

**hbg**

De geschiedenis van de caissonbouw bij Nederlandsche Beton Groep nv  
van 1902 tot en met 1977

© 1977

Hollandsche Beton Groep nv [HBG] Rijswijk

Alle rechten voorbehouden. Overneming van tekst en/of illustraties uit deze uitgave voor publicistische doeleinden verzoeken wij af te stemmen met de afdeling Public Relations HBG.



# Rapport caissonbouw

De geschiedenis van de caissonbouw bij Hollandsche Beton Groep nv [HBG] van 1902 tot en met 1977

---

<b>Inhoud</b>	
2	Inleiding
4	Talcahuano Chili
14	Rotterdam 1900–1925
24	Soerabaja
36	Tandjong Priok
44	Rotterdam – De gouden jaren van de caissonbouw
54	Rotterdam – De jaren na de tweede wereldoorlog
60	Zuid-Afrika
66	Nawoord
70	Bronvermelding
72	Colofon

# Inleiding

Het mag opmerkelijk heten, dat constructiemethoden uitgedacht in het begin van deze eeuw ten behoeve van de bouw van kademuren in een Zuidamerikaanse havenstad anno 1977 worden toegepast in een omvangrijke havenuitbreiding in het Midden-Oosten.

Dit zou kunnen duiden op een stilstand in de ontwikkeling van de waterbouw met betrekking tot het onderwerp waarover deze uitgave handelt.

Het zou ook kunnen wijzen op een bouwmethode die zijn tijd ver vooruit was.

Het eerste is niet het geval, het tweede benadert de waarheid dichter.

'Caissonbouw' is het verhaal van een methode van uitvoeren die uitgroeide tot een industriële bouwwijze. Het geeft een beeld van menselijk vernuft en technische doelmatigheid en schetst de reis van een constructiemethode door vier werelddelen over een spanne tijds van ongeveer vijftien jaar.

De geschiedenis van Nederlands Beton Groep nv [HBG] begint met beton. De naam waaronder de tegenwoordige HBG in 1902 werd opgericht door ir. A. C. C. G. van Hemert luidde Nederlandsche Maatschappij tot het maken van werken in Gewapend Beton.

Dr. Ir. A. C. C. G. van Hemert  
[1857-1926]

Alphons Constant Charles Godefridus van Hemert is oprichter van HBG. Hij werd geboren in 1857 te 's-Hertogenbosch. In 1878 voltooide hij aan de Polytechnische School te Delft zijn studie in de civiele techniek. Na een functie bij Rijkswaterstaat aanvaardde hij in 1880 een leraarschap aan de Koninklijke Militaire Academie te Breda. Aanvankelijk doceerde hij er o.a. stereometrie, goniometrie en beschrijvende meetkunde, later gaf hij les in landmeten en waterpassen. Naast wetenschappelijke voordrachten en artikelen schreef hij het 'Leerboek der toegepaste mechanica', het eerste werk op dit gebied in het nederlands. Zijn kennis van brugberekeningen leidde ertoe dat de directie van de Zuid-Hollandsche Electricche Spoorwegmaatschappij hem in 1900 raadpleegde m.b.t. het ontwerp voor een nieuw spoorwegviadukt aan het Rotterdamse Hofplein. Van Hemert had zijn twijfels over een ontwerp in gewapend beton van de Franse constructeur Hennebique. Hij kreeg na verdere studie opdracht van de Z.H.E.S.M. voor een eigen ontwerp. Geboeid als hij toen al was door beton nam hij ontslag aan de Academie en richtte in 1902 de Nederlandsche Maatschappij tot het maken van werken in Gewapend Beton op voor de uitvoering van betonwerken. Hieruit komt de huidige HBG voort. Van Hemert was enige jaren later ook mede-oprichter van de Nederlandsche Aanneming Maatschappij, thans een werkmatschappij van HBG.



## Inleiding

Het zal met dit naamaccent geen verwondering wekken dat met verve gezocht werd naar toepassingsmogelijkheden van dit materiaal. De waterbouw bleek daarbij onder meer een interessant werkterrein.

De Delftse hoogleraar Kraus maakte in 1903 bij zijn plannen voor uitbreiding van de haven van Valparaiso in Chili op ruime schaal gebruik van beton, zowel voor blokken als caissons. Hierbij speelden de contacten die de directie van de toenmalige HBG in de persoon van ir. Van Hemert – voormalig leraar aan de KMA – met de Technische Hogeschool in Delft had een belangrijke rol.

Hoewel het betreffende projekt als gevolg van een aardbeving niet tot uitvoering kwam, was toch de basis gelegd voor toepassing van caissons op diverse plaatsen in de wereld.

In de navolgende hoofdstukken wordt duidelijk gemaakt hoe bepaalde ontwerpen van het ene werk naar het andere werden overgeënt. En hoe men telkens ontwerp en uitvoeringswijze aan plaatselijke eisen en omstandigheden aanpaste.

HBG introduceerde voor het eerst 'kantelcaissons' in Talcahuano [Chili], iets wat rechtstreeks voortvloeide uit het Valparaiso-ontwerp van Kraus en Van Hemert. Dit type caissons vindt vervolgens zijn toepassing aan de andere kant van de Stille Oceaan in het toenmalige Nederlands-Indië. Naast kademuuruitvoeringen met de zogenaamde Rotterdamse caissons, een type dat, naar de benaming duidelijk maakt, was ontwikkeld en gebruikt in de Nederlandse haven.

De ervaringen opgedaan in Soerabaja en Tandjong Priok zijn door ir. Maas, een HBG-er behorend tot de tweede generatie van bouwers met caissons, ingenieus verwerkt bij de verwezenlijking van kademuren voor de zeehaven in Dordrecht en de Merwehaven in Rotterdam.

Dankzij de vondst van Maas bereikte men een graad van repetitie, die het rechtvaardigt te spreken van een industriële bouwwijze.

Met inachtneming van enige modernisering is dit systeem van toen, ofschoon we bijna een halve eeuw later leven, tegenwoordig nog toepasbaar.

Het lag derhalve in de lijn dat de caissonbouwmethode ook na de Tweede Wereldoorlog weer opgeld deed in de Rotterdamse Waalhaven [1950-1952].

Technische problemen veroorzaakt door de wijze van grondaanvulling achter de caissons, noopten tot het tijdelijk staken van de activiteiten. Nadat een oplossing gevonden was, vatte men de draad weer op bij de projecten Waalhaven Pier-GEB en de Pieren 7 en 2 tegen het einde van de vijftiger jaren.

Voor kademuren die daarna in Rotterdam aan de orde kwamen lag een uitvoering in de droge voor de hand of waren bovenbelasting of grondgesteldheid van dien aard dat andere bouwwijzen de voorkeur genoten.

Het bleek echter allerm minst het einde van de caissons. In het buitenland deden zich uitstekende mogelijkheden voor, zij het dat de uitvoeringswijze van geval tot geval varieerde.

Via onder andere Kaapstad [beginjaren 1970] belanden we in 1977, waar de uitvoering van kademuren in de Saoedi-Arabische havenstad Dammam eveneens in caissons plaatsvindt.

Dit geschrift gaat nader in op een aantal kenmerkende werken verricht door HBG-werkmaatschappijen HBM, HAM en Interbeton. Schakels in een caisson-ketting, die naar wij hopen in de toekomst nog langer zal worden. In de beste traditie van de Nederlandse waterbouw.

Wij spreken de wens uit dat de lezer met genoeg de ketting, zoals deze tot op heden is gesmeed, zal volgen en daarmee een markant stukje uit de geschiedenis van de waterbouw deelachtig zal worden.



Prof. Dr. Ir. J. Kraus  
[1861-1951]

Jacob Kraus was civiel-ingenieur. Hij werd in 1890 hoogleraar in Santiago en gaf leiding aan de uitvoering van havenwerken te Talcahuano [Chili]. In 1898 werd hij benoemd tot hoogleraar en twee jaar later tot directeur van de Polytechnische School te Delft. In de omzetting van deze inrichting tot Technische Hogeschool, waarvan hij de eerste rector magnificus was, speelde hij een grote rol. Voorts was hij minister van Waterstaat in het kabinet-De Meester [1905-1908]. In 1910 vertrok hij naar het toenmalige Nederlands-Indië ten einde te adviseren inzake havenaanleg.

Ir. C. Molenaar  
lid Raad van Bestuur HBG  
Rijswijk, september 1977

# Talcahuano Chili

## Buitenlandsche berichten

De Ingenieur 1904 nr. 39 vermeldt, dat de civiel ingenieurs W. C. van Manen en W. Kamp naar Zuid-Amerika zijn vertrokken voor de Nederlandsche Maatschappij tot het maken van werken in Gewapend Beton te 's-Gravenhage, 'om te trachten nadere relatiën aan te knopen voor de uitvoering van werken in gewapend beton'.

De Ingenieur 1905 nr. 31 deelt ons mede . . . 'dat door deze heeren namens genoemde maatschappij, een contract is gesloten met den aannemer van de uitbreidingswerken der militaire haven te Talcahuano in Chili voor de uitvoering der belangrijke betonijzerwerken, hoofdzakelijk ten behoeve van golfbrekers, kaaimuren en steigers . . .'

De Ingenieur 1906 nr. 6 schrijft naar aanleiding van een bericht uit het dagblad De Tijd: . . . 'Omtrent het bericht eener opdracht aangaande die werken, gedaan aan de Utrechtsche Machinefabriek Frans Smulders te Utrecht, kunnen wij mededelen, dat deze firma van de Nederlandsche Maatschappij een bestelling heeft gekregen van hydraulische dommekrachten met bijbehorende pompen en buisleidingen, welke te Talcahuano dienen moeten voor het vervoer en het te water laten van betonijzeren bakken van 240 ton gewicht, die drijvend naar hun plaats worden gesleept, om daar gezonken en gevuld te worden tot vorming van kaaimuren en golfbrekers'.

De Ingenieur 1906 nr. 43 . . . 'Blijkens een alhier ontvangen telegraphisch bericht, is het te water laten der immense bakken van gewapend beton, uitgevoerd door de Nederlandsche Maatschappij tot het maken van werken in Gewapend Beton, bestemd voor de kaaimuren te Talcahuano, en die ontworpen zijn naar hetzelfde type dat door Prof. J. Kraus c.i. voor de havenwerken van Valparaiso is voorgesteld, een volledig succes geweest'.

## Een speciaal huis dat voldoende competentie en ervaring op het gebied van betonwerken kan aantonen

Het verhaal achter deze berichten horen wij uit de mond van de heer W. C. van Manen c.i., als deze 20 juni 1908 een voordracht houdt in de vergadering van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

3 augustus 1904: De aanbesteding wordt afgekondigd voor de bouw van de oorlogshaven van Talcahuano in Chili.

De datum der inschrijving zal zijn: 10 november van dat jaar.

Eind september: De Nederlandsche Maatschappij tot het maken van werken in Gewapend Beton stuurt haar ingenieurs W. Kamp en W. C. van Manen naar Chili om in te schrijven op het gehele werk. Het bestek hiervoor is zojuist aangekomen.

31 oktober: Aankomst te Talcahuano. Men heeft nog tien dagen om de benodigde gegevens voor een aanbieding te verzamelen: in te kopen materialen, transport per zeilschip en stoomboot, arbeidsverhoudingen en lonen . . .

In Nederland wordt naarstig gerekend aan de betonconstructies, want de aannemer wordt verantwoordelijk gesteld voor de deugdelijkheid van het besteksontwerp.

Het blijkt niet mogelijk zelfstandig in te schrijven. Daarvoor is de tijd te kort en zijn er te veel concurrenten.

Er wordt een voorlopig contract gesloten met een kansrijke aannemer. Deze echter wordt tweede op de inschrijving. In februari 1905 wordt het werk gegund aan de ingenieur A. Lira Orrego, welke laagste inschrijver is.

Nu wordt het tijd met deze aannemer te gaan onderhandelen. Immers het bestek eist dat de betonwerken gemaakt worden door een 'speciaal huis dat voldoende competentie en ervaring op dit gebied kan aantonen'. De onderhandelingen verlopen moeizaam. De heer Lira heeft de betonwerken onderschat en veel te laag ingeschreven.

## Talcahuano Chili

Op 26 mei 1905 wordt een overeenkomst getekend tussen Lira en het intussen gevestigde bureau van onze maatschappij de 'Compania Holandesa para obras en Concreto Armado'.

Wij zullen de gewapend betonconstructies drijvend in het water opleveren. Het stellen en vullen gebeurt door de hoofdaannemer.

### Weinig voortvarendheid

We gaan even terug in de geschiedenis.

Vanaf 1873 zijn er verschillende plannen geweest voor een droogdok in Talcahuano. In 1888 wordt een dergelijk dok aanbesteed. Een Franse firma voert het werk uit, kennelijk met grote moeilijkheden, want de Chileense regering verzoekt in 1890 een Nederlander, ingenieur Kraus, die zojuist tot professor aan de universiteit van Santiago is benoemd, de bouwleiding van het dok over te nemen. Het is deze Kraus, die in 1895 als directeur van de havenwerken van Talcahuano, een ontwerp maakt voor een oorlogs- en een handelshaven rond het dok. De havens bestaan uit gemetselde kademuren en golfbrekers welke met behulp van luchtdrukcaissons onder water worden gebouwd op de rotsbodem en op stortsteen.

In 1897 wordt Kraus beroepen tot hoogleraar te Delft, waardoor hij niet in staat is de uitvoering der havenwerken zelf ter hand te nemen.

In 1901-1903 maakt Kraus een zeer geavanceerd ontwerp voor de haven van Valparaiso [Chili].

Dit ontwerp, waarin hij zeer moderne en ongekennde ideeën toepast voor kademuren samengesteld uit betonnen caissons, wordt in Nederland uitgewerkt door Ir. Van Hemert die in nauwe relatie tot professor Kraus staat.

Wanneer in Talcahuano steeds meer behoefte komt aan een oorlogshaven, worden de plannen van Kraus voor deze stad bij gebrek aan financiën gewijzigd tot alleen een oorlogshaven.

Een belangrijk aandeel in de uitwerking van het ontwerp heeft E. de Vidts, een Belg in Chileense staatsdienst, die onder Kraus meegewerkt heeft aan de plannen voor Valparaiso, en tijdens de uitwerking daarvan in Europa geconfronteerd werd met de vorderingen van gewapend beton als bouw materiaal.

De Vidts nu, maakte een goed gebruik van de constructies ontworpen voor Valparaiso in het nieuwe ontwerp van de oorlogshaven van Talcahuano [Fig. 1] die dan eindelijk in 1904 'na weinig voortvarendheid' openbaar wordt aanbesteed.

De plannen voor de haven van Talcahuano [Chili 1904]



### Groote, holle, betonijzeren bakken

Fig. 1 laat zien dat de haven rond het bestaande dok is opgebouwd uit de volgende onderdelen: een uitbreiding van de golfbreker [A—C] lang 553 m, een steiger [D—E], kademuren [E—K] lang 1113 m en een beschuttingsmuur [M—N] lang 253 m.

Voor de kademuren, de golfbreker en de beschuttingsmuur is men van het principe uitgegaan, zoals Van Manen in zijn lezing vertelt: 'dat men op den vasten wal groote, holle, betonijzeren bakken maakt op daarvoor geschikte steigers; deze bakken na voldoende verharding en in verband met de vordering van het baggerwerk, te water laat met behulp van een speciaal daarvoor geconstrueerde inrichting; dat men vervolgens deze bakken drijvende naar de definitieve bouwplaats sleept en ze daar door beballasting met water op den gereedgemaakte zeebodem zinkt; daarna wordt de bak met slappe beton gevuld [in sommige gevallen met steen en zand], waarna c.q. de achtervulling van het terrein en de opmeteling der bovenconstructie kunnen geschieden'.

Er zijn drie typen caissons toegepast, die alle drie de opmerkelijke uitvoeringswijze hebben, dat ze op de voorzijde liggend worden gebouwd en te water gelaten. Op de plaats van bestemming worden ze door middel van ballasten met water gekanteld tot verticale stand en zo verder afgezonken.

Op deze wijze kunnen de grote wandvlakken als vloeren worden gestort en is aanvankelijk tijdens transport op zee geen al te diep water vereist. Wel moet voor dit doel de bovenzijde van de caissons gedeeltelijk afgesloten zijn, doch dit geeft als voordeel ook de nodige stijfheid aan de caissons.

Figuur 1

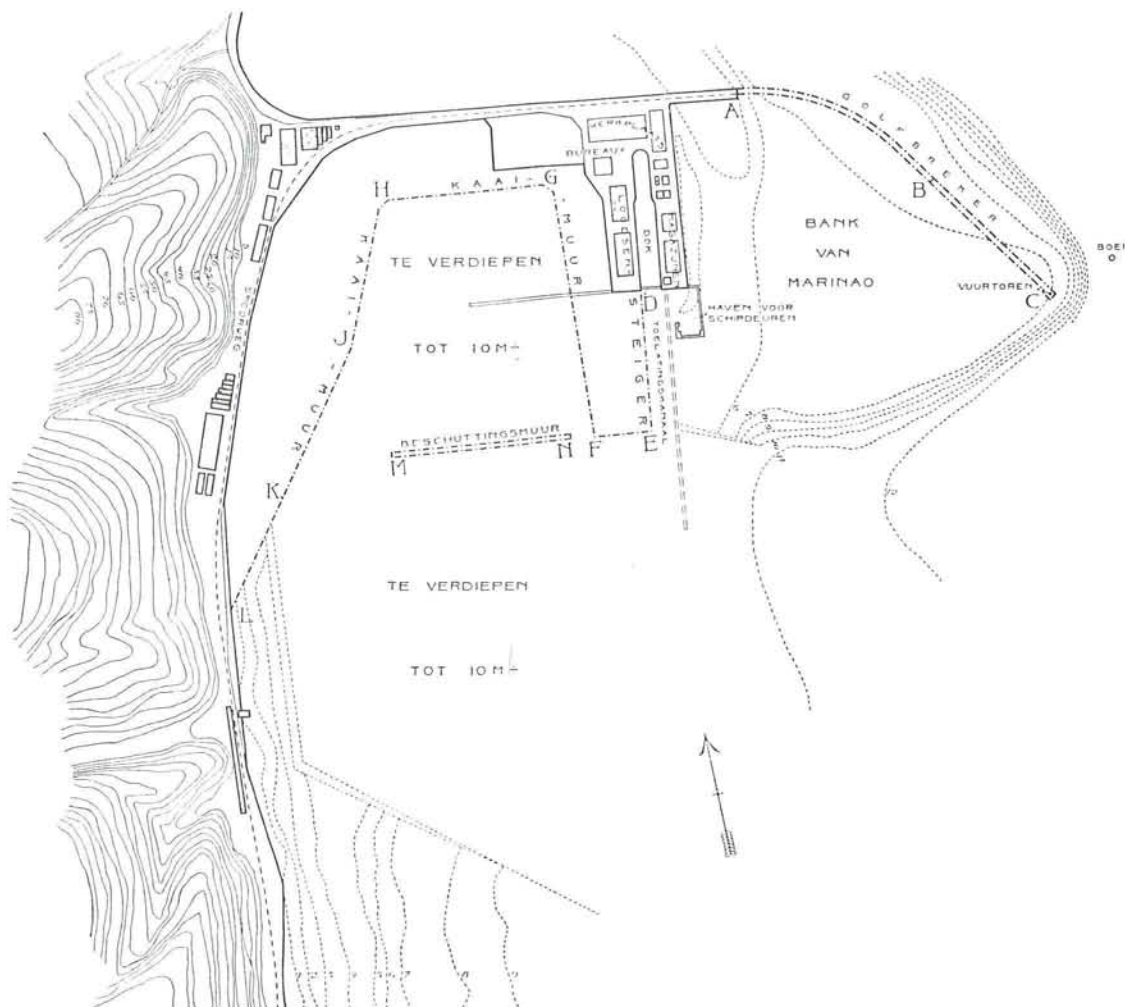




Fig. 2 laat de caissons zien bestemd voor de kademuur. Deze zijn vrijwel ongewijzigd overgenomen van het ontwerp Kraus voor Valparaiso. De lijn D—D is de waterlijn in drijvende toestand. De muur vindt haar stabiliteit door een grote bodemplaat met contraforten welke in de grondaanvulling steekt. Het eigenlijke caisson is naar onderen versmald, zodat ze na het kantelen nagenoeg vertikaal drijft. Afmetingen: hoog 10,35 m, breed 6,50 m, lang 10,00 m. Wanddikte gemiddeld 0,20 m, gewicht ca. 215 ton.

Figuur 2

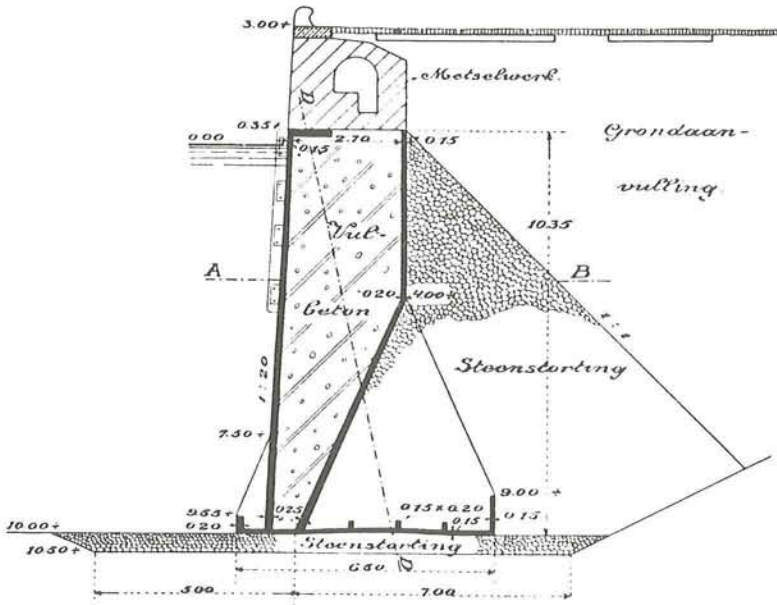


Fig. 3 geeft de caissons voor de golfbreker. Een stabiele constructie om aan de golven het hoofd te bieden. De caissons zijn hoog 9,50 resp. 10,50 m, breed 7,40 m, lang 10,00 m met drie tussenschotten. De beide kopschotten zijn verstevigd met ribben.

Figuur 3

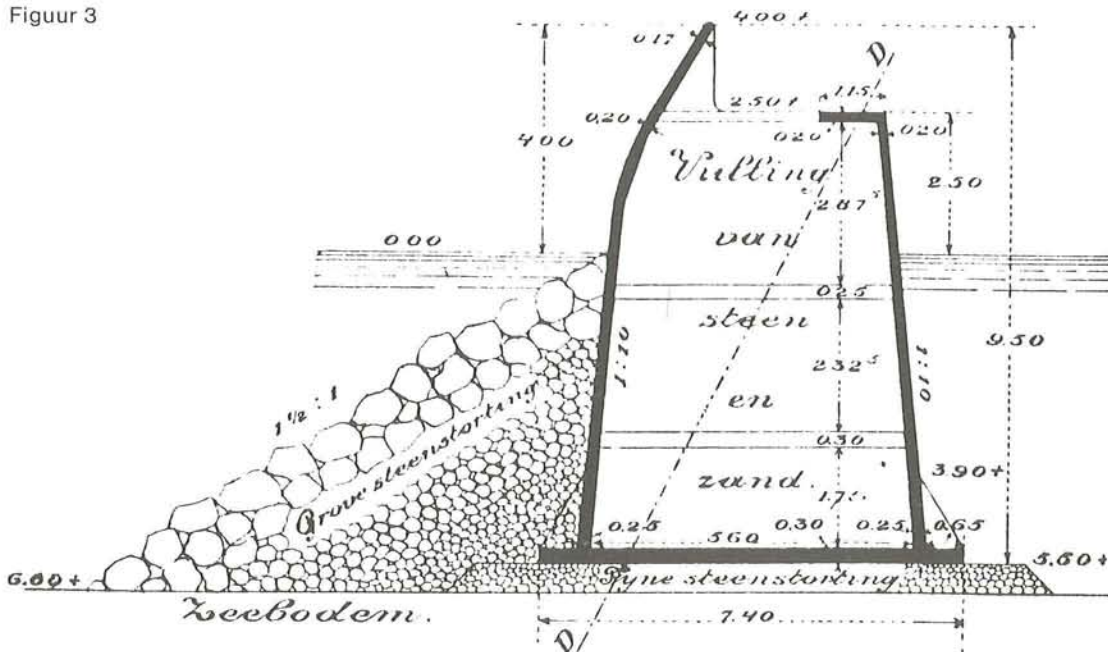
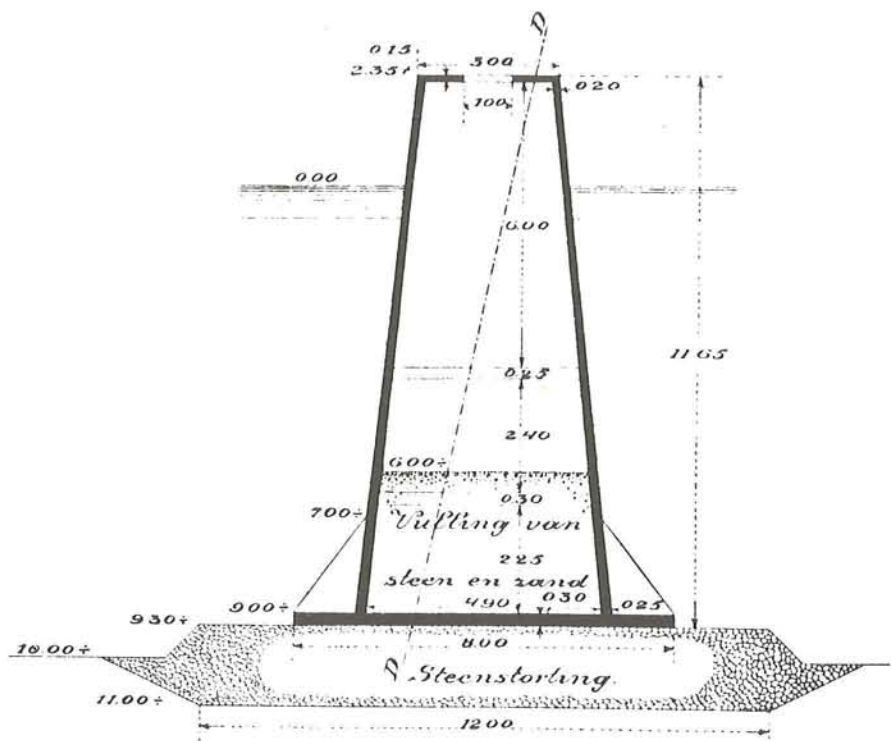


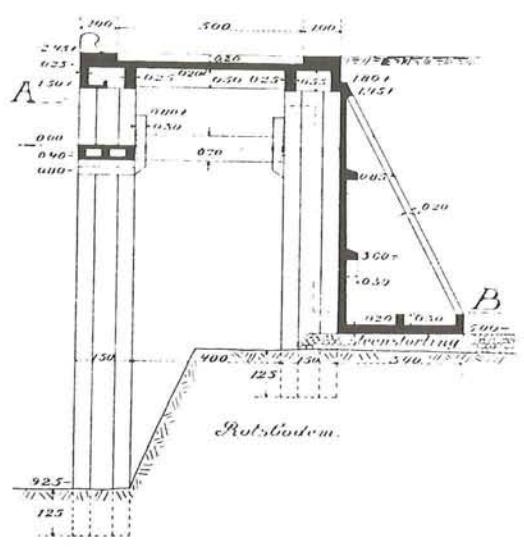
Fig. 4 tenslotte geeft de caissons voor de beschuttingsmuur. Gefundeerd op zeer slappe bodem, worden deze caissons slechts gedeeltelijk gevuld met zand om de funderingsdruk te beperken. Gaten in de zijwanden zorgen ervoor dat het water in de caissons de getijbeweging volgt. Afmetingen: hoog 11,65 m, breed 8,00 m, lang 10,00 m.

Figuur 4



De steiger, Fig. 5, wordt gebouwd op een gedeelte waar het, tengevolge van een sprong in de rotsbodem, niet mogelijk was zonder meer caissons te plaatsen. Met behulp van de luchtdrukcaissons worden gaten in de bodem gemaakt. Hierin plaatst men holle betonpalen die drijvend zijn aangevoerd. De gaten worden volgestort met hulp van een duiker. De palen worden onderling verbonden door koppelbalken. Op de palen komt een dek met verstijvingsribben. Achter de steiger komen grote L-vormige elementen, die op de wal gemaakt zijn, en drijvend naar hun locatie worden vervoerd.

Figuur 5



Het transport der kaai-  
muur-bakken

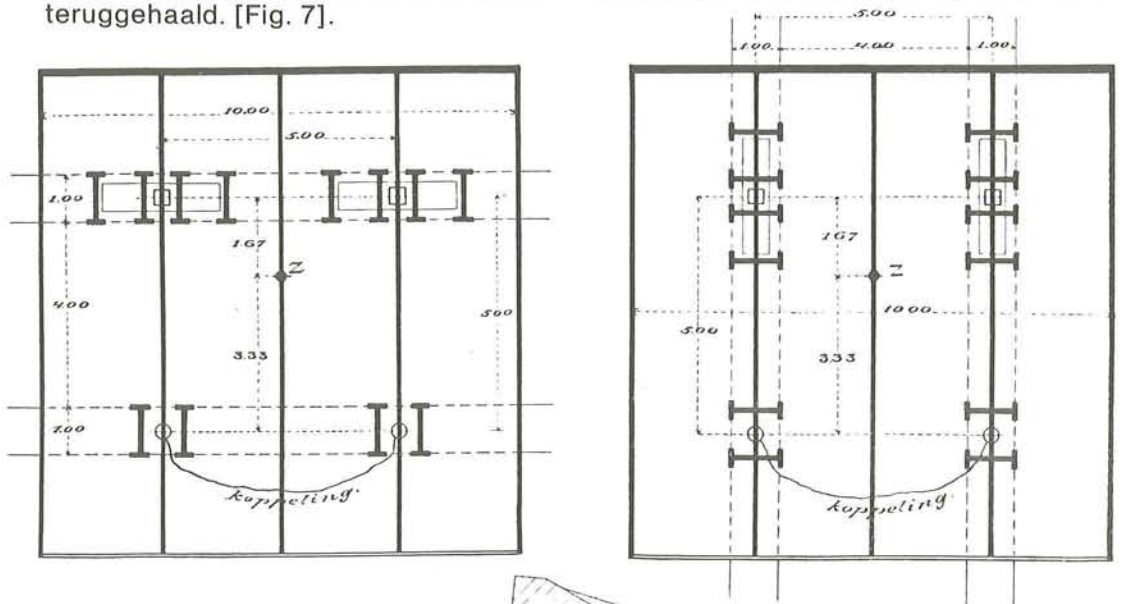
De caissons worden liggend op hun voorzijde boven een dubbele railbaan ge-  
bouwd, ondersteund door vier vaste steunpunten en steigerwerk.  
Na verharding van de beton worden bekisting en steigers weggehaald. Lorries  
die onder het caisson worden gereden, nemen de belasting van de grote bakken  
over. Tweederde van het gewicht rust op twee steunpunten met elk twee lorries;  
een derde op twee hydraulisch gekoppelde ondersteuning elk op één lorie  
[Fig. 6]. De hydraulische koppeling zorgt ervoor dat het caisson statisch bepaald  
opgelegd is. Onderheiving van de railbanen is zo niet nodig, daar ongelijke zettin-  
gen geen schade aan de caissons kunnen toebrengen. De railbaan wordt ge-  
kruist door een baan loodrecht op de kust waarop de caissons te water worden  
gelaten.

Boven de kruising worden de caissons hiertoe tijdelijk op een tussenonder-  
steuning geplaatst, waarbij van lorries kan worden gewisseld.

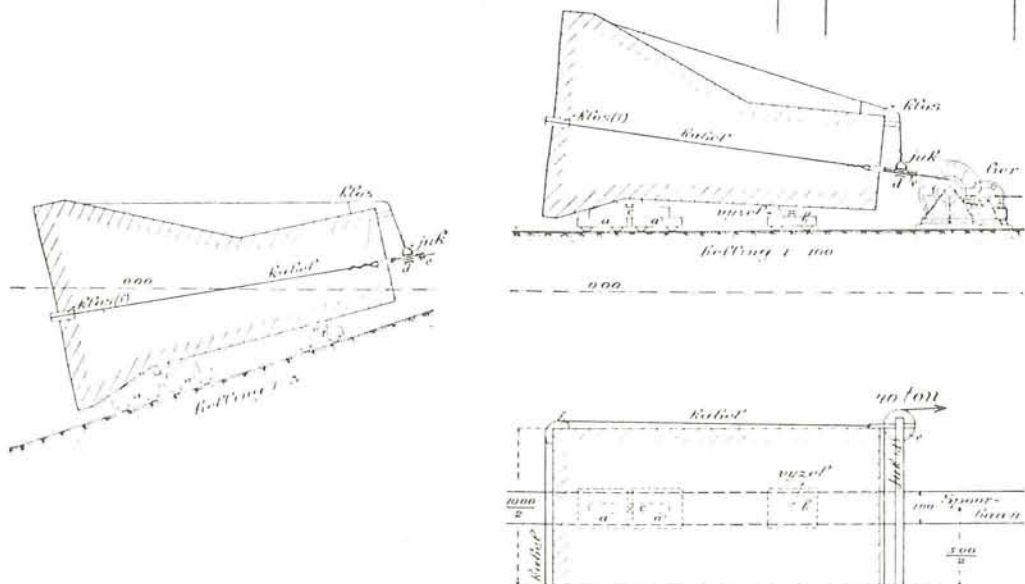
De dwarsbaan die aanvankelijk een helling heeft van 1:100 gaat bij de kust over  
in de 'zeebaan' met een helling 1:3. Dit is ook de helling waaronder de bakken  
normaal in het water drijven, zodat het caisson nagenoeg gelijk van al haar  
steunpunten lost.

Met behulp van een zware lier worden de caissons te water gelaten en de lorries  
teruggehaald. [Fig. 7].

Figuur 6



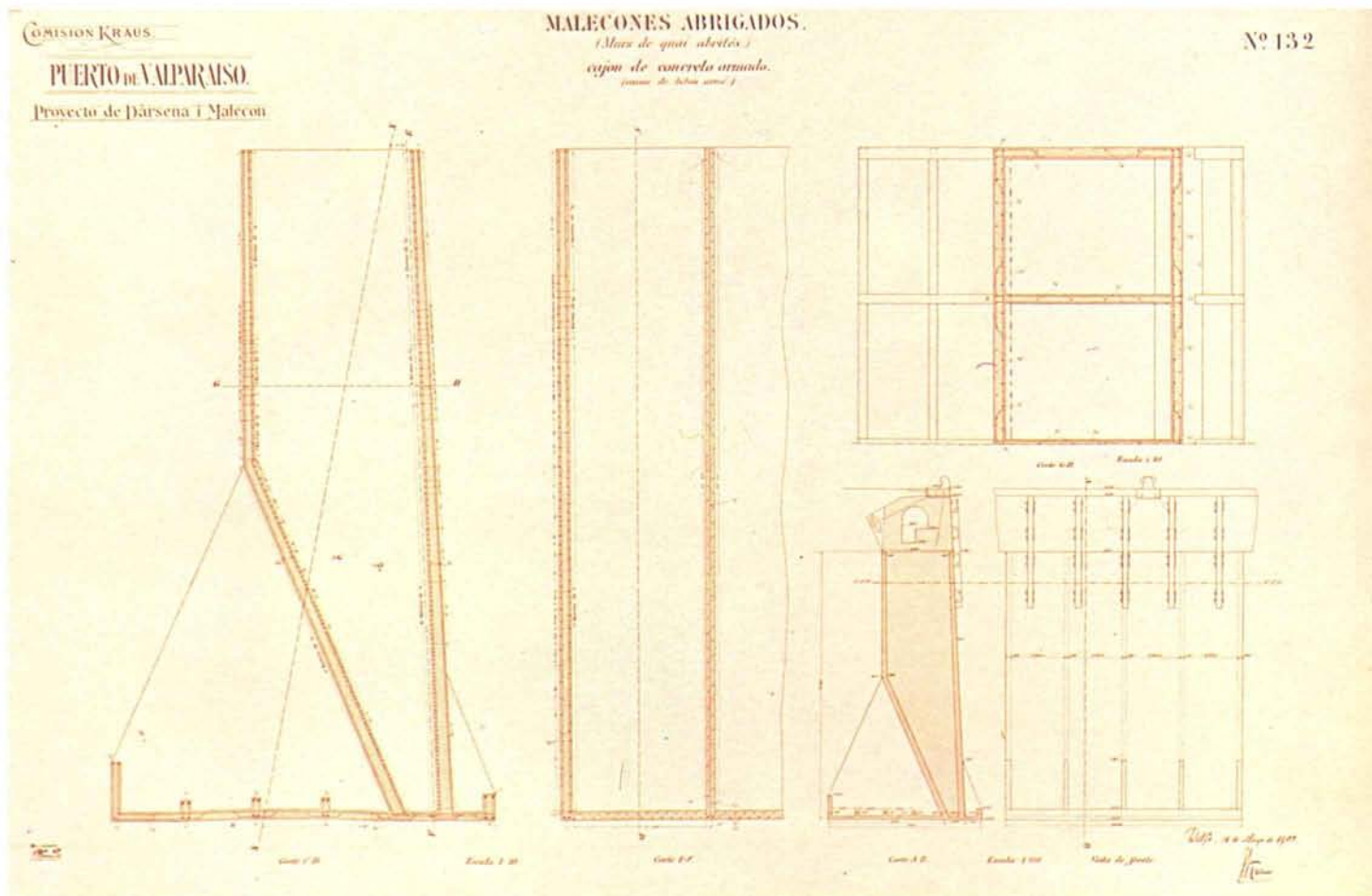
Figuur 7



Van Manen:

'De constructie der banen en de wijze van te water laten hebben een punt van langdurige overweging uitgemaakt. Er is een voorloopig plan geweest om de bakken horizontaal te verrijden op een soort van ponton, welke dan verticaal in het water zou worden neergelaten, door middel van kettingen en hydraulische persen. Een ander denkbeeld is overwogen, waarbij de bakken op een balanceerende wipbrug zouden worden gereden, die met contra-gewichten in schuinen stand zou worden geplaatst, en waarvan dan de bak te water zou rijden – ook op wagens – hetzij met behulp van lieren, hetzij vrij afrijdend.

