zijn voor de liquid bulk.
- Oriëntatie van de toegangsgeul wordt als vaststaand beschouwd. Aangenomen is dat het meest geschikte alternatief bij toenmalig onderzoek is gekozen. Naar eventuele verandering wordt niet gekeken.
- Behalve het al bekende plan voor een nieuwe ro-ro ligplaats, wordt er verder geen rekening gehouden met plannen van de NMP Trust. Bij die plannen werd namelijk nog geen rekening gehouden met eventuele overslag van kolen.
- De keuze voor een nieuwe havenindeling wordt gemaakt op basis van economische overwegingen.



figuur 3.1

Windsnelheid diagrammen.

3. BESCHRIJVING VAN DE BESTAANDE SITUATIE

3.1 Omgevingscondities

3.1.1 Locale meteorologische en oceanografische condities

Klimaat:

Het klimaat in de regio Mangelore is tropisch met als typisch kenmerk een moesson periode, en kan worden onderverdeeld in de volgende vier seizoenen:

- het koele seizoen (december-maart)
- het hete seizoen (april-mei)
- de South West moesson (juni-september)
- de interim periode (october-november)

Tijdens de South West moesson (SW moesson) worden voor wind, golven en stroming de grootste waarden gemeten. Vandaar dat de waarden verkregen uit deze periode maatgevend zijn voor het haven ontwerp.

Er is een hoge vochtigheidsgraad en de maximum temperatuur in de schaduw ligt rond de 36°C. De gemiddeld jaarlijkse neerslag is ongeveer 3.300 mm., welke echter voor het grootste gedeelte voorkomt tijdens de SW moesson. Gedurende deze periode valt 82% van de totale jaarlijkse neerslag.

Ook heeft men tijdens de SW moesson het meest last van slecht zicht; zo'n tien dagen per jaar wordt dat hier werkelijk als hinderlijk ervaren.

Wind:

De windrichtingen tijdens de SW moesson zijn voornamelijk vanuit ZW en W (zie figuur 3.1). De maximum windsnelheid die dan wordt bereikt is zo'n 10 m/s., wat overeenkomt met 5 op de schaal van Beaufort. In juli, alhoewel slechts voor vier dagen, kan zelfs 7 op de schaal van Beaufort worden bereikt, hetgeen gelijk is aan 15 m/s.

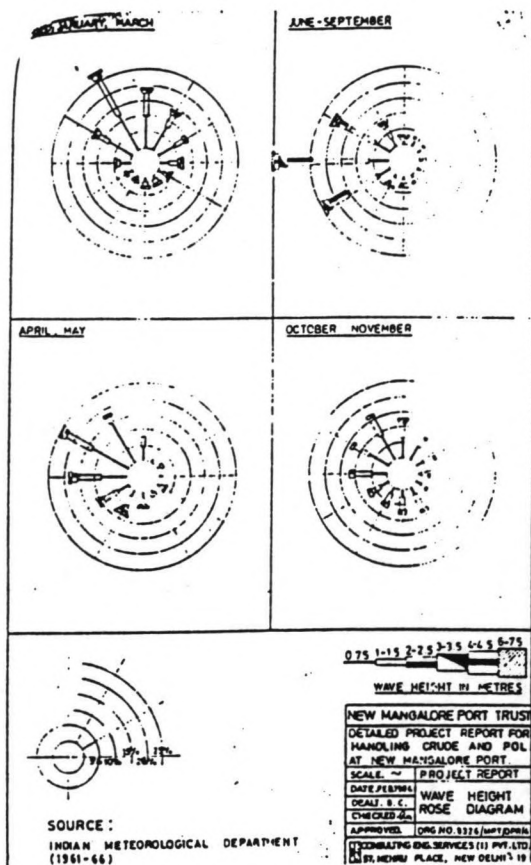
De windrichting in de overige maanden van het jaar is voornamelijk vanuit NW, met een maximum intensiteit van 5 op de schaal van Beaufort.

Cyclonen:

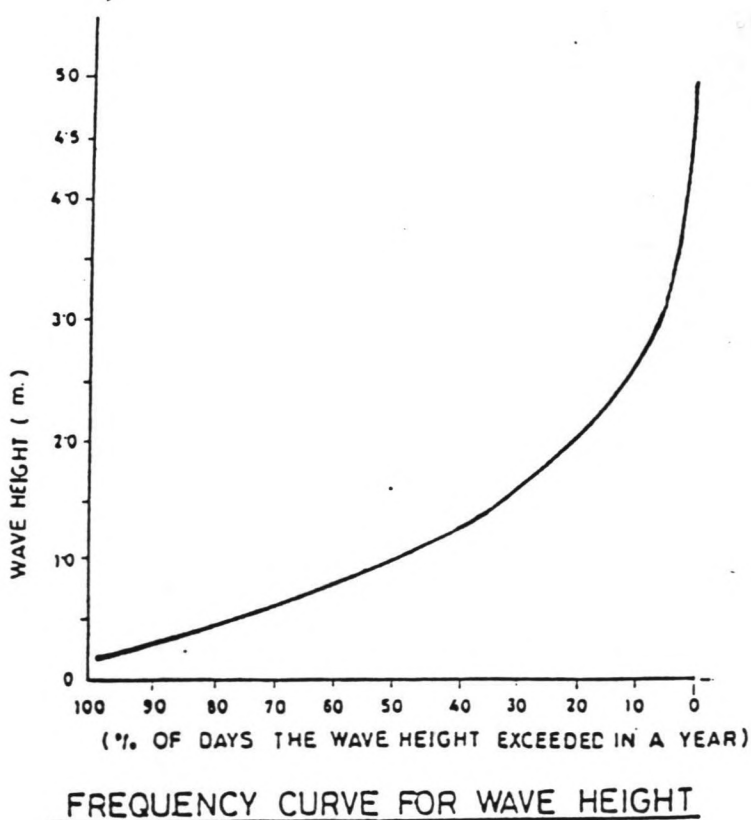
Mangelore wordt weinig geplaagd door cyclonen, en komen ze voor dan zijn ze zeker niet sterk. Dit, ondanks het feit dat vanuit de Arabische Zee en de Golf van Bengalen soms sterke stormen kunnen worden geactiveerd.

Golven:

De dominante golfrichting tijdens de SW moesson is vanuit W



figuur 3.2 Golfhoogte diagrammen.



figuur 3.3

en ZW, terwijl die tijdens de wat rustiger maanden NW en N is (figuur 3.2).

Hoge golven worden alleen ervaren tijdens de SW moesson maanden van juni tot september. En zelfs dan, tonen analyses van verkregen golfdata in figuur 3.3 aan, dat slechts 0,4% van alle gemeten golven een golfhoogte heeft die de 5 m. overschrijdt. De dominante golfperiode ligt rond de 10 sec.

De golfhoogten in de niet-moesson maanden zijn nog een stuk lager en overschrijden nauwelijks de 0,8 m. De dominante golfperiode is wel iets langer: 12 sec.

Stroming:

De stroming langs de kust is tijdens de SW moesson in het algemeen richting Z, en van november tot en met januari in de richting N.

De dwarsstroming vlak voor de haveningang is niet erg sterk en varieert tussen de 1 en de 1,5 kn. tijdens de SW moesson, en 0,5 en 0,75 kn. in de rest van het jaar.

De stroming binnen de haven is zelfs tijdens de SW zeer zwak en vrijwel verwaarloosbaar.

Getij:

NMP heeft een dubbeldaagsgetij met een gemiddeld getijverschil van zo'n 1 m., terwijl de maximum getij variatie 1,7 m. is. De getijgegevens van NMP zijn gerefereerd aan New Mangalore Chart Datum, wat ongeveer overeenkomt met het laagst mogelijke astronomische getij, en zijn als volgt:

- HHWS 1,7 m.
- MHHW 1,4 m.
- MLHW 1,3 m.
- MHLW 0,9 m.
- MLLW 0,4 m.

Sedimenttransport:

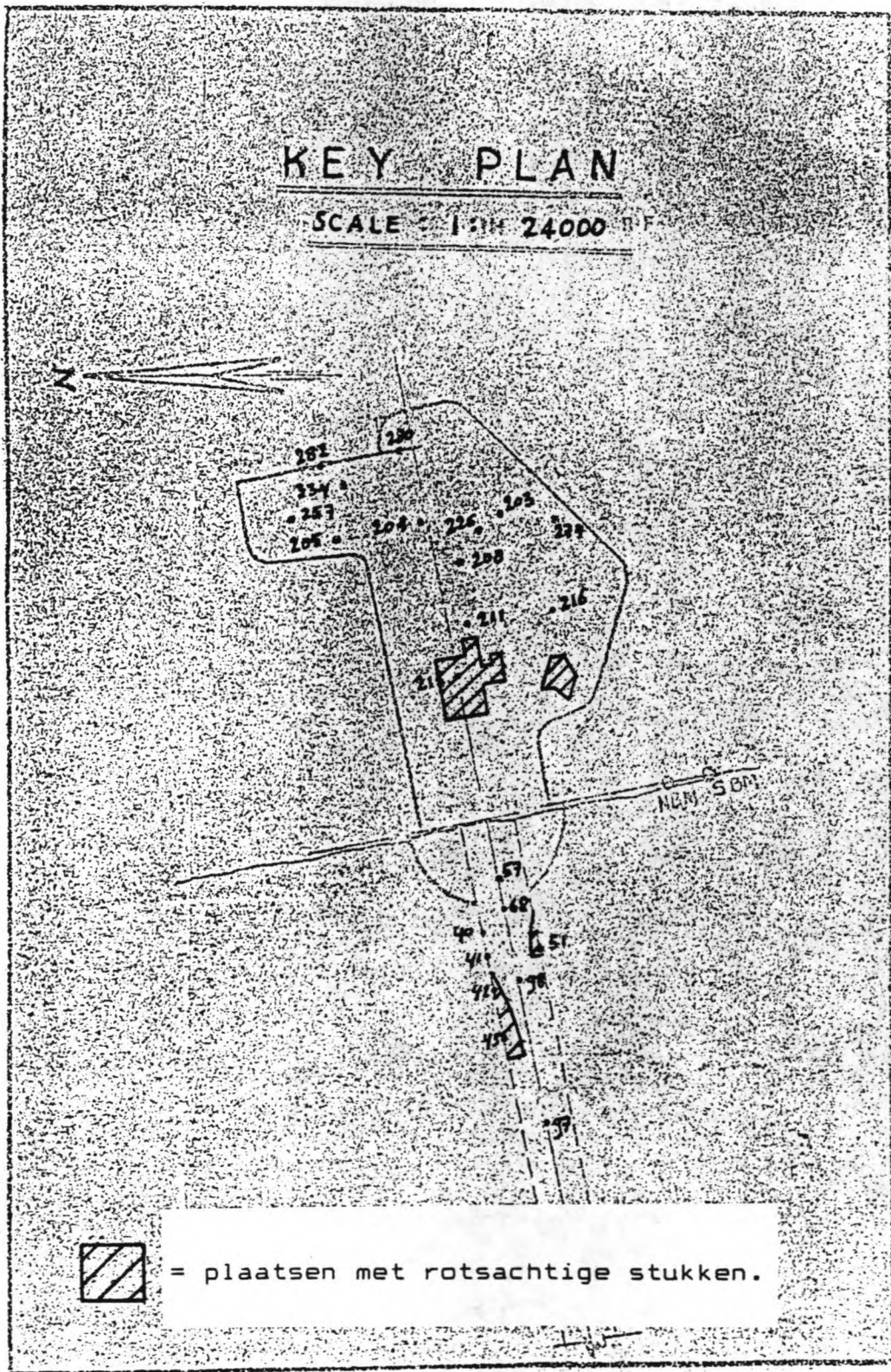
Sedimenttransport langs de kust vindt wel plaats in vooral zuidelijke richting, maar is niet erg groot. Erosie of sedimentatie aan de stranden is minimaal. Wel is er als gevolg van het langstransport een zandbank ontstaan bij de noordkant van het toegangskanaal.

Binnen de haven vindt ook enige erosie en sedimentatie plaats als gevolg van golfindringing.

3.1.2 Locale geotechnische condities

Bodemgesteldheid:

Met behulp van boringen, sonderingen en seismisch onderzoek is door de NMP Trust een algemeen bodemonderzoeksprogramma



figuur 3.4

Overzicht bodemonderzoek en plaatsen waar rotsachtige delen zijn gevonden.

uitgevoerd, om te kunnen vaststellen uit welk materiaal de bodem bij NMP bestaat. Dit onderzoek strekte zich uit van de lagune tot en met de omgeving rond het toegangskanaal. De exacte meetplaatsen zijn te vinden in figuur 3.4.

Uit de resultaten van de verschillende meetplaatsen is geanalyseerd wat achtereenvolgend voor de lagune en voor de omgeving rond het toegangskanaal, de representatieve bodemstructuur is. De volgende conclusies konden worden getrokken:

De binnenhaven:

De representatieve bodemstructuur in de haven bestaat in het algemeen tot ongeveer -8 m. uit zand. Van -8 m. tot ongeveer -22 m. vindt men vooral zeer stijve opeengepakte klei. Zachtere rotsachtige lagen worden onder de kleilaag gevonden, en daar weer onder wordt harde rots gevonden. Baggerwerk zal hier geen problemen opleveren wanneer men niet dieper dan -22 m. hoeft te gaan.

Uitzonderingen zijn er echter ook. In het gebied tussen de 200 m. en 700 m. van de havenmond (figuur 3.4) bevinden zich rotsachtige stukken vanaf -14 m. Wanneer dit gebied moet worden uitgediept zal er onder water met explosieven moeten worden gewerkt, welke methode al eerder is gebruikt. Geschat wordt dat het rotsvolume tot -18,5 m. ongeveer 115.000 m³ groot is.

Bovendien is er vlak bij de bestaande oliesteiger een harde grindlaag met een dikte van een meter of twee gevonden (van -14 m. tot -16 m.). Deze laag bestaat uit gecementeerde kiezelstenen. De hoeveelheid weg te baggeren grind --tot -18,5 m.-- wordt geschat op zo'n 85.000 m³. In dit geval zal werken met explosieven niet het gewenste resultaat opleveren. De ervaring leerde dat de grindlaag kan worden gebaggerd door het inzetten van sterke cutterzuigers.

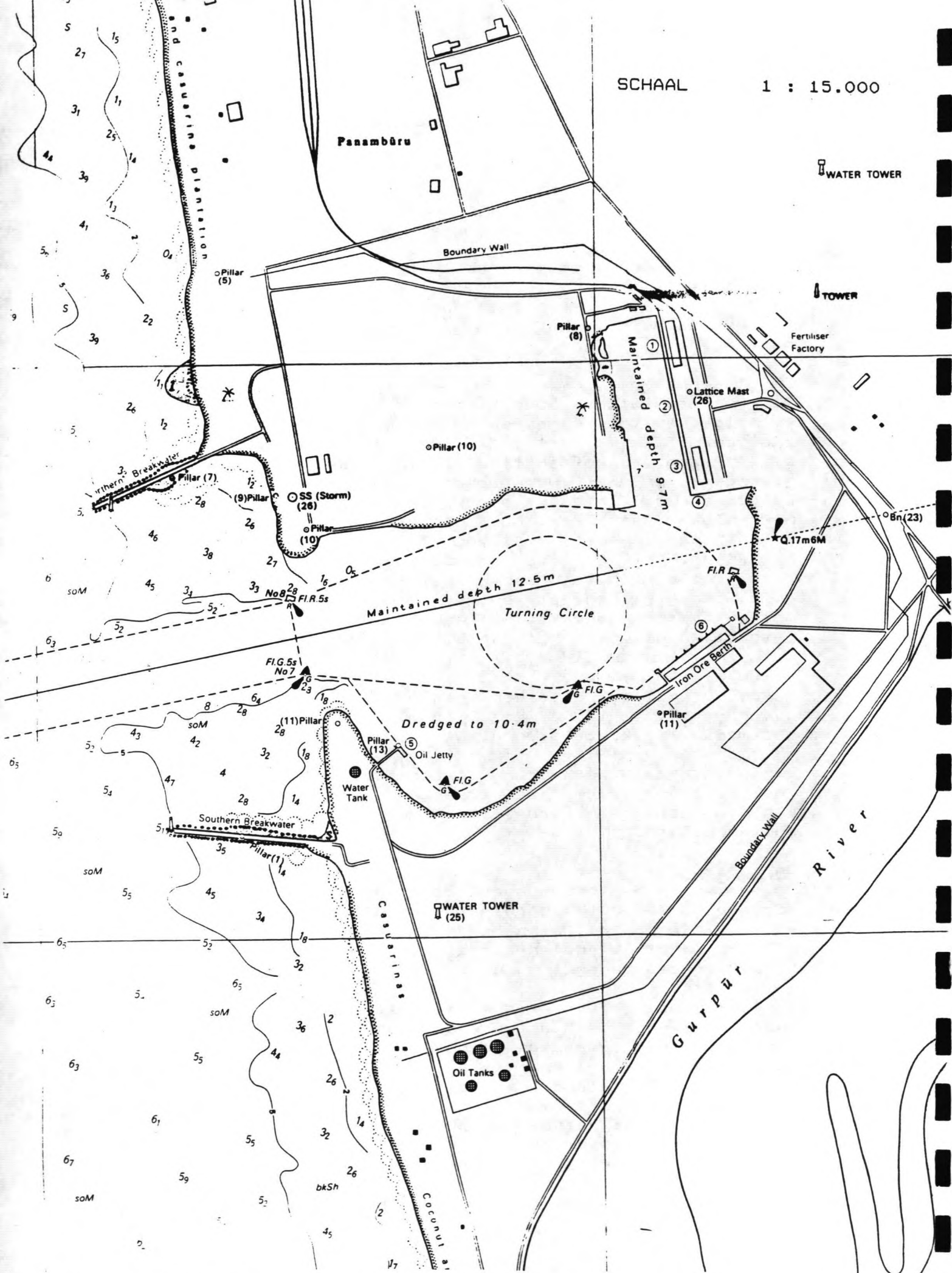
De toegangsecul:

Onderzoek in de toegangsecul toont aan dat de bodem aldaar, tot zo'n -22 m., voornamelijk bestaat uit zand, klei en zoutdeeltjes. Vrijwel nergens in de omgeving van de ecul zijn rotsachtige delen aangetroffen. In het algemeen zullen baggerwerkzaamheden zonder problemen kunnen worden uitgevoerd.

Doch, ook hier weer een uitzonderingen. Geologisch onderzoek en onderhoudswerkzaamheden hebben geleid tot de vondst van een verharde zandbank. Deze is gevonden op zo'n 750 m. van de havenmond, aan de noordkant van de ecul, vanaf -13 m. De zandbank heeft zich ontwikkeld als gevolg van langstransport van sediment, en bestaat uit zeer compact zand. In 1987 werd de zandbank gedeeltelijk met zeer veel moeite weggebaggerd door een sleephopperzuiger. Bij het baggeren werd gebruik gemaakt van 'water jets', maar bleek niet de juiste methode. Er is onderzoek gaande naar de meest geschikte baggermethode voor deze zandbank. Waarschijnlijk wordt voortaan gebruik gemaakt van

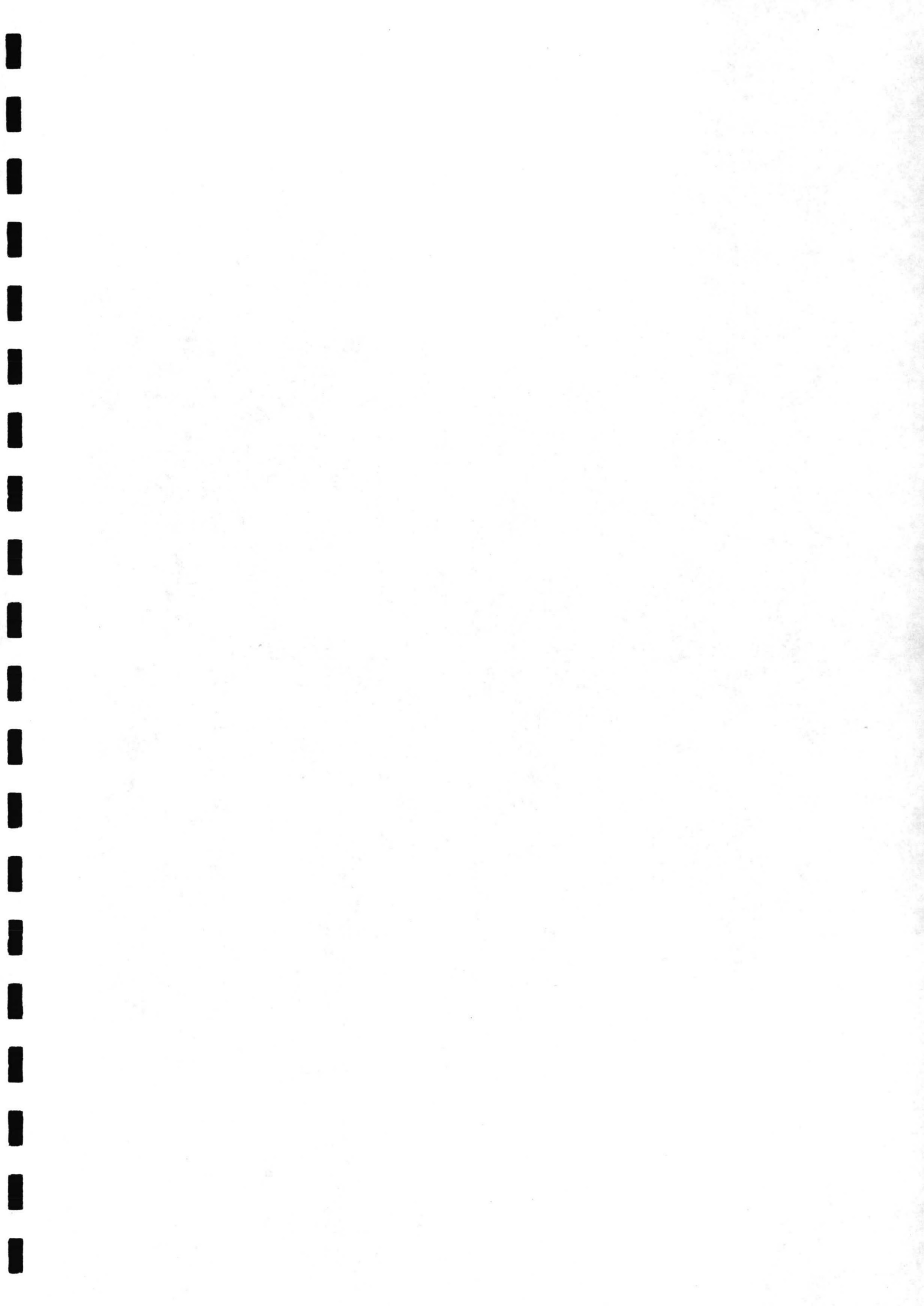
SCHAAL

1 : 15.000



figuur 3.8

Overzichtskaart New Mangalore Port.



cutterzuigers.

Tevens is er aan de zuidkant van het kanaal, op zo'n 500 m. van de havenmond, een verharde laag aangetroffen. Deze wordt gevonden vanaf -13 m.

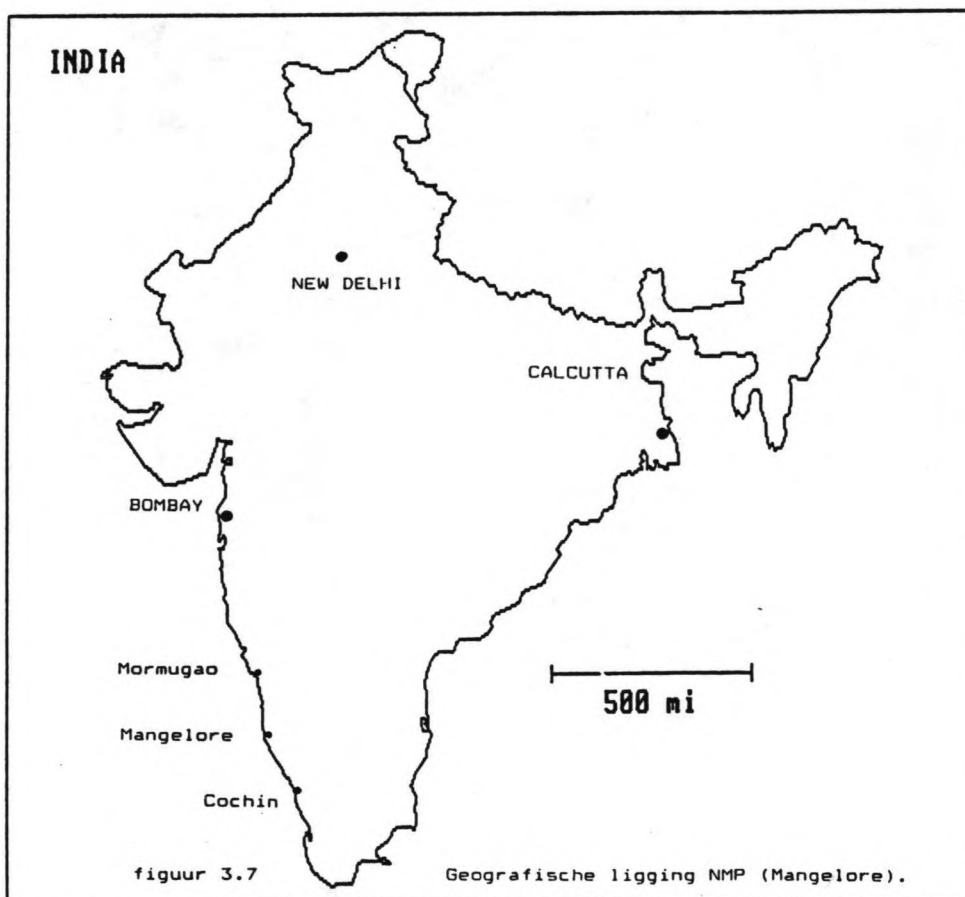
Het totaal weg te baggeren volume voor noord- en zuidkant -- tot -18,5 m.-- is berekend op ongeveer 400.000 m³.

3.2 Huidige havenfaciliteiten

3.2.1 Geografische ligging en achterland

NMP, qua tonnage de negende haven van India, is gesitueerd aan India's westkust halverwege Mormugao en Cochin (zie figuur 3.7), en is in 1974 in gebruik genomen. Het is een volledig kunstmatig aangelegde haven met een wateroppervlak van 114 ha. en een beschikbaar landoppervlak van 838 ha. Een overzicht van de haven is gegeven in figuur 3.8.

Het economische achterland van de haven omvat grote delen van de staat Karnataka en een enkel district van de staten Kerala en Andhra Pradesh. Het achterland beslaat een oppervlakte van ongeveer 70.000 km². Deze regio heeft als bijzondere kenmerken dat er een overvloed is aan landbouwgronden en natuurlijke mineralen zoals ijzererts en mangaan.



3.2.2 Toegankelijkheid

NMP is een lagune-achtige haven beschermd door rubble mound golfbrekers van 570 m. lang die doorlopen tot op een diepte van 5 m. De afstand tussen de golfbrekerhoofden is erg groot--zo'n 1000 m.--waardoor golfindringing nauwelijks wordt gereduceerd.

De toegangsgeul is 5340 m. lang, heeft een west-oost oriëntatie onder een hoek van enkele graden, zonder curves, werd ontworpen op een breedte van 245 m. en een diepte van 13,5 m., doch wordt om onderhoudsbaggerwerk te beperken slechts onderhouden tot een breedte van 156 m. en een diepte van 12,5 m. De helling van kanaal verloopt van 1:10 bij de grondlijn tot 1:20 op verdere afstand.

De manoeuvreerruimte in de haven bestaat uit een draaicirkel met een diameter van 490 m. en een diepte van 12,5 m.

Fijne sedimentdeeltjes in suspensie vormen in het havenbekken een zachte modderlaag, door het getijafhankelijke vullen en ledigen van bekken. Hierdoor vindt het proces van de havenbinnenkomst plaats op basis van beschikbare nautische diepte in plaats van nominale diepte.

De maximaal toelaatbare diepgang ongeacht het getij is tussen de 11,0 m. en 11,5 m. De grootst mogelijke toelaatbare schepen die NMP, met de huidige dimensies van de toegangsgeul en draaicirkel, kan ontvangen zijn schepen met een maximale diepgang van 12,5 m.; dit komt overeen met een 60.000 DWT grote bulk carrier of een Panamax. Deze schepen kunnen de haven alleen bij hoog water, welke twee maal daags voorkomt, binnenkomen of verlaten.

Het onderhoudsbaggerwerk wordt uitgevoerd in het binnengaats gedeelte en in het toegangskanaal. Het grootste deel van het onderhoud wordt tussen mei en september uitgevoerd. Jaarlijks wordt er ongeveer een volume van 4.200.000 m³ weggebaggerd; 2.600.000 m³ in het toegangskanaal en 1.600.000 m³ binnengaats. Deze hoeveelheden worden zo'n 5 km. ten noorden van de geul in een soort depot gedropt.

3.2.3 Kadefaciliteiten

De kadefaciliteiten in NMP kunnen worden onderverdeeld in de volgende terminals of groepen ligplaatsen:

- vijf aanlegplaatsen voor stukgoed en droge bulk (hierna ook wel general cargo genoemd)
- een ligplaats voor ijzererts
- een steiger voor liquid bulk

General cargo:

Van de vijf aanlegplaatsen voor general cargo bevinden zich er vier in het bassin en is de vijfde, de zogenaamde 'shallow berth', vlak aan de rand van het bassin gesitueerd. In figuur 3.8 zijn deze aangegeven met nummers 1, 2, 3, 4 en 7.

Van de drie naast elkaar gelegen kadeplaatsen worden bij ligplaats 1 (de meest noordelijke) voornamelijk fertilizers behandeld, bij de tweede vooral mangaan- en chroom ertsen, terwijl de derde wordt gebruikt voor stukgoederen. Bij de 'shallow berth' worden merendeel gebundelde stukgoederen behandeld. Tegenover ligplaats drie in het bassin is sinds kort een nieuwe ligplaats bijgekomen. Deze behandelt behalve de weinige containers waar NMP mee te maken heeft, ook nog conventioneel stukgoed.

De drie naast elkaar gelegen ligplaatsen kunnen schepen ontvangen tot 28.000 DWT met een diepgang van 9,45 m. tot 10,10 m. De 'shallow berth' kan slechts schepen behandelen tot een diepgang van 6,50 m., terwijl de nieuwste kadeplaats een beschikbare waterdiepte heeft voor schepen tot een diepgang van 9,15 m.

IJzererts:

De ijzererts aanlegplaats --nummer 6 in figuur 3.8-- wordt alleen gebruikt door bulk carriers voor de export van ijzererts. Het erts wordt gewonnen uit een mijn, zo'n 65 km. landinwaarts, en wordt als slurry via een pijpleiding naar NMP getransporteerd. In de haven wordt het geschikt gemaakt voor vervoer over zee en gedeeltelijk omgezet in pellets.

De waterdiepte aan de kade is 13,0 m.; genoeg om bulk carriers tot 60.000 DWT te kunnen ontvangen die een geladen diepgang hebben van 12,5 m.

Liquid bulk:

Voor de behandeling van liquid bulk is één steiger aanwezig, bestaande uit een steigerhoofd en aanloopbrug met twee ducdalven en vier meerstoelen. Aan deze steiger --nummer 5-- wordt een verscheidenheid aan petroleum producten verwerkt evenals plantaardige oliën. Het merendeel is import en wordt verder getransporteerd via een pijpleiding.

De steiger is geschikt voor het ontvangen van tankers tot 30.000 DWT, maar is zo ontworpen dat deze eenvoudig versterkt kan worden om 100.000 DWT tankers te kunnen behandelen. De huidige maximaal toelaatbare diepgang aan de steiger is 9,75 m.

Een overzicht van de verschillende aanlegplaatsen is gegeven in tabel 3.9.

Tabel 3.9 Berth Particulars

Sl. No.	Description of berth	Draught (in meters)	Length of berths (in meters)	Remarks
1.	Berth No. 1	9.45	198	a straight continuous wharf of length 594 meters
2.	Berth No. 2	9.45	198	
3.	Berth No. 3	10.10	198	
4.	Shallow Berth	6.50	125	
5.	Oil Jetty	9.75	330	Length between centres of extreme moorings
6.	Iron Ore Berth	12.50	285	With mechanised shiploader
7.	Additional Berth	9.15	250	

3.2.4 Overslagfaciliteiten en opslagruimte

General cargo:

Het laden en lossen bij de ligplaatsen in het bassin vindt grotendeels nog plaats via directe overslag. Dit is af te leiden uit de aanwezigheid van ouderwetse en relatief langzame kadekranen samen met spoorrails op de kade, en een gebrek aan opslagruimte bij de drie naast elkaar gelegen ligplaatsen. De goederen worden direct vanuit het schip met de kadekranen in de spoorwagens of vrachtwagens geladen. Er vindt geen tussenopslag plaats, waardoor transportonderdelen niet onafhankelijk van elkaar zijn, en veel tijd wordt verloren bij het rangeren van de wagens. Hierdoor wordt het lossen van andere ruimen belemmerd en wordt opslag en dwarstransport aan landzijde vertraagd.

Bij de overslag kan worden beschikt over het volgende materieel:

- 8 kadekranen, waarvan er vier kunnen worden omgezet in grijperkranen,
- 5 mobiele kranen,
- 2 kranen op rupsbanden,
- 4 vorkheftrucks,
- 1 tractor trailer unit, voor het transport van containers,
- 3 stuks equipment om fertilizers in zakken te doen en dicht te stikken.

Details over deze werktuigen en hun capaciteit is te vinden in de bijlage.

De overslagsnelheid ligt relatief laag. Voor het stukgoed ligt de verwerkingssnelheid, uitgaande van effectieve werkuren, rond de 40 t/hr. De gemiddelde snelheid van alle overslag van alle vijf de ligplaatsen samen, waarbij dus ook droge bulk wordt inbegrepen, ligt rond de 50 t/hr. De verwerkingssnelheid van droge bulk ligt laag doordat er een grote verscheidenheid is in deze ladingsoort en tevens neemt verwerking van schroot erg veel tijd in beslag.

De maximale jaarlijkse capaciteit van deze vijf aanlegplaatsen samen ligt op 0,9 MT.

Opslagruimte:

De drie naast elkaar gelegen aanlegplaatsen en de zogenaamde 'shallow berth' hebben de beschikking over 5 transitoloosden met een totaal oppervlak van 23.535 m² die een opslagcapaciteit hebben van 34.000 ton. Daarnaast kan er nog gebruik gemaakt worden van open opslag bij ligplaats 2 van 6.633 m², en kan er voor noodopslag gebruik gemaakt worden van open ruimte aan de kade (\pm 5.000 m²).

In totaal dus zo'n 35.000 m² opslagruimte beschikbaar.

Aan de andere kant van het bassin, bij ligplaats 4 (stukgoed en containers) staat een transitoloos (CFS) met een oppervlak van 4.920 m², bedoeld om er containervracht op te slaan.

Bij het rangeerterrein is ook nog plaats voor zo'n 20.000 ton stukgoederen, die voor langere tijd moeten worden opgeslagen. Hier staan vijf pakhuizen die elk een oppervlak hebben van 2.190 m². In totaal dus 10.950 m².

Vlak bij de haveningang voor weggebruikers liggen nog twee open opslagplaatsen van respectievelijk 11.534 m² en 6.693 m². Deze behoren niet tot de general cargo terminal, doch worden regelmatig gebruikt voor opslag van general cargo.

IJzererts:

De overslagfaciliteiten bij de ijzerertsterminal bestaan uit een systeem van transportbanden en een scheepslaadmachine, welke zijn ontworpen om 7,5 MT per jaar te exporteren.

Er zijn vier transportbanden, waarvan er twee een capaciteit van 3.000 t/hr en de andere twee een capaciteit van 6000 t/hr hebben. De laadmachine heeft een 'peak capacity' van 6000 t/hr, waarmee een jaarlijkse capaciteit van 7,5 MT kan worden bereikt.

Opslag:

Er is voldoende ruimte voor overslagfaciliteiten en opslag; het terrein heeft namelijk de beschikking over een opslag capaciteit van rond de 0,5 MT en een oppervlak van maar liefst 24 ha.

Liquid bulk:

De meeste schepen die gelost worden aan deze steiger zijn product tankers en er wordt gemiddeld met een snelheid van 450 t/hr gelost. De jaarlijkse verwerkingscapaciteit van de steiger is 1,0 MT.

Opslag:

Voor opslag is tankcapaciteit op het haventerrein aanwezig waar 60.000 ton aan producten in kan worden opgeslagen.

In de bijlage is nog een totaal overzicht van de opslagplaatsen.

3.2.5 Infrastructuur

De haven is gekoppeld aan het spoorwegennet en heeft de beschikking over een rangeerterrein. Over de kade waaraan general cargo wordt behandeld lopen rails; hier kan aan- en afvoer van goederen met treinwagons plaats vinden. In totaal ligt er voor 11,86 km. aan spoorweg in de haven.

Voor de rest zijn alle ligplaatsen te bereiken met wegvervoersmiddelen en ligt NMP aan een hoofdweg voor de noord-zuid verbinding.

De haven heeft slechts beperkte uitbreidingsmogelijkheden; aan de zuidkant vormt de rivier een barrière, aan de oostkant de snelweg en aan de westkant het rangeerterrein. Behalve ruimte voor nog enkele pakhuizen bij het rangeerterrein, is er voor uitbreidingsdoeleinden slechts nog ruimte binnen de bestaande haven.

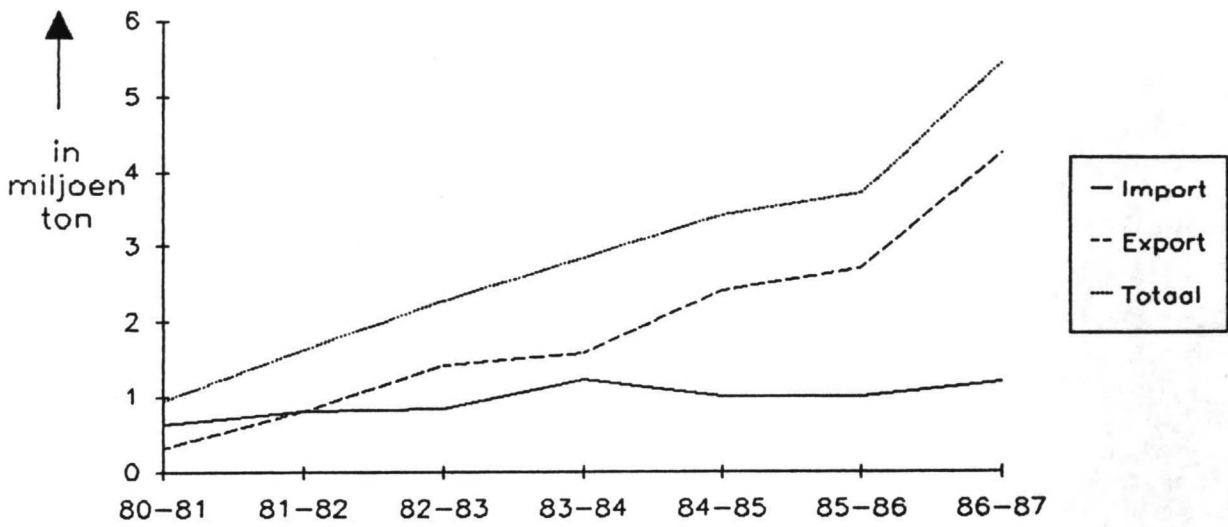
Voor havenuitbreiding is aan de noordelijke kant nog zo'n 50 ha. beschikbaar, rekening houdend met het feit dat een stuk van 30 ha., welk tot 2013 verhuurt is aan M/S Mazagon Dock Ltd., de aankomende jaren niet gebruikt kan worden voor uitbreidingsplannen.

Aan de zuidkant, naast de erts-terminal, ligt nog een ongebruikt stuk van ongeveer 60 ha., welk voor uitbreidingsdoeleinden uitstekend geschikt is.

Navigatiehulpmiddelen:

De toegangseul wordt gemarkeerd door zes boeien, terwijl het begin van de eul wordt aangegeven met een fairway-boei. In de haven liggen ook nog een paar boeien om te voorkomen dat men in de haven zou vastlopen. Bovendien zijn er drie lichttorens voor een lichtlijn.

De havenvloot omvat onder andere sleepboten ter assistentie bij het manoeuvreren en een hopperzuiger. Details over de vloot zijn te vinden in tabel 3.11.



figuur 3.12

Groei goederenverkeer door NMP

Tabel 3.11 Floating Crafts (1986-87)

Description	Total Nos.
Buoy Laying Tender (dump)	1
Tug 'Nandaneswar' 5 Ton B. P.	1
Launches (self-propelled)	5
100 T. water barge (dump)	1
750 Cu. m. self-propelled (Grab Dredger with hydraulically operated bottom doors which has been converted from a dump Hopper Barge.	1
One No. 100 Ton steel deck barge disposed off during the year.	
Two Tugs of 30 Ton bollard pull each are on hire from M/s. Dredging Corporation of India. Order have been placed for two Voith Schneider Propulsion Tractor Tugs, one of 30 Ton Bollard Pull Tug and one of 22.5 Ton Bollard Pul Tug respectively.	

3.3 Statistieken goederenverkeer

3.3.1 Analyse jaarlijkse doorzet

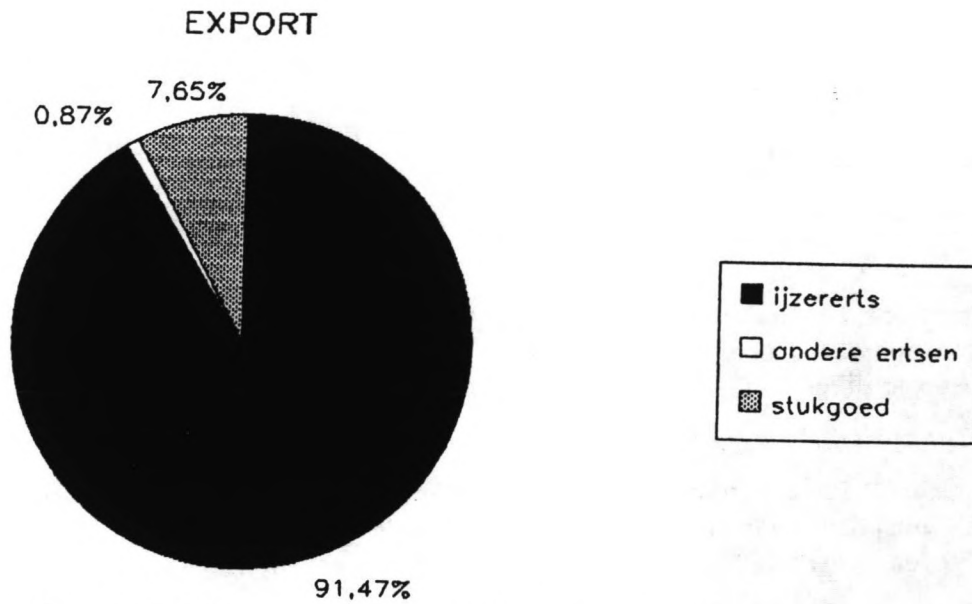
Het goederenvervoer door NMP is de laatste jaren fors gestegen. Figuur 3.12 en tabel 3.13 tonen dit op duidelijke wijze aan. Vooral de export --ijzererts-- is de laatste jaren sterk toegenomen. In de periode 86-87 werd de bestaande trend voortgezet en werd er weer een nieuw record bereikt; 5,43 MT aan goederen gingen door NMP. In tabel 3.14 is een overzicht gegeven van alle goederen en hun omvang die in 1987 door de haven gingen.

Ten opzichte van het jaar daarvoor betekent de groei een toename met 47,3% ! Deze groei was voornamelijk een gevolg van de toename van de export, welke haast verdubbelde.

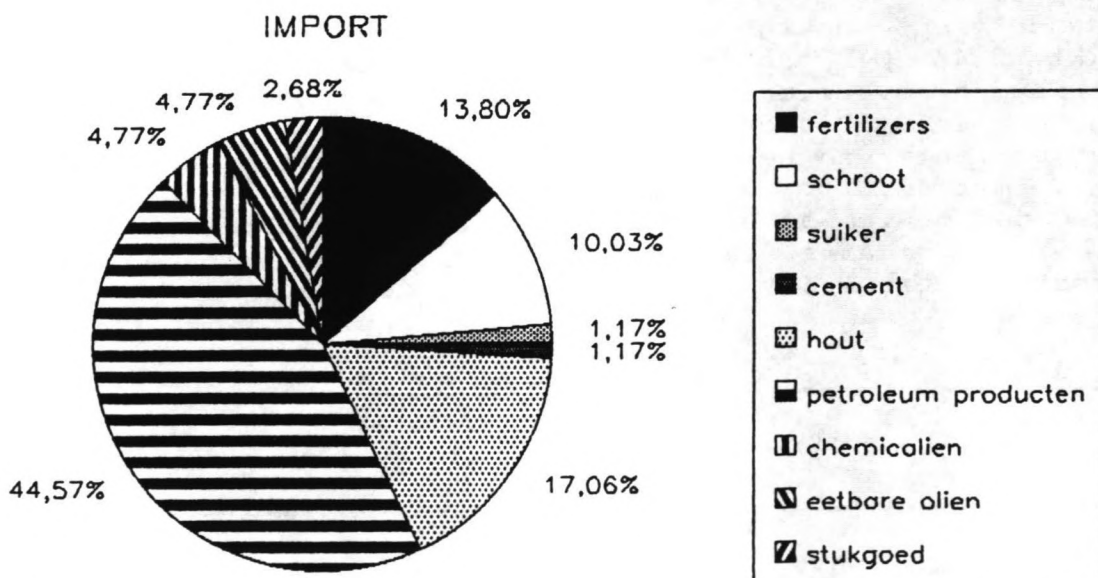
De export omvatte 4,23 MT en het import gedeelte was 1,2 MT groot. In tabel 3.15 zijn de details te vinden.

Tabel 3.13 Groei goederenverkeer door NMP (in miljoen ton)

	80-81	81-82	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87
Import	0,64	0,82	0,85	1,24	1,00	1,00	1,20
Export	0,32	0,82	1,42	1,59	2,39	2,69	4,23
Totaal	0,96	1,64	2,27	2,83	3,39	3,69	5,43
Aantal schepen	227	238	255	294	342	309	405



figuur 3.16 Procentuele verdeling export goederen



figuur 3.17 Procentuele verdeling import goederen

Tabel 3.14 De omvang van het totale verkeer in 1987 (in tonnen)

BREAK BULK	stukgoed	356.000
	hout	204.000
		560.000
DRY BULK	ijzererts	3.873.000
	andere ertsen	37.000
	fertilizers	165.000
	schroot	120.000
	suiker	14.000
	cement	14.000
		4.223.000
LIQUID BULK	petroleum producten	533.000
	chemicalien	57.000
	eetbare olien	57.000
		647.000
	TOTAAL	5.430.000

Tabel 3.15 Opbouw import en export stromen door NMP (in tonnen)

IMPORT		EXPORT	
fertilizers	165.000	ijzererts	3.873.000
schroot	120.000	andere ertsen	37.000
suiker	14.000	stukgoed	324.000
cement	14.000		
hout	204.000		
petroleum producten	533.000		
chemicalien	57.000		
eetbare olien	57.000		
stukgoed	32.000		
TOTAAL IMPORT	1.196.000	TOTAAL EXPORT	4.234.000

Export:

De export goederen --in 86-87 4,23 MT-- bestaan voor het grootste deel uit ijzererts, maar ook granieten blokken, andere ertssoorten en general cargo zoals koffie en fruit behoren hiertoe (figuur 3.16).

Er is een continue stijging in het export volume.

Import:

De import neemt minder heftig toe; de grootte van de import varieert de laatste jaren niet veel.

Zoals figuur 3.17 laat zien omvat het import verkeer goederen zoals cement, fertilizer (kunstmest), schroot,

Tabel 3.19 Aantal schepen per goederensoort en het gemiddelde per schip in 1987.

vrachtsoort	aantal schepen	jaar tonnage (in tonnen)	gem. tonnage per schip (in tonnen)
General cargo	201	910.000	4.530
breakbulk	180	560.000	3.110
dry bulk	21	350.000	16.675
Erts	97	3.873.000	39.930
Liquid bulk	107	647.000	6.045
Totaal	405	5.430.000	

petroleum producten en andere oliën. De petroleum producten vormen het grootste deel.

In bijlage 1 is nog een overzicht gegeven van de omvang van de verschillende import- en export goederen door de jaren tachtig heen.

Overslaghoeveelheden per terminal:

Van de 5,43 MT die NMP in 86-87 oversloeg, werd op het ijzererts en olie producten na, alles bij de general cargo ligplaatsen in het bassin verwerkt. De hoeveelheden overgeslagen goed per terminal staan afgebeeld in tabel 3.18:

Tabel 3.18		Totale hoeveelheid overgeslagen goed per terminal in 86-87.	
ijzererts terminal			3,873 MT
liquid bulk steiger			0,647 MT
general cargo bassin			
- breakbulk		0,560 MT	
- dry minor bulk		0,350 MT	
			<u>0,910 MT</u>
Totaal			5,430 MT

Aantal schepen en het gemiddelde tonnage:

In 86-87 deden 405 schepen NMP aan. Tabel 3.13 laat zien dat, sinds de haven in gebruik is genomen, het aantal ontvangen schepen continue is toegenomen.

In onderstaande tabel 3.19 is aangegeven hoeveel schepen een bepaalde vrachtsoort vervoerden. Tevens is het gemiddelde tonnage per schip hierin aangegeven.

Containers:

Ook is in 86-87 het aantal behandelde containers gegroeid. Het jaar ervoor werden er nog maar 1803 TEU's behandeld, in 86-87 is het aantal al gestegen naar 3060 TEU's. Het betrof meestal goederen zoals koffie, maar vaak ook bagage en huiselijke inboedel.

Tabel 3.20

Statement Showing the Category-wise Performance of Vessels that Left the Port During 1986-87

Sl. No.	TYPE OF VESSELS CATEGORY-WISE	Total No. of vessels left	Total No. of vessels waited at anchorage	Pre-berthing detention hours	Average pre-berthing detention (in hours)	Total tonnage handled (in tonnes)	Average tonnage per ship (in tonnes)	Pilotage inward & outward (in hours)	Berth Hours			Total T. R. T. of the vessels (in hours)	Average output per berth hours (Col. 7/Col. 12)	Average output per working hours by the vessels (Col. 7/Col. 10)	Average output per port hours (Col. 7/Col. 13)	Average time taken to handle 1000 tonnes of cargo (Col. 12x1000/col. 17)
									Working hours of vessels	Idling hours at berth	Total No. of berth hours spent by the ship					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.	P. O. L.	84	14	957	11	5,33,435	6,350	300	1,271	765	2,036	3,293	262	420	162	4
2.	Liquid Ammonia & Phosporic acid	15	1	15	1	57,018	3,801	50	119	116	235	300	243	479	190	4
3.	Edible Oil	8	1	9	1	56,545	7,068	20	230	56	286	315	198	246	180	5
4.	Fertilizers	11	7	426	39	1,64,628	14,966	35	3,923	5,160	9,083	9,544	18	42	17	55
5.	Iron Ore (Mechanised) including Iron Pallets	97	69	14,356	148	38,73,289	39,931	325	3,300	2,530	5,830	20,511	664	1,174	189	2
6.	Other Ores	3	2	92	31	36,750	12,250	10	402	338	740	842	50	91	44	20
7.	Steel Scrap	5	3	216	43	1,20,278	24,056	15	2,541	3,080	5,621	5,852	21	47	21	47
8.	Sugar	1	—	—	—	14,300	14,300	3	206	143	349	352	41	69	41	24
9.	Cement	1	1	34	34	14,189	14,189	3	304	364	668	705	21	47	20	47
10.	Timber	38	18	829	22	2,04,273	5,376	3	5,343	5,358	10,701	11,630	19	38	18	52
11.	Other Cargo	142	53	3964	28	3,55,889	2,506	220	8,095	8,443	16,538	20,722	22	42	17	46
TOTAL		405	169	20,898	52	54,30,594	13,409	1,081	25,734	26,353	52,087	74,066	104	211	73	10

3.3.2 Havenprestaties

In 1987 zijn de gemiddelde 'turn around time' (TRT) en de gemiddelde wachttijden iets afgenomen ten opzichte van de jaren daarvoor. Dit is het gevolg van de in gebruik name, in 1986, van een nieuwe aanlegplaats in het bassin voor de overslag van breakbulk.

