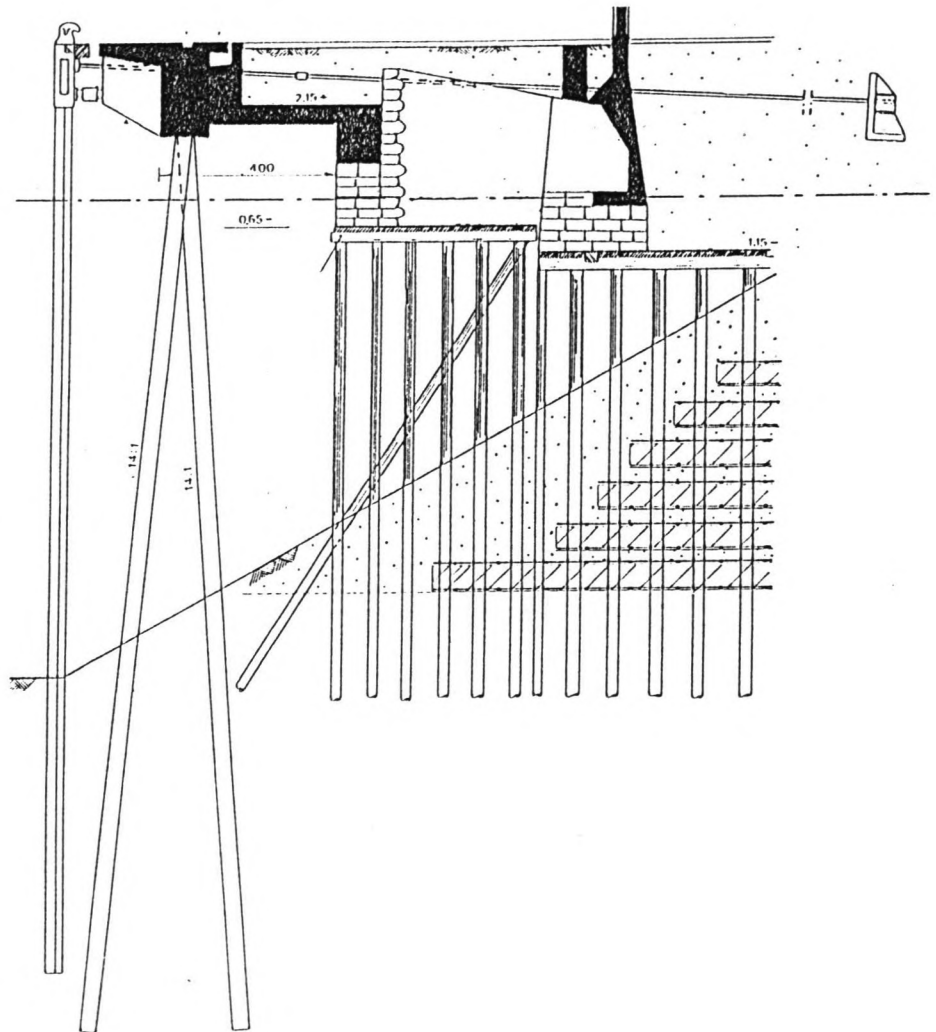


Renovatie kademuren

nog steeds in ontwikkeling

mei 1988

G.C.J. Tijssen en R.F. Veldhuijsen



RENOVATIE KADEMUREN
NOG STEEDS IN ONTWIKKELING

afstudeerverslag

door : G.C.J. TIJSSSEN
R.F. VELDHUIJSEN

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT

Faculteit der CIVIELE TECHNIEK

Vakgroep WATERBOUW

Afstudeerdocent: prof. ir. A. Glerum
Begeleider : ir.G.P. Bourguignon

VOORWOORD

Ontwikkeling kademuren niet te stoppen. Steeds weer worden er kademuren gebouwd met nog indrukwekkender dimensies. Naast deze nieuwbouw van kademuren neemt de renovatie c.q. herstel of aanpassing van bestaande kademuren een steeds belangrijker plaats in.

Dit rapport sluit bij deze ontwikkeling aan en tracht U een overzicht van renovaties te geven.

Het onderzoek is aangepakt in het kader van het afstuderen bij de Vakgroep Waterbouw aan de Faculteit der Civiele Techniek van de Technische Universiteit Delft.

Dankzij contacten met het Ingenieursbureau Havenwerken van de Dienst van Gemeentewerken Rotterdam zijn wij in staat geweest over voldoende gegevens te beschikken om een dergelijk overzicht samen te stellen.

In dit rapport richten wij ons niet alleen tot de Vakgroep Waterbouw, maar ook tot diegenen die zich verder willen informeren, oriënteren met betrekking tot kademuren en met name de renovatie daarvan.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

1	Inleiding	4
2	Ontwikkeling overslag en overslagvoorzieningen	6
2.1	Ontwikkeling in de haven van Rotterdam	6
2.2	Ontwikkeling kademuren in de haven van Rotterdam	7
2.3	Herstructering havens	13
2.4	Kaderplan herstructurering Oude Havengebieden	14
2.5	Conclusies	17
3	Overzicht renovaties van kademuren in de wereld	18
	literatuur	41

1 INLEIDING

Bij het begrip renovatie denkt men vaker aan ontwikkelingen in de woning- en utiliteitsbouw dan aan de situatie zoals die zich in de huidige havens voordoet.

In principe echter is het voor een haven van uiterste noodzaak een modern en efficiënt voorzieningenpakket te kunnen leveren en te kunnen blijven leveren. Men kan dan een vlotte afwikkeling garanderen van zowel het ontvangen van schepen van zee naar de vaargeul richting haven of van de rivier naar de haven, als het aanmeren aan de daarvoor bestemde constructies, als het laden en lossen van goederen en de verdere doorvoer van deze goederen naar het achterland of overslag op andere schepen.

Voor al deze facetten zijn voorzieningen, procedures ontwikkeld die echter in de loop der tijd aan veranderingen onderhevig zijn door een variërend goederen- en scheepsaanbod en technische ontwikkelingen. Men zal zich moeten aanpassen aan deze steeds veranderende condities om een blijvende plaats in het goederenoverslaggebeuren te verwerven. Daarom is het "up to date" houden van de voorzieningen in een haven een "overlevingsbelang" en een nadere studie waardig.

Van oudsher is een ontwikkeling waar te nemen dat goederen in steeds grotere hoeveelheden vervoerd worden. Dit als gevolg van het minimaliseren van de vervoerskosten. Samenhangend hiermee zijn ook de dimensies van de vervoersmiddelen toegenomen, waarbij de ontwikkeling in de scheepvaart het duidelijkst waarneembaar is met steeds weer hogere generaties schepen.

Als gevolg hiervan zijn ook de voorzieningen om deze schepen te behandelen meegegroeid en worden er steeds weer nieuwe kademuren met nog weer grotere dimensies gebouwd. Een vraag, die hierbij direct naar boven komt, is wat er met de oude kademuren gebeurt.

Zolang een haven geld en ruimte genoeg heeft en het bouwen van een nieuwe kade goedkoper is dan het aanpassen van een bestaande kade en een haven zijn overslagcapaciteit wil vergroten, zullen er nieuwe constructies gebouwd worden. Daarentegen als een haven gebrek aan ruimte heeft of als er een overcapaciteit vermeden dient te worden, zal men kiezen voor het aanpassen van een bestaande kade.

De doelstelling van dit rapport omvat het beantwoorden van deze vraag, waarbij ook buitenlandse havens bekeken worden.

Allereerst zal in hoofdstuk 2 de ontwikkeling in de bouw van kademuren en goederenoverslag geschetst worden, aan de

hand van de ontwikkelingen zoals die zich hebben voorgedaan in de Haven van Rotterdam, met aansluitend de stappen die de Gemeente Rotterdam als antwoord hierop genomen heeft.

Vervolgens zullen in hoofdstuk 3 verschillende havens met de daarvan bekende kademuurrenovatiewerken worden besproken.

2 ONTWIKKELING OVERSLAG EN OVERSLAGVOORZIENINGEN

2.1 Ontwikkeling in de Haven van Rotterdam

Het heeft ruim 100 jaar geduurd voordat Rotterdam van een onbeduidende vissershaven uitgroeide tot haar huidige omvang. Factoren, die haar hierbij tot de grootste haven ter wereld maakten, zijn:

De industriële revolutie die in 1776 in Engeland begon en welke in Duitsland en Nederland omstreeks 1900 opbloede.

De vrije handelspolitiek die de wereldhandel stimuleerde tot het einde van de 19e eeuw. Vooral Rotterdam profiteerde daarvan.

De ideale ligging van Rotterdam in het estuarium van de Rijn, Maas en Schelde. Dit vormt een prima achterland.

In dit tijdsverloop breidde de Haven van Rotterdam zich gestaag uit en verschoven de havenactiviteiten steeds verder richting zee. De nieuwste aanwinst, de Maasvlakte is zelfs in zee gebouwd.

Met het graven van de Nieuwe Waterweg (1870) werd de haven beter toegankelijk. Deze steeds verder uitgediepte vaargeul laat heden, zelfs bij laagtij al schepen toe tot het Euro-poortgebied met een diepgang van 69 ft.

De functie die Rotterdam in Europa hierdoor heeft gekregen, is velerzijds.

Enerzijds een functie als transitohaven voor het achterland. Er worden goederen van grote zeeschepen overgeladen op kleinere schepen, in vrachtwagens of op treinwagons.

Bovendien is Rotterdam een distributiehaven voor het "voorland". Hierbij gaan goederen met kleinere schepen naar kleinere havens in Europa. Deze taak wordt voor haar steeds belangrijker.

Om een indruk te krijgen van de door deze ontwikkelingen gestegen goederenstroom, volgen hieronder de volgende cijfers:

Voor de Tweede Wereldoorlog werden er in Rotterdam per jaar 30 miljoen ton goederen behandeld. In 1972 bedroeg dit aantal al 310 miljoen ton. Door de oliecrisis in de zeventiger jaren zakte de handel in, voor Rotterdam tot een dieptepunt van 232 miljoen ton in 1983. Hierna is weer een stijgende lijn te bemerken naar 250 miljoen ton in 1984.

Uit het voorgaande blijkt welke ontwikkelingen zich in de Haven van Rotterdam hebben voorgedaan. Behalve dat het aantal schepen behoorlijk is toegekomen, is er, en dan vooral de laatste jaren een tweede tendens gaande. Er komen schepen de

haven binnen met steeds grotere dimensies. Dit heeft voor een haven de volgende gevolgen.

Bij een gelijkblijvend goederenaanbod is er afname van het aantal schepen, maar de gemiddelde overslag per schip stijgt. Dit leidt tot een toename in de fluctuatie van de werkdruk.

Door de steeds hoger wordende dagkosten van deze grotere schepen dient de ligtijd in de haven zo kort mogelijk te zijn. Dit vereist een snelle en efficiënte afhandeling waarop overslagvoorzieningen berekend moeten zijn.