Ook gingen er stemmen op om den bak gewoon als een schip te behandelen, en langs een lange, vaste glijhelling [in zee uit te bouwen] uit eigen beweging af te laten. Al deze plannen hadden hunne vóór- en nadeelen, die natuurlijk in verband stonden met het groote gewicht van de bakken [210 à 220 ton] en met den aard van het materiaal, dat wel zeer sterk is, maar betrekkelijk bros, terwijl ook de bakken wegens hun stijfheid niet zijn te vergelijken met den meer buigzamen romp van een houten of ijzeren schip'.



Voor de kademuurbouw in Talcahuano maakte men dankbaar gebruik van het ontwerp, dat professor Kraus eerder bedacht voor kantelcaissons ten behoeve van de haven van Valparaiso in Chili

## Talcahuano Chili

## Gebaren en Hollandse verwenschingen

Het is duidelijk dat de Hollandse uitvoerders en voorlieden geen gemakkelijke taak hadden. Het strakke werkschema dat nodig is voor een regelmatige caissonproductie paste niet in de denkwereld van de Chileense arbeiders. De meeste Hollanders spraken geen woord Spaans, en, zoals Van Manen zegt: 'zij maakten de inheemsche werkkrachten bekend met de wijze van werken door middel van gebaren en Hollandse verwenschingen.'

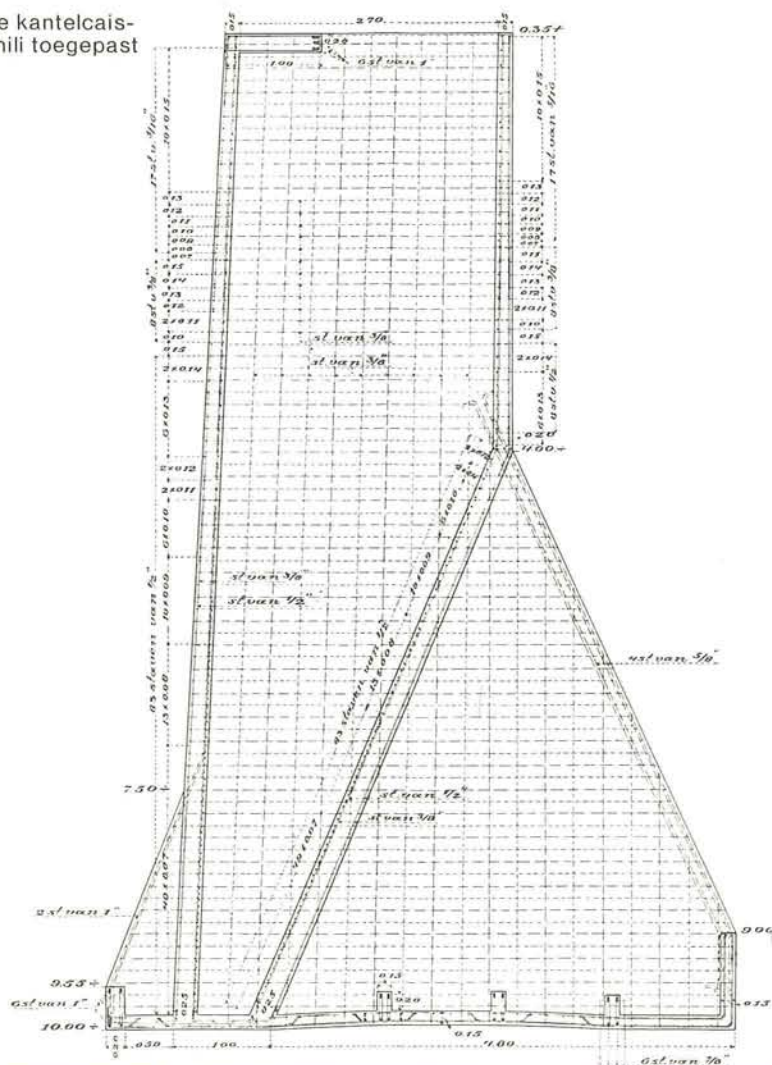
Men slaagde er desondanks in het werk in een regelmatig tempo te laten verlopen. Dit had tot gevolg dat de Hollanders ook de leiding werd opgedragen van de baggerwerken, het plaatsen der caissons en de grondaanvullingen, 'waarvan tot dusverre de voortgang zeer veel te wenschen overliet'.

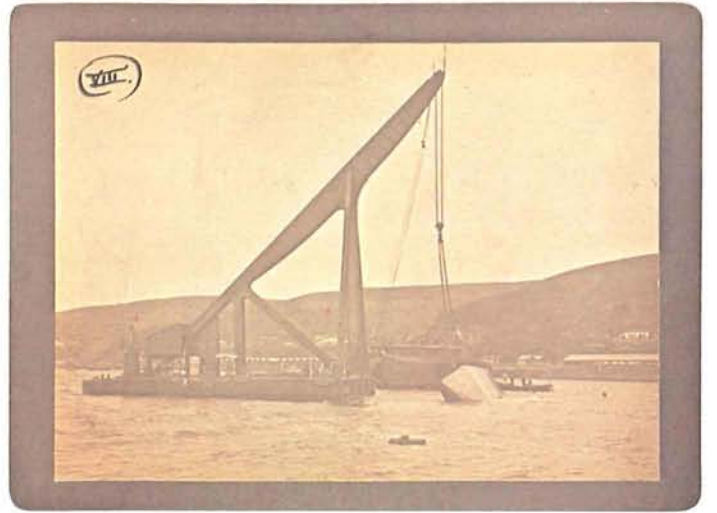
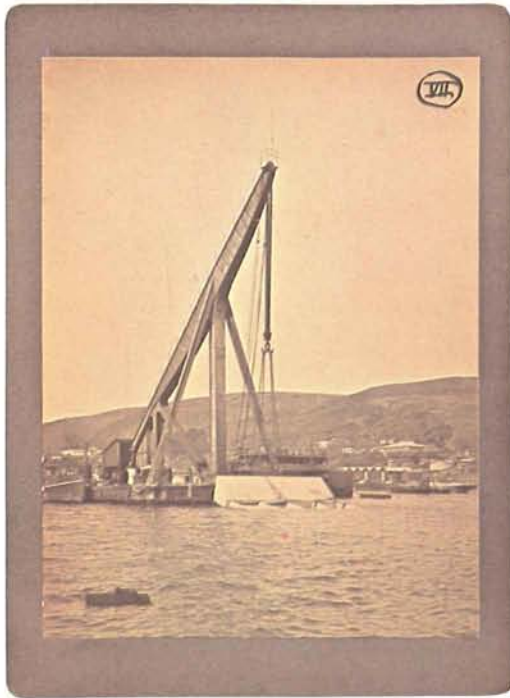
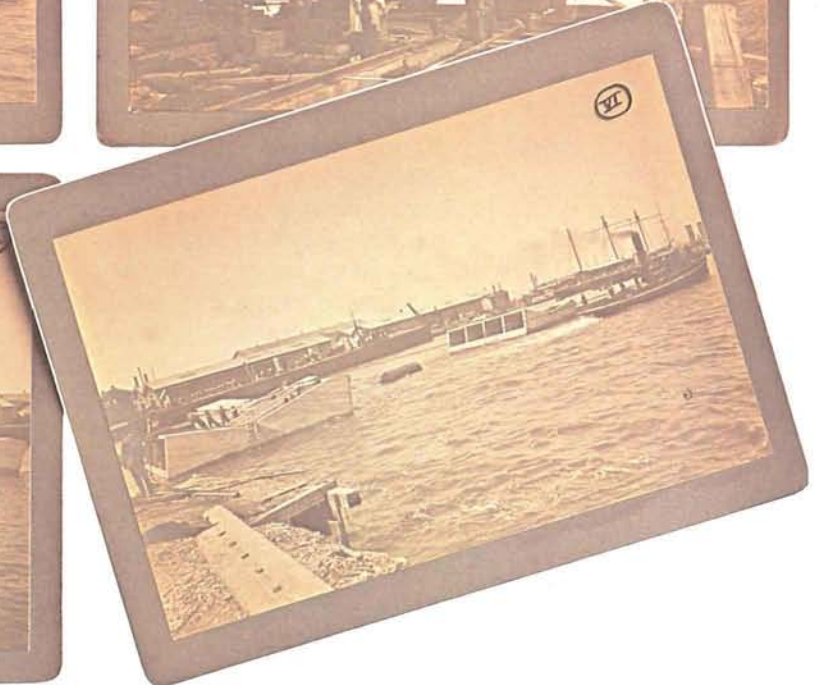
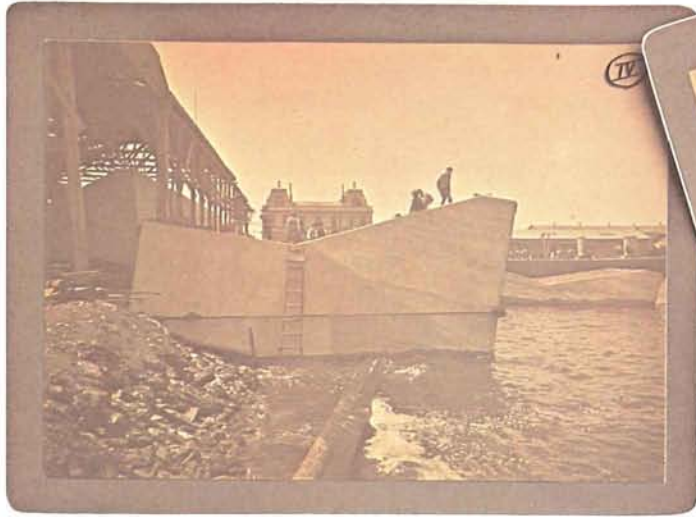
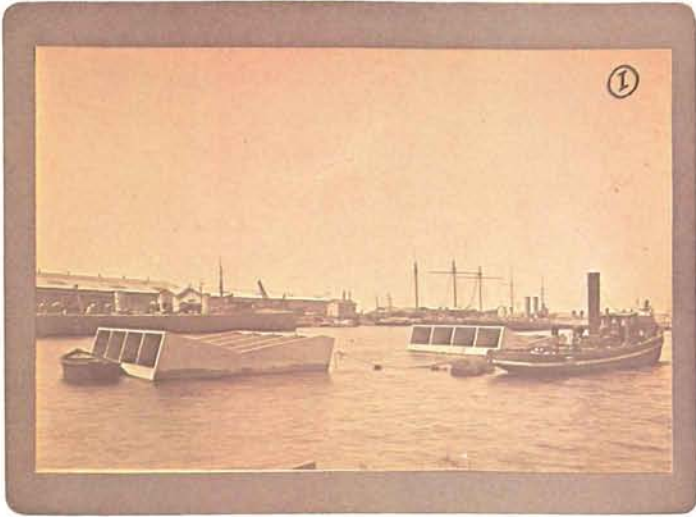
Een ongunstige conjunctuur, aardbevingen en daardoor schaarste in materialen, stijgende vrachtprijzen vanuit Europa, economische en financiële crises noopten de Chileense regering ertoe de aannemers die een rijkswerk hadden aangenomen de vrijheid te geven hun overeenkomst te ontbinden.

Sommige grote aannemers, waaronder Lira, zetten hun werk voort, maar zonden de regering een verzoek tot aanpassing van de aanneemsom. Van Lira werd dit voorstel afgewezen.

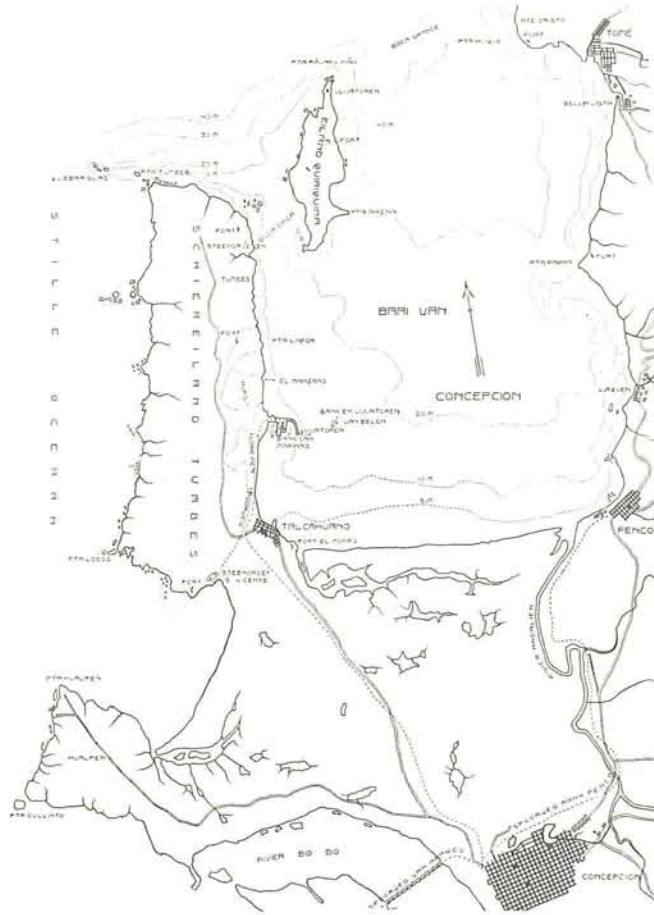
Bij een liquidatie in 1908 gingen alle installaties, gebouwen en materialen onder bepaalde voorwaarden over in eigendom van de staat, die nu in eigen beheer de werken moest voortzetten, dan wel nieuwe inschrijvingen openen.

Wapening van de kantelcaissons, zoals in Chili toegepast





Beelden van de toepassing van kantelcaissons in Talcahuano



23<sup>e</sup> Jaargang.

1908. — № 35.

# DE INGENIEUR.

641

Orgaan

VAN HET KON. INSTITUUT VAN INGENIEURS — VAN DE VEREENIGING VAN DELFTSCHE INGENIEURS.

Woekblad gewijd aan de techniek en de economie van Openbare Werken en Nijverheid.

Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs stellen zich in geens deels verantwoordelijk voor de doeklochten in de onderzochten. **Commissie van Toezicht:** W. F. LEEMANS c. i., oud-hoofdspecteur-generaal van den Rijkswaterstaat, te 's-Gravenhage, president; E. H. STIELTJES c. i., lid van den Raad van Toezicht op de Spoorwegdiensten, te 's-Gravenhage, secretaris; J. C. DUXHOORN w. i., hoogleeraar in de Werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool, te Delft. **Verantwoordelijk Hoofdredacteur:** R. A. VAN SANDICK c. i.

Prijs per Jaargang:	Versijheid elken Zaterdag.	Prijs der Advertentie:
<p>Franken per jaar: . . . . . 100.—</p> <p>Voor Nederland . . . . . 70.—</p> <p>Voor het buitenland met voorverzending . . . . 115.—</p> <p>Men abonneert zich voor een jaargang (1 Januari Decr.).</p> <p>Over het bedrag der abonnemanten in Nederland wordt aafgevoerd door de administratie bezocht.</p> <p>Afzonderlijke nummers, Druksaalt, 50 cents. — Druksaalt, 65 cents. — Druksaaltnummers 25 cents.</p>	<p>Rolken en modelteekening, tekenen, teekeningen, te te tekenen aan den Hoofdredacteur. Lange Voorhout, te 's-Gravenhage (Telefoon) 2109.</p> <p>Voor abonnemanten die tevens lid zijn de ALPHREDE STAALE van dit BUREAU, Postverzoek No. 17 A. 19 te 's-Gravenhage.</p> <p>ADVERTENTIE in te bezochten de ADVERTENTIE van dit BUREAU, Postverzoek No. 17 A. 20 te 's-Gravenhage.</p> <p>F. J. BELINFANTE, voorheen A. D. SCHINKEL, (Telefoon 2083).</p> <p>Afzonderlijke nummers worden — naar waarde — verraad afgevoerd — het eerst aan Abonnees geleverd.</p> <p>'s-Gravenhage, 29 Augustus 1908.</p>	<p>Per regel . . . . . 1 f 35</p> <p>Grootte letters naar plaatsnaam.</p> <p>Abonnenemten volgens afzonderlijke overeenkomst.</p> <p>Abonnementen van Advertentieprijs 7 f 25 per regel.</p> <p>Hom bij te en te plaatsen 1 f 10 per regel.</p> <p>Bij afsluiting op Advertentie worden bezochtsnummers gratis toegezonden.</p> <p>Over het bedrag der Abonnemanten op Advertentie wordt drommenafgevoerd bezocht.</p>

**INHOUD.**

Oeffenschel. Verandering van Duitse Ingenieurs. Algemeen Verslag over de Eerste Duitse Ingenieurs. Inhoud van de Duitse Ingenieurs. Verdrag van W. C. van MANEN (niet afgedrukt).

Redactie van de Verandering van Duitse Ingenieurs. Inhoud van de Duitse Ingenieurs. Verdrag van W. C. van MANEN (niet afgedrukt).

Redactie van de Verandering van Duitse Ingenieurs. Inhoud van de Duitse Ingenieurs. Verdrag van W. C. van MANEN (niet afgedrukt).

Redactie van de Verandering van Duitse Ingenieurs. Inhoud van de Duitse Ingenieurs. Verdrag van W. C. van MANEN (niet afgedrukt).

19. Inleiding tot het bezocht van de Elekto-technische Industrie te Sikkerveer, door den heer W. H. M. in GILMAN.

20. Inleiding tot het bezocht van de Fabriek van den heer Lips door den heer J. P. M. LIPS.

Na afloop der Vergadering zal, ten 12 ure, in het Hotel 'Ponsen' het dejeuner geredstaan. Daarna zal onder leiding van de Commissie (\*) per stoomboot een bezocht aan de Elekto-technische Industrie te Sikkerveer en vervolgens aan de fabriek van den heer Lips te Dordrecht gebracht worden.

Ten 2.00 ure zal in een der lokalen van het Hotel 'Ponsen' een gemeenschappelijke maaltijd worden gehouden tegen 13.— per couvert. Voor een goede regeling wordt den leden beleefd verzocht het hun tegemoet te komen met de deelname van hetgenen men niet verwacht, zoo tijdig mogelijk, doch uiterlijk op 1 September toe te zenden aan het lid P. J. DE JONCK, Korte Engelenburgkade n<sup>o</sup>. 10 te Dordrecht.

**OFFICIEEL GEDEELTE. VEREENIGING VAN DELFTSCHE INGENIEURS.**

**OPROEPING tot de Algemeene Zomer Vergadering in het Hotel 'Ponsen', te Dordrecht, op Zaterdag 5 September 1908, des voormiddags ten 10½ uren.**

**Onderwerpen ter behandeling:**

(Art. 28 van het Reglement.)

1. Vaststelling van de notulen der Algemeene Vergadering van 13 Juli 1907.
2. Verslag van het Beheer over het Vereenigingsjaar 1907—1908.
3. Rekening en verantwoording van de geldmiddelen der Vereeniging.
4. Benoeming van een Commissie van 2 leden tot het nazien en het uitvoeren van Verslag over de Rekening en Verantwoording.
5. Benoeming van een Bestuurslid ter vervanging van den heer P. H. KUYPER, die niet herkiesbaar is.
6. Behandeling en beslissing omtrent het Bestuursvoorstel tot wijziging van de artikelen 4, 5, 6, 7, 23, 30, 31, 32, 33 en 36 van het Reglement.
7. Behandeling en beslissing omtrent het Bestuursvoorstel om den abonnemantsprijs van *De Ingenieur* voor de tyfdrukkende leden te bepalen op zes gulden per jaar.
8. Behandeling en beslissing omtrent het Bestuursvoorstel betreffende het Studeerfonds.

**Het Bestuur der Vereeniging van Delftsche Ingenieurs,**

J. W. WELKER, Voorzitter,

P. J. VAN VOORST VADEN, Secretaris.

(\*) Deze Commissie bestaat uit de heeren W. H. M. in GILMAN, Voorzitter, en J. P. M. LIPS, Secretaris.

**KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.**

**De Havenwerken van Talcahuano (Chili).**

*Voortrecht gehouden in de Vergadering van het Kon. Instituut van Ingenieurs van 20 Juni 1908,*

DOOR HET LID

W. C. VAN MANEN c. i.

(Met afbeeldingen.)

Inleiding.

Om meer dan één reden schijnt het niet ongewenscht eenige mededeelingen te doen in de Vergadering van het

Situatietekening van de ligging van de havenstad en het titelblad van 'De Ingenieur' uit 1908, no. 35



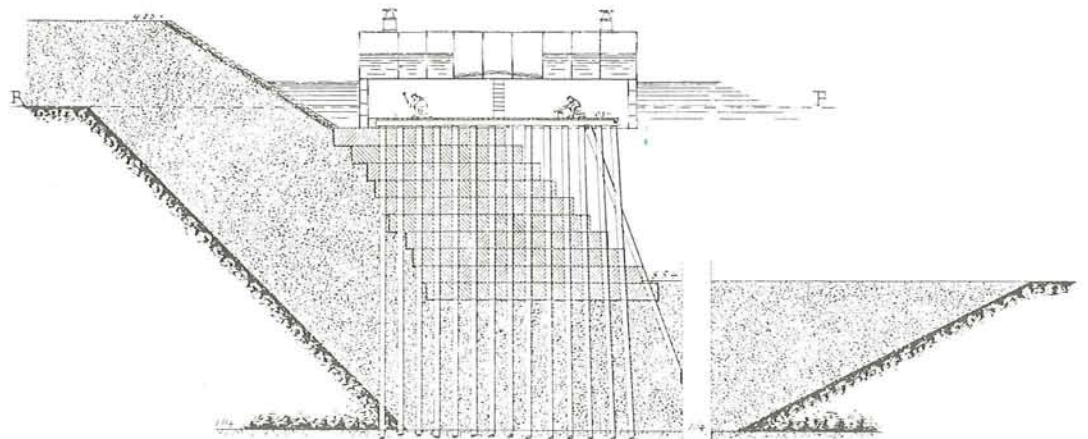
# Rotterdam 1900–1925

## Het prille begin

De kademuurbouw met behulp van caissons in Rotterdam heeft zich ontwikkeld uit kadeherstel.

Na 1900 werd bij de bouw van kademuuren meer en meer gebruik gemaakt van gewapend beton. De grotere draagkracht van zwaardere palen die toen konden worden geheid, maakte de toepassing van dit materiaal aantrekkelijk. De betonvloeren werden aangelegd beneden laag water op een eenvoudige bekisting. Dit gebeurde met behulp van luchtdrukcaissons, een soort duikerklokken. [fig. 1]

Figuur 1

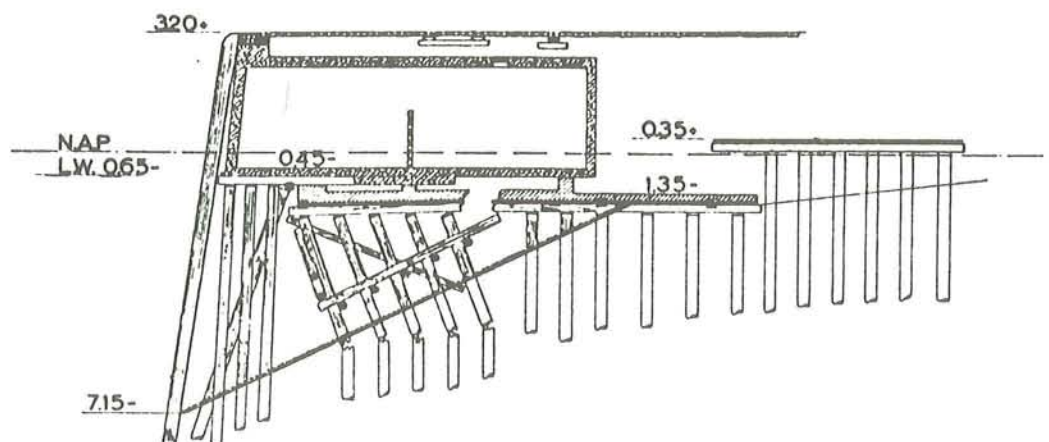


Toen in 1905 de kademuur van de Spoorweghaven ernstige tekenen van verval vertoonde en herstel noodzakelijk werd om de muur voor ondergang te behoeden, kwam men in Rotterdam voor grote problemen te staan.

Een gedeelte van de kademuur vertoonde zettingen en scheuren. De fundering, die ongeveer een meter onder water lag, was over twee gedeelten van resp. 25 m en 200 m vooruitgeschoven. Er waren grote bezwaren verbonden aan het maken van een geheel nieuwe fundering. De bestaande diepe fundering was moeilijk te verwijderen; er was onvoldoende ruimte om met de duikerklok te werken; grote loods en direct achter de kademuur zouden moeten worden afgebroken.

De volgende oplossing werd gevonden: Maak een aantal bakken van gewapend beton en laat die aan de voorzijde rusten op nieuwe zware palen en aan de achterzijde op de bestaande fundering, zodanig dat de gebroken palen aan de voorzijde van de oude fundering niet worden belast. [fig. 2]

Figuur 2

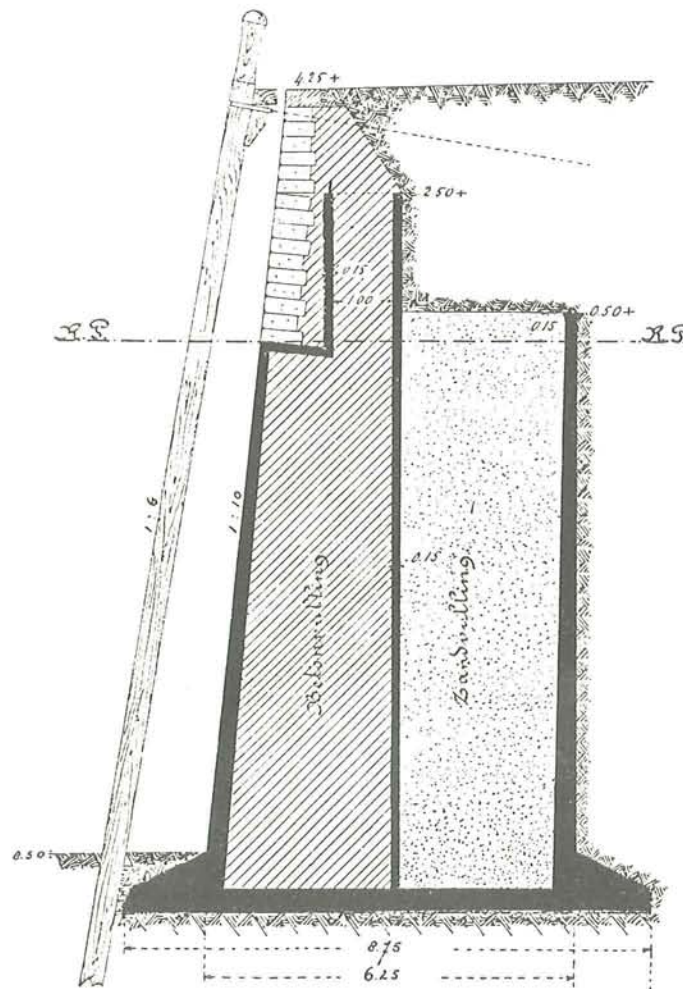




De betonnen dozen konden bij hoog water drijvend op hun plaats worden gebracht, daar worden afgezonken en worden voorzien van een dek. De uitvoering van dit werk werd een groot succes.

Een logische volgende stap was nu dergelijke bakken veel hoger te bouwen, en ze in plaats van op een houten fundering onmiddellijk te plaatsen op de – eventueel kunstmatig aangebrachte – zandbodem [fig. 3].

Figuur 3



Een dergelijke kademuur was nog nooit uitgevoerd voor diep water. Deze methode was echter niet onbekend. Een ontwerp van een caissonmuur voor een Nederlandse haven van het Belgische ingenieursbureau Hennebique was reeds in 1901 getoond op een tentoonstelling in Brussel.

Prof. Kraus had voor zijn havenplannen, ontwikkeld van 1901–1903 voor Valparaiso [Chili] een ruim gebruik gemaakt van betonnen caissons. Gebaseerd op dit ontwerp zou de HBM, toen nog Hollandsche Maatschappij tot het maken van werken in Gewapend Beton', weldra caissons gaan bouwen in Talcahuano [Chili] voor een haven aldaar, welk project reeds was aangenomen.

Wel was er een groot verschil in uitvoering tussen de plannen voor Rotterdam en Chili.

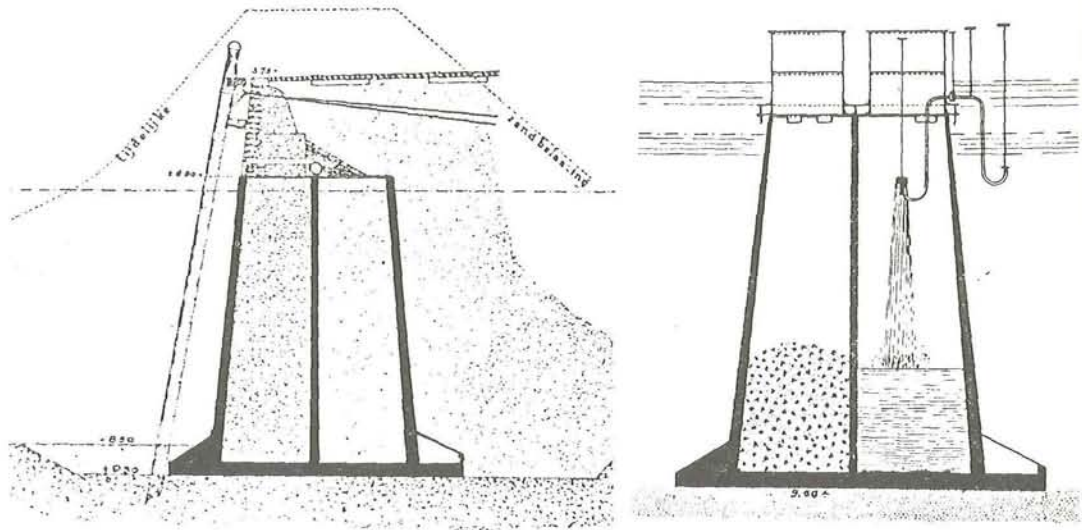
In Chili ging men de caissons bouwen op de kust, om ze daarna vanaf een helling te water te laten.

In Rotterdam, waar de gemeente in eigen beheer in 1906 begon aan een proefvak van 200 m. in de St. Jobshaven, werden de caissons gebouwd in een drijvend droogdok.

Tegelijkertijd bouwde men twee caissons van resp. 25 en 20 m lang. De afmetingen werden beperkt door de lengte van het bouwdok, 48 m. Om de nodige stabiliteit te verkrijgen tijdens het transport, moesten de caissons geballast worden. Hierdoor was de diepgang zo groot, dat uitvaren bemoeilijkt werd. Een bak aan weerszijden van de caissons moest de diepgang ervan verminderen. De volgende twee caissons werden in het dok slechts zover afgebouwd, dat zij zelfstandig drijvend konden uitvaren. In open water werden zij voltooid. Door regelmatig te ballasten kreeg men nog als bijkomend voordeel dat een caisson steeds tot een constant niveau boven water uitstak, zodat de materialen niet steeds hoger behoeften te worden opgevoerd. De constructie van de caissons ondergaat nog wat kleine wijzigingen [fig. 4] en de basis van de volgende caissons wordt gebouwd in een bouwput in de Waalhaven. Hier kunnen vier caissons met een lengte van 40 m worden opgebouwd. Een houten sluisconstructie geeft toegang tot de haven. Als de bakken een hoogte hebben van 5,80 m sleept men ze bij hoog water uit de bouwput naar een diepe plaats in de haven voor verdere afbouw. Op deze manier kon men 8 caissons tegelijk in aanbouw hebben of wel 320 m kademuur.

Figuur 4

Figuur 5

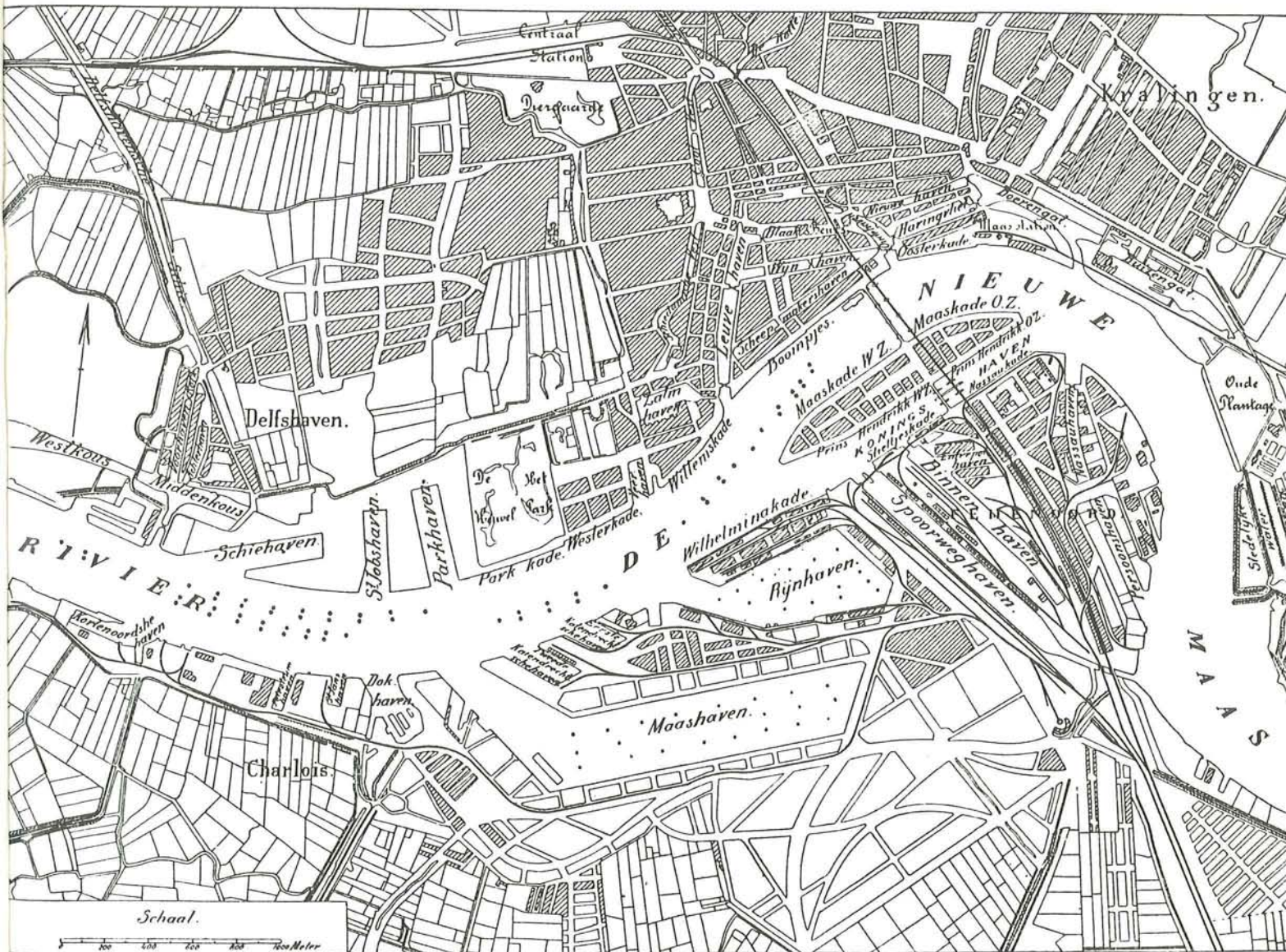


De caissons krijgen een grondvlak van 9,6 x 40 m bij een hoogte van 10 m. De breedte direct boven de voet bedraagt 7 m.