Voor de verschillende groepen ligplaatsen (general cargo, ijzererts en liquid bulk) kunnen met behulp van gegevens uit tabel 3.20, de gemiddelde service- en wachttijd worden bepaald. Met voor de servicetijd gebruikmakend van kolommen 9, 10, 11 en 12 en voor de wachttijd van kolom 5 worden in tabel 3.21 de volgende gemiddelde waarden gevonden:

	Gehele haven	General cargo	Ijzererts	Liquid bulk
servicetijd	5,47	9,12	2,65	1,13
wachttijd	2,15	1,15	6,16	0,38
TRT	7,62	10,27	8,81	1,51
wachttijd in eenheden servicetijd	0,39	0,13	2,32	0,33

Voor het general cargo vervoer is de gemiddelde wachttijd in eenheden servicetijd erg laag wanneer de optredende bezettingsgraden van rond de 85% erbij in beschouwing worden genomen. Iets dergelijks is alleen mogelijk bij zeer gelijkmatig verdeeld aankomstenproces. Echter, de tussenaankomsttijden in NMP zijn zeer onregelmatig!

De servicetijd is vrij groot; de te laden en lossen schepen hebben gemiddeld zo'n 4500 ton vracht aan boord. En met een servicetijd van ongeveer negen dagen volgt daaruit dat per dag --inclusief 'idling hours'-- slechts zo'n 500 ton wordt overgeslagen. Dit is vrij laag en komt waarschijnlijk door gebrek aan opslagruimte bij de terminal en de gebruikte methode van directe overslag. Doch, ook de grote hoeveelheid 'idling hours' speelt een rol. Het werk wordt in twee 'shifts' uitgevoerd.

Tabel 3.22

The berth occupancy percentage of the alongside berths, oil jetty and mechanised iron ore jetty for the periods 1985-86 and 1986-87 are given below :

Month	1985-86						1986-87						
	No. I	II	III	IV	Iron Ore Jetty	Oil Jetty	No. I	II	III	IV	Iron Ore Jetty	Addl. Berth	Oil Jetty
April	100	98	76	47	14	17	90	87	93	46	75	96	20
May	100	99	72	76	61	39	96	93	97	58	77	79	37
June	100	100	96	90	30	20	95	97	84	92	48	66	38
July	100	100	100	27	28	26	98	89	97	66	74	78	20
August	100	100	100	77	80	41	99	93	96	57	78	76	22
Sept.	100	100	97	45	42	27	100	98	94	75	82	92	23
October	100	100	98	77	98	19	100	96	97	79	87	93	35
Nov.	100	100	97	69	76	28	93	95	96	67	64	86	26
Dec.	100	100	100	84	67	53	97	98	94	69	72	87	44
January	100	100	96	37	62	22	83	62	68	39	71	84	26
February	82	90	78	71	89	25	53	45	80	41	48	52	20
March	90	87	93	46	75	46	96	92	87	67	71	63	40
Average % of berth occupancy	98	98	92	62	60	30	92	87	90	63	71	79	29

De servicetijd is voor een zeer groot deel opgebouwd uit 'idling hours'. Dat er tijden zijn dat er een schip aan de kade ligt terwijl er niet aan gewerkt wordt is normaal -- zeker bij directe overslag-- maar die tijden moeten de servicetijd niet overheersen, zoals hier het geval is. Het klinkt daardoor aannemelijk te veronderstellen dat een gedeelte van de servicetijd eigenlijk verkapte wachttijd is; men kan al wel bij een ligplaats afmeren, maar moet nog wachten om geladen of gelost te kunnen worden, daar personeel en materieel nog met een ander schip bezig zijn. Dit is heel goed mogelijk, de verwerkingssnelheid aan landzijde ligt niet zo hoog en aan de lange kade van de drie naast elkaar gelegen ligplaatsen is het mogelijk --bij niet al te grote schepen-- om vier schepen af te meren.

Opvallend is dat de wachttijden bij de laadterminal voor het ijzererts erg groot waren. De oorzaak was dat er vaak geen erts in voorraad was op de terminal, doordat de mijn niet regelmatig of niet genoeg erts aanvoerde. Hierdoor wachtten veel erts carriers buitengaats totdat er voldoende erts in voorraad was, waarna ze pas aan de kade afmeerden. De TRT liep zodoende hoog op.

De tankers, gebruik makend van de oliesteiger, hadden de kortste TRT. Het kwam vrijwel overeen met een M/E2/1-verdeling.

De bezettingsgraden van de verschillende aanlegplaatsen zijn zeer hoog. Uit tabel 3.22 blijkt dat alleen de oliesteiger niet druk werd bezet; hier hoefde dan ook de maximale capaciteit niet te worden aangewend. Vooral de ligplaatsen in het bassin, voor het general cargo, werden bijzonder druk bezet.

Tabel 4.1 Verkeersprognose NMP voor 2000 (in miljoen ton)

	1986-87	1990-91	1995-96	2000-01
Dry Bulk	4,223	6,525	8,150	9,900
Liquid Bulk	0,647	4,455	7,280	8,320
General Cargo	0,560	1,100	1,245	1,335
Totaal	5,430	12,080	16,675	19,555
Containers (in TEU's)	3.060	12.920	24.590	41.660
Aantal schepen	405	600	750	800

4. DE VERKEERSPROGNOSE

4.1 Inleiding

Een verkeersprognose voor de goederenstromen in een haven wordt opgesteld om aan de hand daarvan de benodigde capaciteit voor de diverse transport- en overslagfaciliteiten te bepalen. De verkeersprognose vormt de basis voor het ontwerpen van het Master Plan, doch moet met de nodige voorzichtigheid worden gebruikt; het is slechts een schatting.

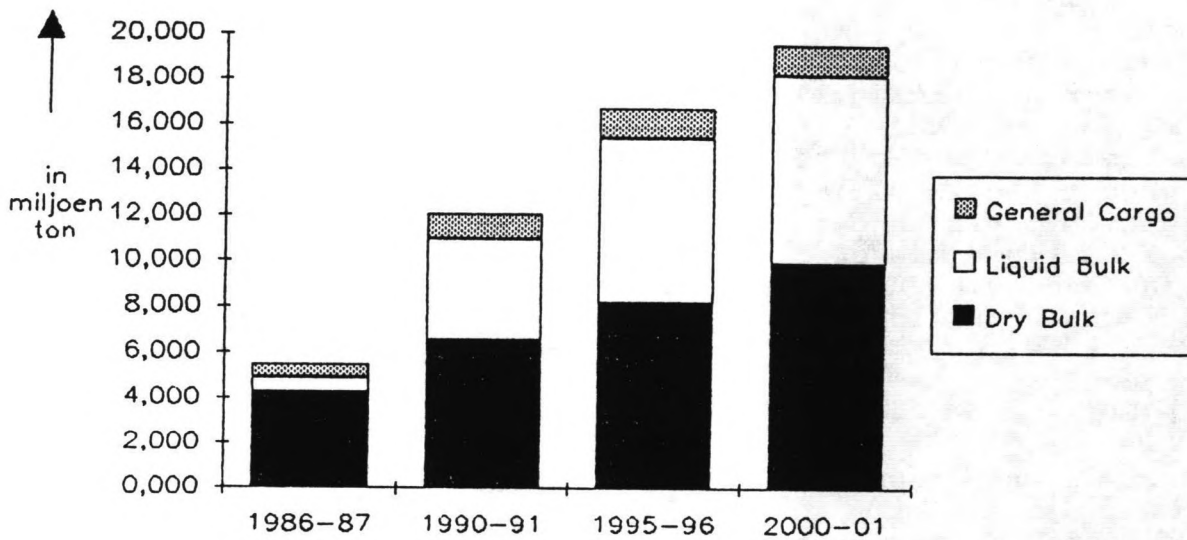
Voor de verschillende goederenstromen waar de haven mee te maken zal krijgen wordt tussen herkomst- en bestemmingsgebied de grootte en fasering geschat. Dit gebeurt natuurlijk na beschouwing van economische en maatschappelijke ontwikkelingen. Uit de informatie over de toekomstige goederenstromen in een haven kan worden afgeleid welke havenfaciliteiten nodig zullen zijn, en of er dus uitbreidingen nodig zijn. Voor het opstellen van een Master Plan is het nodig hierin voldoende inzicht in te hebben.

4.2 Verkeersprognose voor NMP

Ook voor NMP is er een verkeersgoederenprognose opgesteld. De NMP Trust heeft in 1985 een prognose laten opstellen welke de omvang van het verkeer in de haven voorspelt voor het jaar 2000.

Helaas is niet bekend op welke maatschappelijke-, sociale- en economische gronden en ontwikkelingen deze prognose is gebaseerd. Wel kon uit de gegevens worden afgeleid dat bij de opstelling ervan rekening werd gehouden met de gevolgen voor NMP van 's lands economische ontwikkeling en de toenemende graad van containerisatie -- gezien de enorme expansie van het verkeer in het algemeen en het containervervoer in het bijzonder. Bovendien is bekend dat ten tijde van het opstellen van de prognose, het al bekend was dat NMP zou moeten dienen als doorvoerhaven voor de nieuw te bouwen raffinaderij bij Mangalore. De mogelijkheid van overslag van kolen echter, was toen nog niet aan de orde.

Tabel 4.1 geeft de prognose voor het goederenvervoer door NMP weer. Er is alleen een onderverdeling in break-, dry- en liquid bulk; binnen deze groepen is een verdere onderverdeling in specifieke soorten niet gegeven. Dus zijn er geen gegevens over eventuele nieuwe ladingsoorten binnen een bulksoort, of de grootte van een vrachtsoort ten opzichte van de andere soorten binnen een bulkgroep. Er is bovendien geen directe informatie over de import-export verhouding.



figuur 4.2 Verkeersprognose NMP voor 2000

PROJECTIONS FOR COASTAL MOVEMENT OF COAL FROM TALCHER
(IN MILLION TONS)

Tabel 4.3

	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-2000	2010-11	13-14
Nandigur								
Existing sanctioned schemes	0.45	1.89	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
Proposed expansion schemes						3.60	3.60	3.60
Assumed expansion schemes							1.80	3.60
Total:						5.76	7.56	9.36

Enige opmerkingen over tabel 4.1:

- Breakbulk bestaat uit conventioneel stukgoed. Dry bulk omvat alle droge bulk van fertilizer tot ijzererts en liquid bulk is opgebouwd uit olie producten en zeer kleine hoeveelheden chemicaliën en vruchtensappen.
- Ter vergelijking is de situatie van 86-87 er ook bij gezet; de enorme expansie wordt dan duidelijk. Figuur 4.2 toont dit grafisch aan. Het totale volume aan vracht wordt verwacht te groeien --van 1987 tot 2000-- met zo'n 400%.
- Er is een duidelijke trend aanwezig naar schaalvergroting. Het verkeersvolume neemt sterk toe, maar het aantal schepen dat dit gaat vervoeren neemt veel minder toe. Het gemiddelde tonnage zal dus aanzienlijk toenemen.
- De groei van het dry- en liquid bulk neemt geleidelijk toe, echter breakbulk heeft juist een explosieve groei tot 1991, waarna de groei afneemt. De containerisatie daarentegen neemt juist vanaf 1991 sterk toe.

In 1985 werd in de prognose nog geen rekening gehouden met de mogelijkheid van kolenoverslag --een nieuw soort goed voor NMP.

Pas in 1988 kwam een andere instantie, de Central Electricity Authority (CEA) met gefaseerde ontwerpcapaciteiten voor de electriciteitscentrale in Nandigur. Hieruit werd bepaald hoe groot de hoeveelheid kolen moet zijn om de centrale op de begrootte capaciteit te kunnen laten draaien. De verkeersgoederenstroom die daaruit volgt is dus afgeleid uit de hoeveelheid energie die de centrale in Nandigur geraamd is te leveren.

In tabel 4.3 is voor verschillende fasen aangegeven hoeveel er jaarlijks aan kolen naar Nandigur moet worden gezonden.

Uit tabel 4.3 is op te maken dat:

- Pas in 1994 wordt begonnen met kolentransport.
- In het jaar 2000 zal de centrale moeten worden voorzien van 5,76 MT.
- Er vanuit gaande dat alles volgens plan verloopt, en dat de voorgenomen capaciteit wordt gehaald, zal de centrale in 2014 met 9,36 MT moeten worden bevoorrad.

Voor deze studie, ontwerp van een Master Plan voor NMP, zullen de twee eerder genoemde prognoses als basis dienen. Ondanks dat zeker bij de prognose van de NMP Trust er geen achtergronden bekend zijn, zullen de uitbreidingen in NMP gebaseerd worden op de grootte van de aangegeven goederenstromen.

Het te ontwerpen Master Plan zal voor het jaar 2000 worden

opgesteld; dit is namelijk de recentste lange termijn prognose en zal daardoor het meest nauwkeurig zijn.

In dit Master Plan zal betreffende de kolen allereerst uitgegaan worden van de situatie in 2000; voor dat jaar stel je tenslotte het Master Plan op. Doch, het is nu al bekend dat het kolenvervoer tot 2014 nog behoorlijk zal toenemen. In het Master Plan voor 2000 zal daarom ook rekening moeten worden gehouden met deze expansie, en zal het havenontwerp ruimte moeten vrij houden voor uitbreiding van de kolenterminal.

Concluderend, het Master Plan NMP 2000 wordt ontworpen op basis van de prognose van 2000 en de ontwerpcolenstroom van 2014. Wel wordt er gekeken naar fasering, maar men moet met de uitbreiding rekening houden.

4.3 Verdeling goederenstroom onder de terminals

Doel van het totale onderzoek is om te bepalen welke havenfaciliteiten in de toekomst nodig zullen zijn. Uit de voorspelde goederenstromen kan worden bepaald welke faciliteiten vereist zijn voor de overslag van de verschillende goederen. Daarvoor is het nodig te bepalen welke terminals benodigd zijn en welke hoeveelheid vracht deze moeten verwerken. Hieruit kunnen dan vereiste overslagcapaciteiten, aantallen ligplaatsen, opslagruimtes etc. worden bepaald.

Met de komst van het nieuwe goed kolen zal NMP uitgebreid moeten worden met een kolenterminal, welke zal worden geconfronteerd met het totale volume aan kolen. De olie-overslagfaciliteiten moeten vrijwel het totale volume aan liquid bulk verwerken, de general cargo ligplaatsen in het bassin alle breakbulk en containers en een deel van de droge bulk (minor bulk). De rest van de droge bulk, doch het overgrote deel, zal bij de ertsterminal worden behandeld.

De prognose voor 2000 geeft aan dat er 9,9 MT droge bulk in de haven moet worden overgeslagen. Het is dus nodig te bepalen welk deel van de droge bulk uit erts bestaat; de rest moet dan namelijk door de general cargo ligplaatsen en mogelijke nieuwe ligplaatsen worden overgeslagen.

De maximum hoeveelheid ijzererts die de mijn jaarlijks kan leveren is 7,5 MT; daar is ook de capaciteit van de terminal in NMP op ontworpen. Het is daardoor logisch dat het erts-deel van de droge bulk niet groter zal zijn dan 7,5 MT. De erts export bedroeg in 1987 zo'n 4,0 MT en de trend in de export van erts laat een continue toename zien. Het is dan ook aannemelijk dat de export van ijzererts zal worden uitgebouwd tot de maximum capaciteit van de mijn; de grootte van het ijzererts-deel binnen de totale hoeveelheid droge bulk wordt dus gesteld op 7,5 MT.

Uit het totaal van 9,9 MT blijft er dan voor de 'minor bulk' soorten zoals cement, fertiliser en suiker 2,4 MT

over. Deze goederen worden bij de general cargo ligplaatsen verwerkt. In 86-87 werd er nog maar 0,35 MT van overgeslagen.

Vrijwel de totale hoeveelheid liquid bulk bestaat uit olie. Het zeer kleine aandeel van chemicaliën en vruchtensappen wordt in deze studie dan ook verwaarloosd.

In 2000 zal de raffinaderij worden bevoorraad met 6 MT aan ruwe olie en zal er zo'n 2 MT --niet exact bekend, doch om en nabij de 2 MT, en hier dus op 2 MT gesteld-- aan petroleum producten worden uitgevoerd.

In tabel 4.4 is aangegeven met welke hoeveelheid vracht elke terminal afzonderlijk te maken krijgt:

Tabel 4.4 Geprognosticeerde hoeveelheid goederen voor 2000 verdeeld over de terminals.

General cargo		
- breakbulk en containers	1,335 MT	
- dry bulk	<u>2,400 MT</u>	3,735 MT
IJzererts terminal		7,500 MT
Kolen terminal		5,760 MT
Liquid bulk steiger(s)		
- ruwe olie	6,000 MT	
- producten	<u>2,000 MT</u>	
Totaal:		<u>8,000 MT</u> 24,995 MT

In 2014 wordt 9,36 MT kolen verwacht.

4.4 Herkomst- en bestemmingspatroon

Behalve de grootte, soort en fasering van de vracht is het stroompatroon een aspect om mee rekening te houden. Het feit of een bepaald goed import of export is kan gevolg hebben voor de ontwerpeisen aan de terminals.

Helaas is van enkele goederen niet bekend wat het stroompatroon in 2000 zal zijn. Voor deze goederen zal worden uitgegaan van de situatie zoals die was in 1987; die gegevens zijn het meest recent en bovendien wordt er aangenomen dat er niet zoveel veranderingen optreden in het herkomst- en bestemmingspatroon van de al in NMP bekende goederen.

General cargo:

Door afwezigheid van informatie betreft het stroompatroon van de verschillende breakbulk alsook droge bulk goederen voor 2000 dienen gegevens uit 1987 hiervoor als basis.

Het grootste deel, zo'n 90%, bestond uit export; koffie werd naar de USSR verscheept, veel havens in Zuid-Oost Azië werden aangedaan, doch het meest werden Indiase havens voor breakbulk aangedaan.

Vrijwel al het 'minor' droge bulk goed is import en komt uit Europa, Zuid-Amerika en Zuid-Oost Azië, alleen de 'andere ertsen' zijn export goederen, doch dit is slechts zo'n 7%.

IJzererts:

Het ijzerertstransport is een pure export aangelegenheid. Het erts wordt voornamelijk naar Japan en Korea vervoerd, doch ook enkele andere landen uit Zuid-Oost Azië worden van erts voorzien; allen wel in kleinere hoeveelheden.

Kolen:

Het kolentransport zal NMP met een importstroom confronteren. Vanuit de haven van Paradip, aan India's oostkust, zullen de kolen worden verscheept naar NMP.

Olie:

Van het totale volume ruwe olie zal de ene helft geïmporteerd worden uit havens in de Perzische Golf, en wordt de andere helft overzee aangevoerd via Bombay High vanuit de 'fourth oil berth' in haven van Bombay.

Het transport van ruwe olie zal trouwens met een 'two port discharge system' plaats vinden. Volle tankers zullen de ruwe olie eerst deels in NMP lossen, waarna dezelfde tanker z'n weg vervolgt naar de haven van Cochin alwaar de rest wordt gelost. Dit systeem is opgezet uit geuldiepte beperkingen in Cochin en is economisch alleen rendabel bij tankergroottes vanaf 100.000 DWT.

De export van door de raffinaderij afgeleverde petroleum producten is bestemd voor zowel overzeese havens als voor Indiase havens zoals Bombay, Goa en Koyali.

Uit dit herkomst-en bestemmingsonderzoek kan een grove import-export verhouding worden afgeleid. Hierbij is aangenomen dat de import-export verhouding voor break- en dry bulk ongeveer hetzelfde is als in 1987 het geval was. Tabel 4.5 toont aan dat vooral de import groeit vanwege de komst van nieuwe goederen.

Tabel 4.5 Geschatte verdeling van goederen onder import en export voor 2000.

IMPORT		EXPORT	
(in miljoen ton)			
ruwe olie	6,00	erts	7,50
kolen	5,76	producten	2,00
breakbulk	0,70	breakbulk	0,64
droge bulk	2,00	droge bulk	0,40
Totaal	14,46		10,54

5. SCHEEPVAARTSTUDIE

5.1 Inleiding

Naast de vragen met welke goederenstromen NMP te maken krijgt en hoe groot die stromen zijn, is er de vraag, welke schepen dat gaan vervoeren.

Het type en de grootte van het schip moet, voor de routes waarop het dienst doet, het meest economische alternatief zijn. De keuze voor een bepaald schip wordt namelijk op economische overwegingen gebaseerd. Men probeert de totale transportkosten per ton vervoerde lading zo klein mogelijk te houden.

Om het economisch meest aantrekkelijke schip te bepalen, moet worden nagegaan, in welke situatie dat schip wordt ingezet en met welke randvoorwaarden deze dan te maken krijgt. Met randvoorwaarden worden de volgende punten bedoeld:

- het soort goed dat moet worden vervoerd.
- de grootte van de jaarlijkse doorzet.
- de benodigde buffer.
- de aanwezige kadefaciliteiten en diepgangbeperkingen in de laad- en loshavens.
- de bestaande vloot.
- de trends en ontwikkelingen.
- de vaarafstand.

Uit deze randvoorwaarden kan met een optimalisatie studie worden bepaald welk schip --qua type en grootte-- het meest geschikt is voor een bepaalde situatie. Bij de optimalisatie studie worden zowel scheeps- als havenkosten in beschouwing genomen. Er wordt dus niet gekeken als reder of als haveneigenaar, maar als beheerder van een geïntegreerde transportketen.

Bij een vrij kleine jaarlijkse doorzet wordt varen met kleinere schepen aantrekkelijk, doch bij grote doorzet zal men met grote schepen ('economy of size') willen varen. Echter, dat kan weer meer kosten geven wanneer de infrastructuur van de haven daarvoor moet worden aangepast. Soms moet ook rekening gehouden worden met het feit dat, aan de infrastructuur van een haven niets valt te veranderen of dat dat dermate hoge investeringen vereist dat er beter met kleinere schepen kan worden gevaren.

De dimensies van de schepen die dezelfde goederensoort vervoeren kunnen sterk variëren, en daarmee ook --bij gegeven doorzet-- het benodigde aantal en hun frequentie van aankomst. Tevens kunnen schepen die hetzelfde soort goed vervoeren verschillend zijn uitgerust.

In dit hoofdstuk zal voor de verschillende goederensoorten worden bepaald met welke schepen NMP waarschijnlijk te maken krijgt. Deze schepen zijn, voor het vervoer van nieuwe goederen --ruwe olie en kolen-- vastgesteld aan de hand van een soort van optimalisatie studie. Voor het vervoer van goederen waar NMP al mee bekend is, wordt geen optimalisatie studie uitgevoerd; de huidige schepen worden als uitgangspunt genomen waarna nog gekeken wordt naar de invloed van toekomstige ontwikkelingen. Deze schepen zijn dan maatgevend voor de benodigde havenfaciliteiten voor NMP om de voorspelde verkeersgroei te kunnen verwerken.

Achtereenvolgens zullen de maatgevende schepen worden vastgesteld voor het vervoer van general cargo, ijzererts, kolen en olie.

5.2 General cargo vervoerende schepen

Allereerst de schepen die gebruik maken van de general cargo aanlegplaatsen. Hier wordt zowel conventioneel stukgoed als containers en ook droge bulk verwerkt. Vaak verschillende ladingen in een schip en grote verscheidenheid aan scheepstypes.

De voorspelling is dat de doorzet flink zal stijgen en dat de containerisatiegraad zal toenemen. Dit zal uit economische overwegingen ertoe leiden dat de verscheepte hoeveelheden groter worden en dat er steeds meer schepen met containers aan boord komen.

De volgende schepen worden bij de general cargo aanlegplaatsen verwacht:

- conventionele stukgoed schepen.
- multi-purpose schepen.
- container schepen.
- feeder-container schepen.
- bulk carriers.

Conventionele stukgoed schepen:

Ook in 2000 zal een groot deel van de stukgoed nog niet gecontaineriseerd zijn. In 2000 verwacht men zo'n 42.000 TEU's, gemiddeld 12 ton; dat betekent dat ongeveer 0,5 MT gecontaineriseerd is terwijl er in totaal 1,335 MT aan stukgoed wordt verwerkt. Er zal dus nog veel vervoer van conventioneel stukgoed plaats vinden.

Het grootste conventionele stukgoed schip op dit moment heeft een tonnage van ongeveer 15.000 DWT. Voor de toekomst wordt er geen vergroting van dit type verwacht, daar het percentage conventioneel stukgoed steeds verder zal afnemen door het toenemen van de containerisatiegraad. Bovendien is er geen toekomst meer voor conventioneel stukgoed; het laden en lossen neemt te veel tijd in beslag, zeker in vergelijking met containers.

Multi-purpose schepen:

NMP krijgt te maken met een toenemend aantal containers, doch die jaarlijkse hoeveelheid is nog te klein om veel containerschepen te verwachten. Multi-purpose schepen kunnen ook containers vervoeren, echter, in minder grote aantallen.

Gezien de jaarlijkse --nog geringe-- doorzet van containers en het feit dat er nog veel andere soorten lading moeten worden verwerkt, lijkt het multi-purpose schip zeer geschikt, doordat deze in staat is verschillende soorten lading tegelijk te vervoeren.

Het huidige grootste multi-purpose schip is er een van 25.000 DWT. Tendens in vervoersontwikkelingen geeft wens aan om de "havendagen" te reduceren. Het stootsgewijze en congestie bevorderende vervoer van het multi-purpose verkeer zal daardoor eerder af dan toenemen. De verwachting is daardoor dat de grootte van de multi-purpose schepen eerder af dan toe zal nemen.

Feeder-container- en containerschepen:

In 2000 zal zo'n 75% van het totale stukgoederenvervoer ter wereld zijn gecontaineriseerd. Hierdoor zal het mogelijk zijn dat ook NMP te maken krijgt met containerschepen. Echter, de hoeveelheid containers die wordt verwacht is in 2000 nog niet zo groot--ongeveer 42000 TEU's--dus als er al typische container schepen NMP aandoen zullen het de relatief kleinere 2^e generatie containerschepen zijn.

Andere schepen die containers vervoeren zijn de feeder-container schepen. Dit zijn wat kleinere schepen dan de containerschepen, met een capaciteit rond de 500 TEU's.

Bulk carriers:

De hoeveelheid te behandelen droge bulk neemt enorm toe. Volgens de prognose moet er 2,4 MT per jaar worden verscheept. Alhoewel ook via de multi-purpose schepen droge bulk zal worden vervoerd, zal dit slechts een klein gedeelte zijn op het totaal. Verreweg het grootste deel, bestaande uit fertilizers, cement, suiker en andere minor bulk, zal worden verscheept met bulk carriers.

In de jaren tachtig waren de meeste van deze schepen niet groter dan 35.000 DWT, doch voor 2000 mag worden verwacht dat, door schaalvergroting ook enkele grotere carriers NMP aandoen. De goederenstroom is vooral gericht op Europa en Zuid-oost Azië, alwaar de meeste havens een diepgang hebben welk minstens een geladen schip van 60.000 DWT toelaat. Bovendien zullen bij groeiende hoeveelheden op deze grote afstanden grotere carriers economisch rendabeler zijn.

Aan de andere kant, ondanks schaalvergroting zal er nog veel minor bulk vervoer zijn met schepen kleiner dan 60.000 DWT. Schaalvergroting heeft namelijk vooral betrekking op major bulk goederen zoals erts en kolen, op routes tussen Amerika, Europa, Japan en Australië. Uit de voorspelling van de NMP Trust kan worden opgemaakt dat veel bulk verkeer

nog in bulk carriers kleiner dan 60.000 DWT zal worden vervoerd. Er wordt verwacht dat ongeveer 150 bulkcarriers zo'n 2,4 MT gaan vervoeren. Dat betekent:

$$\frac{2.400.000}{200} = 12.000 \text{ ton per schip gemiddeld.}$$

Uit het voorgaande kan worden geconcludeerd dat NMP nog veel zal worden geconfronteerd met kleinere bulk carriers. De prognose voor de jaarlijkse doorzet en het aantal schepen geeft dat aan, maar er zijn toch ook enkele bulk carriers met een tonnage van 60.000 DWT te verwachten.

In onderstaande tabel 5.1 is samengevat met welke schepen de general cargo aanlegplaatsen te maken krijgen. Dit zijn de dimensies van de grootste schepen die er worden verwacht:

Tabel 5.1 Dimensies te verwachten schepen aan general cargo aanlegplaatsen.

type	tonnage [DWT]	TEU's	L [m]	B [m]	D [m]
stukgoed	15.000		140	22	9,5
feeder-container	7.500	500	120	22	9,0
multi-purpose	25.000	500	180	28	11,5
container	30.000	1600	240	30	11,5
bulk carrier	60.000		240	32	12,5

5.3 IJzererts vervoerende bulk carriers

IJzererts is al jaren een belangrijk exportgoed voor NMP. Voor het jaar 2000 wordt er een exportstroom verwacht van 7,5 MT; de mijn wordt dan verwacht op z'n maximum capaciteit te zitten, wat voor de bestaande terminal geen probleem zal zijn, daar deze is ontworpen op een capaciteit van 7,5 MT.

De grootste ertsschepen die NMP wegens beperkte diepgang kunnen aandoen, hebben een tonnage van 60.000 DWT. Echter, de grootste afnemers (uit Japan en Korea) willen het erts vervoerd hebben in grotere schepen dan die van 60.000 DWT. Dit, niet allen uit economische overwegingen, maar vooral omdat de losinstallaties in Japan en Korea afgestemd zijn op grote bulk carriers. Kleinere schepen lossen kost relatief meer tijd, doordat grijpers veel voorzichtiger en dus langzamer in kleinere openingen van het ruim moeten worden gebracht, waardoor de losproductie niet optimaal is. Soms is het nodig kleinere grijpers in te scheren.

In de betreffende havens kunnen bulk carriers tot zo'n

100.000 DWT --en deels ook tot 200.000 DWT-- probleemloos worden ontvangen.

Wil India met ijzererts export kunnen blijven concurreren met landen als Brazilië en Australië dan zal ze tegemoet moeten komen aan de eisen van de afnemers en NMP toegankelijk moeten maken voor grotere ertscarriers. Gezien de verwachting dat in 2000 de export van erts nog eens zal zijn gestegen, lijkt vergroting van de toegankelijkheid haast noodzaak.

De grootst mogelijk toe te laten ertscarrier hangt ook af van de ontwikkelingen van de andere goederen waar NMP mee te maken krijgt. Het vervoer van ruwe olie en kolen zal ook met grotere schepen dan die nu in NMP ontvangen kunnen worden, plaats vinden. Gezien de grote hoeveelheden erts, kolen en olie, die dan via NMP vervoerd zullen worden lijkt het economisch gezien zeer aantrekkelijk om de toegangseul te verdiepen om zo grotere schepen te kunnen ontvangen. Door het gebruik van grotere schepen kunnen de kosten per ton lading afnemen en bij meerdere profiterende soorten goederen zal dit kunnen opwegen tegen de baggerkosten voor uitdieping van de geul en bassins.

In 1984 hadden ijzererts vervoerende bulk carriers groter dan 50.000 DWT al een marktaandeel van 94% op het totaal aanwezige tonnage. En de carriers groter dan 100.000 DWT zorgden, in 1984, voor 59% van alle ijzerertstransport. De verwachting is dat de schaalvergroting nog verder zal toenemen (bron: Ocean Shipping Consultants).

In eerste instantie wordt gesteld dat het erts vervoer tussen NMP en Japan en Korea zal worden uitgevoerd door schepen met een tonnage tussen de 80.000 DWT en 100.000 DWT. Deze schepen voldoen aan de wens van de afnemers en zouden goed kunnen passen binnen de totale uitbreiding van NMP. In een later stadium kan eventueel nog gekeken worden naar mogelijkheden om NMP geschikt te maken om nog grotere bulkcarriers te kunnen ontvangen.

De dimensies van bulk carriers variëren. In tabel 5.2 zijn de gemiddelde waarden gegeven.

Tabel 5.2 Dimensies bulk carriers ertsvervoer.

tonnage [DWT]	L [m]	B [m]	D [m]
80.000	245	34	14,0
100.000	265	38	15,5

5.4 Ruwe olie tankers

Zoals al eerder vermeld, zal de raffinaderij bij maximum capaciteit, jaarlijks met 6 MT ruwe olie moeten worden bevoorraad. Van deze 6 MT zal de helft uit havens aan de Perzische Golf komen en de andere helft uit de haven van Bombay. Hierbij moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid van het zogenaamde "two port discharge system".

De raffinaderij zal ongeveer 2 MT petroleum producten weer via NMP exporteren.

Bij in gebruik name van de raffinaderij zal er op veel grotere schaal dan voorheen transport van olie producten plaats vinden. Er ontstaat door de komst van een nieuw goed een totaal nieuwe situatie. Er is daardoor een onderzoek nodig om te bepalen welke tankergrootte het meest geschikt is om op de NMP-route te worden ingezet.

Beperkingen in laadhavens:

Betreffende de haven van Bombay; de ruwe olie zal daar van de 4^{de} olie steiger komen, welke tankers kan ontvangen tot 125.000 DWT. Echter, de diepte in de toegangseul van Bombay is beperkt en slechts bevaarbaar voor schepen tot zo'n 60.000 DWT.

De havens in de Perzische Golf zoals Lavan, Ras Tanura en Kharg zijn zelfs toegankelijk voor de grootste ULCC's, waardoor deze havens de keuze voor een design schip niet beperken.

Trends en toekomst:

Het ruwe olie transport van en naar India wordt sinds eind jaren zeventig steeds meer uitgevoerd door kleinere tankers, doordat dit economischer was dan transport met VLCC's. Dit leidde tot de trend van afname van de gemiddelde grootte van de nieuwe tankers.

Uit informatie over op het ogenblik in bestelling zijnde tankers kan worden opgemaakt, dat in de huidige trend de medium size tanker erg populair is. Deze tanker, tussen de 60.000 DWT en de 160.000 DWT, neemt 45% van de bouworders in en de VLCC's en de ULCC's slechts 10%.

De Shipping Corporation of India heeft onlangs in Zuid-Korea elf tankers met een tonnage van 62.500 DWT besteld. Deze worden waarschijnlijk ingezet voor het vervoer van ruwe olie uit de haven van Bombay naar NMP.

Economische beschouwing:

Economische overwegingen ten aanzien van transportkosten geven aan dat op de relatief korte routes zoals Perzische Golf-NMP inzetten van tankers groter dan 150.000 DWT niet lonend is (bron: Report on Port facilities for handling crude and pol products, Consulting Engineering Services).

Vooraf doordat voor ontvangst van tankers groter dan

150.000 DWT de loshavens enorm moeten worden uitgebreid (baggerwerkzaamheden!) en de doorzet van middelmatige grootte is, is het niet interessant om met VLCC's te varen.

Design schepen:

In het geval de ruwe olie uit de Perzische Golf komt wordt, rekening houdend met economische overwegingen, voor het grootste formaat 'design' schip een tanker van 150.000 DWT aangehouden.

Voor het olievervoer uit Bombay wordt een tanker met de grootte rond de 60.000 DWT gekozen als 'design' schip voor verdere studie. Ten slotte zijn er van dit type een aantal besteld, en het is het grootste formaat dat thans nog gebruik van de geul te Bombay kan maken. Dit schip zou gezien de toegankelijkheid van NMP --tot zo'n 60.000 DWT-- al meteen ingezet kunnen worden; baggerwerk in de geul zou niet nodig zijn.

Ook een tanker van 100.000 DWT wordt meegenomen als 'design' schip. Tussen 60.000 en 150.000 DWT zit nogal een groot verschil. De tanker van 100.000 DWT kan, wanneer de ruwe olie uit de Perzische Golf wordt aangevoerd, een interessant alternatief zijn. Dit formaat vereist namelijk minder grote investeringen ten aanzien van baggerwerk voor de toegangsheul. Tevens is deze tanker het kleinste formaat dat kan worden ingezet voor het "two port discharge system". Het is zeer waarschijnlijk dat dit systeem wordt toegepast, echter, het is alleen rendabel wanneer het wordt uitgevoerd met tankers van 100.000 DWT of groter.

De dimensies van tankers met hetzelfde tonnage varieert. Voor deze studie wordt aangenomen dat de meeste crude tankers zijn uitgevoerd met aparte compartimenten, daar dit uit veiligheid tegenwoordig vereist is. Van dit type schip zijn de gemiddelde dimensies afgeleid, uit Lloyd's Shipping Register (1983).

Samenvattend zijn in onderstaande tabel 5.3 de 'design' tankers te vinden:

Tabel 5.3 Dimensies 'design' tankers.

tonnage [DWT]	L [m]	B [m]	D [m]
60.000	228,6	32,2	12,8
100.000	275,0	42,5	16,4
150.000	300,0	45,0	18,5

5.5 Product tankers

Met product tankers is NMP al wel bekend. Deze meten maximaal 30.000 DWT. Op het moment is de grootste product tanker, in bezit van Indiase Shipping companies, 32.360 DWT. Gezien het feit dat vrijwel al het productverkeer uit NMP naar andere Indiase havenplaatsen gaat (binnenlandse handel), en het feit dat er een trend is voor iets grotere product tankers --gezien de huidige orders-- wordt de 'design' product tanker gesteld op 35.000 DWT. Dit is dan grootste tanker die verwacht wordt. Ook kleinere tankers zullen nog NMP aandoen.

De dimensies voor de 35.000 DWT tanker zijn gehaald uit standard catalogi. De volgende maten, in tabel 5.4, komen daaruit voort:

Tabel 5.4 Dimensies grootste te verwachten product tanker.

tonnage [DWT]	L [m]	B [m]	D [m]
35.000	197,0	28,5	11,1

5.6 Kolen vervoerende bulk carriers

5.6.1 Inleiding

Een volledig nieuwe goederensoort in NMP wordt kolen. Vanaf 1994 zullen grote hoeveelheden kolen moeten worden overgeslagen tot maximaal 9,36 MT in 2014. Deze kolen zullen worden vervoerd vanuit de haven van Paradip. Voor het vervoer moeten ook hier het economisch meest optimale schip worden gekozen. Allereerst wordt voor een goed begrip overzicht gegeven van de situatie.

De havenuitbreiding voor de bouw van een kolenterminal in NMP is niet een op zich zelf staand project, maar slechts een onderdeel van een heel groot project; India voorzien van energie. Op veel meer plaatsen dan alleen Nandigur worden electriciteitcentrales gebouwd, waarvan de meesten zijn gesitueerd aan de kust. Deze centrales zullen worden gevoed met kolen die, is uit een studie van het onderzoeksbureau RITES gebleken, uit economisch oogpunt het best via de zeescheepvaart kunnen worden getransporteerd.

Nu moeten er overal in de buurt van de electriciteitcentrales overslag faciliteiten komen om de kolen te lossen en moeten er transport faciliteiten komen om de kolen daadwerkelijk bij de centrale te krijgen. In een enkel geval is er een bestaande haven dichtbij zo'n centrale,

echter in de meeste gevallen is dit niet zo. Er moeten daardoor veel losterminals worden gebouwd.

Het idee bestaat om --om de kosten hiervoor enigszins binnen de perken te houden-- de meeste centrales te voorzien van een offshore steiger met transportband. Grote investeringen voor een haven met het bijbehorende baggeren, bouwen van golfbrekers etc. zouden dan niet nodig zijn.

Voor de centrale in Nandigur lijkt het aantrekkelijk om geen offshore steiger te bouwen, maar gebruik te maken van NMP; deze is slechts zo'n 36 km. verwijderd van Nandigur.

Concluderend wordt aangegeven dat de bouw van een kolenterminal in NMP niet als op zich zelf staand moet worden gezien, maar deel uitmakend van een groot project.

Zoals al vermeld, heeft RITES een onderzoek gedaan naar de meest economische methode voor transport van kolen naar de verschillende centrales. Uit de mogelijkheden trein, slurry of scheepvaart, leek de laatstgenoemde het beste alternatief.

Een deel van dit onderzoek bestond uit het bepalen van een 'design' schip voor het scenario waarbij het transport overzee zou plaats vinden. Dit onderzoek heeft als basis gediend voor dit afstudeerwerk, bij het bepalen van een 'design' schip voor het kolenvervoer.

De randvoorwaarden die werden opgelegd bij het onderzoek naar het meest economische schip voor kolentransport waren de volgende:

- de laadhaven, Paradip, is toegankelijk voor schepen tot 175.000 DWT.
- het transport was toegewezen aan louter Indiase scheepvaartmaatschappijen (dedicated trade), welke niet in het bezit waren van grote bulk carriers.
- op de plaatsen waar centrales waren gepland, waren geen overslagfaciliteiten.

Uitgangspunten werden gevonden in:

- voor het kolenvervoer moeten nieuwe schepen worden gebouwd. De reeds aanwezige schepen, in het bezit van de Indiase scheepvaartmaatschappijen, voldeden niet of waren niet talrijk genoeg.
- bij de ontwikkeling van de scheepsvorm werd de diepgang uit kosten overweging beperkt, zodat bij losterminals de baggerwerkzaamheden worden beperkt en de offshore platforms dichterbij de kust konden worden gebouwd. Bovendien werd gekozen voor een brede, volle vorm om de scheepsbouwkosten te beperken; bouwkosten nemen sneller toe als de lengte toeneemt, dan wanneer de breedte toeneemt.

echter in de meeste gevallen is dit niet zo. Er moeten daardoor veel losterminals worden gebouwd.

Het idee bestaat om --om de kosten hiervoor enigszins binnen de perken te houden-- de meeste centrales te voorzien van een offshore steiger met transportband. Grote investeringen voor een haven met het bijbehorende baggeren, bouwen van golfbrekers etc. zouden dan niet nodig zijn.

Voor de centrale in Nandigur lijkt het aantrekkelijk om geen offshore steiger te bouwen, maar gebruik te maken van NMP; deze is slechts zo'n 36 km. verwijderd van Nandigur.

Concluderend wordt aangegeven dat de bouw van een kolenterminal in NMP niet als op zich zelf staand moet worden gezien, maar deel uitmakend van een groot project.

Zoals al vermeld, heeft RITES een onderzoek gedaan naar de meest economische methode voor transport van kolen naar de verschillende centrales. Uit de mogelijkheden trein, slurry of scheepvaart, leek de laatstgenoemde het beste alternatief.

Een deel van dit onderzoek bestond uit het bepalen van een 'design' schip voor het scenario waarbij het transport overzee zou plaats vinden. Dit onderzoek heeft als basis gediend voor dit afstudeerwerk, bij het bepalen van een 'design' schip voor het kolenvervoer.

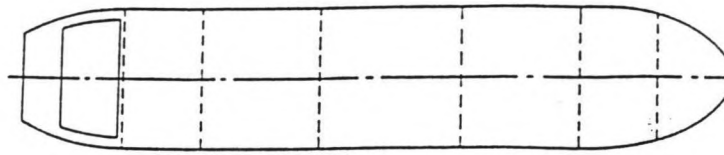
De randvoorwaarden die werden opgelegd bij het onderzoek naar het meest economische schip voor kolentransport waren de volgende:

- de laadhaven, Paradip, is toegankelijk voor schepen tot 175.000 DWT.
- het transport was toegewezen aan louter Indiase scheepvaartmaatschappijen (dedicated trade), welke niet in het bezit waren van grote bulk carriers.
- op de plaatsen waar centrales waren gepland, waren geen overslagfaciliteiten.

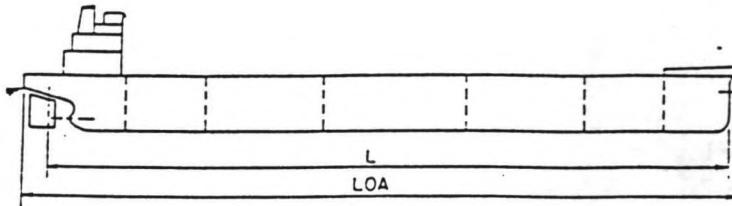
Uitgangspunten werden gevonden in:

- voor het kolenvervoer moeten nieuwe schepen worden gebouwd. De reeds aanwezige schepen, in het bezit van de Indiase scheepvaartmaatschappijen, voldeden niet of waren niet talrijk genoeg.
- bij de ontwikkeling van de scheepsvorm werd de diepgang uit kosten overweging beperkt, zodat bij losterminals de baggerwerkzaamheden worden beperkt en de offshore platforms dichterbij de kust konden worden gebouwd. Bovendien werd gekozen voor een brede, volle vorm om de scheepsbouwkosten te beperken; bouwkosten nemen sneller toe als de lengte toeneemt, dan wanneer de breedte toeneemt.

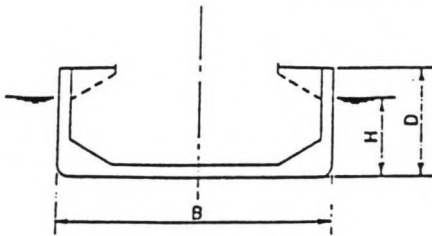
GEARLESS BULK CARRIER



PLAN



ELEVATION



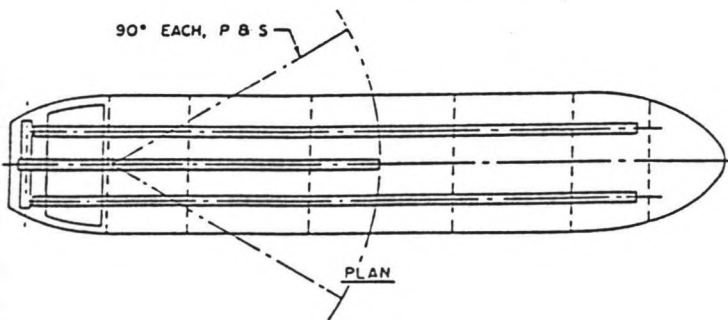
SECTION

PROPORTIONS

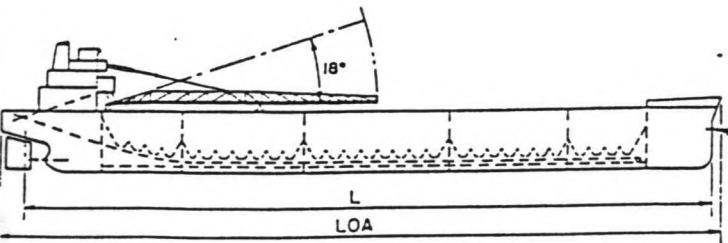
LOA = 1.05 L
 L/B = 5.0
 B/H = 3.5
 L/D = 13.0
 $C_B = .850$

figur 5.5

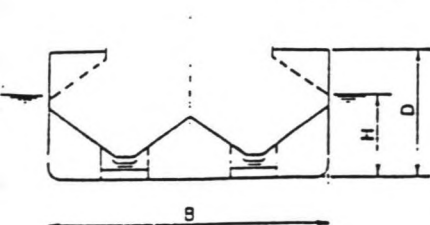
SELF-UNLOADER



PLAN



ELEVATION



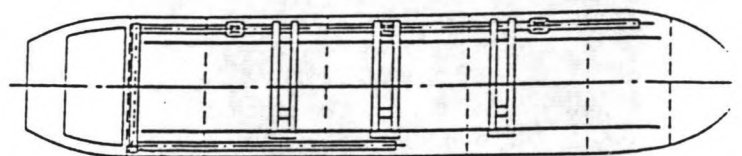
SECTION

PROPORTIONS

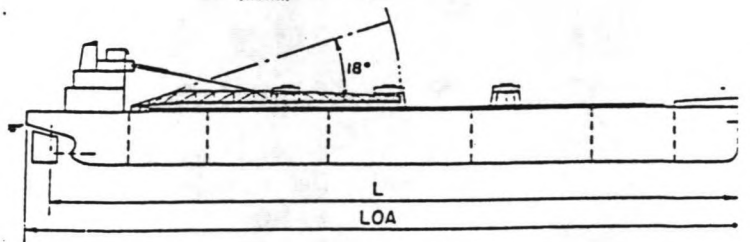
LOA = 1.05 L
 L/B = 5.0
 B/H = 3.5
 L/D = 11.26
 $C_B = .850$

figur 5.7

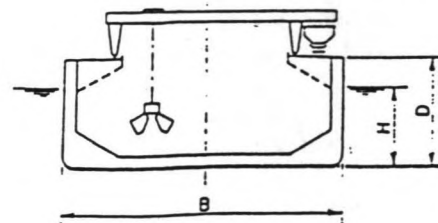
GEARED BULK CARRIER



PLAN



ELEVATION



SECTION

PROPORTIONS

LOA = 1.05 L
 L/B = 5.0
 B/H = 3.5
 L/D = 13.0
 $C_B = .850$

figur 5.6

5.6.2 Verschillende typen

Voor een groot bereik van scheepsgroottes, vaarsnelheden en loscapaciteiten zijn verschillende scheepstypes onderzocht op bouw- en operationele kosten.

De gearless bulk carrier:

Een van de onderzochte types is de zogenaamde gearless bulk carrier (zie figuur 5.5). Dit type moet geladen en gelost worden met kranen op de kade, wat vrij veel tijd kost en resulteert in lange ligtijden in de havens.

De zelflossende schepen:

Daarnaast is er gekeken naar de zogenaamde zelflossende schepen. Deze zijn voorzien van loswerktuigen aan boord, zodat de goederen, zonder hulp van loswerktuigen op de kade, via hoppers aan land kunnen worden gebracht. Het grote voordeel van de zelflossende schepen is dat er geen zware kadeconstructie voor de kranen of andere loswerktuigen nodig is en dat die werktuigen zelf ook niet nodig zijn, zodat er minder investeringen zijn vereist. Bovendien kan het aantal werklui in de haven ook afnemen.

Daar staat tegenover dat ze gecompliceerder zijn en daardoor duurder in aanschaf en dat er tevens meer personeel aan boord nodig is, wat resulteert in hogere bemanningskosten. Tevens kunnen ze vanwege de aanwezigheid van losinstallaties een relatief minder grote hoeveelheid materiaal vervoeren.

Het lossen kan op verschillende manieren door transportwerktuigen aan boord plaats vinden, waardoor ook tussen de zelflossende schepen onderscheid is te maken.

Op de eerste plaats zijn er de schepen met dekkranen of losbruggen met grijpers aan boord; de geared bulk carrier (figuur 5.6). Grijpers aan boord storten het materiaal in hoppers of vultrechters op de kade.

Als tweede zijn er ook schepen die uitgerust zijn met transportbanden onder zelftremmende ruimen; de self-unloader (figuur 5.7). Via een "boom" transportband verlaat het materiaal het schip naar de hopper.

De self-unloaders hebben een veel hogere loscapaciteit (± 7500 t/hr) dan de geared- en de gearless schepen (± 2000 t/hr) en hun ligtijd in de haven is daardoor veel korter. Daar de kosten voor het liggen in de haven sterk drukken op de totale transportkosten is het zeer interessant om juist de havenligkosten te beperken. Bij hoge lossnelheden wordt dit bereikt. De winst is vooral groot op de kortere routes, doordat op deze trips de ligtijd een relatief groot deel van de totale transporttijd is. De self-unloaders worden dan ook vooral ingezet op de kortere routes. De loskosten per ton gelost materiaal zijn aanzienlijk lager bij die hoge lossnelheden.

De self-unloaders hebben buiten de operationele

voordelen ook nog een ecologisch voordeel. De grijpers van de gearless- en de geared bulk carriers storten het materiaal in hoppers op de kade, wat stofproblemen geeft. Continue lossystemen beperken de stofemissie enigszins.