Grotere schepen hebben meer diepgang. Zo is er meer waterdiepte voor de kade vereist.

Het is duidelijk dat door al deze ontwikkelingen bij de bouw van kademuren veranderingen kwamen. In de volgende paragraaf zal deze ontwikkeling voor Rotterdam beschreven worden.

2.2 Ontwikkeling kademuren in de Haven van Rotterdam

De ontwikkeling in de kademuurbouw wordt bepaald door de ontwikkelingen in de scheepsbouw. Toenemende scheepsafmetingen leiden immers naar een vraag van grotere kerende hoogtes.

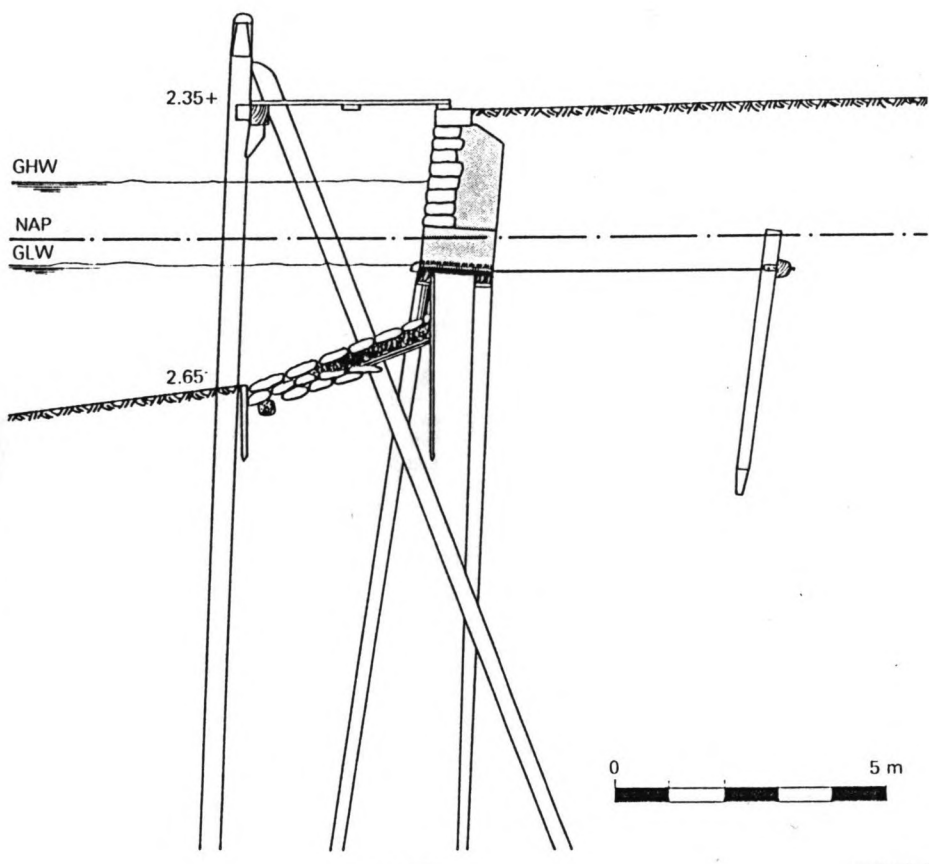
Andere facetten die bij de ontwikkeling hebben meegespeeld, zijn de in de loop der jaren beschikbare bouwmaterialen en de bodemgesteldheid. Vanuit deze visie is de ontwikkeling als volgt te schetsen:

Tot ongeveer 1880 beschikte Rotterdam uitsluitend over een stelsel van havens gelegen aan de Maas, geconcentreerd binnen de "stadsdriehoek" gevormd door de Coolsingel, de Goudse Singel en de Nieuwe Maas (zie figuur 2.1). De toenmalige kaden lagen in havens zoals de Leuvehaven, Scheepsmakershaven, Wijnhaven, Oudehaven, Nieuwehaven en Haringvliet.

Zo'n kade (zie figuur 2.2) bestond uit een horizontale laag elzen palen (dikte 10 a 15 cm.), loodrecht op de kademuur gelegd. Hierop werd een laag (dik 30 cm.) beuken of grenen balken in de lengterichting van de kademuur gelegd. Op deze gevormde doorgaande vloer werd een muur gemetseld, die bij optredende verzakkingen steeds werd verhoogd. De stabiliteit van deze constructies was alleen mogelijk in oude gestabiliseerde rivieroeveren.

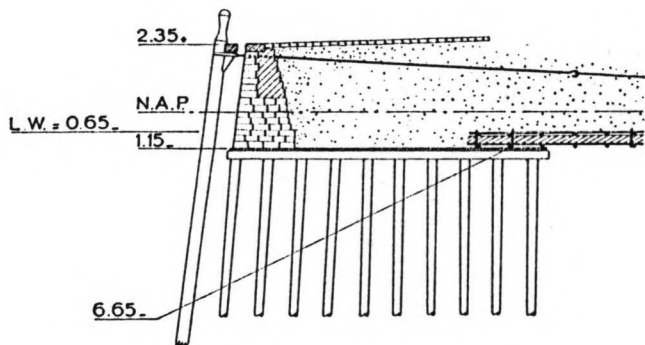
Later werden deze constructies uitgevoerd met een fundatie op houten palen (zie de figuren 2.3 en 2.4). De waterdiepte voor dit type muur was ongeveer 2.5 meter.

Vanaf 1600 tot 1850 hebben zich nauwelijks veranderingen



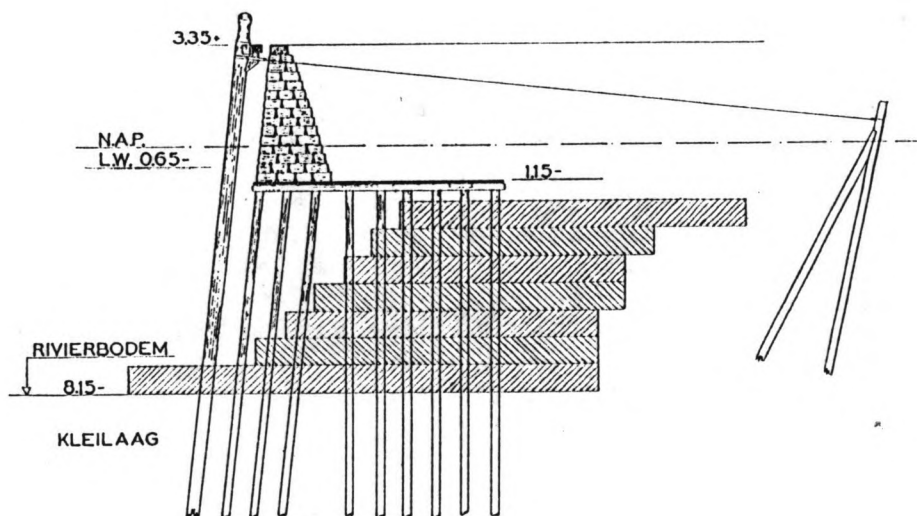
figuur 2.5

Nassaukade anno 1872



figuur 2.6

Kademuur Boompjes anno 1883,
eerste toepassing duikerklok



figuur 2.7 Kademuur Wilhelminakade anno 1891

voorgedaan in diepgangen van schepen (maximaal 5 meter). Door het verschil in diepgang en waterdiepte voor de kademuur, werden de schepen op enige afstand van de kade afge-meerd tegen een houten palenrij. Hierdoor was de horizontale kracht op de kade niet groot. Doordat de dimensies van de schepen dus niet toenamen en zij bovendien toch niet aan de kademuur zelf behoefden af te meren zijn dit soort construc-ties lange tijd mogelijk geweest. Zelfs in 1872 zijn op het Noordereiland en aan de Nassaukade nog dit type muren gebouwd (zie figuur 2.5).

De opkomst van de stoomvaart in de 2e helft van de 19e eeuw betekende het behandelen van een groter type schepen.

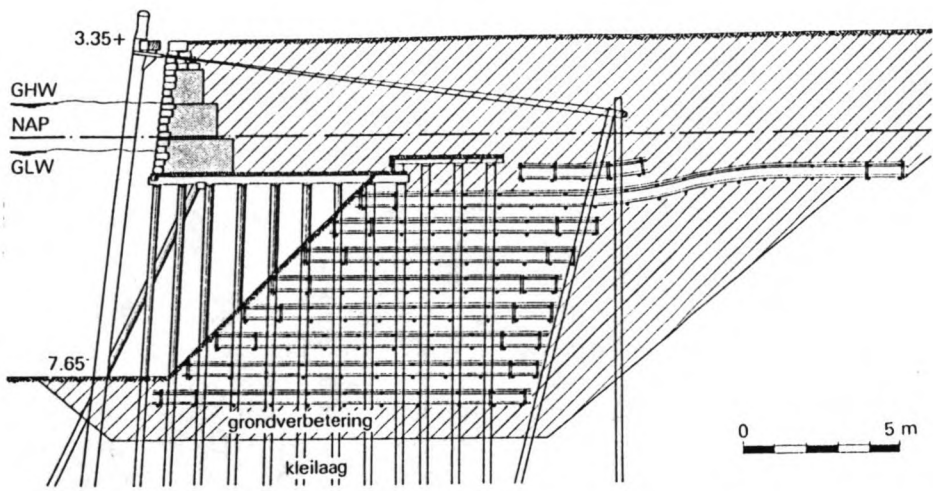
Zij vereisten een directe afmering aan de kade. De ver-eiste waterdiepte voor de kade werd 5.5 meter. Bovendien moesten er vloedvrij gelegen haventerreinen komen (3.5 meter boven laagwater), rekening houdend met hogere bovenbelastingen.