Door een langsschot en een aantal dwarschotten is het caisson verdeeld in een twintigtal vakken. Na plaatsing worden de voorste compartimenten gevuld met beton, de achterste met zand. Men wenst geen onderwaterbeton toe te passen, zodat de vakken moeten worden leeggepompt. Een aantal wanden krijgt daardoor de volledige druk van buiten te weerstaan. De caissons reiken met hun bovenzijde juist boven laagwater. Boven vier compartimenten tegelijk wordt een constructie geplaatst welke de vakken afdicht tot boven hoogwater, zodat ze onafhankelijk van het getij kunnen worden leeggepompt. Terwijl de voorste twee met beton worden gevuld, wordt in de beide achterste compartimenten water gepompt, teneinde de druk op het middenschot te verminderen. De dwarschotten zijn om en om verzwaard. [fig. 5]

Met een elevator wordt tenslotte zand gestort in de achterste compartimenten. De kademuren krijgen een traditionele opbouw van basaltblokken en beton, waarna de achter aanvulling plaatsvindt. Op deze manier wordt voor midden 1908 1600 m kademuur tussen Parkhaven en Schiehaven voltooid. [fig. 6]

Figuur 6



### IJsselhaven- Lekhaven – Waalhaven

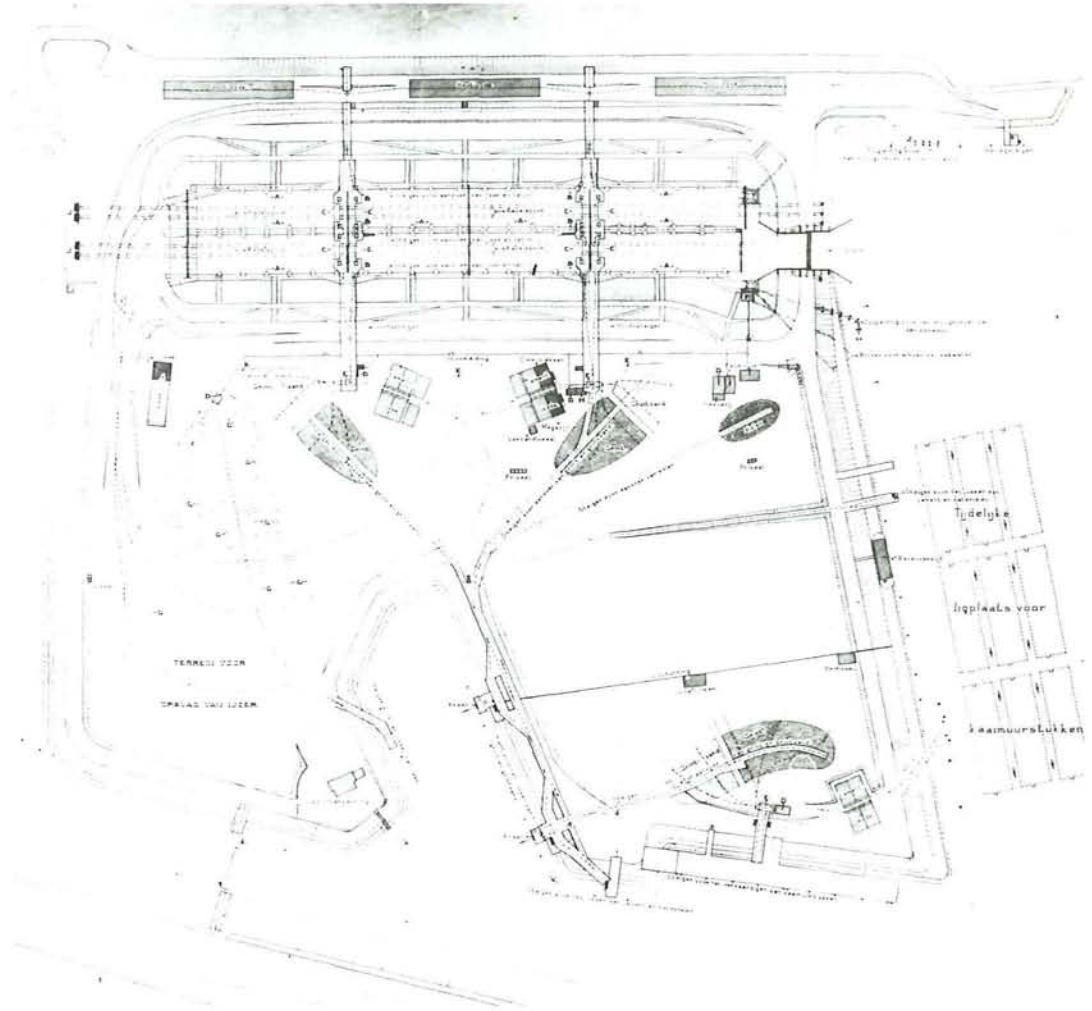
Rond 1912 wordt een project van vier havens in uitvoering genomen, waarvan er twee, de IJsselhaven en de Lekhaven, beide bestemd voor zeeschepen, van caissonkademuren worden voorzien. De kademuren worden gebouwd door de HBM. Het werk loopt bijzonder vlot, in 1916 tijdens de eerste wereldoorlog wordt het werk met hoegenaamd geen vertraging voltooid. Vóór 1912 reeds was men begonnen met het baggeren van een uitgebreid havencomplex, de Waalhaven. Ook hier worden door de HBM caissonmuren gebouwd. Aanvankelijk gaat het in dit project van een leien dakje. In 1915 is het eerste deel gereed, aan een nieuw gedeelte wordt begonnen. In 1916 moet een reeds afgesloten contract voor de bouw van caissons voor het derde havengedeelte worden geannuleerd. Gebrek aan grondstoffen en steenkool. Ook het baggerwerk aan de haven moet worden gestaakt.

Als in 1919 de gemeente aan voldoende ijzer en cement weet te komen, wordt de

installatie voor het maken van caissons door de gemeente voorbereid. In 1920 is de HBM weer volop bezig met de bouw.

Vanaf 1912 wordt er gebruik gemaakt van een dok aan de Heyse haven op de Beneden Heyplaat. Het dok in de Waalhaven moest gezien de verdere bouw van deze haven verdwijnen.

Figuur 7



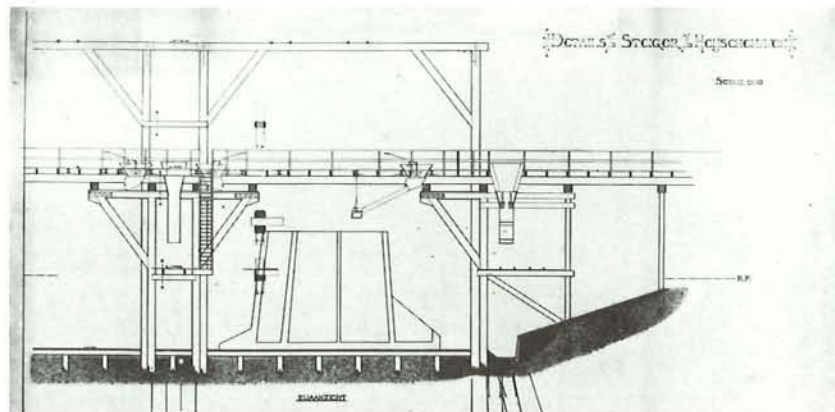
De nieuwe put heeft een op palen gefundeerde houten vloer groot 215 x 35,50 m op een diepte van 3,75 m beneden gewoon laag water [fig. 7]. Twee betonmolens staan naast de bouwput opgesteld. Over twee hooggelegen steigers welke dwars op de bouwput staan wordt de beton in kipwagens aangevoerd van beide molens. In het midden van de put wordt de beton voor het vervaardigen van de vloer en het onderste gedeelte van de wanden via stortkokers gebracht in kipwagentjes op langssteigers, die op een lager niveau zijn gelegen. Vanaf deze steigers wordt de beton met goten in het werk gebracht [fig. 8]. Wanneer gezien de vordering van het betonwerk geen gebruik meer kan worden gemaakt van de langssteigers, stort men de beton vanaf de hooggelegen steiger in kabelbaanbakken met een inhoud van 90 liter. Met de hand worden deze bakken boven de put verplaatst, waarna de beton rechtstreeks in het werk wordt gestort. Deze kabelbaan brengt ook het betonijzer en de bekistingsschotten op het werk. Naast de bouwput is een groot opslagterrein voor de bouwmaterialen. Er is onder andere een bergruimte voor Portlandcement van ruim 4,5 miljoen kg genoeg voor zestien caissons.

## Rotterdam

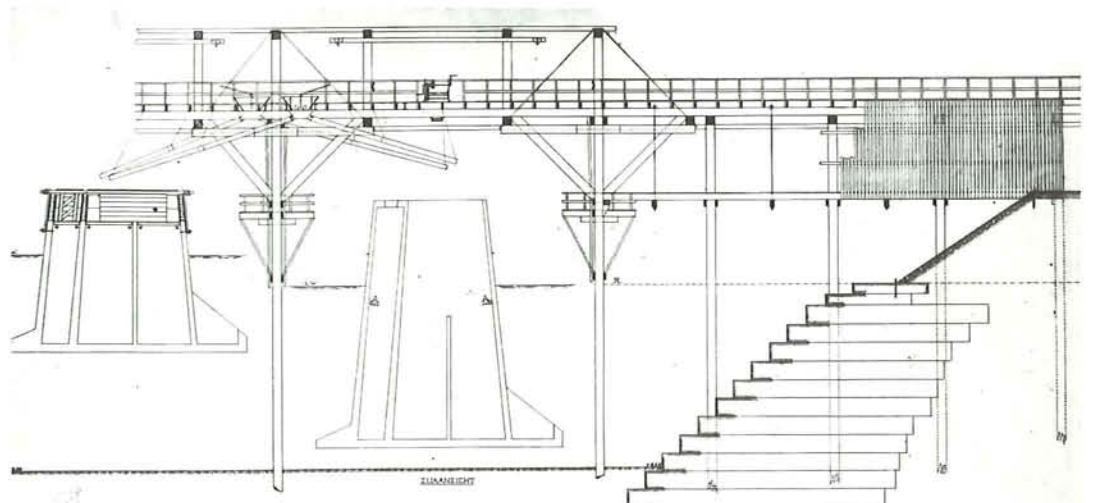
De cement wordt aangevoerd in jute zakken, die na leging in de trechters der betonmolens worden gereinigd door een zakkenklopmachine, waarin uit 200 zakken een baal cement wordt teruggewonnen.

Op deze wijze worden tegelijk 8 caissons van 42,26 m lengte in 5 fasen opgebouwd tot een hoogte van 6,10 m. De caissons hebben dan een diepgang van 4,30 m zodat ze bij hoogwater uit de bouwput kunnen varen. Aan een steiger in de Heyse haven vindt de verdere afbouw van de caissons plaats. Hierbij is er slechts één hooggelegen steiger, waaronder de drijvende caissons worden verhaald in de breedterichting van de steiger. Op de steiger is een betonmolen geplaatst. Kipwagens en stortkokers brengen de beton op zijn plaats. Loopkatten aan weerszijde van de steiger dienen voor het transport van betonijzer en bekistingsschotten. Zes caissons worden tegelijk voltooid [fig. 9]. Zoals ook in fig. 9 is te zien heeft de doorsnede van de caissons weer enige wijzigingen ondergaan. Er is een langsschot bijgekomen, dat nodig is gezien de grotere hoogte en breedte van de caissons. De ruimte tussen voorzijde en eerste langsschot is klein gehouden om de hoeveelheid vulbeton te beperken. Men ging er trouwens ook toe over om slechts daar, waar een aanvaring mogelijk was – kaden aan de rivieroeveren en de piereinden – een betonvulling toe te passen. Als de caissons geplaatst zijn worden de naden tussen de caissons voor en achter door duikers met hout afgedicht. Tussen messing en groef komt beton. Achter de caissons wordt met behulp van onderlossers Maaszand geklapt tot 1 à 2 m beneden gewoon laag water. De rest wordt aangevuld met het grovere Lekzand met behulp van transporteurs. Na 1921 durfde men ook veel sneller te werken door zand achter de caissons te spuiten.

Figuur 8



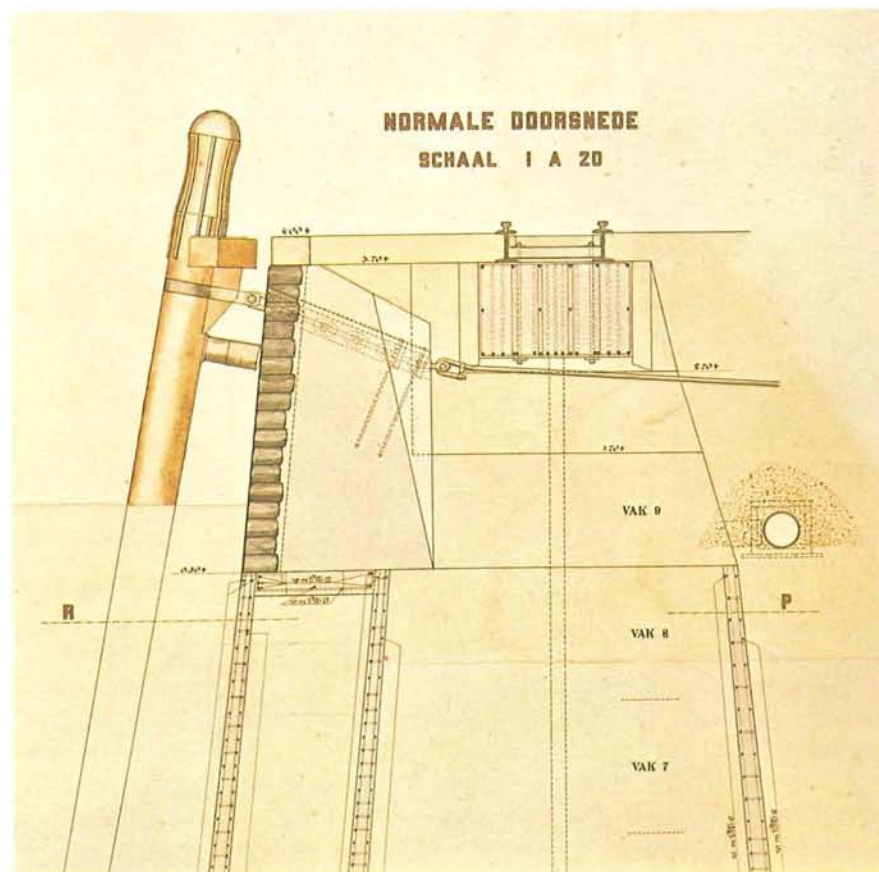
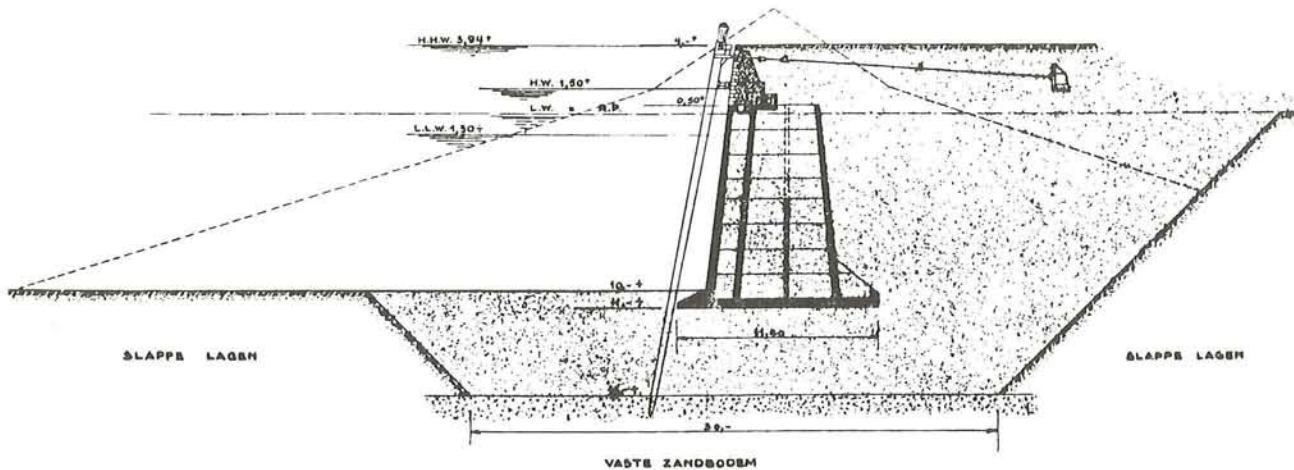
Figuur 9



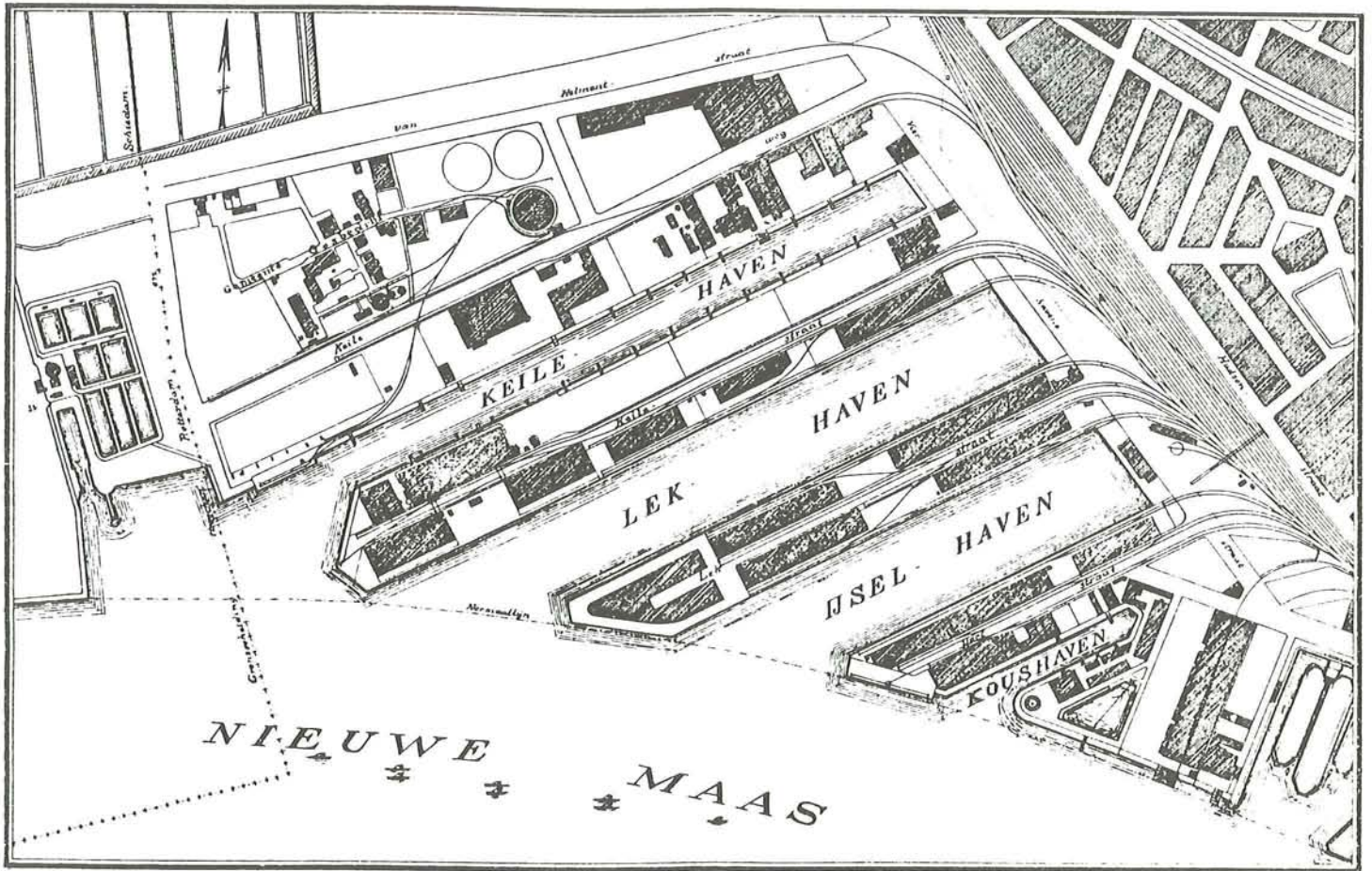
Bij doorsnede [zwart]:  
Na het wegbaggeren van de  
slappe havenbodem wordt een  
fundatiebed van zand aange-  
bracht met ruime overhoogte.  
Als dit zand is gezet, wordt het  
uiteindelijke bodemprofiel ge-  
baggerd.

Ervaringen in Indonesië hadden geleerd, dat dit mogelijk is als achter de muur eerst een dam van  $\pm 10$  m breedte op andere wijze wordt opgeworpen. Steeds meer ging men de nadelen voelen van caissons met schuine wanden. Hierdoor werden de caissons zeer bewerkelijk. De toestand werd nog verergerd door het tweede langsschot. Vroeger kon men een bekistingsfase per dag storten, nu lukte dit zelfs niet altijd met overwerk. Voor Delfshaven werden nog 1500 m kademuur per jaar gemaakt, nu was het een opgave om 1000 m te bouwen. Ook het dure remmingswerk met lange palen was een gevolg van de trapeziumvorm der caissons.

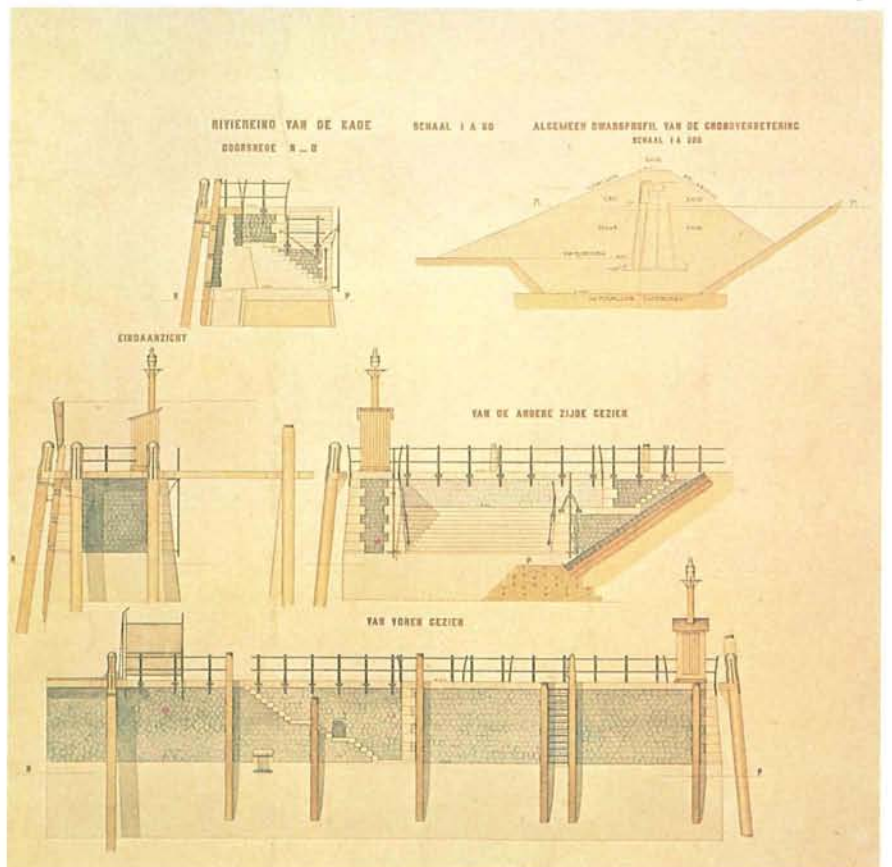
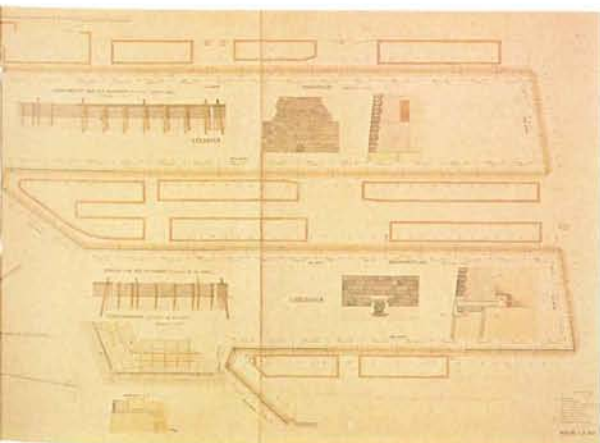
Het werd tijd voor een frisse bries over de caissonbouw in Rotterdam.



HAVENAANLEG BEWESTEN DELFHAVEN.



Links: Doorsnede bovenbouw  
caissons  
Midden: Overzicht haven en  
diverse doorsneden [details]  
Rechts: Detailschetsen van de  
caisson-opbouw

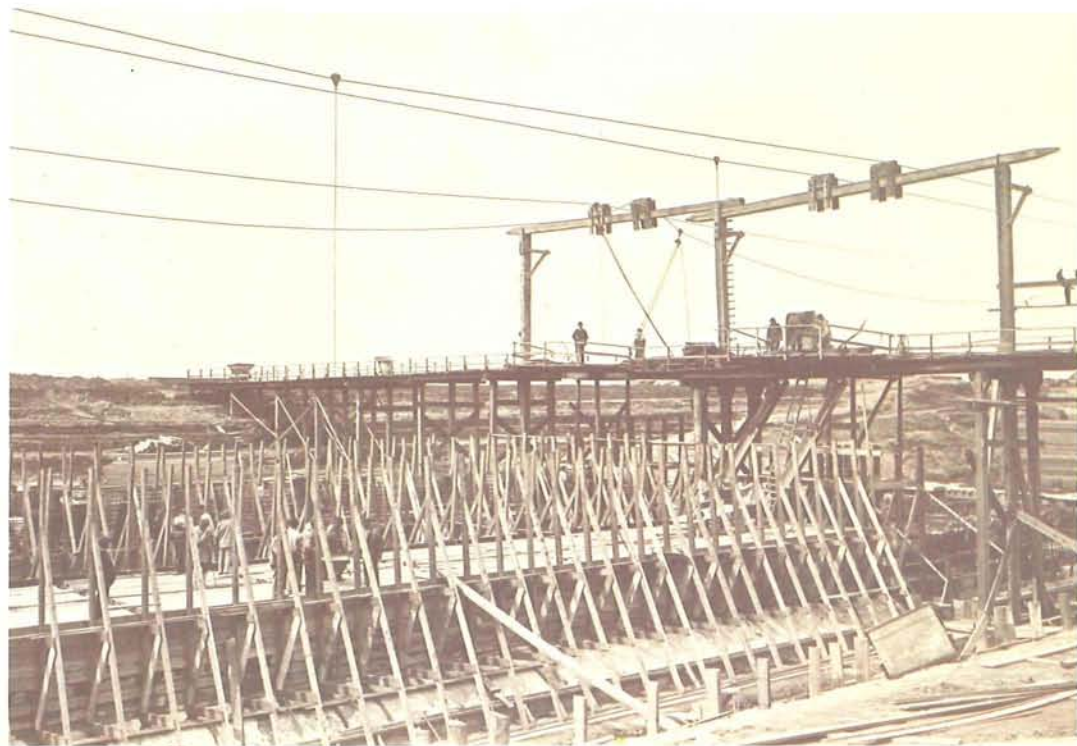


## Rotterdam

Illustraties van vroege caisson-  
bouw in Rotterdam, die door de  
Gemeente in eigen beheer  
werd gedaan [periode 1906-  
1908]





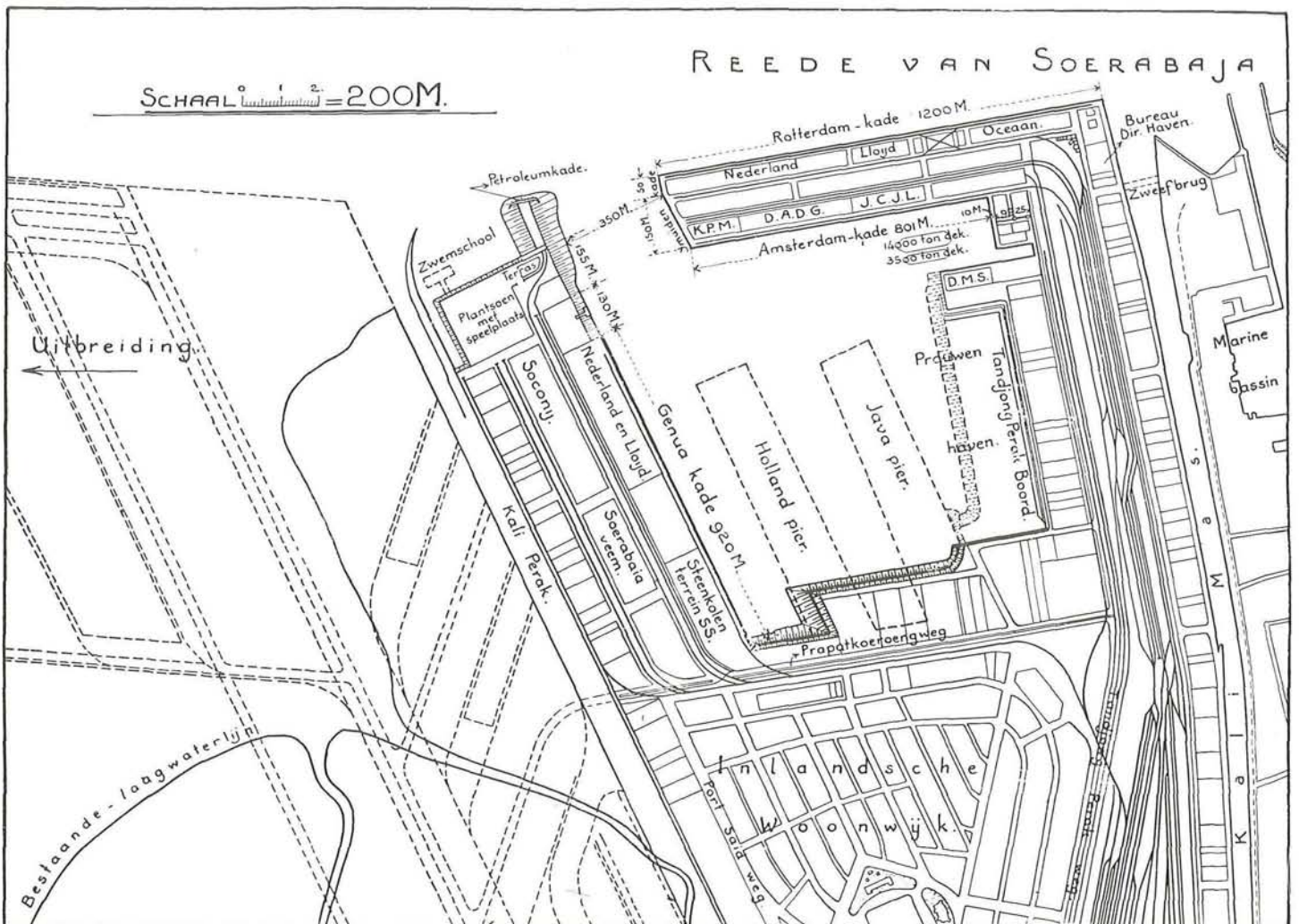


# Soerabaja

## Een voorspellende geest?

Aan het slot van zijn rede bij de aanvang van de werken voor de haven van Soerabaja 6 oktober 1911, merkte de gouverneur-generaal A. W. F. Idenburg op: 'Het havenplan, door bekwame ingenieurs ontworpen, door deskundigen uit de kringen der naastbelanghebbenden gunstig beoordeeld zal door geoefende handen worden uitgevoerd, onder ervaren leiding.

Moge die uitvoering, waaraan ongetwijfeld ook groote moeilijkheden verbonden zijn en die in meer dan één opzicht een leerschool zal kunnen blijken, voortdurend recht voorspoedig zijn; aan executant en directie beiden rijke voldoening geven; tot eer strekken van Nederlandsche ingenieurs- en aannemerskunst'. Een leerschool zou het worden, met wel zeer grote moeilijkheden!



Figuur 1

Dertig jaar van aarzelen tussen een uitbreiding van het systeem, waarbij schepen uitsluitend op de rede gelost worden door prauwen of een systeem waarbij daarnaast ook door middel van kademuren schepen direct contact met de wal konden verkrijgen, was verstreken.

Een keuze was niet gemakkelijk, daar Soerabaja een zeer veilige natuurlijke haven bezat.

De commissie Kraus-De Jong gaf na bestudering van de problemen in 1910 de voorkeur aan een haven met kademuren, waarmee ze voortborduurde op een plan van Van Goor uit 1906.

Nu alle partijen zich bij de aanbeveling van de commissie hadden neergelegd,

kon een aanvang worden gemaakt met de werkzaamheden door de Hollandsche Aanneming Maatschappij, welke op 1 mei 1911 de opdracht hiertoe verkreeg.

De HAM was in 1909 opgericht door de HBM en de familie Van Hattem. Ir. A. C. C. G. van Hemert, directeur van de HBM, was tevens een der directeuren van de HAM.

De havenuitbreiding was als volgt gedacht:

Een havenbassin wordt aan de westzijde begrensd door een dam met erachter opgespoten terreinen.

Aan de oostzijde en noordzijde voorziet men in een pier met 2520 m caisson-kademuur voor zeeschepen. [fig. 1]

De zuidzijde, grenzend aan de stad, krijgt een eenvoudige kade van 300 m lengte voor aanleg van prauwen.

De rivier Kali Mas, welke aan de oostzijde naast de pier in zee uitmondt krijgt aan beide zijden nieuwe kaden tot een totale lengte van 6 km voor het afmeren van prauwen. Deze kademuren zijn opgebouwd uit kleine caissons.

Later wordt de lengte aan kademuren voor zeeschepen uitgebreid door de westelijke dam van een caissonkademuur te voorzien, de Genuakade – ook wel genoemd steenkolenkade – 430 m, de verlengde Genuakade 490 m.

Evenwijdig hieraan kunnen in het havenbassin tenslotte nog twee pieren worden uitgebouwd, de Hollandpier en de Javapier, tezamen 3165 m caissonkademuur.

## De uitvoering

De eerste caissonbouwplaats is gelegen aan de oostzijde van het havenbassin. Voor de bouw van de caissons van de Genuakade wordt aan de zuidzijde een nieuwe bouwplaats ingericht. Noordelijk van de Prapat Koeroengweg [fig. 1] is een dubbel betonnen dok met een steiger voor drijvende afbouw in de haven uitgebouwd. Aan deze zijde bevinden zich ook de betonmolens, de zagerij, een omvormersstation voor electriciteit, bekistingsopslagplaatsen.

Aan de zuidzijde van de weg zijn materialen opslagplaatsen, de ijzerknipperij, de buigerij, timmerwerkplaatsen en een steenbreker.

De aanvoer van cement vindt plaats met prauwen. Lorries brengen de cement naar een opslagplaats. De vaten liggen schuin op de lorries en worden via een glijbaan vanaf de steiger de opslagloods ingegleden. Vroeger werden zij gerold. Dit ging met zo'n vaart dat 10%, bij slechte vaten soms 30%, ervan bezweek waarbij de inhoud verloren ging [fig. 2]. Zand en grind worden aangevoerd met spoorwegwagons, 60 wagons per dag.

Kipkarren die met een lier op een hellende steiger omhoog worden getrokken, brengen cement, zand en grind in de verhouding 2:3:5 naar de betonmolens. Van de molens wordt de beton vervoerd via onderlossende lorries op een hoge steiger boven de bouwdokken en met kipkarren boven de drijvende afbouwplaatsen. Houten en stalen goten brengen de beton in het werk. Wanneer de caissons hoger worden is het niet meer mogelijk goten toe te passen bij de drijvende afbouw. Bij hoogwater is de helling te gering. Aan de lorries worden hijsogen gelast en men hijst ze in hun geheel boven de stortbakken.

De 'vloespecie' voor de wanden is zo dun, dat in de stortgoten ontmenging optreedt. De beton wordt eerst opgevangen in een bak waar ze wordt 'omgezet' voor ze in de wandkist wordt geschept.