Nadeel van de self-unloader ten opzichte van het geared schip is dat de transportband in het ruim zeer breuk gevoelig is. Gevolg hiervan is dat er veel onderhoud moet worden gepleegd en dat er ook veel 'downtime' is. Bovendien, bij breuk in de transportband zijn specialisten nodig om het te herstellen doordat, het herstelwerk onder moeilijke omstandigheden moet worden uitgevoerd en er ervaring nodig is. Bij reparaties is namelijk speciale vulcanisatie-apparatuur nodig. Deze apparatuur is nogal moeilijk in het ruim te brengen door gebrek aan ruimte.

In de Verenigde Staten (VS) hebben ze hier ervaring mee en daar zitten dus ook de experts. Als er nu voor elke breuk experts uit de VS moeten overkomen, lopen de kosten voor onderhoud snel op en is er veel 'downtime'.

5.6.3 De optimalisatie studie

Om uit de verschillende groottes en types de meest economische te kiezen is er een optimalisatie studie uitgevoerd. Deze studie is gebaseerd op de kosten per vervoerde ton kolen (KPT). Dit houdt in dat de totale transportkosten worden verdeeld over het totale aantal tonnen vervoerd materiaal. Deze transportkosten bestaan uit scheepskosten en aan de haven gerelateerde kosten; voor beide zowel kapitaalkosten als exploitatiekosten.

De scheepskosten zijn onder andere opgebouwd uit kosten voor de bouw, bemanning, onderhoud, brandstof en laden en lossen.

De havenkosten bestaan uit kosten voor de bouw van overslagfaciliteiten, uitdiepen van toegangsgeulen, onderhoud aan die geulen, materieel en lonen van havenarbeiders. Bij het bepalen van de totale havenkosten zijn alle "losplaatsen" meegenomen. De havenkosten omvatten dus kosten voor aanpassing van bestaande havens alsmede kosten voor nog te construeren off-shore terminals. Deze kosten zijn niet exact bepaald, doch slechts in de orde van grootte.

Voor de verschillende sloopstypes en groottes is de bijbehorende KPT bepaald. Het schip met de laagste KPT wordt beschouwd als de meest economische en die grond gekozen als design schip voor het kolentransport.

Voor de drie verschillende types zijn in tabel 5.8 de optimale en dus laagste KPT waarden te vinden:

Tabel 5.8 Optimale dimensies voor de drie scheepstypes op basis van laagste KPT waarden.

type	tonnage [DWT]	vaarsnelheid [kn]	loscap. [t/hr]	KPT waarde [Rs/t]
self-unloader	100.000	12	7.000	76,6
geared	87.000	12	2.225	78,2
gearless	75.000	12	2.500	87,4

Opmerkingen bij de tabel:

- De KPT-waarden zijn gevonden door het bepalen van de Netto Constante Waarde in 1994 voor de totale kosten tot 2014, en deze waarde te delen door het aantal tonnen kolen welke tot 2014 moeten worden vervoerd.
- De laagste KPT werd dus gevonden voor de self-unloader met een tonnage van 100.000 DWT. Deze wordt dan ook door RITES aanbevolen als 'design' schip.
- Het geared type schip is economisch optimaal bij een grootte van 87.000 DWT. De kosten per ton zijn slechts 2% hoger dan die voor de self-unloader.
- De kosten per ton getransporteerd goed zijn bij het gearless type het hoogst en zijn maar liefst 14% hoger dan voor de self-unloader. Dit zal grotendeels komen doordat voor dit type veel meer moet worden geïnvesteerd in kade voorzieningen.
- De optimale vaarsnelheid is relatief laag, 12 knopen, doordat het hier om vrij korte routes gaat vergeleken met lange oceaan afstanden. Een relatief groot gedeelte van de tijd wordt nu doorgebracht in de haven, waar dan juist de self-unloader met z'n hoge lossnelheid erg voordelig is.

RITES kiest voor de self-unloader als 'design' schip, echter zij houden weinig rekening met het feit dat de transportbanden aan breuk onderhevig zijn op plaatsen waar het veelal moeilijk is om met vulcanisatie-apparatuur bij te komen. Als er steeds specialisten uit de VS moeten komen omdat te repareren dan zullen de kosten en de 'downtime' aanzienlijk toenemen en waarschijnlijk hoger uitvallen dan door RITES is geraamd.

De onderhoudskosten in RITES' optimalisatie studie worden namelijk afgeleid van onderstaande formule:

$$\text{onderhoudskosten} = 2470 * (MV)^{2/3} + 1599 * (LBD/10)^{2/3} + 83 * L * (LC)^{1/3}$$

met,
onderhoudskosten in Rs. per jaar.
MV = motorvermogen, in pk.
LBD = lengte*breedte*diepgang, in m³.
LC = loscapaciteit, in ton/hr.

RITES veronderstelt de onderhoudskosten dus als functie van het motorvermogen, scheepsafmetingen en loscapaciteit. Hier wordt dus niet gekeken naar de slijtage gevoeligheid van de onderdelen. De transportbanden onder in het ruim zijn bijzonder slijtage gevoelig en daardoor zouden de onderhoudskosten wel eens hoger kunnen uitvallen dan door RITES geraamd. Bovendien wordt betwijfeld of eventuele 'downtime' wel is doorberekend en vertaald is in hogere brandstofkosten (vanwege hogere benodigde snelheden) of extra schepen die moeten worden gebouwd om toch de geprojecteerde hoeveelheid kolen te transporteren.

Met de geared bulk carrier wordt niet het risico gelopen van hoge onderhoudskosten, daar deze niet is uitgevoerd met transportbanden in het ruim. Dit lijkt daardoor ook een zeer goed alternatief voor de self-unloader als design schip. Zeker gezien het feit dat het verschil in KPT waarde slechts 2% is, met de aantekening dat voor de havenkosten slechts de orde van grootte is bepaald. De kostenberekening moet slechts worden gezien als een goede schatting, zodat uit die 2% verschil niet de conclusie mag worden getrokken dat de self-unloader in de praktijk ook echt rendabeler zal zijn.

5.6.4 Conclusies van de optimalisatie studie

Voor het afstudeerproject worden de volgende beslissingen genomen:

- De gearless bulk carrier met de hoge KPT waarde uit de studie van RITES wordt niet in beschouwing genomen als 'design' schip. De geraamde kosten per ton zijn veel hoger dan voor de zelflossende schepen en bovendien vereist dit type schip loswerktuigen op de kade. Wanneer er alleen kolentransport naar NMP zou zijn, zou dit alternatief nog te overwegen zijn. Echter, het gaat om een veel groter project dan alleen de terminal in NMP. Op veel meer plaatsen dan alleen NMP --waar ook nog geen kolenterminals zijn-- moet kolen worden gelost. Het is daardoor te rechtvaardigen om in het licht van het hele energievoorzieningsproject de gearless bulk carrier niet te kiezen als 'design' schip.
- Wel als 'design' schip gekozen is de self-unloader van 100.000 DWT. Ondanks de nadelen die bij het gebruik van transportbanden kunnen optreden, heeft dit type schip enorme operationele voordelen vanwege z'n hoge loscapaciteit.

- Echter, niet alleen de self-unloader, ook de geared bulk carrier wordt voor de verdere studie in beschouwing genomen. Ook deze heeft een lage KPT waarde. De loscapaciteit is een stuk lager dan die van de self-unloader, maar bij dit type worden de onderhoudskosten en de 'downtime' een stuk lager verondersteld.

Met deze keuzes zijn er ter plaatse van de energie centrales slechts minimale maritieme voorzieningen nodig.

Behalve te denken aan zelflossende schepen die nog gebouwd moeten worden, kan er ook nog gedacht worden aan geared bulk carriers op de chartermarkt. Het is dan niet nodig orders voor nieuwe schepen te plaatsen; de benodigde investeringen kunnen dan aanzienlijk worden beperkt.

Concluderend kan worden gezegd dat, voor de verdere studie naar de kolenterminal te NMP, twee type schepen worden beschouwd; een self-unloader en een geared schip, met voor beide het meest economische tonnage. Voor beide zal worden bepaald welke faciliteiten moeten worden verschaft om de beoogde goederenstroom te kunnen verwerken. Er zal voor deze studie worden bekeken wat voor NMP de meest economische oplossing is, terwijl er ook nog rekening zal worden gehouden met het feit dat we te maken hebben met een groot energievoorzienings project waar NMP slechts een onderdeel van is.

Tabel 5.9 De dimensies van de 'design' schepen voor het kolentransport.

type	tonnage [DWT]	L [m]	B [m]	D [m]
self-unloader	100.000	252	48	13,7
geared schip	87.000	236	47	13,2

5.7 Aantallen schepen en gemiddeld tonnage

In de verkeersprognose voor NMP is ook een schatting gemaakt voor het aantal schepen dat NMP zal aandoen. Exclusief de schepen voor het kolenvervoer, wordt dit voor het jaar 2000 geraamd op 800 schepen. Uit gegevens van de NMP Trust kan worden afgeleid dat deze raming gebaseerd is op het feit dat men er vanuit is gegaan dat er zo'n 100 tot 150 schepen het erts zullen exporteren, ongeveer 100 schepen de aanvoer van ruwe olie gaan verzorgen en dat nog eens 100 tankers de uitvoer van petroleum producten voor hun rekening nemen. Er blijven dan zo'n 450 tot 500 schepen voor het vervoer van stukgoed en droge minor bulk.

Met bovenstaande gegevens is berekend wat het gemiddelde tonnage per schip zal zijn (tabel 5.10).

Tabel 5.10 Aantal schepen per goederensoort en het gemiddelde tonnage per schip in 2000

vrachtsort	aantal schepen	jaarlonnage (in tonnen)	gem. tonnage per schip (in tonnen)
General cargo	450-500	3.735.000	7500-8300
breakbulk	300-350	1.335.000	3800-4500
dry bulk	100-150	2.400.000	16000-24000
Erts	100-150	7.500.000	60000-75000
Liquid bulk	200	8.000.000	
ruwe olie	100	6.000.000	60.000
producten	100	2.000.000	20.000
Kolen	60-70	5.760.000	85000-100000
Totaal	810-920	24.995.000	

Opmerkingen over de tabel:

- In 1987 was het gemiddelde tonnage per schip voor droge minor bulk ongeveer 16.000 ton. Uitgaande van een jaarlijkse doorzet van 2,4 MT en minstens 16.000 ton per schip, wordt het aantal bulk schepen per jaar gevonden:

$$\frac{2.400.000}{16.000} = 150 \text{ schepen}$$

Door schaalvergroting echter zal het gemiddelde tonnage toenemen, waardoor NMP dus met minder dan 150 minor bulk schepen te maken krijgt. Er wordt zodoende aangenomen dat er tussen de 100 en 150 schepen NMP voor minor bulk zullen aandoen.

- Dan blijven er voor het vervoer van breakbulk tussen de 300 en 350 schepen over. Met een jaarlijkse doorzet in 2000 van 1,335 MT wordt voor de hoeveelheid vracht per schip waarden rond de 4250 ton gevonden, waaruit geconcludeerd kan worden dat ook hier schaalvergroting plaats vindt.

- Het gemiddelde tonnage bij ertscarriers ligt lager dan zo'n 80.000 DWT --het formaat schip dat wordt verwacht. Dit komt doordat er ook nog kleinere bulk carriers erts zullen exporteren naar andere landen dan Japan en Korea.
- Ondanks de mogelijkheid dat het vervoer van ruwe olie zal plaats vinden in tankers groter dan 60.000 DWT, is er voor het gemiddelde tonnage toch slechts 60.000 ton aangehouden. Dit vanwege het "two port discharge system".
- het aantal schepen en het gemiddelde tonnage bij kolen varieert en is afhankelijk van de keuze voor of het geared schip of de self-unloader.

De aantallen schepen uit de prognose, voor de verschillende goederensoorten, zijn ook van invloed geweest op de keuze van diverse 'design' schepen.

6. BEPALING BENODIGD AANTAL AANLEGPLAATSEN

6.1 De wachttijdtheorie

6.1.1 Inleiding

Voor het ontwerpen van een Master Plan voor 2000 is het noodzakelijk te bepalen hoeveel aanlegplaatsen de verschillende terminals nodig hebben om het toekomstig verkeer te kunnen verwerken. Die bepaling vindt plaats met behulp van de wachttijdtheorie.

Voor een haven wordt dan het hele proces van scheepsaankomsten, laden, lossen en het weer vertrekken van de schepen gesimuleerd. Het doel is om de wachttijden voor schepen en de mate van gebruik van de terminal te optimaliseren.

In een haven komen een aantal schepen binnen die gelost en eventueel geladen moeten worden. Deze schepen moet service worden verleend, en om dit te kunnen geven moeten er faciliteiten beschikbaar zijn. Benodigde faciliteiten zijn onder andere een aanlegplaats en los- en laadploegen. Wanneer bepaalde faciliteiten niet beschikbaar zijn moet het schip wachten.

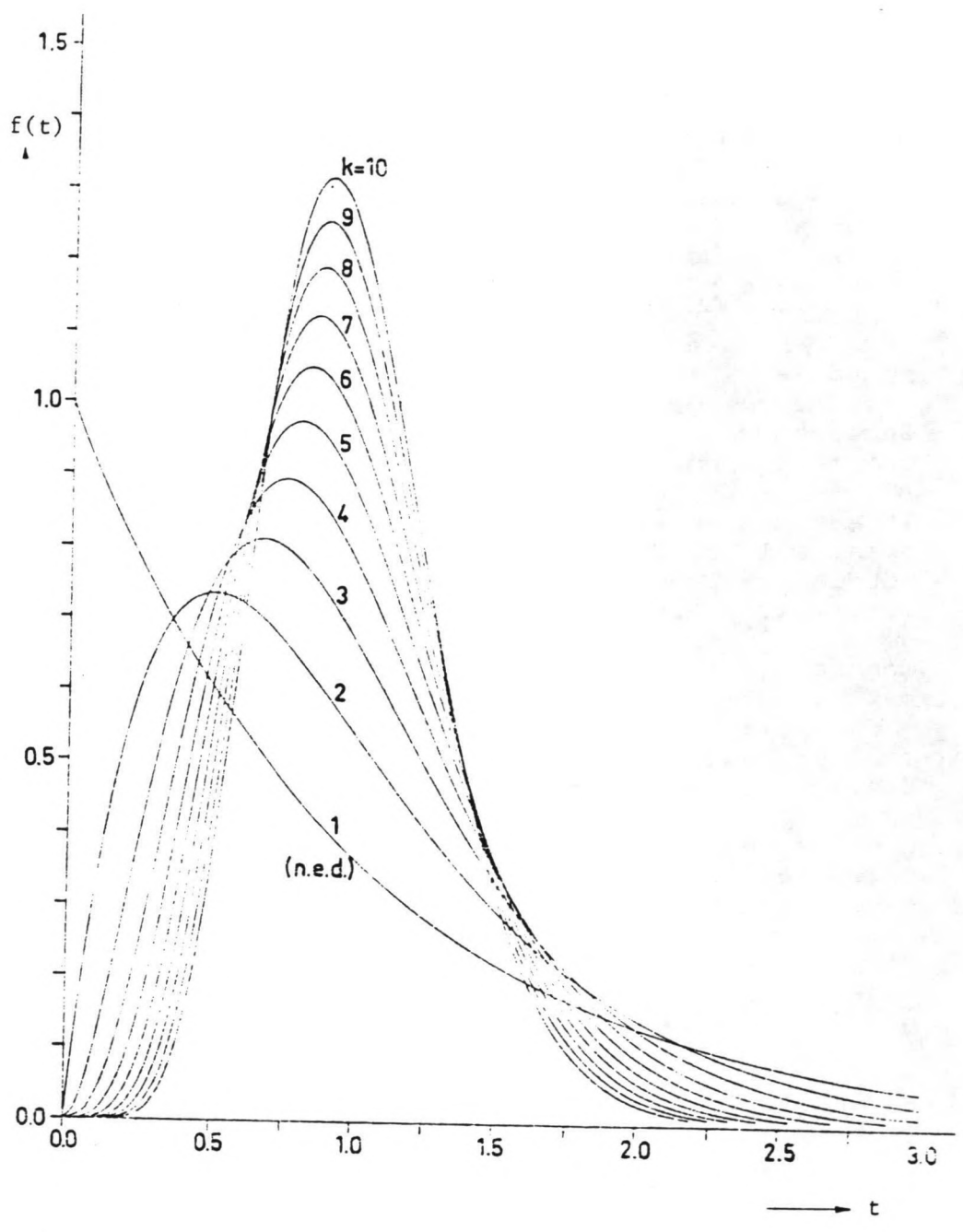
Nu valt voor een dergelijk servicesysteem via simulatie of een analytische methode te bepalen welke faciliteiten benodigd zijn om het verkeersaanbod te kunnen verwerken.

Simulatie is eigenlijk niets anders dan het naspelen van een geschematiseerde bestaande of mogelijke realiteit. In vele gevallen is het systeem zó complex dat computer-simulatie noodzakelijk is.

In het kader van deze studie echter, wordt het geschematiseerde systeem zeer eenvoudig gehouden --ook vanwege het gebrek aan relevante gegevens-- en bekeken via een analytische methode.

Bij het bepalen van het benodigd aantal aanlegplaatsen en aanverwante faciliteiten met de analytische methode, worden de volgende aannamen gedaan:

- de uitkomsten dienen slechts als indruk, daar de werkelijkheid niet nauwkeurig genoeg kan worden benaderd.
- als een soort van "organisator" wordt er naar het systeem gekeken; zowel klanten als serviceverleners zijn belangrijke factoren in het systeem. De klant wil het liefst na aankomst direct geholpen worden, terwijl de serviceverlener het liefst aan een stuk door werkt en zo weinig mogelijk wil wachten op een schip. Tussen deze twee verschillende belangen moet een compromis worden gevonden, welke --het hele systeem overziend-- de meest economische oplossing biedt.



figuur 6.1 K-Erlang verdeling

- het schip welk het eerst arriveert, wordt het eerst geholpen.
- er zijn geen uitwijkmogelijkheden.
- er wordt voor de toekomst verondersteld dat aan landzijde voldoende materieel, personeel en opslagruimte voor handen is, zodat hier geen vertraging optreedt.

6.1.2 De karakteristieke parameters

Om met een model van een servicesysteem te kunnen werken moeten de karakteristieke parameters bekend zijn. Deze bestaan uit parameters voor het aankomstproces en die voor de servicetijden.

Het aankomstproces heeft over het algemeen een stochastisch karakter. De aankomstenverdeling van schepen wordt vooral gekenmerkt door het gemiddelde aantal schepen dat per tijdseenheid arriveert. In deze analytische aanpak wordt met een constante waarde gewerkt, welke de gemiddelde waarde over een heel jaar is.

Ook de servicetijden zijn over het algemeen stochastische grootheden, die zich laten karakteriseren door een dichtheids- of verdelingsfunctie, met als belangrijkste kenmerk het gemiddeld aantal dienstverleningen per tijdseenheid.

Wanneer eenmaal gegevens bekend zijn omtrent het aankomstenpatroon en de servicetijden, kunnen voor een variabel aantal ligplaatsen de bezettingsgraden en optredende wachttijden worden bepaald.

Veelal wordt voor het beschrijven van het aankomstproces gebruik gemaakt van de Poisson-verdeling; hierbij vertonen de onderlinge aankomsten geen samenhang. Deze verdeling is zeer geschikt wanneer de schepen zeer onregelmatig arriveren.

Vaak wordt ook voor de servicetijden een Poisson-verdeling aangenomen, hetgeen echter vaak te pessimistische uitkomsten tot gevolg heeft. Een verdelingsfunctie die ook vaak gehanteerd wordt is de K-Erlang verdeling:

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

Doordat het mogelijk is om k te laten variëren is er een keuze mogelijk omtrent de vorm van de verdeling (zie figuur 6.1), welke het meest bij de werkelijkheid aansluit.

Een keuze voor een hoge waarde van k geeft een zeer regelmatig proces aan met relatief weinig spreiding, terwijl een keuze voor k=1 de negatieve exponentiële functie (NEV) wordt gevonden, welke een zeer onregelmatig patroon beschrijft.

In de praktijk wordt meestal met de K-Erlang verdeling gewerkt; deze geeft een goed inzicht in de situatie en is

flexibel in het gebruik.

6.1.3 Wachttijdverdelingen voor verschillende terminals

Achtereenvolgend zal per terminal worden vastgesteld met welke verdeling wordt gewerkt voor de bepaling van het benodigd aantal aanlegplaatsen. De volgende symbolen worden daarbij gebruikt:

- M voor de exponentiële functie.
- E_k voor de K-Erlang verdeling, met voor k een geheel getal groter dan 1.
- n voor het aantal aanlegplaatsen.

Als voorbeeld wordt met een $M/E_2/n$ -vertragingssysteem bedoeld:

- een Poisson aankomstenproces met constante dichtheid.
- een Erlang-2 servicetijd-verdeling met een gemiddelde servicetijd T_s .
- een aantal aanlegplaatsen n.

Breakbulk: $M/E_2/n$

Onder breakbulkvervoer vallen conventionele stukgoed- en multipurpose schepen. Het stukgoedverkeer heeft een vrij onregelmatig aankomstenpatroon; vandaar de keuze voor de NEV.

Voor de servicetijd-verdeling is E_2 genomen. Er moeten namelijk veel verschillende soorten goederen worden geladen en gelost, en bovendien zijn de schepen van verschillend formaat; men heeft dus steeds met een net iets andere situatie te maken.

De verwerking van containers is op zich een ^{versley productie} activiteit die voor weinig spreiding zorgt in de ^{per uur} servicetijden; namelijk steeds dezelfde werkzaamheden. Doch, per schip is de hoeveelheid containers variërend. Tevens moet ook nog een veelheid aan andere goederensoorten worden behandeld bij de multipurpose terminal.

IJzererts: $E_2/E_8/n$

De afnemers van het erts zullen, om de kosten te beperken, het aankomstenpatroon liefst zoveel mogelijk reguleren. Doch, storingen op zee en het eventuele wachten op hoog water zullen dit patroon enigszins verstoren. Zodoende wordt er gekozen voor een E_2 -verdeling.

De servicetijden zullen daarentegen zeer regelmatig zijn, wanneer de mijn althans voldoende regelmatig de terminal bevoorraadt. Men moet vrijwel steeds dezelfde schepen laden, met dezelfde scheepslader. Tevens wordt dit werk uitgevoerd door een privé onderneming waardoor de

efficiëntie iets hoger ligt dan normaal.

Kolen: E2/E8/n

Voor kolen geldt dezelfde verdeling als die voor het erts. Het vervoer vindt plaats via 'dedicated trade', en zal daardoor een vrij gecontroleerd aankomstenpatroon hebben. Echter, storingen op zee en eventueel wachten op hoog water zal ook hier z'n negatieve invloed hebben.

Betreft de servicetijd: er vindt steeds verwerking van één en hetzelfde goed plaats, aangevoerd door steeds dezelfde schepen. Dit zeer routinematige werk heeft een positieve uitwerking op de spreiding in de servicetijd; die blijft relatief klein.

Minor bulk: M/E2/n

Het aankomstenpatroon is thans net zo onregelmatig als die voor de breakbulk. Voor de toekomst wordt hier geen verandering in verwacht.

Verondersteld wordt dat ook de servicetijd niet erg constant zal zijn. Men krijgt namelijk te maken met veel verschillende typen schepen (qua formaat, gearless of geared) en met nog meer verschillende soorten bulk. Deze soorten worden zowel indirect- als direct overgeslagen.

Ruwe olie: E2/E8/n

Een vrij regelmatig aankomstenpatroon, ondanks storingen op zee, doordat de raffinaderij regelmatig moet worden bevoorrad. De opslag kan dan worden beperkt.

De servicetijden zijn zeer regelmatig als gevolg van de methode van overslag --pompen-- doch ook doordat er maar één soort is.

Producten: M/E2/n

Thans worden ook al petroleum producten overgepompt. Waarnemingen tonen aan dat de praktijk goed aansluit bij een M/E2/n-verdeling. Bovendien krijgt men, in tegenstelling tot bij de ruwe olie, te maken met meerdere soorten producten en verschillende scheepsgroottes.

6.2 Benodigd aantal ligplaatsen voor stukgoed

6.2.1 Inleiding

Thans wordt de breakbulk overgeslagen in het bassin aan de drie naast elkaar gelegen ligplaatsen, aan de 'shallow berth', of aan de additionele ligplaats. Aan deze ligplaatsen wordt behalve breakbulk ook nog droge bulk verwerkt. Samen hebben ze een capaciteit van 0,9 MT.

De overslagcapaciteit ligt niet hoog; over het hele jaar genomen wordt er per dag slechts zo'n 500 ton overgeslagen. Dit wordt deels veroorzaakt door de dominantie van de directe overslag, en deels door gebrek aan opslagruimte en

materieel. Aan de kade moet vaak gewacht worden totdat materieel beschikbaar is. Soms wordt daardoor vracht op de kade gezet, waardoor het volgende schip wordt belemmerd bij het laden of lossen.

In 2000 wordt er 1,335 MT breakbulk en 2,4 MT droge bulk verwacht. Wordt dit nu beide nog overgeslagen in het bassin, in 2000 is dat niet meer mogelijk. Vandaar dat er nieuwe ligplaatsen moeten worden gecreëerd. In het huidige bassin is naast de additionele ligplaats, nog slechts ruimte voor twee andere ligplaatsen, welke een kadelengte van 200 m. kunnen hebben.

Om nu de effectiviteit en capaciteit van de haven te vergroten worden er 'groepen' aanlegplaatsen gevormd, en worden de ligplaatsen voor droge bulk en stukgoed --welke nu nog in één bassin liggen-- gescheiden. In deze vorm kan materieel en personeel efficiënter worden ingezet en wordt er meer flexibiliteit verkregen.

Droge bulk zal in een nieuw bassin worden overgeslagen en het huidige bassin zal alleen nog maar voor stukgoed en containers worden gebruikt. Overigens zal hier incidenteel nog wel droge bulk worden verwerkt.

6.2.2 De multipurpose terminal

Zoals al vermeld zal NMP in toenemende mate te maken krijgen met containers. De huidige faciliteiten in het bassin kunnen dit niet aan; nieuwe voorzieningen moeten worden geconstrueerd om het groeiend aantal containers te kunnen behandelen.

In 2000 worden zo'n 42.000 TEU's verwacht. Deze hoeveelheid geeft niet direct aanleiding om een container terminal te bouwen; daar is de doorzet nog niet groot genoeg voor --pas vanaf zo'n 50.000 TEU's per jaar wordt dat interessant. Vandaar dat een multi-purpose terminal (MPT) wordt geprefereerd.

Een MPT is ook in staat containers over te slaan --doch in minder grote aantallen-- en kan tevens conventioneel stukgoed en droge bulk verwerken. Een dergelijke terminal is voor NMP zeer geschikt; de voorspelde hoeveelheid containers kan worden verwerkt, maar bovendien verkrijgt men met deze terminal een hoge mate van flexibiliteit. Personeel en materieel kunnen efficiënter worden ingezet, incidenteel kan er ook nog droge bulk worden behandeld en het is handig daar verscheidene schepen meerdere soorten lading aan boord hebben. Bovendien, door het gebrek aan exacte gegevens en het feit dat een verkeersprognose met de nodige voorzichtigheid moet worden gebruikt, is het gewenst om het nieuwe havenontwerp van de nodige flexibiliteit te voorzien. Een MPT past daar uitstekend in.

Vanaf 2000 kan de MPT eventueel --bij voldoende groei in het containervervoer-- worden omgebouwd tot een containerterminal. Bij de aanleg van de MPT moet hier al mee rekening worden gehouden, vooral met betrekking tot benodigde ruimte.

Het aantal schepen:

Verondersteld wordt dat vrijwel alleen schepen die containers aan boord hebben --multi-purpose-, feeder-container- en -containerschepen-- gebruik maken van een MPT. In de praktijk zullen echter ook conventionele stukgoed schepen bij de MPT aanleggen als deze vrij is, doch daar wordt in deze berekening geen rekening mee gehouden.

Een deel van het containervervoer zal met multi-purpose schepen worden uitgevoerd; deze vervoeren kleinere aantallen containers dan containerschepen en komen relatief veel voor in Zuid-Oost Azië. In 1995 worden er namelijk zo'n 25.000 TEU's in NMP verwacht. Deze doorzet is echter te klein voor veel vervoer met containerschepen. In 2000 worden er jaarlijks ongeveer 42.000 TEU's verwacht; met deze doorzet zal de MPT ook wel met containerschepen worden geconfronteerd.

Tevens zal de MPT geconfronteerd worden met feeder-containerschepen.

Zowel een multi-purpose- als een feeder-container schip heeft gemiddeld een container capaciteit van zo'n 500 TEU's. Tot rond 1995 zullen er echter ook nog veel schepen NMP aan doen, die minder dan 500 TEU's vervoeren. Aangenomen wordt dat een schip, gebruik makend van de MPT, gemiddeld tussen de 250 en 300 TEU's aan boord heeft.

De merendeel op lijndiensten varende multi-purpose schepen laden of lossen gemiddeld per haven zo'n 20% van de totale lading. De feeder-container laadt of lost gemiddeld zelfs zo'n 50% van de lading.

Met deze twee percentages wordt gesteld dat van de 250 tot 300 TEU's er ongeveer 35% in NMP wordt geladen of gelost.

Op een jaarlijks te verwerken hoeveelheid van zo'n 25.000 TEU's geeft dit een indicatie voor het aantal te verwachten schepen:

24.590 TEU's = 225 - 275 schepen
85 - 105 TEU's per schip

Tussen 1995 en 2000 groeit de grootte van het breakbulk vervoer niet veel meer. Wel neemt het aantal containers fors toe. De vracht aan de MPT zal in 2000 dus voor een groter deel gecontaineriseerd zijn. Deze verhoogde graad van containerisatie zal ertoe leiden dat containerschepen in grotere getale NMP zullen aandoen. En aangezien deze schepen grotere aantallen containers kunnen vervoeren, zal het gemiddeld aantal containers per schip toenemen.

Uitgaande van het feit dat nog vooral 2^{de} generatie containerschepen --met een capaciteit tot ongeveer 1.800 TEU's en een gemiddelde van 1.200 TEU's-- op NMP zullen varen, zullen deze schepen het gemiddelde verhogen. Het gemiddeld aantal TEU's per schip zal zodoende toenemen en wordt verondersteld in 2000 te zijn toegenomen tot zo'n 400 à 450 TEU's.

Met dit aantal gemiddeld per schip, de wetenschap dat daar gemiddeld zo'n 35% van wordt behandeld en een jaarlijks te verwerken hoeveelheid van 41.660 TEU's, kan het aantal schepen dat in 2000 de MPT aandoet worden afgeleid:

$$\frac{41.660 \text{ TEU's}}{140 - 160 \text{ TEU's per schip}} = 260 - 290 \text{ schepen}$$

Het aantal schepen dat gebruik maakt van de MPT zal door de jaren negentig heen in de zelfde orde van grootte zijn. Er wordt voor de berekening naar het aantal benodigde ligplaatsen voor de MPT dan ook van uitgegaan dat, het scheepsverkeer varieert tussen de 225 en 290 schepen.

Uit de scheepvaartprognose van NMP Trust --waarvan verdere achtergronden niet bekend zijn-- kan worden afgeleid dat er op zo'n 250 schepen wordt gerekend.

Service tijd:

Gemiddeld zal een multi-purpose schip welke NMP aandoet een tonnage hebben van rond de 15.000 DWT. Dat schip laadt of lost ongeveer 25% van z'n lading, zodat de te verwerken hoeveelheid vracht zo'n 3.800 ton bedraagt.

Een feeder-container met zo'n 160 te verladen TEU's aan boord komt, uitgaande van 12 ton per TEU, op zo'n 2.000 ton.

Een containerschip, welke ongeveer 250 TEU's komt halen of brengen, verlaadt dus zo'n 3.000 ton.

Een conventioneel stukgoed schip, die ook nog wel eens gebruik zal maken van de MPT, zal gemiddeld zo'n 4.200 ton vervoeren.

De gemiddelde hoeveelheid vracht per schip aan de MPT wordt zodoende op 3.500 ton gesteld.

In 1987 was de gemiddelde servicetijd in het bassin 500 ton/dag.

Bij de MPT zal met een hogere overslagcapaciteit worden gewerkt. Ten eerste wordt er vanuit gegaan dat indirecte overslag de boventoon zal voeren. Ten tweede, dat bij de nieuwe terminal mensen en materieel efficiënter kunnen worden ingezet en ten derde zal de verwerking van containers de overslagcapaciteit aanzienlijk doen toenemen.

Voor de berekening van de gemiddelde servicetijd wordt 1.500 ton/dag genomen. Dit is, gezien het bovenstaande, een aannemelijke waarde en sluit bovendien aan bij waarden uit de praktijk voor MPT's in Indiase havens.

Overigens, zal de overslagcapaciteit in de jaren tussen 1990 en 1995 lager liggen, terwijl die daarna waarschijnlijk hoger zal zijn; dit vanwege het toenemen van de containerisatiegraad.

De gemiddelde servicetijd bij de MPT kan nu worden bepaald:

- vracht per schip = 3.500 ton
- overslagcapaciteit = 1.500 ton/dag

$$\text{servicetijd } T_s = \frac{3.500}{1.500} = 2,33 \text{ dag}$$

Bezettingsgraad en wachttijden:

Met bekende verdeling, servicetijd en aantallen schepen kan voor verschillende aantallen ligplaatsen aan de MPT de bezettingsgraad uit onderstaande betrekking worden bepaald:

$$\text{bezettingsgraad } u = \frac{s * T_s}{n * 365}$$

met,

T_s = gemiddelde servicetijd

n = aantal ligplaatsen

s = aantal schepen

Uit de bezettingsgraad valt met behulp van UNCTAD tabellen (bijlage 2.1) voor de M/E2/n-verdeling de gemiddelde wachttijd in eenheden servicetijd te bepalen. In tabel 6.2 is aangegeven hoe voor een verschillend aantal ligplaatsen de bezettingsgraad en bijbehorende wachttijden variëren. Voor een compleet overzicht zijn hier ook de absolute wachttijden vermeld. Tevens is voor elk scenario de jaarcapaciteit berekend uit de bezettingsgraad.

Tabel 6.2 Bezettingsgraad en wachttijden MPT voor variërend aantal ligplaatsen en schepen.

aantal ligplaatsen	aantal schepen	bezettingsgraad u	wachttijd in eenheden servicetijd	gemiddelde wachttijd per schip in dagen	jaar tonnage in tonnen
n=2	225	0,72	0,75	1,75	646.336
	250	0,80	1,34	3,12	718.151
	275	0,88	2,75	6,41	789.966
	300	0,96			861.781
n=3	225	0,48	0,10	0,23	646.336
	250	0,53	0,14	0,33	718.151
	275	0,59	0,21	0,49	789.966
	300	0,64	0,28	0,65	861.781

Uit tabel 6.2 wordt afgeleid dat in principe de MPT kan functioneren met zowel twee als drie ligplaatsen. Echter, bij twee ligplaatsen wordt een zeer hoge bezettingsgraad gevonden, waardoor de wachttijden erg lang worden; veel te lang als men bedenkt dat hier bij een gemiddelde servicetijd van 2,33 dag, een gemiddelde wachttijd van ongeveer 8 uur (= 0,33 dag) nog toelaatbaar is. Deze grens komt voort uit economische overwegingen.

Bij drie ligplaatsen worden aanzienlijk aantrekkelijker wachttijden gevonden. Tot zo'n 250 schepen per jaar blijft de gemiddelde wachttijd per schip acceptabel.

Uit zowel verkeerstechnisch als economisch oogpunt lijkt een MPT met drie ligplaatsen het meest geschikt. In de praktijk blijkt een dergelijke terminal namelijk het meest rendabel te draaien bij "goede" bezetting waarbij ook de gemiddelde wachttijd niet groter wordt dan hierboven gesteld. De jaarcapaciteit bij optimaal gebruik ligt rond de 0,7 MT.

6.2.3 De terminal voor breakbulk

Aantal schepen en jaarlijkse doorzet:

In het vorige hoofdstuk is bepaald dat er drie ligplaatsen moeten komen voor de MPT. In dat geval zal de MPT jaarlijks zo'n 0,7 MT aan goederen behandelen.

Rekening houdend met de komst van een al geplande ro/ro-ligplaats en de aanwezigheid van de 'shallow berth' --samen goed voor ongeveer 0,20 MT per jaar-- zullen de aanlegplaatsen voor stukgoed in 2000 ongeveer 0,42 MT per jaar moeten verwerken (zie hier onder).

Totaal volume breakbulk inclusief containers volgens prognose: 1,335 MT.

1,335 MT	(totaal volume)
- 0,715 MT	(MPT)
<u>- 0,20 MT</u>	(ro/ro en 'shallow berth')
0,42 MT	

De gemiddelde hoeveelheid vracht voor een stukgoed schip is geraamd op zo'n 4000 ton (zie hoofdstuk 5.7). Bovendien blijkt uit de scheepvaartprognose dat er tussen de 100 en 120 schepen worden verwacht.

Servicetijd:

In het bassin moeten maatregelen worden genomen om de huidige overslagcapaciteit van 500 ton/dag te verhogen.

Doordat er in de toekomst vrijwel alleen nog maar breakbulk wordt overgeslagen en de ligplaatsen minder druk bezet zullen zijn, zal er wellicht efficiënter gewerkt

kunnen worden. Tevens moet extra materieel worden ingezet om vracht naar de opslagplaatsen te brengen (vorkheftrucks, er zijn er slechts vier!) en de nabije opslagruimte worden vergroot, zodat men op indirecte overslag kan overgaan.

Na aanbrengen van de aanbevolen verbeteringen wordt gesteld dat de verwerkingssnelheid met 50% kan toenemen tot 750 ton/dag. De servicetijd wordt dan:

- vracht per schip 4.000 ton
- overslagcapaciteit 750 ton/dag

$$\text{servicetijd } T_s = \frac{4.000}{750} = 5,33 \text{ dag}$$

Op dezelfde manier als bij de bepaling van het benodigd aantal ligplaatsen voor de MPT is hier voor verschillende aantallen ligplaatsen de bezettingsgraad en bijbehorende wachttijd bepaald.

In tabel 6.3 zijn de resultaten voor zowel drie als vier ligplaatsen gegeven. Het blijkt dat de wachttijden voor drie ligplaatsen bij een benodigde jaarcapaciteit van 0,42 MT, gemiddeld rond de 0,75 dag liggen. Gezien de gemiddelde servicetijd --5,33 dag-- en de aard van de producten, is dit een zeer acceptabele waarde.

De gemiddelde wachttijd per schip bij vier ligplaatsen is erg kort; rond de 0,12 dag. Uit verkeerstechnisch oogpunt is dat prettig, echter, het is economisch niet optimaal. Te vaak zullen de ligplaatsen ongebruikt zijn; pas bij jaartonnages vanaf 0,5 MT wordt de terminal economisch rendabel.

Tabel 6.3 Bezettingsgraad en wachttijd voor varierend aantal ligplaatsen en schepen.

aantal ligplaatsen	aantal schepen	bezettingsgraad u	wachttijd in eenheden servicetijd	gemiddelde wachttijd per schip in dagen	jaartonnage in tonnen
n=3	100	0,49	0,12	0,64	399.750
	110	0,54	0,16	0,85	439.725
	120	0,58	0,21	1,12	479.700
n=4	100	0,37	0,02	0,11	399.750
	110	0,40	0,03	0,16	439.725
	120	0,44	0,05	0,27	479.700

Voor overslag van breakbulk wordt gekozen voor drie ligplaatsen. Tot 2000 is dit alternatief het meest rendabel. Vier ligplaatsen zou tot overcapaciteit leiden.

Bovendien wordt er in de toekomst steeds minder

breakbulk verwacht. Het is daardoor niet erg waarschijnlijk dat in de toekomst uitbreiding naar vier ligplaatsen nodig is.

6.3 Benodigd aantal ligplaatsen droge bulk

6.3.1 Inleiding

Zoals al vermeld zal in het nieuwe havenplan vrijwel alle droge bulk (anders dan kolen en ijzererts) worden overgeslagen bij aanlegplaatsen die zijn gescheiden van die voor het breakbulk.

Om de effectiviteit en daarmee de capaciteit te verhogen worden ook de ligplaatsen voor droge bulk in een groep geconcentreerd.

Deze ligplaatsen moeten nog geconstrueerd worden, daar NMP thans niet beschikt over dergelijke aanlegplaatsen.

Er moet een nieuwe terminal met die faciliteiten worden gecreëerd, zodat in 2000 een hoeveelheid van 2,4 MT droge bulk kan worden verwerkt.

Volgens de scheepvaartprognose zal dit volume door zo'n 100 tot 150 bulk carriers worden aangevoerd, waaruit kan worden afgeleid dat de gemiddelde vracht tussen de 16.000 en de 24.000 ton groot zal zijn.

Het is niet bekend welke goederen onder deze droge bulk vallen. Thans worden in NMP fertilizers, suiker, cement, granen, schroot en ertsen (anders dan ijzererts) overgeslagen. Er is een enorme groei voorspeld, doch de proportionele groei van de genoemde goederen is niet bekend. Bovendien is niet bekend of er nog nieuwe soorten bij komen. Aangenomen wordt dat alle genoemde soorten evenveel groeien, alhoewel het waarschijnlijk is dat de ertsen relatief het meest zullen toenemen; in de omgeving zijn hiervan namelijk enorme reserves aanwezig.

Alleen de ertsen zijn voor de export terwijl alle anderen import goederen zijn.

6.3.2 Bepaling op verkeerstechnische grond

Servicetijd:

Bij de overslag zal men te maken krijgen met goederen zoals ertsen die uitermate geschikt zijn voor het gebruik van transportbanden en een scheepslader. Bij een dergelijk systeem kan --over een heel jaar gemeten-- een overslagcapaciteit van zo'n 10.000 ton/dag worden gehaald.

Er zijn echter ook goederen --de meeste-- zoals fertilizers die nog op een conventionele manier gelost of geladen worden. Deze methode wordt --ook gezien de soorten en hoeveelheden bulk-- nog veel toegepast in Indiase havens. Zowel directe- als indirecte overslag vindt dan

plaats. Uit waarnemingen blijkt dat thans gemiddeld zo'n 1.500 ton/dag wordt verwerkt.

Beide methoden gemiddeld wordt een overslagcapaciteit van 5.750 ton/dag verkregen. Echter, de meeste schepen vervoeren import goederen, welke merendeel nog op conventionele wijze worden gelost. De overslagcapaciteit zal dus lager dan 5.750 ton/dag liggen en wordt op 4.000 ton/dag gesteld. Dit is een haast drie keer zo hoge capaciteit als die nu wordt gehaald. Er wordt echter vanuit gegaan dat de nieuwe terminal --in tegenstelling tot de oude situatie-- wordt ingericht met grijperkranen en transportbanden. Voor de servicetijd wordt dan gevonden:

- 16.000 tot 24.000 ton vracht per schip
- overslagcapaciteit 4000 ton/dag

$$\text{servicetijd } T_s = \frac{20.000}{4.000} = 5 \text{ dagen}$$

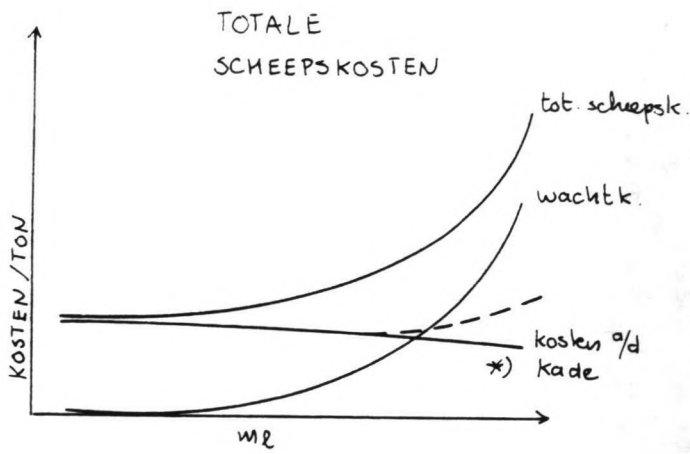
Met bovenstaande gegevens kunnen voor een verschillend aantal ligplaatsen de bezettingsgraad en wachttijden worden bepaald. Tabel 6.4 toont de resultaten voor een verkeersaanbod van tussen de 100 en 150 bulk carriers.

Tabel 6.4 Wachttijden en bezettingsgraad voor varierend aantal ligplaatsen droge bulk.

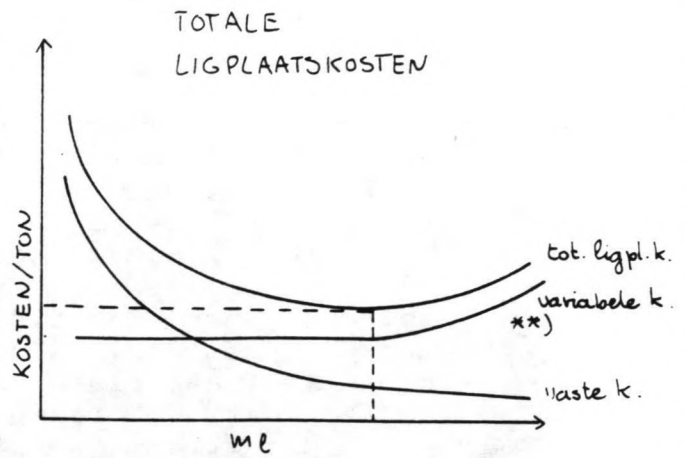
aantal schepen	1 ligplaats		2 ligplaatsen		3 ligplaatsen		4 ligplaatsen	
	u	w	u	w	u	w	u	w
100	1,37		0,68	0,66	0,46	0,09	0,34	0,02
110	1,51		0,75	0,96	0,50	0,12	0,38	0,03
120	1,64		0,82	1,60	0,55	0,16	0,41	0,03
130	1,78		0,89	2,91	0,59	0,22	0,45	0,05
140	1,92		0,96		0,64	0,29	0,48	0,06
150	2,05		1,03		0,68	0,37	0,51	0,08

Opmerkingen over de tabel:

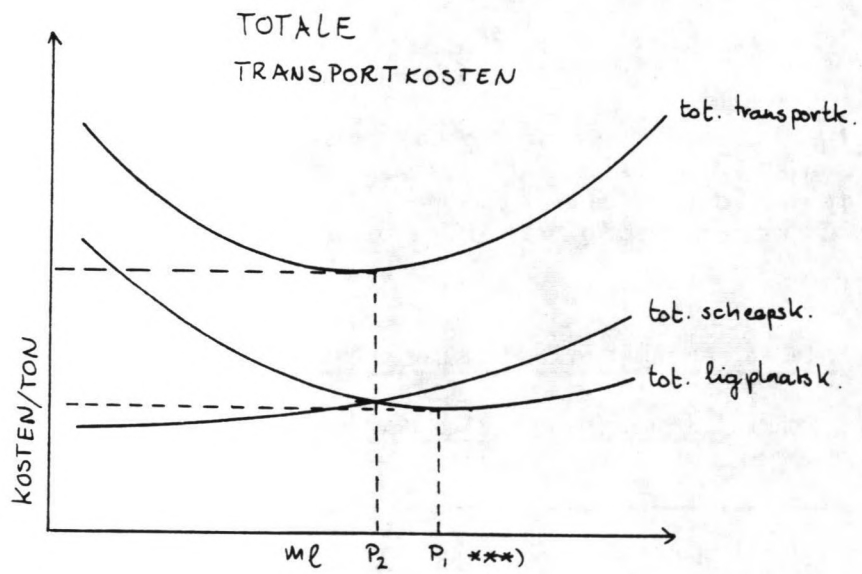
- zowel één als twee ligplaatsen kunnen niet voldoen; de vereiste capaciteit wordt niet gehaald, of (bij twee) de wachttijden worden te groot.
- drie ligplaatsen kunnen uitstekend voldoen. De wachttijden in eenheden servicetijd blijven tot 130 schepen per jaar acceptabel ($w < 0,22 T_s$).



figuur 6.5



figuur 6.6



figuur 6.7

- vier ligplaatsen kan gezien de lage bezetting tot overcapaciteit leiden.

Bij een doorzet van 2,4 MT zal het aantal schepen dicht bij de 120 zitten (gemiddeld 20.000 ton per schip). Uit verkeerstechnisch oogpunt lijkt aanleg van drie ligplaatsen de meest geschikte oplossing.

Natuurlijk moet men zich wel realiseren dat tot deze oplossing is gekomen door het doen van vele aannamen. Flexibiliteit is dan gewenst, zeker daar niet bekend is welke producten en in welke verhoudingen men moet overslaan. In dit verband kan gedacht worden aan een multi-product bulk terminal. Er is aangenomen dat ongeacht het soort goed, aan elke aanlegplaats overslag kan plaats vinden.

6.3.3 Bepaling via economische optimalisatie

In het vorige hoofdstuk is het benodigd aantal ligplaatsen voor overslag van droge bulk bepaald aan de hand van verkeerstechnische criteria. Echter, de meest optimale oplossing wordt gevonden door te bepalen bij welk aantal ligplaatsen de totale in de haven gemaakte kosten per ton minimaal zijn.

De totale kosten, in de haven gemaakt om te laden of te lossen, bestaan uit scheeps- en ligplaatskosten. De scheepskosten bestaan onder meer uit bemanningskosten, brandstof, wacht- en kadekosten en vaste lasten zoals verzekeringen en charterkosten of afbetaling voor het schip. De ligplaatskosten omvatten onder andere afschrijvingen voor kade en materieel, onderhouds- en operationele kosten. Figuren 6.5 tot en met 6.7 geven dit grafisch weer.

Met behulp van de simulatie kunnen voor verschillende aantallen ligplaatsen de bijbehorende kostenfactoren als functie van de bezettingsgraad worden berekend. Met de hier gebruikte analytische methode kan voor verschillende aantallen ligplaatsen het optimum bepaald worden; de totale kosten per ton goed bereiken dan een minimum.

Voor het verwachte vervoersaanbod kan op deze wijze het economisch optimale aantal ligplaatsen worden gevonden. Voor dit aantal, welk tevens de vereiste capaciteit heeft, zijn de kosten per ton goed het laagst.

Het alternatief met twee ligplaatsen wordt niet meegenomen in de studie; deze zal in 2000 of korte tijd later zeker overbezet raken en is daardoor geen interessant alternatief voor de toekomst. Gezien de fasering van de groei zou dit alternatief tot 1996 nog kunnen voldoen, maar dan zou later uitbreiding noodzakelijk zijn. Echter, het in één keer

baggeren van een bassin is goedkoper en eenvoudiger uit te voeren dan het later weer uit te moeten breiden.

De totale scheepskosten:

Deze kosten zijn opgebouwd uit vaste lasten, kade- en wachtkosten. De scheepskosten in de haven voor bulk carriers rond de 30.000 DWT --het gemiddelde formaat voor op NMP varende carriers-- liggen rond de 150.000 Rs. per dag. De scheepskosten kunnen dan als volgt worden berekend:

$$\text{scheepskosten} = (T_s + w_d) * 0,15 \quad \text{in miljoen Rs.}$$

met,

T_s = gemiddelde servicetijd in dagen.

w_d = gemiddelde wachttijd in dagen.

De totale ligplaatskosten:

Deze omvat afschrijvingen over de investeringen in kade, bassin, materieel en infrastructuur en worden gecompleteerd met onderhouds- en operationele kosten, welke deels afhankelijk zijn van de bezettingsgraad. Eerst zullen per ligplaats de jaarlijkse kosten, voortkomend uit de investeringen, worden berekend en daarna de exploitatiekosten.