De kaden in de havens in de "stadsdriehoek" waren hiervoor niet geschikt. Zo werd er in 1870 (samenvallend met het graven van de Nieuwe Waterweg) begonnen met de aanleg van nieuwe havens op de Linkeroever (Binnenhaven, Spoorweghaven en Koningshaven). Bij de aanleg van deze kaden kwamen problemen naar voren:

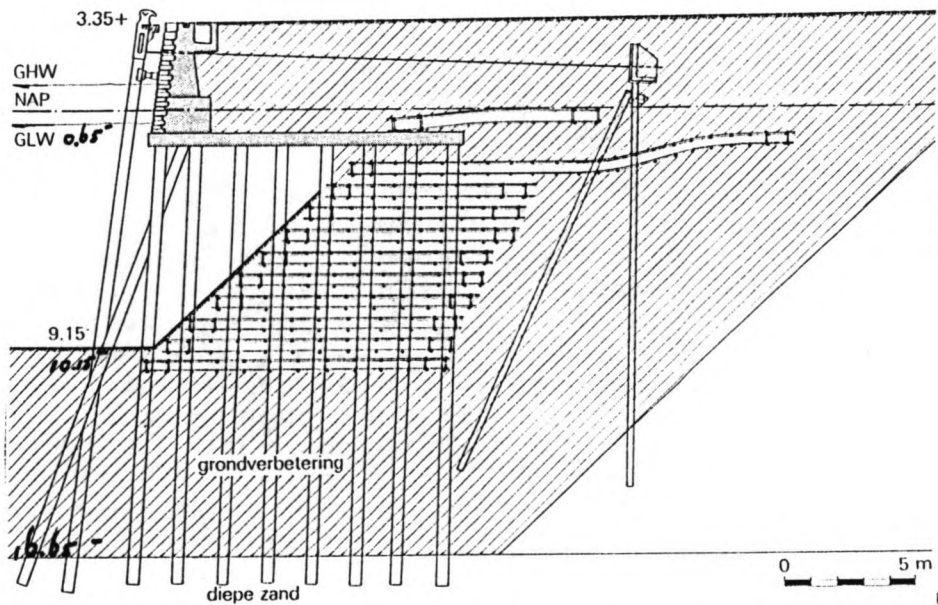
Ten eerste dat de uitvoering "in den droge" te riskant was bij grotere kerende hoogtes, omdat er geen tegendruk van water is. Men ging zo het werk "in den natte" uitvoeren. Bovendien moest er rekening worden gehouden dat de houten vloer (figuur 2.6) onder laagwater bleef, omdat er anders rotting op zou treden. Dit laatste werd opgelost door gebruikmaking van een duikerklok.

Ten tweede het probleem van het stabiliseren van de oevers voordat met de bouw van de eigenlijke muur begonnen kon worden. Dit werd opgelost door het vormen van een rijzendam, door meerdere zinkstukken op elkaar af te zinken. Hierdoor kan het onderwatertalud vanaf de havenbodem steiler worden opgezet en kan de rijzendam de horizontale belasting onder de vloer opnemen (zie figuur 2.7).

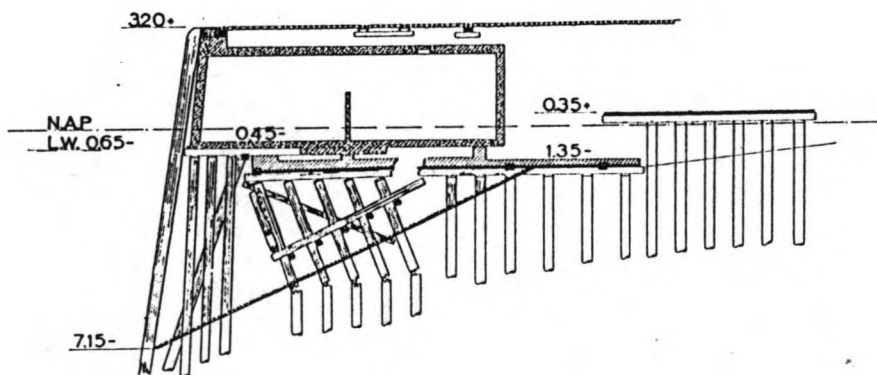
Na het leggen van de zinkstukken, diende men enige jaren te wachten totdat de grond zich had gezet om daarna met behulp van de duikerklok met de bouw van de muur te beginnen. Als eerste moesten daarbij palen door de zinkstukken worden geheid. Op deze palen werden kessen gelegd, waarover een houten vloer (dik 8 cm.) volgde. Op deze vloer plaatste men kademuurblokken. Dit zijn voorafgemaakte muurmoten lang ruim 2 meter, hoog ongeveer 1.5 meter en een gewicht van 30 ton. De bovenkant lag dan op hoogwaterniveau. Tenslotte kon men dan zonder waterhinder de muur verder opmetselen.



figuur 2.8 Kademuur aan de Rijnhaven anno 1901



figuur 2.9 Kademuur Maashaven anno 1905



figuur 2.10 Herstelling kademuur Spoorweghaven anno 1905

Dit nieuwe systeem is voor het eerst toegepast in 1891 bij de Wilhelminakade (figuur 2.7) en werd vervolgens gebruikt bij de aanleg van Parkhaven (oostzijde), Admiraliteitskade, Rijnhaven, de beide Katendrechtste havens, Nassaukade, Parkkade, op het Noordereiland, Veerhaven, Schiehaven, Maaskade en een deel van de Lloydkade.

In 1898 en 1900 stortten respectievelijk een deel van de Wilhelminakade en de Westerkade in. Als gevolg hiervan zijn toen de volgende verbeteringen ingevoerd:

Men begon met gedeeltelijke grondverbetering onder de rijzendam en zinkstukken met zand in plaats van met klei af te zinken.

Bovendien werden schoorpalen geïntroduceerd. Men heide eerst één later twee rijen schoorpalen (zie figuur 2.8).

Nadat een deel van de Rijnhaven instortte, besloot men tot volledige grondverbetering.

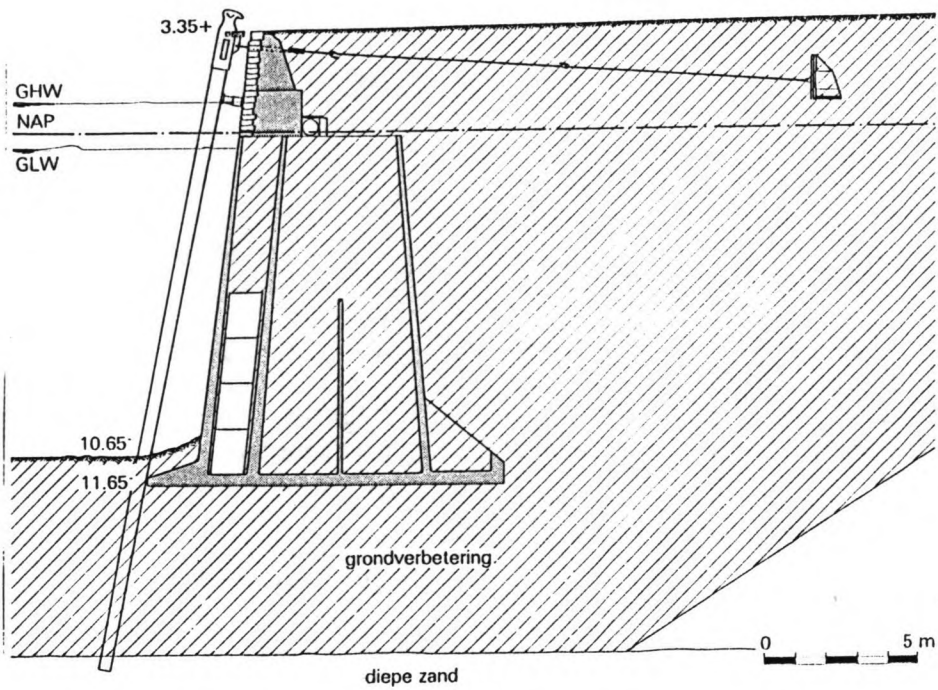
Dit hield in dat men niet ongeveer 3 meter klei en veen afgroef, maar de lagen afgroef tot het natuurlijk zand op 16 meter beneden laagwater, alvorens het weer aan te vullen met zand.

Doordat de palen vaak beschadigden, ging men over op zwaardere palen (diameter van 50 cm. i.p.v. 30 cm.).

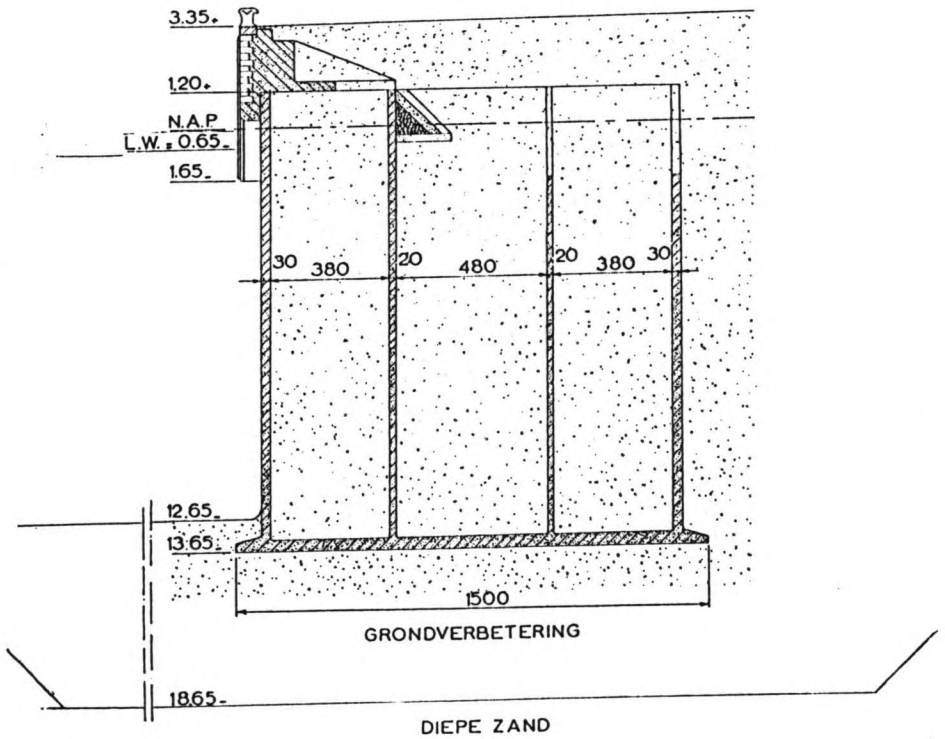
Met de intrede van het constructiemateriaal gewapend beton, werden als eerste houten vloeren vervangen door betonnen vloeren (zie figuur 2.9). In deze figuur is een doorsnede gegeven van de kademuren in de Maashaven gebouwd in de periode 1905 - 1913.

Samen met de introductie van de caissonconstructies, vanaf 1900, betekende dit het einde van de periode van de rijzendam. Dit vooral door het nadeel van de eerder besproken lange stabilisatietijd van de rijzendam, wat de stormachtige ontwikkelingen in het scheepsvervoer in de weg zou staan. Met de caissonconstructie, die tot een waterdiepte van 8.5 meter ging en een kerende hoogte van 12 meter hadden, werden bouwsnelheden gehaald van 40 meter kade per week.