Men maakt zes caissons tegelijk, drie in dok, drie in drijvende afbouw. De caissonwanden worden opgebouwd in vier of vijf lagen met behulp van bekistingschotten; drie stel schotten per bouwplaats, twee in gebruik en een in herstel. In dag- en nachtbedrijf werkt men aan de caissons. De bouwtijd voor één caisson is 40 à 45 dagen. Gereede caissons worden geballast met water tot zij stabiel drijven met een diepgang van 8,5 m.

Ter plaatse van de geprojecteerde kademuren baggert men de sliblaag, die tot 18

à 24 m, onder hoogwater reikt weg tot een 40–50 m brede sleuf ontstaat. In de sleuven wordt een zandlichaam opgespoten tot 3 m boven hoogwater. Als de aanvulling voldoende gestabiliseerd is, wordt ze weggebaggerd tot –13,30 m. Afwijkend van de plannen van Kraus—De Jong, wordt tussen kademuren de modder slechts weggebaggerd tot –13 m. De zandlichamen worden vlakgebaggerd met een nauwkeurigheid van 15 cm. De caissons moeten nu zo snel mogelijk geplaatst worden opdat geen slibneerslag kan plaatsvinden. Is om een of andere reden het vlak toch te lang onafgedekt gebleven, dan wordt aangenomen dat de bovenlaag vervuild is. Dit betekent afbaggeren, weer aanvullen en opnieuw vlakbaggeren.

Als de funderingssleuf voor de zuidmuur [Amsterdamkade] zijn vulling krijgt, zijn de caissons van de noordmuur [Rotterdamkade] al geplaatst en is men bezig met de grondaanvulling achter deze caissons, beginnend bij de Kali Mas. Deze aanvulling blijft 300 à 400 m achter bij de werkzaamheden aan de funderingssleuf van de zuidmuur, om te voorkomen dat opgestuwde modder deze kan verontreinigen.

Wanneer alle caissons zijn geplaatst en de grondaanvulling tussen de kademuuren tot zo'n 160 m afstand gevorderd is van de Muidenkade, verdwijnen van deze muur die de noord- en zuidmuur verbindt, plotseling drie caissons met de achterliggende grond, welke men bezig is daar aan te brengen, in de havenmond. De caissons met bovenbouw zijn in een boog van 20 m naar voren geschoven en tevens zover gezakt, dat ze onder normaal laagwater zijn gekomen. Uit boringen die na dit ongeval worden genomen blijkt, dat op –16,50 m het zandlichaam onder de westmuur over de volle breedte is verontreinigd met een laag modder van een meter dikte. Mogelijk is tijdens het vullen van de sleuf het bagger talud afgeschoven zonder dat dit is opgemerkt.

#### Herstel van de Muidenkade

Er waren twee mogelijkheden om de kademuur te herstellen. Men kon de caissons oplazen en vervangen, of ze drijvend maken en opnieuw plaatsen. In verband met de hoge grondstoffenprijzen is gekozen voor het laatste. De caissonopbouw worden gesloopt. Betonnen dozen, waarvan de randen over de caissons heenvallen, worden gebouwd en bij hoogwater boven op de caissons afgezonken. De ruimte tussen bovenzijde caisson en opbouw wordt provisorisch afgedicht met touw. De bodem wordt uit de bovenbouw gehakt en de opzetstukken worden leeggepompt. Aan de binnenzijde wordt nu beton gestort op de touwpakkingen voor een definitiever afdichting. Vond de catastrofe plaats op 3 mei; op 18 juni werd het eerste opzetstuk geplaatst, gevolgt door de beide anderen op 29 juni en 4 juli [fig. 3].

De midden- en achterwanden van de caissons laten drijven met de opzetstukken betekent een drie maal zo hoge waterdruk. Er is in de caissons een stempeling nodig in de midden- en achtercompartimenten. In de voorcompartimenten was beton gestort. Deze wordt uitgehakt, zodanig dat wanden van 40 cm dikte blijven staan als stempeling. Duikers brengen kant en klare stempelramen aan met vulklossen in de achterste ruimten; nadat het zand hieruit is verwijderd met waterstralen. Het werken met de duikers geschiedt uiterst langzaam, omdat de stempelramen over vrijwel de volle hoogte van vulstukken moeten worden voorzien. Het volgende caisson wordt na het inbrengen van de stempelramen voor de helft gevuld met zand en dit wordt weer trapsgewijs ontgraven, zodat de compartimenten leeggepompt kunnen worden zonder dat te grote drukken op de wanden ontstaan. De vulstukken kunnen nu droog worden aangebracht, terwijl over een groot deel van de stempelramen zand in de kieren gedrongen is dat de taak van de vulstukken overneemt.

Op 25 september is het eerste caisson voor opdrijven gereed. Beschadigde buitenwanden zijn hersteld. Bij ernstige schade wordt het compartiment met beton gevuld. Aan de voorzijde van het caisson wordt gebaggerd tot twee meter

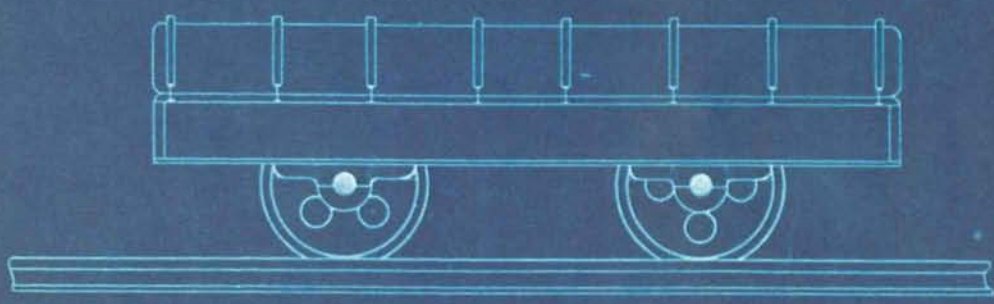
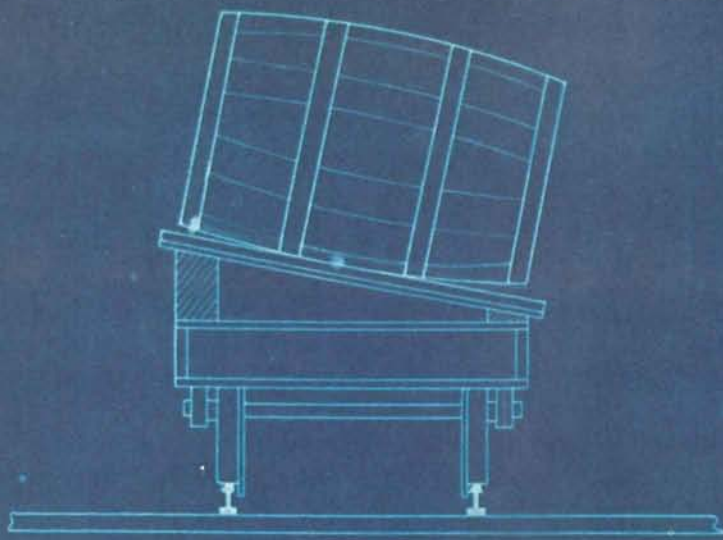


FIG:1. CEMENT LORRIE  
 SCHAAL 1A20.

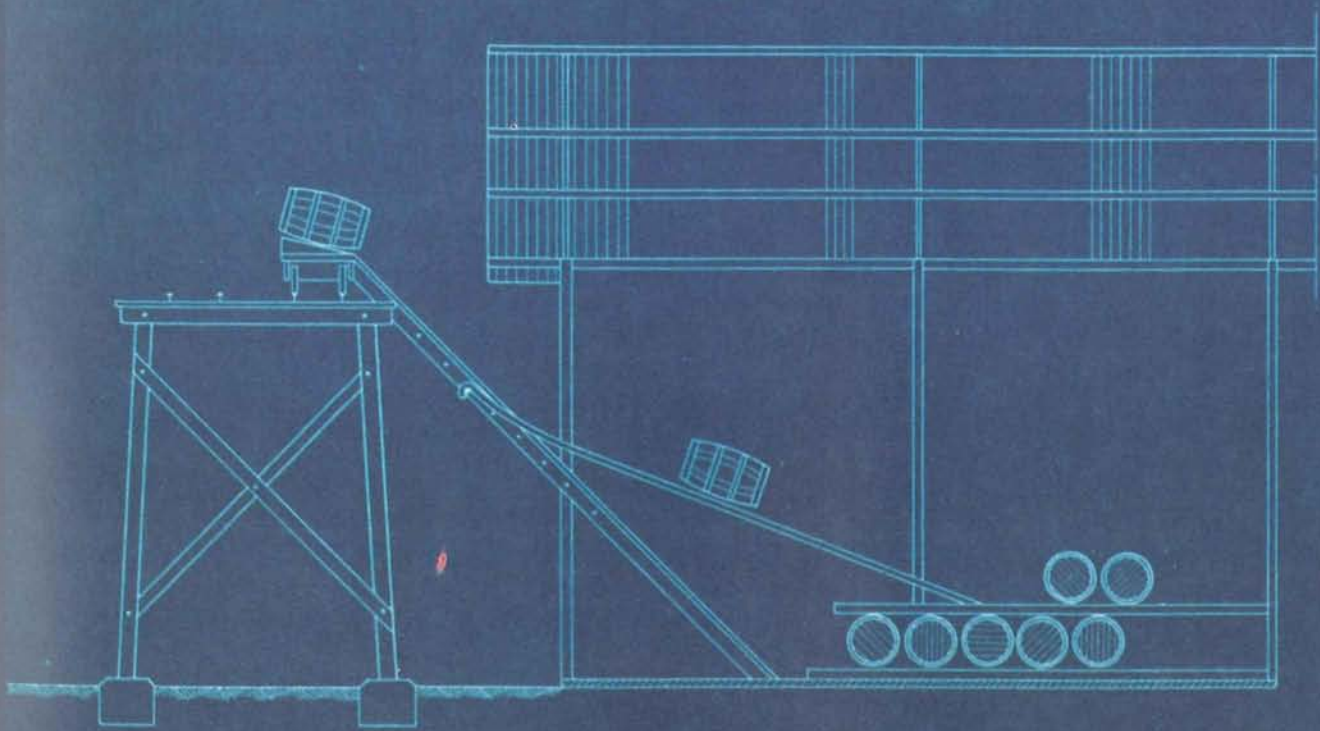
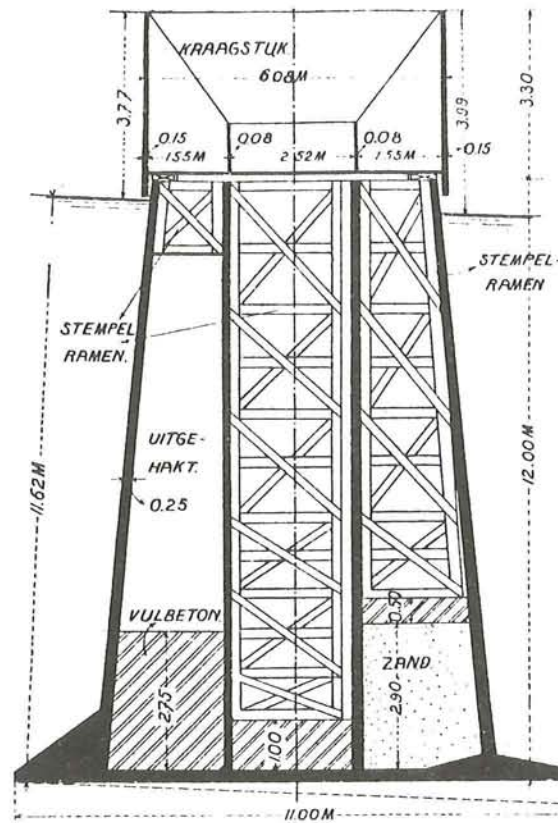


FIG:2. LOSSEN  $\frac{1}{2}$  VATEN IN DE LOODSEN  
 SCHAAL 1A100.

beneden de voet. Aan de achterzijde staat 7 m grond, waar men niet bij kan met baggerwerktuigen. Baggeren aan de voorzijde blijkt voldoende te zijn. 30 september, 4 en 6 oktober komen de caissons zonder belangrijke kantelingen of verschuivingen omhoog. De zandfundering voor de kade kan opnieuw in orde worden gebracht. Eind februari 1917 staan de caissons weer gesteld. Met berekeningen wordt aangetoond dat de caissons op zich stabiel waren en in het vervolg worden vóór het plaatsen van een caisson grondboringen verricht om na te gaan of de ondergrond deugdelijk is.

Figuur 3



### De Genuakade

De Genuakade is in twee gedeelten gebouwd. Het eerste deel heeft een lengte van 430 m. Wanneer de caissons geplaatst zijn en de achteraanvulling reeds enige maanden geleden is aangebracht tot een niveau van 1,35 m<sup>2</sup>, vindt tijdens het opspuiten van het terrein tot het toekomstige maaiveld een grote caissonverschuiving plaats [fig. 4]. Boringen toonden aan dat er hoegenaamd geen verontreiniging was. De pier waar het vorige ongeval plaatsvond is inmiddels volledig belast geweest met volle pakhuizen, zonder problemen. Berekeningen laten zien dat de veiligheid van de Genuakade toch minstens 20% groter is als die der voorgaande kaden. De caissons van de Genuakade zijn een meter hoger. Ze zijn weliswaar niet verbreed, omdat de breedte van de droogdokken dit niet toeliet, maar de horizontale gronddruk is echter sterk gereduceerd door toepassing van een steenstorting van koraalsteen achter de muur.

Ook deze caissons worden weer drijvend gemaakt en opnieuw geplaatst. De volgende maatregelen worden genomen: Achter de caissons wordt een betere drainering aan gebracht. Deze wordt niet opgenomen in de berekening. Vóór de caissons komt een laag stortsteen, met daarop een tijdelijk zandpakket, zodanig dat de berekende veiligheid tegen verschuiven met 50% wordt verhoogd. De grondaanvulling blijft men aanbrengen door middel van zandsputten; dit immers is te beschouwen als een goede proefbelasting.

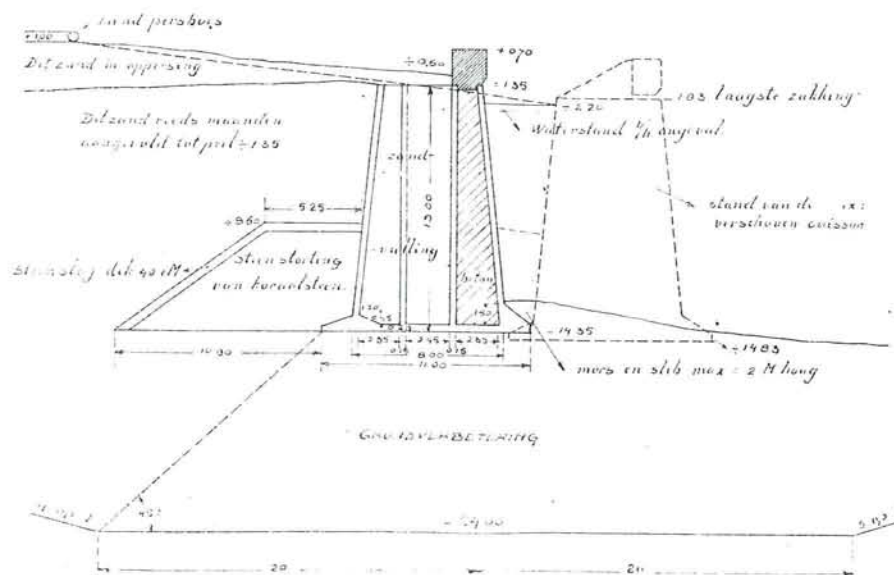
De caissons voor de verlengde Genuakade worden in verband met de bestaande droogdokken ook niet breder gemaakt dan 11 m. De voor- en achtervoet wordt gereduceerd en de wanden worden vertikaal gemaakt, zodat bij dezelfde voetbreedte een zwaarder caisson ontstaat [fig. 5].

De caissons worden dieper geplaatst, zodat een steenbestorting voor het caisson de waterdiepte niet veel vermindert, zoals het geval is bij het eerste deel der Genuakade.

Voor de bouw van de caissons voor de Hollandpier, welke 12 m waterdiepte krijgt, worden bredere droogdokken gebouwd. Men was er toe overgegaan de regels voor kademuurberekeningen in gezamenlijk overleg tussen de dienst van het havenwezen en de aannemers drastisch te herzien. Een serie proeven van de HAM had meer inzicht gegeven in de draagkracht en de wrijvingshoek van zand onder invloed van stromend grondwater.

De caissons krijgen een voetbreedte van 14 m bij een hoogte van 4,70 m en een lengte van 41,20 m. Bevatten de eerste caissons ongeveer 680m<sup>3</sup> beton, die van de verlengde Genuakade zijn 1175 m<sup>3</sup> en de caissons voor de Hollandpier 1440 m<sup>3</sup>.

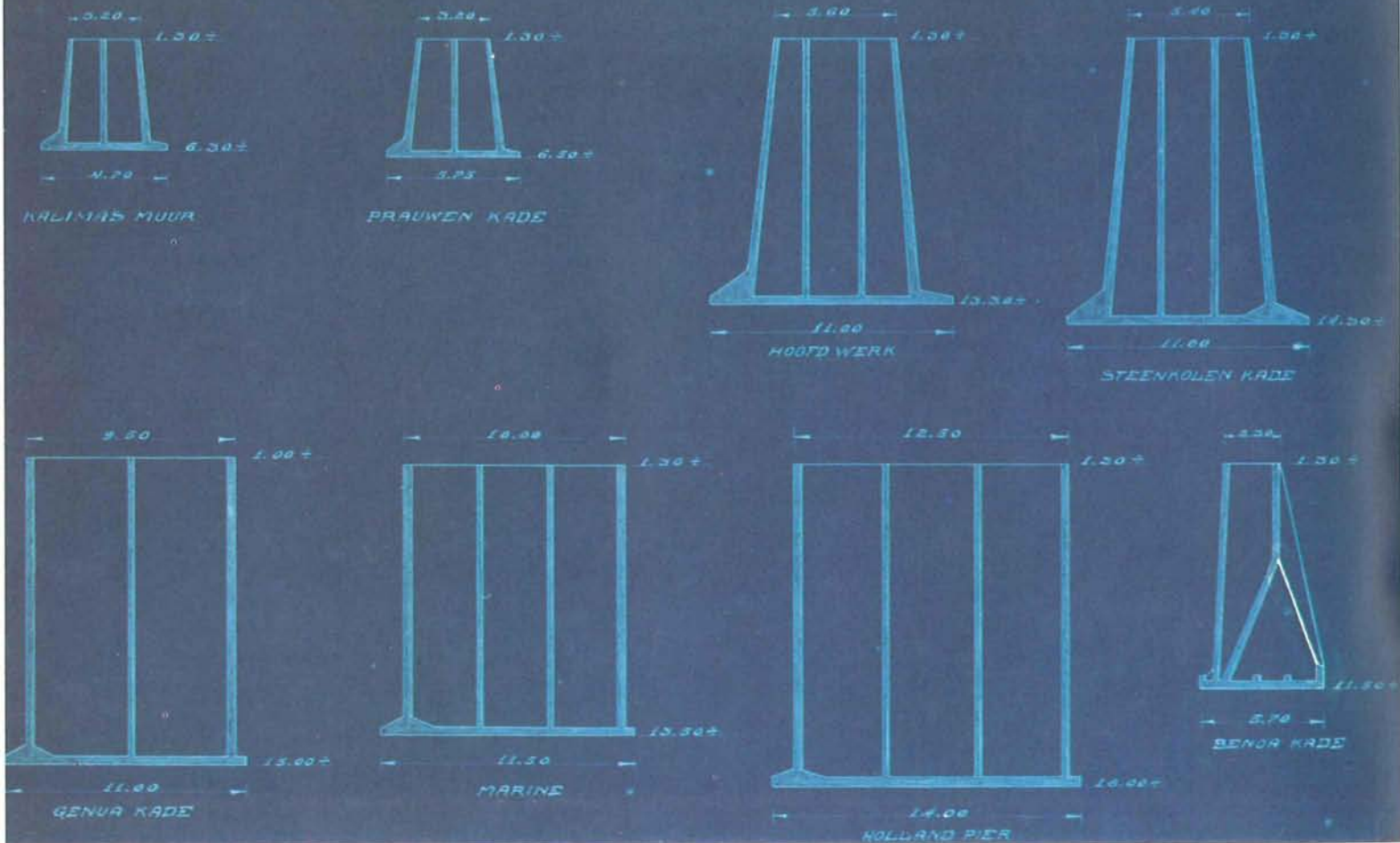
Figuur 4



Het nieuwe dubbeldok wordt geplaatst naast het bestaande, zodanig dat een houten steiger er tussendoor gevoerd kan worden. Het oude dok wordt gebruikt voor kademuuren voor de marinehaven, oostelijk van de Kali Mas. De kruiskade, 6 caissons, ongeveer 250 m en voor een kade aan het schiereiland in het marinebassin, ongeveer 300 m.

Deze caissons worden aangepast aan de beschikbare dokruimte. Ze zijn als die van de Hollandkade, maar met een kleinere doorsnede. De diepgang bij het uitdrijven is zo groot, dat dit dient te gebeuren bij een waterstand hoger dan 0,40m hoogwater. Dan is er aan de onderzijde 10 cm speling met de drempel van het dok. De getijtafels zijn niet altijd even juist, soms kost het grote moeite de caissons naar buiten te slepen. Een caisson blijft halverwege hangen en breekt doormidden bij vallend water. Een ander caisson raakt op 15 maart vast, terwijl het een meter buiten het dok steekt en het duurt tot 3 april voor het met hoogwater weer gelost kan worden. Dit betekent oponthoud voor het hele bouwproces; alles is immers op elkaar afgestemd. Met grote inzet weet men de achterstand weer weg te werken.

Bij het plaatsen van de caissons doen zich geen incidenten meer voor. De caissonbouw heeft haar leerschool doorgemaakt!



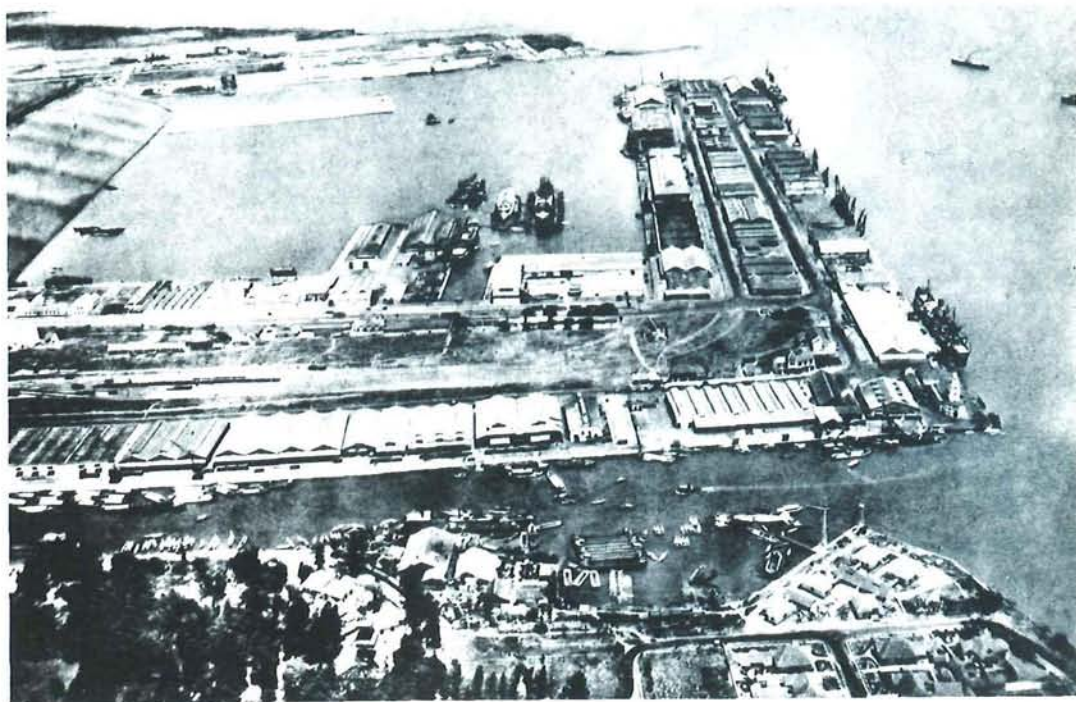
Figuur 5: typen van caissons, toegepast in Soerabaja



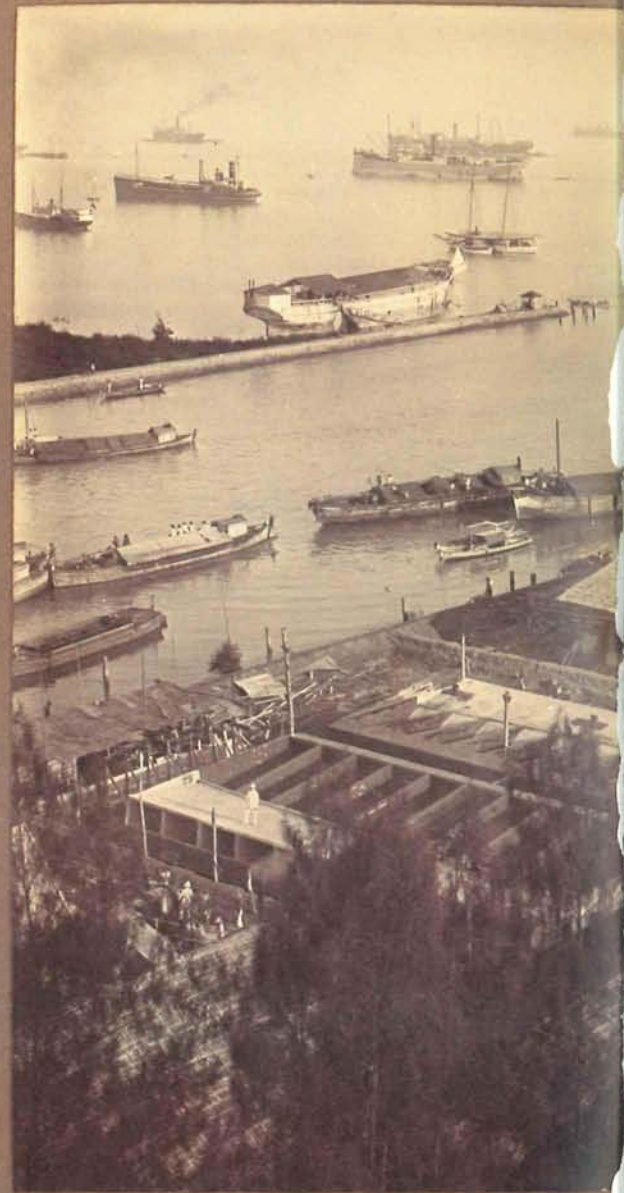
## Soerabaja



Kademuur in wording



Overzicht van de haven van Soerabaja. Op de voorgrond de Kali Mas.



N.V. PHOTOGRAPHISCH ATTELIER  
KURDJIAN

*Two caissons*

De bouwplaats in Soerabaja.  
Ook hier kantelcaissons van  
het type, dat eerder in Chili  
werd toegepast. Twee zijn er  
nagenoeg gereed, twee nog in  
aanbouw



SOERABAIA  
\* \* \* JAVA \*

*all in trees in harbours.*

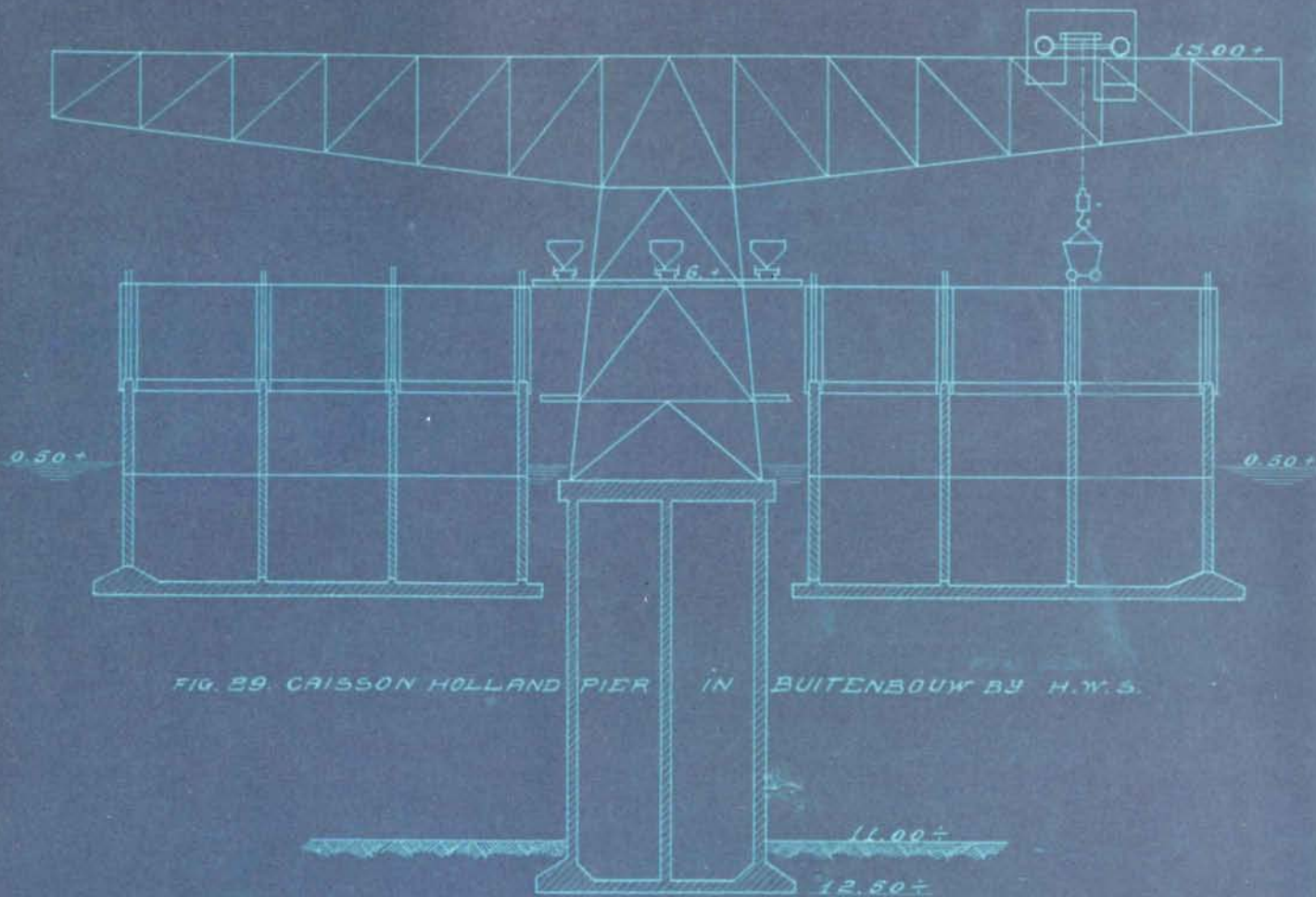


FIG. 59. CAISSON HOLLAND PIER IN BUITENBOUW BY H.W.S.

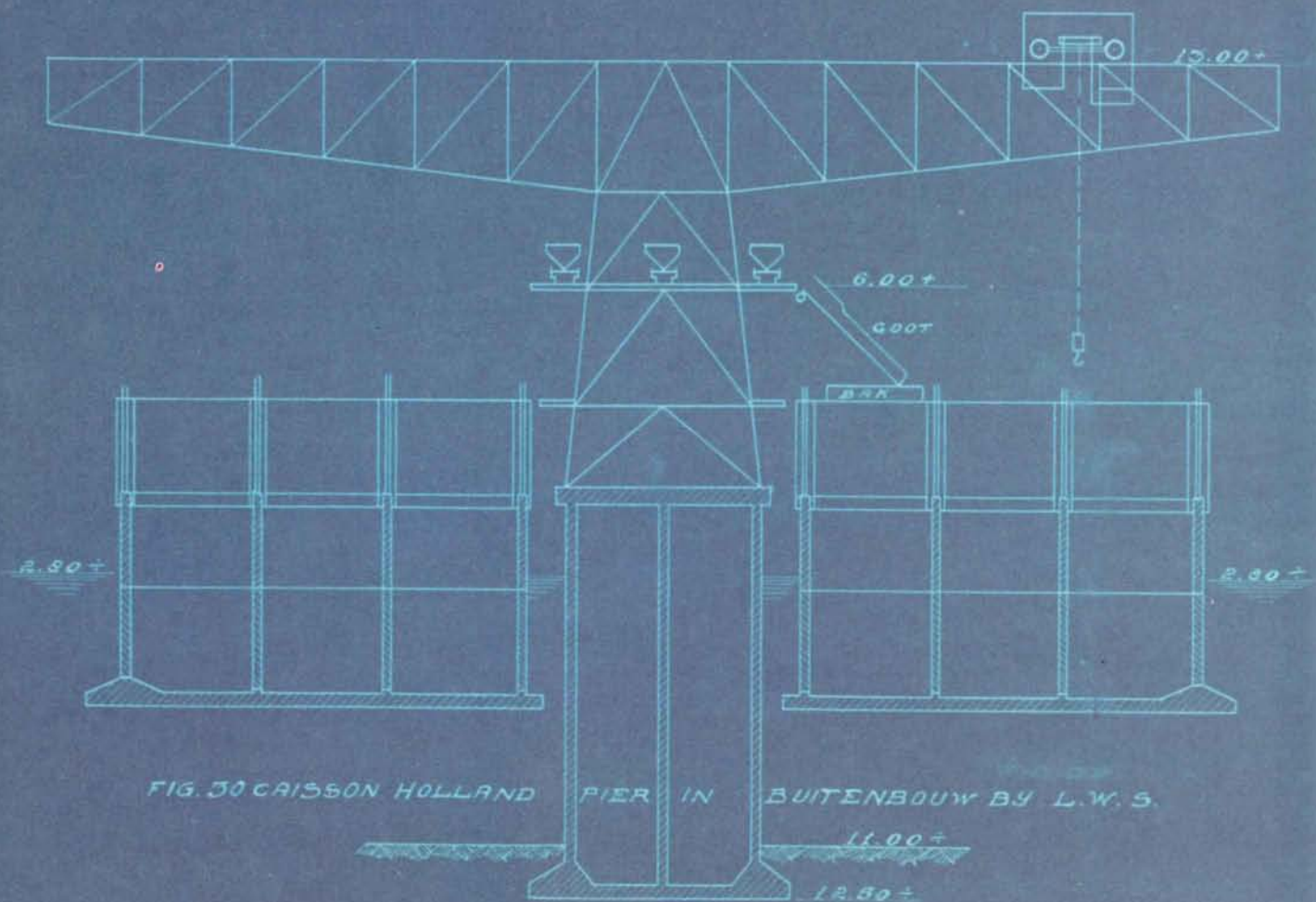
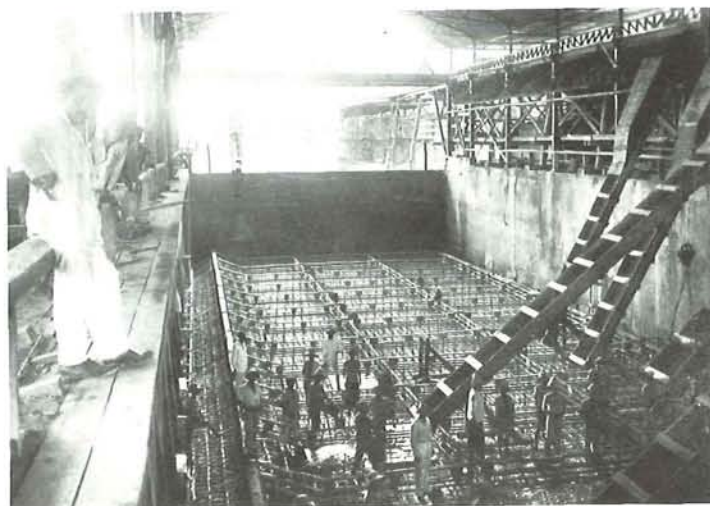
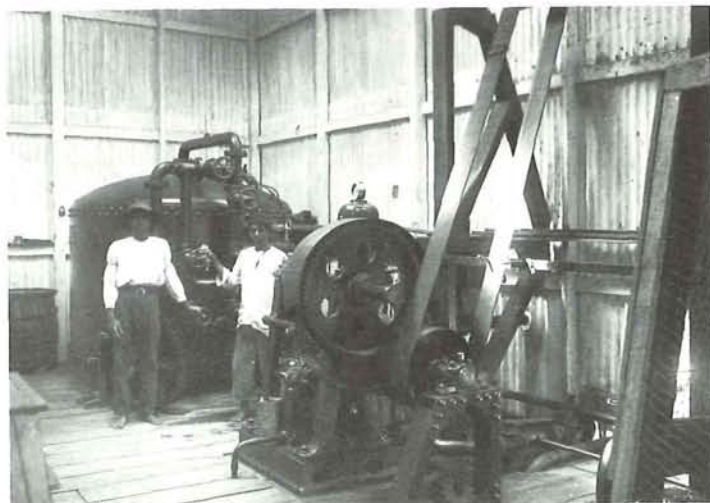
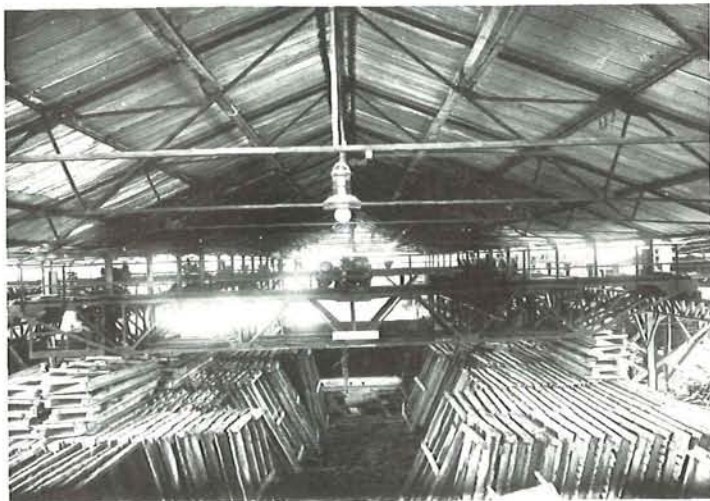


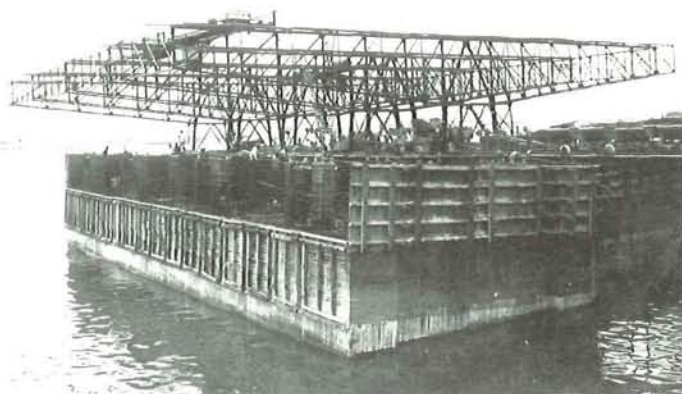
FIG. 50 CAISSON HOLLAND PIER IN BUITENBOUW BY L.W.S.