Investerings:	(in miljoen Rs.)
- uitdiepen bassin:	36,0
De hoogte van de investering hiervoor is gebaseerd op de hoeveelheid te ontgraven land welke benodigd is als manoeuvreerruimte voor schepen in een bassin. Het totaal te ontgraven volume per ligplaats ligt rond de 0,55 miljoen m ³ , en de gemiddelde kosten per m ³ rond de Rs. 30 exclusief mo- en demobilisatiekosten.	
- kadeconstructie (200 m.) incl. infrastructuur	90,0
Zowel in Tuticorin als in NMP is recentelijk een dergelijke constructie in de zelfde orde van grootte gebouwd. Het hier genoemde bedrag is afgeleid van de in Tuticorin en NMP gemaakte kosten.	
- materieel	20,0
De investering betreft twee kranen. NMP heeft kort geleden een kraan gekocht; kosten ongeveer 10,0 miljoen Rs.	
- overig (navigatiemiddelen, overig materieel)	<u>10,0</u>
TOTAAL:	156,0

≈ FL 10,0

Het afschrijven van de investering begint op het moment van de in gebruik name. Echter, tijdens de bouwwerkzaamheden moet al betaling plaats vinden; men betaalt niet alles achteraf, maar gefaseerd. Om dit te kunnen financieren moet tijdens het bouwen al geld worden geleend.

Uitgaande van een bouwtijd van drie jaar en een rentevoet van 11% wordt er over 156 miljoen Rs. in totaal 50 miljoen Rs. betaald.

In totaal moet (156 + 50=) 206 miljoen Rs. worden afgeschreven.

In bijlage 2.2 zijn de details voor bovengenoemde kostenfactoren terug te vinden.

Bij bekende economische levensduur en rentevoet --hier op 11% gesteld-- zijn de kosten op jaarbasis te bepalen met behulp van de annuïteits-coëfficiënt. Hierbij is de periode waarover men de investering afbetaald van belang. Deze periode is weer afhankelijk van de economische levensduur van een "werk".

$$\text{annuïteits-coëfficiënt} = \frac{i \cdot (i+1)^n}{(i+1)^n - 1}$$

met,

i = de rentevoet.

n = economische levensduur in jaren.

De kapitaalrente over de eerste drie jaren is proportioneel verdeeld over de betreffende kostenfactoren. Elke kostenpost krijgt hetzelfde percentage van de rente over de eerste drie jaar toegevoegd, als het percentage van de investering van die post op de totale investering.

In tabel 6.8 is aangegeven hoe groot de jaarlijkse kosten per ligplaats zijn over de investeringen inclusief kapitaalrente. De jaarlijkse ligplaatskosten per ligplaats zijn 23,91 miljoen Rs.

Exploitatiekosten (per jaar): (in miljoen Rs.)

- onderhoud en operationele kosten 10,0

In NMP bedroegen de exploitatiekosten over 1987 zo'n 112 miljoen Rs. Onderhoudsbaggerwerk in de toegangsheul nam ongeveer 20 miljoen voor z'n rekening. Met de zeven ligplaatsen kan voor een ligplaats een proportioneel deel van 10 miljoen worden genomen; tenslotte neemt de erts terminal het leeuwedeel van de kosten voor z'n rekening.

Tabel 6.8 JAARLIJKSE KOSTEN OVER INVESTERING INCLUSIEF KAPITAALSRENTE VOOR EEN LIGPLAATS (in miljoen Rs.)

	investering	deel van de totale invest.	invest. incl. kapitaalsrente	economische levensduur (jr.)	amortisatie coëfficiënt	jaarlijkse kosten
Bassin	36,0	23%	47,5	50	0,1106	5,26
Kade incl. infrastr.	90,0	58%	118,8	50	0,1106	13,14
Materieel	20,0	13%	26,4	15	0,1391	3,67
Diversen	10,0	6%	13,2	15	0,1391	1,84
TOTAAL:	156,0	100%	206,0			23,91

Nu alle kostenfactoren gekwantificeerd zijn kan voor de totale ligplaatskosten --per plaats-- de volgende betrekking worden afgeleid:

$$\text{ligplaatskosten} = 23,91 + 5,0 * (1 + 2 * m * f) \quad \text{in miljoen Rs.}$$

met,

23,91 = de jaarlijkse afschrijving en rente.

5,0 = het vaste deel van de exploitatiekosten, dus onafhankelijk van de bezettingsgraad.

m = bezettingsgraad.

f = flexibiliteits-factor. Meer ligplaatsen betekent dat mensen en materieel efficiënter kunnen worden ingezet.

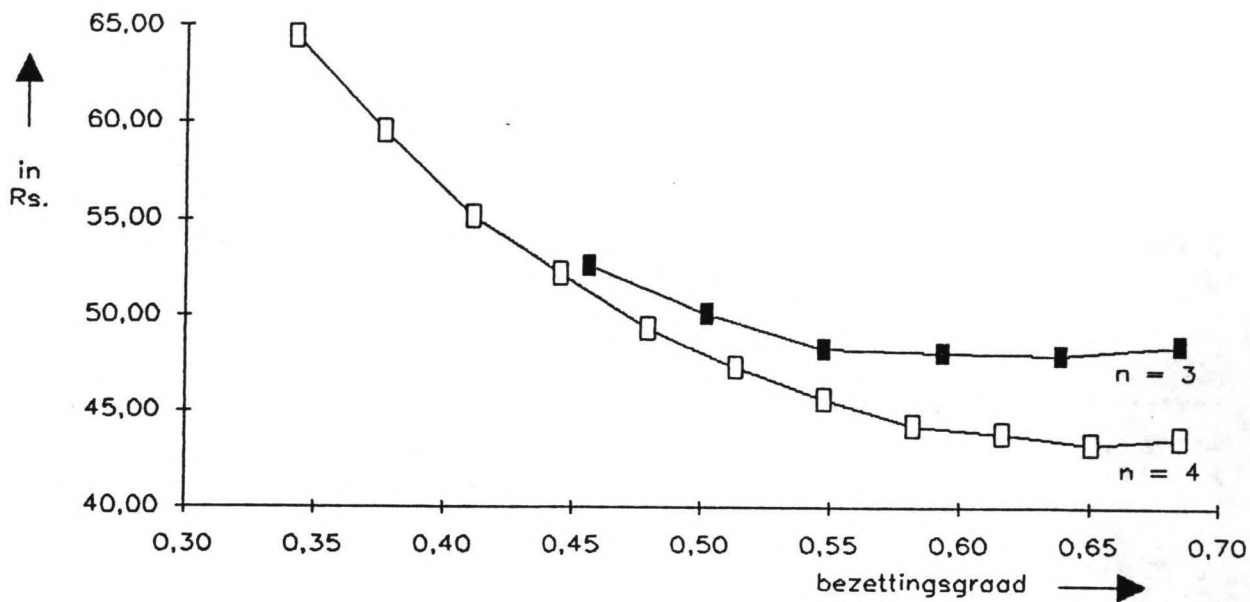
De factor 2 in de formule komt voort uit de aanname dat de 10,0 miljoen voor exploitatie geldt voor ligplaatsen met een bezetting rond de 50%.

Voor de exploitatiekosten is aangenomen dat een deel onafhankelijk is van de bezettingsgraad, en dat een ander deel groter wordt naarmate de bezetting van de ligplaats hoger wordt. Hier is uitgegaan van een vast deel van 5,0 miljoen.

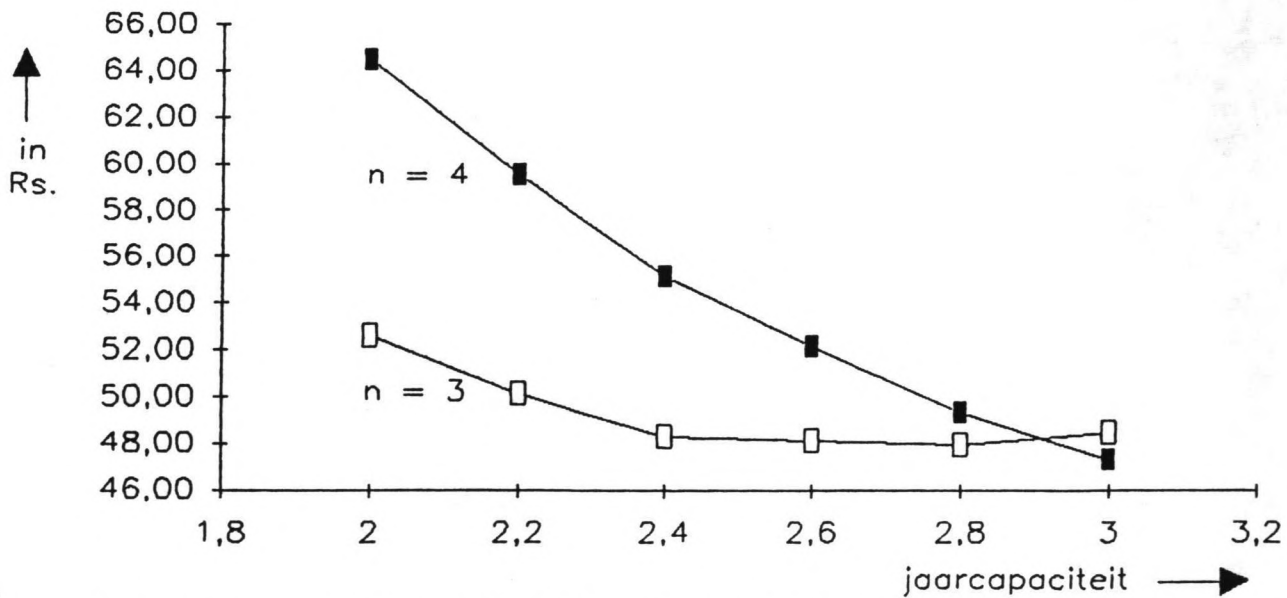
Met de beide formules voor de scheeps- en ligplaatskosten zijn de totale kosten te berekenen als functie van de bezettingsgraad. Door deze af te zetten tegen de jaarcapaciteit --welk een functie is van de bezetting, het aantal ligplaatsen en de overslagcapaciteit-- kunnen de kosten per ton goed worden gevonden. Tabellen 6.9 en 6.10 tonen de resultaten voor drie en vier ligplaatsen.

Tabel 6.9 KOSTEN PER TON GOED ALS FUNCTIE VAN DE BEZETTINGSGRAAD VOOR DRIE LICPLAATSEN.

bezettings- graad u	w eenheden Ts	w in dagen	totale scheeps- kosten (milj. Rs.)	totale ligplaats- kosten (milj. Rs.)	totale kosten (milj. Rs.)	jaar tonnage (milj. ton)	kosten per ton (in Rs.)
0,46	0,08	40,0	6,75	98,37	105,12	2,0	52,56
0,50	0,12	66,0	10,65	99,54	110,19	2,2	50,09
0,55	0,16	96,0	15,15	100,70	115,85	2,4	48,27
0,59	0,23	149,5	23,18	101,87	125,04	2,6	48,09
0,64	0,29	203,0	31,20	103,03	134,23	2,8	47,94
0,68	0,36	270,0	41,25	104,20	145,45	3,0	48,48



figuur 6.11 KOSTEN PER TON BIJ DRIE EN VIER LIGPLAATSEN.



figuur 6.12 KOSTEN PER TON ALS FUNCTIE VAN JAARCAPACITEIT.

Tabel 6.10 KOSTEN PER TON GOED ALS FUNCTIE VAN DE BEZETTINGSGRAAD VOOR VIER LIGPLAATSEN.

bezettings- graad u	w eenheden Ts	w in dagen	totale scheeps- kosten (milj. Rs.)	totale ligplaats- kosten (milj. Rs.)	totale kosten (milj. Rs.)	jaartonnage (milj. ton)	kosten per ton (in Rs.)
0,34	0,02	10,0	2,25	126,60	128,85	2,0	64,42
0,38	0,03	16,5	3,23	127,69	130,92	2,2	59,51
0,41	0,03	18,0	3,45	128,79	132,24	2,4	55,10
0,45	0,05	32,5	5,63	129,89	135,51	2,6	52,12
0,48	0,06	42,0	7,05	130,98	138,03	2,8	49,30
0,51	0,08	60,0	9,75	132,08	141,83	3,0	47,28
0,55	0,10	80,0	12,75	133,17	145,92	3,2	45,60
0,58	0,12	102,0	16,05	134,27	150,32	3,4	44,21
0,62	0,16	144,0	22,35	135,37	157,72	3,6	43,81
0,65	0,19	180,5	27,83	136,46	164,29	3,8	43,23
0,68	0,24	240,0	36,75	137,56	174,31	4,0	43,58

In figuur 6.11 zijn de kosten per ton als functie van de bezettingsgraad grafisch weergegeven. Duidelijk is de trend in de figuur te zien; voor drie ligplaatsen wordt het optimum bereikt bij een bezettingsgraad van 0,64 en voor vier ligplaatsen bij 0,65.

Bij het optimum voor drie ligplaatsen zijn de kosten per ton 47,94 Rs. en is de bijbehorende jaarcapaciteit 2,8 MT.

Het optimum voor vier ligplaatsen heeft als kosten per ton 43,23 Rs. De corresponderende jaarcapaciteit is 3,8 MT.

Bij een doorzet van 2,4 MT zijn de kosten per ton voor drie ligplaatsen 48,27 Rs., en voor vier 55,10 Rs.

Figuur 6.12 toont dat tot een doorzet van zo'n 2,9 MT de kosten per ton het laagst zijn voor het alternatief met drie ligplaatsen.

6.3.4 Conclusie aantal ligplaatsen voor droge bulk

Voor overslag van droge 'minor' bulk zijn tot 2000 drie ligplaatsen nodig. Bij deze oplossing zijn de kosten per ton het laagst en wordt er voldaan aan de gestelde randvoorwaarde. Deze conclusie wordt getrokken na zowel een verkeerstechnische- als een economische analyse.

Randvoorwaarde in deze analyses was dat de overslagcapaciteit minstens een doorzet van 2,4 MT moest kunnen verwerken.

6.4 Benodigd aantal ligplaatsen ijzererts

In 2000 moet er bij de ijzererts terminal 7,5 MT worden geladen. Uitgaande van het feit dat schepen tussen de 60.000 DWT en 100.000 DWT hiervoor NMP zullen aandoen, kan er gerekend worden op zo'n 100 schepen.

Thans wordt jaarlijks een kleine 4 MT geëxporteerd; per schip ongeveer 40.000 ton. het laden geschied met behulp van transportbanden en een scheepslaadmachine, welke een 'peak capacity' heeft van 6.000 t/hr.

De terminal, welke beschikt over één ligplaats, heeft een capaciteit van 7,5 MT; voldoende voor laadactiviteiten tot 2000. Er wordt nog wel gekeken of die ene ligplaats het verkeer redelijkerwijs aankan.

Servicetijd:

In 1987 bedroeg de servicetijd aan de ertssteiger --voor het laden van gemiddeld 40.000 ton-- 2,65 dag. Hierbij moet worden aangetekend dat de scheepslaadinstallatie niet op "volle toeren" draaide; er werd slechts met een laadsnelheid van 1.200 t/hr geladen, terwijl deze een 'effective capacity' heeft van 4.000 t/hr. Dit was het gevolg van het feit dat de mijn --die het erts aanvoert-- niet regelmatig de terminal bevoorraadde. Hierdoor moest vaak gewacht worden voordat men (verder) kon laden. Bovendien werden er enkele keren ook andere bulkschepen aan deze steiger geholpen. Het laden en lossen van deze schepen ging relatief langzaam.

Voor een efficiënt laadproces is het wel noodzaak om de ertsaanvoer goed te reguleren.

De gemiddelde servicetijd voor het laden van erts in 2000 wordt gesteld op 2,0 dag; 0,65 dag korter als in 1987.

De vracht wordt dan wel gemiddeld twee keer zo groot, maar de laadinstallatie wordt verondersteld met een meer dan twee keer zo hoge laadsnelheid als in 1987 te werken; dan werkt deze op z'n 'effectieve capacity' van ongeveer 4.000 t/hr.

Bij regelmatige aanvoer vanuit de mijn kan voor de bepaling van de optredende wachttijden gebruik gemaakt worden van een E2/E8/n-verdeling, terwijl ook is gekeken naar de resultaten voor een E2/E2/n-verdeling, mocht de aanvoer niet goed te controleren zijn (zie tabel 6.13).

Tabel 6.13 BEZETTINGSGRAAD EN WACHTTIJDEN IJZERERTS TERMINAL.

verdeling	1 aanlegplaats		2 aanlegplaatsen	
	u	w	u	w
E2/E8/n	0,55	0,43	0,27	0,01
E2/E2/n	0,55	0,49	0,27	0,02

Uit tabel 6.13 blijkt dat de wachttijden voor de twee verschillende verdelingen elkaar niet veel ontlopen. Een iets minder efficiënt laadproces heeft dus niet al te veel nadelige consequenties.

De gemiddelde wachttijd bij één ligplaats --huidige situatie-- is ongeveer één dag. Bij twee ligplaatsen is de gemiddelde wachttijd zelfs nihil. De mate van bezetting geeft ook aan dat in dit geval sprake zal zijn van overcapaciteit.

Een gemiddelde wachttijd van een dag lijkt voor het erts vervoer geen groot probleem. Uit het herkomst- en bestemmingspatroon valt namelijk af te leiden dat het erts over grote afstand wordt vervoerd. Een dag extra wachten drukt dan relatief niet zo zwaar op de totale transportkosten voor een schip.

Conclusie:

De huidige terminal inclusief de ene ligplaats voldoet tot 2000 aan de eisen.

6.5 Benodigd aantal ligplaatsen kolenterminal

Vanaf 1994 moet in NMP kolen worden gelost. Op dit moment zijn daar nog geen faciliteiten voor aanwezig; uitbreiding met een kolenterminal is dus noodzakelijk. Voor deze terminal zal worden bepaald hoeveel ligplaatsen nodig zullen zijn.

Uit een optimalisatie studie --waarbij voor verschillende typen en groottes van schepen onderzocht is voor welk schip de transportkosten per ton het laagst waren-- zijn twee schepen naar voren gekomen zijnde de meest economische voor het vervoer van kolen. Beide schepen behoren tot de "zelflossers"; de ene is een self-unloader en de ander een geared bulk carrier.

In 2000 moet 5,76 MT worden overgeslagen, terwijl ook al bekend is dat de doorzet in 2014 9,36 MT zal bedragen. In tabel 6.14 is voor beide typen de gemiddelde hoeveelheid vracht, loscapaciteit, en het jaarlijks benodigd aantal schepen aangegeven.

Tabel 6.14 BENODIGD AANTAL SCHEPEN EN LOSCAPACITEIT.

type	tonnage (DWT)	loscapaciteit (t/hr.)	benodigd aantal schepen in 2000	benodigd aantal schepen in 2014
self-unl.	100.000	5000 - 7000	60	95
geared car.	87.000	1225 - 2225	70	110

Servicetijden:

Voor beide typen is met de gegevens uit tabel 6.14 de tijd die nodig is voor het losproces, te bepalen.

$$\text{self-unloader} : \frac{100.000}{5.000-7.000} = 15-20 \text{ uur}$$

$$\text{geared carrier} : \frac{87.000}{1.225-2.225} = 40-70 \text{ uur}$$

Behalve tijd voor het lossen moet ook tijd worden ingecalculereerd voor het aan- en afmeren, eventueel wachten op hoog water of op de loods, controleren van de lading, initiëren van de loswerktuigen etc. Deze "extra" servicetijd wordt gesteld op 5 uur.

Uitgaande van 4.400 effectieve werkuren --in 1987 waren dat er 4380-- dan wordt er over 365 dagen bezien, 12 uur netto (16 uur bruto) per dag gewerkt. De servicetijden worden dan als volgt:

$$T_{\text{self-unloader}} = \frac{20-25}{12} = 1,66-2,08 \text{ dag}$$

$$T_{\text{geared carrier}} = \frac{45-75}{12} = 3,75-6,25 \text{ dag}$$

Met een E2/E8/n-verdeling berekend, zijn in tabel 6.15 de resultaten voor maximum en minimum servicetijden gegeven.

Tabel 6.15 BEZETTINGSGRAAD EN WACHTTIJDEN KOLENTERMINAL.

type	aantal schepen	1 aanlegplaats		2 aanlegplaatsen		jaartonnage (in MT)
		u	w	u	w	
SELF-UNL. (Ts=1,66)	60	0,27	0,06	0,14	0,00	6,00
	80	0,36	0,11	0,18	0,00	8,00
	95	0,43	0,16	0,22	0,00	9,50
(Ts=2,08)	60	0,34	0,10	0,17	0,00	6,00
	80	0,46	0,18	0,23	0,01	8,00
	95	0,54	0,29	0,27	0,02	9,50
GEARED C. (Ts=3,75)	70	0,72	0,73	0,36	0,03	6,09
	90	0,92	3,00	0,46	0,07	7,83
	110	1,13		0,57	0,14	9,57
(Ts=6,25)	70	1,20		0,60	0,18	6,09
	90	1,54		0,77	0,58	7,83
	110	1,88		0,94	2,00	9,57

Opmerkingen over tabel 6.15:

- voor zowel de onder- als de bovengrens van de servicetijd is één ligplaats voor de self-unloader tot 2014 voldoende. De wachttijden variëren van 0,06 T_u tot 0,18 T_u. Alleen in het meest ongunstige geval --T_u = 2,08 dag-- in 2014 kan de wachttijd oplopen tot 0,29 T_u. Maar zelfs in dat geval is de gemiddelde wachttijd niet groter dan 0,6 dag, waardoor de 'turn around time' tot zo'n 2,6 dag beperkt blijft. Twee ligplaatsen zullen gezien de extreem lage bezetting tot enorme overcapaciteit leiden.
- het alternatief met de geared carrier kan --al in 2000-- alleen goed functioneren bij meer dan één ligplaats. Tot 2000 kan zelfs in het geval van de meest ongunstigste servicetijd, met twee ligplaatsen uitstekend gewerkt worden. De gemiddelde wachttijd blijft tot 0,5 dag beperkt, wat acceptabel is gezien de servicetijd van ongeveer 4,0 dag. Rond 2014 echter, kan een derde ligplaats benodigd zijn als de servicetijd blijkt tegen te vallen; waarnemingen!

Conclusies:

Wanneer self-unloaders worden ingezet voor het vervoer dan kan de kolenterminal tot 2014 met één ligplaats voldoen.

Als de geared bulk carriers voor het vervoer worden gebruikt zijn er tot 2000 twee ligplaatsen nodig. Na 2000 kan eventueel --bij tegenvallende servicetijden-- bouw van een derde noodzakelijk zijn.

6.6 Benodigd aantal ligplaatsen voor liquid bulk

Voor de overslag van liquid bulk is slechts één steiger beschikbaar, welke tankers tot 30.000 DWT kan ontvangen en een jaarlijkse capaciteit heeft van 1 MT.

Door de komst van een raffinaderij zal NMP geconfronteerd worden met het verkeer voor de import van 6 MT ruwe olie en export van zo'n 2 MT aan --door de raffinaderij afgeleverde-- producten.

De ruwe olie komt voor de ene helft uit havens in de Perzische Golf, en voor de andere helft uit Bombay.

Met een soort van 'design' schip studie is vastgesteld dat het vervoer van ruwe olie uit de Perzische Golf het meest economisch wordt uitgevoerd door schepen tot 150.000 DWT.

Het transport vanuit Bombay kan het best plaats vinden in tankers rond de 60.000 DWT.

Zoals al vermeld wordt NMP waarschijnlijk geïntegreerd in een zogenaamd 'two port discharge system'; grote tankers voorzien dan in een trip twee havens --NMP en Cochin-- van

ruwe olie. Vanuit de Perzische Golf wordt dan eerst NMP aan gedaan, waarna de halfvolle tanker --met daardoor minder diepgang-- in Cochin het resterende deel lost. Dit systeem is opgezet, omdat de haven van Cochin een beperkte geuldiepte heeft. De haven kan tankers tot 150.000 DWT ontvangen, doch deze kunnen slechts beperkt beladen zijn.

Het systeem is alleen economisch als het wordt uit gevoerd met tankers van 100.000 DWT en groter.

De maximum hoeveelheid ruwe olie die te Cochin kan worden gelost wordt bepaald door de geuldiepte aldaar.

De raffinaderij in Cochin moet in 2000 met 4,5 MT ruwe olie worden bevoorrad. De benodigde hoeveelheid voor NMP en Cochin ligt dus in verhouding 4:3.

Beide aspecten beschouwende kunnen onderstaande quantum verdelingen worden aangenomen:

Tabel 6.16 Verdeling van hoeveelheden ruwe olie tussen NMP en Cochin.

tankergrootte	quantum NMP	quantum Cochin
100.000 DWT	60.000 ton	40.000 ton
150.000 DWT	90.000 ton	60.000 ton

Voor NMP maakt het qua hoeveelheid niet uit of het met een tanker van 60.000 DWT of één van 100.000 DWT wordt aangevoerd.

De grootste product tanker die men verwachten kan, is gesteld op een formaat van 35.000 DWT. Uitgaande van het feit dat de product tankers in ballast aankomen, kunnen ze de maximale hoeveelheid laden. Voorzichtigheidshalve is de gemiddelde hoeveelheid op 20.000 ton gesteld, daar ook nog product tankers kleiner dan 35.000 DWT op NMP zullen varen.

Servicetijd:

De overslagsnelheid wordt bepaald door de pompcapaciteit van de schepen en de capaciteit van de pijpleiding.

De pompcapaciteit van de tankers varieert sterk en neemt toe naarmate de grootte van het schip toeneemt. De tankers --van 62.500 DWT-- die net in Korea besteld zijn, en worden ingezet voor het ruwe olie vervoer, hebben een pompcapaciteit van 3.000 t/hr.

Bij product tankers ligt deze capaciteit lager. Thans worden in NMP producten gelost met een snelheid van zo'n 500 t/hr.

In tabel 6.17 zijn voor de bepaling van de servicetijden voor de verschillende tankers de pompcapaciteiten vastgesteld. Bovendien is aangegeven hoeveel tijd het pompproces vergt.

Tabel 6.17 Pompcapaciteit en overpomptijden.

tankergrootte	pompcapaciteit	quantum	overpomptijd
60.000 DWT	3.000 t/hr.	60.000 ton	20 uur
100.000 DWT	3.000 t/hr.	60.000 ton	20 uur
150.000 DWT	4.000 t/hr.	90.000 ton	22,5 uur
product tanker	500 t/hr.	20.000 ton	40 uur

Behalve servicetijd voor het overpompen is er ook tijd nodig voor het aan- en afmeren, aan- en afsluiten van laadarmen of pijpleiding, deballasten etc. Deze tijd wordt gesteld op 10 uur.

Uitgaande van 20 service-uren per dag worden de gemiddelde servicetijden als volgt:

Tabel 6.18 Servicetijden voor de tankers te NMP.

tankergrootte	servicetijd
60.000 DWT	1,5 dag
100.000 DWT	1,5 dag
150.000 DWT	1,63 dag
product tanker	2,5 dag

6.6.1 Conventionele steiger of SBM

Nu kan een aanlegsteiger voor een olieterminal zowel in open zee als in een haven zijn gesitueerd.

Een afmeersysteem op open zee wordt 'Single Buoy Mooring' (SBM) genoemd. Met een pijpleiding is de SBM met de wal verbonden.

Een SBM kan bij matige jaarlijkse doorzet -- tot zo'n 5 MT per jaar-- economischer zijn dan een aanlegsteiger binnengaats.

Voor de situatie in NMP kan de SBM een alternatief voor een steiger in de haven zijn. In deze studie worden beide alternatieven bekeken, doch daar wordt in dit hoofdstuk niet verder op ingegaan. Hier wordt slechts bepaald hoeveel aanlegsteigers er voor elk alternatief nodig zijn.

SBM:

In 2000 komt er 3 MT ruwe olie uit Bombay; 60.000 ton per schip. Uit havens aan de Perzische Golf wordt ook 3 MT gehaald en bij de SBM wordt uitgegaan dat dit met de 150.000 DWT tanker plaats vindt (geen geuldiepte beperking).

- 50 schepen uit Bombay; servicetijd is 1,5 dag.
- 33 schepen uit de Perzische Golf; servicetijd 1,63 dag.

Proportioneel wordt de gemiddelde servicetijd dan:

$$\frac{50 \times 1,5 + 33 \times 1,63}{83} = 1,55 \text{ dag}$$

De mate van bruikbaarheid van een SBM is sterk afhankelijk van de weersinvloeden. Bij golven hoger dan 3 m. en bij windsnelheden hoger dan 15 m/s kan er niet aan- en afgemeerd worden. Gegevens hierover (figuren 3.1 en 3.3) tonen aan dat dit slechts voor 5% van het jaar voorkomt; dat zijn ongeveer 20 dagen.

Tevens moet de SBM eens in de zoveel tijd gecontroleerd en eventueel gerepareerd worden, waardoor deze niet voor overslag doeleinden kan worden gebruikt. Hiervoor zijn 10 dagen genomen.

Dus de SBM kan 335 dagen per jaar gebruikt worden.

Met voorgenoemde gegevens en een E2/E8/n-verdeling kunnen de onderstaande resultaten worden gevonden.

Tabel 6.19 Bezettingsgraad en wachttijd voor één SBM.

aantal schepen	servicetijd	ligplaats- dagen	u	w in %
80	1,55 dag	335	0,37	0,11
85	1,55 dag	335	0,39	0,13

één SBM blijkt dus voldoende te zijn.

Aanlegsteiger in haven:

Mocht de aanlegsteiger in de haven worden gesitueerd dan wordt er vanuit gegaan dat de 100.000 DWT tanker de grootste is die NMP aandoet. De 150.000 DWT tanker is vooral aantrekkelijk bij een SBM, doch niet voor in de haven; dit om baggerkosten te beperken.

Dus men krijgt te maken met de tanker van 60.000 DWT en die van 100.000 DWT, beide met 60.000 ton olie aan boord.

- 100 schepen en een servicetijd van 1,5 dag.

Met deze gegevens en de E2/E8/n-verdeling toont tabel 6.20 de bezettingsgraad en wachttijd.

Tabel 6.20 Bezettingsgraad en wachttijd voor één steiger.

aantal schepen	servicetijd	ligplaats- dagen	u	w in T _e
100	1,5 dag	365	0,41	0,14
110	1,5 dag	365	0,45	0,17

Ook in de haven is één steiger voldoende.

Product steigers:

De product tankers moeten in 2000 zo'n 2 MT aan producten exporteren. Daar per tanker ongeveer 20.000 ton wordt vervoerd zullen er zo'n 100 tankers voor de export nodig zijn.

Met de al eerder bepaalde servicetijd van 2,5 dag en een M/E2/n-verdeling zijn de volgende resultaten verkregen:

Tabel 6.21 Bezettingsgraad en wachttijden voor product steigers.

aantal steigers	aantal schepen	u	w in T _e
1	100	0,69	1,75
1	120	0,82	3,75
2	100	0,34	0,11
2	120	0,41	0,16

Uit tabel 6.21 blijkt dat in 2000 twee product steigers nodig zijn. Met één steiger worden de wachttijden veel te lang en bovendien heeft de huidige steiger slechts een capaciteit van 1 MT.

Conclusies:

Voor het systeem met een afmeersysteem in open zee zijn twee product steigers --in de haven-- en één SBM aanlegplaats nodig.

Het conventionele alternatief vereist één steiger voor ruwe olie en ook twee product steigers. Hier is het echter wel mogelijk om de bouw van de tweede product steiger "beter" te faseren. In de eerste jaren kan de ruwe olie steiger namelijk wanneer nodig ook producten behandelen; er is dan namelijk nog "capaciteitsruimte" over.

7. BEPALING BENODIGDE TERREINGROOTTES

Voor het opstellen van een Master Plan is het noodzaak te bepalen wat de terreinbehoefte van de verschillende terminals is. In dit rapport wordt dit slechts globaal bepaald en wordt voor zover mogelijk een terminal indeling gegeven.

7.1 Stukgoedterreinen

Behandeling van stukgoed (breakbulk en containers) vindt plaats aan de MPT of bij de huidige naast elkaar gelegen ligplaatsen. De benodigde terreingrootte voor beide terminals is onder andere afhankelijk van:

- de soort goederen.
- verhouding tussen import en export. De verblijftijd van de importgoederen is meestal iets langer en bovendien kunnen exportgoederen (vooral als het om containers gaat) iets efficiënter worden opgeslagen.
- verhouding tussen directe- en indirecte overslag.
- verblijftijd van de lading.
- ladinggrootte- en mix van het schip. Grotere ladingen en cargo-mixen vereisen grotere terreinen.
- aankomstenpatroon van de schepen.
- hoeveel goederen buiten opgeslagen kunnen worden.

Bepaling van het benodigde terreinoppervlak is dus een uitermate complex proces. In het algemeen is het terrein voor overslag van conventioneel stukgoed opgebouwd uit de volgende elementen:

- kade.
- overdekte opslagruimte.
- open opslagruimte.
- ruimte voor aan- en afleveren.
- verkeers- en parkeerruimte.
- spoorrails.
- kantines, kantoren en werkplaatsen.

Voor achtereenvolgens de breakbulk ligplaatsen en de MPT zal met gebruik van bovenstaande elementen, de benodigde terreingroottes worden bepaald.

7.1.1. De conventionele stukgoedterminal

De huidige terminal zal, gezien het beschikbare oppervlak, na enkele aanpassingen in staat zijn om het toekomstige verkeer te kunnen verwerken. Daar indirecte overslag wordt

aanbevolen, is het verstandig om alleen nog die sporen te gebruiken, welke achter de opslagplaatsen liggen. De sporen op de kade maken dan plaats voor opslagruimte of voor manoeuvreerruimte, welke nodig is voor het laden en lossen.

Het benodigde oppervlak voor opslagterrein wordt bepaald uit het jaartonnage en de gemiddelde verblijftijd van de goederen in de opslag, met de volgende betrekking :

$$O = \frac{F1 * F2 * Tj * Tg}{Mo * h * p * 365}$$

met,

- O = benodigd oppervlak voor opslag.
 F1 = verhouding bruto-netto oppervlakte, in verband met rijpaden (1,5).
 F2 = correctiefactor in verband met strippen en apart stapelen van bepaalde consignments of beschadigde goederen (1,2).
 Tj = jaartonnage.
 Tg = gemiddelde verblijftijd van de goederen.
 Mo = toelaatbare gemiddelde bezettingsgraad van de opslag.
 h = gemiddelde stapelhoogte (2 m.)
 p = gemiddelde relatieve dichtheid van de goederen (0,6).

In dit geval heeft men te maken met een jaartonnage van zo'n 0,5 MT en wordt de verblijftijd --ruim-- op 15 dagen gesteld, daar enkele goederen soms langer dan drie weken in de haven verblijven. Met een toelaatbare bezetting van 0,7 wordt er voor het benodigd oppervlak gevonden:

$$O = \frac{1.5 * 1.2 * 500.000 * 15}{0.7 * 2 * 0.6 * 365} = 44.000 \text{ m}^2$$

Er is thans 12.000 m² voor open opslag en zo'n 23.500 m² in transitloodsen beschikbaar. Door het verplaatsen van het dubbele spoor komt er ongeveer 6.000 m² open opslagruimte bij.

Uitgaande van het feit dat er in pakhuizen (bij het rangeerterrein) nog 10.000 m² overdekte opslagruimte gebruikt kan worden voor goederen die langer opgeslagen kunnen worden en vlak naast de terminal nog open opslagruimte is van zo'n 17.000 m², kan in de toekomst voldaan worden. De verhouding open opslag- overdekte opslag is dan 3:4.

Het totale oppervlak aan opslag is dus voldoende en ook de secundaire ruimte op de terminal lijkt voldoende (zie figuur 3.8). De huidige terminal hoeft dus niet te worden uitgebreid.

7.1.2. De multi-purpose terminal

De MPT onderscheidt zich van iedere andere terminal door het leveren van meer dan een specialisme voor overslag en opslag. Doordat aan deze terminal veelsoortige ladingen kunnen worden behandeld --conventioneel stukgoed, containers en droge bulk-- is er relatief meer ruimte nodig dan bij de conventionele terminal. Dit komt ook doordat er grotere hoeveelheden vracht per schip moeten worden behandeld.

De terreingrootte hangt vooral af van de benodigde opslagruimte, welke beschikbaar moet zijn voor :

- containers
- droge bulk
- conventioneel stukgoed

In 2000 worden 42.000 TEU's verwacht. De opslagruimte voor containers wordt bepaald met onderstaande formule :

$$O = \frac{T_j * T_g * F}{M_o * r * 365}$$

met,

- T_j = jaartonnage; hier 42.000 TEU's.
 T_g = verblijftijd goederen; hier op 7 dagen gesteld.
 M_o = toelaatbare gemiddelde bezettingsgraad; op 0,7 aangenomen.
 r = verhouding tussen gemiddelde stapelhoogte en maximale stapelhoogte; hier 0,65 gekozen.
 F = benodigde ruimte per TEU inclusief rijstroken. Hier wordt voor F zo'n 25 m² genomen. Het 'handling system' zal bestaan uit vorkheftrucks en later misschien een enkele straddle carrier. De stapelhoogte wordt dan 2 à 3 stuks.

Na invulling in de formule bedraagt het benodigde terreinoppervlak zo'n 44.000 m².

Behalve containers zal er ook droge bulk en breakbulk worden verwerkt. Uitgaande van 42.000 TEU's en gemiddeld 5 ton per TEU (niet alle zijn vol, ook onder andere enkele lege) en een jaarlijkse totale doorzet van ongeveer 0,5 MT, dan zal er ook nog zo'n 200.000 ton breakbulk en 100.000 ton droge bulk worden overgeslagen.

Voor de conventionele stukgoed terminal werd gevonden dat er 12.000 m² opslagruimte per 100.000 ton nodig was. Dit wordt ook voor de MPT aangenomen.

Voor droge bulk wordt een vuistregel gehanteerd: per 20 ton bulk een m² netto opslag. Er is dan 5.000 m² nodig.

Totaal wordt dan de benodigde netto opslagruimte:

- container	44.000
- breakbulk	24.000
- droge bulk	<u>5.000</u>
totaal:	73.000 m ³

Daarnaast is ook ruimte nodig voor lege en beschadigde containers, het "stufen" en "strippen" van containers, rijstroken, parkeren, kadewerkplaatsen en kantoren.

Grofweg is de totale terreingrootte het dubbele van de totale benodigde netto opslagruimte. Het benodigd oppervlak voor de MPT wordt zodoende 15 ha. Dit is ook in de toekomst genoeg, met het oog op ombouwen tot containerterminal. Wel zijn uitbreidingsmogelijkheden dan nog wel gewenst.

De MPT krijgt drie ligplaatsen. De grootste multipurpose-schepen, die de MPT zullen aandoen hebben een lengte van rond de 180 m., terwijl de meeste conventionele stukgoed schepen een lengte van zo'n 140 m. hebben. Gemiddeld wordt 170 m. genomen; er worden meer multipurpose schepen verwacht. De benodigde kadelengte per ligplaats wordt bepaald aan de hand van de volgende betrekking:

$$1,1 * 170 + 15 \text{ (in m.)}$$

De totale kade wordt dan 600 m. lang. De terminal wordt dus zo'n 250 m. diep.

7.2. De droge bulkterminal

In 2000 wordt er 2,4 MT droge bulk voor overslag verwacht. Het goederenpakket is veelzijdig, behoort tot de zogenaamde "minor" bulkgroep en wordt aan- en afgevoerd door merendeel bulk carriers tussen de 20.000 en 40.000 DWT.

Vandaar dat hier voor een soort van multi-product-bulkterminal wordt gekozen. Ver doorgevoerde specialisatie is niet mogelijk, alhoewel gedeeltelijke specialisatie van de erts-soorten economisch interessant kan zijn.

Bij deze terminal wordt zowel directe- als indirecte overslag toegepast.

Een analyse moet uitsluitsel geven over de materiaalstromen en de capaciteiten van de in te zetten werktuigen en opslagvoorzieningen, die geheel verschillend van aard kunnen zijn. De infrastructuur van een dergelijke terminal is dan ook ingewikkeld en vraagt grote zorg.

Echter, over de materiaalstromen is zeer weinig bekend, waardoor niet kan worden bepaald welke werktuigen het best kunnen worden ingezet en er geen gedetailleerde terminal indeling kan worden gemaakt.

Ten behoeve van het Master Plan wordt hier dan ook slechts een grove schatting van de terreingrootte gemaakt; de terminal kan dan wel in het nieuwe havenplan worden geïntegreerd.

Gezien de conventionele methode van overslag en de doorzet van 2,4 MT, kan voor de benodigde netto opslagruimte een vuistregel gebruikt worden, welke uitgaat van 4 ha. per 1,0 MT jaarlijkse doorzet. Hier wordt dan $2,4 * 4 = 10$ ha. gevonden. Uitgaande dat de opslag zo'n 50% van het totale terrein inneemt, wordt oppervlak van de multi-product terminal ongeveer 20 ha.

De kade met drie ligplaatsen krijgt, gezien de lengte van de te verwachten bulk carriers --meest tussen de 20.000 en de 40.000 DWT met een lengte tot ongeveer 180 m.-- een totale lengte van 600 m. De terminaldiepte wordt dan rond de 300 m.

7.3. De ertsterminal

Zoals al vermeld, behoeft de ertsterminal geen uitbreiding of aanpassing, daar de terminal ontworpen is op een capaciteit van 7,5 MT; dezelfde hoeveelheid als de geprojecteerde doorzet voor 2000.

Het terreinoppervlak is groot genoeg --24 ha.-- voor de beoogde activiteiten. Zeker, rekening houdend met het feit dat een grote strategische opslag niet nodig is, daar de mijn in eigen land op korte afstand ligt en het hele jaar door erts levert.

7.4. De kolenterminal

Bij het bepalen van de terreingrootte voor de nieuw te construeren kolenterminal moet met de volgende factoren rekening worden gehouden:

- totale doorzet per jaar.
- verblijftijd goed op het terrein.
- partijgrootte.
- gebruikte methode van opslag.
- methode van af- en aanvoer.
- mogelijke hoogte en breedte van de opslag (betreft de toelaatbare druk op de ondergrond).

Men krijgt echter te maken met vrij grote doorzet --tot 9,36 MT in 2014-- welke door de schepen zelf wordt gelost. Behalve hoppers zijn loswerktuigen op de kade dus niet nodig.

Er wordt gekozen voor indirecte overslag, waarbij tussen

de vervoersfasen opslag plaats vindt. De fasen worden hierdoor onafhankelijk van elkaar en eventuele storingen of vertragingen in een schakel van de totale transportketen hoeven dan niet de hele keten stil te leggen.

Door het scheiden van de los- en laadfuncties, wordt flexibiliteit in de operaties verkregen en kunnen de verschillende transportmiddelen optimaal worden geladen en gelost.

Het volgende systeem komt gezien de relatief grote doorzet en de aard van het product het meest in aanmerking:

De schepen lossen zelf en storten de kolen in een hopper op de kade; eventueel verschil in losritme wordt dan door accumulatie genivelleerd. Na de hopper komen de kolen op een systeem van transportbanden, die ze vervoert naar een meer naar achter gelegen deel van de terminal, alwaar ze via een bandafwerpinstallatie in het opslagbed terecht komen. Met diezelfde installatie van 'stacker-reclaimers' kunnen die kolen, wanneer nodig, weer verder getransporteerd worden, voor preparatie voor vervoer naar Nandigur.

De benodigde terreingrootte is afhankelijk van de opslag en van het oppervlak dat nodig is om de kolen "op transport te zetten". Dit laatste punt is weer afhankelijk van de transportmethode.

De opslag is bedoeld om fluctuaties in de aan- en afvoer op te vangen, daar strategische reserve niet nodig is; de kolen komen uit eigen land. Zowel de aanvoer uit Paradip als de afvoer naar Nandigur vindt bijna continu plaats. Een buffer van 4 à 5 scheepsladingen lijkt genoeg; dit komt neer op zo'n 400.000 ton.

De grond in NMP bestaat voornamelijk uit zand en men kan dus een hoge druk toelaten op de grond. Gekozen wordt voor opslag in lange hopen in trapeziumvorm, met een hoogte van ongeveer 20 m. en een breedte van rond de 50 m. De benodigde opslagruimte, bij een gemiddelde van 6 ton/m² wordt dan zo'n 66.000 m².

Het exacte oppervlak is ook afhankelijk van het bereik van de 'stacker-reclaimers' en de inwendige wrijvingshoek van kolen.

Het oppervlak voor opslag inclusief gebouwen, rijstroken, kade etc. wordt ongeveer twee keer zo groot gesteld, en wordt dus zo'n 12 ha. Dit is hier alleen nog maar een schatting. In hoofdstuk wordt hier gedetailleerder op ingegaan.

7.4.1 Twee methoden voor kolenvervoer naar Nandigur

De eindbestemming van de kolen is echter de electriciteitscentrale van Nandigur. Vanuit de haven moeten de kolen dus nog over land verder worden getransporteerd. Hiervoor zijn twee verschillende transportsystemen

mogelijk:

- via het spoor.
- als "slurry" via een pijpleiding.

De keuze voor een van de twee heeft vergaande consequenties voor de inrichting en het benodigde oppervlak van de kolenterminal. En dit heeft weer z'n invloed op het ontwerp voor de nieuwe havenindeling en het Master Plan.

Beide systemen worden onderzocht, waarna een keuze voor een van beide wordt gemaakt op grond van economische overwegingen en inpasbaarheid in de haven.

De randvoorwaarden voor dit onderzoek zijn de volgende:

- de jaarlijkse doorzet is 5,76 MT in 2000 en loopt op tot 9,36 MT in 2014
- de afstand tussen Nandigur en NMP is 36 km.
- deze route is vlak zonder barrières, slechts één keer wordt een rivier gekruist en de bodem bestaat voornamelijk uit zand.
- tussen New Mangalore en Nandigur wordt een enkelbaans spoorweg aangelegd voor personen- en goederen-vervoer. Deze spoorlijn kan echter --behalve in de eerste twee jaar-- niet gebruikt worden voor kolenvervoer. De capaciteit is daarvoor te klein en bovendien zou het kolen vervoer teveel vertraging ondervinden, doordat er meer dan alleen kolen over deze spoorweg wordt vervoerd.
- de schepen, die het transport over zee verzorgen zijn zogenaamde zelflossers.
- enige specifieke eisen t.a.v. slurry-transport of treinvervoer, welke na het bestuderen van beide systemen kunnen worden genoemd.

Transport als slurry:

Slurry is een tweefasenmengsel van vaste stof en vloeistof. De vaste stof bestaat uit materialen zoals kolen of erts en de vloeistof meestal uit water. De slurry wordt onder hoge druk via pijpleidingen verpompt.

Een dergelijk systeem wordt meestal economisch pas verantwoord beschouwd bij afstanden langer dan 50 km., of capaciteiten groter dan 5 MT per jaar. Het grote voordeel van het systeem is dat ze de mogelijkheid bieden om vergaand te automatiseren.

Drie slurry-methoden en een keuze voor één:

Thans bestaan er drie methoden voor slurry transport van kolen; een kolen-olie mix (KOM), kolen-water mix (KWM) en kolen-water slurry (KWS).

De KOM is een mix van 50% kolen, 40% olie en 2 tot 10% water (percentages zijn in gewichtsprocenten). Om de stabiliteit van het mengsel te vergroten worden bovendien nog chemische stoffen toegevoegd.

De KOM is gezien als mogelijke vervanging van olie. In de jaren '70 werd in de V.S. onderzoek gedaan op dit gebied om 's lands afhankelijkheid van olie uit het Midden-Oosten te reduceren. Testen hebben uitgewezen dat deze methode technisch uitvoerbaar is.

De hoge dichtheid KWM is ook ontwikkeld om ter zijner tijd olie en gas te vervangen. De mix bestaat uit 70% zeer fijne kolendeeltjes (gemiddelde diameter 0,035 mm.), 29% water en 1% chemische toevoeging.

De slurry van dit type hoeft niet ontwaterd te worden. Deze technologie is nog in het experimentele stadium, maar wordt verwacht binnen vijf jaar voor commercieel gebruik beschikbaar te zijn.

Met de derde methode, de KWS, wordt al twintig jaar succesvol gewerkt. Bekendste voorbeeld is de 'Black Mesa Pipeline'. Deze methode is ontwikkeld om kolen goedkoop over lange afstand te transporteren.

De KWS bestaat uit 50% kolen deeltjes (gemiddelde diameter 1 mm.) en 50% water. Het mengsel heeft een lage viscositeit, zodat chemische toevoeging niet nodig is. De slurry moet bij de centrale worden ontwaterd.

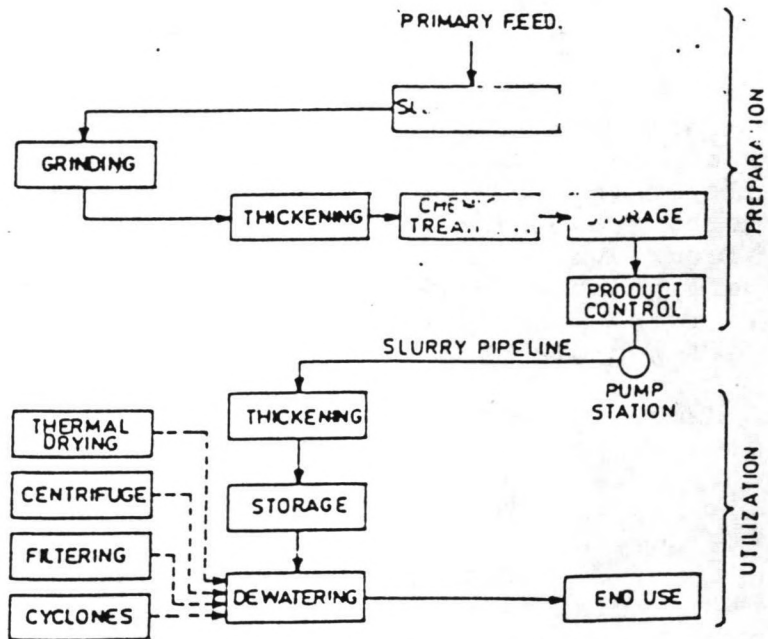
Voor deze studie wordt voor een mogelijk slurry-systeem uitgegaan van de kolen-water slurry (KWS) methode.

Het is op het moment het enige systeem dat in de praktijk heeft bewezen betrouwbaar, technisch uitvoerbaar en rendabel te zijn.

De KWM, daarentegen, is dan wel goed getest maar is nog in een ontwikkelingsfase en moet z'n waarde in de praktijk nog bewijzen. Ondanks het feit dat hier een ontwateringssysteem niet nodig is, waardoor de kosten enigszins worden gereduceerd, lijkt het niet verstandig in een land als India, waar men niet veel kennis heeft van dit systeem, als eerste te gaan werken met een compleet nieuw slurry-systeem.

De KOM is uit economische overwegingen niet interessant. Maar liefst 40% van het mengsel bestaat namelijk uit relatief dure olie. Een methode welk water in plaats van olie gebruikt (KWS) is veel goedkoper.

Bovendien is de KWS-mix in de eerste plaats ontwikkeld puur voor transportdoeleinden, terwijl de andere twee mixen vooral alternatieven zijn voor olie en gas en daarnaast ook nog via een pijpleiding kunnen worden getransporteerd. Echter, transport is niet het primaire doel.



BLOGK DIAGRAM
SLURRY PROCESSING SYSTEM

figuur 7.1

Het KWS-systeem:

Het kolen-water slurry systeem bestaat uit een drietal deelsystemen, te weten:

- het slurry voorbereidingssysteem.
- het vervoerssysteem.
- het nabewerkingssysteem.

In figuur 7.1 is een overzicht gegeven van de systemen.

Slurry-voorbereiding is het proces waarbij de slurry geschikt gemaakt wordt voor pijpleidingtransport. Een voorbereidingsinstallatie zorgt hiervoor.

Vanuit de droge opslag worden de kolen eerst vermalen, waarna water wordt toegevoegd en beiden componenten worden vermengd. Hierna gaat de slurry door een soort veiligheidszeef, waar nog aanwezige te grote kolendeeltjes worden verwijderd. Na deze controle wordt de slurry opgeslagen in een tank met mengarm, voordat het via het pompstation door de pijpleiding kan worden getransporteerd.