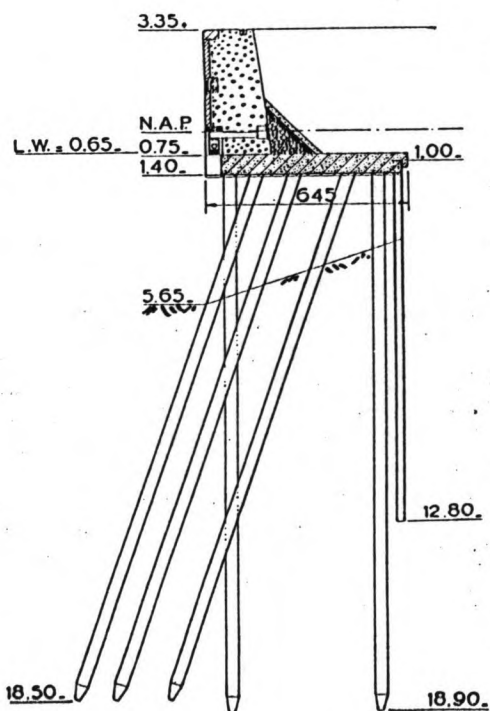
Via het herstellen van een kademuur in de Spoorweghaven in 1905 met behulp van bakken van gewapend beton (zie figuur 2.10), is men op het idee gekomen deze niet zoals in de figuur op palen te plaatsen, maar te stellen op een zandbodem (op staal). Aanvankelijk werd dit gedaan op plaatsen waar deze zandlagen zich op geringe diepte bevonden (St. Jobshaven), maar later ook daar waar een volledige grondverbetering tot op 16 meter onder laagwater toegepast moest worden. Na vulling en achteraanvulling van deze caissons met zand werd hierop de verdere opbouw gerealiseerd (zie figuur



figuur 2.11 Kademuur aan de IJssel- en Lekhaven 1913-1916



figuur 2.12
Caissonmuur Merwehaven anno 1930-1932



figuur 2.13 Kademuur Spoorweghaven anno 1954

2.11). Er kon hierbij toen een diepte van ongeveer 10.5 meter voor de kade en een kerende hoogte van 14 meter bereikt worden, wat al een vooruitgang van 2 meter was ten opzichte van de rijzendam.

De overgang van de rijzendam naar de caissonmuur is echter niet plotseling geschied. Lange tijd werden beide methoden naast elkaar toegepast:

1906	Schiehaven	rijzendam
1906/1908	St. Jobshaven	caissons
1907	Lloydkade	caissons/rijzendam
1908	Schiehaven	rijzendam
1909	Schiehoofd	rijzendam
1913/1916	IJssel en Lekhavens	caissons
1913	Waalhaven n.w.z.	rijzendam (laatste)
1920/1921	Waalhaven n.z.	caissons

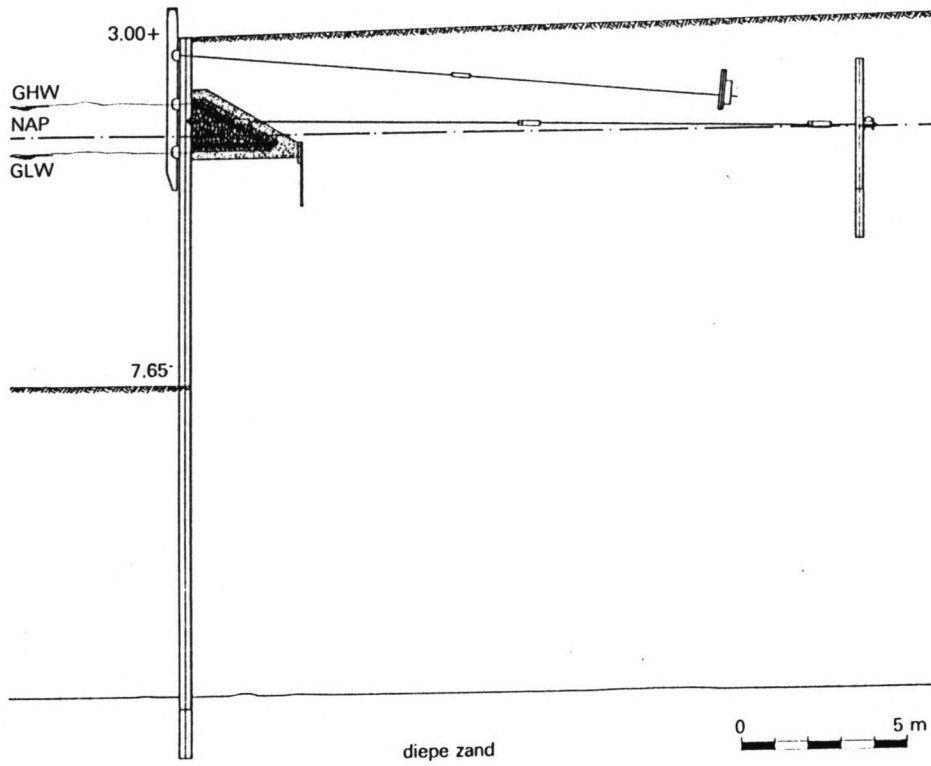
Het grootste werk in caissonbouw kwam in de jaren 1930 - 1932 in de Merwehaven tot stand, met een lengte van 4228 meter (zie figuur 2.12). Deze haven, de grootste stukgoedhaven aan de Rechteroever werd aangelegd tussen 1923 en 1932. In tegenstelling tot de eerdere caissons echter nu uitgevoerd met vertikale wanden waardoor men sneller en efficiënter kon werken. Een ontwikkeling die is voortgekomen uit de havenbouw in voormalig Ned. Indië. In diezelfde tijd werd ook de kade van pier 6 (noordzijde) in de Waalhaven op deze wijze geconstrueerd. De (gewichts)constructies die hierbij ontstonden hadden waterdiepte voor de kade van 10 tot 12 meter en kerende hoogtes van 14 tot 16 meter.

Een nadeel echter van deze bouwmethode waren de extreme kosten in zake de noodzakelijke grondverbeteringen. Caissons zijn immers op staal gefundeerd.

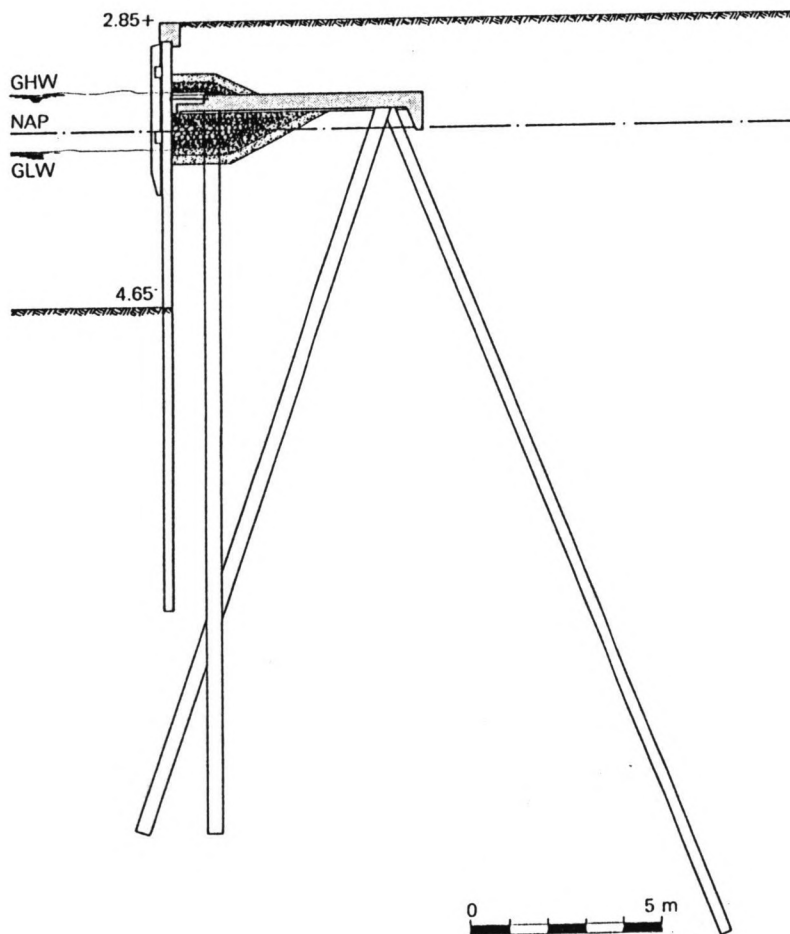
In 1950 werd door de opkomst van de stalen damwand (reeds in 1930) en de gewapend betonpalen een nieuwe constructie geïntroduceerd, welke de nadelen van de caissonconstructie wegnam.

De constructie bestaat uit een gewapend betonnen vloer en bovenbouw, gefundeerd op een betonnen schoorpalen met als waterafdichting een stalen damwand achter de vloerplaat in plaats van een rijzendam of caisson. De horizontale gronddruk werd nu niet meer door een rijzendam of een gewichtsconstructie (caisson) opgenomen, maar via een damwand op de kademuur overgebracht. Dit heeft een groot aantal schoorpalen tot gevolg (zie figuur 2.13), waardoor zij nu opeens meer schoorpalen dan verticale palen kreeg. Dit vooral bij een slappe ondergrond.

In deze tijd zijn er ook damwandconstructies toegepast, die verankerd waren aan achter de kade gelegen ankerwanden



figuur 2.14 Kademuur aan de Parkkade 1954



figuur 2.15 Kademuur aan de Oosterkade 1961

(zie figuur 2.14) of direct aan de damwand verbonden ontlastvloer (zie figuur 2.15). De diepte voor dit soort constructies gingen tot 10 meter beneden laagwater. Deze kaden waren voornamelijk bestemd voor stukgoedoverslag (4 ton/m²). Bij gebruik voor massagoed (kolen, erts, -schroot) kon de belasting wel oplopen tot 15 ton/m². Verder moest de constructie berekend zijn op zware lijnlasten (havenkranen b.v. Waalhaven, westzijde).

Bij de uitbreiding van pier 6 aan de Waalhaven ging men over tot volledige grondverbetering (zie figuur 2.16). Hierbij bestond de damwand uit een scherm van gewapende betonpalen die zowel een zandkerende als een dragende functie heeft. Doordat de ontlastvloer te allen tijde onder water ligt (laag gelegen ontlastvloer), was een dure hulpdamwand noodzakelijk.

Om de kosten van zo'n hulpdamwand uit te sparen werd in 1956 een stukgoedkade gebouwd met een boven normaal hoogwater gelegen vloerplaat, wat een lagere bovenbelasting (bestaande uit eigen gewicht en bovenliggende grond) van de vloer betekende. Samen met het feit van een kleine bovenbelasting (2.5 ton/m²) en toch grote horizontale belastingen (zie figuur 2.17) had dit instabiliteit tot gevolg. Ondanks dat men hierdoor de vloerplaat moest verbreden, was deze methode toch goedkoper dan een dieper gelegen vloerplaat met tijdelijke hulpwandconstructie.