Linkerpagina: Blauwdruk van de bouwinstallatie ten behoeve van de Holland-pier [doorsnede]

Pag. 35:

Links: Steenbreker, steenslag en lege cementvaten  
 Rechtsboven: Kraan in dubbel-dok en bekistingopslag  
 2e van boven: Filterinstallatie voor waterzuivering ten behoeve van de betonbereiding  
 3e van boven: Betonstorten van bodemplaat Holland-pier-caissons  
 Rechtsonder: Stellen van de bekisting tijdens de buitenafbouw



# Tandjong Priok

## Situatie rond 1910

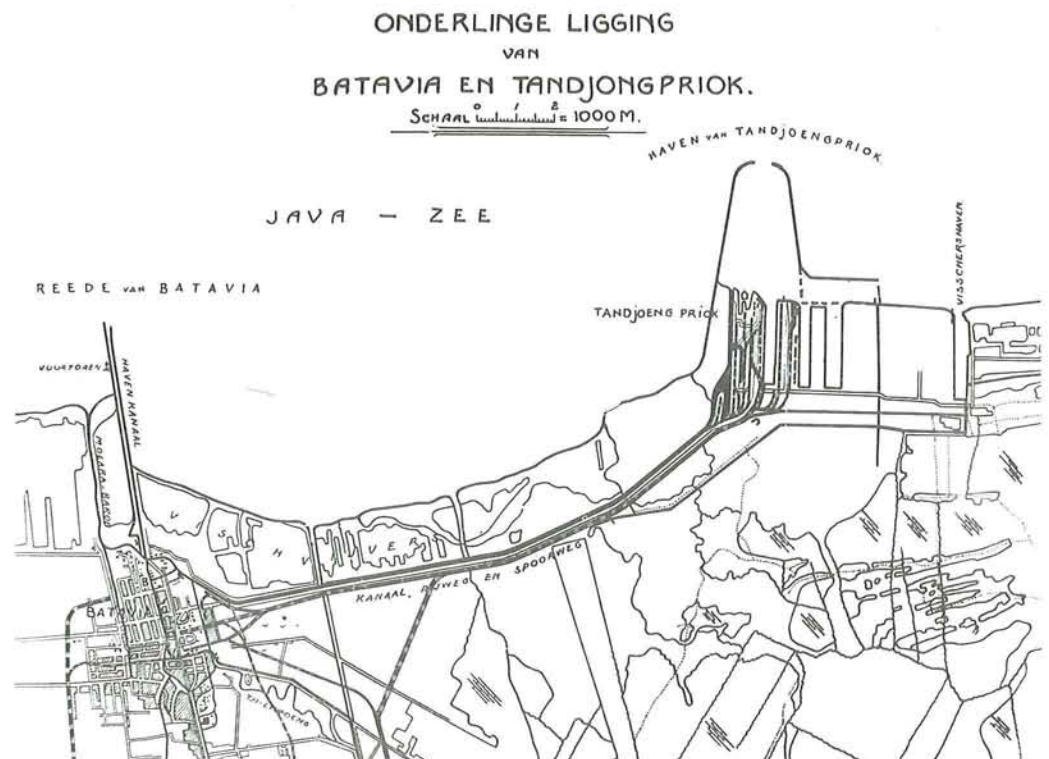
Batavia, gesticht door de Oost-Indische Compagnie is gelegen aan de rivier de Tjiliwong. Grote hoeveelheden slib die de rivier vervoert, maken het in stand houden van een behoorlijke haven onmogelijk.

Aan een meer zandig deel oostelijk in de baai van Batavia is een nieuwe haven gebouwd in de jaren 1877-1883. Ze omvat een buitenhaven, omsloten door twee pieren uit eenvoudige steenstortingen opgebouwd, en een binnenhaven. De buitenhaven heeft een 1172 m brede basis en is 1740 m lang. De havenmond is 125 m breed. Oostelijk van de as van de buitenhaven, en uitmondend aan haar basis, is het binnenbassin gebouwd, lang 1100 m breed 185 m aanvankelijk 7,50 m diep in 1910 uitgebaggerd tot 8,50 m. Westelijk van dit bassin is een spoorwegemplacement met station aangelegd, op een plaats waar eigenlijk een tweede binnenhaven bedoeld was. Men is bezig de vaargeul in de buitenhaven te verbreden van 250 m naar 350 m en te verdiepen van 8 m naar 9,50 m beneden laagwater. De specie welke hierbij vrijkomt wordt gebruikt om de terreinen rond de haven te verhogen tot boven vloedpijl. Dr. J. Kraus zegt hierover: 'Men mag verwachten dat dit de algemeenen gezondheidstoestand te Priok zeer zal ten goede komen, die thans veel te wensen over laat, zoo zelfs dat bezwaarlijk bij nacht kan worden gewerkt en het wonen van beambten en werklieden in de omtrek der haven vaak ten koste gaat van hunne gezondheid. Van het vaste personeel van de Waterstaat te Priok, groot 139 man, stierven er in 1908 niet minder dan 14, terwijl volgens verklaring van den geneesheer 80 % der bevolking te Priok aan malaria lijdende is'.

Eind 1910 richt de HBM hier een bijkantoor op. Ingenieur J. W. Maas neemt er op 1 januari 1911 de leiding op zich. Er is veel te bouwen in Tandjong Priok, waar een grote behoefte aan nieuwe kademuuren is. Het westerboord van de 1e binnenhaven is voorzien van 1100 m kademuur. Het oosterboord is grotendeels volgebouwd met schroefpaalsteigers.

Een tweede, mogelijk zelfs een derde binnenhaven is gedacht ten oosten van de eerste. Hiertoe moet de buitenhaven worden aangepast. De oostelijke havendam zal nabij haar basis evenwijdig aan de kust worden verlegd. [Fig. 1]

Figuur 1

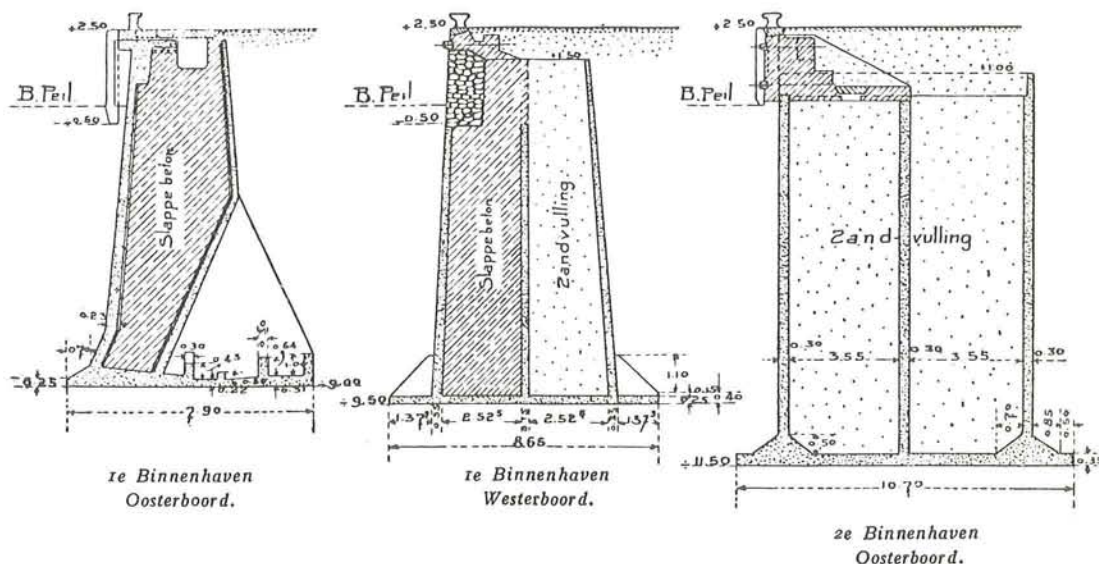


Tandjong Priok

De werken aan de 1e en 2e binnenhaven

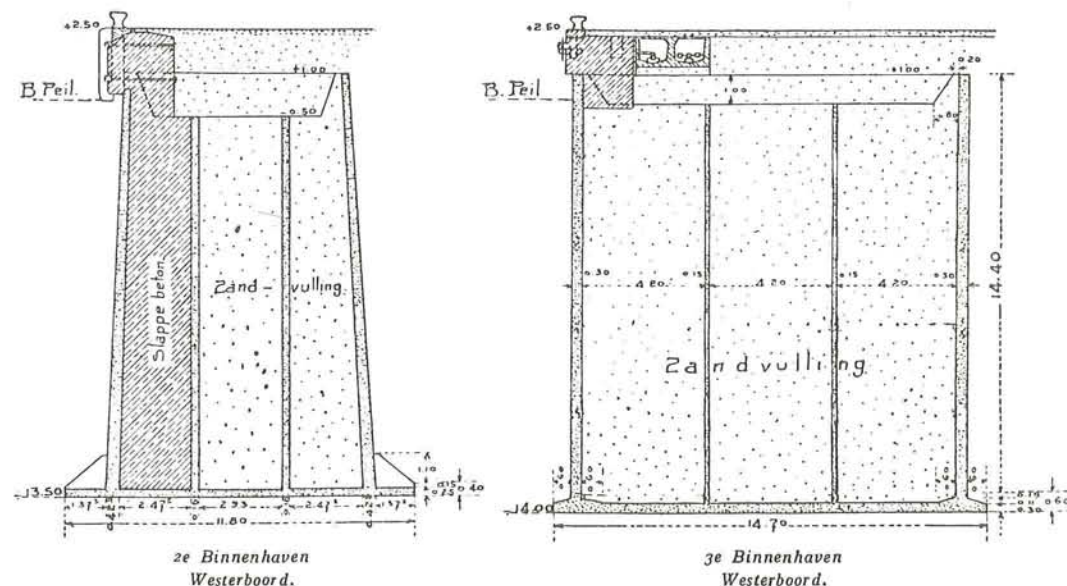
De eerste caissons die de HBM in Tandjong-Priok maakt zijn bestemd voor het zuidelijke gedeelte van het oosterboord der 1e binnenhaven. De caissons, 4 stuks met een gezamenlijke lengte van 124 m, zijn kantelcaissons van het type dat in Chili is toegepast [Fig. 2]. Ze worden liggend met twee tegelijk vervaardigd in een zeer simpele bouwput. De contraforten en het bijbehorend deel van de voetplaat worden drijvend gestort, nadat de bouwput is doorgebaggerd en de caissons naar buiten zijn gesleept. Deze bouwmethode vereist geen speciale voorzieningen zodat direct met het werk kan worden aangevangen. In 1914 zal de eerste kademuur gereed zijn.

Figuur 2



Voor de 2e binnenhaven, waarvan het baggerwerk reeds wordt uitgevoerd, is een grootsere aanpak nodig. Hier gaat het om 1000 m kademuur voor het westeroord met caissons van het Rotterdamse type. Een overdekte bouwput wordt gemaakt. Via een hefdeur geeft ze toegang tot de haven. Twee caissons komen tegelijk in productie. De afbouw geschiedt in de toekomstige binnenhaven, naast de bouwput.

Figuur 2



## Tandjong Priok

In 1915 wordt besloten tot de bouw van nogmaals 1000 m kademuur voor het oosterboord van de haven. Tevens wordt de haven verbreed van 120 naar 150 m. Nu doet het caisson van het zogenaamde Priok-type haar intrede [fig. 2]. Dit caisson is in samenwerking met de HBM ontwikkeld door de directeur van de haven, Ir. A. J. Dijkstra.

Rechte wanden, die tot boven toe van constante dikte zijn, maken een eenvoudige bekisting mogelijk. De caissons zijn meer solide, waardoor een vulling met zand in plaats van beton toepasbaar is.

Tijdens de grondaanvulling van de caissons van het westerboord doen zich problemen voor. Bij een aantal caissons treden verplaatsingen op tot 75 cm. IJlins wordt er voor de caissonvoet een tijdelijke gronddam opgeworpen, waarna de achteraanvulling kan worden hervat.

Het aanvulzand wordt gewonnen op de plaats waar een mogelijke 3e binnenhaven is geprojecteerd. Deze wordt hiertoe reeds op een diepte gebracht van 3,5 m. De specie welke niet voor de aanvulling geschikt is wordt gebruikt om de omliggende terreinen op te hogen.

In 1917 is de 2e binnenhaven geheel gereed.

Wie in 1913 de oude weg van Batavia naar Tandjong Priok volgt, wordt ook daar geconfronteerd met een grote bedrijvigheid van de 'Hollandsche Maatschappij tot het maken van werken in Gewapend Beton'. Ze heeft aan de oever van het kanaal Batavia-Tandjong Priok tegenover haar opslagplaats 'Antjol' een bouwplaats bestaande uit enige dwarshellingen voor het maken van caissons, en vaartuigen – zoals prauwen – van gewapend beton.

De Ingenieur nr. 24 uit 1913 schrijft ons: 'Thans zijn aldaar in aanbouw een motorboot, lang 17 m, alsmede pontons voor stoomkraan en voor heimachines, die ook geschikt zijn voor het uittrekken van palen. Het voorschip kan daartoe tot rijzen worden gebracht, door het achterschip door middel van waterinlaat te doen dalen'.

De caissons die de HBM daar bouwt zijn van geringe afmeting en bestemd voor de prauwenhaven.

De heipontons zijn wellicht bestemd voor het slopen van de schroefpaalsteigers in de 1e binnenhaven. Er zijn immers plannen deze te vervangen door caisson kademuur, aansluitend aan de 124 m muur welke daar is gebouwd.

Op haar scheepshelling bouwt de HBM verder betonnen prauwen van 180 ton, bestemd voor de in uitvoering zijnde havenwerken.

### De werken aan de 2e binnenhaven

In 1919 wordt de behoefte aan meer kademuur zo dringend, dat besloten wordt tot de uitvoering van de werken aan de 3e binnenhaven. De havendirectie treedt in overleg met de HBM. In april 1920 vindt de ondertekening van het contract plaats. Mei 1920 vangt men aan met de bouw van het betonnen caissonbouwdok voor de vervaardiging van in eerste instantie 12 caissons voor het westerboord van de nieuwe haven.

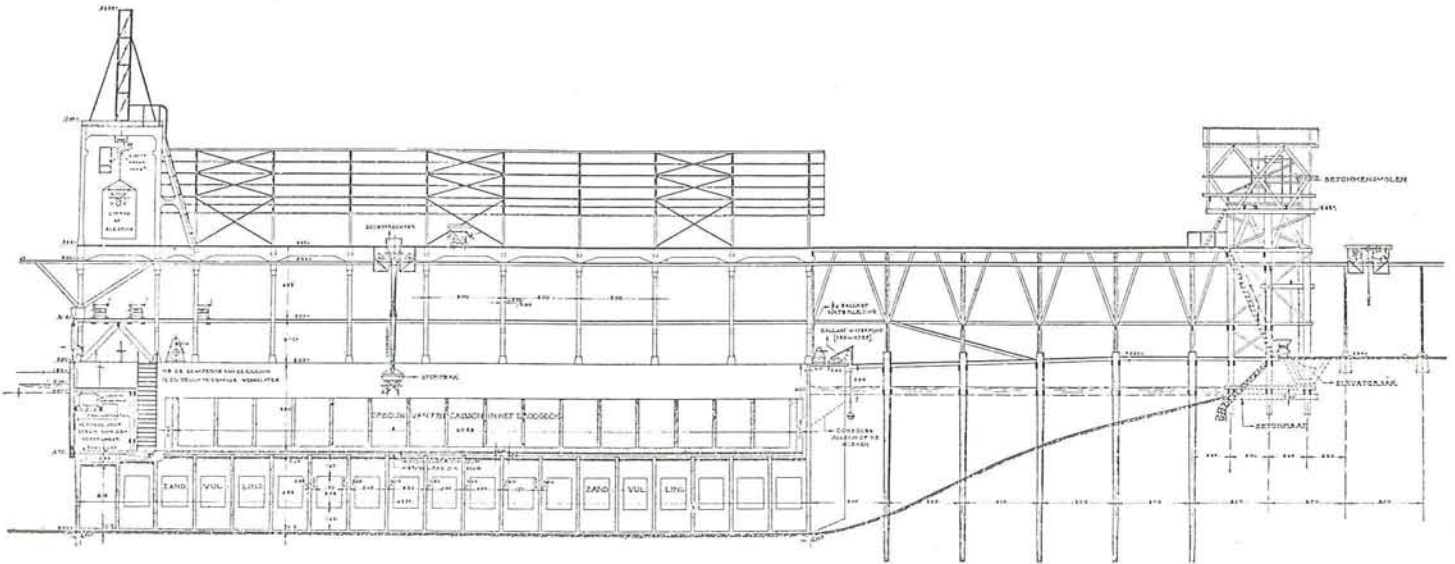
Het dok, dat plaats moet bieden aan een caisson van 14,70 m breed en 40,50 m lang, krijgt een 5 m hoge holle vloer met verstijvingsschotten, welke met zand worden opgevuld en op de havenbodem rust. De wanden zijn verstijfd met ribben, welke ook de werkbordessen dragen. De bodem van het dok ligt 3,80 m beneden laagwater. [Fig. 3 en 4].

Het zware schot dat het dok afsluit, is zodanig geballast dat het in verticale stand blijft drijven. Een – eveneens drijvende – stalen kokerligger wordt geplaatst op consoles aan het dok en vormt zo de bovenaanslag voor het schot. Is het schot op zijn plaats gedreven dan wordt met behulp van een centrifugaalpomp het dok leeggepompt. Vullen van het dok geschiedt door het openen van inlaatschuiven. De inrichting van het werkterrein is als volgt: [fig. 5].

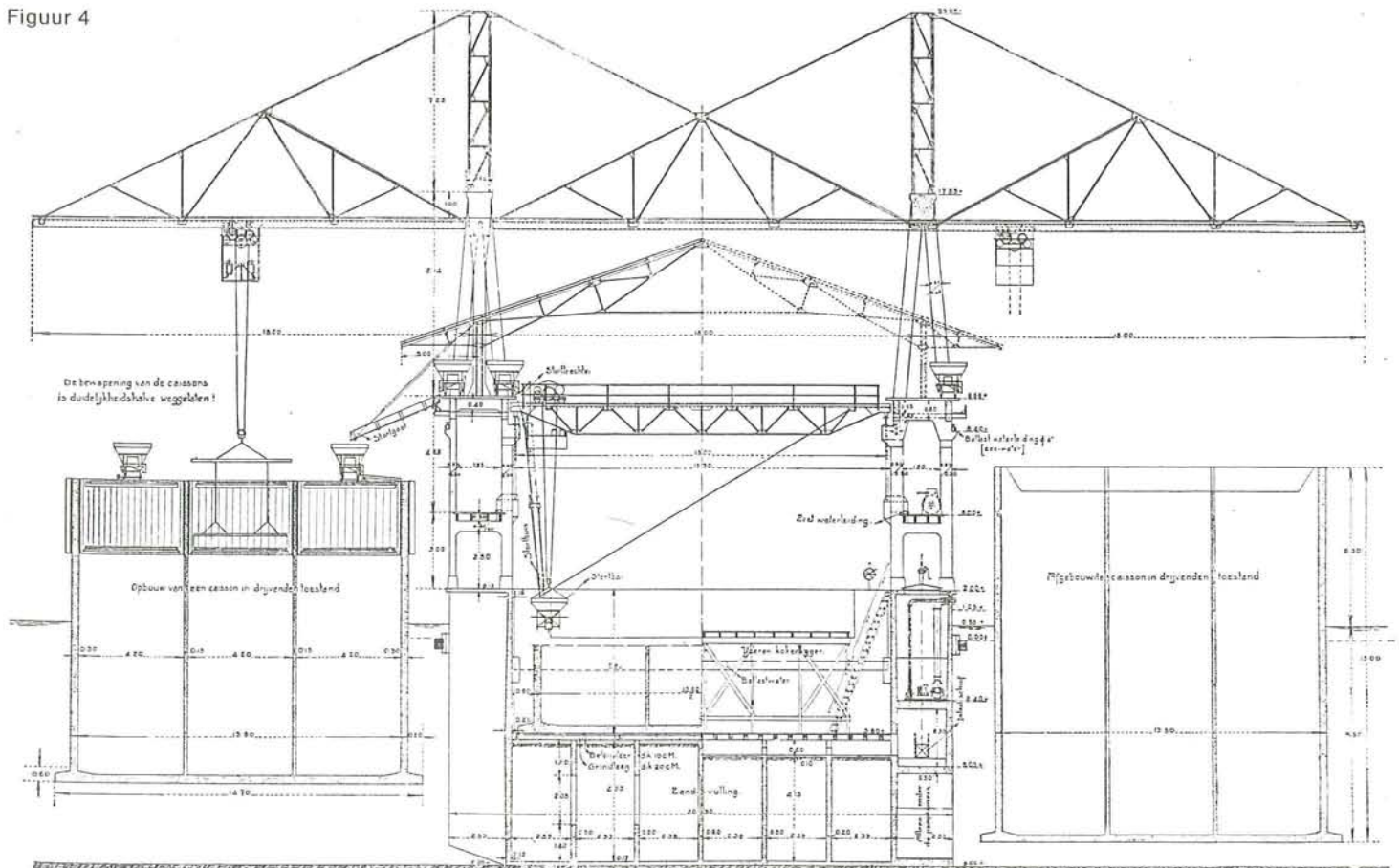
Zand en grind worden aangevoerd per spoor en overgeladen op lorries. Deze worden langs een helling opgetrokken tot 5 m hoogte. Zij storten hier hun inhoud



Tandjong Priok



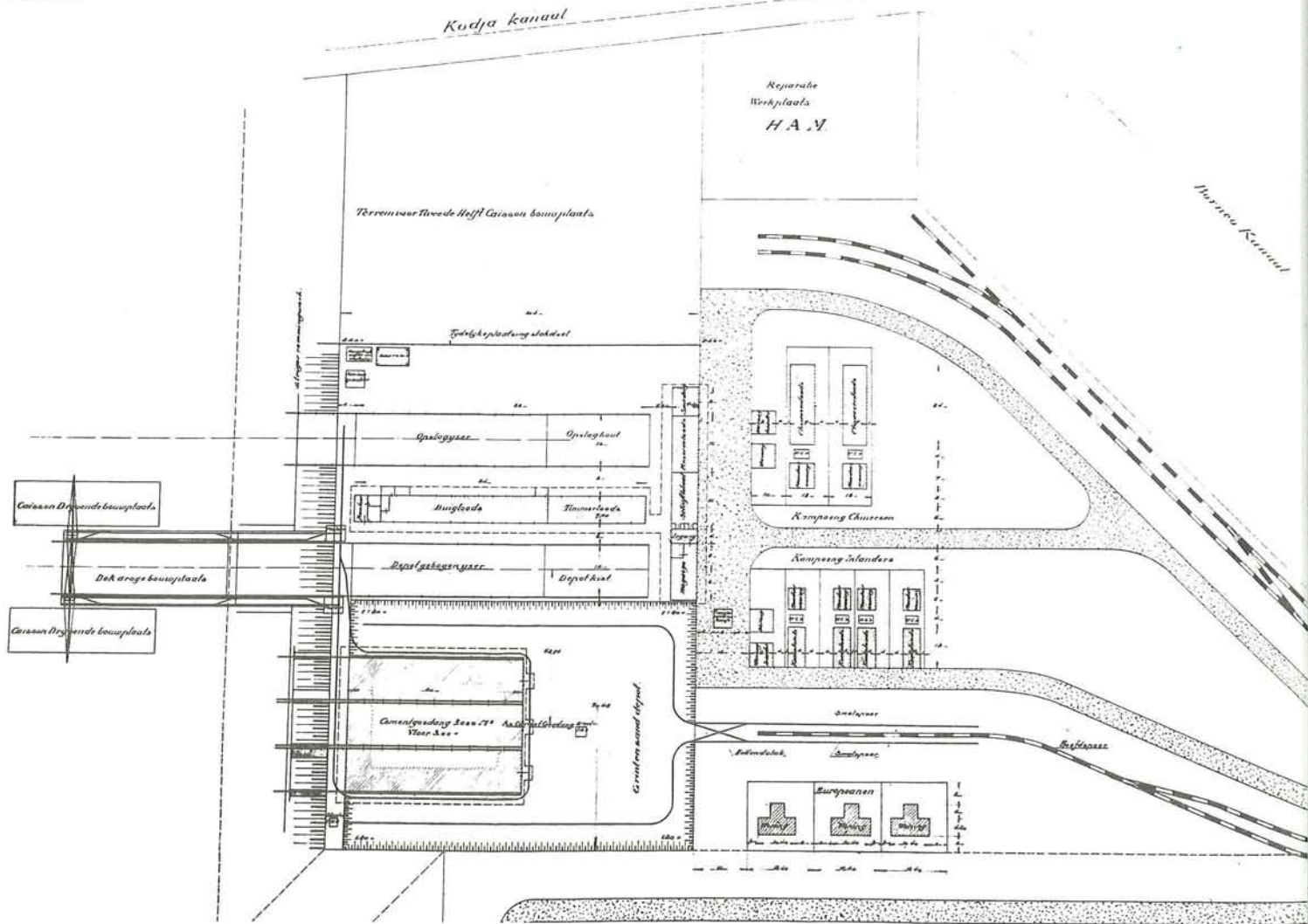
Figuur 3 op een opslagterrein. Cement wordt per schip aangevoerd en via een steiger rechtstreeks gelost in de cementloods. Deze is gelegen voor de zand en grind opslag. Lorries brengen van hier cement, zand en grind in de juiste verhouding [2:3:5] naar de beide betonmolens, die echter het bouwdok zijn opgesteld.



Figuur 4

Eilavenwerken te Tandjong Priok.  
 Algemeen Overzicht  
 Caissonbouw installatie.  
 Schaaf 1:500.

Figuur 5



## Tandjong Priok

IJzer en hout worden aan een aparte steiger gelost.

Via een opslagruimte komen deze materialen in de ijzer- c.q. de houtbewerkingsruimte en vandaar in het depot voor gebogen ijzer en dat voor de bekistingsschotten. Beide depots zijn gelegen achter het bouwdok, zodanig dat de materialen met behulp van twee elektrische loopkranen in het werk kunnen worden gebracht.

De kranen bestaan uit een brug van 15 m overspanning, met een loopkat eronder. De betonspecie wordt vanuit de molens aangevoerd met lorries over de gaanderijen. Via pijpen wordt de beton in de kist gebracht.

Zo worden de vloer en twee wandlagen van 2,88 m gestort.

Na het stellen van de kist en wapening voor de 3e wandlaag wordt het caisson uitgevaren.

Aan de kop van het bouwdok, ter weerszijde van het afsluitschot is een kraan uitgebouwd waaronder de caissons drijvend worden afgebouwd.

De lorries op de gaanderij storten de betonspecie hier via houten goten in kipkarretjes welke over de caissons rijden. De caissons worden regelmatig met water geballast tot een maximale diepgang van 8,5 m. Bij het storten van het laatste gedeelte steken de caissons te hoog boven water om gebruik te kunnen maken van de stortgoten. De beton wordt dan in bakken met de kraan in het werk gebracht.

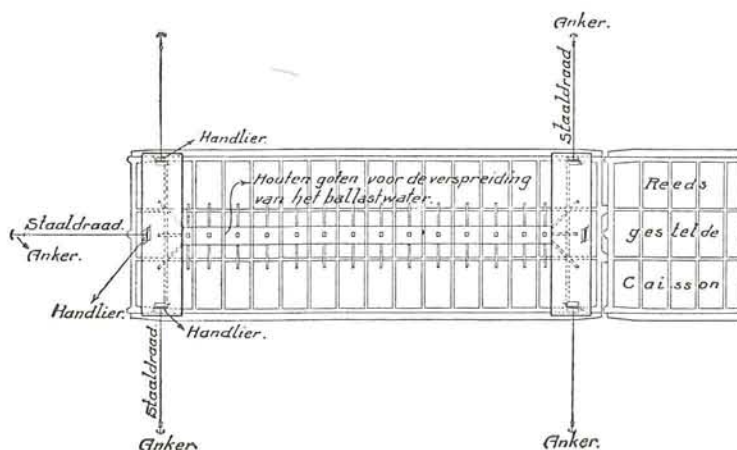
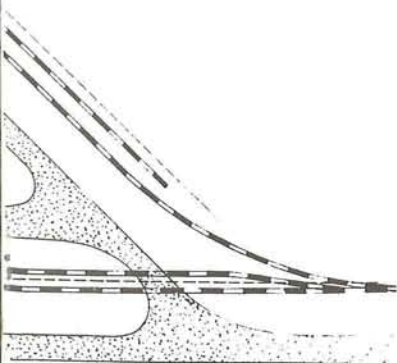
In Tandjong Priok voorzien twee [Hercules] betonmolens voor het eerst het gehele werk van beton. Tot dusverre [Rotterdam, Soerabaja] was het gebruikelijk om de afbouw van de caissons te doen plaatsvinden aan een aparte steiger met eigen betonmolens. Hier heeft Ir. J. W. Maas de grondslag gelegd voor de grootste caissonbouwinstallatie die hij later voor de Merwehaven in Rotterdam zal ontwikkelen.

Na het bijwerken en sausen van de wanden worden de caissons naar een tijdelijke ligplaats in de haven gesleept.

De vaste grondslag onder de havenbodem bevindt zich op 15,50 m – B.P. Tot dit niveau wordt een brede sleuf gebaggerd. In de sleuf komt 1,5 m zand dat nauwkeurig wordt vlakgebaggerd. Met zes lieren worden de caissons in de juiste positie gebracht, en door middel van waterballasting worden ze afgezonken. [fig. 6]

Ten opzichte van de caissons welke in Soerabaja worden gebouwd is de voegconstructie verbeterd. De caissons kunnen zonder beschadiging geruime verplaatsingen ondergaan. [fig. 6]. Teneinde de verplaatsingen zoveel mogelijk te beperken wordt er voor de grondaanvulling plaatsvindt, eerst een gronddam tegen de teen van het caisson opgeworpen. De achteraanvulling geschiedt tot 2,50 m – B.P. met balken, boven dit niveau wordt de grond opgespoten.

Als de kademuur is voltooid, wordt het grondlichaam ervoor weggebaggerd, en kan de haven voor schepen tot 12 m diepgang in gebruik worden genomen.

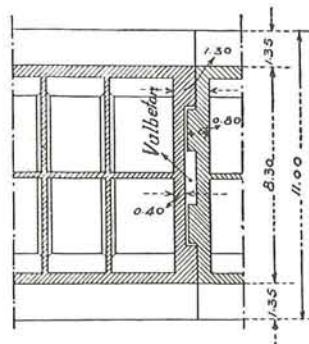
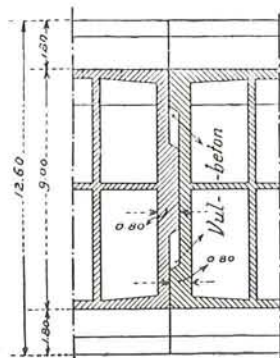
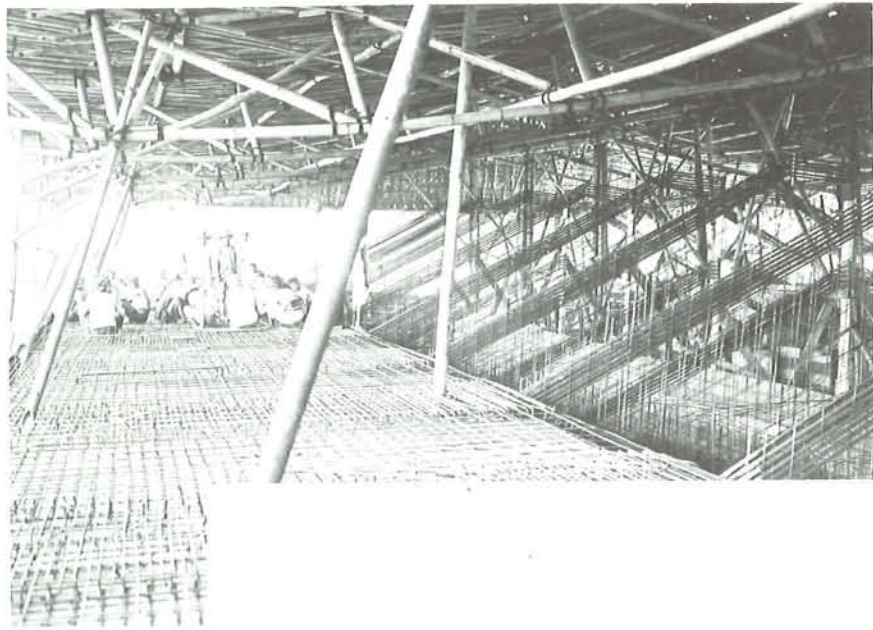


Figuur 6

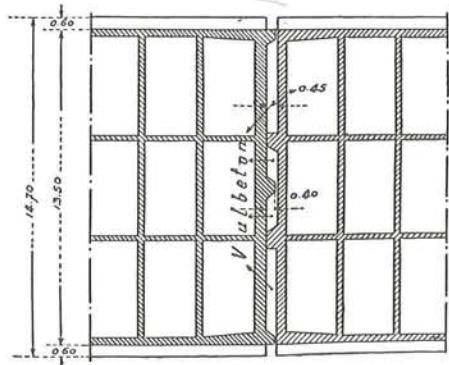
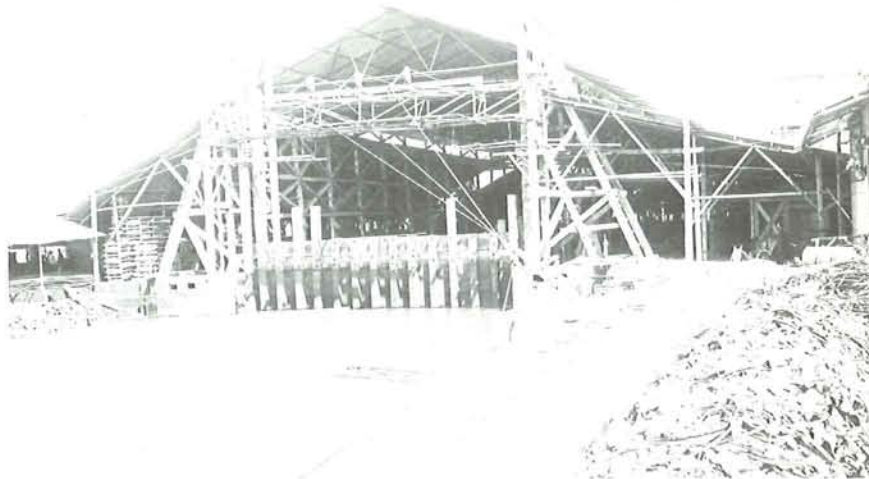
## Tandjong Priok

Linkerpagina: Beelden van kademuurbouw in Tandjong Priok, die aanvankelijk geschiedde met het kantelcaisson-type

Rechterpagina: Later nam men de toentertijd moderne installatie in gebruik voor de bouw van rechthoekige caissons, het zogeheten Priok-type. Dit type [methode Maas] werd daarna vervolmaakt en verder toegepast bij kademuren in Rotterdam



# Tandjong Priok



# Rotterdam

## De gouden jaren van de caissonbouw

\*Aangezien het steeds gebruikelijk was een rijkendam direct na het baggeren van de oever aan te brengen en vóór de kadebouw enige jaren te laten stabiliseren en het baggerwerk reeds in 1923 gestart is, mag dit verondersteld worden.