In dit proces is controle van de slurry dichtheid en die op de grootte van de kolendeeltjes (diameter meestal niet groter dan 5 mm.) zeer belangrijk. Controle van de slurry dichtheid is nodig daar de dichtheid moet worden afgestemd op de hydraulische eigenschappen van de pijpleiding; de snelheid van de slurry in de pijpleiding mag de "kritische snelheid" --een minimaal benodigde snelheid-- niet onderschrijven en tevens mogen de kolendeeltjes niet te groot zijn, want verstoppingen zijn dan het gevolg.

Een vloeiend verloop van het transport --geen verstoppingen-- is van de hoogste prioriteit. Om dit te bereiken wordt gestreefd naar een hoge graad van stabiliteit en een lage viscositeit van het mengsel. In enkele gevallen worden daarom ook nog chemische stoffen toegevoegd.

Het vervoerssysteem bestaat uit een pijpleiding met enkele pompstations.

Door ruwheid van de binnenwand van de pijpleiding neemt de snelheid steeds af. Afhankelijk van de ruwheid, pompdruk en de slurry dichtheid moet de slurry om de zoveel kilometer door een ander pompstation "op snelheid" worden gebracht. Dit systeem vereist bij elk pompstation een opslagtank.

Het nabewerkingssysteem --ook wel ontwateringssysteem-- heeft als functie het ontwateren en drogen van het vaste materiaal, zodat dit gebruikt kan worden voor verbranding. Voor gebruik in de centrale zijn namelijk droge kolen vereist.

Na aankomst bij de centrale wordt de slurry opgeslagen en met een centrifuge of filter ontwaterd. Het water kan

weer terug worden gepompt naar de bron waar het weer voor de slurryficatie kan worden gebruikt.

Voor een slurrsysteem moet een goede balans worden gevonden tussen de kosten voor transport en die voor het ontwateren.

Lage transportkosten worden verkregen als de deeltjes zeer fijn gemalen worden; de "kritische snelheid" ligt dan laag en er kan bespaard worden op energiekosten en kosten voor pompinstallaties.

Echter, bij het ontwateren nemen de kosten toe met de afname van de deeltjesgrootte. Grover materiaal reduceert de kosten voor zowel de voorbereiding als de ontwatering, doch de slurry is dan niet erg homogeen en moet met hogere snelheden worden verpompt om het in suspensie te houden. De energiekosten nemen in dit geval toe.

Dimensionering slurrsysteem voor NMP-Nandigur:

Wanneer voor vervoer van NMP naar Nandigur wordt gekozen voor het slurrsysteem, dan zijn bij de kolenterminal een voorbereidingsinstallatie, een pompstation, een wateropslagplaats en een slurry opslagtank nodig. Nadat een 'reclaimer' de kolen van de opslag heeft gehaald, en een transportband deze bij de voorbereidingsinstallatie heeft gebracht, kan de slurryficatie beginnen.

Transport van slurry vindt 7 dagen per week, 24 uur per dag plaats. Er kunnen zich problemen voordoen, zoals het uitvallen van de pompdruk of onderdelen van de voorbereidingsinstallatie, waardoor het systeem stil komt te liggen. Bij de Black Mesa pipeline komt zoiets slechts een enkele keer voor en het oponthoud is nooit langer dan 4,5 dag geweest. Gemiddeld ligt dat systeem zo'n 10% van de tijd stil. Vandaar dat voor de NMP-Nandigur-pijpleiding ook uit wordt gegaan van 10% uitval per jaar.

Met een doorzet van 9,36 MT in 2014 wordt de volgende benodigde dagcapaciteit gevonden:

- aantal beschikbare dagen = $0,9 * 365 = 328,5$ dag
- jaarlijkse doorzet = 9,36 MT

$$\text{dagcap.} = \frac{9.360.000}{328,5} = 28.500 \text{ ton kolen} = 57.000 \text{ ton slurry}$$

Per uur moet er dus ongeveer 1.200 ton kolen worden verwerkt tot slurry. De 'stacker-reclaimer' en de voorbereidingsinstallatie moeten dan in piekuren zo'n 1.800 t/hr. kunnen verwerken.

De afstand tussen NMP en Nandigur is slechts 36 km., zodat

TYPICAL DILUTE SLURRY (50-50) TRANSPORTATION

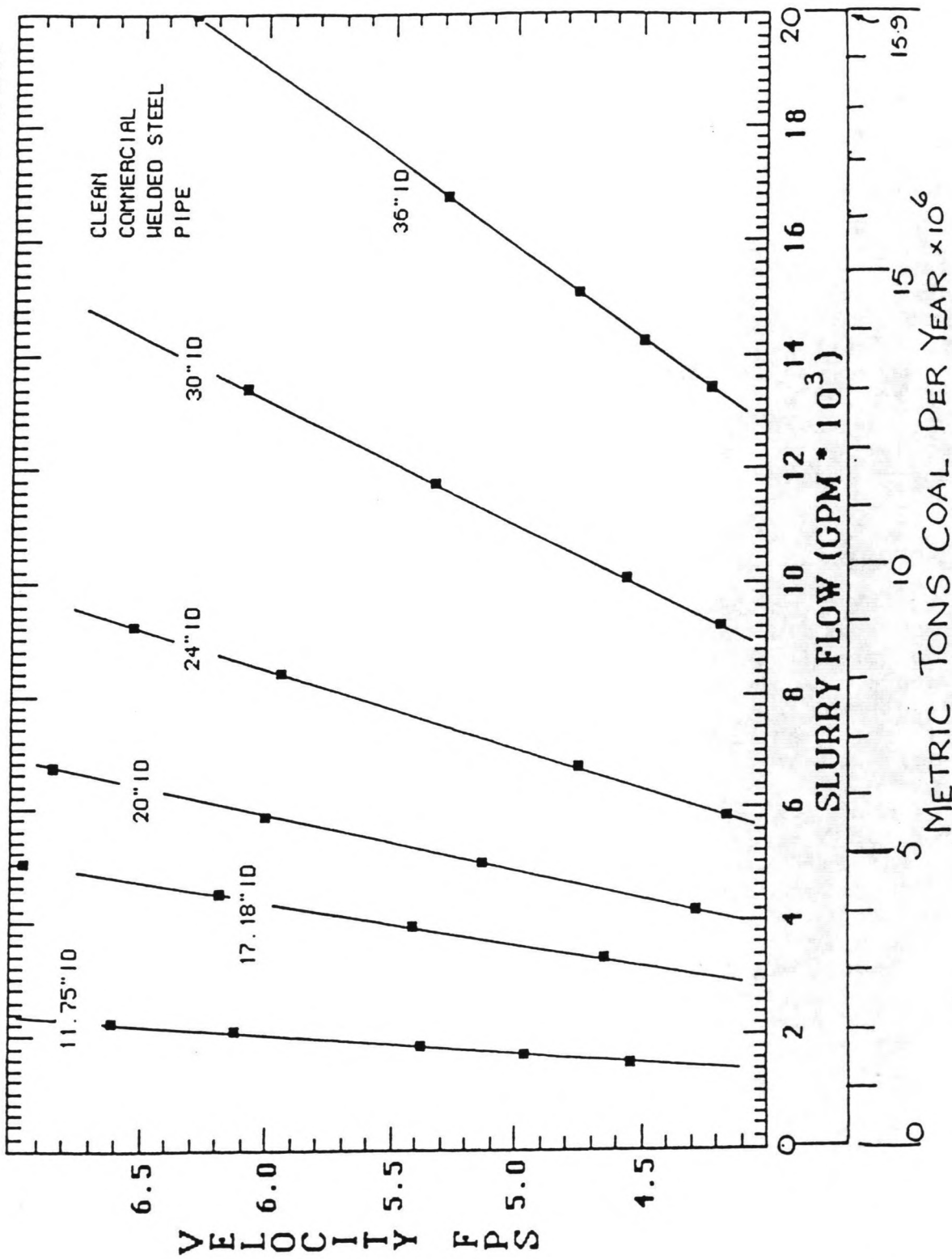


figure 7.2

één pompstation voldoet. Uit een dergelijke studie van RITES blijkt dat voor een afstand als 36 km. en bij een doorzet zoals die in de situatie hier, waarbij geen grote hoogten moeten worden genomen (reliëf) één pompstation het werk aankan.

De pijpleiding-keuze (materiaal, wanddikte, diameter) hangt af van:

- druk.
- temperatuur.
- jaarlijkse doorzet.
- transportsnelheid.
- soort- en dichtheid slurry.

Afhankelijk van de laatste twee punten vindt slijtage plaats. Deze kan met die twee laatste gegevens worden voorspeld, welke dan ook van invloed is op de pijpleiding-keuze.

De corrosie wordt beperkt door chemische toevoegingen.

De diameter van de pijpleiding volgt uit de vereiste doorzet en pompsnelheid. Er wordt in eerste instantie uitgegaan van een leiding met een doorzet van 5,76 MT in 2000. Later --na 2010-- kan dan altijd nog worden uitgebreid.

Uitgaande van 5,76 MT kan met behulp van figuur 7.2 de benodigde pijpleiding worden gevonden. Een pijpleiding met een diameter van 20 inch = 500 mm. wordt gekozen.

De grootte van de opslag hangt vooral af van de doorzet. In de praktijk wordt voor de benodigde opslag bij de voorbereidingsinstallatie minstens zes uur doorzet genomen. De tijd tussen ontvangst van slurry in de opslagtank en het in de pijpleiding pompen wordt gebruikt voor laboratorium-analyses.

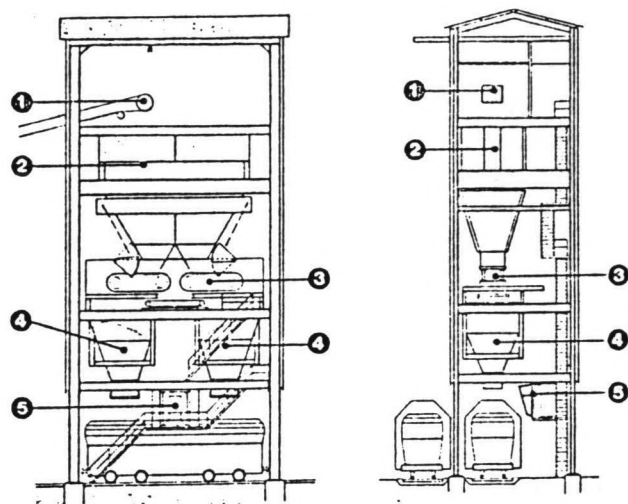
Zes uur doorzet komt hier op zo'n 15.000 ton slurry, wat bij een relatieve dichtheid van ongeveer 1,0 15.000 m³ ruimte nodig heeft. Bij een diepte van 3 m. wordt dat een oppervlak van 0,5 ha.

Voor de wateropslag --waaruit het water voor slurryficatie wordt gehaald-- wordt een zelfde oppervlak aangenomen.

In totaal wordt de benodigde ruimte op de kolenterminal voor slurrytransport-installaties op 2 ha. gesteld.

Transport via het spoor:

De meest toegepaste methode voor kolenvervoer over land is transport via het spoor. Overal in de wereld zijn terminals uitgerust met spooraansluitingen. Op de terminal worden wagons via een laadinstallatie geladen, waarna transport



figuur 7.3

kan plaats vinden.

Wanneer het vervoer naar Nandigur plaats vindt met treinwagons, dan moet de kolenterminal worden voorzien van een wagon-laadinstallatie en rangeermogelijkheden, en moet bij de centrale een wagon-losinstallatie komen.

In het algemeen werkt een wagon-laadinstallatie zoals in figuur 7.3 als volgt: treinwagons bewegen continu onder de weegbunkers door met een snelheid tussen de 0,125 tot 0,25 m/s. Door het verplaatsen van de trein tijdens het laden wordt het materiaal gelijkmatig over de wielbogies verdeeld. De band transporteur (1) stort de lading in een bunker (2) met uittrekinrichting (3), die de weegbunker (4) vult. De cabine (5) bevat de weegapparatuur en de apparatuur voor de op afstand bediende treinverhaalrobot.

Er zijn echter ook volledig geautomatiseerde laad- en losinstallaties.

De beschreven installatie heeft voor kolen een maximum capaciteit van ongeveer 2000 t/hr. De effectieve capaciteit wordt op 1500 t/hr gesteld.

Uitgaande van 300 werkdagen en 14 effectieve werkuren per dag ligt de jaarlijkse capaciteit van een dergelijke installatie rond de 6,0 MT. Met de jaarcapaciteit kan worden voldaan tot 2000. De dagcapaciteit is dan 22.500 ton.

Voor het aantal gebruiksuren per dag is 14 uur genomen, daar de installatie ook enkele uren per dag ongebruikt zal blijven door rangeren, aan- en afkoppelen en wachten op treinwagons.

Uit logistiek oogpunt kan vervoer tot 5,76 MT --doorzet in 2000-- uitstekend worden uitgevoerd door vier locomotieven met elk twintig wagons.

Per wagon kan er zo'n 40 ton worden vervoerd; een "trein" van twintig wagons heeft dus een vracht van 800 ton. In 2000 moeten ongeveer 20.000 ton per dag worden vervoerd. Dat betekent zo'n 25 "treinen" per dag.

Nu is de cyclustijd van zo'n trein ongeveer 2,5 uur; het laden en lossen neemt, uitgaande van de effectieve capaciteit van 1.500 t/hr., in totaal een uur in beslag ($2 \cdot 800 / 1.500 \approx 1$ uur), het reizen --twee maal 36 km.-- ook een uur, en het rangeren, aan- en afkoppelen nog eens een half uur (zie hieronder).

1/2	1/10	1/2	1/10	1/2	1/10	1/2	1/10
-----	------	-----	------	-----	------	-----	------

laden rangeren reizen rangeren lossen rangeren reizen rang.

Per dag is er met één "trein" dus een keer of 6 à 7 een volledige cyclus (rit) te maken. Daar een dergelijke cyclus dagelijks ongeveer 25 keer moet worden uitgevoerd, zijn er dus vier locomotieven en tachtig wagons nodig.

Op het moment dat een trein wordt geladen in de haven, wordt een ander gelost bij de centrale en zijn er twee onderweg.

Door vertragingen zullen de treinen wel eens op elkaar moeten wachten, doch daar de reisafstand erg klein is kan met vier treinen toch een zeer hoge bezetting van de laad- en losinstallaties worden gehaald; de totale reistijd is ten slotte relatief klein vergeleken met de laad- en lostijden.

In deze situatie kan worden voldaan met één spoorlijn, doch het is aan te bevelen om op enkele plaatsen van het traject een stukje "dubbel spoor" te leggen, zodat de treinen elkaar daar kunnen passeren. De vertragingen -- veroorzaakt doordat bij een enkelbaans spoorlijn de één soms moet wachten op de ander-- worden dan aanzienlijk beperkt.

In 2014 kan een laadinstallatie de vereiste doorzet --9,36 MT-- niet meer aan. Er zal een laadinstallatie bij moeten komen. Twee wagons kunnen dan tegelijk worden geladen. Bij de centrale zal zonnodig de losinstallatie ook moeten worden uitgebreid, zodat daar de lossnelheid toeneemt.

Het logistieke systeem verandert door deze aanpassingen niet veel. Dagelijks zal er anderhalf keer zoveel moeten worden vervoerd. Het rollend materieel moet dan worden uitgebreid met twee locomotieven en veertig wagons. De vertragingen kunnen dan wellicht toenemen, doch daar staat tegenover dat de laad- en lossnelheid is verdubbeld.

De totale lengte van een "trein" is, uitgaande van zo'n 15 m. per wagon, rond de 300 m.

Welk een terreingrootte vereist een dergelijk systeem? Het oppervlak is niet zo zeer het probleem, doch aan de breedte van de kolenterminal worden eisen gesteld in verband met de benodigde spoorweglengte.

De laadinstallatie zelf heeft niet veel ruimte nodig, doch voor het rangeren is veel ruimte nodig. Voor een trein van zo'n 150 m. is 150 m. opstelruimte nodig evenals dezelfde lengte voor het aankoppelen. Er is dus minstens een lengte van 300 m. nodig, en om niet alles te krap te dimensioneren lijkt 400 m. beter op z'n plaats.

Keuze voor één van de twee transportmethoden:

Om een keuze te kunnen maken voor een van de twee vervoerssystemen --slurry en trein-- worden beide getoetst aan de hand van de volgende criteria:

- technische uitvoerbaarheid.
- duur bouwtijd.
- bedrijfszekerheid.
- inpasbaarheid binnen beschikbaar terrein.
- kapitaals- en exploitatiekosten.

Beide transportmethoden hebben hun technische uitvoerbaarheid al lang bewezen; het slurrysysteem is al enige jaren in een tiental landen succesvol operationeel, met als grote voorbeeld de Black Mesa pipeline, en het transport met de trein wordt al lang overal in de wereld toegepast.

De lokale geotechnische en natuurlijke omstandigheden leggen de uitvoerbaarheid geen beperkingen op. Het gebied tussen NMP en Nandigur is vlak en bestaat voornamelijk uit zandgrond.

De duur van de bouwtijd zal voor beide methoden ongeveer even lang zijn. Voor beiden moeten installaties worden gebouwd en een transportmedium --spoorlijn of pijpleiding-- worden aangelegd. De totale bouwtijd voor het slurrysysteem zal waarschijnlijk iets langer zijn, daar de installaties voor voorbereiding en ontwatering van de slurry erg complex zijn. Op de totale bouwtijd, echter, welke op zo'n 3 jaar wordt geschat, zal dit niet erg veel uitmaken.

Alhoewel de bedrijfszekerheid van beide systemen voldoende is, wordt die van het slurrysysteem wel minder groot verondersteld.

Ten eerste is er overal in de wereld --ook in India-- ervaring met overslag van goederen in treinwagons, doch er is relatief weinig ervaring met het slurrysysteem, in India zelfs zeer weinig. De meeste kennis op het gebied van slurryvervoer heeft men in de V.S. (Black Mesa pipeline). Bij een storing zal men dus bij het slurrysysteem vaker dan bij vervoer per trein, voor verrassingen komen te staan.

Ten tweede is het slurrysysteem erg kwetsbaar voor storingen binnen het systeem, daar de complexiteit zeer groot is. Tevens zijn er veel meer onderdelen in de totale transportketen --vergeleken met het spoor-- die kunnen uitvallen, waardoor de faalkans van het hele systeem ook groter is. Thans wordt in NMP voor aanvoer van erts gebruik gemaakt van slurrytransport. De aanvoer is echter zeer onregelmatig, waardoor er vaak geen erts in voorraad is, en grote vertragingen optreden in het laadproces. De oorzaak van de onregelmatige aanvoer is niet exact bekend, doch het is aannemelijk te veronderstellen dat de aanvoer wordt vertraagd door storingen binnen het slurrysysteem.

Ten derde, ondanks dat het slurrysysteem succesvol kan werken is er nog veel voor verbetering vatbaar; nog te vaak valt het systeem onverwacht --en soms zonder duidelijk aanwijsbare reden-- uit. Drukuitvallen moeten worden verminderd, corrosie worden beperkt en er moet nog veel

onderzoek worden verricht naar de optimale slurry-dichtheid versus de kritische snelheid en naar de oorzaak van "onverwacht reageren" van de slurry.

Al met al kan worden geconcludeerd, dat eenvoud en ervaring van transport via het spoor een grotere bedrijfszekerheid garandeert.

Buiten de "overige" benodigde ruimte voor de kolenterminal, hebben installaties voor het slurrsysteem ongeveer 2 ha. terreinoppervlak in de haven nodig, terwijl transport via het spoor vooral een minimale breedte van 400 m. vereist.

De kolenterminal heeft dan in beide gevallen in totaal ongeveer 15 ha. nodig.

Nu is in de haven nog zo'n 110 tot 140 ha. terrein beschikbaar voor uitbreidingen. Ondanks dat NMP met meer dan alleen een kolenterminal moet worden uitgebreid, lijkt de hoeveelheid beschikbaar terrein geen beperkingen aan de terreingrootte van de kolenterminal op te leggen.

Het belangrijkste criterium bij de keuze voor een van de twee methoden is de hoogte van de jaarlijkse kosten. Voor beide systemen zijn daarom zowel de kapitaals- als de exploitatiekosten berekend (zie tabel 7.4).

Tabel 7.4 KAPITAALS- EN EXPLOITATIEKOSTEN VOOR KOLENTRANSPORT VIA SLURRY OF SPOOR. (in miljoen Rs.)

TREIN	SLURRY
<u>Kapitaalskosten :</u>	
1. enkelbaans spoorlijn incl. spoorwerken	550,0
2. materieel (4 loc's ; 12,0 per loc = 48,0) (80 wagons ; 0,9 per wagon = 72,0)	120,0
3. rangeerterreinen	90,0
4. wagonlaad- en losinstallatie (bij terminal en centrale)	75,0
TOTAAL:	835,0
<u>Exploitatiekosten:</u>	
1. onderhoud loc's (0,135 per loc per jaar)	0,6
wagons (0,015 per wagon per jaar)	1,2
rangeer/spoorlijn (1%)	4,6
laad- en losinstallaties (3%)	7,8
2. operationeel loc's (brandstof en olie)	1,9
(bemanning)	0,5
laad- en losinstallaties (Rs. 3 per ton)	17,3
TOTAAL:	33,9
<u>Kapitaalskosten :</u>	
1. voorbereidings- en ontwateringsinstal- laties (Rs. 160 per ton)	921,6
2. pijpleiding (1,4 per km.)	50,4
3. pompstation (met 8 pompen)	80,0
4. slurry opslag tanks en wateropslag	50,0
TOTAAL:	1102,0
<u>Exploitatiekosten:</u>	
1. onderhoud pijpleiding (1%)	0,5
pompstation (5%)	4
2. operationeel pompstation en pijpleiding	2,3
energie pompstations	25,2
(Rs. 400 per uur per pomp)	
3. onderhouds- en operationele kosten	259,2
voorber./ontwater. (Rs. 45 per ton)	
TOTAAL:	291,2

De kosten zijn deels gebaseerd op gegevens uit een studie van RITES. Deze heeft de kosten bepaald voor het kolenvervoer vanuit Talcher naar de verschillende centrales, voor zowel slurrytransport als voor transport via het spoor.

De grootte van enkele kostenfactoren in tabel 7.4 zijn bepaald door gebruik te maken van door RITES berekende eenheidsprijzen zoals kosten per km. spoorlijn, per km. pijpleiding, per ton voorbereide en ontwaterde slurry etc. Daar bij die studie alles op veel grotere schaal is, zijn de eenheidsprijzen voor dit project iets aangepast, en dus iets verhoogd. De grootte van de meeste kostenposten van het spoor-alternatief zijn bepaald met behulp van gegevens uit het Indian Railways Rolling Stock Programme.

Opmerking bij tabel 7.4:

- de kosten gelden voor de situatie in 2000. Om ook de doorzet in 2014 te kunnen vervoeren moeten er rond 2010 enkele uitbreidingen worden bekostigd en zullen de exploitatiekosten hoger worden.
- een percentage achter een post geeft aan dat voor de onderhoudskosten dat percentage van de betreffende kapitaalskosten is genomen.
- voor beide alternatieven zijn geen kosten voor de bouw van benodigde kunstwerken in rekening gebracht, daar niet bekend is of deze nodig zijn. Echter, het slurry-tracé zal wat betreft kunstwerken gebruik kunnen maken van bestaande bruggen etc. die al voor een spoorweg zijn aangelegd. Voor de "spoormethode" kan het noodzakelijk zijn om een aantal kunstwerken te verbreden.

Uit de tabel wordt geconcludeerd dat, het verschil tussen de benodigde investeringen niet eens zó bijzonder groot is, echter, de exploitatiekosten verschillen enorm.

Een uitgebreide berekening, waarin ook uitbreidingen in de loop der tijd zijn inbegrepen is niet nodig om direct in te zien dat het slurrysysteem --vooral door de veel hogere exploitatiekosten-- veel duurder is dan transport via het spoor.

Het grote verschil in exploitatiekosten komt vooral door de complexiteit --en de daaruit volgende kosten-- van het ontwaterings- en voorbereidingsproces.

Uit tabel 7.4 blijkt ook dat, mocht het spooralternatief toch nog aanvullende kunstwerken nodig hebben --meer dan het slurrysysteem-- dat dit niet veel zou uitmaken voor de uiteindelijke keuze voor één van beide systemen. Al zouden de kapitaalskosten voor de extra kunstwerken voor de spoorlijn de 600 miljoen Rs. overschrijden, dan noch, is het slurrysysteem op jaarbasis --gezien de enorme exploitatiekosten-- veel duurder.

Voor het overzicht zijn alle afwegingen nog even samengevat in tabel 7.5:

Tabel 7.5 Toetsing alternatieven slurry en spoor aan criteria.

criterium	SPOOR	SLURRY
technische uitvoerbaarheid	goed	goed
bouwtijd	± 2,5 jaar	± 3 jaar
terreingrootte kolenterminal	15 ha.	15 ha.
bedrijfszekerheid	goed	voldoende
kapitaalskosten	± 800	± 1.100
exploitatiekosten (in miljoen Rs.)	± 35	± 300

Conclusie:

Voor het kolenvervoer van NMP naar Nandigur wordt gekozen voor transport via het spoor.

De jaarlijkse kosten zijn voor dit alternatief het laagst en bovendien wordt de bedrijfszekerheid hoger geacht.

Voor dit alternatief is voldoende ruimte in de haven beschikbaar.

7.4.2 Conclusie betreft terreingrootte kolenterminal

De kolenterminal heeft een terreinoppervlak van ongeveer 15 ha. nodig.

Afhankelijk van het kolenvervoerende schip --self-unloader of geared bulk carrier-- is er een kadefengte nodig van respectievelijk 275 m. en 525 m.; het alternatief met de geared bulk carrier --lengte 236 m.-- heeft namelijk twee ligplaatsen nodig (2*236*1,1≈525 m.), terwijl die met de self-unloader --lengte 250 m.-- er maar één nodig heeft (1,1*250=275 m.).

Voor spoorwegdoeleinden moet de terminal minstens ruimte hebben voor het laden en rangeren van een 300 m. lange trein.

7.5 De liquid bulk terminal

Voor overslag van liquid bulk kunnen diverse typen terminals worden onderscheiden. De meest voorkomende is de conventionele terminal met steigers in de beschutting van de haven. Deze terminal met opslagterrein is meestal voorzien van een gebaggerde toegangseul en golfbrekers.

Een andere mogelijkheid voor een terminal is een SBM. Een SBM is een eenpuntsafmeersysteem op open zee, welke verbonden is met een pijpleiding naar de wal, alwaar opslag plaats vindt.

Een dergelijk systeem wordt gebruikt wanneer vervoerd wordt in zeer grote tankers en de geuldiepte beperkt is. Groot voordeel van de SBM is dat deze in zeer diep water dienst kan doen. Deze oplossing voorkomt een grote investering voor een haven met steigers, baggerwerk, golfbrekers, etc.

Een SBM bestaat uit drie hoofdonderdelen, te weten:

- het boeilichaam (verdeeld in waterdichte componenten).
- de draaitafel.
- het pijpleidingsscharnier.

Daar het schip dat afgemeerd ligt aan een SBM, vrij kan bewegen, neemt deze altijd de meest gunstige positie in ten opzichte van een combinatie van wind, stroom en golven.

Benodigd terreinoppervlak:

In het algemeen wordt het benodigde terreinoppervlak voor overslag van liquid bulk voornamelijk bepaald door de grootte van de opslagterreinen. Deze worden weer bepaald door het aantal en de afmetingen van de opslagtanks, alsmede de afstand tussen de tanks. Hieraan moet ook nog ruimte worden toegevoegd voor wegen, pompstations, gebouwen en deballast-water tanks.

Nu is olie een brandgevaarlijk product. Vandaar dat er bijzondere eisen aan de terminal-locatie, aan de betrouwbaarheid van opslag- en overslag uitrusting en aan de veiligheid van de bedrijfsvoering worden gesteld. Zowel omwonenden, omgeven industrie en de terminal zelf moeten worden beschermd tegen risico's.

De terminal wordt het liefst afgescheiden van de andere havenactiviteiten.

Bijzondere eisen aan de opslag zijn dat de tanks omgeven moeten zijn door een wal. En wel zo, dat bij bezwijken van een tank de olie niet buiten de wal kan komen. Dit niet alleen uit veiligheid, doch ook uit milieu-oogpunt.

Nu is de raffinaderij op slechts 9 km. van de haven gesitueerd. De opslagtanks in de haven situeren gezien de beperkte ruimte in NMP --zeker nu grote uitbreidingen nodig

zijn-- geen geschikt idee. Het is dan logischer om de olie direct van de raffinaderij naar de haven, en omgekeerd, te pompen. Aangenomen wordt dat er bij de raffinaderij meer ruimte is voor opslag.

In NMP is al een liquid bulk terminal. Nu extra opslag niet nodig is, is er niet veel extra terrein nodig. Er zullen meer watertanks nodig zijn, een enkel gebouw misschien en wat ruimte voor nieuwe steigers, doch deze vragen weinig "droog" oppervlak. En er is nog zo'n 2 ha. op de bestaande terminal "over".

Concluderend kan worden gezegd dat voor de liquid bulk terminal geen extra terrein nodig is.

8. BEPALING BENODIGDE WATERAREALEN

8.1 De toegangsgeul

De haven is gelegen aan een zandige kust met flauwe onderwatertaluds. Om de steeds groter wordende schepen te kunnen ontvangen is een toegangsgeul nodig waarvan de richting, lengte, diepte en breedte moet worden vastgesteld.

8.1.1 Het tracé

Het ontwerp van het "natte" oppervlak van de haven moet garanderen dat de schepen op een veilige en makkelijke manier een ligplaats kunnen bereiken en dat het laden en lossen vlug en efficiënt kan plaatsvinden. In een dergelijk ontwerp voor de oriëntatie van de geul moet er met een complex geheel van factoren rekening worden gehouden, zodat het sluiten van compromissen onvermijdelijk is.

Het tracé wordt meestal bepaald door de geografie en de locale bodem- en omgevingscondities. Bij het vaststellen van de optimale richting moet er sterk rekening gehouden worden met de sterke, richting en frequentie van stroom, wind en golven.

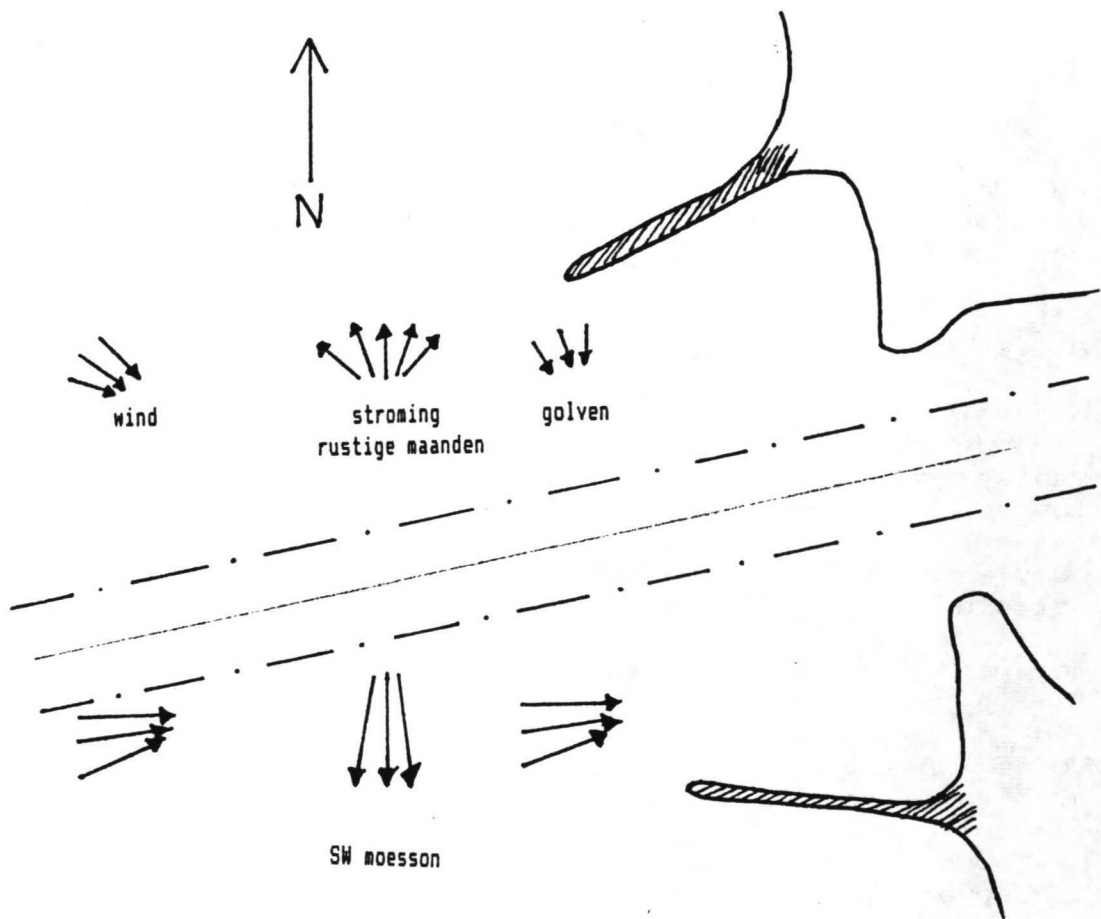
Voor het tracé is uiteraard de oriëntatie van de haveningang van groot belang. Deze moet zo zijn dat het scheepvaartverkeer zo min mogelijk last ondervindt van dwarsstroom en dwarswind. Vaak is dit echter niet helemaal te vermijden. Het voorkomen van grote dwarsstroomgradiënten voor de haveningang is nog belangrijker dan het vermijden van grote dwarsstromen.

Een dominante stroomrichting vraagt om een havenoriëntatie waarbij schepen tegen die richting in, de haven binnen kunnen varen. Immers, de havenmond wordt bij voorkeur genaderd met een zo laag mogelijke snelheid; dus zoveel mogelijk tegenstrooms.

Het tracé wordt zo mogelijk georiënteerd dat stroom en wind geen grotere drifthoeken dan 15° kunnen veroorzaken. Een grotere drifthoek maakt de binnenvaartmanoeuvre onveilig.

Om voldoende bescherming tegen golfindringing te bieden dient de havenopening bij voorkeur niet in de richting van de grootste golven te wijzen. Uit dit oogpunt wordt een zo smal mogelijke havenmond gekozen. Echter, vanuit het schip bekeken is een brede havenmond preferabel; de brekerhoofden zijn als "harde punten" namelijk gevaarlijk voor het schip.

Richtingswijzigingen in het tracé moeten zo veel mogelijk worden vermeden, zeker vlak voor de havenmond; de binnenvaartmanoeuvre is dan eenvoudiger. Een rechte toegangsgeul is daarom gewenst, doch economische



figuur 8.1.

overwegingen spelen ook een rol. Indien een geknikt traject grote besparingen oplevert, zal men het nadeel van de richtingsverandering moeten afwegen tegen de besparing.

Tevens moet harde ondergrond zo mogelijk worden vermeden. Dit is in het belang van de veiling van het schip als voor de baggerkosten of eventuele kosten wanneer het schip de bodem raakt.

In figuur 8.1 is de actuele situatie wat betreft huidig tracé, golven, wind en stroming gegeven.

De dominante stroomrichting bij NMP is richting Z. De oriëntatie van de huidige toegangseul is hier haast loodrecht op, wat niet ideaal is. Echter, de stroming is nooit erg sterk (gemiddeld niet groter dan 1 kn.) en bij deze oriëntatie heeft men in het maatgevende moessonseizoen weinig last van op de flank invallende wind en golven (zie figuur 8.1). Bovendien kan de stroming de schepen soms enigszins afremmen.

Nadeel is wel dat tijdens deze periode golfindringing vrijwel niet wordt verhinderd.

Tijdens de rustiger maanden zou de dan heersende richtingen van stroming, golven en wind, de schepen meer problemen kunnen geven bij het manoeuvreren. Doch in deze periode -- de naam zegt het al-- zijn golven, wind en stroming niet sterk.

Geconcludeerd kan worden dat, gezien de richtingen en de sterkte van stroming, golven en wind, het huidige tracé een goed compromis is. Zeker ook gezien het feit dat de kapitaals-baggerkosten zijn beperkt (vrijwel loodrecht op dieptelijnen).

Wellicht zou een iets zuidelijker oriëntatie de golfindringing enigszins hebben kunnen verminderen. Bovendien zou dan ook meer kunnen worden geprofiteerd van tegenstroming tijdens de SW moesson.

8.1.2 De benodigde geuldiepte

In het algemeen wordt de benodigde diepgang van de statistische kant benaderd. Men gaat er vanuit dat het schip gedurende de geulpassage bepaalde diepgangsvermeerderingen krijgt als gevolg van golfbewegingen en de snelheid van het schip. Onder aanname van lineariteit tussen de beweging van het schip en de golfhoogten, kan voor verschillende diepten iets gezegd worden over de kans dat:

- een bepaald minimum 'keel clearance' wordt onderschreden, welke nodig is om het schip adequaat te kunnen manoeuvreren.
- het schip de bodem raakt.

Bij het eerste punt moet gekeken worden naar de gemiddelde 'keel clearance' gedurende een voldoende groot gedeelte van de tijd. Bij het tweede punt zijn de momentane waarden van de 'keel clearance' van belang.

Als eenmaal de kans op een ongeval is bepaald, is het voor een optimaliseringsberekening natuurlijk nodig dat de schade wordt geschat, welk zo'n ongeval met zich meebrengt. De jaarlijkse kosten kunnen dan berekend worden uit de kans dat een ongeval optreedt per jaar, vermenigvuldigd met de schade die zo'n geval veroorzaakt.

Voor de totale kosten aan de geul moeten dus de jaarlijks optredende schades worden opgeteld --voor de levensduur van de geul-- bij de jaarlijkse kosten van de geul; kapitaals- en onderhoudskosten.

Bij de schade moet niet alleen gedacht worden aan directe materiële schade, maar ook aan indirecte schade zoals kosten van het niet meer bruikbaar zijn van de geul, dus derving van inkomsten van de haven.

Wanneer de geul dieper wordt zal kans op een ongeval afnemen en zullen de kosten van de geul toenemen. Ergens is natuurlijk een optimum.

Het zal duidelijk zijn dat hierbij een heleboel arbitraire waarden moeten worden ingevoerd, zoals een aanvaardbare ongevalsfrequentie, rentevoet, af- of toename van onderhoudskosten, waardering van schades etc.

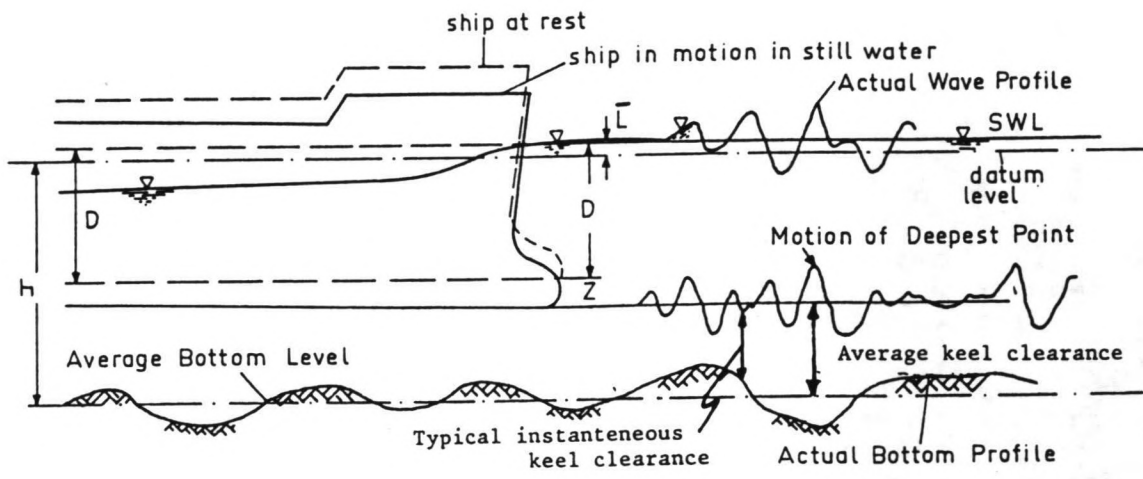
Uiteraard kunnen de parameters in het geuloptimalisatieproces gewijzigd worden.

Voor deze studie wordt, gezien het ontbreken van voldoende gegevens en tijd, een eenvoudiger aanpak gebruikt voor de bepaling van de geuldiepte.

De diepte wordt bepaald door de volgende factoren:

- waterniveau, waarbij de haven nog toegankelijk moet zijn.
- diepgang van het schip.
- verticale bewegingen van het schip als gevolg van golfbeweging; slingeren, stampen en dompen.
- squat. Dit is het dieper gaan liggen van een schip als gevolg van drukveranderingen in het omringende water. Bij voorwaartse beweging ontstaat er retourstroom. Volgens "Bernouilli" moet de 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.
- trim. Dit is een verplaatsing van achterstevan, om de horizontale as, ten opzichte van de boeg als gevolg van asymmetrie tussen de patronen van de retourstroom bij de boeg en de achterstevan.
- marge betreft de bodemligging. Deze varieert doordat het nu eenmaal niet mogelijk is een glad vlak te baggeren.

Betreffende



figuur 8.2
 DEFINITION SKETCH FOR CHANNEL
 DEPTH PARAMETERS
 (no scale)

- Bovendien moet er rekening gehouden worden met peilonnauwkeurigheden en sedimentatie.
- 9) - aanslib marge. Meer aanzanding per tijdseenheid impliceert een grotere marge of men vaker moet baggeren.
- netto 'keel clearance'. Dit is een marge, tussen het hoogste punt van de bodem en het laagste punt van het schip, die er altijd moet zijn om het schip bestuurbaar te houden.

In figuur 8.2 zijn alle bovengenoemde factoren te zien.

Geuldiepte voor NMP:

Om nu voor NMP de diepgang te kwantificeren moet het maatgevende schip worden vastgesteld; het schip met de grootste diepgang.

Wanneer de ruwe olie binnengaats wordt gelost, zijn de tankers de grootste schepen die de haven moet ontvangen. Aangenomen dat gebruik van de 150.000 DWT tanker alleen bij aanleg van een SBM rendabel zal zijn, daar het geschikt maken van de geul voor deze tanker waarschijnlijk onevenredig veel baggerwerk kost. De 100.000 DWT tanker wordt dus het schip met de grootste diepgang.

In het geval dat er gekozen wordt voor een SBM, zal NMP niet door grote tankers worden aangedaan. Het grootste schip zal dan een bulkcarrier zijn voor vervoer van erts. Gesteld wordt dat deze een tonnage heeft --zoals vastgesteld in hoofdstuk 5.3-- van rond de 100.000 DWT.

De dimensies van de maatgevende schepen voor de twee gevallen zijn als volgt:

Tabel 8.3 Dimensies maatgevende schepen voor bepaling geuldiepte.

	L	B	D
tanker (100.000 DWT)	275 m.	42,5 m.	16,4 m.
bulkcarrier (±100.000 DWT)	265 m.	38 m.	15,5 m.

De benodigde overdiepte voor de tanker van 100.000 DWT wordt als volgt gevonden:

- netto 'keel clearance' 0,60 m.
PIANC adviseert een waarde tussen de 0,5 m.

in normale gevallen en 1,0 m. bij rotsachtige bodem of gevaarlijke schepen. In NMP bestaat de bodem voornamelijk uit zand.

- bodemmargin 0,50 m.
- verticale bewegingen; 1,20 m.

slingeren en stampen; toelaatbare hoeken op respectievelijk 2,5° en 0,25° gesteld door NMP Trust.

$$0,5 * 275 * \sin 0,25 = 0,6 \text{ m.}$$

$$0,5 * 42,5 * \sin 2,5 = 0,9 \text{ m.}$$

Echter, ze treden niet gelijktijdig maximaal op. Met reductiefactor 0,8 wordt 1,20 m. gevonden.

- squat 0,25 m.

De formule van PIANC (Barras) luidt:

$$d = 3,75 * C_b * S^{0,75} * (V/V_k)^{1/12}$$

waarin,

d = squat

C_b = blokcoëfficiënt

S = s/1-s

s = blokkeringsfactor (b*d/B*D)

V = snelheid schip

V_k = kruissnelheid schip

Voor deze situatie is aangenomen:

- C_b van een tanker is 0,9
- de snelheid van het schip in de geul is \pm 3m/s
- de kruissnelheid is op 10 m/s gesteld
- de geuldiepte is op 18 m. en de breedte is op 300 m. geschat.

Invulling in de formule geeft : d = 0,24 m.

- trim 0,25 m.
Hier is dezelfde grootte als voor squat genomen.
- aanslibreserve 0,30 m.
Het baggeren vindt vooral tijdens de SW moesson periode en vlak erna plaats; dan is er ook de meeste aanzanding.

TOTAAL: 3,10 m.

9
De overdiepte is berekend voor het dat een tanker van 100.000 DWT maatgevend is. Echter, voor de bulkcarrier -- tweede geval-- zal de overdiepte vrijwel het zelfde moeten zijn; slechts de squat en de verticale bewegingen kunnen iets andere waarden hebben, doch het verschil is te

verwaarlozen op het totaal van 3,1 m. De gevolgde methode is ten slotte ook maar een grove schatting.

Nu komen er in 2000 ongeveer 100 tankers; ongeveer één in de vier dagen. Om baggerkosten te beperken wordt gesteld dat alleen bij hoogwater de geul toegankelijk moet zijn voor de tankers.

Voor het geval de tankers worden gelost bij een SBM, dan geldt voor de bulkcarriers hetzelfde als voor de tankers, in het geval deze binnengaats lossen.

In NMP heeft men te maken met dubbeldaags getij. Gemiddeld wordt tweemaal daags het MLHW-peil van 1,3 m. boven M.C.D. overschreden. Echter, gemiddeld wil hier zeggen, niet elke dag ! De ene dag wordt 1,4 m. overschreden, de andere dag 1,2 m. Soms wordt het MLHW-peil maar één keer overschreden en een enkele keer helemaal niet, of een te korte tijd, zodat een geulpassage niet is uit te voeren.

Nu wordt gesteld dat de grootste schepen minstens twee keer per dag NMP in of uit moeten kunnen gaan, en dat ze voldoende tijd hebben om de hele manoeuvre uit te kunnen voeren. Voorzichtigheidshalve wordt gekozen voor een waterniveau, waarbij NMP nog toegankelijk moet zijn, van 1,0 m. boven M.C.D.

Concluderend wordt de benodigde geuldiepte ten opzichte van MCD als volgt:

- tanker $16,4 + 3,1 - 1,0 = 18,5$ m.
- bulkcarrier $15,5 + 3,1 - 1,0 = 17,6$ m. $\approx 17,5$ m.

Deze waarden voor de geuldiepte gelden voor buiten de golfbrekers. In de haven zelf kan de benodigde overdiepte geringer zijn. Lagere vaarsnelheden geven minder squat en bovendien wordt minder last van golven ondervonden, waardoor de verticale scheepsbewegingen minder zullen zijn. Volgens PIANC kan er 10% van de scheepsdiepgang als overdiepte worden genomen.

Binnengaats wordt het dus:

- tanker $1,1 * 16,4 - 1,0 = 17$ m.
- bulkcarrier $1,1 * 15,5 - 1,0 = 16$ m.

Tabel 8.4 geeft de benodigde diepten nog een keer samenvattend weer.

Tabel 8.4 Benodigde geuldiepte t.o.v. MCD

geval	buitengaats	binnengaats
tanker (100.000 DWT)	18,5 m.	17 m.
bulkcarrier (100.000 DWT)	17,5 m.	16 m.

Bij deze diepten kunnen alle andere schepen ongeacht het getij de haven in of uit. Het schip met de grootste diepgang na de tanker en de grootst bulk carrier, is het zelflossende kolenschip. Deze heeft een diepgang van 13,7 m. Uitgaande van het feit dat deze een diepgang heeft die zo'n 3 m. kleiner is als die van de tanker, is in het buitengaatste deel een diepgang van ongeveer 16 m. nodig en in het binnengaatsse deel $13,7 * 1,1 = 15$ m.

De waarden voor de geuldiepte die hiervoor zijn gevonden moeten wel gerelativeerd worden. Ze zijn verkregen via nogal grove schattingen. Bovendien zijn ze gebaseerd op twee maatgevende schepen, die ook maar gesteld zijn. Het zou best economischer kunnen zijn om met bijvoorbeeld nog grotere bulk carriers te varen; de benodigde geuldiepte is dan waarschijnlijk weer groter, doch de kosten per ton kunnen lager zijn.

De gevonden geuldieptes zijn dus "eerste aannamen". Later bij een economische beschouwing wordt hier op teruggekomen.

In het geval de ruwe olie binnengaats wordt gelost lijkt het logisch dat er met grotere bulk carriers wordt gevaren dan in eerste instantie gesteld. De geul moet toch al geschikt gemaakt worden voor tankers. Daarvan kan door de ertsvervoerders van worden "meegeprofiteerd".

8.1.3 De benodigde geulbreedte

In principe kan een zelfde optimalisatie-techniek als bij dieptebepaling gehanteerd worden. In feite worden tijdens het optimalisatieproces beide --breedte en diepte-- geïntegreerd beschouwd. Toch wordt wanneer ook de breedte moet worden bepaald het probleem nog complexer. Indien bijvoorbeeld een gezonken schip de toegangseul blokkeert, is het zeer moeilijk de veroorzaakte schade te bepalen.

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

In de praktijk worden dan ook de volgende drie methoden gebruikt om tot een redelijk geulontwerp te komen. De eerste is gebaseerd op ervaring met soortgelijke schepen in soortgelijke geulen. De tweede berust op modelstudie en de derde maakt gebruik van een scheepssimulator.

Doch ook voor het kwantificeren van de geulbreedte wordt hier een eenvoudige aanpak toegepast.

De breedte van het maatgevende schip is een zeer belangrijke factor in de bepaling van de benodigde geulbreedte. Bovendien is het van belang of de geul bestemd is voor enkel dan wel dubbel verkeer.

Als een schip zich door het water beweegt, beweegt het zich niet volgens een rechte lijn. De roerganger, immers een menselijke factor, lukt het nimmer om het schip exact op koers te houden. Niet alleen dat het zwaartepunt zich nu eens links en dan weer rechts van de theoretische koerslijn bevindt, maar het heeft ook een kleine draaibeweging om het draaipunt; de gierbeweging.

Tevens zullen wind, golven en stroming het schip horizontale verplaatsingen geven, en het van de ideale koerslijn doen afwijken.

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

Het gevolg van dit allemaal is, dat er een padbreedte benodigd is van twee maal de breedte van het maatgevende schip ($2*B$).

Daarnaast moet er rekening gehouden worden met een opstuurhoek ten gevolge van dwarsstroming. PIANC beveelt een maximale opstuurhoek van 15 graden aan. Afhankelijk van de lengte van het schip is hier dus ook manoeuvreerruimte voor nodig ($L*\sin 15^\circ$).

Verder is ook de zogenaamde oeverzuiging van belang. Komt het schip te dicht bij de oever, dan kan het er naar toe worden gezogen. De oorzaak hiervan is dat de waterspiegel aan de dichtstbijzijnde oever lager komt te liggen dan aan de andere zijde van het schip.

Hoe breder het kanaal of hoe flauwer de helling, des te minder doet dit verschijnsel zich voor; het niveauverschil hangt samen met het beschikbare terugstroomprofiel ter weerszijden van het schip.

Het oevereffect treedt op in open water indien geldt:

$$h \geq 0,4*H$$

Dit gaat voor een gedeelte van de geul in NMP op. Om van

het oevereffect geen hinder te ondervinden is aan weerszijden een extra breedte van ongeveer $0,75*B$ nodig.