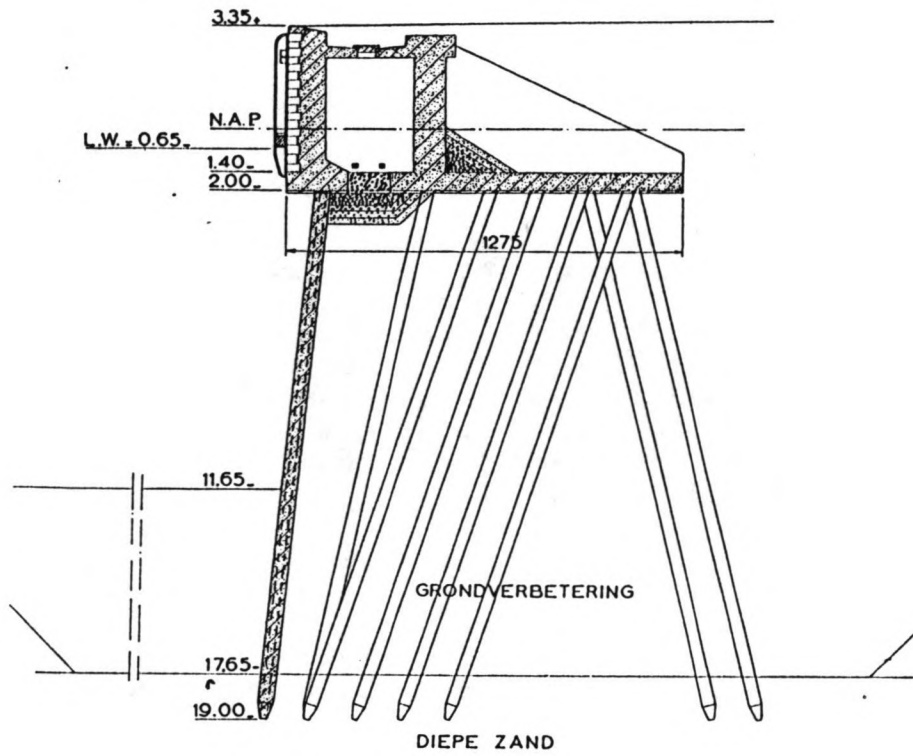
Echter voor massagoed met grotere kerende hoogtes werd toch soms weer de caissonmethode toegepast (Waalhaven pier 7 1957-1959).

Desalniettemin waren de 50-er jaren toch de laatste jaren van het ontwerpen en bouwen van caissonmuren. De oorzaak hiervan lag voornamelijk in het financiële vlak.

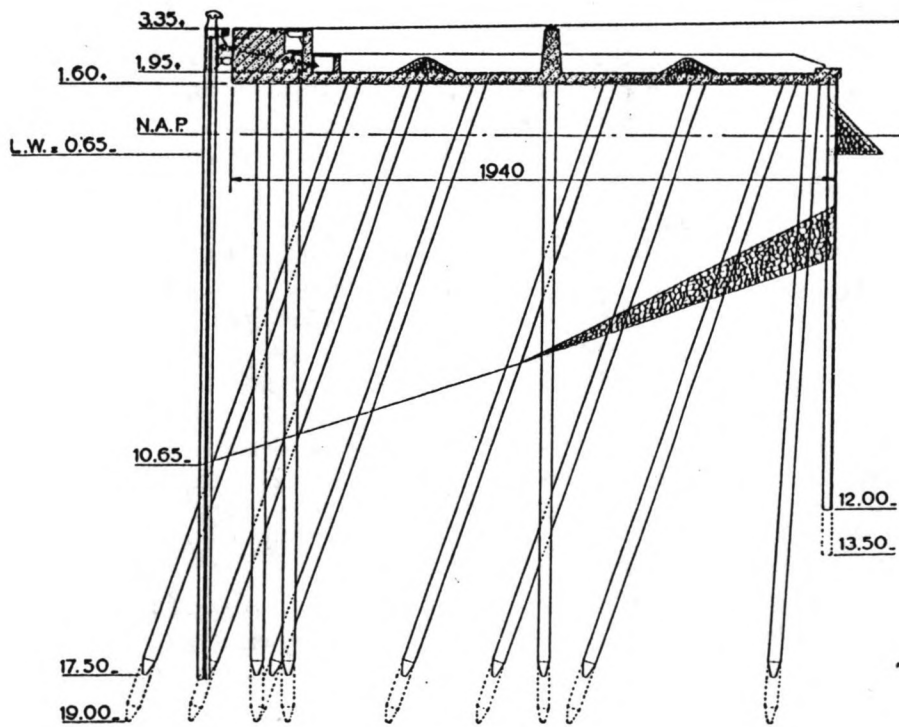
Van oudsher was het aanbrengen van een (volledige) grondverbetering noodzakelijk en als men tegelijk met dit werk elders de caissons prefabriceerde dan was dit inderdaad de snelste en meest efficiënte methode. Dit was zeker het geval bij de langere aan te leggen kaden. De kosten van de hulpwerken (drijvend of vast dok, afbouwsteigers, bekisting) wordt dan per meter kade lager.

Maar, nadat omstreeks 1960 de verticale zanddrainage vaker toegepast werd, waardoor de van oudsher noodzakelijke grondverbetering overbodig werd, was het belangrijkste voordeel van de caissonbouw (het parallel kunnen laten lopen van de verschillende bouwactiviteiten) verdwenen en werd het economischer uit te zien naar andere constructies.

De vraag naar grotere waterdieptes bleef aanwezig. Zo werd de kademuur met gewapende betonvloer en deze bovenbouw gefundeerd op een dragende en kerende damwand met een



figuur 2.16 Kademuur pier 6 Waalhaven 1956



figuur 2.17 Kademuur pier 1 Waalhaven 1956

paalbokstelsysteem verder ontwikkeld. De te halen kerende hoogtes werden allengs groter (Eemhaven 15 meter (zie figuur 2.18), St.Laurens haven 18 meter).

In 1968-1969 werd de eerste kademuur voor ertsoverslag met dit systeem ontworpen. Deze is gelegen aan het Calandkanaal, bestemd voor EECV en heeft een kerende hoogte van 24 meter (zie figuur 2.19).

Tevens werd er een kade aan de Mississippihaven (EKOM) aangelegd, die een kerende hoogte van zelfs 26,5 meter kreeg.

Een studie in 1976 had ondertussen bewezen dat een kademuur met een diep gelegen ontlastvloer qua kosten en kwaliteit het beste zou zijn. Naar dit principe werd verder gegaan.

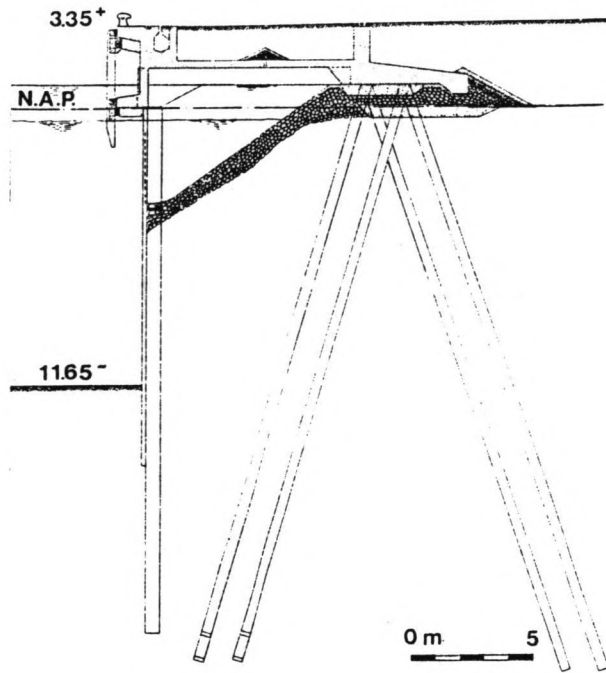
In 1983 werden bovengenoemde twee kades verlengd. De verlenging van de EECV-kade kreeg een kerende hoogte van 29.5 meter en een waterdiepte van 24 meter voor de kade. Bij de EKOM-kade ging dit om respectievelijk 29 en 23.5 meter (zie figuur 2.20). Een ander voorbeeld van een ook in die tijd gebouwde kade, bestemd voor het containeroverbedrijf ECT is weergegeven in figuur 2.21.

Voor de ontwerpen van de EECV en ECT kaden werd als ontlastconstructie een holle koker toegepast. Hierdoor werd een lagere paalbelasting bereikt. De horizontale stabiliteit werd verzorgd door een horizontale achterwaartse verankering, waarbij het ankerschot in principe uit een geheide stalen damwand bestaat die eventueel als landzijdige kraanrail kan fungeren (Deltaterminal van ECT).

In deze paragraaf is de ontwikkeling van de kademuren gegeven die nog eens grafisch is weergegeven in figuur 2.22. Hieruit blijkt dat in de loop der tijd de nieuwe kademuren steeds grotere kerende hoogtes kregen en voor steeds hogere belastingen gedimensioneerd moesten worden.

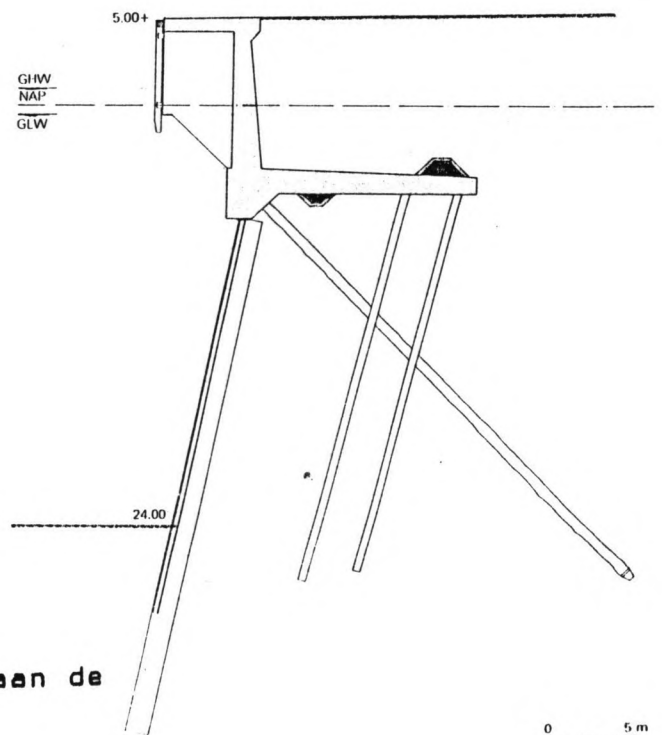
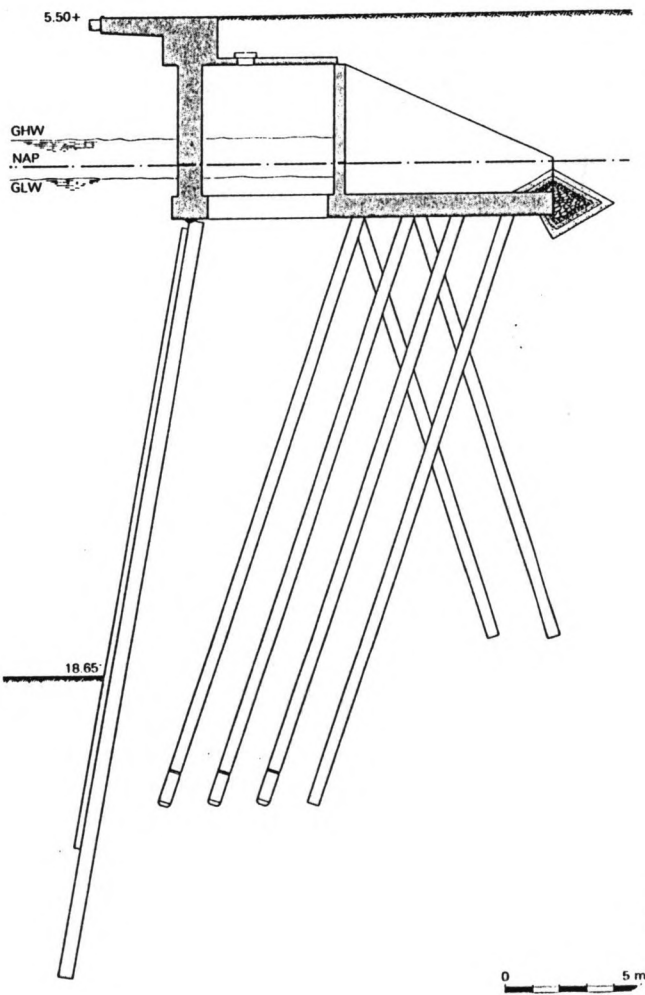
Echter de oudere kades voldoen niet aan de nieuwe eisen. Veel voorkomende problemen zijn bijvoorbeeld het plaatsen van andersoortige en zwaardere kranen op de kademuren of het aanbrengen van grotere waterdiepte voor deze muren dan waarvoor men bij het oorspronkelijk ontwerp was uitgegaan. Ook de aanwezige remmingwerken voor de kademuren voldoen vaak niet meer aan de eisen van de nieuwe scheepstypen.