De directie van de afdeling Havenwerken van de dienst der Gemeentewerken te Rotterdam zal het vreemd te moede geweest zijn bij de aanbesteding van ruim 1800 m traditionele kademuur voor 12 m waterdiepte en 700 m caisson kademuur voor 10 m waterdiepte in de Merwehaven, toen de aanbesteding van de laagste inschrijver, de Hollandsche Beton Maatschappij, op tafel lag.

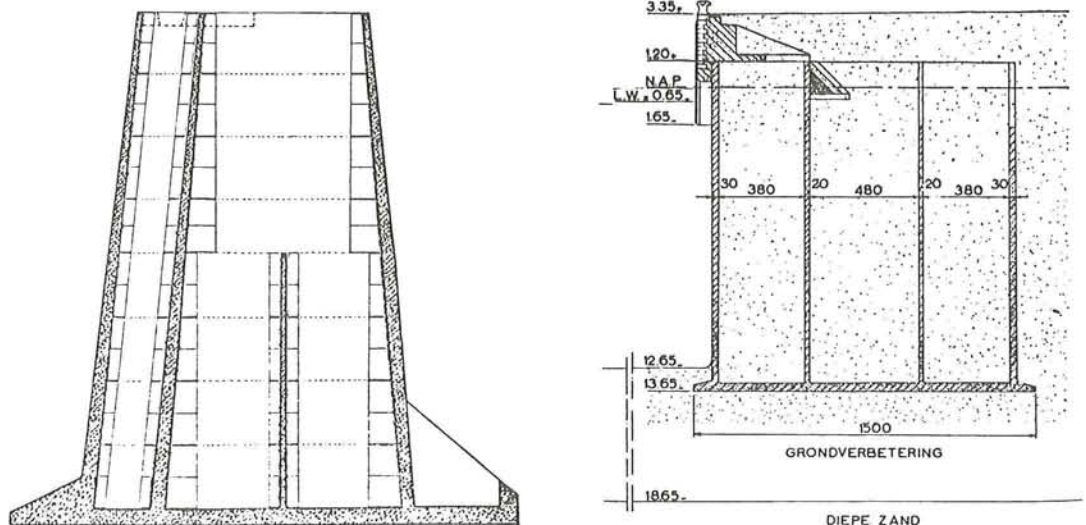
Niet alleen negeerde de HBM 1800 m 'hooggestapelde rijkendam' die klaar lag\* om van onderheide kademuur te worden voorzien, door in plaats hiervan caissons aan te bieden, ze durfde het ook aan om de caissons te plaatsen zonder eerst met een tijdelijke grondophoging de ondergrond te stabiliseren en zo het gevaar voor afschuiving te verminderen; en tenslotte ... wenste ze zelfs geen gebruik te maken van de gereedliggende goed geoutilleerde caissonbouwplaats van de gemeente aan de Heyse haven.

De HBM kwam dan ook niet onbeslagen ten ijs toen ze in 1928 inschreef op het werk van 2577 strekkende meter kademuur met een eigen ontwerp van uitsluitend caissonbouw.

In 1906 reeds had zij naam gemaakt met de bouw van caissonkademuren in Chili en het type caissons dat zij nu aanbood in Rotterdam vervolmaakt in een jarenlange periode van bouwen in Nederlands-Indië.

Ook in de Rotterdamse havens was de HBM geen onbekende. Op haar naam stonden de caissonkademuren van IJsselhaven en Lekhaven 1913-1916, Waalhaven 1920-1921; alle volgens ontwerp van de afd. Havenwerken der gemeente. De caissons voor de Waalhaven waren gebouwd in de gemeentelijke bouwput aan de Heyse haven.

Figuur 1 en 2



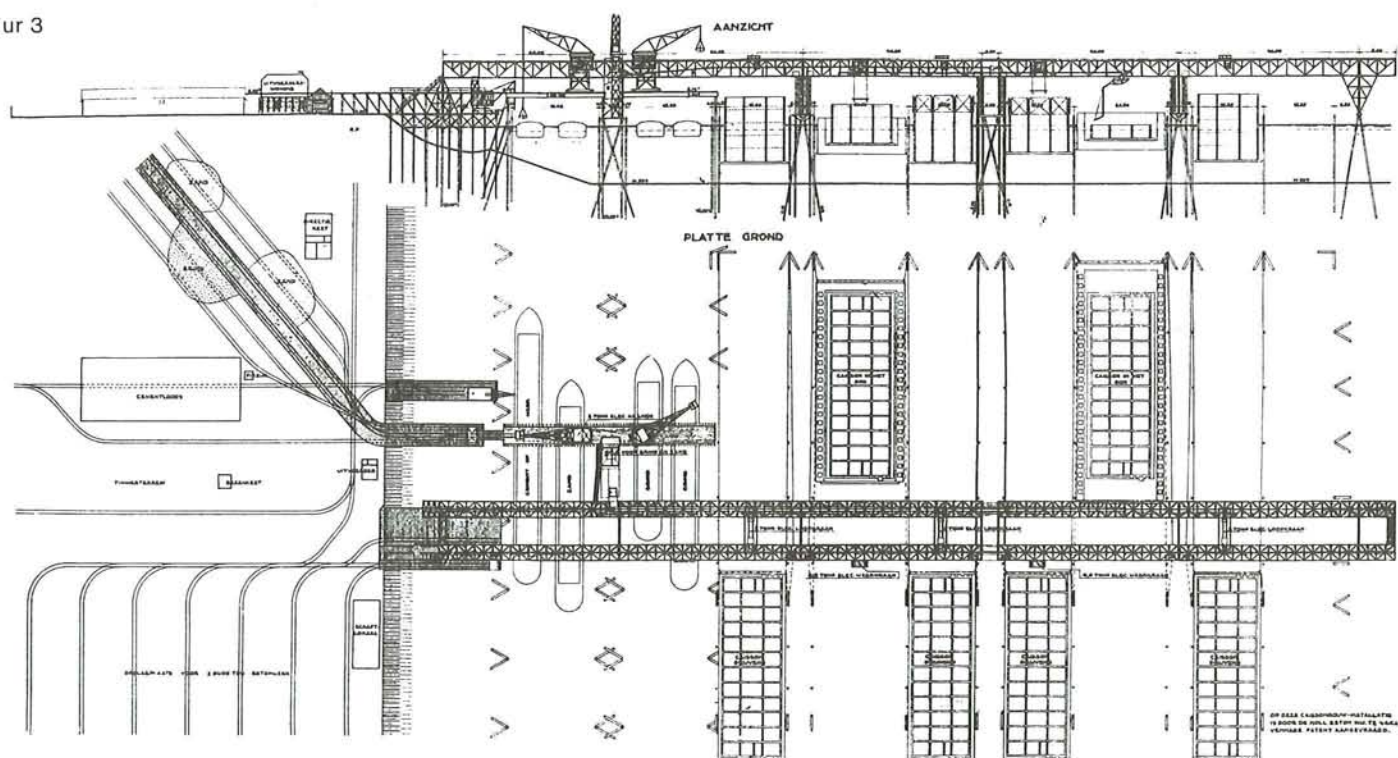
### De gouden jaren van de caissonbouw

De HBM wist zeer goed waar zij over sprak toen zij besliste: Caissonbouw goed, maar dan voor de gehele lengte aan kademuur. Geen tijdrovende en kostbare grondstabilisatie vooraf. De belasting die een caisson ondergaat tijdens de grondaanvulling erachter is veel groter dan de latere bedrijfsbelasting, eventuele zettingen zullen dan ook tijdens de aanvulling plaatsvinden en 'verschuift' een caisson dan niet, dan verschuift het nooit'. Niet het onderste gedeelte der caissons maken in een bouwput en afbouwen aan een steiger in de haven, nee, alles aan één grote werksteiger, met drijvende dokken voor het vervaardigen van de onderbouw, wat een meer continu bouwproces mogelijk maakte.

Deze bouwwijze was trouwens door de HBM beproefd. Voor de zeehaven van Dordrecht is, voordat de Merwehaven aanbesteed werd, een kort stuk kademuur gebouwd. De HBM bood deze muur aan als caissonmuur, en bouwde een vereenvoudigde installatie waar haar ideeën op het gebied van caissonbouw werden uitgetoetst en vervolmaakt. Hiermee kwamen tevens betrouwbare begrotingscijfers ter beschikking bij de inschrijving voor de grote kademuren te Rotterdam. Het Rotterdamse type caisson dat tot dusverre voor de kademuren te Rotterdam gebruikt is, heeft tapse wanden en is in doorsnede trapeziumvormig [fig. 1]. Uit oogpunt van materiaalverbruik economisch, maar zeer bewerkelijk en duur aan bekisting. Dit type muur is toegepast in havens met maximaal 10 m waterdiepte. De vorm van de aangeboden caissons is eenvoudig [fig. 2]. Rechte wanden van constante dikte, geschikt voor snelle seriematige productie.

Fig. 3 geeft een overzicht van de bouwplaats. Zand, grind en cement worden rechtstreeks uit de schepen geladen in de silo's van een betonmolen, welke boven het begin van een lange steiger is opgesteld. Dit gebeurt met twee [beroemd geworden] Sander-kranen. Een kleine buffervoorraad op de wal moet eventuele aanvoerproblemen opvangen. Ze wordt pas aan het einde van het werk gebruikt.

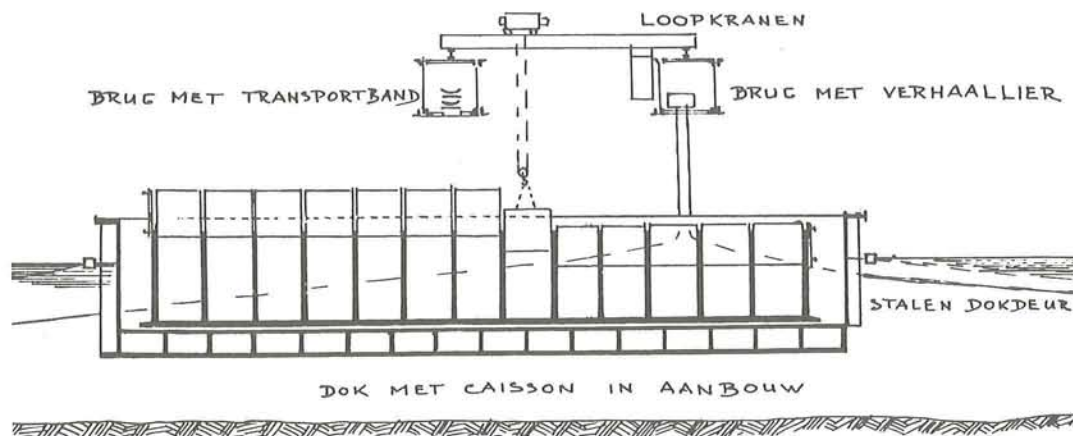
Figuur 3



### De gouden jaren van de caissonbouw

De steiger is opgebouwd uit twee vakwerkbruggen. Een ervan herbergt een transportbandensysteem voor de aanvoer van beton. Loopkranen waarvan de rails boven op beide vakwerkbruggen liggen, zorgen voor het transport van wapeningsstaal en bekistingen. De tweede brug bevat de verhaallieren. Hiermee worden zes caissons in aanbouw dwars op de steiger verhaald, waarvan twee stuks welke hun eerste drie bouwfasen doormaken in twee drijvende betonnen dokken [fig. 4].

Figuur 4



De binnenbekistingen bestonden uit complete dozen met een vernuftig geotrooieerd systeem, ontwikkeld door Ir. Maas. Was de beton rond de bekisting voldoende verhard, dan werden de kisten een etage hoger gesteld. Na het lossen van enige stempels in de kist kon deze door de loopkraan worden opgetrokken. Onder invloed van deze trekkracht bewogen de wandvlakken iets naar binnen, waardoor de kist 'loste' van de beton. Op haar nieuwe locatie kwam deze weer te rusten op haar vier bouten in gaten die in de beton waren gespaard. Onder invloed van haar eigen gewicht nam de kist hierbij de oorspronkelijke vorm weer aan.

Elke dag, behalve 's zaterdags, werd van één der caissons een vloer of laag gestort, waarna de beton enige dagen kon verharden. Verder stond er één dag voor het verplaatsen van de bekisting, één dag voor het vlechten en één voor het stellen en afstempelen. Op deze manier haalde men een productie van één caisson per zeven werkdagen.

In augustus 1930 heeft er weer een aanbesteding plaats.

Het werk omvat 403 m caissonkademuur voor 10 m waterdiepte en 1248 m caissonmuur voor 8 m waterdiepte. De HBM krijgt ook de uitvoering van deze werken. In totaal heeft ze nu 4228 m kademuur onder handen voor een som van 5 1/4 miljoen gulden [fig. 5].

De caissons, die de HBM nu bouwt, verschillen in nog een opzicht belangrijk van de caissons van het Rotterdamse type. Door de rechte voorzijde was men nu in staat om het remmingwerk vóór de caissons te laten vervallen. Granieten wrijflijs-ten aan de caissons namen de functie hiervan over [fig. 6]. De grote stabiliteit van de caissons maakte het mogelijk ook de bolders, die vroeger deel uitmaakten van het remmingwerk, op de caissons te plaatsen. Een constructie met 'breekbouten' zorgde ervoor, dat de kracht niet groter kon worden dan 75 ton.

Wanneer een caisson op zijn plaats is gesleept, wordt het afgezonken door inpompen van water, tot 75 cm boven de bodem. Dit gebeurt bij gewoon hoog water. Met behulp van het getij komt het caisson dan op de grond.

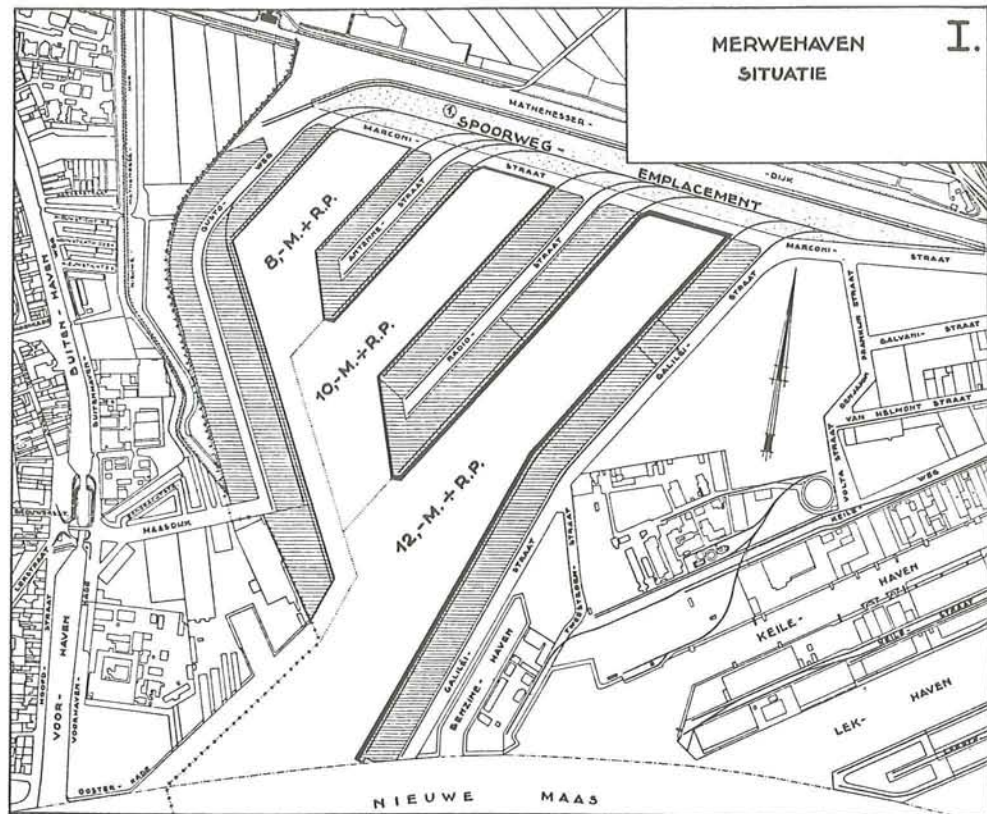
Een nauwkeurigheid van 15 cm is vereist.

Daar de achterwand en de achterste tussenwand om beton te besparen niet tot volle hoogte zijn gebouwd moeten grote houten schotten de achterzijde van het



## De gouden jaren van de caissonbouw

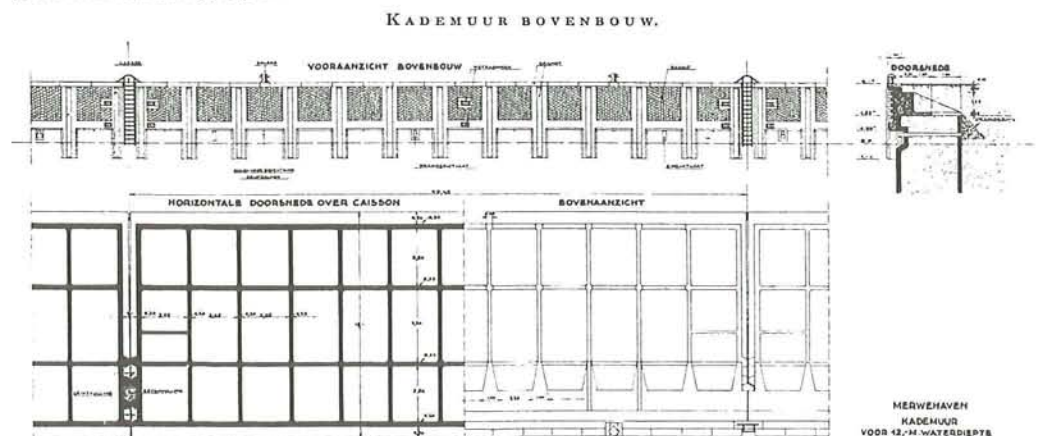
Figuur 5



caisson tijdens het afzinken afdichten, om kantelen der caissons te voorkomen. Na het afzinken worden de schotten gelost om later opnieuw te worden gebruikt. Vier ribben aan de uiteinden van de caissons vormen samen met de ribben van het eerder geplaatste caisson een drietal verticale sleuven. De twee buitenste hiervan worden snel met grofgrind gevuld. Nu kan men de caissons gaan vullen met zand, door middel van een elevator. Tegelijk wordt achter de caissons zand geklapt tot 1 m beneden gewoon laag water. De verdere grondaanvulling wordt opgespoten achter een zanddam, welke direct achter de caissons wordt opgeworpen.

Gedurende de zandaanvulling in en achter de caissons treden zettingen op, welke de caissons onafhankelijk van elkaar kunnen ondergaan. Als de caissons tot rust zijn gekomen wordt de middelste van de genoemde sleuven met beton gevuld. [zie fig 6], nadat de voeg is schoongeschrapt met een speciaal ontworpen miniatuur grijper.

Figuur 6



MERWEHAVEN  
KADEMUUR  
VOOR 12-M. WATERDIEPTE

### De gouden jaren van de caissonbouw

De berekening is gebaseerd op de volgende criteria. De gronddruk wordt berekend met de methode Coulomb.

Aangenomen is een natuurlijk talud van zand onder water  $30^\circ$  en boven water  $40^\circ$ .

De gronddruk achter het caisson wordt horizontaal gerekend. In de caissons wordt gerekend met silowerking voor de zandaanvulling, wrijvingshoek tussen zand en beton is  $15^\circ$ .

Belasting van het kadeterrein:  $4 \text{ tf/m}^2$ .

Gerekend wordt verder met twee troskrachten van 75 tf.

Er vindt een stabiliteitsberekening plaats voor twee extreme gevallen.

a. Buitenwater 0,50 m minus, en water achter de muur 1,00 m boven R.P. [gewoon laag water]

b. Vòòr zowel als achter de muur een waterstand van 4 m boven R.P.

De resultante van alle op het caisson werkende krachten snijdt het grondvlak binnen de kern, onder een hoek van  $20^\circ$  met de vertikaal. De funderingsdruk aan de voorzijde van het caisson bedraagt hierbij  $40 \text{ tf/m}^2$

De samenstelling van het beton voor de caissons:

1 Portland cement  $1\frac{1}{2}$  grindzand  $2\frac{1}{2}$  grind.

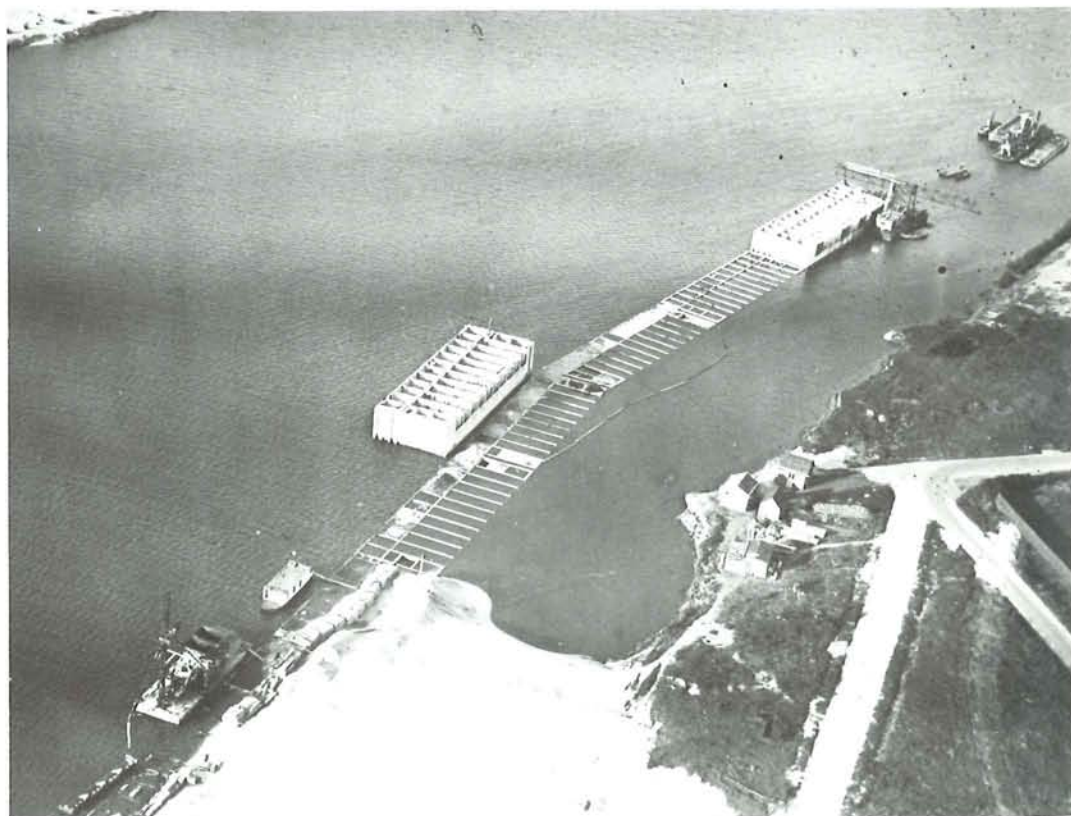
Toelaatbare buigspanningen: voor beton  $50 \text{ kgf/cm}^2$

voor het staal  $1200 \text{ kgf/cm}^2$

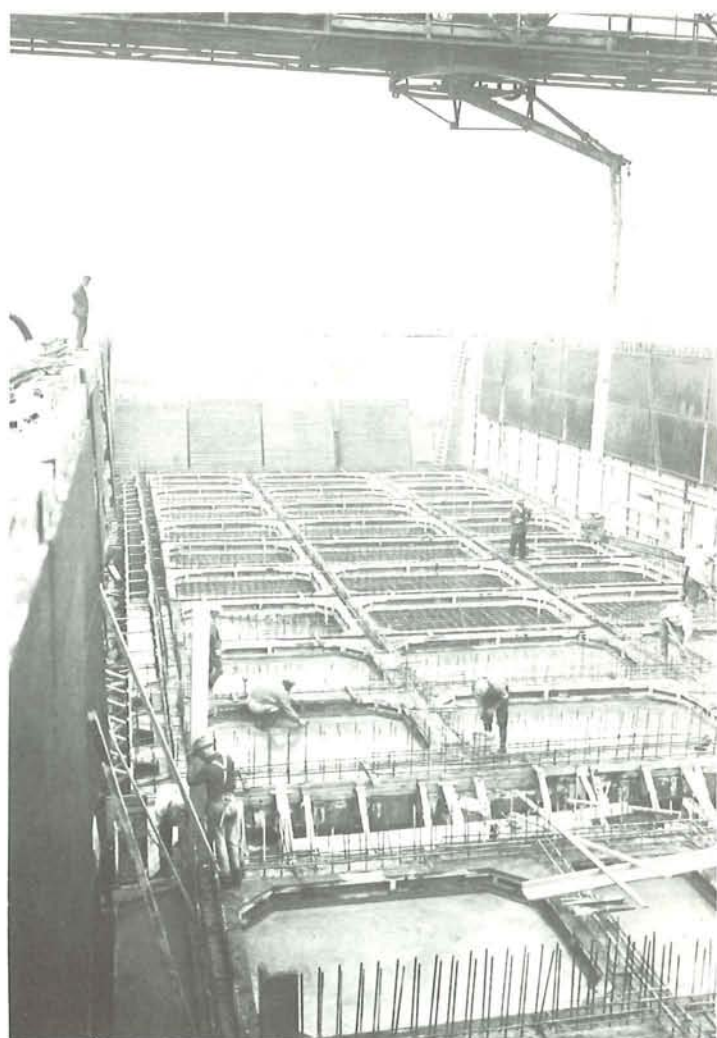
De caisson kademuurbouw neemt na de werken aan de Merwehaven sterk af. Tot dan immers zijn de kademuur op palen en met caissons goed met elkaar concurrerend, omdat voor beide een grondverbetering nodig is. Bij grote lengten blijkt de caissonmuur aantrekkelijk. Door de toepassing op grote schaal van stalen damwand, hetgeen na 1930 mogelijk wordt, vervalt de noodzaak tot grondverbetering bij kademuuren op palen. De caissonmuur zal alleen nog worden toegepast op een goede natuurlijke grondslag bij grote kadelengten.

De gouden jaren van de caissonbouw lijken voorbij.

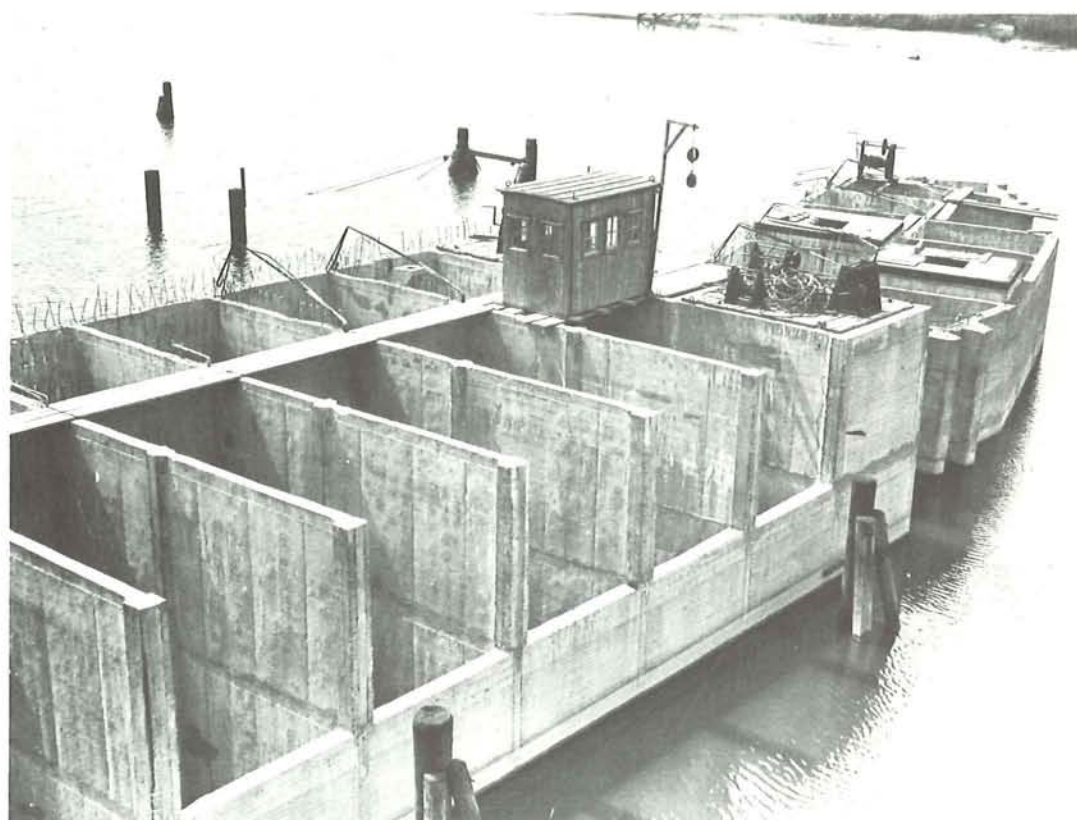
Stellen van caissons in de Merwehaven aan het eind van de jaren '20



## Rotterdam



Linksboven: De achteraanvulling met zand is voltooid  
 Rechtsboven: De bouw van de caissons gebeurde in een dok in de Waalhaven  
 Rechts: Een caisson tijdelijk afgemeerd. Deze foto toont duidelijk de achterwand, die niet tot volle hoogte is afgebouwd, waardoor men beton en tijd spaarde en derhalve economischer werkte



Uiterst rechts:  
Transport van een caisson.  
Duidelijk zichtbaar zijn de  
schotten aan de achterzijde  
nodig voor het afzinken

## Rotterdam

### De gouden jaren van de caissonbouw



De installatie voor de bouw,  
gesitueerd in de Waalhaven  
[frontaal]



Luchtfoto van de in aanbouw  
zijnde kademuur Merwehaven



De installatie voor de bouw,  
gesitueerd in de Waalhaven

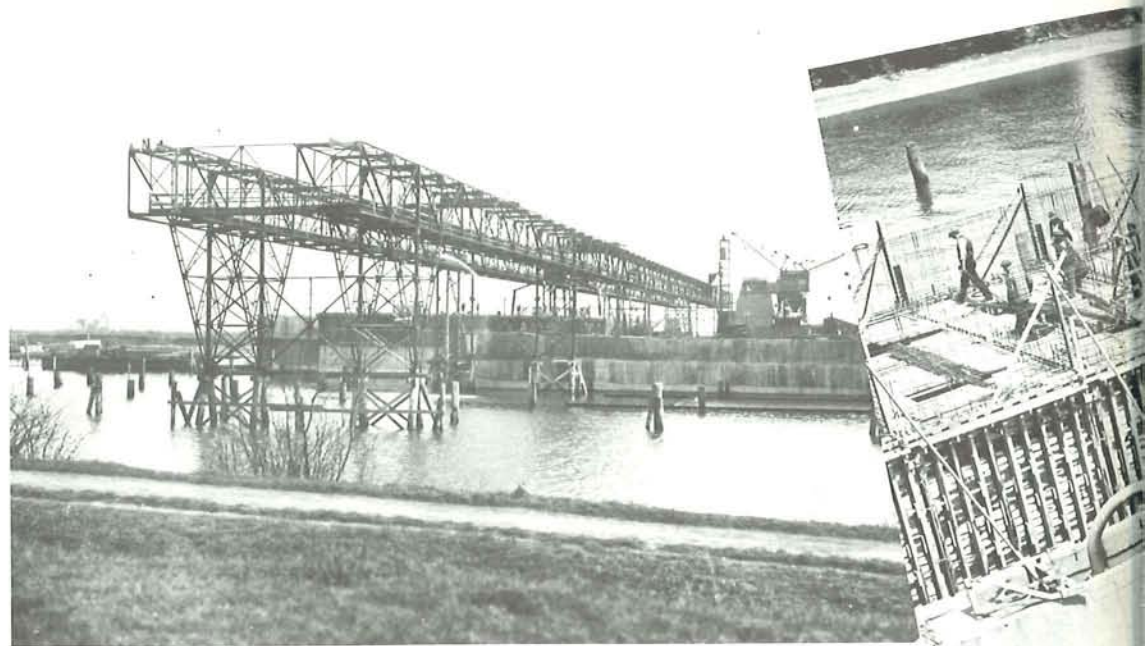


Zandaanvulling achter het  
caisson

## Overzicht van het bouwterrein



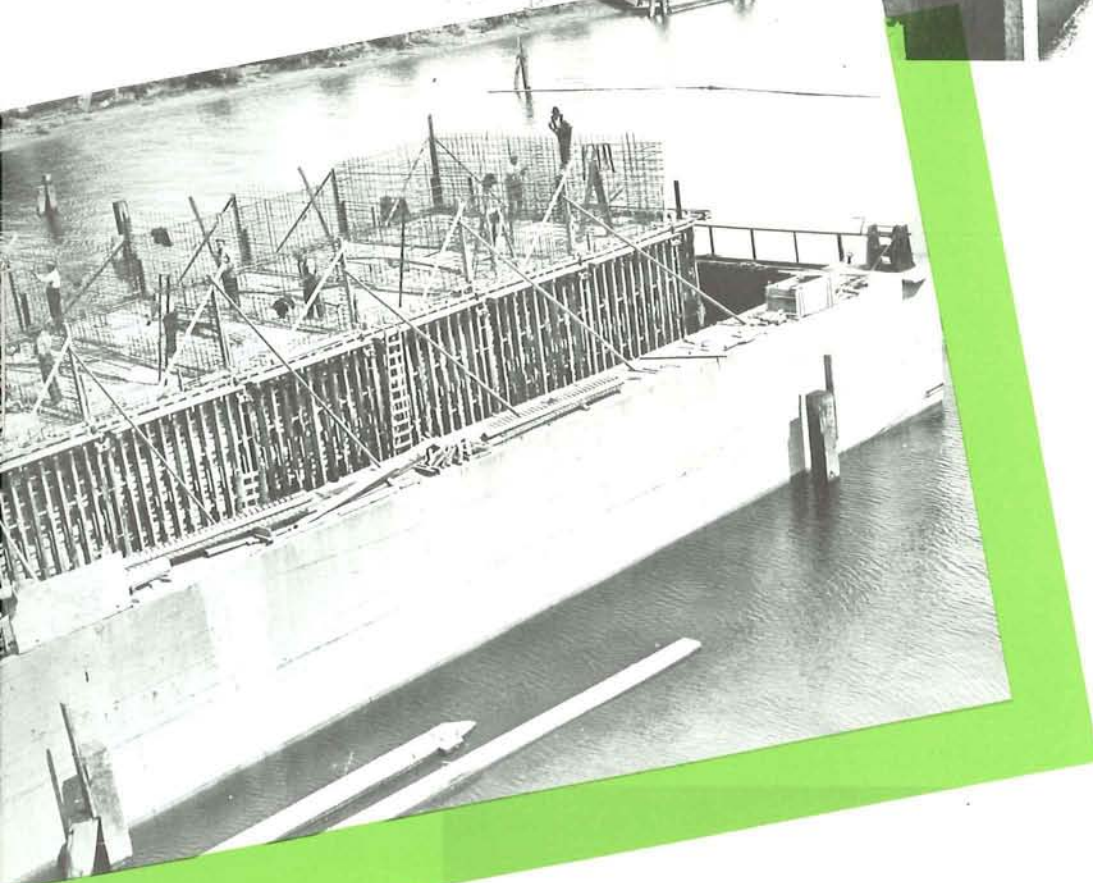
Afbouw van de caissons aan de bouwsteiger in de Waalhaven