Voor enkel verkeer komt dit alles neer op een geulbreedte van:

$$B_g = 2*B + L*\sin 15^\circ + 2*0,75*B = 3,5*B + L*\sin 15^\circ$$

Indien er ook rekening gehouden moet worden met tegemoet komend verkeer wordt het probleem nog 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 kanskwesitie 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 zo'n 30 m. gaat bedragen.

Behalve deze afstand, wordt ook nog extra ruimte voor opstuurhoek en padbreedte voor het tegemoet komend schip in rekening gebracht. De benodigde geulbreedte komt in het geval van "tweebaans" op:

$$B_g = 5,5*B + 30 + 2*L*\sin 15^\circ$$

Geulbreedte NMP:

Bij de breedtebepaling zijn er drie verschillende gevallen die bekeken moeten worden. Één van de drie is maatgevend, en bepaalt de benodigde geulbreedte. In het eerste geval is er de tanker met een breedte van 42,5 m., in het tweede geval een zelflosser met een breedte van 48 m. en in het derde geval passerende kleinere schepen.

Eerste geval:

Gezien de aankomstenfrequentie van de tanker --ééns in de drie à vier dagen-- welke betrekkelijk laag is, is het uit economische overwegingen niet juist om de geul voor deze schepen "tweebaans" uit te voeren.

De tanker kan alleen bij hoog water een geulpassage uitvoeren; de rest van de schepen kan op elk moment in- of uitvaren. De tanker heeft bij hoog water dus prioriteit boven alle andere schepen. Eventuele tegenliggers zullen dan moeten wachten. Immers, gemiddeld zal de tanker slechts om de dag een ongeveer twee uur durende passage uitvoeren, en de verwachting is dat er gemiddeld zo'n zes geulpassages per dag plaats vinden, waarvan er dus maar drie de tanker tegemoet kunnen komen. Het aantal keren dat de tanker een tegemoet komend schip zou kunnen treffen is dus niet erg groot. En mocht dat wel een keer het geval zijn, dan moet dat schip hooguit twee uur wachten; de totale jaarlijkse wachttijd zal hierdoor niet erg oplopen.

Een enkelbaans geul lijkt gezien het bovenstaande het meest geschikt. De benodigde breedte wordt dan:

$$B_g = 3,5 \cdot 42,5 + 275 \cdot \sin 15^\circ = 220 \text{ m.}$$

Tweede geval:

Het betreft hier de zelflosser, welke ook een lage aankomstfrequentie heeft (80 schepen per jaar), waardoor een enkelbaans geul wordt beschouwd.

$$B_g = 3,5 \cdot 48 + 252 \cdot \sin 15^\circ = 235 \text{ m.}$$

Derde geval:

Er zullen echter ook veel --500 tot 600 stuks-- kleinere schepen zoals multipurpose- en stukgoedschepen, product tankers en bulk carriers tot 30.000 DWT, gebruik maken van de geul. In 2000 worden er jaarlijks zo'n 900 schepen verwacht, hetgeen tot 1800 geulpassages per jaar en 6 per dag leidt. Het is ondenkbaar dat de kleinere schepen elkaar niet zouden kunnen passeren; de effectiviteit van de haven zou dan een stuk minder zijn, de wachttijden langer, waardoor de kosten toenemen.

Enigszins arbitrair wordt de maatgevende scheepsbreedte voor dergelijk tweezijdig verkeer op 28 m. gesteld. Doch, dit is wel de breedte van de meeste NMP aandoende 'minor' bulk carriers, en van de grotere product tankers en multipurpose schepen. De volgende geulbreedte is dan vereist:

$$B_g = 5,5 \cdot 28 + 30 + 2 \cdot 180 \cdot \sin 15^\circ = 280 \text{ m.}$$

Dit zou theoretisch niet de nominale breedte hoeven zijn. De kleinere schepen liggen namelijk veel minder diep dan de maatgevende grote schepen, en kunnen zodoende beschikken over een grotere geulbreedte. Echter, in de praktijk is dit uit markerings overwegingen vrijwel onmogelijk. Boeien moeten namelijk --vooral van belang voor de grootste schepen-- de nominale breedte van de geul aangeven.

Conclusie: de benodigde geulbreedte moet 280 m. bedragen. Bij deze geulbreedte zijn er jaarlijks ongeveer 300 schepen --op het totaal van 900-- waarvoor de geul "enkelbaans" is. Dit lijkt geen noemenswaardige extra vertragingen op te leveren.

8.1.4 De stopmanoeuvre

In het algemeen moet de buiten- of voorhaven moet zo gedimensioneerd zijn dat binnenlopende schepen op een gecontroleerde wijze tot stilstand kunnen komen. De benodigde stoplengte hangt af van:

- de grootte van het maatgevende schip.

- de minimaal veilige snelheid waarmee het schip kan binnen lopen.
- de beschikbaarheid van sleepboten.

Een groot schip heeft in het algemeen een grotere stoplengte nodig dan een klein schip. De verhouding motorvermogen tot DWT speelt hierin een rol, en bij grotere schepen neemt deze verhouding af. Daarnaast is het "achteruit"-vermogen van een schip vaak minder dan het voorwaartse.

Indien een groot schip tot stilstand moet komen zonder hulp van sleepboten, is er een zeer ruim wateroppervlak vereist. Bij lage snelheden en niet terugslaan schroef, is een schip namelijk nauwelijks meer bestuurbaar. Gebruikelijk is dat de stopmanoeuvre geleidelijk verloopt en dat sleepboten hebben vastgemaakt op het moment dat het schip niet meer is te besturen.

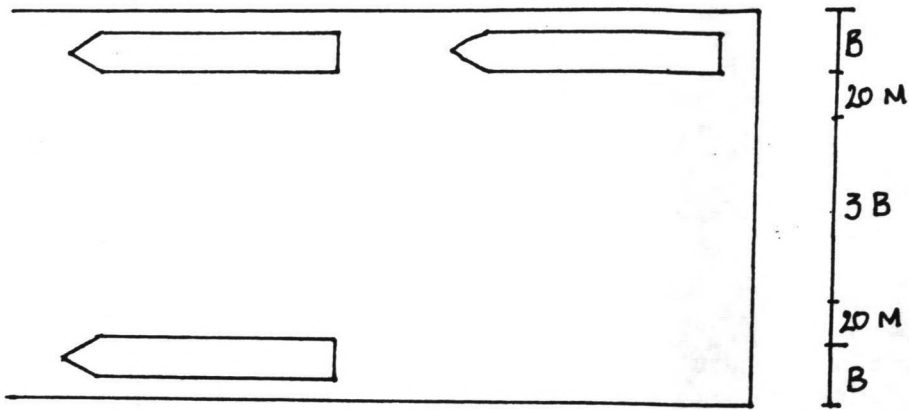
In NMP echter, is het gebruikelijk dat schepen op eigen kracht tot stilstand komen. Daar de stroming voor de havenmond zwak is kunnen de schepen met lage snelheid ($\pm 1,5$ m/s.) binnenlopen. Op het moment dat ze in het havenbekken zijn gaat men "achteruitslaan"; de schroef wordt omgegooid, waarna het schip nog ongeveer $2L$ nodig heeft om tot stilstand te komen. Deze ruimte is aanwezig.

Lange golfbrekers --om sleepboten beschutting te geven tijdens het afremmen van de schepen-- zijn dus om die reden niet aanwezig. Het verhoogd het risico op ongevallen, doch investeringen voor lange golfbrekers kunnen achterwege blijven.

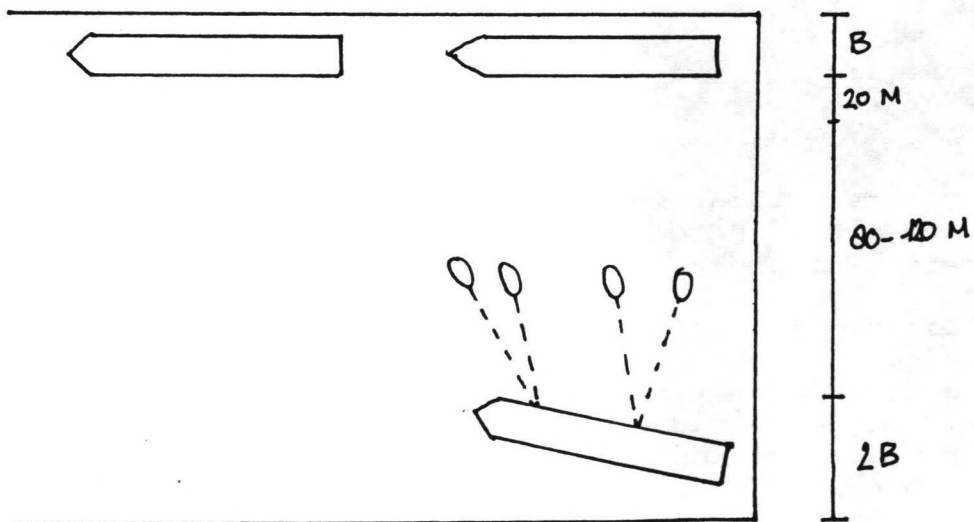
Echter, in de haven heeft men last van golfindringing. Één van de maatregelen zou het vernauwen van de havenmond --thans 480 m. breed-- kunnen zijn. Doch, de geul moet worden verbreed tot 280 m., en gezien de aard van de stopmanoeuvre lijkt een versmalde havenmond --met "harde punten"-- niet verstandig.

Verlenging van de golfbrekers lijkt een beter alternatief. Modelstudies hebben aangetoond dat verlenging tot 1.100 m., golfindringing beperkt tot een aanvaardbaar niveau (bron: Port facilities for handling crude and pol products, Consulting Engineering Services). Deze verlenging komt tevens van pas wanneer grote tankers en bulk carriers tot stilstand moeten worden gebracht.

Tevens kan bij een golfbrekerlengte van 1.100 m. de oorzaak van "het zandbankprobleem" worden aangepakt. Door verlenging van de golfbreker wordt aanzanding verhinderd, waardoor de zandbank niet meer gevoed wordt.



figuur 8.5



figuur 8.6

8.2 De binnenhaven

8.2.1 De draaicirkel

Aan het eind van het buitenhaven-kanaal is meestal een draaicirkel of zwaaiikom. De ligging moet zodanig zijn, dat men in staat is het schip beheerst tot stilstand te brengen in het hart van deze kom. De vorm is op zich zelf niet zo belangrijk. De cirkel is theoretisch en praktisch de meest logische vorm, en bovendien het meest toegepast.

Een doorsnede van 2 tot 3 maal de lengte van het ontwerpschip is meestal voldoende. PIANC beveelt aan: 2L plus "allowance" voor verlijeren bij sterke wind. Deze allowance is niet gespecificeerd. Doch, daar het niet vaak en niet bijzonder hard waait in NMP is 2L het meest op zijn plaats. De maatgevende schepen --de tanker en de bulk carrier-- hebben respectievelijk een lengte van 273 m. en 265 m.; het verschil in lengte is dus erg klein. Voor beide gevallen wordt een draaicirkel van $2 * 275 = 550$ m. voldoende geacht.

8.2.2 De havenbekkens

De huidige haven moet worden uitgebreid. Alhoewel enkele ligplaatsen langs een oever kunnen worden gesitueerd, moet er wegens ruimtegebrek rekening worden gehouden met het graven van een nieuw of het uitdiepen c.q. verbreden van een bestaand bekken.

Lengte:

De benodigde lengte van een bekken hangt samen met de havenindeling, maar is in ieder geval een geheel aantal ligplaatsen lang.

Breedte:

Uitgaande van tweezijdig gebruik, en dat passeren van ladende en lossende schepen noodzakelijk is, wordt de volgende minimale breedte gevonden: voor het bezette water naast het schip wordt 20 m. genomen, terwijl breedte benodigd voor het naar de ligplaats brengen van een schip zo groot is als drie maal de breedte van het maatgevende schip (zie figuur 8.5).

Een ander geval kan echter in sommige situaties maatgevend zijn; dat is wanneer een schip met behulp van sleepboten wil vertrekken (zie figuur 8.6). De ruimte tussen schip en sleepboten hangt van de plaatselijke omstandigheden en de grootte van het schip en wordt hier aangenomen tussen de 80 en de 120 m.

Voor het stukgoedbekken betekent dit:

- multi-purpose schip, B = 28 m.
- stukgoed schip, B = 22 m.

bekkenbreedte volgens figuur 8.5 = $22+20+3*28+20+28 = 174$ m
 " " " 8.6 = $22+20+80+2*28 = 178$ m
 Het bekken is op het moment 180 m. breed en voldoet dus.

Voor een droge bulk bekken zijn er twee mogelijkheden:

1. alleen bulk carriers voor 'minor' bulk.
2. 'minor' bulk carriers en zelflossers (kolen).

Voor zowel het eerste als het tweede geval is de situatie volgens figuur 8.6 maatgevend. De maatgevende schepen zijn in deze gevallen:

- bulk carrier, B = 32 m.
- zelflosser, B = 48 m.

De benodigde breedte wordt dan:

1. bekkenbreedte = $2*32+100+20+32 = 216$ m.
2. bekkenbreedte = $2*48+120+20+32 = 268$ m.

Voor olieproducten zijn gespecialiseerde havenbekkens aan te bevelen. Daar het product brandgevaarlijk is moeten de ligplaatsen van de liquid bulk terminal in een afgescheiden havenbekken gesitueerd worden; dus niet in de buurt van een stukgoed-gebied. Indien er gevaar dreigt moet het bekken af te sluiten zijn van de rest van de haven. Bovendien moet het bekken zo worden gesitueerd dat, een onbestuurbaar geraakt schip niet in het bekken terecht kan komen.

Voor de afstand tussen twee tegenover elkaar gelegen oliesteigers moet rekening gehouden worden met het feit dat de massa van een geladen tanker zeer groot is. Het schip moet dus zo goed mogelijk evenwijdig aan de ligplaats en op enige afstand daarvan stilliggen, voordat het naar de steiger wordt gebracht door de sleepboten. Dit betekent dat een afstand tussen de voorkanten van de pieren nodig is van 5 tot 6 maal de maatgevende tankerbreedte. Met een tankerbreedte van 42,5 m. wordt hiervoor zo'n 250 m. gevonden.

Bij éézijdig gebruik moet er minstens 3 maal de breedte van het ontwerpschip worden genomen tussen het steigerhoofd en de teenlijn van de tegenover liggende oever. Voor de ruwe olietanker van 100.000 DWT betekent dat een bekkenbreedte vanaf zo'n 150 m., en voor de product tanker vanaf zo'n 125 m.

De afstand tussen twee naast elkaar gelegen steigers wordt gevonden door voor de h.o.h. afstand tussen de aanloopbruggen één maal de lengte plus één maal de breedte van het maatgevende schip te nemen, vermeerderd met 30 m. In het geval dat binnengaats alleen product tankers laden wordt dan 250 m. gevonden, en komen er ook grote ruwe olie tankers dan is 350 m. een geschikte afstand.

Diepte:

In principe worden dezelfde factoren in beschouwing genomen als voor de bepaling van de diepte van de toegangsgedul. Echter, een aantal van de daargenoemde factoren kan hier verwaarloosd worden of heeft een andere grootte.

Daar in de haven zeer weinig hinder van golfbeweging

wordt ondervonden, zijn scheepsbewegingen te verwaarlozen. Bovendien heeft het schip in de havenbekkens geen snelheid meer, zodat ook squat kan worden verwaarloosd. De minimale 'keelclearance' wordt ook minder groot nodig geacht.

Bij een open haven zoals NMP moet wel rekening gehouden worden met het feit dat het schip een tijd over zal moeten liggen; het waterniveau zal lager worden voor erts-carriers en olietankers.

Het bovenstaande beschouwende worden de volgende havenbekkendiëpten of diepten aan de kade gesteld:

- stukgoedbekken: 12 m.
- multi-product terminal: 12 - 13 m.
- kolenterminal: 14,5 m.
- product steiger: 12 m.
- ruwe oliesteiger: 17 m.
- ertssteiger: 16 - 17 m.

Het stukgoedbekken wordt gebruikt door schepen met een maximale diepgang van tussen de 11 en 11,5 m.

Voor bulk carriers tot zo'n 50.000 DWT --diepgang tot zo'n 12 m.-- is een ligplaats met een diepte van 13 m. beschikbaar. De kleinere bulk carriers hebben voldoende aan een diepte aan de kade van zo'n 12 m.

De kolenterminal wordt aangedaan door zelflossers met een maximale diepgang van 13,7 m.

De grootste product tanker die kan worden verwacht in NMP heeft een diepgang van 11 m. De ruwe olietanker heeft bij binnenkomst genoeg aan 17 m. diepte (zie hoofdstuk 8.1.2). Ook tijdens het overliggen is dit voldoende; de diepgang van de tanker is namelijk 16,4 m. Bovendien zal deze diepgang almaar minder worden tijdens het lossen.

De diepte aan de ertssteiger is in eerste instantie afhankelijk van de keuze of ruwe olie binnen- dan wel buitengaats wordt gelost.

De diepten aan de stukgoedkade en ertssteiger moeten worden vergroot. Er wordt nu aangenomen dat deze uitdieping geen gevolgen heeft voor de stabiliteit van de steiger en de kade.

8.3 De locatie voor de SBM

Een mogelijkheid voor het lossen van de ruwe olie is via een SBM. Nu is de vraag waar deze dan moet worden gesitueerd.

De locatie is afhankelijk van vier factoren:

- wind, stroming en golven voor de kust.
- aanwezigheid baai of diep gedeelte.
- benodigde waterdiepte.
- lengte pijpleiding naar de wal.

De condities genoemd in het eerste punt hebben hier geen invloed op de locatie-keuze; overal in de buurt zijn de condities vrijwel gelijk en bovendien zijn deze hier niet bijzonder hinderlijk.

De mogelijkheid van beschutting door een baai is hier niet aanwezig. Tevens is er geen "diepte" in de nabijheid; de kust loopt gelijkmatig flauw af.

De locatie wordt dus bepaald door de benodigde waterdiepte voor het maatgevende schip en de kortst mogelijke route voor de pijpleiding.

Een keuze voor een SBM houdt in dat het grootst mogelijke schip moet worden ontvangen; de tanker van 150.000 DWT is dus maatgevend.

Bij het bepalen van de benodigde waterdiepte voor dit schip is uit gegaan van de slechtste weersomstandigheden waarbij het schip nog wel instaat is om af te meren. Uit een studie van Consulting Engineering Services blijkt dat onder de genoemde omstandigheden een diepte van 25 m. nodig is.

- diepgang tanker	18,5 m.
- roll en pitch	4,5 m.
- heave	0,5 m.
- trim	0,5 m.
- onder keelclearance	<u>1,0 m.</u>
waterdiepte:	25,0 m.

Deze diepte is nodig voor het hele gebied --wat meestal cirkelvormig wordt genomen-- waarin het schip manoeuvreert om aan- en af te meren. Deze ruimte wordt gevonden met ongeveer vier keer de tankerlengte. Aangezien het maatgevende schip zo'n 300 m. lang is, moet er dus een manoeuvreerruimte zijn met een diameter van 1,2 km., die gegarandeerd 25 m. diep is.

Uitgaande van deze eis wordt de SBM op 13 km. van de kust gesitueerd.

Nu bekend is op welke diepte en afstand van de kust de SBM moet komen, kan de locatie worden geoptimaliseerd door te bekijken wat de kortste route is voor de pijpleiding. Er zijn hier twee mogelijkheden:

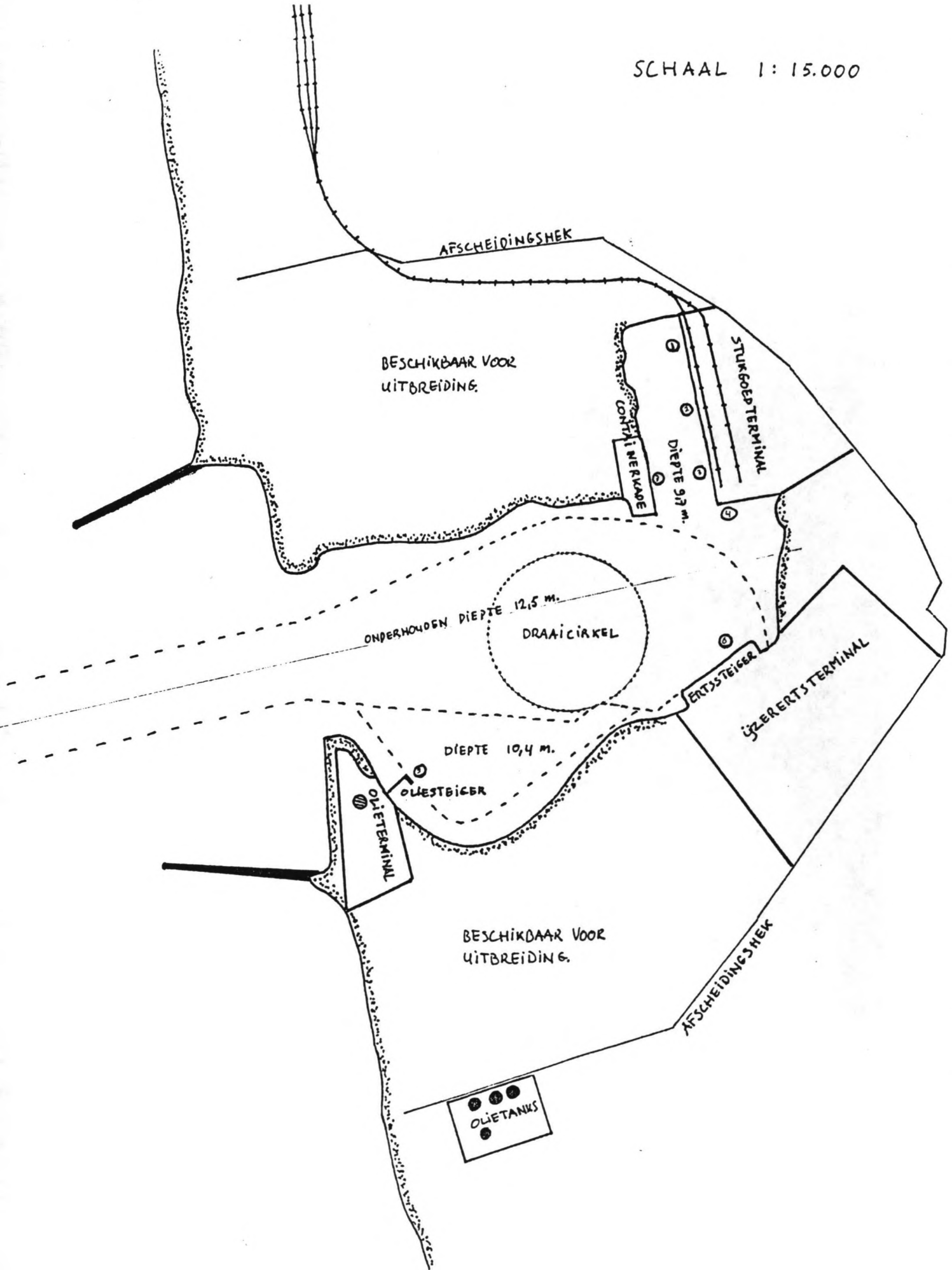
- de pijpleiding direct naar de raffinaderij laten lopen, alwaar opslag plaats vindt.
- de pijpleiding eerst naar de haven laten lopen, alwaar deze wordt verbonden met de 'shore' pijpleiding.

De petroleum producten moeten ook via pijpleiding van de haven naar de raffinaderij worden gebracht. Laat men nu de pijpleiding voor ruwe olie van de SBM eerst naar de haven lopen en daarna over dezelfde route als de products

pijpleiding(en) naar de raffinaderij lopen, dan kunnen in één keer problemen inzake landverwerving en benodigde kunstwerken tegelijk worden aangepakt.

Ondanks dat in dat geval de totale lengte van de pijpleiding groter is, wordt gekozen voor een SBM op 13 km. van de kust in westelijke richting, loodrecht op de haven.

SCHAAL 1: 15.000



figuur 9.1 NMP in 1987

9. ONTWERP EN TOETSING ALTERNATIEVEN

9.1 De alternatieven

9.1.1 Inleiding

In de vorige hoofdstukken is voor iedere terminal het benodigd oppervlak, waterfront, bassingrootte- en diepte etc. bepaald. Deze hebben samen met enkele randvoorwaarden en uitgangspunten als basis gediend bij het ontwerpen van verscheidene nieuwe havenindelingen.

Het belangrijkste uitgangspunt, de havenindeling in 1987, is te zien in figuur 9.1. Aangegeven is welke ruimte beschikbaar is voor uitbreiding.

In dit hoofdstuk worden de verschillende alternatieven besproken. Alvorens hiertoe over te gaan wordt eerst een aantal zaken besproken, die van invloed zijn geweest op elk alternatief.

- Situering van de MPT:

Een van de eisen is dat --uit oogpunt van de effectiviteit-- al het stukgoed moet worden behandeld in het bestaande bassin. Deze eis legt de locatie van de MPT al vast; de beschikbare ruimte tegenover de stukgoed terminal moet hiervoor gebruikt worden. De MPT wordt ruim opgezet om later omgebouwd te kunnen worden tot containerterminal. De aanlegplaatsen zijn goed afgeschermd tegen golven, wat prettig is voor containeroverslag.

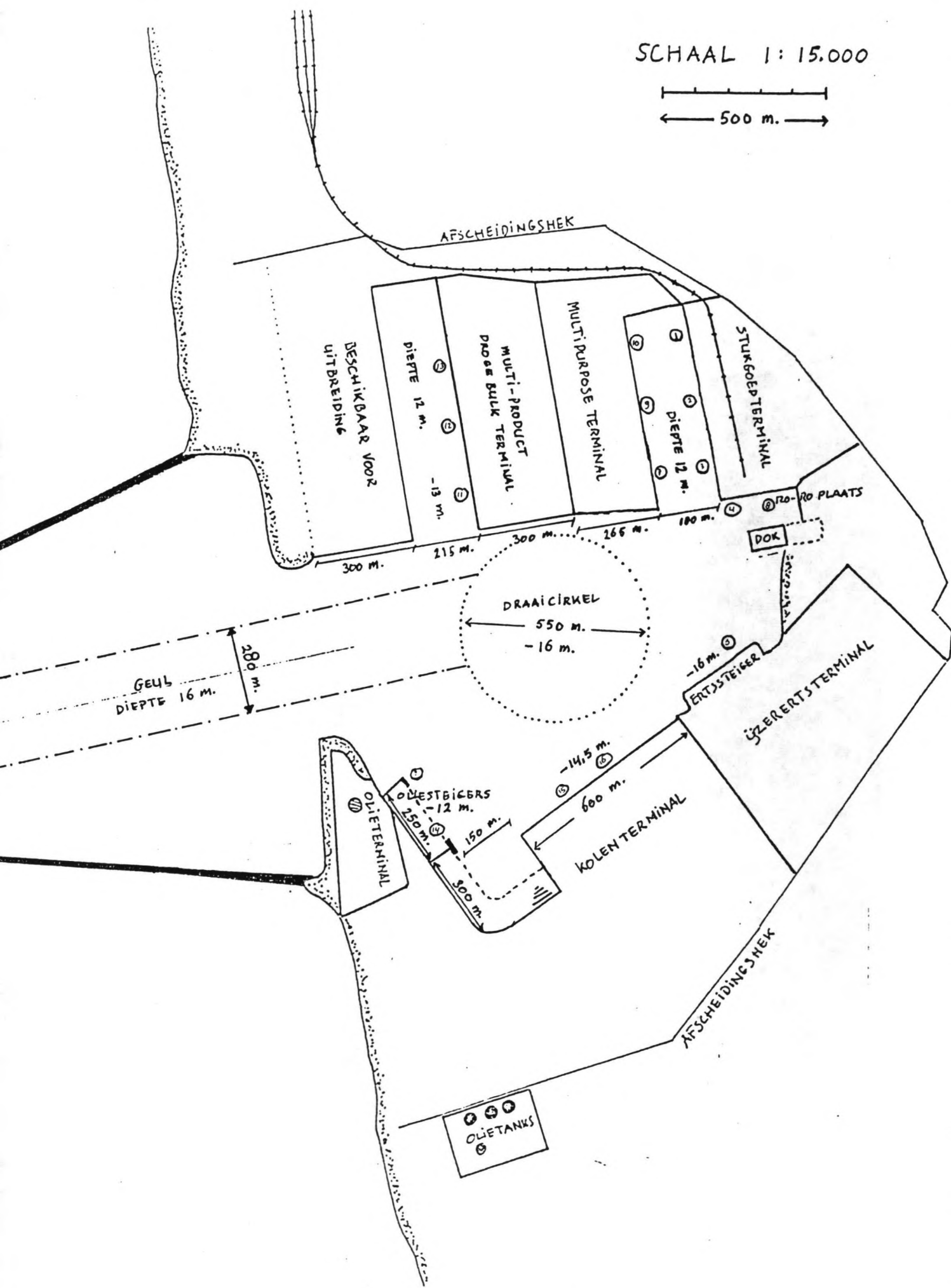
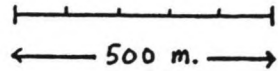
- Situering oliesteigers:

Uit veiligheids overwegingen wordt gekozen om de oliesteigers zoveel mogelijk te concentreren en af te scheiden van de andere activiteiten. Dit betekent dat nieuwe steigers bij de huidige oliesteigers worden geplaatst. Het klinkt logisch om daarvoor een bekken "door te trekken". In de volgende alternatieven wordt dit duidelijk. De bestaande oliesteiger wordt niet versterkt om grotere tankers te ontvangen. De steiger is relatief oud en het is financieel interessanter om deze nog producten te laten verwerken en een nieuwe voor ruwe olie te bouwen.

Een andere kwestie is die van de conventionele steiger of de SBM. Het alternatief van een SBM is hier beschouwd, omdat in deze situatie dat economisch interessant zou kunnen zijn. Ter plaatse zijn golven en wind matig, zodat een SBM relatief vaak gebruikt kan worden.

In het algemeen kan een SBM voordelig zijn bij matige doorzet, vervoerd door grote tankers en een bestaande geul die een geringe diepgang heeft; precies de situatie voor NMP. Een SBM vereist in het algemeen lagere investeringen, doordat golfbrekers, steigers en

SCHAAL 1:15.000



Alternatief 1 a/b

enorme baggerwerkzaamheden achterwege kunnen blijven. Bovendien is er minder sleepbootassistentie nodig en hoeft er geen onderhoudsbaggerwerk te worden uitgevoerd.

Echter, juist doordat NMP toegankelijk gemaakt moet worden voor grote bulkcarriers en zelflossers, valt het voordeel van de lagere kosten voor baggerwerk eigenlijk weg. Het is juist rendabel om de geul te verdiepen als hier meerdere soorten lading van kunnen profiteren. Bovendien zijn de onderhoudskosten voor een SBM aanzienlijk hoger dan voor steigers; het gebruik van slangen vergt scherpe inspectie.

In dit licht lijkt een SBM juist nadelig, doch de detaillering en kostenberekening kan hier later uitsluitsel over geven.

- Efficiënt ruimtegebruik:

Als er nieuw bekken moet worden gegraven --anders dan voor liquid bulk-- lijkt het, gezien de beperkte ruimte in NMP, uit oogpunt van efficiënt ruimtegebruik, logisch om deze aan de noordzijde parallel aan het huidige stukgoed bassin te situeren.

- Locale condities:

Wind en stroming binnen de haven worden als zeer zwak ervaren, en zodoende hebben deze condities geen invloed gehad op de verschillende ontwerpen.

Geologisch onderzoek wijst uit dat in het havenbekken nog enkele harde "plekken" zijn, doch dat de ondergrond merendeel bestaat uit zand. Ontgravings- of funderingsproblemen worden daardoor niet verondersteld.

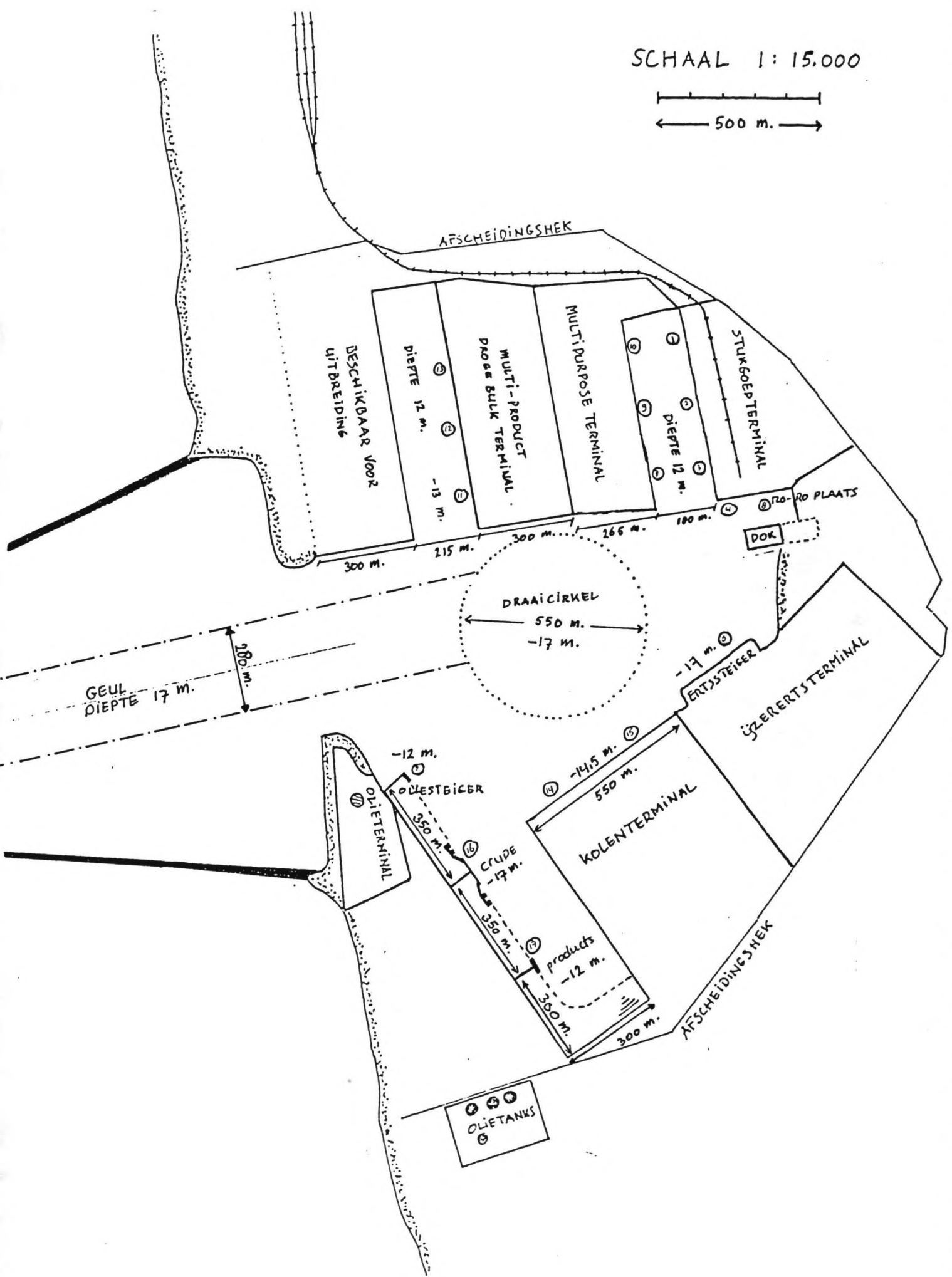
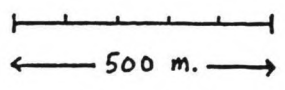
Daar de locatie van de MPT vast ligt kan er alleen nog "geschoven" worden met de kolenterminal en de droge bulk multi-product terminal. Gezien de eisen en de beschikbare ruimte in NMP zijn er drie mogelijkheden:

- scenario 1: kolenterminal op de zuidkant en de multi-product terminal aan de noordkant.
- scenario 2: kolenterminal op de noordkant, multi-product terminal op de zuidkant.
- scenario 3: beide terminals op de noordkant.

Voor de drie scenario's zijn enkele alternatieven opgesteld. De verschillen zitten in het benodigd aantal ligplaatsen voor kolenoverslag (self-unloader of geared bulk carrier) en of de ruwe olie binnengaats dan wel via een SBM wordt gelost.

In het eerste geval is binnengaats een geuldiepte van 17 m. vereist, terwijl in het geval van een SBM dat minder kan zijn. Bovendien is in dit laatste geval minder kapitaalsbaggerwerk nodig in de geul. De erts carriers hebben echter ook een aanzienlijke diepgang. Zo kan er ondanks een SBM toch nog een behoorlijke uitdieping van

SCHAAL 1:15.000



Alternatief 1 c

geul en binnenhaven nodig zijn.

9.1.2 Alternatieven volgens scenario 1

Voor dit scenario zijn vijf alternatieven opgesteld.

- Voor alle alternatieven is de multi-product terminal parallel gesitueerd aan de MPT. Zo wordt de beschikbare ruimte het meest efficiënt gebruikt. Er is een bekken voorzien met een breedte van 215 m.; geschikt voor tweezijdig gebruik door bulk carriers tot ongeveer het Panamax-formaat. Deze oplossing biedt nog voldoende ruimte voor toekomstige uitbreiding. Nadeel is wel dat door eenzijdig gebruik --de eerste jaren tot 2000-- van het bassin, de ontgravingskosten per ligplaats relatief hoog zijn, ook al zou men het bekken in de eerste jaren niet zo breed maken.
- De kolenterminal komt aan de zuidkant. Hier is voldoende ruimte, doch hier zijn de transportverbindingen niet optimaal. De enige mogelijkheid om de benodigde spooraansluiting --voor vervoer naar Nandigur-- naar de terminal te krijgen, is via de ijzerertsterminal. Dit is echter een probleem, omdat daar de vele transportbanden vrijwel geen ruimte laten voor een spoorlijn.

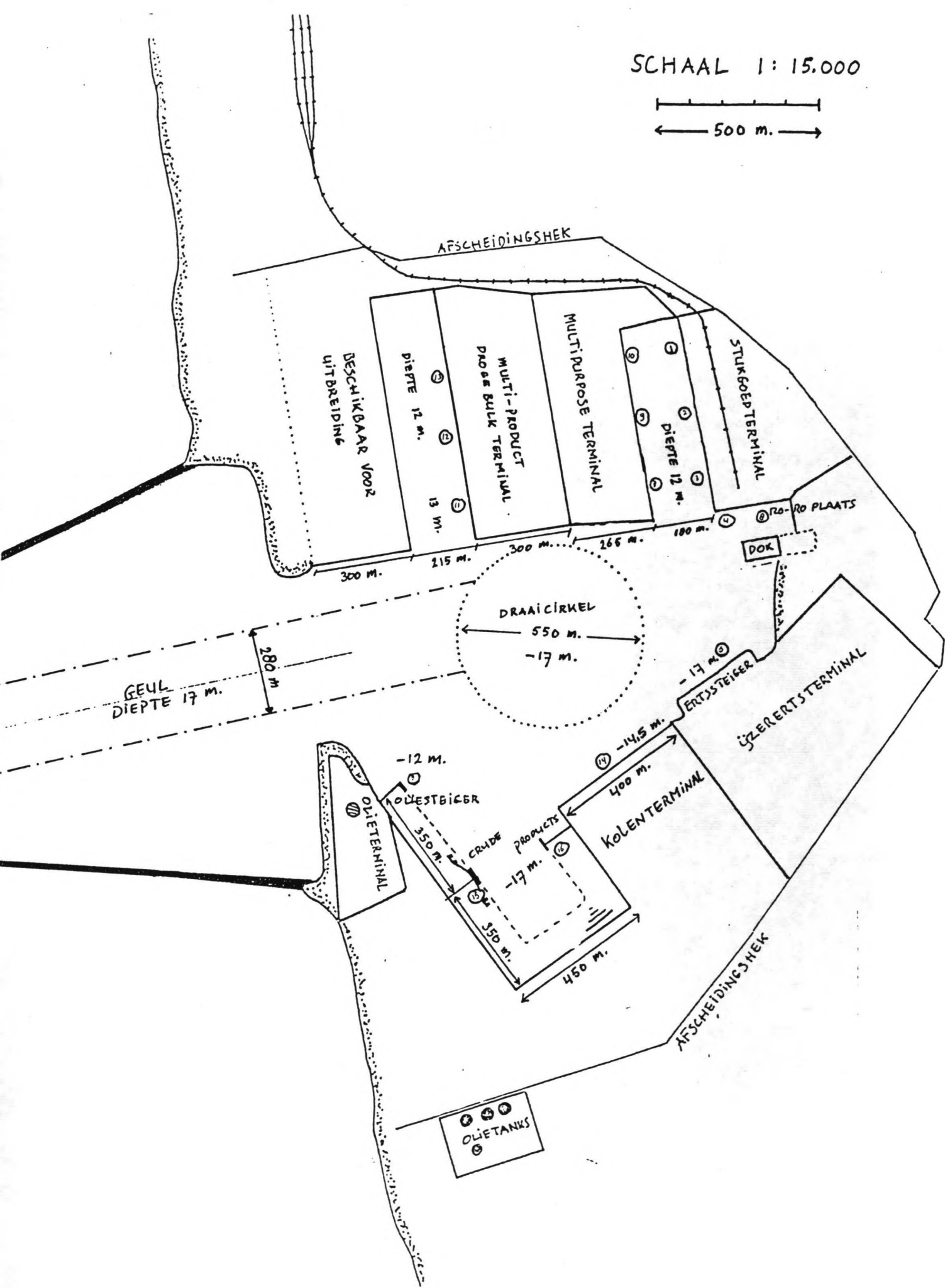
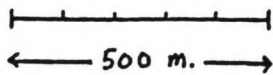
Alternatief 1a en 1b:

- Dit zijn er eigenlijk twee doordat de kolenterminal kan worden uitgerust met een (self-unloader) of twee (geared) ligplaatsen.
- Het gaat uit van een SBM op open zee, waardoor er alleen een productsteiger bij moet komen. Deze wordt in het verlengde van de bestaande geplaatst.
- De kolenterminal kan ruim worden opgezet zodat er zowel met self-unloaders als met geared bulk carriers kan worden gewerkt. De kadekosten in het geval van geared bulk carriers zijn natuurlijk hoger.

Alternatief 1c:

- Deze is gebaseerd op een ruwe oliesteiger binnengaats, en een kolenterminal met twee ligplaatsen voor geared bulk carriers.
- De oliesteigers zijn afgescheiden van de rest, wat de veiligheid ten goede komt. De ruwe olie steiger is in het midden gesitueerd, omdat deze eerder nodig is dan een tweede productsteiger. Deze kan later gebouwd worden gezien de fasering van de productenstroom. Verschil met alternatieven 1a en 1b is dat er nu een grotere diepgang in het bekken nodig is.

SCHAAL 1: 15.000



Alternatief 1 d

Alternatief 1d:

- Ook deze heeft de ruwe olie afmeerplaats binnengaats. De kolenterminal heeft hier slechts aanlegruimte voor alleen de self-unloader.
- Het bekken voor de olieoverslag is nu anders ingedeeld, waardoor minder waterfront voor de kolenterminal overblijft. Voordeel van dit alternatief boven dat van 1c is, dat er minder te ontgraven is, en er een iets ruimer tankerverkeer mogelijk is. Bovendien is er nog uitbreiding van dit bekken mogelijk.

Alternatief 1e:

- Deze houdt rekening met binnengaats ruwe olie lossen, en kolenvervoer met geared bulk carriers.
- Deze configuratie van het oliebekken is duidelijk minder dan die in 1d. Het navigeren lijkt moeilijker, wat ook de veiligheid niet ten goede komt.

9.1.3 Alternatieven volgens scenario 2

Hiervoor zijn vier alternatieven opgesteld.

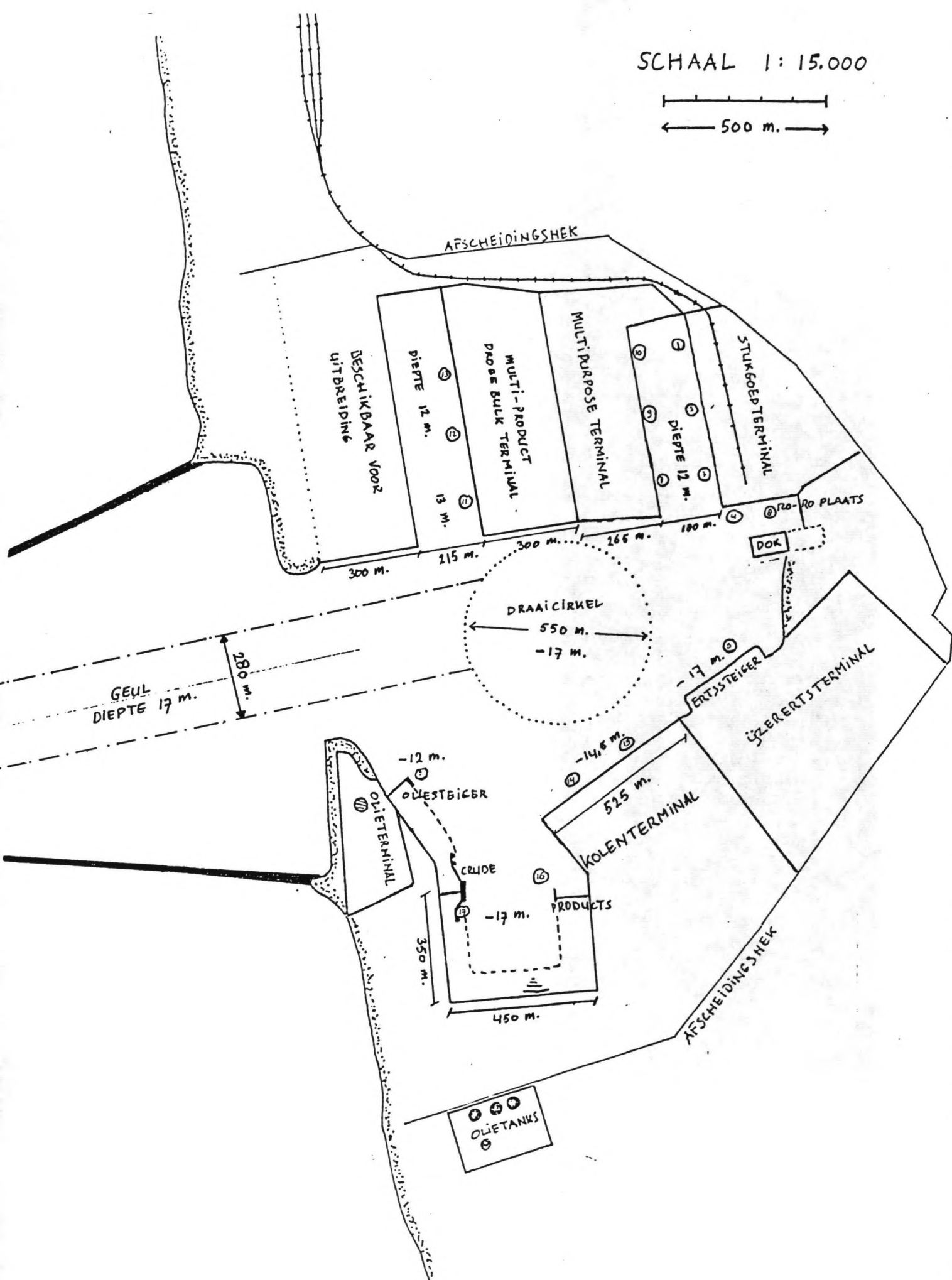
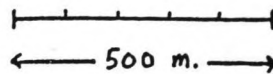
- De kolenterminal wordt nu op de noordelijke oever geplaatst. De mogelijkheden voor sporaansluiting zijn nu uitstekend. Bovendien kan voor opslag eventueel nog gebruik gemaakt worden van ruimte bij het rangeerterrein.
- De multi-product terminal komt aan de zuidkant en gezien het benodigde waterfront (600 m.) en terreinoppervlak, is hiervoor maar een mogelijkheid (zie ontwerpen). Het gevolg is dat voor de liquid bulk ook niet veel mogelijkheden zijn. Uitbreiding is nog maar op een manier mogelijk. Tevens wordt de navigatieruimte in het oliebekken een beetje krap. Ontsluiten van de multi-product terminal is ook weer een probleem.

De alternatieven volgens het eerste scenario zijn allemaal keurig uitgetekend. Daar het nu bekend is voor de lezer hoe een bepaalde triviale uitbreiding eruit kan zien, wordt dat hier verder alleen nog met stippellijnen aangegeven.