In hoofdstuk 3 zal hierop verder worden ingegaan.



Figuur 2.18 Kademuur Eemhavengebied 1963-1965

figuur 2.19 Kademuur (EECV) aan het Calandkanaal 1968-1969



figuur 2.20 Verlenging kademuur (EKOM) aan de Mississippihaven 1983

2.3 Herstructurering Havens

Een haven zal steeds in zijn voorzieningenpakket en procedures "up to date" moeten zijn, wil het in de race met concurrerende havens voor kunnen blijven. De van oudsher op de traditionele stukgoedoverslag afgestemde inrichting van de havens staat hierbij in de weg. De redenen van deze verzwakking zijn ontstaan door de volgende feiten:

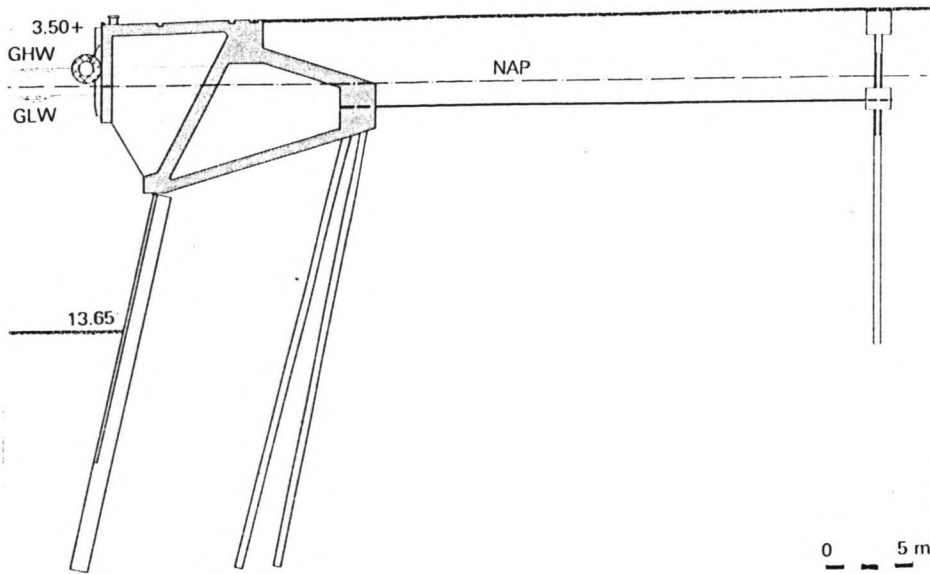
- De opkomst van gespecialiseerde stukgoedoverslagbedrijven bij concurrerende havens.
- Het gespreid zitten van bedrijven over meerdere lokaties
- De verscheidenheid in het scheepsaanbod is veel groter dan voorheen
- De onderlinge verschillen tussen bedrijven is groter geworden, b.v. terwijl het ene bedrijf nog sterk conventioneel is georiënteerd, verkeert een ander bedrijf reeds in een overgangsfase naar een modern multipurpose-overslagbedrijf of heeft die overgang reeds achter de rug. Deze verschillen kunnen zelfs bestaan tussen meerdere lokaties van hetzelfde bedrijf!

Door bovengenoemde redenen is de volgende situatie ontstaan:

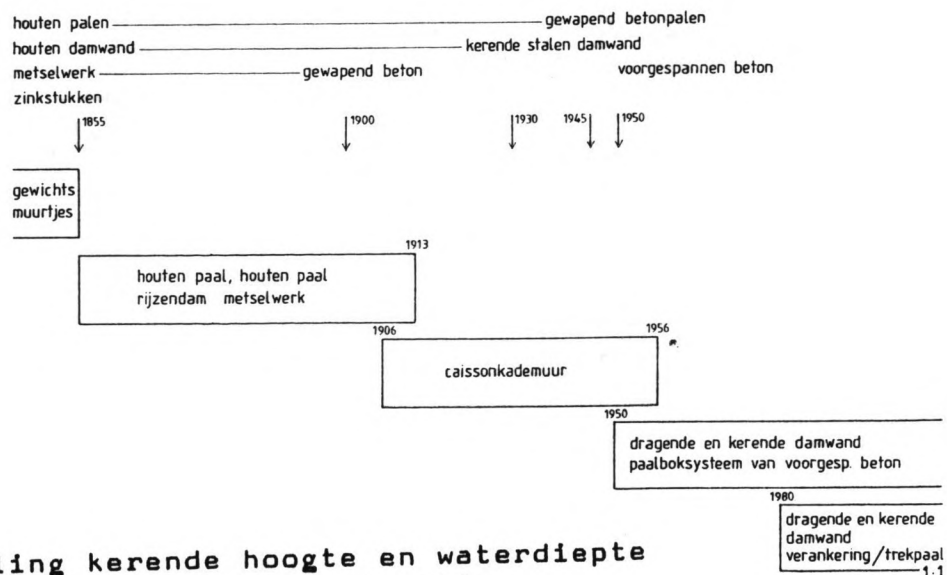
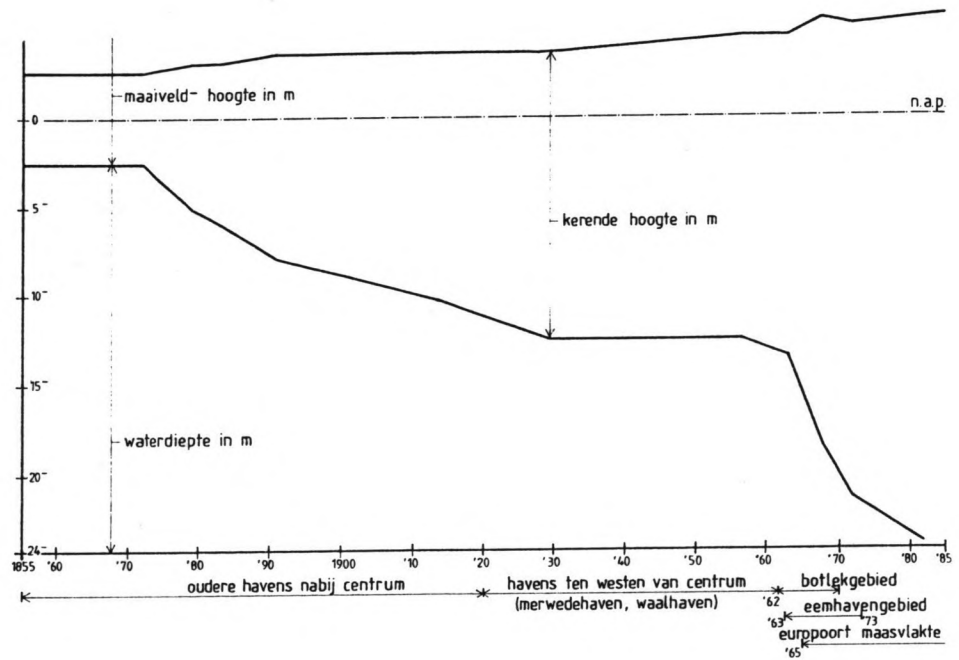
- Een overcapaciteit voor de conventionele stukgoedoverslag met een scherpe concurrentie tussen de bedrijven onderling en een slechte rentabiliteit van de sector als geheel.
- Gestaag afbrokkelend bestand aan arbeidsplaatsen, waarbinnen weer de funtie-eisen aan veranderingen onderhevig zijn. De arbeidsinzet bij de containeroverslag is slechts 10% van wat nodig is bij conventionele overslag c.q. stukgoed.

Als antwoord hierop heeft de Gemeente Rotterdam middels de zogenaamde "voorfinanciëring" getracht de investeringsdrempel te verlagen, wat slechts in enkele gevallen geslaagd genoemd mag worden. Dit ondanks subsidies van de nationale overheid via de Nehem (vanaf 1981).

Vandaar dat er een Kaderplan Herstructurering Oude Havens werd opgesteld, waarin nadrukkelijker dan ooit wordt weergegeven met welke plannen de totale sector ondersteund kan worden. Dit rapport is opgesteld door het Havenbedrijf der Gemeente Rotterdam en in februari 1985 aangeboden aan het College van Burgemeester en Wethouders van de Gemeente Rotterdam. Er is toen tevens een kredietaanvraag ten behoeve van de infrastructurale werken ingediend. Enkele belangrijke aspecten van dit rapport zullen in de volgende paragraaf worden besproken.



figuur 2.21 Kademuur aan de Containerhaven (ECT) Maasvlakte 1983



figuur 2.22 Ontwikkeling kerende hoogte en waterdiepte alsmede toegepaste bouwconstructies

2.4 Kaderplan Herstructurering Oude Havengebieden

De noodzaak tot spoed

De verschijningsvorm van de ladingsstromen zal in toenemende mate gaan bestaan uit containers, ro-ro en units en in mindere mate uit conventioneel stukgoed (kisten, zakken en kratten). Door de vele jaren die er inmiddels met de voorbereiding van en overleg over de herstructurering van de stukgoedsector gemoeid zijn, dreigt de in de Rotterdamse haven aanwezige infra- en superstructuur in snel tempo niet meer aan de eisen van deze tijd te voldoen.