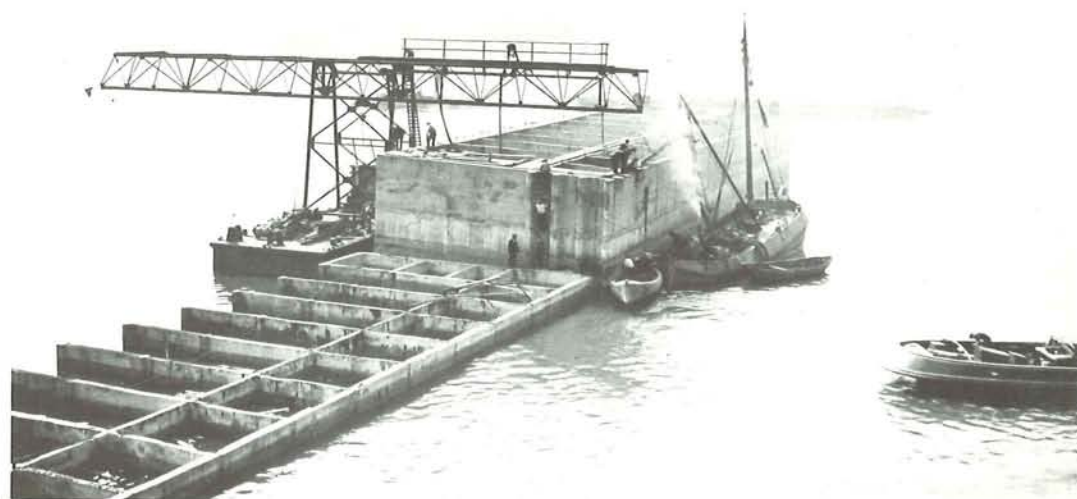
Op weg naar de plaats van bestemming



'De bekistingsdozen van Maas'  
worden gesteld



Een kijk in het dok tijdens  
de beginfase van de bouw



Het afzinken van de caissons  
geschiedde door vulling met  
zand

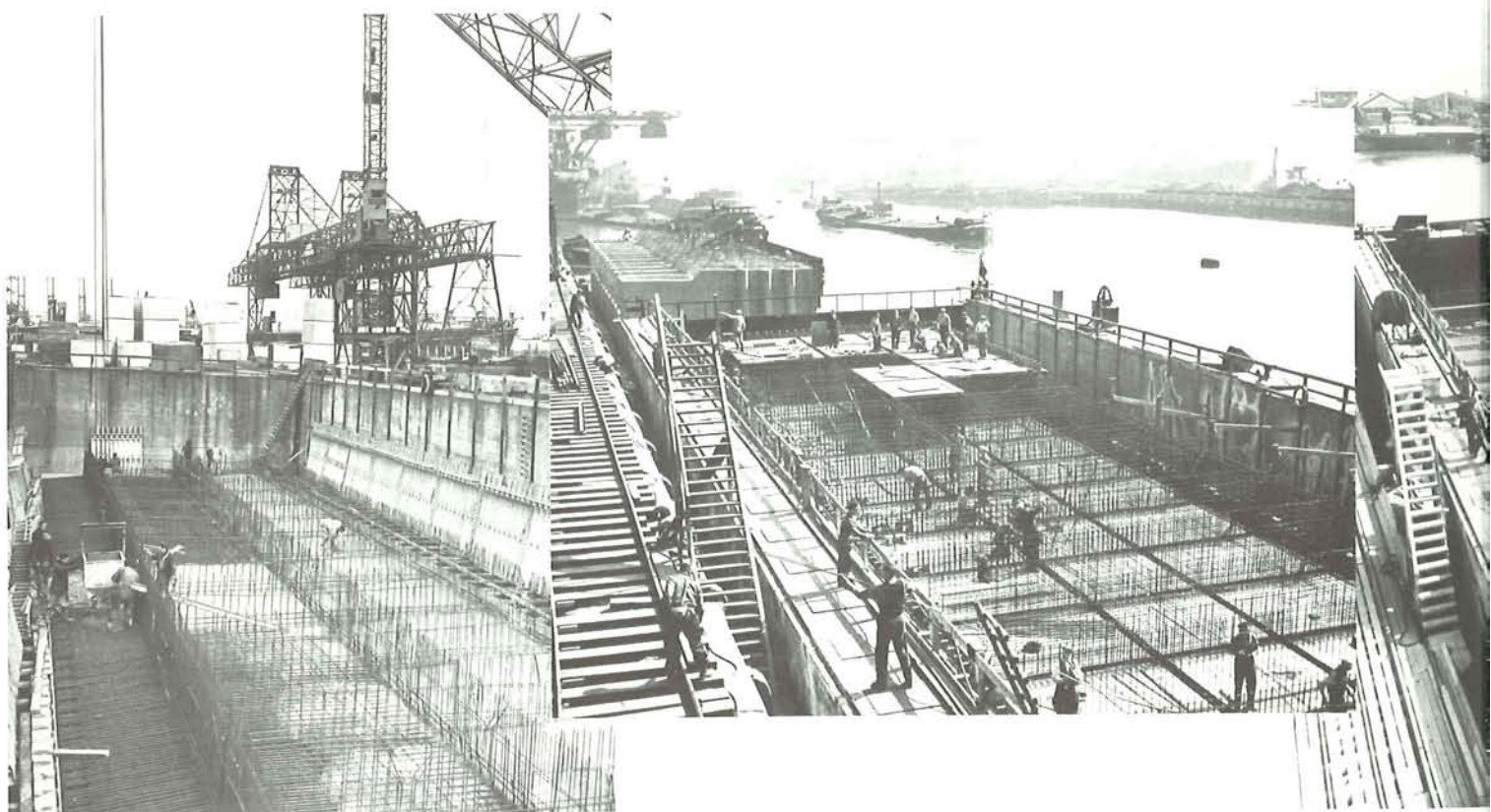
# Rotterdam

## De jaren na de tweede wereldoorlog

Tegen het einde van de Tweede Wereldoorlog kreeg de havenstad Rotterdam het zwaar te verduren. Vele kilometers kademuur met bijbehorende installaties werden vernield en het zou tot het einde van de veertiger jaren duren alvorens alles weer was hersteld.

Rotterdam herrees uit zijn as en ging een ongekennde periode van bloei tegemoet. Alras deed zich opnieuw behoefte aan kadelengte gevoelen, en wederom was het de caissonbouw die uitverkoren werd tot constructiemethode.

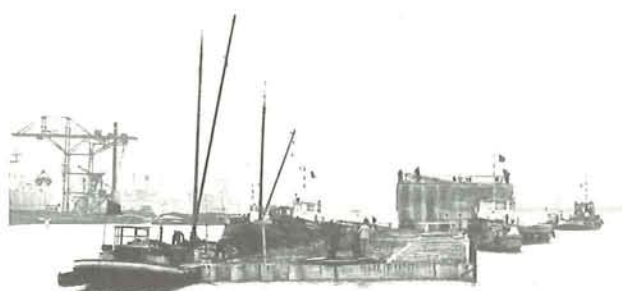
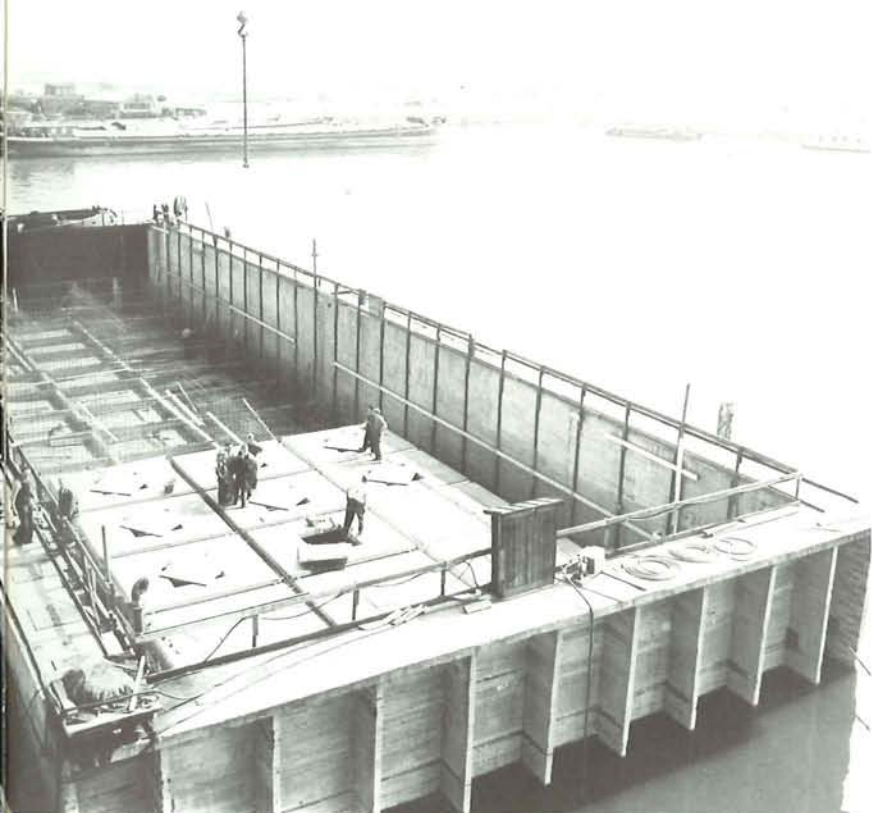
De Waalhaven pier 6 diende te worden uitgebreid met 250 m, te construeren uit 6 caissons van dezelfde afmetingen als voor de oorlog in de Merwedehaven gebruikt.



Het vitale vlechtwerk: beelden van stalen bedrijvigheid

Uiteraard diende de uitvoeringswijze veel eenvoudiger te zijn, gezien het beperkte aantal, maar de methode, nl. de onderbouw maken in een drijvend dok, uitvaren en drijvend afbouwen, bleef dezelfde. Eén van de vóór de oorlog gebruikte betonnen dokken bleek nog goed bruikbaar, zij het dat de in de oorlog opgelopen schade moest worden hersteld, onder meer door middel van spuitbeton. Aan Waalhaven pier 5 kon ten behoeve van de bouw een stukje kade worden vrijgemaakt, net geschikt om het dok te meren en een caisson af te bouwen. Op de wal werden de installaties geplaatst en alle materialen voorbereid ten behoeve van de bouw. De caissonbouw zelf had een vlot verloop, evenals het plaatsen van de caissons. Minder goed echter verging het de toekomstige muur toen de caissons door middel van spuiten van zandspecie van achteren werden aangevuld. Enkele caissons schoven een kleine halve meter naar voren en daarmee werd het aantal caissonverschuivingen met één geval vergroot! Onmiddellijk werd de achteraanvulling gestopt en men liet de zaak tot rust komen. Na enige tijd werd nog een verankering aangebracht en de muur werd afgebouwd en verder droog aangevuld zonder dat zich nog verplaatsingen van enige betekenis hebben voorgedaan.





Diverse momentopnamen tijdens de wording van Pier 7



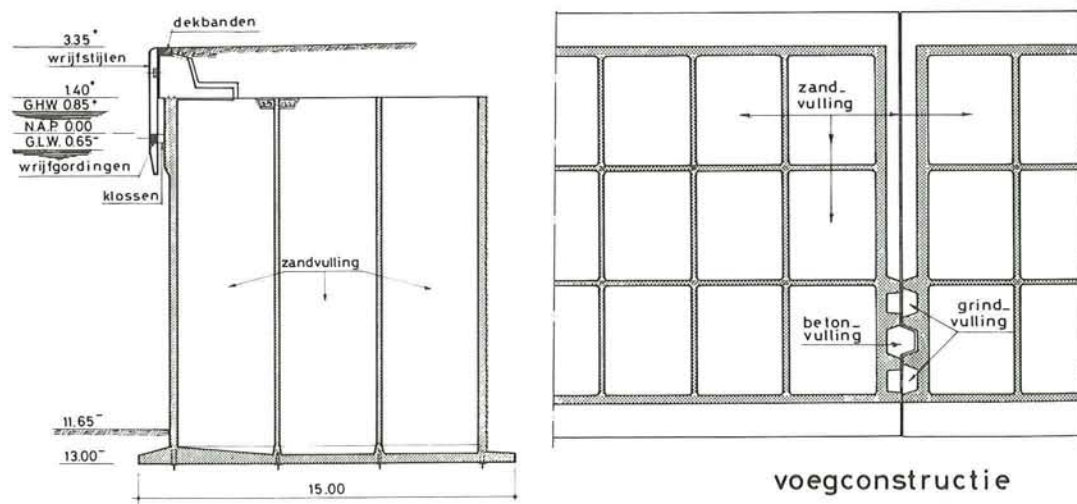
## De jaren na de tweede wereldoorlog

Het valt te begrijpen dat de steeds groeiende behoefte aan kademuren voorlopig bevredigd werd met allerlei type muren, behalve caissons. Het bleek echter toch niet mogelijk om het voor bepaalde gevallen bij uitstek geschikte caissonstype te blijven negeren en men onderzocht nog eens goed waarom de caissons nu eigenlijk aan de wandel waren gegaan. Daarbij kwamen de volgende feiten aan het licht. In de eerste plaats werd de zate waarop de caissons moesten worden geplaatst met een baggermolen vlak gebaggerd en de specie werd in elevatorbakken of onderlossers gestort, waarbij het water over de rand liep. Dit water is echter sterk verontreinigd met slib zodat de zate als het ware werd bezonken met een laagje slib dat uiteraard een ideale glijdlaag vormde.

In de tweede plaats geschiedde het achteraanvullen niet met zuiver zand doch veelal met zand verontreinigd door slib. De aanvullingen gingen daardoor werken als een zware vloeistof die een grote horizontale druk ontwikkelde. Al met al bleek deze wijze van werken belastingtoestanden op te roepen die veel erger zijn dan die waarop in de gebruiksfase behoefte te worden gerekend. Wanneer men derhalve maatregelen zou nemen om de genoemde verschijnselen te voorkomen dan zou er met de caissons niets aan de hand zijn.

Op basis van dezelfde caisson werd een ontwerp gemaakt voor de eerste vier caissons voor een GEB pier die evenwel niet als kademuur doch als pier diende. Direct daarop gevolgd door 17 caissons ten behoeve van 700 m kademuur aan de Waalhaven pier 7 die wel van achteren werden aangevuld en geschikt zijn voor een bovenbelasting van 30 ton per m<sup>2</sup> [erts]. [Fig. 1 en 2] De volgende maatregelen werden genomen.

Figuur 1 en 2



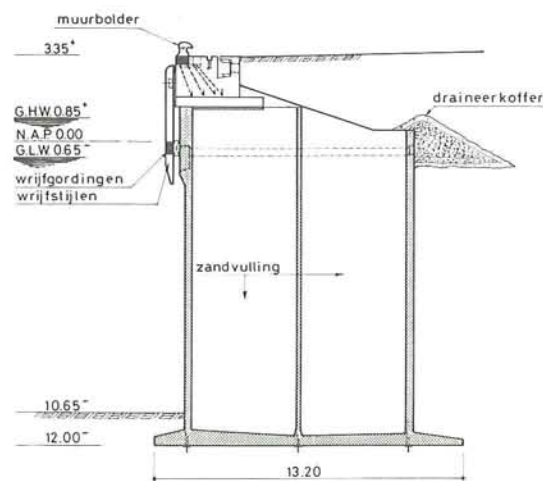
Allereerst werd de laatste meter grondverbetering in grof zand uitgevoerd, welke laag vlak voor het plaatsen van de caisson nog door een duiker met een 'stofzuiger' werd schoongemaakt om het laatste door het tij aangevoerde slib te verwijderen. Verder werd de achteraanvulling als een filterlaag uitgevoerd dit wil zeggen dat er eerst een driehoek grof zand werd aangebracht gevolgd door een schijf iets fijner zand om tenslotte met het normale zeezand te eindigen. Ter meerdere zekerheid werd bovendien de bodem van de caissons voorzien van stalen tanden bestaande uit T-balken die met hun voetplaat tegen de zool van het caisson werden aangebracht. Bij het verplaatsen van het caisson zou dan een onderbroken glijdvlak ontstaan hetgeen uiteraard de horizontale beweging zou bemoeilijken. Aldus werd de muur gedurende 1957-1959 uitgevoerd en van verplaatsing van enige betekenis is niets gebleken. Ten behoeve van de uitvoering kon geen enkel stuk kade meer beschikbaar worden gesteld zodat aan het zandlichaam van pier 7 zelf een installatie diende te worden gebouwd voor de

## De jaren na de tweede wereldoorlog

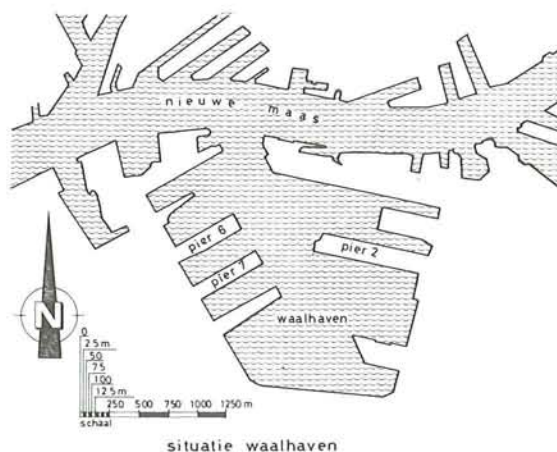
fabrikage van de caissons. Daartoe werd een steiger geconstrueerd waaraan aan de ene zijde het betonnen dok werd afgemeerd en aan de andere zijde een caisson kon worden afgebouwd. Voorts werd een ligplaats gemaakt voor de tijdelijke opslag van vier caissons die daar tevens werden uitgerust om te worden versleept en afgezonken, hetgeen steeds in series van vier plaatsvond. Bleken de caissons vooral bij een hoge bovenbelasting van het kadeterrein grote voordelen te bieden t.o.v. paal- en damwandconstructies, voor stukgoed met een veel geringere bovenbelasting, zeg 3 ton, waren de tot nu toe gebruikte typen aan de dure kant.

Het succes van pier 7 zette echter de constructeurs aan het denken en men slaagde erin een smallere caisson van dezelfde lengte doch met twee rijen van dertien cellen te construeren die het economisch gezien op kon nemen tegen andere constructies. Wij gaan dan evenwel steeds van de veronderstelling uit dat de muur in het water en niet in een bouwput moet worden gebouwd en dat een redelijk draagkrachtige laag onder de aanlegdiepte van de caissons aanwezig is. Dit bleek het geval aan de Waalhaven pier 2 alwaar omstreeks 1960 wederom 700 m kademuur op basis van 17 caissons werd gerealiseerd. [Fig. 3] Hiermede was de Waalhaven zo ongeveer volgebouwd en verdere uitbreidingen vonden plaats in de Eemhaven, de Botlek, Europoort en de Maasvlakte. Daar waren de omstandigheden als eerder genoemd minder geschikt voor caissons, zodat tot andere constructies werd overgegaan. Ook hierin had de HBM een vooraanstaande plaats zodat in feite praktisch al deze muren door de HBM zijn gebouwd.

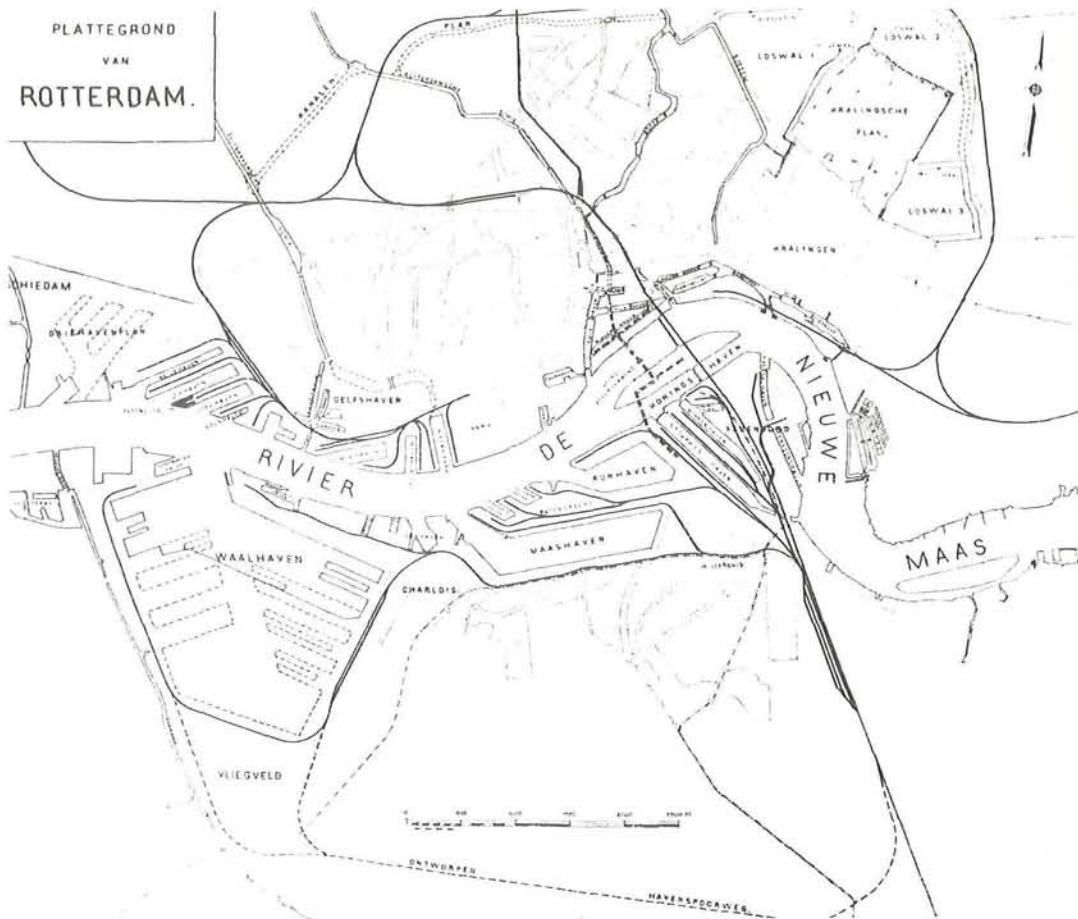
Figuur 3



Situatieschets van de Waalhaven



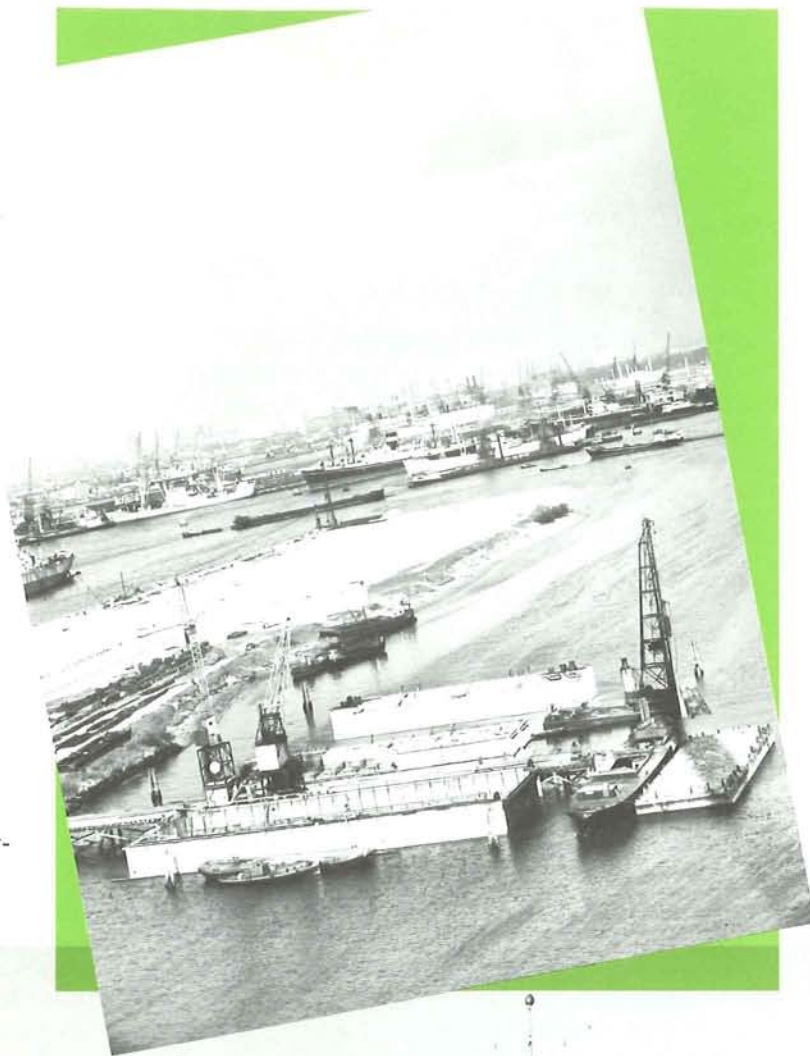
De Rotterdamse haven en omgeving in de vijftiger jaren



Het caisson is gesteld. Vaardige handen openen de afsluiters. De afzinkprocedure is begonnen.



De caissonbouwplaats voor  
Pier 2



De naam van de sleepboot:  
symbolisch voor de wijze waar-  
op men in Rotterdam bouwde  
aan de grootwording van de  
latere wereldhaven



# Zuid-Afrika

## Het Sturrock Dry Dock

Kaapstad, zondag 29 november 1970

De bij het Robbeneiland aan de grond gelopen tanker 'KAZIMAH' wordt na een lange strijd op dramatische wijze vlot getrokken. Drijvend op een luchtbel wordt het zwaar gehavende schip naar de Tafelbaai gesleept, rechtstreeks het Sturrock Dry Dock in. Het dok staat gelukkigerwijs vol water, omdat juist voorbereidingen zijn getroffen voor het dokken van een andere tanker die avond. Meer dan een week is nodig om de 'KAZIMAH' veilig op de blokken te plaatsen en de olie die ze verliest uit haar gescheurde tanks te verwijderen. De tien komende weken zal de tanker in het droogdok verblijven om voorlopige reparaties te ondergaan opdat ze naar een scheepswerf in Japan zal kunnen worden gesleept.

Zodra het dok gereinigd is van olie wordt het werk hervat aan de betonnen caissons welke met vier tegelijk achter in het dok worden gebouwd. Ze zijn voltooid lang voordat ze met de 'KAZIMAH' kunnen uitvaren. Aan weerszijde van de boeg van het schip wordt nog een bouwplaats ingericht, waar twee kleine caissons hun voltooiing vinden . . .

Als dan de kerstvakantie aanbreekt haalt een aannemer opgelucht adem. De achterstand, die ten aanzien van het strakke bouwschema op zal treden, blijft beperkt. Dat schema is opgesteld aan de hand van een onderzoek naar de scheepsreparatietijden over de periode januari 1969 – juli 1970. In deze periode zouden 33 caissons gebouwd kunnen zijn op vier bouwplaatsen in het dok.

Gerekend wordt met een droge periode van minimaal 2 1/2 dag voor het storten van een voetplaat, en 4 1/2 dag voor het glijden van de wanden. De caissonbouw is te allen tijde ondergeschikt aan de scheepsreparaties.

Op het moment dat het onderzoek wordt afgesloten moeten nog 39 van de 43 caissons worden gebouwd. Dit komt neer op 22 maanden.

De oplevering wordt hiermede vastgesteld op mei 1972.

Op gebeurtenissen als met de 'KAZIMAH' kan moeilijk worden gerekend.

## Het 'Table Bay Harbour' project

De SAR, South African Railways and Harbours Administration, verleent de aannemerscombinatie Christiani-HAM Capetown in oktober 1969 opdracht voor het ontwerpen en bouwen van een pier, havenhoofden, een kademuur en de verlenging van de golfbreker in de Tafelbaai haven.

Een gedeelte van de pier, de havenhoofden en de golfbreker worden uitgevoerd in caissonbouw.

De zuidwest arm van de havenmond, die aansluit op een 300 m lange dam van stortsteen, bestaat uit twee caissons.

Voor de noordoost arm zijn 6 caissons nodig. Aansluitend aan deze arm vormen 5 caissons een pier die de havenmond beschermt, en 22 stuks een havendam die weer overgaat in een dam van stortsteen. [Fig. 1]

De bouw van een caisson vindt – als gezegd – plaats in een droogdok. Hiertoe zijn vier werkvloeren aangelegd en een rustvloer. Op de laatste kan een caisson dat nagenoeg voltooid is tijdelijk worden geparkeerd, om een beter gebruik van de werkvloeren te kunnen maken.

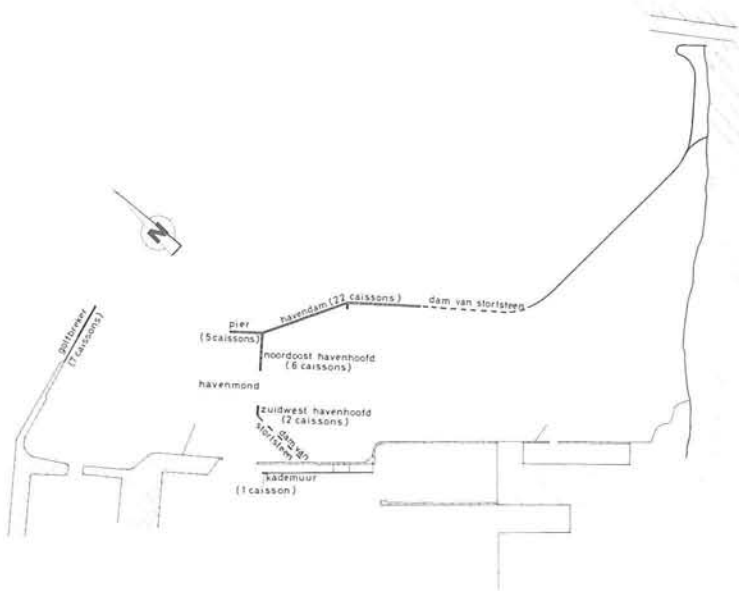
Voor de uitbreiding van de golfbreker zijn nodig 7 caissons met de afmetingen 18,5 x 18,5 m bij een hoogte van 18,6 m. De caissons zijn klaverbladvormig met 4 cellen van 8,5 m diameter. De buitenwanden zijn 0,4 m dik, de binnenwanden 0,6 m. De dikte van de voetplaat bedraagt 1,40 m. [Fig. 2]

Van de 35 caissons voor de pier en de havenhoofden bestaan er 26 uit vier cirkelvormige cellen tussen twee langswanden. Deze caissons meten 38,10 x 9,75 m bij een hoogte van maximaal 17,4 m. [Fig. 3]

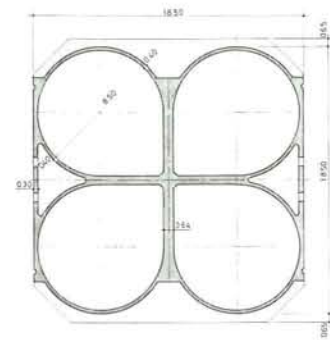
Zes stuks zijn in verband met te verwachten grote golfaanvallen verzwwaard met een extra langswand in het midden, zodat acht halve cirkelvormige cellen ontstaan. De breedte bedraagt dan 11,6 m. [Fig. 4] Drie caissons worden korter uitgevoerd, drie in plaats van vier cellen.

Zuid-Afrika

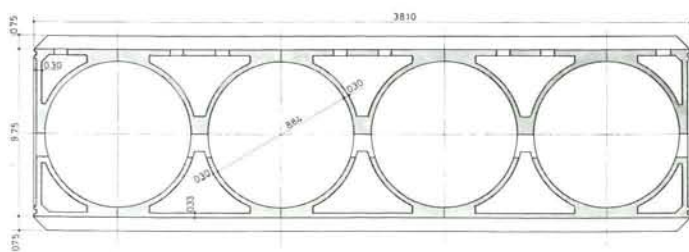
Figuur 1



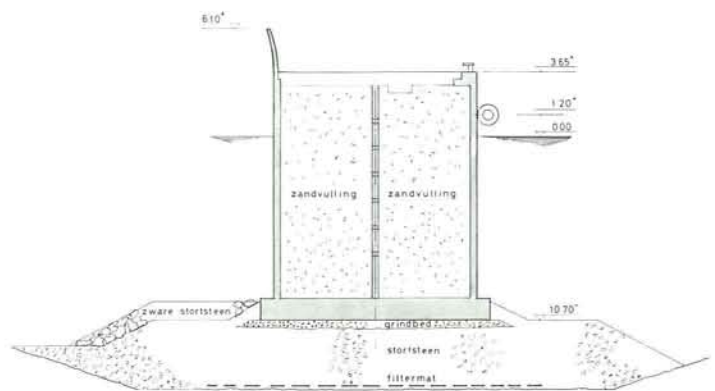
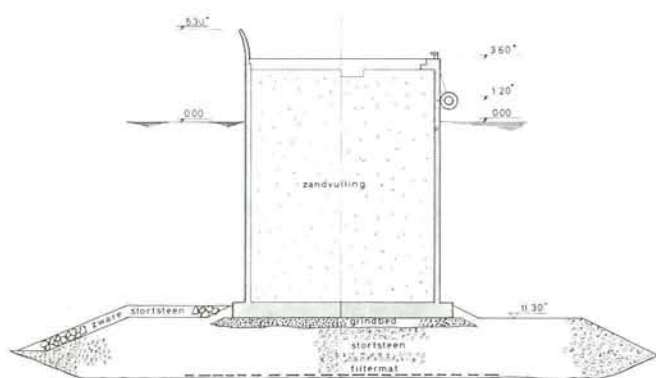
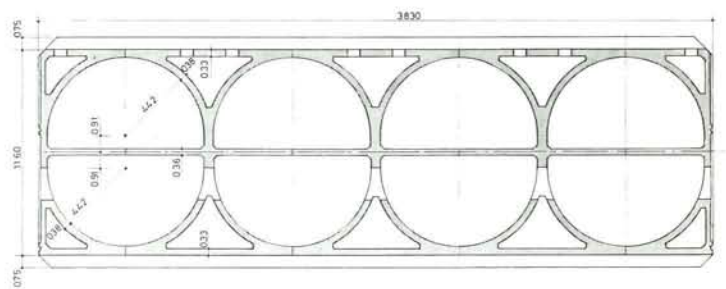
Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4



Verder wordt er een caisson gebouwd welke zal worden afgezonken bij de kade-muur om 200.000 tons tankers op af te meren, en een doosvormige betonnen duiker welke in het gedeelte dijklichaam van de havendam geplaatst moet worden.

Door de cirkelvormige cellen worden de buigende momenten in de caisson-wanden tot een minimum beperkt.

De langswanden moeten de krachten tengevolge van ongelijkheid van de zeebodem opnemen, ze dienen als ondersteuning van de fenders, en als basis van de borstwering.

De golfkrachten op de langswand aan de zeezijde worden gedeeltelijk geabsorbeerd door ronde sparingen waardoor het water kan binnendringen in de ruimte tussen de cellen en de wand.

Deze sparingen zijn aanvankelijk omgeven door prefab betonnen ringen. Scheurvorming door krimp van de omringende wand leidde tot traditioneel uitkisten van de sparingen.

Er doen zich ook scheuren voor in de wanden zonder gaten. De volgende maatregelen worden getroffen:

- De caissons worden niet meer geparkeerd in het dok of op een tijdelijke ligplaats op de havenbodem.

Ze worden drijvend opgeslagen en pas op de definitieve plaats afgezonken.

- De langswanden worden aan de bovenzijde voorgespannen. Om praktische redenen wordt de voorspanning pas aangebracht als de caissons op hun locatie staan.

De caissons van de havenhoofden behoeven niet te worden versterkt. Zij krijgen een dik betondek.

De golfbreker caissons zijn niet voorzien van langswanden. Bodem, dek en tussenwanden maken deze constructie voldoende stijf.

#### Het glijden van de caissons.

De wanden van de caissons worden gegleden. De glijkisten bestaan uit vier delen welke inclusief hijsequipment een kleine 20 ton wegen.

De klimstaven hebben een diameter van 1".

Aanvankelijk ligt het in de bedoeling de klimstaven terug te winnen maar reeds bij het tweede caisson wordt besloten ze als onderdeel van de wapening te laten zitten, omdat:

- Beschadigingen aan de vijzel optreden tengevolge van de inkervingen in de staven ontstaan bij het eerste gebruik.

- De staafmantels het glijden bemoeilijken.

- Er een aanzienlijke tijd nodig is voor de kraan om de staven terug te winnen.

- De gaten die achterblijven in de wand moeten worden volgegroot.