Alternatieven 2a en 2b:

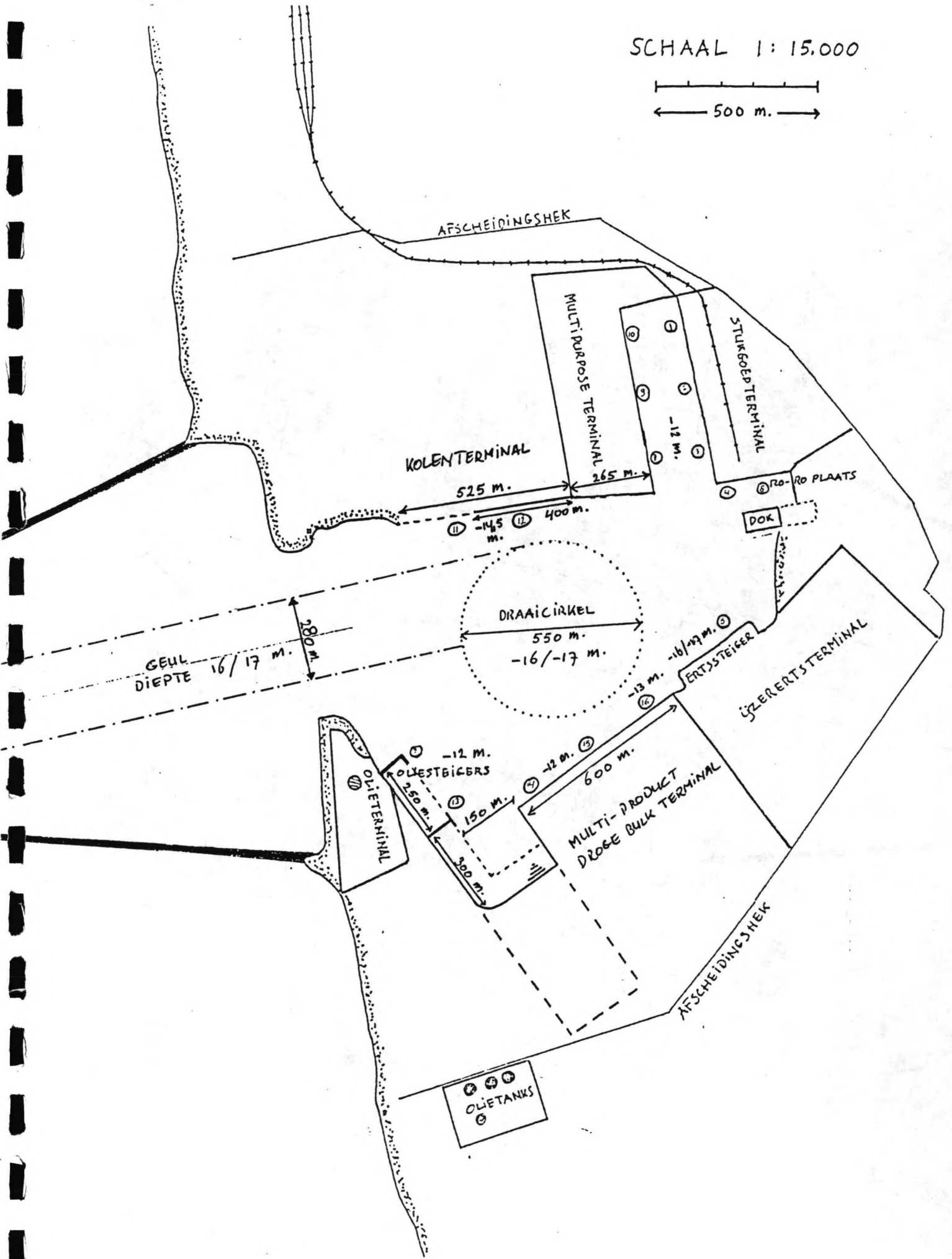
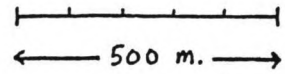
- Dit zijn de alternatieven met een SBM en in geval 1a een kolenterminal met een ligplaats (self-unloader) en in geval 1b met twee ligplaatsen (geared bulk carrier; kadellengte 525 m.)
- Tussen beide zit weinig verschil, alleen moet voor 2b de

SCHAAL 1:15.000



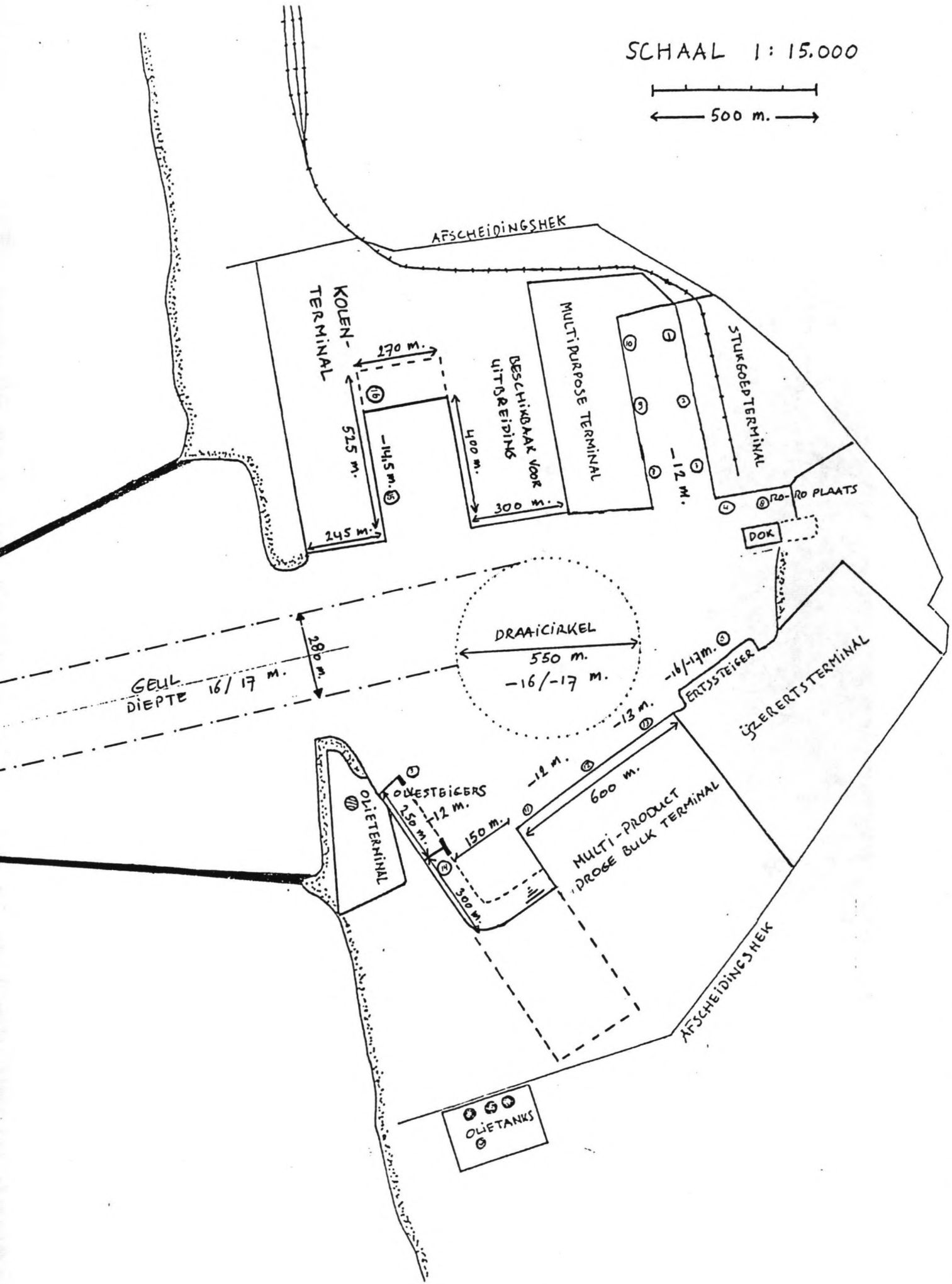
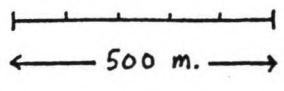
Alternatief 1 e

SCHAAL 1:15.000



Alternatief 2 a/b/c/d

SCHAAL 1: 15.000



Alternatief 2 e/f/g/h

- kade langer zijn, wat duurder is.
- De beschikbare ruimte aan de noordzijde wordt niet efficiënt gebruikt. Er is veel "verloren" ruimte. Ruimte voor uitbreiding in de toekomst is er vrijwel niet; alleen een plaats naast de ligplaatsen voor de kolenterminal.
 - De wind is doorgaans westelijk, dus kan er kolengruis bij de MPT terecht komen.
 - De veiligheid is niet optimaal door de locatie van de kolenligplaatsen. Een onbestuurbaar geraakt schip heeft behoorlijke kans de schepen bij de ligplaatsen te raken; ze liggen zowat in het verlengde van de geul!

Alternatieven 2c en 2d:

- Deze gaan uit van een ruwe olie steiger binnengaats (zie stippellijnen)
- De punten die al bij 2a en 2b zijn genoemd gelden ook hier.
- De ruwe olie ligplaats wordt weer in het midden geplaatst.
- Uitbreidingsmogelijkheden voor het oliebekken zijn er in deze gevallen niet meer. Die mogelijkheid hebben 2a en 2b wel.

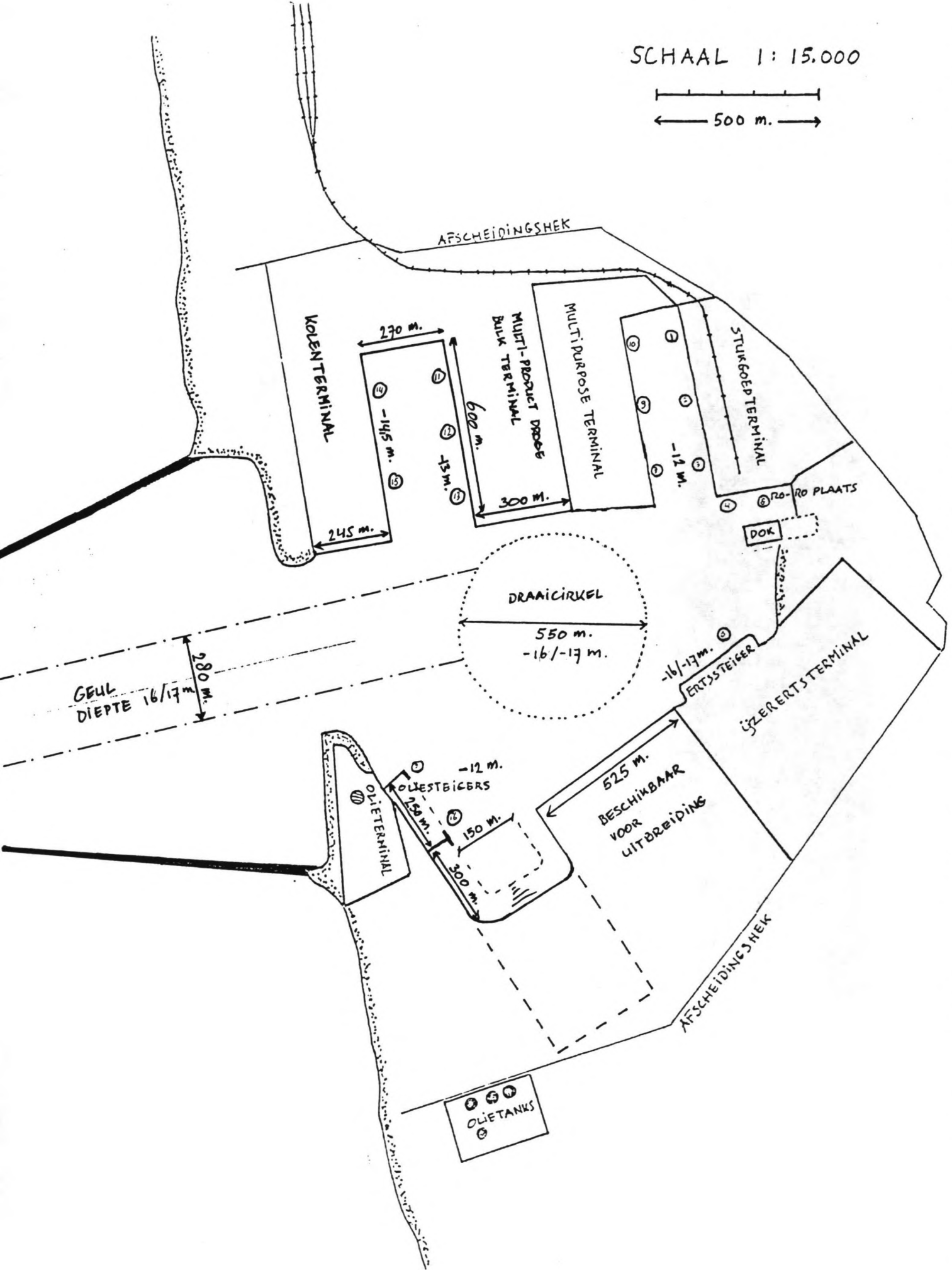
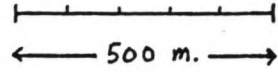
Alternatieven 2e t/m 2h:

- 2e en 2f hebben de ruwe oliesteiger binnengaats (stippellijnen) en 2e en 2g houden rekening met kolenvervoer via geared bulk carriers.
- Voor alle vier geldt omtrent de liquid bulk en de multi-product terminal hetzelfde als de andere alternatieven van scenario 2.
- Interessant bij deze alternatieven is, dat de kolenterminal nu zo is gesitueerd dat:
 1. van de beschikbare ruimte beter gebruik wordt gemaakt; er is nu ook nog ruimte voor uitbreidingen.
 2. de veiligheid is vergroot door de kolenligplaatsen af te schermen.
 3. de MPT minder last zal hebben van kolengruis.
 4. deze gebruik zou kunnen maken van land bij het rangeerterrein.

9.1.4 Alternatieven volgens scenario 3

Hiervoor zijn 3 alternatieven opgesteld, waarbij wel moet worden vermeld dat elk nog de keuze open laat tussen kolenvervoer met de self-unloader of met de geared bulk carrier. Dit is hier alleen nog een kostenafweging, planologisch maakt het geen verschil. De lengte van het bekken wordt namelijk toch bepaald door de benodigde

SCHAAL 1:15.000



Alternatief 3 a/b

kadelengte voor de multi-product terminal.

- De kolenterminal en de multi-product terminal worden beide aan de noordkant gesitueerd; hiervoor moet wel een bekken worden ontgraven. De kolenterminal komt aan de "zeekant", omdat daar ook nog activiteiten rond offshore platforms plaats vinden. Gezien de methode van kolenoverslag (bandtransport) is het geen probleem om de opslag en verdere vervoersactiviteiten bij het rangeerterrein in de buurt te laten plaats vinden. Daarentegen kan de multi-product terminal veel moeilijker aan de "zeekant" worden gesitueerd, vanwege de veelheid aan producten die merendeel nog conventioneel --zonder transportbanden-- worden geladen en gelost.
- Beide terminals aan de noordkant hebben in dit scenario uitstekende mogelijkheden voor sporaansluiting, en maken goed gebruik van bestaande spoorlijnen.
- Uit veiligheidsoverwegingen is het ook een prima scenario; vrijwel alle ligplaatsen zijn afgeschermd tegen onbestuurbaar geraakte schepen.
- De havenindeling is zeer efficiënt, en eenvoudig wat een vlotte scheepvaartafwikkeling mogelijk maakt. Bovendien is er veel ruimte vrij aan de zuidkant, waardoor een ideale configuratie voor het liquid bulk bekken kan worden gevonden en hier de uitbreidingsmogelijkheden ook het grootst zijn van alle scenario's.

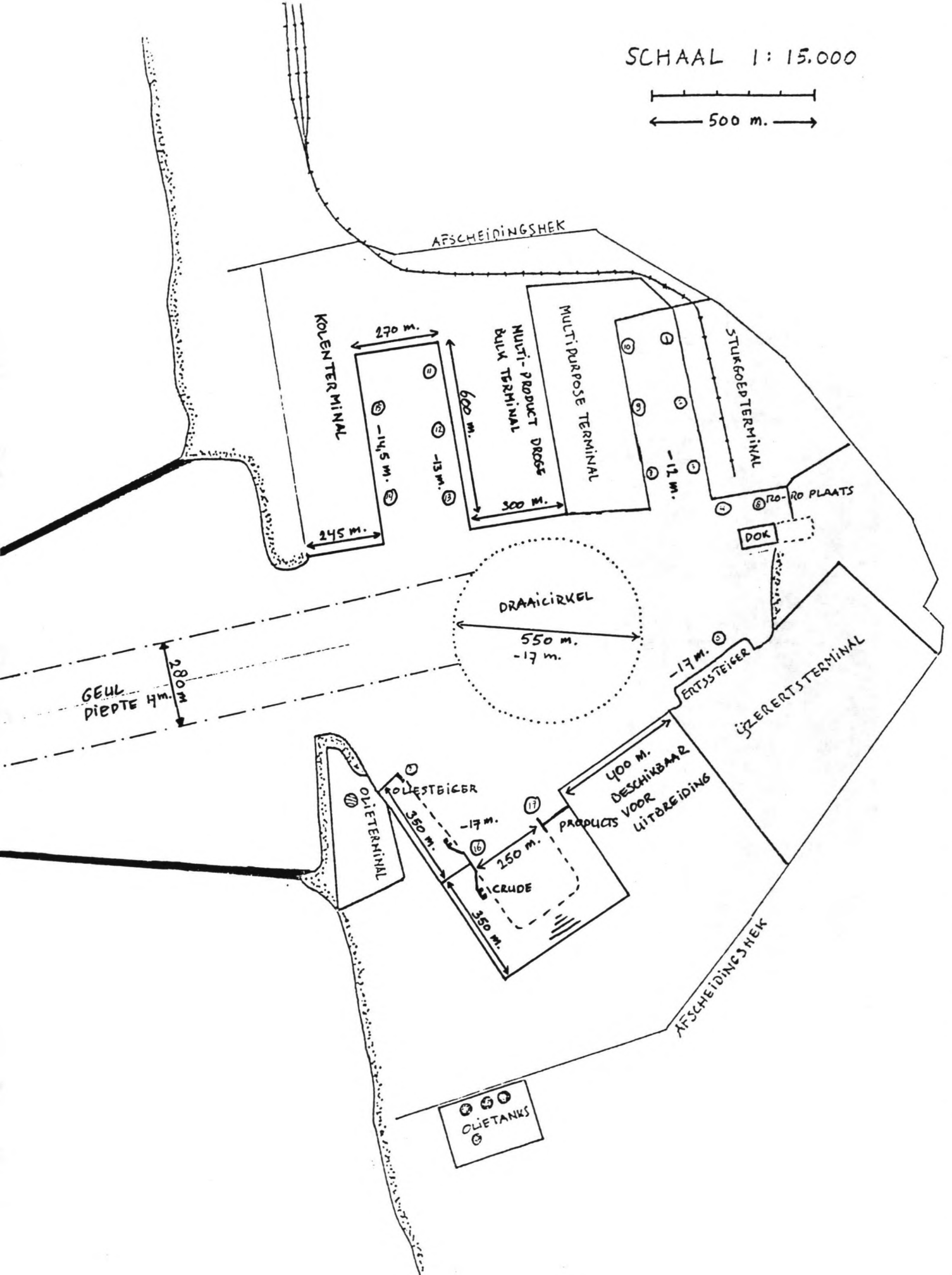
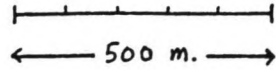
Alternatief 3a:

- Deze gaat uit van een SBM.
- Uitbreidingsmogelijkheden zijn voor dit alternatief het best. Er is voor zowel liquid bulk als droog goed nog ruimte beschikbaar.

Alternatieven 3b en 3c:

- Deze gaat uit van een ruwe olie steiger binnengaats.
- 3b trekt het bekken door (stippellijn), terwijl in 3c het bekken meer is verbreed.
- Voor alternatief 3b moet een groter volume worden ontgraven.
- Uit oogpunt van navigeren, aan- en afmeren lijkt 3c iets aantrekkelijker, daar het bekken ruimer is.
- Ruimte voor uitbreiding --voor zowel liquid bulk als voor droog goed-- lijkt voor beide alternatieven ongeveer gelijk. Bij 3b is er in eerste instantie meer ruimte voor overslag van droog goed over, doch als men uitbreiding nodig heeft voor liquid bulk, wordt dat weer

SCHAAL 1:15.000



- teniet gedaan.
- Hinder voor scheepvaart tijdens bouw (en nog latere bouw van een extra productsteiger) lijkt op het eerste gezicht voor beide hetzelfde.

9.1.5 Evaluatie

Na de bespreking van de verschillende alternatieven worden vijf alternatieven niet meer aan een verdere toetsing onderworpen.

Alternatief 1e valt af vanwege de "moeilijke" configuratie van het liquid bulk bekken; het manoeuvreren lijkt problemen op te leveren.

Alternatieven 2a t/m 2d worden niet meer in beschouwing genomen, daar de ligging van de kolenterminal uiterst inefficiënt is ten aanzien van de benutting van de beschikbare ruimte, en de ligplaatsen zowat in het verlengde van de geul liggen, waardoor de nautische veiligheid enorm afneemt.

9.2 Toetsing alternatieven aan de multi-criteria analyse

In dit hoofdstuk zullen de overgebleven alternatieven onderling worden afgewogen om zodoende de meestbelovende te kunnen vaststellen.

Onderlinge afweging van verschillende alternatieven is niet eenvoudig, daar er vrijwel geen enkel aan alle wensen kan voldoen. Bovendien is het moeilijk --bij de vele wensen die verschillende prioriteit hebben-- om uit te maken welk alternatief nu het meest aan de wensen kan voldoen. Vandaar dat een objectieve evaluatieprocedure wordt uitgevoerd.

Hier wordt een multi-criteria analyse, in de vorm van de gewogen succesindex, toegepast. Alle beoordelingscriteria krijgen dan een eigen wegingsfactor of normwaarde, welke de mate van belangrijkheid of prioriteit aangeeft. Hoe hoger de normwaarde, des te hoger de prioriteit. Aan alle alternatieven wordt vervolgens per criterium een waarderingscijfer toegekend. Vermenigvuldiging van normwaarden en waarderingscijfers, en somming, levert ten slotte een kwantitatieve eindbeoordeling. Eventueel kunnen de normwaarden worden gevarieerd; de gevoeligheid op het eindresultaat kan dan worden bekeken.

De alternatieven worden getoetst aan de volgende primaire criteria:

- nautische.
- flexibiliteit.
- veiligheid.
- bouwtijd.

- vervoer en verkeer.
- kosten.

Dit laatste criterium is vrij zwak, daar hier nog weinig over bekend is. Toch lijkt een SBM in deze situatie met meerdere soorten vracht die expanderen, economisch niet erg aantrekkelijk. Dit wordt "meegenomen" in de multi-criteria analyse.

De primaire criteria zijn weer onderverdeeld in secundaire (zie tabel 9.1). Na een keuze voor de meestbelovende alternatieven, die via toetsing tot stand is gekomen zal een uitgebreide kostenberekening volgen, waarmee een uiteindelijke keuze wordt vastgesteld.

Tabel 9.1 DE MULTI-CRITERIA ANALYSE

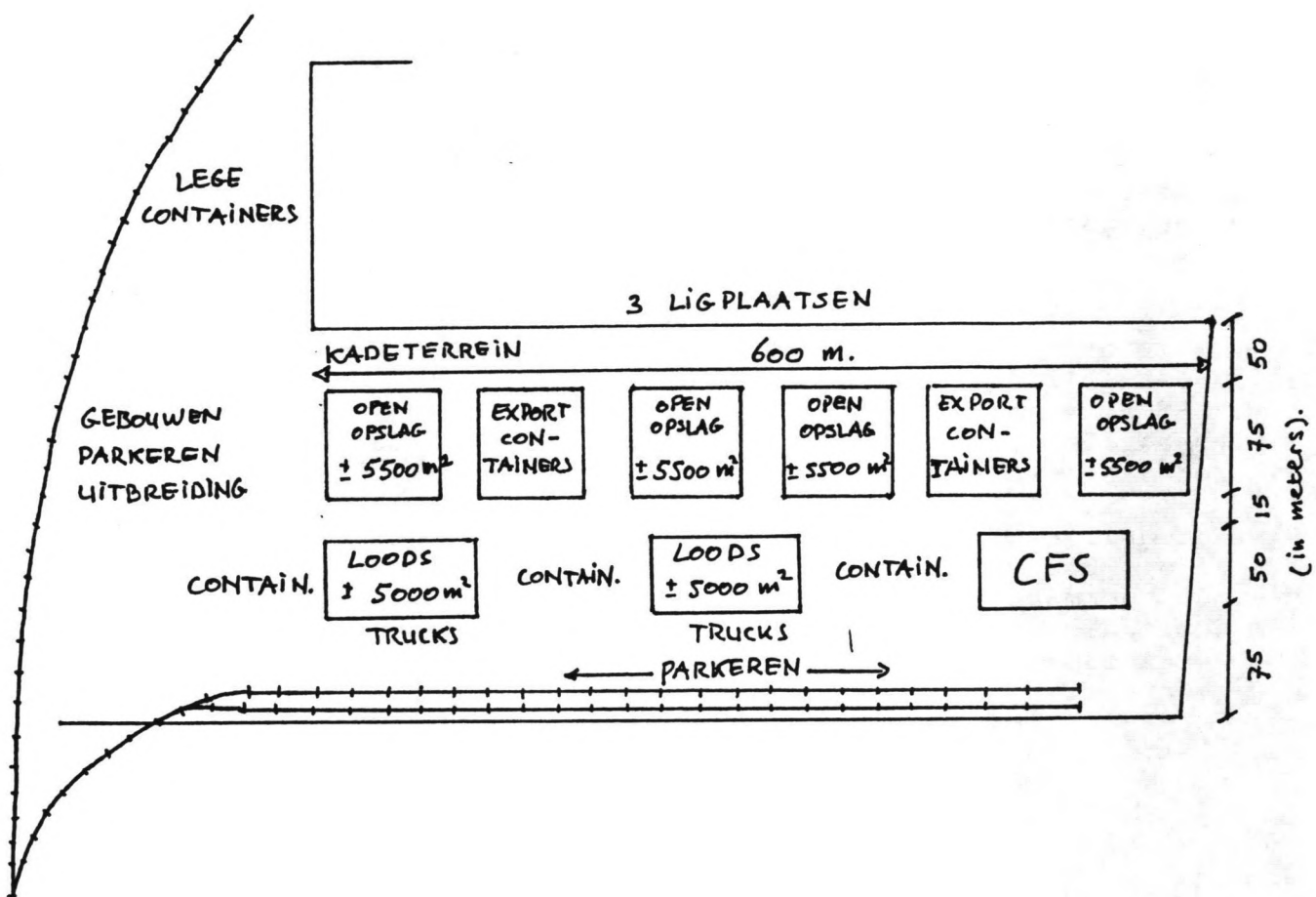
CRITERIA	alternatief	scenario 1			scenario 2		scenario 3		
		1a/b	1c	1d	2e/f	2g/h	3a	3b	3c
Nautische criteria	W = 10								
manoeuvrerruimte in haven	w = 8	6	5	6	5	6	9	7	8
veiligheid nautisch	w = 10	7	7	6	7	7	8	8	8
hinder golfindringing	w = 7	7	7	7	7	7	8	8	8
eenvoudige configuratie bekken	w = 7	7	6	7	6	7	7	6	7
Flexibiliteit	W = 7								
uitbreidingsmogelijkheden	w = 8	9	7	7	6	8	8	6	6
mogelijkheid gefaseerde uitvoering	w = 7	6	7	7	7	6	6	7	7
hinder scheepvaart tijdens bouw	w = 7	8	7	7	7	8	8	7	7
Vervoer en verkeer	W = 7								
gebruik bestaande infrastructuur	w = 7	7	6	6	6	7	8	7	7
transportverbindingen achterland	w = 10	5	5	5	6	6	8	8	8
Veiligheid	W = 9								
ligging gevarenezones tov omgeving		6	6	6	6	6	7	7	7
Bouwtijd	W = 3	6	6	6	6	6	7	7	7
Kosten	W = 7	6	7	7	7	6	6	7	7
TOTAAL:		4157	3853	3903	3867	4171	4782	4398	4548

In tabel 9.1. is het resultaat van de multi-criteria analyse weergegeven. Zowel normwaarden als waarderingscijfers zijn gegeven voor een schaal tussen 1 en 10. Waarbij 10 in het geval van normwaarde de hoogste prioriteit aangeeft, en als waarderingscijfer eveneens het gunstigst is.

Conclusie:

Uit het resultaat blijkt dat van alle alternatieven met "ruwe olie binnengaats" 3c het meest belovend is. Uit de "SBM-alternatieven" komt 3a als het meest gunstig naar voren. Deze twee zullen dan ook verder worden uitgewerkt, zodat een kostenberekening kan worden gemaakt.

Natuurlijk blijkt de methode ook niet geheel objectief te zijn. Daarvoor zijn de keuzes voor de beoordelingscriteria, hun normwaarden en de waarderingscijfers, toch nog sterk arbitrair. Doch, het uiteindelijke resultaat is geen verrassing. Vantevoren leek scenario 3 al het meest geschikt.



figuur 10.2 Indeling MPT

10. DETAILLERING EN FASERING

In deze studie wordt uitgegaan van de situatie in 1987 (zie uitgangspunten). Vandaar dat hier gesproken kan worden over investeringen, die bijvoorbeeld in 1988 moeten plaatsvinden.

10.1. De stukgoedterminal

Hier zijn geen grote investeringen nodig. Een extra transitloods (zie hoofdstuk 7.1.1.) en extra equipment voor opslag- en transportdoeleinden zijn voldoende.

Thans zijn er voor de drie ligplaatsen tien kranen -- waarvan vier met grijpers-- en vijf mobiele kranen. Dit lijkt genoeg. Het aantal vorkheftrucks moet worden verhoogd; nu zijn er slechts vier. Uitgaande voor NMP van zo'n drie stuks per ligplaats, dan zullen er zes bij moeten komen.

Gezien de enorme groei in het stukgoedverkeer tussen '86-'87 en '90-'91 (tabel 10.1.) en het feit dat daarna vrijwel alleen nog maar toename in het containervervoer wordt verwacht --wat de MPT voor zijn rekening neemt-- moeten de investeringen voor loods en equipment al in begin '88 plaatsvinden.

Tabel 10.1 Verkeersprognose stukgoed voor 2000 (in MT)

	86-87	90-91	95-96	2000-01
stukgoed (totaal)	0,560	1,100	1,245	1,335
containers (in TEU)	3.060	12.920	24.590	41.660

10.2. De MPT

In de voorgaande hoofdstukken is de benodigde opslagruimte, kadelengte, etc. bepaald, en bij het ontwerpen van de alternatieven is nu ook de vorm en locatie van het terrein bekend. Hieruit kan een mogelijke indeling worden gemaakt. (zie figuur 10.2):

Thans is er 200 m. kade, een CFS, een tractor trailer unit en een stuk of vier vorkheftrucks aanwezig. Er moet dus 400 m. kade (voor twee ligplaatsen) worden geconstrueerd en

infrastructurele voorzieningen moeten worden verzorgd: verharderen terrein, bouwen loodsen, aanleggen wegen, sporen, electriciteit, etc.

Gezien de toename van het stukgoed tussen '87 en '91 tot 1,1 MT en het feit dat er bij de stukgoedterminal tot zo'n 0,5 MT per jaar kan worden verwerkt, zal de MPT met drie ligplaatsen rond 1990 in gebruik moeten worden genomen. De tweede ligplaats moet liefst al iets eerder worden opgeleverd.

Het laden en lossen geschiedt nog regelmatig met scheepswerktuigen. Vandaar dat twee multi-purpose kranen voor drie ligplaatsen voldoende lijkt. Deze kranen kunnen ook gebruikt worden voor het laden en lossen van containers. Voor transport van en naar de opslagplaats heeft men per ligplaats een stuk of vier vorkheftrucks en een mobiele kraan tot zijn beschikking en enkele straddle carriers.

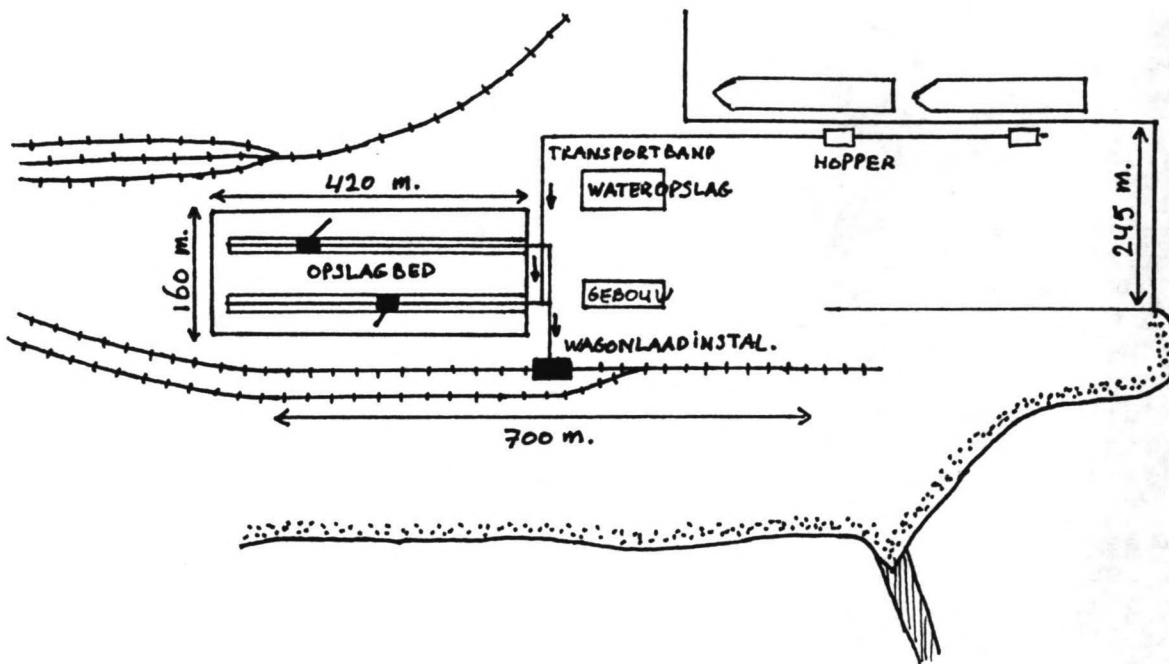
Vanaf '94 worden er jaarlijks meer dan 20.000 TEU's verwacht en nemen de aantallen containers enorm toe. Aangenomen wordt dat drie multi-purpose kranen dan niet meer genoeg zijn. Met het oog op de toekomst -- containerterminal -- wordt dan een containerkraan toegevoegd. Bovendien wordt de MPT dan vanwege het toenemende containervervoer uitgebreid met een transtainer en een stuk of twee straddle carriers.

10.3. De multi-product droge bulk terminal

Een ^{benodigde} mogelijke terminalinrichting is het niet mogelijk. Van de producten is namelijk vrijwel niets bekend (soort, hoeveelheid, import of export), zodat bepaling van benodigde overslagfaciliteiten en equipment niet mogelijk is.

Toch wordt met de gegeven, relatief geringe doorzet, de vele soorten bulk en de huidige methode van overslag, gedacht aan grijper- of mobiele kranen, die het goed direct in een wagon of truck laden, of eventueel het goed opslaan in loodsen of bij open opslag, afhankelijk van het soort goed. Voor twee ligplaatsen zijn in dit verband vier lostorens nodig en bij de derde een scheepsloadinstallatie voor export van erts.

Tevens kan er nog iets vermeld worden over de fasering van de bouwactiviteiten. Op het moment zijn er voor deze terminal nog geen voorzieningen. Dus moet er ongeveer 4,0 miljoen m³ worden ontgraven voor een bekken en moet zo'n 20 ha. worden verhard en ingericht, moet er 600 m. kade worden geconstrueerd en moet er een bekken worden gegraven.



figuur 10.4 Indeling kolenterminal voor 2000

Tabel 10.3 Verkeersprognose droge bulk voor 2000 (in MT)

	86-87	90-91	93-96	2000-01
droge bulk	4,223	6,525	8,150	9,900
erts	<u>3,873</u>	<u>5,000</u>	<u>6,250</u>	<u>7,500</u>
'minor' bulk	0,350	1,525	1,900	2,400

Uitgaande van lineair toenemende ertsexport, kan de groei van de 'minor' bulk goederen --die worden verwerkt bij de multi-product terminal-- in tabel 10.3. worden afgelezen. Ook hier blijkt weer dat de grootste toename tussen '86 en '91 plaats vindt.

Per ligplaats kan er jaarlijks zo'n 0,8 MT worden overgeslagen. In 1989 moeten dus twee ligplaatsen gereed zijn. Bovendien is het wenselijk dat al eerder --in 1988-- de eerste al gebruikt kan worden. Doch, gezien de bouwtijd (meer dan een jaar) zal dat wel niet gehaald worden. Er zal dus daarvoor gebruik van andere aanlegplaatsen moeten worden gemaakt (stukgoedkade, ertssteiger).

Vanaf 1992 kunnen twee ligplaatsen het niet meer aan en moet de derde gereed zijn.

10.4. De kolenterminal

In eerdere hoofdstukken is het benodigd terreinoppervlak, aantal ligplaatsen, locatie van de terminal etc. bepaald. Rekening houdend met werkzaamheden aan offshore platforms "in de buurt" wordt de opslag naar een eind "verderop" gesitueerd en kan een terminal indeling worden gemaakt zoals in figuur 10.4. Er is voor de toekomst --na 2010-- nog ruimte voor een extra wagonlaatinstallatie en spoortracé aanwezig. Bovendien kan de opslag nog met zo'n 60 (in de breedte) worden uitgebreid.

Afhankelijk van het feit of men self-unloaders of geared bulk carriers moet ontvangen, moet er zo'n 275 m. of 525 m. kade worden geconstrueerd, moet het bekken worden uitgebaggerd (het grootste deel is al ontgraven bij de bouw van de multi-product terminal), moet een extra rangeerterrein met aansluiting op het huidige worden aangelegd, moet er een systeem voor transportbanden worden aangelegd, moet er de mogelijkheid tot opslag worden geschapen en moet er een wateropslagplaats komen voor sproeiactiviteiten en een sproeisysteem tegen kolengruis.

Het materieel bestaat uit hoppers op de kade, transportbanden, een wagonlaadinstallatie en stacker-reclaimers. Er wordt voor equipment gekozen dat beide functies in zich heeft --zowel in- als uitslaan-- daar de eerste vijftien jaar de doorzet relatief gering is, waardoor de gebruiksuren niet erg hoog liggen. Bovendien is het opslagterrein --ook weer afgeleide van de geringe doorzet-- niet erg groot (160 * 420 m.).

Er is gekozen voor stacker-reclaimers met een boom van 40 m. De piekcapaciteit ligt rond de 6.000 t/hr voor uitslaan en 8.000 t/hr voor inslaan, terwijl de nominale capaciteit rond de 4.000 t/hr ligt. Deze capaciteiten zijn hoog genoeg gezien de maximum lossnelheid van de zelflossers (5.000 t/hr.) en de maximale capaciteit van de wagonlaadinstallatie (\pm 3.000 t/hr in 2014). Jaarlijks kan een stacker-reclaimer zo'n 8 MT opslaan en weer uitgraven voor verder transport.

De huidige transportbanden kunnen pieken halen vanaf 8.000 t/hr, terwijl de nominale capaciteit rond de 5.000 ligt. Het hele systeem is dus goed op elkaar afgestemd.

Tabel 10.5 Expansie kolenstroom naar Nandigur (in MT)

94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-2000	10-11	13-14
0,45	1,89	2,16	2,16	2,16	5,76	7,56	9,36

Uit tabel 10.5 blijkt dat de terminal vanaf 1994 operationeel moet zijn. De doorzet is tot '98/'99 nog zeer gering. Er kan dan worden volstaan met een ligplaats, een hopper en een stacker-reclaimer. Vanaf '99/2000 neemt de doorzet fors toe en moet er voor de geared bulk carrier een tweede ligplaats aanwezig zijn. Dit impliceert een extra hopper en bovendien wordt een extra stacker-reclaimer toegevoegd. Vanaf 2010 moet zonnodig de wagonlaadinstallatie worden uitgebreid.

10.5. De liquid bulk terminal

Bij keuze voor een conventionele terminal moeten de volgende werkzaamheden worden uitgevoerd:

- uitgraven bekken en het later aanbrengen van oeverbescherming.
- constructie ruwe olie steiger en productsteiger.

De steiger bestaat uit de volgende componenten:

- * een aanloopbrug, met rijbaan en leidingenstraat. Het

verdient de voorkeur om alle leidingen in een laag te houden in verband met toegankelijkheid voor onderhoud en inspectie. De lengte van de aanloopbrug varieert, doch in NMP zal deze ongeveer 100 m. bedragen.

- * het steigerhoofd; bestaande uit een platvorm waarop leidingmanifold, bedieningsgebouw, laadarmen, steigerkraan, brandblustorens en gangway zijn aangebracht. De afmetingen van het steigerhoofd ligt rond de 35 * 20 m²
- * de ducdalven, welke de bewegingsenergie van het aanleggende schip opnemen, deze afhouden tijdens aanlandige wind, en dienst doen als meerstoel voor "spring"-lijnen van het schip.
- * de meerstoelen voor de afmeertrossen.

Waarbij voor de ruwe oliesteiger vier ducdalven en vier meerstoelen nodig zijn, welke op een diepte rond de -27,5 m. worden gefundeerd. Boren is dan noodzakelijk, aangezien er harde lagen worden gevonden. De aanloopbrug voor de ruwe oliesteiger is 100 m. lang, die voor de products 80 m.

- aanbrengen drie losarmen voor ruwe olie en zes laadarmen voor producten. Deze aantallen zijn afgeleid uit de lossnelheid van ruwe olie en de hoeveelheid verschillende producten.
- constructie water-deballast tanks.
- aanleg brandblussysteem.
- leggen pijpleidingen.
- aanbrengen electriciteitsfaciliteiten.
- uitbaggeren van de geul.

Dit laatste punt is ook voor de bulk carriers van belang. Bij de keuze voor een SBM vervalt de constructie van de ruwe oliesteiger en kan er minder gebaggerd worden, doch daar komt voor in de plaats:

- aanleg 13 km. 'submarine' pijpleiding.
- bouw SBM terminal.

Hoe dient dit nu te worden gefaseerd?

In tabel 10.6 is de groei af te lezen. Uitgaande dat de verhouding ruwe olieproducten constant 3:1 is (6 MT : 2 MT in 2000), kan worden vastgesteld dat in '90/'91 zo'n 3 MT ruwe olie wordt ingevoerd, en een dikke 1 MT producten wordt uitgevoerd. In '95/'96 is dit opgelopen tot respectievelijk 5,5 MT en 1,75 MT.

Aangenomen wordt dat met transport van ruwe olie wordt begonnen in 1990. De SBM of ruwe olie steiger dient dan gereed te zijn.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sluigoedterminal (bouwloods)													
MPT													
bouw kode + inrichting terminal													
Multi-product terminal													
ontgraven													
bouw kode + inrichting terminal													
Kalenterminal													
boggeren													
bouw kode eerste ligplaats + terminal													
boggeren													
bouw tweede ligplaats													
Liquid bulk terminal													
"SBM":													
pijpleiding + bouw SBM													
ontgraven productbekken													
constructie productsteiger													
"CONV":													
ontgraven liquid bulk bekken													
constructie ruwe alle steiger													
boggeren													
constructie productsteiger													
Boggerwerk													
geulen binnenhaven													
Galfbreker													
verlenging 600 m.													

Tabel 10.6 Groei liquid bulk (in MT)

	86-87	90-91	95-96	2000-01
	0,65	4,45	7,25	8,00

De huidige productsteiger heeft een jaarlijkse capaciteit van 1 MT. In het geval van een SBM moet daardoor en vanwege de groei van het productenverkeer al vanaf 1991 een tweede product steiger in gebruik worden genomen.

In het geval dat binnengaats ruwe olie wordt gelost kan tot ongeveer 1995 de ruwe olie steiger, met een capaciteit van 6 MT, in geval van nood de ene, al aanwezige product steiger "bij springen"; tot dan is de jaarlijkse totale doorzet namelijk ongeveer 7 MT. Vanaf '95/'96 moet dus dan de tweede in gebruik worden genomen.

Tot '92 overschrijdt de import van ruwe olie de 3 MT niet, en dan alles uit Bombay worden gehaald. Vanaf '92 moet er ook olie aangevoerd worden vanuit de Perzische Golf. Dus moet de geul uiterlijk in 1992 de juiste diepte hebben. Zo mogelijk liefst nog eerder, dan kan er al eerder met grotere tankers en bulkcarriers worden gewerkt, waardoor de transportkosten kunnen worden beperkt.

Het hoofdstuk over fasering afsluitend kan nog worden vermeld dat --van belang voor de hele haven-- in '87 al direct moet worden begonnen met het verlengen van de golfbrekers, in '92 bij het gereed komen van de geul extra navigatie hulpmiddelen moeten zijn aangebracht en dat rond 1990 een stuk of drie extra sleepboten moeten worden gekocht, vanwege het toenemende verkeer.

In figuur 10.7 zijn alle bouwactiviteiten in de tijd gegeven. Natuurlijk is het slechts een schatting; de precieze duur van alle bouwactiviteiten is niet bekend, ook al omdat niet bekend is welke moeilijkheden zich kunnen voordoen tijdens de bouw. Doch, het lijkt redelijk, daar gekeken is hoe lange bouwtijd enkele soortgelijke werken hadden in India.

De fasering geeft een indruk wanneer uitgeven moeten plaatsvinden.

Voor baggerwerkzaamheden van "zacht spul" zijn twee hopperzuigers gepland. Thans baggert een hopperzuiger daar gemiddeld zo'n 35.000 m³ per dag. Uitgaande van zes dagen per week en vijftig weken per jaar kan deze zo'n 10 miljoen m³ per jaar aan.

Het benodigd aantal hopperzuigers is natuurlijk ook afhankelijk van de hoeveelheid die moet worden gebaggerd. En dit is ook weer van invloed op de tijdsduur. Er wordt hier ruim uitgegaan van twee jaar.

11. DE KOSTENBEREKENING

Om een uiteindelijke keuze te kunnen maken tussen de twee meestbelovende alternatieven --3a en 3c-- wordt voor beide een kostenberekening gemaakt. Bovendien zal een dergelijke berekening gemaakt worden voor twee van alternatief 3a "afgeleide" alternatieven. Dit zijn varianten met precies hetzelfde havenontwerp als alternatief 3a, dus met een SBM, alleen de geul- en binnenhavendieptes verschillen.

Alternatief 3c heeft een conventionele olieterminal binnengaats met een draaicirkeldiepte van 17 m., terwijl bij 3a een SBM is gepland met een draaicirkeldiepte van 16 m. (voor de ertscarriers). De eerste "afgeleide" van 3a voorziet ook in een SBM doch heeft voor de ertscarriers een draaicirkeldiepte van 17 m. De tweede --ook SBM-- gaat om baggerkosten te beperken uit van een diepte van 14,5; dit is namelijk genoeg voor de zelflossers.

De vier varianten zullen hier verder worden aangeduid met "SBM 16", "SBM 17", "SBM 14,5" en "CONV 17".

Voor de vier zullen allereerst de kapitaalskosten worden bepaald. Doch, daar de hoogte van de totale investeringen niet doorslaggevend voor de keuze hoeft te zijn --fasering en exploitatiekosten spelen ook een rol-- wordt tevens een berekening volgens de Netto Constante Waarde-methode gemaakt. Behalve de in het vorige hoofdstuk aangegeven fasering, worden in deze berekening ook transportkosten voor olie en erts --voor verschillende scheepsgroottes en geuldieptes-- verwerkt. Hier wordt het bekijken van de "afgeleiden" interessant.

Voor alle alternatieven wordt dezelfde keuze gemaakt inzake het kolentransport --self-unloader of geared bulk carrier-- dus van erg groot belang is deze niet wanneer het gaat om het totale havenplan; een keuze tussen de alternatieven "SBM" of "CONV".

Bij de kostenberekening is onder andere gebruik gemaakt van gegevens van NMP Trust en uit rapporten van RITES, Consulting Engineering Services en Haskoning (zie gebruikte literatuur).

Natuurlijk zijn de hierna volgende kosten niet erg nauwkeurig; vaak zijn het schattingen. Ze geven echter wel de orde van grootte aan, zodat een indruk wordt gekregen van de kosten voor de vier varianten.

11.1 De kapitaalskosten

Allereerst zullen de kosten voor het "basissysteem" worden bepaald. Dit zijn de investeringen die voor elk van de vier sowieso moeten worden gemaakt.

11.1.1 Het basissysteem

(in miljoen Rs.)

De stukgoedterminal:

materieel

- zes vorkheftrucks à 0,8 miljoen

4,8

totaal: 4,8

De MPT:

fase 1

infrastructuur

- 400 m. kade (0,4 miljoen/m')
- terreinverharding, wegen, sporen, gebouwen.
- twee loodsen, elk 5.500 m²
- electriciteit (5% van totaal)

160,0

10,0

8,0

9,0

materieel

- twee multi-purpose kranen
- drie mobiele kranen (één 30 T, twee 6 T)
- twaalf vorkheftrucks
- tractor trailer unit

50,0

25,0

9,6

1,0

sub-totaal: 272,6

fase 2

materieel

- één transtainer
- twee straddle carriers

15,0

15,0

sub-totaal: 30,0

totaal: 302,6

De multi-product terminal:

fase 1

infrastructuur

- 400 m. kade (0,4 miljoen/m')
- terreinverharding, wegen, electra, opslag etc.

160,0

30,0

materieel

- één lostoren
- één scheepslaadinstallatie
- overig (15%)

30,0

30,0

9,0

sub-totaal: 259,0

fase 2

infrastructuur

- 200 m. kade (0,4 miljoen/m')
- terreinverharding etc.

80,0

10,0

materieel

- één lostoren
- overig (15%)

30,0

4,5

sub-totaal: 124,5

totaal: 383,5

<u>De kolenterminal:</u>	fase 1
infrastructuur	
- 275 m. kade (0,08 miljoen/m')	22,0
- gebouwen, wegen, electriciteit etc.	20,0
- spoor aansluiting en rangeerterrein (6 miljoen/km.)	18,0
- stalen frame transportband plus fundatie op kade (1.050 m. lang en 0,025 miljoen/m')	26,3
- opslagbed van 45.000 m ² (Rs. 200/m ²)	9,0
- ondersteuning transportband opslagbed (400 m.)	1,0
materieel	
- transportband van 1.450 m. (0,021 miljoen/m')	30,5
- hopper (40 T)	7,0
- sproeisysteem plus wateropslag	12,0
- stacker-reclaimer	60,0
- weegsysteem	3,0
- wagonlaadinstallatie	<u>18,0</u>
	sub-totaal: 226,8
	fase 2
infrastructuur	
(- kade verlengen met 250 m.)*	(20,0)*
- uitbreiding opslagbed met 22.500 m ²	4,5
- ondersteuning transportband opslagbed (400 m.)	1,0
materieel	
(- hopper (40 T))*	(7,0)*
- transportband uitbreiden met 450 m.	9,5
- sproeisysteem	3,0
- stacker-reclaimer	<u>60,0</u>
	sub-totaal: 78,0
	(105,0)*
	fase 3
infrastructuur	
- rangeerterrein (700 m. en 6 miljoen/km.)	4,2
materieel	
- wagonlaadinstallatie	<u>18,0</u>
	sub-totaal: 22,2
	<u><u>totaal: 327,0</u></u>
	(354,0)*

* = de grootte van de investeringen wanneer wordt gekozen voor een geared bulk carrier in plaats van een self-unloader. Er is dan een extra ligplaats en een extra hopper nodig.

Of nu gekozen wordt voor een terminal geschikt voor geared schepen of één die geschikt is voor self-unloaders, het verschil in kapitaalskosten blijkt erg klein te zijn. Dit komt onder andere door de ligging. Er is namelijk al een bekken en er is ook genoeg ruimte beschikbaar. Aangenomen dat de exploitatiekosten ook niet veel verschillen (percentage van de investeringen) dan zijn de transportkosten maatgevend bij de economische

optimalisatie. Exacte bepaling daarvan is erg moeilijk, daarvoor ontbreken voor deze situatie de gegevens.

Echter, voor het totale financiële plaatje van de haven maakt het een keuze voor een van beide type schepen niet erg veel uit. Vandaar dat hier verder niet meer op in wordt gegaan. Haventechnisch zijn beide opties mogelijk.

Wel lijkt het bedrijfszekerder om de geared bulk carriers in te zetten. Het lossysteem van de self-unloader is erg kwetsbaar en lastig --en alleen door experts-- te repareren (zie hoofdstuk 5.6).

De golfbrekers:

- verlenging met 600 m. (0,1 miljoen/m') 120,0

Navigatiehulpmiddelen:

- ± zes extra boeien in de geul, een benaderings- 25,0
snelheidmeter, electronisch positiebepalingssysteem.
- drie sleepboten 30-35 T 150,0
totaal: 175,0

TOTALE KAPITAALSKOSTEN BASISSESTEEEM: 1.312,9

11.1.2 De additionele systemen

In dit hoofdstuk worden voor elk van de vier varianten de kapitaalskosten bepaald voor een liquid bulk terminal en de benodigde bagger- en ontgravingswerkzaamheden. Deze twee kostenposten verschillen namelijk per variant.

Kapitaalskosten liquid bulk terminal:

Allereerst de kosten voor de conventionele variant.

	(in miljoen Rs.)
"CONV 17":	fase 1
ruwe olie steiger	
- vier ducdalven	34,0
- vier meerstoelen	16,0
- steigerhoofd met 100 m. aanloopbrug etc.	16,0
- laad- en losarmen, vijf stuks à 5 miljoen	25,0
(drie voor ruwe olie en twee voor products)	
brandblusfaciliteiten	
- opslag tanks, pijpleidingen etc.	2,0
- controle	3,0
- pompen (drie stuks)	5,0
- twee brandblustorens	5,0
deballasting faciliteiten	
- twee slop- of deballast tanks	3,0
- chemical treatment units	7,0
- pijpleidingen etc.	2,0

electriciteit	3,0
gebouwen, wegen etc.	5,0
oeverbescherming	<u>10,0</u>
sub-totaal:	136,0
	fase 2
productsteiger	
- twee duccalven	13,0
- vier meerstoelen	10,5
- steigerhoofd met 80 m. aanloopbrug etc.	12,0
- laadarmen, zes stuks à 5 miljoen	30,0
aanvullingen/aanpassingen faciliteiten (5% steiger)	3,0
oeverbescherming	<u>4,0</u>
sub-totaal:	72,5
	<u><u>208,5</u></u>

Nu de kosten van de "SBM"-variant. Enkele kostenposten worden hier niet meer uitgesplitst, daar deze bij de conventionele variant al zijn genoemd.