Door het Havenbedrijf is veel moeite gedaan in overleg met de betrokken bedrijven om zo tot afspraken ten aanzien van de urgente aanpassingen te komen.

De stukgoedsector vertegenwoordigt sterk het imago van de haven en zal bij verbetering een positief effect hebben op het imago van de gehele haven.

De prognose van de stukgoedstromen en de benodigde en beschikbare infrastructuur. Ten aanzien van de goederenstromen worden voor de komende jaren de volgende ramingen gehanteerd (in miljoen tonnen).

	1985	1990	2000
container lo-lo/netto	20.4	31.2	43.0
roll on/roll off	3.7	4.4	6.5
lash/sea bee	1.3	1.3	1.3
overige stukgoed	8.8	7.1	6.0
totaal	34.2	44.0	56.8

Het overige stukgoed wordt verdeeld in een conventioneel deel (kisten, kratten etc.) en de zogenaamde neo-bulklading (hout, metaalwaren, papier, cellulose).

In de "klassieke" stukgoedsector worden heden tevens (in beperkte mate) containers en ro-ro lading behandeld.

Met dit gegeven zijn prognoses van de overslag in de klassieke stukgoedsector afgeleid. De cijfers staan hierna vermeld, waarbij de investeringsvarianten die in het Kaderplan worden voorgesteld, vergeleken worden met de "doe niets-variant":

	1990	2000	2010
Investeringsvarianten	14.1	15.4	16.3
Doe niets-variant	13.4	12.0	10.5
Vershil	0.7	3.4	5.8

Uit deze prognoses voor de klassieke stukgoedsector is de vertaalslag naar de benodigde infrastructuur gemaakt met behulp van een aantal kengetallen:

De in februari 1985 in gebruik zijnde bruto oppervlakte voor de klassieke stukgoedsector bedraagt :

228 ha.	
geplande uitbreidingen :	31 ha.
aanwezige reserves :	22 ha.
totaal :	281 ha.

Het aantal hectares dat zijn stukgoed behandelingsbestemming verliest :

35 ha.	
resultaat :	246 ha.

Het vereiste oppervlakte op grond van prognoses bedraagt 233 hectares. Hieruit volgt dat het aantal hectares, volgens het plan beschikbare oppervlak en het aantal hectares benodigd redelijk in overeenstemming is.

De concurrentiepositie van de haven in de stukgoedsector

Door de krappe markt zijn de havens onderling in een felle concurrentiestrijd verwickeld. Zo heeft de haven van Rotterdam tegenstand van Antwerpen en in mindere mate van Hamburg te duchten. Bovendien worden er aangepaste en nieuwe faciliteiten in Zeebrugge, Bremen en ook weer Hamburg aangelegd. Ter illustratie de volgende cijfers, wat betreft overslag stukgoed (in miljoenen tonnen):

	1980	1983
Rotterdam	11.8	10.9
Antwerpen	19.2	21.8

Teneinde in deze concurrentieslag het hoofd boven water te kunnen houden, dient een haven zeer spoedig aanpassingen te verrichten in de vorm van grotere terreindiepte, open ruimte met efficiënte overslag en opslag, en diepere ligplaatsen. Naast deze infrastructurale aanpassingen zal ook de suprastructuur voor een efficiënte afhandeling geschikt gemaakt moeten worden (lay-out en equipment).

Een laatste verbetering is die van het servicepakket, door clustervorming van de respectievelijke bedrijven.

Werkgelegenheid

Zoals bekend loopt de werkgelegenheid in de stukgoedsector al gedurende een aantal jaren sterk terug en staan er zo vele banen op de tocht. Stakingen zijn al zaken van dagelijkse orde. Iets wat op haar beurt het beeld en de positie van de haven verder afzwakt. De achteruitgang in werkgelegenheid wordt voornamelijk bepaald door:

- het absolute bedrijvigheidsniveau (het totale overslagvolume)
- de structurele veranderingen binnen het ladingpakket

Prognoses met betrekking tot het werkgelegenheidseffect zijn:

Investeringsvariant	1990	2000
direct	2.948	2.640
indirect	649	660
beamten	400	350
spin-off	13.906	12.980
totaal	17.903	16.630

Doe niets-variant	1990	2000
direct	2.853	2.160
indirect	628	540
beamten	400	350
spin-off	13.184	10.410
totaal	17.065	13.460

Hieruit volgt het netto werkgelegenheidseffect nl.
838 3.170

Hierbij komt dan nog de netto werkgelegenheid in de bouwfase bij het uitvoeren van de aanpassingen. Deze zijn geraamd op 2.186 manjaren.

2.5 Conclusie

Het blijkt dat een haven (in dit geval die van Rotterdam) zijn leidende positie slechts kan behouden als men tracht zich continu aan de eisen des tijds aan te passen, waarvoor dan ook destijds dringend aandacht is gevraagd van het College van B. en W. van Rotterdam.

In het volgende hoofdstuk zal dan ook besproken worden hoe havens in de wereld hun voorzieningen aan de steeds hogere eisen in het verleden en heden hebben aangepast of zullen aanpassen. We beperken ons dan tot de kademuurconstructies.

3 OVERZICHT RENOVATIES VAN KADEMUREN IN DE WERELD

In dit hoofdstuk zal een overzicht gegeven worden van een aantal kademuurrenovaties, die in Nederland danwel in het buitenland zijn uitgevoerd.

Van een kademuur in een haven zal de oude situatie gegeven worden waarna beschreven wordt hoe men deze muur aan de hogere eisen heeft aangepast.

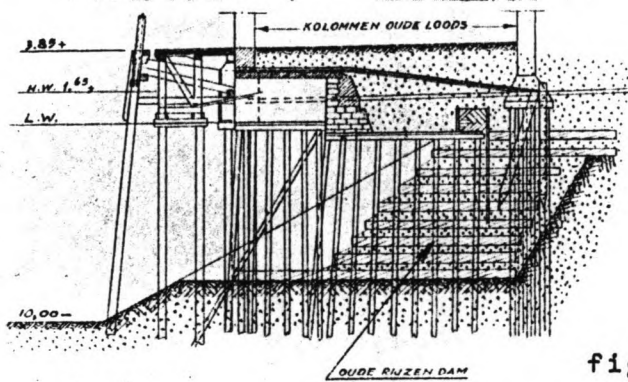
Indien de gegevens beschikbaar waren is tevens vermeld wie de opdrachtgever, ontwerper, aannemer en wat de bouwperiode, kosten met betrekking tot de renovatie zijn.

De renovaties vlak na de Tweede Wereldoorlog in Rotterdam kwamen meestal neer op herstel van de beschadigde muren waarbij zo mogelijk met de toekomstige ontwikkelingen rekening gehouden werd.

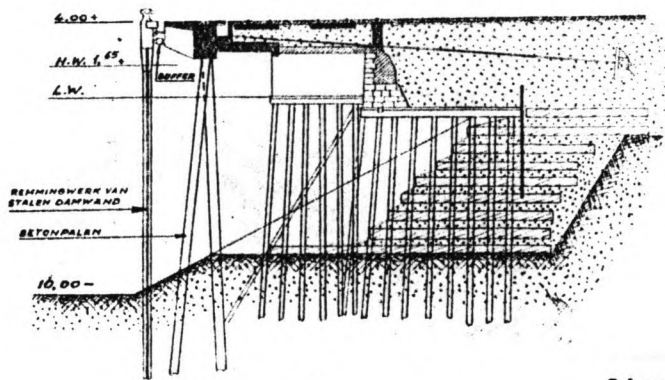
De renovaties van de laatste jaren komen neer op het mogelijk maken van een grotere waterdiepte voor de kademuur waardoor dieperstekende schepen behandeld kunnen worden.

De onderzochte renovaties in wereld zijn:

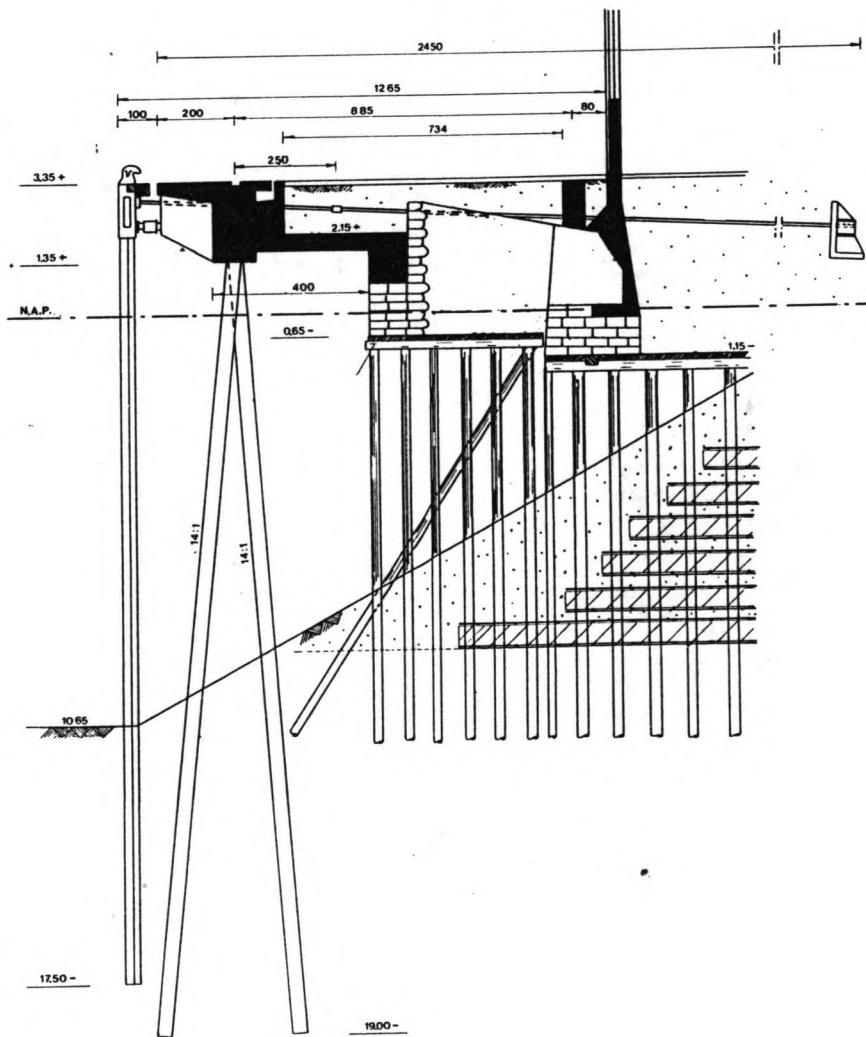
1. Nieuwe Maas (Wilhelminakade)	Rotterdam
2. Merwehaven	Rotterdam
3. Waalhaven (Oostelijke kaden)	Rotterdam
4. Waalhaven (Westelijke kaden)	Rotterdam
5. Rijn en Maashaven	Rotterdam
6. Waalhaven (Westelijke kaden)	Rotterdam
7. Waalhaven (Oostelijke kaden)	Rotterdam
8. Merwehaven (mond westzijde)	Rotterdam
9. Maashaven (mond noordzijde)	Rotterdam
10. Nieuwe Haven	Zierikzee
11. Oude kademuur Welle	Deventer
12. Port-Arthurkaai	Gent
13. O'Swaldkai	Hamburg
14. Reiherstiege Süd	Hamburg
15. Predohlkaj	Hamburg
16. Columbuskaje	Bremen
17. Kreishafens Nord	Rendsburg
18. Dooley Terminal	Felixstowe
19. Landguard Terminal	Felixstowe
20. Quay de Safi	Oran



figuur 1 Oude kademuur Wilhelminakade



figuur 2 Nieuwe kademuur Wilhelminakade



1. NIEUWE MAAS (WILHELMINAKADE) / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever: Gemeente Rotterdam
Ontwerper : Gemeentewerken afd. Havenwerken
Aannemer : Mij. Havenherstel N.V.
Bouwperiode : 1948
Kosten :

Oude situatie

Na de 2e W.O. was er vrij geringe schade toegebracht aan de kaden langs de Wilhelminakade aan de Nieuwe Maas.