De glijnsnelheid voor de grote caissons bedraagt 0,20 m per uur; voor de kleinere 0,25 m. Men werkt continu. Twee ploegen van 12 uur zijn nodig voor het installeren van de kist, vier voor het glijden en twee voor het verwijderen en schoonmaken. In totaal acht ploegen of vier dagen. Voor het storten van een vloer is anderhalve dag nodig, als met storten begonnen wordt is pas de helft van de vloer gevlochten.

Eventuele lekken in de caissonwanden komen aan het licht zodra het dok gevuld wordt met water om een schip in of uit te laten. Ze worden gerepareerd zodra het dok weer droog is.

#### Het plaatsen van de caissons.

Op de caissonlocatie wordt in de zeebodem een sleuf gebaggerd met behulp van een grijperkraan. De sleuf wordt gevuld met zand en steenslag.

Het zand wordt tegen uitschuring beschermd met een filtermat. Hierop komt een laag stortsteen, welke met duikers op de juiste hoogte wordt afgevlakt.

Dit gebeurt met de hand of met een krachtige waterstraal.

De stortsteen wordt op verschillende manieren op de zeebodem gebracht. Met



bakken geklapt, of van platte bakken geschoven met een bulldozer. Dit gaat relatief langzaam en er is veel duikerwerk nodig om de stenen op hun plaats te krijgen. Een andere methode welke met succes wordt toegepast: Een catamaran plaatst met behulp van lieren een stalen frame op de zeebodem, welke een half caissonbed bestrijkt. Met vijzels wordt de constructie op hoogte gesteld. Op het frame beweegt een brugwagen en hierop schuift een stortbak met 3 m<sup>3</sup> inhoud heen en weer. In één keer wordt over de breedte van het caissonbed een strook stortsteen van 1,5 m breedte geplaatst, waarna de brugwagen wordt verhaald. De bak vult men van boven af. Als het halve bed klaar is verplaatst de catamaran het geheel een halve caissonlengte.

Als het caissonbed voldoende vlak is kunnen de caissons worden afgezonken. Ten behoeve van het afzinken worden aanvankelijk 6" afsluiters gebruikt op 1,8 m beneden de waterlijn. Spoedig gaat men over op 9" afsluiters welke veel lager, op 2,40 m boven de bodemplaats worden aangebracht, met als gevolg sneller afzinken en gemakkelijker plaatsen.

Met behulp van een sleepboot wordt het caisson in positie gebracht. 6 lieren worden aangebracht. Een dertig tons lier gaat naar het vorige caisson. Een lier gaat naar voren. Vier 5-tons lieren op de hoeken dienen voor correcties in zijdelingse richting. De afsluiters worden opengedraaid tot het caisson tot op een halve meter boven het caissonbed is gezonken. De lieren worden strak gedraaid waarbij het caisson via houten afstandhouders tegen zijn voorganger getrokken wordt. Door middel van trimmen wordt de voorzijde eerst op de grond geplaatst. Nu wordt het caisson een weinig leeggepompt, zodat ze bij elke deining even loskomt van de bodem. Met twee sleepbootjes wordt ze daarbij in de juiste positie geduwd tot op 3" nauwkeurig. Dan gaan de afsluiters weer open en het caisson staat.

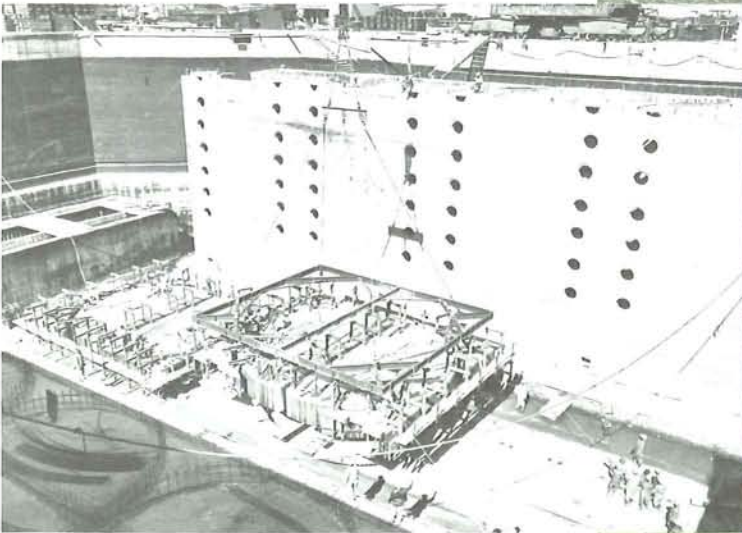
Ten behoeve van het zandvullen en het storten van een betondek zijn de caissons alleen bereikbaar via de zuid-westelijke havendam.

Dit houdt in dat de 180 m brede havenmond moet worden overbrugd. Drie caissons worden daartoe tijdelijk in de opening geplaatst waarbij vier openingen overblijven van 18 m. Over de caissons wordt een brug gelegd. Tegen het eind van het werk worden ook deze caissons op hun definitieve plaats gebracht.

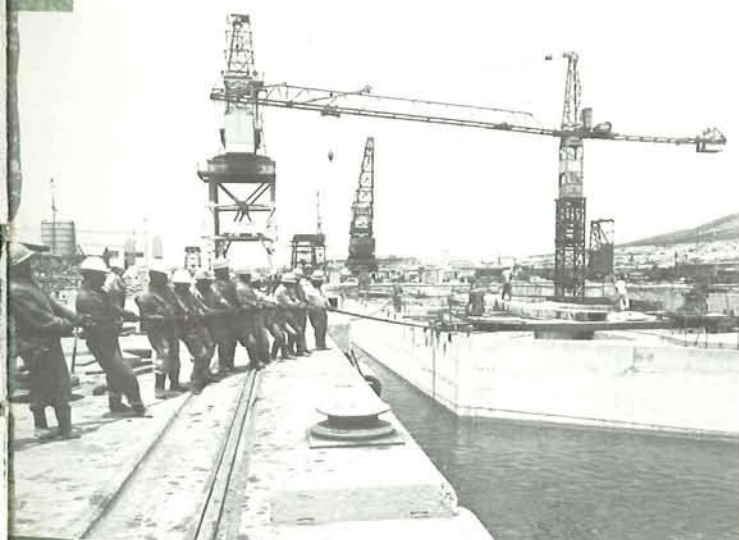
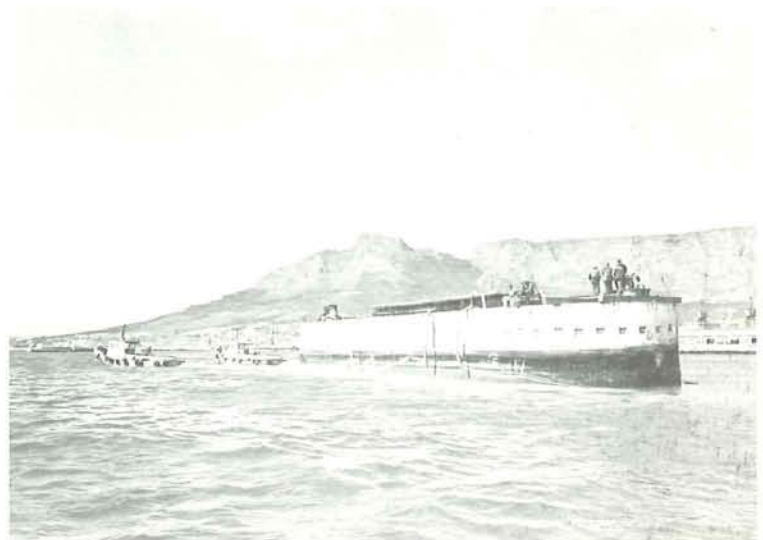
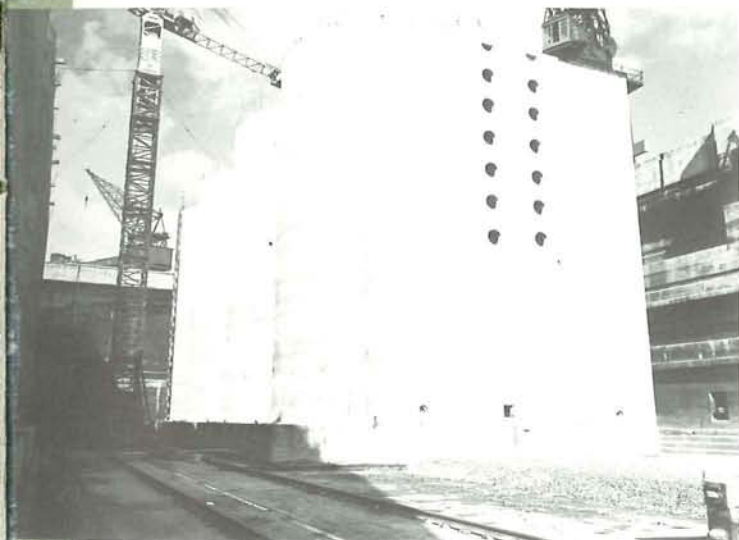
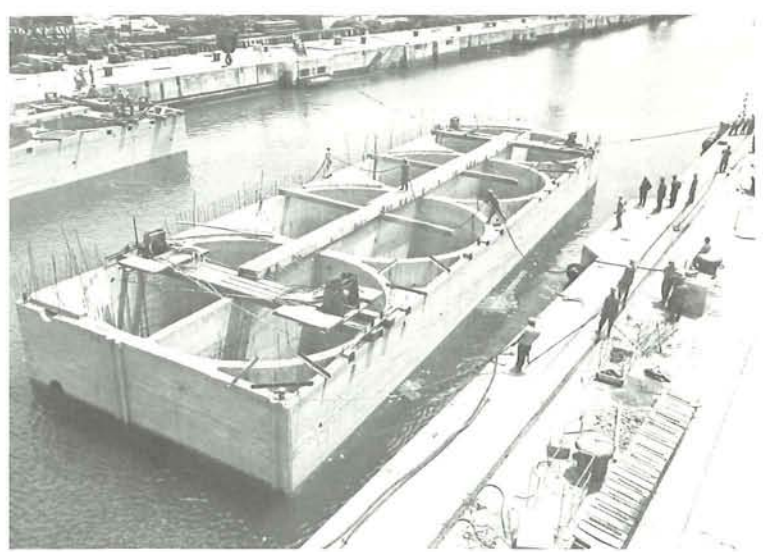
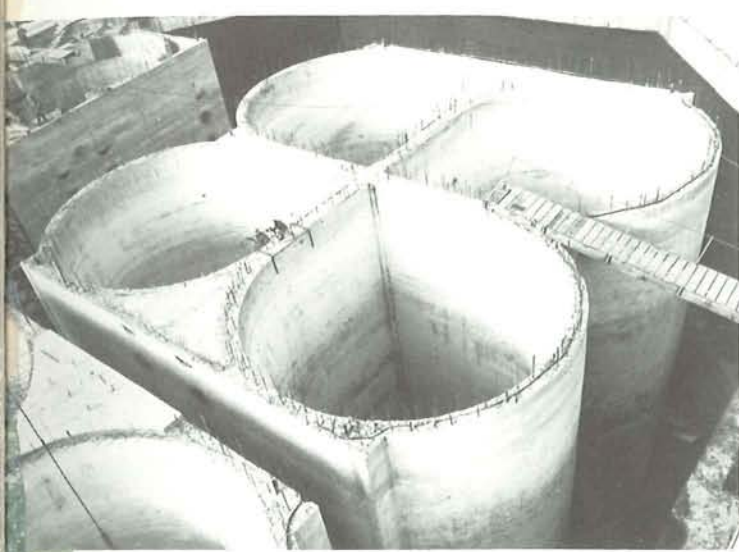


Tijdelijke brug tussen caisson  
nr. 36 en nr. 1

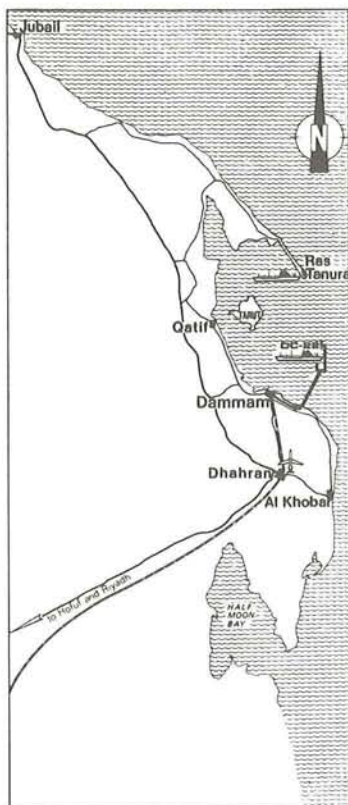
Beelden van de bouw, het transport en de afbouw van caissons in de Tafelbaai



Zuid-Afrika



# Nawoord



Vereenvoudigde situatieschets van de ligging van de havenplaats Dammam in Saoedi-Arabië

Voor de betrokkenen bij de samenstelling van dit geschrift was het een grote verrassing dat enig spitten en graven in eigen archieven en bij het KIVI, de T.H.-bibliotheek en de archieven van Gemeentewerken Rotterdam, zoveel interessant materiaal over slechts één fabrikagemethode van slechts één product, 'de kademuur van caissons' opleverde.

Het begrip 'caisson' had in de vorige eeuw ruime bekendheid gekregen in de waterbouwkunde als doosvormig ruimtelijk constructie-element voor het overbrengen van verticale en soms ook horizontale krachten naar de funderingsgrondslag. Speciaal 'pneumatische caissons', vaak opgebouwd uit metselwerk ter plaatse van de locatie waar ze werden afgezonken en ingegraven, werden veel gebruikt als brugpijler, maar ook als kademuur.

De eigenschap van gewapend beton, een zodanig steenachtig, duurzaam en relatief licht constructiemateriaal te vormen dat er een drijvende doos van kon worden gemaakt, gaf de dimensie van het horizontale drijvende transport aan de caissonbouw. Juist voor kademuren, in het algemeen langgerekte constructies, is het succes van de geconcentreerde bouwplaats voor caissons evident.

Deze bloemlezing, die niet de pretentie wil hebben naar volledigheid te streven, maar hoogstens de lezer op een interessant verschijnsel wil wijzen, moge aantonen dat de formule 'caisson-kademuur' geen eentonige is.

Niet alleen de verschillen in de uiteindelijke verschijningsvorm, afhankelijk van de waterdiepte, getij, bovenbelasting, funderingsgrondslag, gebruik als grondkering en soms ook gebruik als golfbreker hebben invloed gehad op de vormgeving van de diverse voorbeelden uit dit geschrift.

Het zijn ook de productieoverwegingen die meetellen.

Het afwezig zijn van wat dieper water direct bij de kust in het geval Talcahuano maakte de kantelcaisson gebouwd op een helling tot de uitverkoren soort.

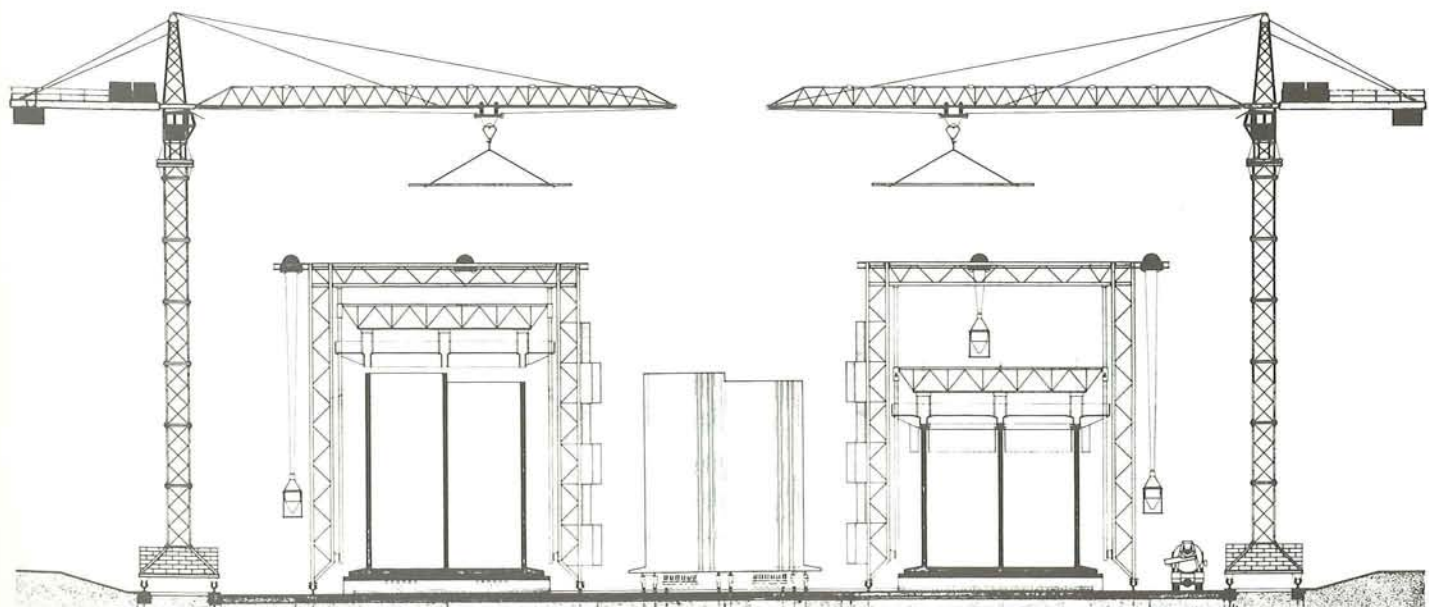
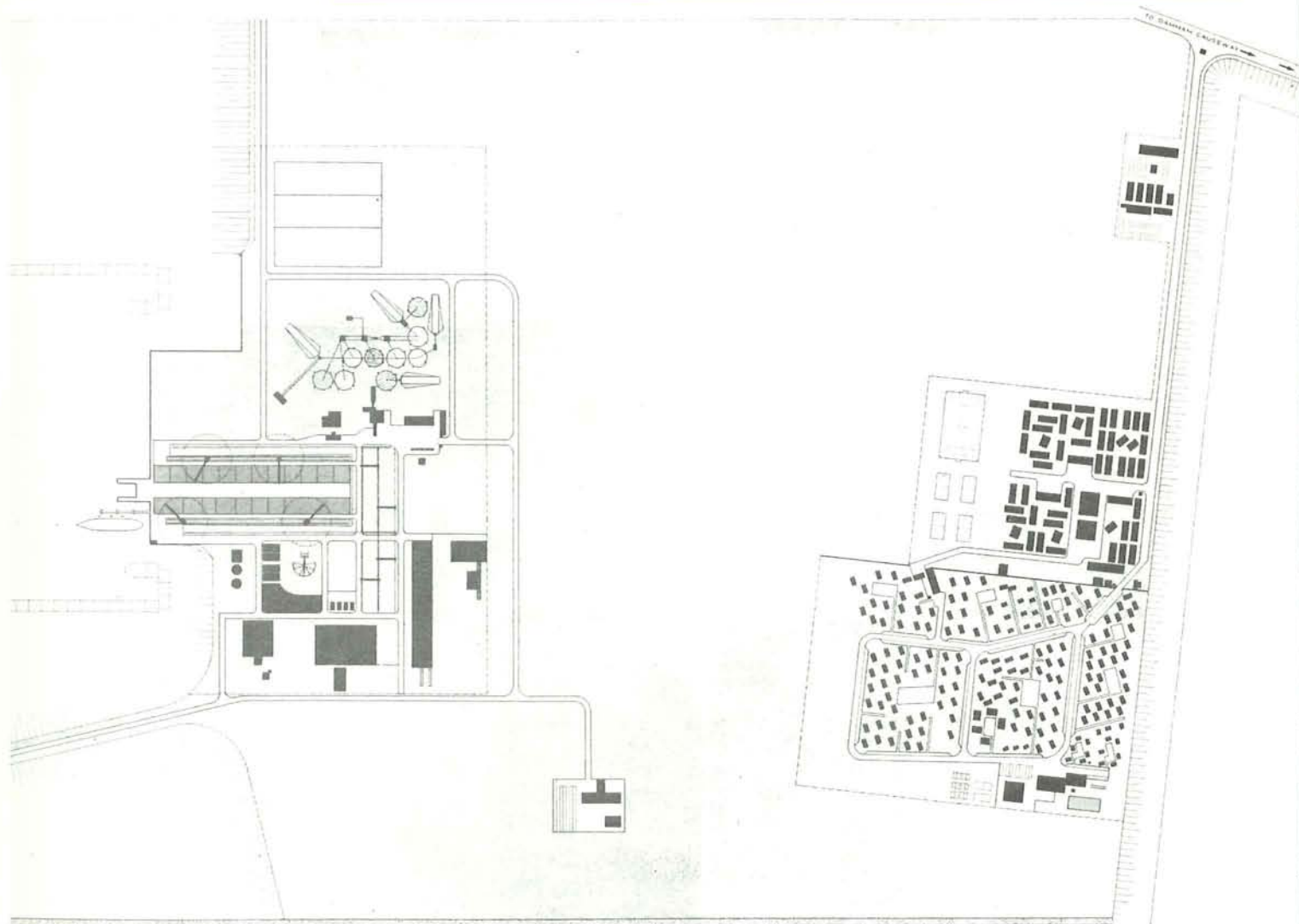
De enorme snelheid van bouwen, gepaard gaande met een tot nog toe ongeken- de projectomvang van 3300 meter kademuur [en 2000 meter golfbreker] deed de combinatie, waarin Interbeton participeert, voor de verdubbeling van de haven van Dammam in Saoedi-Arabië in 1977 besluiten tot het gebruik van een 'synchrolift'. De hoge investering in zo'n mammoetlift, waarin de caissons te water worden gelaten, wordt bij zo'n projectomvang ruimschoots gecompenseerd door het gemak van de nog meer fabrieksmatige lopende bandproductie die men daarmee mogelijk maakt. Er is hier bij elkaar voldoende materiaal aangedragen om aan te tonen, hoezeer de vormgeving van een waterbouwkundige constructie als een caissonkademuur door puur functionele eisen voortkomende uit techniek en productie wordt bepaald.

Velen zullen dit, met de samenstellers van dit geschrift, een boeiende, creatieve en nuttige bezigheid blijven vinden.

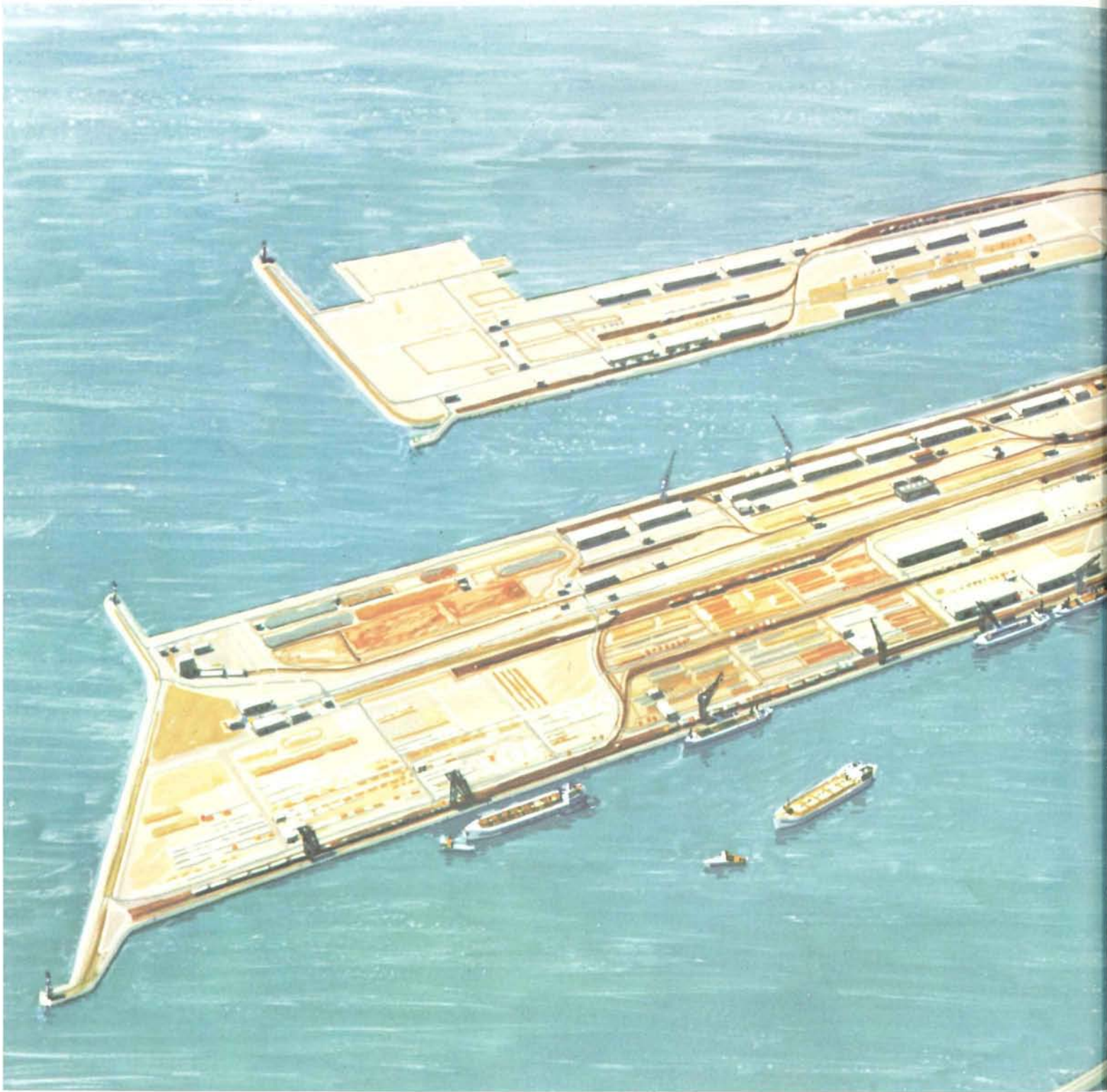
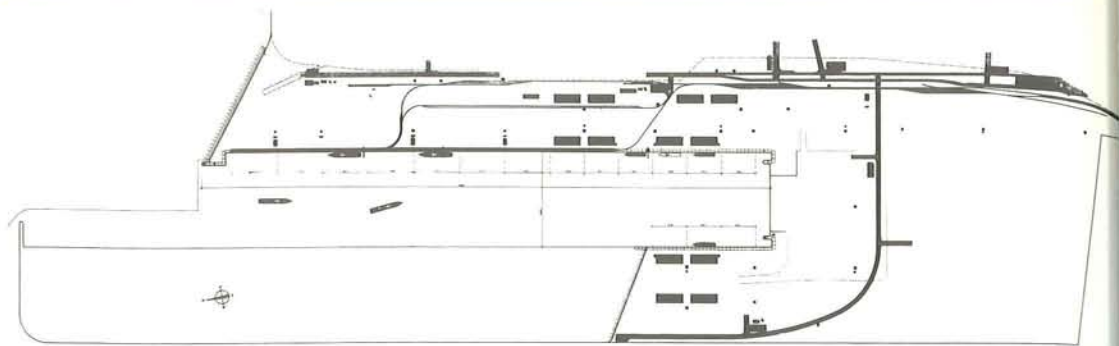
## Nawoord

Boven: Bovenaanzicht van de bouwplaats met de synchrolift, die al voor Chili was bedacht, maar anno 1977 in Damman bij een enorme havenuitbreiding is ingeschakeld. Nog volkomen bijdetijds

Onder: Een schematisch overzicht van de caissonbouwplaats in het zich snel ontwikkelende Damman



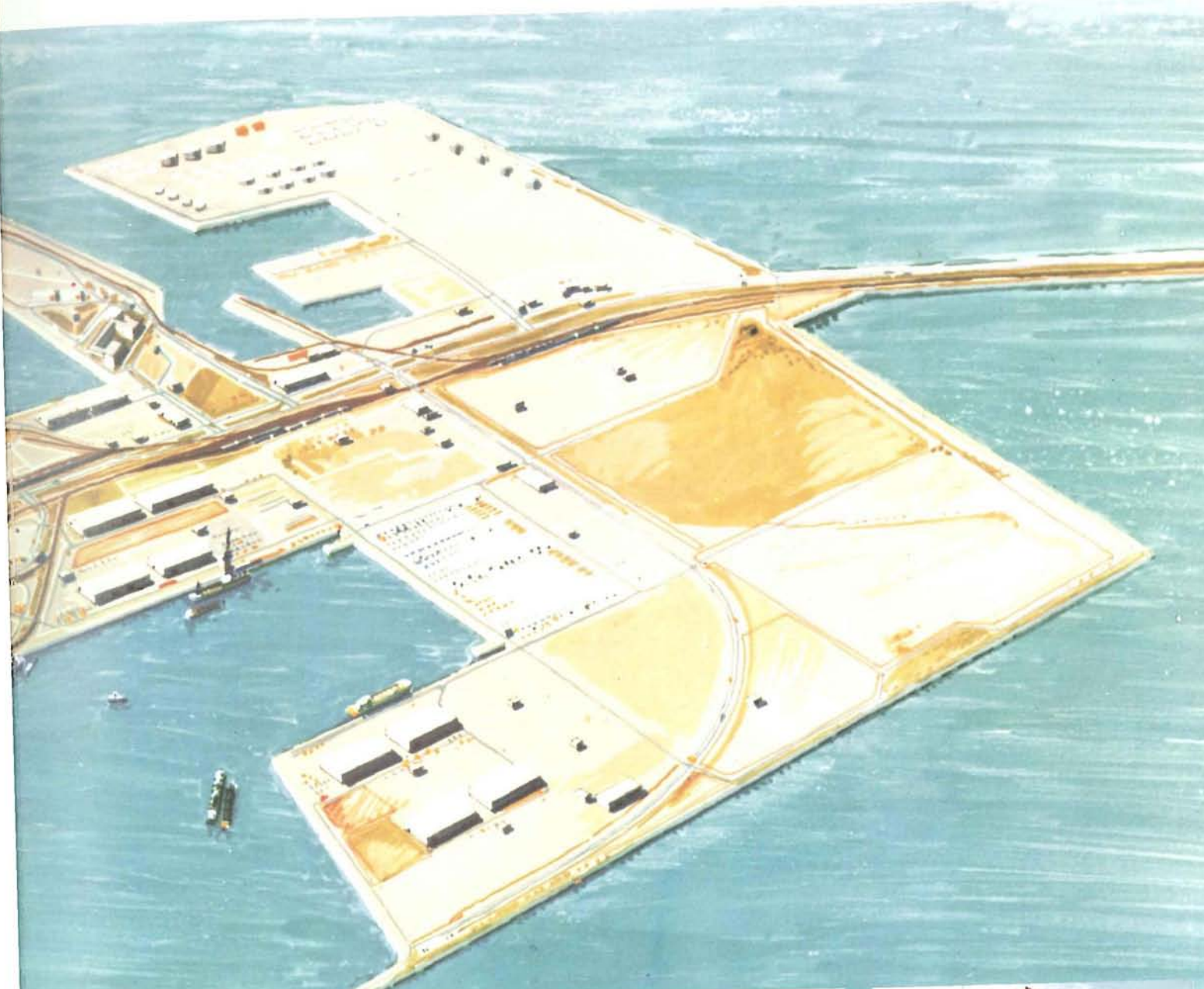
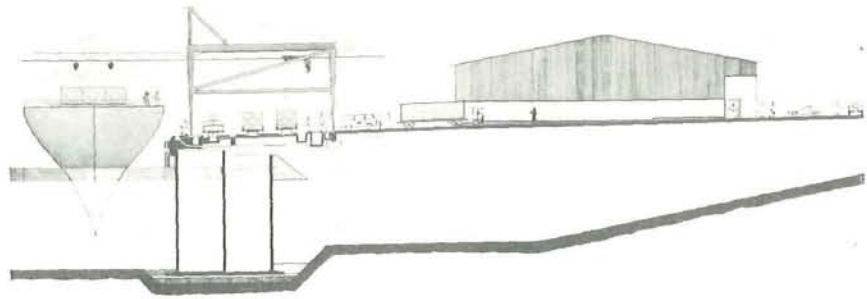
Artist impression van de nieuwe haven van Dammam. In het midden van de jaren '70 startte HBG-maatschappijen in samenwerking met derden dit ongekend grote havenproject, waarmee in totaal een opdrachtsom van zo'n 5 miljard gulden gemeoid bleek. Hollandsche Aanneming Maatschappij voor het bagger- en opspuitwerk [aanneemsom in combinatie: f 1,7 miljard] Interbeton voor het civiel-technische deel [aanneemsom in combinatie ruim f 3 miljard]



Tekening links:  
Overzicht havenuitbreiding

Tekening rechts:  
Doorsnede kademuur

Foto's rechtsonder:  
Impressies van het bouwterrein  
in Dammam met glijbekisting  
en synchrolift



# Bronvermelding

- 
- |   |  |
|---|--|
| De Ingenieur No. 27 1902  | Een ontwerp van Hennebique betreffende een kaaimuur in gewapend beton voor een Nederlandsche haven.  |
| De Ingenieur No. 35 1904  | De voor Valparaiso ontworpen havenwerken.  |
| De Ingenieur No. 10 1906  | Eenige werken in Gewapend Beton uitgevoerd door de Gemeente Rotterdam.   |
| De Ingenieur No. 29 1907  | De kaaimurbouw te Rotterdam.   |
| De Ingenieur No. 35 1908  | De havenwerken van Talcahuano [Chili]. Voordracht gehouden in de vergadering van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs van 20 juni 1908 door het lid W.C. van Manen c.i. |
| De Ingenieur No. 7 1911   | Mededelingen over eenige Nederlandsch Indische havens. Dr. J. Kraus.   |
| De Ingenieur No. 49 1911  | De opening van de werken voor de haven van Soerabaja.  |
| De Ingenieur No. 26 1912  | Havenaanleg te Rotterdam bewesten Delfshaven.  |
| De Ingenieur No. 24 1913  | Prauwen van gewapend beton in Indië.   |
| De Ingenieur No. 8 1919   | Technische lessen en vraagstukken op het gebied van den Indischen havenbouw.<br>Ir. Wouter Cool.   |
| De Ingenieur No. 3 1920   | Technische lessen en vraagstukken op het gebied van den Indischen havenbouw.<br>Ir. A. A. Meyers.  |
| De Ingenieur No. 7 1920   | Aanleg en exploitatie van de haven van Soerabaja.<br>Ir. A. A. Meyers.   |
| Overdruk uit het<br>jaarboek 1920 van<br>Nederlandsch Indië                         | Nederlandsch Indische Havens.  |
| De Ingenieur No. 32,<br>33 1921   | De uitbreiding van de Rotterdamsche haven in de laatste jaren.   |
| De Ingenieur No 38 1922   | De Holland-kade [Haven van Soerabaja].<br>Ir. Wouter Cool.   |
| Handel Nijverheid<br>en Industrie in<br>Nederlandsch Oost Indië                     | De Hollandsche Aanneming Mij. Soerabaja.<br>[uitgave 1922]   |
| Rapport Caissonbouw   | Caissonbouw te Soerabaja in de jaren 1922-1923.<br>Hollandsche Aanneming Mij.  |
| De Waterstaats-Ingenieur<br>No. 4 en 5 1924   | De Haven van Tandjong-Priok.   |
| Premier Congres<br>international du beton<br>armé et du beton<br>armé 1930 Volume I | Construction de murs de quai à caissons dans le bassin dit<br>'Merwehaven' à Rotterdam<br>W. F. van Dijck.   |
| De Ingenieur No. 35 1931  | Caisson-kademuurbouw te Rotterdam.<br>W. F. van Dijck.   |
| De Ingenieur No. 13 1957  | De ontwikkeling van de kademuurbouw in Rotterdam.<br>C. Franx.   |
-



**Bronvermelding**

---

Documentatie Haven  
kongres 1964  
Antwerpen

De ontwikkeling van de kademuurbouw in het Rotterdamse havengebied.  
W. Bokhoven.

Cement 1964

Kademuur- en pierbouw in de haven van Rotterdam.  
W. Bokhoven.

Folder 1969

Bouw Merwehaven 1928/1929.  
F. W. Keppler

Rapporten Table Bay  
Harbour Interbeton

---

---

**Colofon****Tekst en research:**

Ing. T. J. Mesman, Waterbouwkundig Ontwerp Bureau HBM

**Nawoord:**

Ir. Ch. J. Vos, directeur Waterbouwkundig Ontwerp Bureau HBM

**Productiecoördinatie:**

Afdeling Public Relations HBG

**Vormgeving:**

Publi Design, Maastricht

**Druk:**

Mouton, Den Haag

**Litho's:**

Koningsveld, Leiden

---

Deze uitgave is tot stand gekomen dankzij de bereidwillige medewerking van de Gemeente Rotterdam, uit wier archieven wij de nodige informatie mochten putten, en het Koninklijk Instituut voor Ingenieurs te Den Haag, van welke instantie wij toestemming kregen om ruim te citeren uit oude uitgaven van 'De Ingenieur'.

---