"SBM":	
SBM terminal	250,0
'submarine' pijpleiding 13 km. (incl. plaatsen)	330,0
productsteiger	65,5
brandblusfaciliteiten	15,0
deballasting faciliteiten	12,0
electriciteit, gebouwen, wegen etc.	5,0
oeverbescherming	<u>8,0</u>
totaal:	<u><u>685,5</u></u>

Kapitaalsbagger- en ontgravingswerk:

Deze kostenfactor omvat drie onderdelen, te weten:

- ontgravingen voor zowel het liquid bulk bekken als het bekken waaraan de kolen- en multi-product terminal liggen.
- baggerwerk in de geul.
- baggerwerk in de binnenhaven.

In bijlage 3.1 zijn de berekeningen van de te ontgraven volumes te vinden. Hier worden alleen de resultaten getoond via tabel 11.1.

Tabel 11.1 Te ontgraven volumes voor de liquid bulk-, kolen- en multi-product terminal en de bijbehorende kapitaalskosten.

bekken;	volume [miljoen m ³]	kosten [miljoen Rs.]
kolenterminal/ multi-prod.	4,0	140,0
liq. bulk term. "CONV"	2,85	105,5
liq. bulk term.	0,82	44,6

Geologisch onderzoek heeft aangetoond dat bij de betreffende locaties geen grote hoeveelheden "hard materiaal" zijn te verwachten. Voor de kostenbepaling is dan ook uitgegaan van Rs. 30/m³. Daar bovenop komen dan nog de mobilisatie- en demobilisatie kosten. Deze zijn geraamd op zo'n 20 miljoen Rs.

Wat betreft het kapitaalsbaggerwerk in de geul en in de binnenhaven, wordt hier volstaan met de resultaten uit bijlage 3.2. In deze bijlage is voor de vier varianten het te baggeren volume bepaald. Tabel 11.2 geeft de betreffende hoeveelheden weer.

Het grootste te baggeren gedeelte is "zacht", doch hier en daar moeten ook nog wat "harde stukken" worden verwijderd, waar in hoofdstuk 3.1.2 over is gesproken.

In de toegangsgedul zijn tussen 500 en 750 m. van de havenmond op twee plaatsen harde lagen gevonden, vanaf -13 m. Het totale volume tot -18,5 m. is berekend op 400.000 m³. Aangenomen dat de grootte van het volume lineair verloopt met de diepte, is voor de vier varianten --met verschillende geuldiepten-- de grootte van het rotsvolume bepaald dat moet worden verwijderd.

In de binnenhaven zijn ook twee plaatsen gevonden met harde stukken. Bij de huidige oliesteiger, vanaf -14 m., gaat het om een twee meter dikke laag van 85.000 m³, en op ongeveer 500 m. van de havenmond is vanaf -14 m. een rotspartij gevonden die tot -18,5 m. 115.000 m³ groot is. Op dezelfde manier als hierboven beschreven is ook voor deze harde stukken per variant bepaald hoeveel er van moet worden verwijderd. Deze volumes zijn te vinden in tabel 11.2.

Voor de "SBM"-varianten hoeft de harde laag bij de oliesteiger niet te worden verwijderd.

Tabel 11.2 Het te baggeren volume in geul en binnenhaven [in miljoen m³].

	SBM 16	CONV 17	SBM 17	SBM 14,5
GEUL				
- zacht	12,20	14,86	14,86	8,50
- hard	<u>0,22</u>	<u>0,29</u>	<u>0,29</u>	<u>0,11</u>
Totaal:	12,42	15,15	15,15	8,61
BINNENHAVEN				
- zacht	2,82	4,05	3,43	1,86
- hard	<u>0,05</u>	<u>0,16</u>	<u>0,08</u>	<u>0,03</u>
Totaal:	2,87	4,21	3,51	1,89
TOTAAL:	15,29	19,36	18,66	10,50

De kosten voor het kapitaalsbaggerwerk zijn als volgt:

- zacht, Rs. 30/m³
- hard, Rs. 1.800/m³ als het met explosieven moet gebeuren
Rs. 100/m³ wanneer cutterzuigers worden gebruikt.

Het bedrag van Rs. 1.800/m³ is overgenomen uit kostenberekeningsrapporten in opdracht van de NMP Trust. Alleen het harde deel in de binnenhaven op 500 m. van de havenmond moet worden verwijderd met behulp van explosieven.

Voor mobilisatie- en demobilisatie is 40 miljoen Rs. genomen, daar met verschillend materieel moet worden gewerkt.

De totale kapitaalskosten voor bagger- en ontgravingswerkzaamheden worden dan als in tabel 11.3 is aangegeven:

Tabel 11.3 Kapitaalskosten bagger- en ontgravingswerk.
[in miljoen Rs.]

	SBM 16	CONV 17	SBM 17	SBM 14,5
GEUL				
- zacht	366,0	445,8	445,8	255,0
- hard	<u>22,0</u>	<u>29,0</u>	<u>29,0</u>	<u>11,0</u>
Totaal:	388,0	474,8	474,8	266,0
BINNENHAVEN				
- zacht	84,6	121,5	102,9	55,8
- hard	<u>90,0</u>	<u>145,3</u>	<u>136,8</u>	<u>54,0</u>
Totaal:	174,6	266,8	238,7	109,8
Ontgraving	184,6	245,5	184,6	184,6
Mob./demob.	40,0	40,0	40,0	40,0
TOTAAL:	<u>787,2</u>	<u>1027,1</u>	<u>938,1</u>	<u>600,4</u>

Zoals verwacht worden de hoogste kosten gevonden voor de "CONV"-variant. Uit oogpunt van het beperken van de benodigde investeringen lijkt "SBM 14,5" interessant. Doch, dit alternatief kan met betrekking tot de scheepstransportkosten onaantrekkelijk blijken te zijn. Hier wordt nog op ingegaan.

11.1.3 De totale kapitaalskosten

Nu alle kostenfactoren gekwantificeerd zijn kan voor elk van de vier varianten een totaal overzicht worden gegeven. Tabel 11.4 toont dit:

Tabel 11.4 Totale kapitaalskosten voor vier varianten.
[in miljoen Rs.]

	SBM 16	CONV 17	SBM 17	SBM 14,5
Basissysteem	1312,9	1312,9	1312,9	1312,9
Liquid bulk terminal	685,5	208,5	685,5	685,5
Baggeren en ontgraven	787,2	1027,1	938,1	600,4
TOTAAL:	<u>2785,6</u>	<u>2548,5</u>	<u>2936,5</u>	<u>2598,8</u>

Uit deze cijfers blijken varianten "CONV 17" en "SBM 14,5" financieel het meest aantrekkelijk. Er zal echter niet direct een eindconclusie worden getrokken. Fasering, de hoogte van de exploitatiekosten en de transportkosten -- welke onder andere afhankelijk zijn van het scheepstonnage-- spelen ook een rol en moeten nog worden bepaald.

11.2 De exploitatiekosten

De exploitatiekosten voor de terminals, golfbreker en navigatiehulpmiddelen, bestaande uit onderhouds- en operationele kosten worden bepaald aan de hand van percentages van de kapitaalskosten.

Voor de verschillende kapitaalgoederen zijn in tabel 11.5 de exploitatiekosten als percentage van de betreffende kapitaalskosten gegeven.

Tabel 11.5 De jaarlijkse exploitatiekosten.

	onderhoud	operating	totaal
materieel	5%	8%	13%
infrastructuur	5%	3%	8%
kade/steigers	1%	--	1%
SBM	10%	2%	12%
pijpleiding <i>van SBM</i>	2%	1%	3%
golfbreker	1%	--	1%

kegen, sebrunnen, etc. wat is dat?

?

2/10/88

Onderhoudsbaggerwerk:

De kosten van het onderhoudsbaggerwerk zijn niet zo eenvoudig te bepalen. Bij verdieping of verbreding van een geul kan het aanzandingspatroon namelijk veranderen.

Voor de binnenhaven wordt aangenomen dat de siltatie onafhankelijk is van de diepte en alleen afhankelijk is van de grootte van het wateroppervlak.

Bij het huidige oppervlak van ongeveer 0,7 miljoen m² wordt jaarlijks zo'n 1,6 miljoen m³ bij het onderhoud weggebaggerd. De nieuwe binnenhaven krijgt in het geval van een SBM een "extra" oppervlak van 0,24- en in het geval van een ruwe oliesteiger binnengaats een "extra" oppervlak van 0,34 miljoen m².

Jaarlijks moeten dan de volgende hoeveelheden bovenop de huidige volumes worden gebaggerd:

- "SBM" : $(0,24/0,7) * 1,6 = 0,55$ miljoen m³
- "CONV": $(0,34/0,7) * 1,6 = 0,78$ miljoen m³

Voor de toegangsgeul ligt de zaak gecompliceerder. De geul wordt dieper, breder en langer. Hierdoor is een verandering in het aanzandingspatroon waarschijnlijk. Ook doordat de golfbrekers zijn gepland te worden verlengd.

Aangenomen wordt dat:

- tot 5.340 m. van de havenmond (einde huidige geul) het onderhoud toeneemt met factor $(280-156)/156$ (nieuwe-oude breedte verhouding) maal factor "nieuwe geuldiepte"/12,5. Door het uitdiepen schuift er meer de geul in.
- van 5.340 m. tot het einde van de nieuwe geul wordt per m' verlenging uitgegaan van $400 \text{ m}^3/\text{m}'$. Dit is namelijk de waarde die gevonden is na modelonderzoek (CWPRS Report), waarbij is uitgegaan van een geulbreedte van 256 m. en een diepte van rond de 16 m. Het ging over hoeveelheden die gevonden werden vanaf 5.500 m.

Ook hier wordt weer een factor voor de diepte verdisconteerd; geuldiepte/16 (de 16 m. uit het modelonderzoek).

Het huidige onderhoudsbaggervolume in de geul is 2,6 miljoen m^3 . De geullengtes voor de varianten "SBM 17"/"CONV 17", "SBM 16" en "SBM 14,5" zijn respectievelijk 8.300 m., 7.750 m. en 7.000 m. (zie bijlage 3.2).

De volgende "extra" hoeveelheden --tot 5.340 m.-- worden dan respectievelijk voor de verschillende varianten gevonden:

- $(18,5-12,5)/12,5 * 0,8 * 2,6 = 1,00$ miljoen m^3
- $(17,5-12,5)/12,5 * 0,8 * 2,6 = 0,83$ " "
- $(16-12,5)/12,5 * 0,8 * 2,6 = 0,58$ " "

$$0,8 = (280-156)/156.$$

$$2,6 = \text{huidig jaarlijks volume.}$$

De toename vanaf 5.340 m. is:

- $(8.300-5.340) * 400 * 18,5/16 = 1,36$ miljoen m^3
- $(7.750-5.340) * 400 * 17,5/16 = 1,05$ " "
- $(7.000-5.340) * 400 * 16/16 = 0,67$ " "

In tabel 11.6 is de totale toename van jaarlijks onderhoudsbaggerwerk te vinden. Hier zijn ook direct de jaarlijkse kosten daarvoor aangegeven. Er is uitgegaan van Rs. $15/\text{m}^3$.

Tabel 11.6 Toename jaarlijks baggeronderhoud in geul en haven [miljoen m³].

	SBM 17	CONV 17	SBM 16	SBM 14,5
geul	2,36	2,36	1,88	1,25
binnenhaven	<u>0,55</u>	<u>0,78</u>	<u>0,55</u>	<u>0,55</u>
Totaal:	2,91	3,14	2,43	1,80
onderhouds- kosten [miljoen Rs.]	43,65	47,10	36,45	27,00

11.3 De transportkosten

Om de meest economische variant te kunnen bepalen moeten behalve de kapitaals- en exploitatiekosten ook de scheepstransportkosten worden berekend. De voordelen van grotere schepen -- 'economy of size' -- moeten worden bekeken daar de varianten niet allemaal dezelfde scheepsgroottes kunnen ontvangen.

Voor deze situatie is het van belang de transportkosten van ruwe olie en erts te bepalen. De schepen die de betreffende goederen vervoeren zijn namelijk bepalend door hun maatgevende diepgang en het feit dat variatie in die scheepsgroottes van invloed is op de keuze SBM of conventioneel, en op de baggerkosten.

Erts:

Uitgaande van de drie verschillende draaicirkeldieptes voor de vier varianten, kunnen de volgende bulk carriers worden beschouwd:

17 m. : ± 120.000 DWT
 16 m. : ± 100.000 DWT
 14,5 m. : ± 70.000 DWT

Er wordt gebruik gemaakt van gegevens uit 'Bulk transportation costs' van "Ocean Shipping Consultants". Tabel 11.7 is daar uitgehaald en geeft de gemiddelde dagelijkse transportkosten in dollars voor bulk carriers van verschillend formaat in 1985 weer.

Er is onderscheid gemaakt tussen kosten op zee en in de haven. De waarden uit de tabel zijn opgebouwd uit kosten om het schip te verwerven, kosten voor onderhoud, verzekering en bemanning, en kosten voor brandstof. Uitgangspunten zijn dat het schip 350 dagen per jaar in gebruik is en vaart met een gemiddelde snelheid van 12 kn./hr.

Current Daily Fully Built-Up Trading Costs for Representative Bulk Carriers

(m US \$)

Vessel Size (dwt)	Cost Category	At-sea	In-port
20/30,000	Low*	9,509	6,161
	High*	14,380	11,356
60/80,000	Low	13,237	8,647
	High	20,919	17,499
110/130,000	Low	20,456	13,670
	High	27,719	22,931
150/170,000	Low	23,920	15,640
	High	31,244	25,106
190/210,000	Low	29,886	17,448
	High	34,400	27,956

* Low Cost - Convenience flag, 1975 built

** High Cost - Japanese flag, 1982 built

Source: Ocean Shipping Consultants

Tabel 11.7

Vrijwel alle erts wordt geëxporteerd naar Japan en Korea. De afstand tussen NMP en Japan/Korea bedraagt zo'n 5.000 nautische mijlen. De rondtrip op zee duurt dus:

$$- (2 \times 5.000) / (12 \times 24) = 35 \text{ dagen.}$$

De havenligtijd varieert per scheepsgrootte. Voor de 100.000 DWT bulk carrier is in hoofdstuk 6.4 de gemiddelde servicetijd op 2,00 dagen gesteld. Voor de 120.000 tonner zal de servicetijd dus langer zijn en voor de 70.000 tonner korter dan 2,00 dagen.

Relatief zal het laden van het grotere schip sneller gaan, doch de verschillen per scheepsgrootte zijn niet zo groot als bij het lossen. Aangenomen wordt een servicetijd van respectievelijk 2,20, 2,00 en 1,60 dagen. De gemiddelde wachttijd (hoofdstuk 6.4) ligt voor alle drie rond de 0,9 dagen. De kleinere schepen hebben wel een langere wachttijd als eenheid van de servicetijd, doch de absolute wachttijd zal ongeveer gelijk zijn. De gemiddelde servicetijd voor de grotere schepen is namelijk langer.

Met deze gegevens en die uit tabel 11.7 kunnen nu de transportkosten worden bepaald. Voor de 100.000 tonner zijn gemiddelde waarden tussen de 110/130.000 DWT en de 60/80.000 DWT genomen. één dollar is als Rs. 16 genomen en er is uitgegaan van een 'Japanese flag'.

In tabel 11.8 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 11.8 Transportkosten voor erts.

tonnage [DWT]	totale rondtrip [dagen]	totale kosten [miljoen Rs.]	per ton [Rs./ton]
120.000	38,1	16,66	138,8
100.000	37,9	14,50	145,0
70.000	37,5	12,41	177,4

Deze kosten zullen in de tijd toenemen. Uit de gegevens van Ocean Shipping Consultants kunnen de indexcijfers voor de kosten tot 2000 worden afgeleid.

Tabel 11.9 Indexcijfers transportkosten tot 2000.

tonnage	1985	1990	1995	2000
120.000 DWT	100	104	107	110
100.000 DWT	100	104	107	109
70.000 DWT	100	102	104	106

Verschuif Control
Planning Commissie.
en de rest van

Ruwe olie:

Met een zelfde methode als hiervoor voor erts is toegepast, heeft de Shipping Corporation of India (SCI) de kosten per ton bepaald voor het vervoer van ruwe olie naar NMP (bron: 'Port facilities for handling crude and products', Consulting Engineering Services). Bij het bepalen van de kosten per ton is de factor tijd --tot ongeveer 2005-- en de fasering al verdisconteerd.

Er is zowel naar import uit de Perzische Golf als naar die uit Bombay gekeken. De resultaten zijn als volgt:

- 150.000 DWT, uit Perzische Golf = Rs. 40/ton.
- 100.000 DWT, " " " = Rs. 56/ton.
- 60.000 DWT, uit Bombay = Rs. 28/ton.

De 150.000 en de 100.000 tonner werken volgens het "two port discharge system".

De reden waarom vervoer met de kleinste tanker per ton olie het goedkoopst is, ligt waarschijnlijk in het feit dat de vaarafstand dan veel kleiner is.

11.4 Kostenberekening via de Netto Constante Waarde-methode

Voor de vier varianten worden alle investerings-, onderhouds- en operationele kosten en transportkosten voor ruwe olie en erts met elkaar vergeleken. Dit gebeurt aan de hand van de Netto Constante Waarde (NCW) methode. Met deze methode wordt het verloop van de kosten in de tijd bepaald. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de fasering zoals in figuur 10.7.

Alle genoemde kosten worden vanaf eind 1987 tot en met eind 2000 berekend. Dit lijkt een redelijke tijdshorizon en bovendien is er op kolen na niets bekend over het verkeersvolume na 2000.

De NCW op $t=0$ (1987) geeft de te maken kosten weer voor de hierboven genoemde periode. Het komt neer op het bedrag dat nodig is om alle uitgaven in die periode te kunnen doen. Het resultaat vormt dus een vergelijkingswaarde.

- Bij de berekening zijn de kosten berekend volgens de formule $\sum 1/(i+1)^n$, waarin n het aantal jaren is --hier dertien-- en i de discontovoet welke op 11% is gesteld. De bedragen vallen af aan het eind van het jaar. Kapitaalskosten voor een werk worden lineair over de bouwperiode verdeeld. Equipment wordt verondersteld aan het eind van de bouwperiode te worden aangeschaft, als het om een nieuwe terminal gaat.
- De restwaarde wordt via lineaire afschrijving bepaald.
- De economische levensduren zijn als volgt aangenomen:
 - * steigers, kade, kapitaalsbaggerwerk = 40 jaar.
 - * golfbrekers = 75 "
 - * SBM = 20 "

*Waarom?
Leert rekening?*

* infrastructuur = 25 "
 * materieel = 15 "

- transportkosten voor olie en erts worden vanaf t=3 (1990) mee in de berekening genomen. Voor de SBM-varianten wordt uitgegaan dat 50% van het vervoer geschiedt met 150.000 tonners uit havens in de Perzische Golf en dat 50% met 60.000 DWT tankers uit Bombay komt. Bij de "CONV"-variant wordt uitgegaan dat het vervoer plaatsvindt met 100.000 tonners.

Wat betreft ertsvervoer, wordt bij de "CONV"-variant en bij de "SBM 17" gewerkt met 120.000 tonners, bij de "SBM 16" met 100.000 tonners en bij "SBM 14,5" met bulk carriers van 70.000 DWT.

De jaarlijkse transportkosten worden gevonden door:

kosten [Rs. miljoen] = jaartonnage * kosten/ton * indexcijfer

In bijlage 4 zijn de tabellen te vinden met voor alle vier de varianten een berekening volgens de NCW methode. De NCW resultaten staan in onderstaande tabel:

Tabel 11.14 NCW (in Rs. miljoen).

	CONV 17	SBM 17	SBM 16	SBM 14,5
NCW (zonder transportk.)	2167	2474	2392	2287
NCW (alleen transportk.)	<u>5674</u>	<u>5416</u>	<u>5716</u>	<u>6752</u>
NCW (totaal)	7841	7890	8108	9039

Het is duidelijk dat de verschillen niet erg groot zijn. De marges zijn zo klein dat niet met stelligheid kan worden gezegd welk alternatief het meest aantrekkelijk is.

Het verschil in transportkosten is echter wel groot wanneer CONV 17 en SBM 14,5 met elkaar worden vergeleken. Hier blijkt toch uit dat uitdieping van de geul een positief saldo kan opleveren. Ondanks de hoogste kosten voor baggerwerk --haast twee zo groot als bij SBM 14,5-- lijkt de CONV-variant toch ook economisch het aantrekkelijkst. De NCW zonder inbegrip van transportkosten is zelfs het laagst; het kapitaalsbaggerwerk weegt op tegen de SBM. Dat blijkt wel uit de lagere transportkosten. Het feit dat erts ook "meeprofitteerd" van de verdieping heeft daarop invloed.

Toch is het conventionele alternatief ook in voordeel wat betreft de factor "foreign exchange". Constructie van een SBM vergt hoge uitgaven in het buitenland, terwijl dat met een conventionele steiger minder nodig is.

12. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

NMP moet worden uitgebreid vanwege de enorme toename van het verkeer. Er moet een MPT komen om het toenemend aantal containers te kunnen verwerken, er moet een kolenterminal worden aangelegd, een multi-product terminal voor de overslag van 'minor' bulk en er moet een steiger voor ruwe olie in de binnenhaven worden geconstrueerd.

De MPT wordt ruim uitgevoerd, zodat deze later kan worden omgebouwd tot containerterminal.

De kolenterminal zal worden bevoorradad door geared bulk carriers. De kosten voor deze terminal, evenals de inpassing van deze binnen het geheel, zijn vrijwel gelijk; of nu met self-unloaders of met geared bulk carriers wordt gevaren. Uit oogpunt van bedrijfszekerheid wordt gekozen voor het geared schip. Het lossysteem van de self-unloader wordt erg kwetsbaar en lastig te repareren geacht. Het vervoer over land --van NMP naar Nandigur-- zal plaats vinden via het spoor. Dit alternatief blijkt goedkoper en bedrijfszekerder te zijn dan vervoer als slurry.

Het lossen van ruwe olie in NMP moet geschieden aan een conventionele steiger binnengaats. Het kapitaals- en onderhoudsbaggerwerk weegt op tegen de kosten voor een SBM buitengaats met pijpleiding naar de wal. Bovendien zijn er meerdere goederen --erts!-- die belang hebben bij uitdieping van de geul. De kosten voor verdieping van de geul hoeven zo niet door één te worden gedragen.

Een financiële analyse via de NCW-methode waarin ook transportkosten voor ruwe olie en erts worden betrokken, toont aan dat het alternatief met de ruwe olie steiger binnengaats economisch het meest aantrekkelijk is.

Op grond van onder andere nautische-, veiligheids- en economische overwegingen is uit een vijftiental alternatieven voor een nieuwe havenindeling, gekozen voor alternatief 3c (variant CONV). De NCW van dit alternatief, voor alle investeringen en exploitatiekosten tot 2000, bedraagt in 1987 Rs. 2167 miljoen. Dit is de laagste waarde van alle varianten.

De geul moet worden verdiept tot 18,5 buitengaats en 17 m. binnengaats. De breedte wordt vergroot tot 280 m. Dit omdat bij toenemende verkeersintensiteit passeren voor de meestvoorkomende schepen mogelijk moet zijn.

7 Dit resultaat is gevonden na het doen van v^ele aannamen. Bovendien is op de meeste facetten niet diep genoeg ingegaan --ook door gebrek aan gegevens-- waardoor een eindconclusie met de nodige voorzichtigheid moet worden bekeken. Vooral wat betreft transportkosten, keuze tussen de type schepen voor het kolenvervoer, de kapitaals- en onderhoudsbaggerkosten en de verfijnde detaillering van de terminals, zou een nader onderzoek gewenst zijn.

Bovendien zou eens moeten worden gekeken naar mogelijkheden die geen grote geulverdieping vereisen. Voor de eerste jaren kan dat economisch interessant zijn.

Tevens zou een kosten-baten analyse meer inzicht kunnen geven omtrent de haalbaarheid van het project. Hier is dat echter niet gebeurd daar de baten enorm moeilijk zijn te kwantificeren.

LITERATUURLIJST

- rites,
'Least Cost Solution for coal transportation to coastal powerstations'.
- Ocean Shipping Consultants,
'Bulk transportation Cost'.
- Haskoning, Tebodin, RITES,
'Feasibility Study Paradip-Ennore coal transport, volume VI'.
- PIANC,
'Report of working group II, supplement to bulletin nr. 51'
- S.F. Meijer, A.L.J. Brouwer,
'Transport study of bulk wheat handling Chittagong'.
- Consulting Engineering Services,
'Port facilities for handling crude and pol products'.
- NMP Trust,
'Administration Report 1986-87'.
- Stichting Postdoctoraal onderwijs in de C.T.,
'Havens; Haven- en terminal planning (cursus 80-81)'.
- B.R. Roosendaal,
'De uitbreiding van de haven Taichung tot diepzeehaven'.
'Kosten-baten analyse diepzeehaven Taichung'.
- Prof. ir. H. Velsink,
'Terminals'.
- Prof. ir. H. Velsink, Ir. R. Groenveld e.a.,
'Havens'.
- W. W. Massie, P.E.,
'Coastal Engineering, volume II, Harbor and beach problems'
- Prof. ir. H. Velsink, Ir. W. H. A. van Oostrum,
'Report on mission to west-coast ports, appendices, port aspects, dredging aspects'.
- SETEP,
'Ships of 130.000 DWT in Point Lisas, Preliminary economic evaluation'.
- E. Page,
'Queueing theory in OR'.
- J. O. Jansson,
'Port economics'.
- R. O. Goss,
'Studies- en Advances in maritime economics'.

BIJLAGE 1

Gegevens aanwezig equipment en
goederenverkeer in de jaren tachtig

Bijlage 1 Storage Capacity

- i) One transit shed of 5574 sq. m area at Berth No. 1 for fertilizers with a storage capacities of 10,000 M.T.
- ii) 2 Nos of Transit sheds with an area of 2190 sq.m. each with a storage capacity of 4000 M.T. each.
- iii) 2 Nos of Transit sheds with an area of 4360 sq.m. each having a storage capacity of 8000 M.T. each.
- iv) One No. of Transit shed with an area of 4920 sq.m. with a storage capacity of 8830 M.T. which has been so designed as to function as a container freight station at a later date.
- v) Two Nos of warehouses owned by this Port having an area of 2190 sq.m. with a storage capacity of 4000 M.T. each.
- vi) 2 Nos of similar warehouses constructed by Central Warehousing Corporation and two more similar warehouses are also under construction by Central Warehousing Corporation.
- vii) One Warehouse of M/s. Consolidated Coffee Ltd. having an area of 2190 sq.m. with a storage capacity of 4,000 M.T.
- viii) Open stackyard with concrete pavement having an area of 6630 sq.m.
- ix) Two open stackyards with bitumen pavement having an area 11,534 sq.m. and 6693 sq.m. respectively.
- x) Oil farm for naphtha, petroleum products, etc. have been installed by the Indian Oil Corporation near the Oil Jetty with a total storage capacity of 60,000 Tonnes.
- xi) Large open storage area is available near the berths.

Bijlage 1 Cargo Handling Equipment

Sl. No.	Description of Equipment	Capacity	Nos. available
1.	"JESSOP" Electrical level luffing wharf Cranes	3 Ton	3 Nos.
2.	"JESSOP" Electrical level luffing wharf Cranes	6 Ton	1 No.
3.	"Braithwaite" Electrical level luffing wharf crane (can be converted into grab crane of 4 Tons pay load)	10 Ton	4 Nos.
4.	"Coles" Mobile Crane	5 Ton	1 No.
5.	"Coles" Mobile Cranes	7.5 Ton	2 Nos.
6.	"Coles" Mobile Cranes	16 Ton	1 No.
7.	"Coles" Hosky 680S Mobile Crane	26.35 M.T. @ 6M Radis (Pick & Carry)	1 No.
8.	"Tata" P & H Crawler Crane	30 Ton	1 No.
9.	"Tata" P & H Crawler Crane	18 Ton	1 No.
10.	Godrej Low Mast Fork Lift Trucks	3 Ton	2 Nos.
11.	Volvas 'Yale' Fork Lift Trucks	3 Ton	2 Nos.
12.	Tractor Trailer unit for transportation of containers	—	1 Unit
13.	Dockside bagging & stitching equipments (for fertilizer/urea/NP/NPK)	3 Tons per Hour each	3 Nos.
NOTE : These units are being operated and maintained by M/s. Mangalore Chemicals & Fertilizers Limited			
14.	Mechanised iron ore loading equipments at Kudremukh Iron Ore Berth	6000 to 8000 Tons/Hr.	1 No.
NOTE : This equipment is being operated and maintained by M/s. Kudremukh Iron Ore Company Limited			

Bijlage 1

STATEMENT No. I

Principal Import Commodities Handled at NMPT for the Years
1982-83 to 1986-87

IMPORTS : (Quantity in Tonnes)

Sl. No.	Name of the Commodity	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87
1.	Foodgrains	21,900	1,40,794	82,828	—	—
2.	Fertilizers	1,52,715	2,10,972	2,46,772	2,19,235	1,64,628
3.	Cement	2,78,047	3,59,102	36,358	44,093	14,189
4.	Iron & Steel Scrap	41,570	39,006	58,843	80,899	1,20,278
5.	Other Commodities	3,57,087	4,92,058	5,70,410	6,51,793	8,97,993
Total		8,51,319	12,41,932	9,95,211	9,96,020	11,97,088

Bijlage 1

STATEMENT No. II

Principal Export Commodities Handled at NMPT for the Years
1982-83 to 1986-87

EXPORTS : (Quantity in Tonnes)

Sl. No.	Name of the Commodity	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86	1986-87
1.	Iron Ore	11,21,645	12,30,930	17,26,620	22,60,139	38,73,289
2.	Coffee	46,965	39,489	31,922	42,961	48,650
3.	Manganese Ore	8,941	21,241	15,000	32,565	16,000
4.	Chrome Ore	61,350	25,551	79,400	47,300	20,750
5.	Granite Stone	1,46,506	1,68,499	2,73,044	2,14,659	2,44,408
6.	Other Commodities	34,101	1,09,751	2,61,241	91,894	30,409
Total		14,20,508	15,95,461	23,87,227	26,89,518	42,33,506
GRAND TOTAL		22,71,827	28,37,393	33,82,438	36,85,538	54,30,594

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	.01	0	0	0	0	0
0.55	.91	.33	.16	.10	.06	.04	.03	.02	.02	.01	.01	.01	0	0	0
0.60	1.13	.43	.23	.14	.09	.06	.05	.03	.03	.02	.02	.01	.01	.01	.01
0.65	1.38	.55	.30	.19	.12	.09	.07	.05	.04	.03	.03	.02	.02	.02	.02
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	.02	.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

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

BIJLAGE 2.2

Berekening benodigde investering voor ontgraven bassin:

Benodigde manoeuvreer ruimte voor een 30.000 DWT bulk carrier bij tweezijdig gebruik van het bassin:

- L = 250 m.
- B = 5*breedte schip + 30 = 5*30 + 30 = 180 m.
- D = 12,5 m.

- taludhellingen 1:4
- terreinhoogte te NMP is gemiddeld +3,5 m.

Te ontgraven:

-bassin	: 250*180*(12,5+3,5)	= 720.000 m ³
-hellingen:	2*0,5*(12,5+3,5)*4*(12,5+3,5)*250	= <u>256.000 m³</u>
		976.000 m ³

Tweezijdig gebruik van het bassin geeft per ligplaats ongeveer 500.000 m³ te ontgraven volume.

In 1987 waren de gemiddelde kosten voor ontgraven rond de 30 Rs./m³. De totale kosten per ligplaats voor uitdiepwerkzaamheden (in miljoen Rs.):

- | | |
|--|---------------|
| - mobilisatie en demobilisatie cutterzuiger etc. | = 21,0 |
| - ontgraven: 500.000*30 | = <u>15,0</u> |
| Totaal: | 36,0 |

Totale kosten ontgraven per ligplaats: 36 miljoen Rs.

Berekening kapitaalrente over investering tijdens bouw:

De totale investering bedraagt 156 miljoen Rs. Stel een bouwtijd van drie jaar. De uitbetaling --per jaar de helft aan het begin van het jaar, de andere helft aan het eind van het jaar-- verloopt dan als volgt:

- eerste jaar 50 miljoen.
- tweede jaar 50 miljoen.
- derde jaar 56 miljoen.

Over die drie jaar wordt de kapitaalrente --11%-- als volgt:

$\frac{1}{2} \cdot 50 \cdot ((0,11+1)^3 - 1)$	= 18,4
$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 50 \cdot ((0,11+1)^2 - 1)$	= 23,2
$(56/2+50) \cdot ((0,11+1) - 1)$	= <u>8,6</u>

TOTAAL: 50,2 ≈ 50 miljoen Rs.

BIJLAGE 3.1 Bepaling te ontgraven volumes voor bekken voor de kolen- en multiproduct terminal en voor de liquid bulk terminal.

Bekken kolen- en multiproduct terminal:

- de diepte in het bekken moet aan de kant van de kolenterminal -14,5 m. zijn en aan de andere kant tussen de -12 en de -13 m.
- de gemiddelde hoogte van het te ontgraven terrein aldaar is rond de + 3 m.
- de taludhellingen van het bekken zijn op 1:5 gesteld.

De nominale afmetingen van het bekken zijn:

- 600 m. lang.
- 270 m. breed.

Gemiddeld wordt de te ontgraven diepte op 17,5 (14,5+3) m. gesteld. Het volume wordt dan:

nominaal	: 600*270*17,5	=	2,835	miljoen	m ³
hellingen	: 2*(600*0,5*5*17,5*17,5)	=	0,919	"	"
	270*0,5*5*17,5*17,5	=	0,207	"	"
			3,961	"	"

Dus in totaal zo'n 4 miljoen m³.

Bekken liquid bulk terminal:

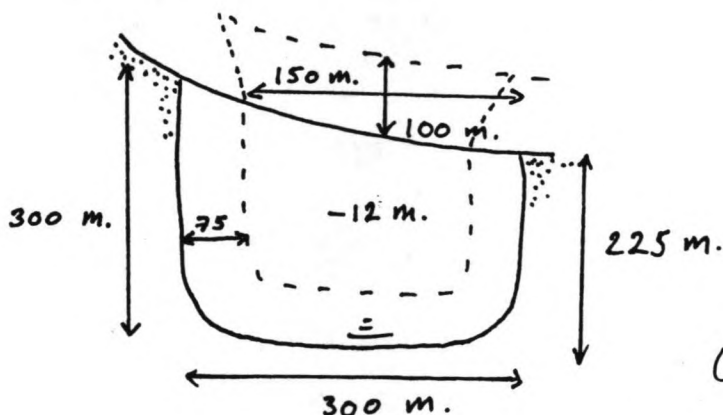
Hier zijn twee mogelijkheden:

1. alleen een extra product steiger (SBM alternatief).
2. een ruwe olie- en product steiger (conventioneel alt.).

1:

- het bekken wordt 12 m. diep.
- breedte 150 m.
- lengte tussen de 225 m. en 300 m. (zie tekening).
- gemiddelde terreinhoogte + 3 m.
- hellingen 1:5

Er moet dus een diepte worden ontgraven van zo'n 15 (12+3) m. Bovendien moet er een stuk van ongeveer 100*150 m² worden ontgraven. De diepte loopt daar van -10,4 m. naar 0.



(niet op schaal)

Het volume wordt:

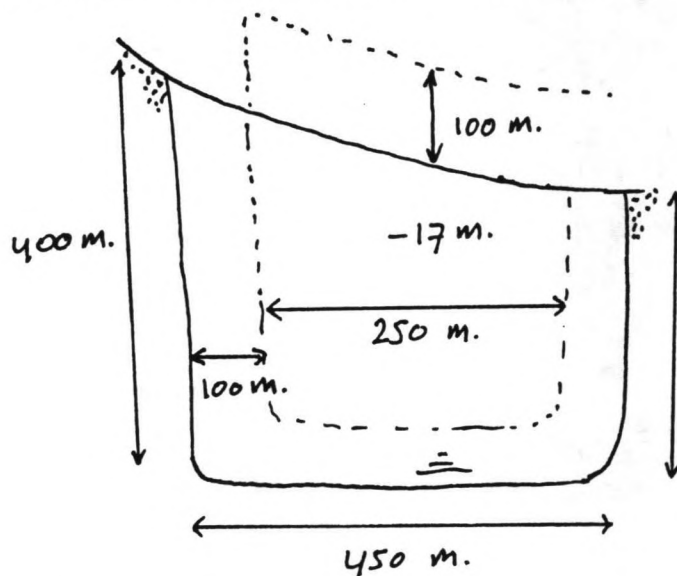
- bassin	: $15 \times 150 \times (225 - 75)$	= 0,34 miljoen m ³
- hellingen:	$(150 + 225 + 300) \times 15 \times 15 \times 5 \times 0,5$	= 0,38 " "
- "extra"	$(150 \times 100) \times ((12 - 10,4) + 12) \times 0,5$	= <u>0,10</u> " "
		0,82 " "

Dus totaal 0,82 miljoen m³.

2:

- het te ontgraven deel van het bekken is nu 17 m. diep.
- breedte 250 m.
- lengte rond de 400 m.

De diepte die nu moet worden ontgraven is 20 m. Voor de rest gelden dezelfde opmerkingen als in het eerste geval.



Het volume wordt nu:

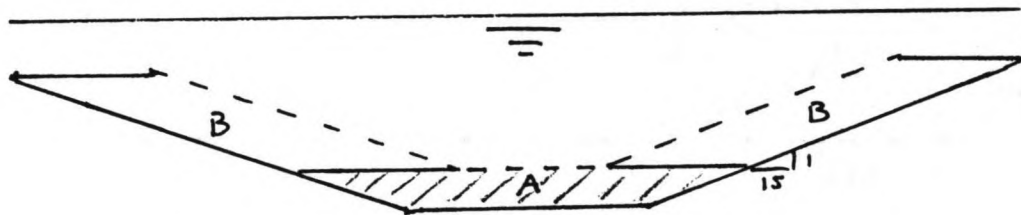
- bassin	: $20 \times (400 - 100) \times 250$	= 1,50 miljoen m ³
- hellingen:	$(2 \times 400 + 250) \times 20 \times 5 \times 20 \times 0,5$	= 1,05 " "
- "extra"	$250 \times 100 \times 0,5 \times ((17 - 10,4) + 17)$	= <u>0,30</u> " "
		2,85 " "

Dus in totaal 2,85 miljoen m³.

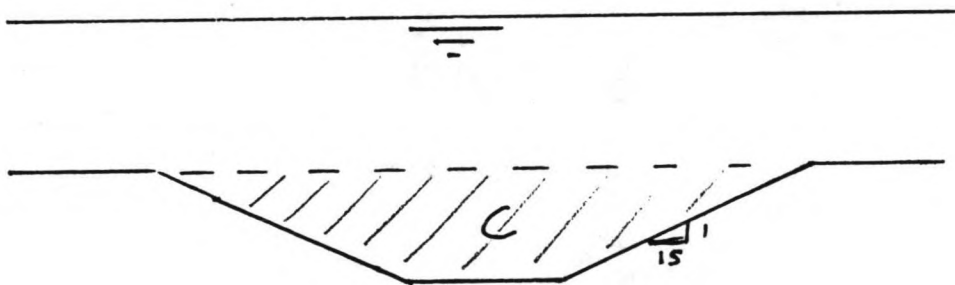
De geul:

- de helling van de huidige geul loopt van 1:10 tot 1:20. Voor het gemak is in deze berekening de helling op 1:15 gesteld.
- de geul is nu 5.340 lang, 12,5 m. diep en 156 m. breed.
- deze moet 280 m. breed worden en de nieuwe diepte is afhankelijk van de variant. Deze diepte is tot 1.100 m. van de havenmond --tot daar zullen de golfbrekers lopen-- minder groot dan na 1.100 m. De nieuwe lengte is afhankelijk van de benodigde diepte van de variant en het verloop van de zeebodem.

Tot 5.340 m. wordt het volume bepaald door (zie tekening) per sectie het gemiddelde zeebodenniveau te bepalen waarna de volumes van deel A en deel B (hellingen) kunnen worden bepaald.



Vanaf 5.340 m. (verlenging) is het volume berekend door de grootte van het volume van deel C te bepalen als functie van de zeebodem.



In tabellen 3.2.1, 3.2.2 en 3.2.3 zijn voor de varianten de hoeveelheden baggerwerk berekend. Voor varianten "SBM 17" en "CONV 17" blijkt het volume 15,15 miljoen m³, voor variant "SBM 16" 12,42 miljoen m³ en voor variant "SBM 14,5" 8,61 miljoen m³ groot te zijn.

Tabel 3.2.1 HET VOLUME BAGGERWERK IN DE GEUL BIJ DIEPTEN VAN -17 M. BINNEN- EN -18,5 M. BUITENGAATS.

afstand vanaf avenmond (in m.)	gemiddelde zeebodem (in m.)	KAPITAALS-BAGGERWERK IN GEUL (in m ³)			
		uitdiep/verbreed	hellingen	verlenging	
0 - 300	3,80	300	398.250	675.990	
300 - 750	5,40	450	597.375	827.505	
750 - 1100	6,85	350	464.625	512.173	
1100 - 1500	7,60	400	708.000	595.840	
1500 - 2500	8,50	1.000	1.770.000	1.216.000	
2500 - 4000	10,20	1.500	2.655.000	1.048.800	
4000 - 5000	11,80	1.000	1.770.000	212.800	
5000 - 5340	12,40	340	601.800	10.336	
5340 - 6000	13,50	660		973.500	
6000 - 7000	15,30	1.000		944.000	
7000 - 7750	16,75	750		387.188	
7750 - 8300	18,00	550		81.125	
		totaal:	8.257.050	4.503.604	2.385.813
			TOTAAL:	15.146.466	m ³

Tabel 3.2.2 HET VOLUME BAGGERWERK IN DE GEUL BIJ DIEPTEN VAN -16 M. BINNEN- EN -17,5 M. BUITENGAATS.

afstand vanaf avenmond (in m.)	gemiddelde zeebodem (in m.)	KAPITAALS-BAGGERWERK IN GEUL (in m ³)			
		uitdiep/verbreed	hellingen	verlenging	
0 - 300	3,80	300	309.750	597.690	
300 - 750	5,40	450	464.625	731.655	
750 - 1100	6,85	350	361.375	452.848	
1100 - 1500	7,60	400	590.000	537.040	
1500 - 2500	8,50	1.000	1.475.000	1.096.000	
2500 - 4000	10,20	1.500	2.212.500	945.300	
4000 - 5000	11,80	1.000	1.475.000	191.800	
5000 - 5340	12,40	340	501.500	9.316	
5340 - 6000	13,50	660		778.800	
6000 - 7000	15,30	1.000		649.000	
7000 - 7750	16,75	750		165.938	
		totaal:	6.799.750	4.024.609	1.593.738
			TOTAAL:	12.418.096	m ³

Tabel 3.2.3 HET VOLUME BAGGERWERK IN DE GEUL BIJ DIEPTEN VAN -14,5 M. BINNEN- EN -16 M. BUITENGAATS.

afstand vanaf havenmond (in m.)	gemiddelde zeebodem (in m.)	KAPITAALSBAGGERWERK IN GEUL (in m ³)			
		uitdiep/verbreed	hellingen	verlenging	
0 - 300	3,80	300	177.000	480.240	
300 - 750	5,40	450	265.500	587.880	
750 - 1100	6,85	350	206.500	363.860	
1100 - 1500	7,60	400	413.000	448.840	
1500 - 2500	8,50	1.000	1.032.500	916.000	
2500 - 4000	10,20	1.500	1.548.750	790.050	
4000 - 5000	11,80	1.000	1.032.500	160.300	
5000 - 5340	12,40	340	351.050	7.786	
5340 - 6000	13,50	660		486.750	
6000 - 7000	15,30	1.000		206.500	
		totaal:	4.613.800	3.306.116	693.250
			TOTAAL:	8.613.166	m ³

BIJLAGE 3.2 Het volume kapitaalsbaggerwerk in binnenhaven en geul.

De binnenhaven:

Het benodigde baggerwerk in haven kan worden onderverdeeld in:

- stukgoed bekken (uitdiepen naar 12 m.)
180*600*(12-9,7)
- stukje geul in haven voor stopmanoeuvre (225.000 m²).
Deze moet van 12,5 m. naar de nieuwe diepte -- afhankelijk van de variant-- worden gebracht.
- de draaicirkel; deze krijgt een diameter van 550 m., ligt op vrijwel de zelfde plaats als de huidige, welke 12,5 m. is. Een oppervlak van $0,25*\pi*490^2$ moet van 12,5 m. naar de nieuwe diepte worden gebracht en een stuk van $0,25*\pi*(550^2-490^2)$ moet van 11,5 m. worden gebaggerd. Dit deel behoort nog niet tot de draaicirkel en is gemiddeld 11,5 m. diep.
- voor de erts carriers moet een manoeuvreerruimte voor de steiger van zo'n 135.000 m² worden uitgediept. De diepte is daar nu 12,5 m.
- voor de liquid bulk terminal, "CONV"-variant, moet er ook een manoeuvreerruimte van zo'n 135.000 m² worden verdiept van 10,4 naar 17 m. Bovendien moet er dan nog 70.000 m² worden verdiept van 10,4 naar 12 m. voor product tankers die van de huidige steiger gebruik moeten maken.
Voor de "SBM"-variant moet een zelfde oppervlak (135.000+70.000 m²) worden verdiept, doch slechts van 10,4 naar 12 m.
- het stuk tussen de draaicirkel en de ingang van het droge bulk bekken (45.000 m²) moet worden verdiept van 12,5 naar 14,5 m.
- hellingen vanwege de verschillende diepten in de haven.

Voor de vier varianten zijn de verschillende benodigde diepten ingevuld en in tabel 3.2.0 zijn de resultaten te vinden.

Tabel 3.2.0 Volume baggerwerk in de binnenhaven.
[in miljoen m³]

	SBM 16	CONV 17	SBM 17	SBM 14,5
stukje geul	0,79	1,01	1,01	0,45
stukgoed	0,25	0,25	0,25	0,25
droge bulk	0,09	0,09	0,09	0,09
liquid bulk	0,32	1,07	0,32	0,32
erts	0,47	0,61	0,61	0,27
draaicirkel	<u>0,95</u>	<u>1,18</u>	<u>1,23</u>	<u>0,51</u>
Totaal:	2,87	4,21	3,51	1,89

Tabel 11.10 BEREKENING NETTO CONSTANTE WAARDE OP T=0 (1987) VOOR VARIANT "CONV 17"

T	Kode en sleigers	Golbtrekers	SBM	Infrastructuur	Materieel	Pijpleiding	Baggerwerk	Transportkosten										
								exploitatie	investering	exploitatie	investering	onderhoud	ertis	ruwe die				
0																		
1	163,60		72,00	40,00	4,80						605,80							
2	193,90	1,64		55,00	251,10	0,62					390,80							
3	133,30	3,58	48,00	17,00	63,00	33,27												
4		4,91			50,00	41,46					10,00							
5	11,00	4,91			65,25	47,96												
6	11,00	5,02			65,25	56,44					10,50							
7	43,60	5,13			5,00	64,92												
8	21,80	5,56			2,00	68,82												
9		5,78				68,82												
10	6,60	5,78				68,82					10,00							
11	13,30	5,85			5,50	68,82												
12		5,98				77,86												
13		5,98				77,86												
RMD	451,64		103,82	140,09	397,23	0,00					878,67							
	115,32		26,12	32,02	64,99	0,00					188,77							
	336,32	27,06	77,70	108,07	332,24	287,19	0,00	0,00	0,00	689,90	237,26	4319,05	1355,77					

RMD = Restwaarde*afschonkvoet 13:
 NCW = 7841,84 miljoen Rs.

T	Kode en steigers	Golfbrekers	SBM	Infrastructuur	Materieel	Pijpleiding	Boggenwerk	Transportkosten
	investering exploitatie	investering exploitatie	investering exploitatie	investering exploitatie	investering exploitatie	investering exploitatie	investering onderhoud	erls ruwe die
0								
1	133,30	72,00	125,00	25,00	4,80	165,00	496,75	
2	155,10	1,33	48,00		251,10	0,62	421,25	
3	176,90	2,88		45,00	63,00	33,27		
4		4,65		37,00	50,00	41,46	10,00	
5	11,00	4,65		30,00	65,25	47,96		
6	11,00	4,76		37,20	65,25	56,44		
7		4,87		30,00	64,92	68,82		
8		4,87		30,00	68,82	68,82		
9		4,87		30,00	68,82	68,82		
10	6,60	4,87		30,00	14,51	68,82	10,00	
11	13,30	4,94		5,50	69,50	68,82		
12		5,07		14,95	77,86	77,86		
13		5,07		14,95	77,86	77,86		
	394,27	103,82	214,07	129,81	397,23	282,57	799,53	
RWD	172,57	26,12	27,36	30,27	64,99	168,19	172,57	
	221,71	77,70	186,71	99,54	332,24	114,38	626,96	
	23,97	6,63	185,71	59,40	332,24	287,19	53,89	
			163,29	99,54		114,38	626,96	
								219,88
								4319,05
								1097,53

RWD = Restwaardeafschrijvingcoëfficiënt 13:

NCW = 7890,07 miljoen Rs.

	Kode en steigers	Golfbrekers	SBM	Infrastructuur	Materieel	Pijpleiding	Baggerwerk	Transportkosten
	investering	exploitatie	investering	exploitatie	investering	exploitatie	investering	onderhoud
								erts
								ruwe olie
0								
1	133,30	72,00	125,00	25,00	4,80	165,00	421,30	
2	155,10	1,33	48,00	45,00	251,10	0,62	165,00	36,45
3	176,90	2,88	125,00	37,00	63,00	33,27	345,80	754,00
4		4,65		30,00	50,00	41,46	10,00	36,45
5	11,00	4,65		30,00	65,25	47,96		36,45
6	11,00	4,76		30,00	65,25	56,44		36,45
7		4,87		30,00	30,00	64,92		36,45
8		4,87		30,00	14,51	68,82		36,45
9		4,87		30,00	14,51	68,82		36,45
10	6,60	4,87		30,00	14,51	68,82	10,00	36,45
11	13,30	4,94		30,00	14,51	68,82		36,45
12		5,07		30,00	14,95	77,86		36,45
13		5,07		30,00	14,95	77,86		36,45
	394,27	103,82	214,07	129,81	397,23	282,57	670,32	1185,38
RWD	144,88	26,12	27,36	30,27	64,99	140,50	144,88	4619,64
	249,39	23,97	186,71	99,54	332,24	142,06	525,44	1097,53

RWD = Restwaarde-discontoeroet 13:

NCW = 8108,24 miljoen Rs.

Tabel 11.13 BEREKENING NETTO CONSTANTE WAARDE OP T=0 (1987) VOOR VARIANT "SBM 14,5"

T	Kode en sleigers	Golftrekkers	SBM	Infrastructuur	Materieel	Pijpleiding	Baggerwerk	Transportkosten
	investering	exploitatie	investering	exploitatie	investering	exploitatie	investering	exploitatie
0								
1	133,30		72,00		125,00		25,00	
2	155,10	1,33	48,00	0,72	125,00	15,00	45,00	2,00
3	176,90	2,88		1,20		30,00	37,00	5,60
4		4,65		1,20		30,00	37,00	8,56
5	11,00	4,65		1,20		30,00	37,20	8,56
6	11,00	4,76		1,20		30,00	37,20	11,54
7		4,87		1,20		30,00		14,51
8		4,87		1,20		30,00		14,51
9		4,87		1,20		30,00		14,51
10	6,60	4,87		1,20		30,00		14,51
11	13,30	4,94		1,20		30,00	5,50	14,51
12		5,07		1,20		30,00		14,95
13		5,07		1,20		30,00		14,95
	394,27		103,82		214,07		129,81	
RMD	110,61		26,12		27,36		30,27	
	283,67	23,97	77,70	6,63	186,71	163,29	99,54	59,40
								332,24
								287,19
								176,34
								53,89
								399,76
								136,01
								5655,31
								1097,53

RMD = Restwaarde*discontvoet 13:
 NCW = 9039,18 miljoen Rs.