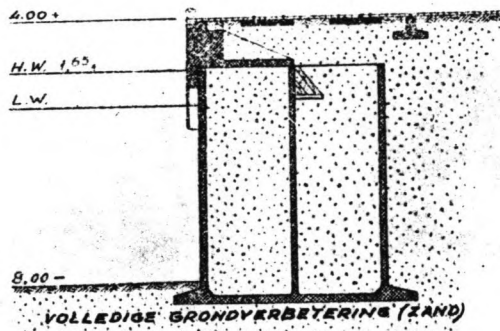
Voor de oorspronkelijke kademuur was reeds tweemaal een steiger gebouwd om een grotere waterdiepte voor deze steiger te kunnen baggeren dan die waarop de oude muur was berekend. Deze tweede steiger was enigszins beschadigd en bovendien verouderd en diende gesloopt te worden (zie figuur 1).

Renovatie

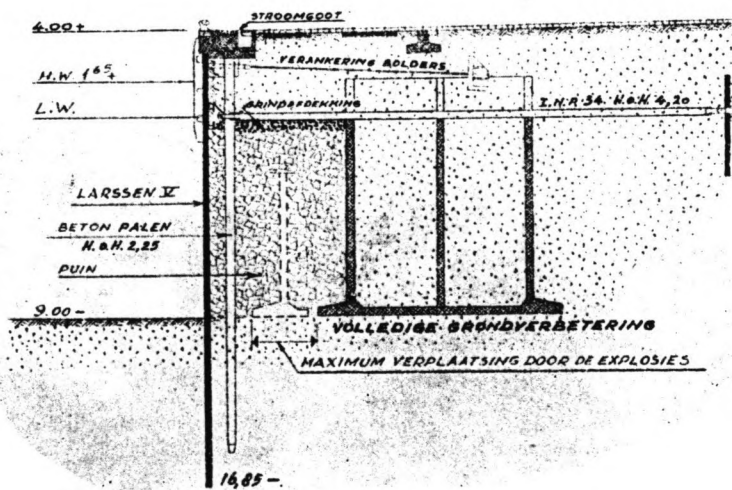
De tweede steiger werd gesloopt en vervangen door een moderne constructie rustende op betonpalen. Deze werd door een plaat van gewapend beton verbonden met de eerste steiger, welke nog bruikbaar was (zie figuur 2). Voor dit nieuwe front staan remmingspalen (twee aan elkaar gelaste damwandprofielen van het type Larssen N.III) h.o.h. 5 meter. Deze stalen palen werden vervolgens opgevuld met zand als zijnde een experiment en deze voldeden. Houten Oregon-pine palen waren niet beschikbaar.

De bolders werden geplaatst op de koningspalen. Deze koningspalen, h.o.h. 15 meter waren gevormd door twee aan elkaar gelaste damwandplanken van het zwaarste Larssen profiel N.V.. Deze koningspalen geven de scheepstoten via buffers op de consoles van de nieuwe voorbouw door. Troskrachten op deze palen uitgeoefend maakten een verre verankering noodzakelijk. Tussen deze palen stonden dus twee remmingspalen.

De diepte voor de kade nam niet toe.



figuur 1 Oude kademuur Merwehaven



figuur 2 Nieuwe kademuur Merwehaven

2. MERWEHAVEN / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Rotterdam
Ontwerper :
Aannemer : Mij. Havenherstel N.V.
Bouwperiode : 1948
Kosten :

Oude situatie

Behalve kademuurconstructies op palen dienden er in de Merwehaven ook caissonconstructies (zie figuur 1) gerepareerd te worden. Het bleek dat na de 2e W.O. de voorste wanden van de caissons geheel open lagen en dat ook de andere wanden zwaar beschadigd waren. Maar erger was het dat sommige caissons van hun plaats gekomen waren en dat enkele ongeveer 2 meter naar voren waren gekomen en dus ongeschikt waren voor een nieuwe bovenbouw.

Het maken van een tweede kademuur voor de oude was de enige aanvaardbare oplossing.

Renovatie

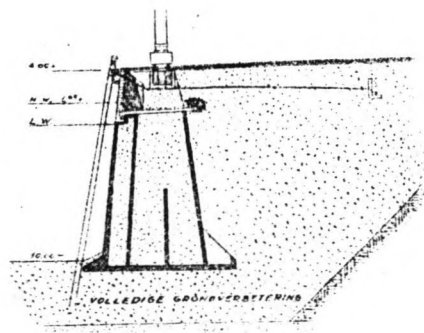
Beperking met betrekking tot de renovatie was dat men niet ver naar voren kon bouwen. Er was namelijk een smal bassin aanwezig en bij het nog smaller maken hiervan kwam de scheepvaart in gevaar. Dit betekende dat men er geen caissons voor kon plaatsen of een kademuur op palen.

Een oplossing werd gevonden in het toepassen van een verankerde stalen damwand wat nauwelijks ruimtebeslag betekende. Door de grondverbetering zal de damwand niet veel vooruit komen. Een ander voordeel is dat de oude caissons een deel van de horizontale druk opnemen.

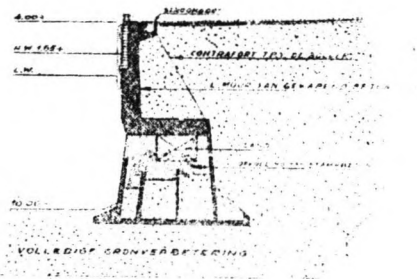
Bovendien werd gezorgd dat de uiteindelijke druk op de damwand beperkt werd door een aanvulling met puin te nemen (een licht materiaal met een grote inwendige wrijving). (zie figuur 2)

De damwand planken van het Larssenprofiel (Larssen V) werden vlak voor de meest vooruitgekomen caissons geheid en langs de kade in een rechte lijn doorgetrokken. De aldus ontstane damwand werd verankerd met stalen balken die op hun beurt aan een tweede wand van kortere damwandplanken verankerd waren. Deze balken lagen onder L.W. wat het toepassen van droog te pompen putten vereiste. Stempelen van deze putten kon voorkomen worden door puin te storten aan de binnenzijde van de damwand tot 1.1 m - L.W. en tijdelijk zand te storten aan de buitenzijde van deze damwand tot 4.35 m - L.W., maar was wel noodzakelijk tijdens het aanbrengen van het zand.

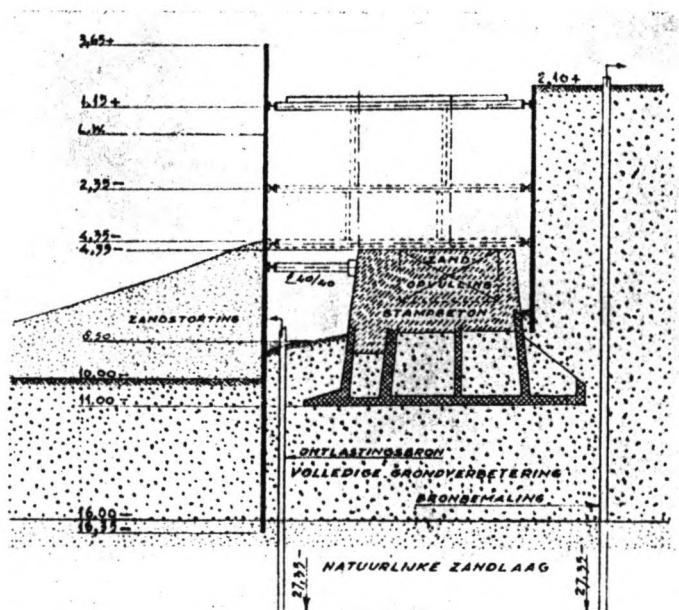
Tussen de voorste damwand en de voorkant van de oude caissons werd nog een rij betonpalen geheid ter ondersteuning van de kopconstructie en om de waterzijdige kraanrail te dragen. De diepte voor de caissons werd vergroot van 8.00 m-NAP naar 9.00 m-NAP.



figuur 1 Oude caissonmuur Waalhaven



figuur 2 Herstelde caissonmuur Waalhaven



figuur 3 Damwandput in de Waalhaven

3. WAALHAVEN (OOSTELIJKE KADEN) / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Rotterdam
Ontwerper : Gemeentewerken afd. Havenwerken
Aannemer : Mij. havenherstel N.V.
Bouwperiode : 1948
Kosten :

Oude situatie

In het oostelijk deel van de Waalhaven kwamen kademuuren voor van het caissonstype zoals in de Merwehaven doch iets minder modern (zie figuur 1). Zij waren echter na de 2e W.O. zwaar beschadigd. De op de caissons gebouwde kademuuren waren verdwenen maar ook de caissons zelf waren zwaar beschadigd. Zij waren echter wel op hun plaats gebleven.

Een oplossing werd dan ook gezocht in het ontwerpen van een nieuwe bovenbouw op de nog intact zijnde resten. De situatie leende zich ervoor om via het leggen van een zanddam in de haven en het droogpompen van het gebied erachter een groot kadedeel droog te leggen.

Renovatie

Om de stabiliteit van de caissons te garanderen werd een laag van 2 meter zand op de bodem voor de caissons gestort en de achteraanvulling over een hoogte van 3 meter afgegraven. Tevens werd de druk van het grondwater verlaagd dat op en neer gaat met het getij door achter de caissons bronnen te plaatsen reikend tot 24 meter onder L.W. Langs de voorzijde van de caissons werden ontlastingsbronnen aangelegd ter voorkoming van drijfzand onder de caissons en om bij het afslaan van de andere bronnen de dan optredende te hoge druk in het grondwater op te vangen.

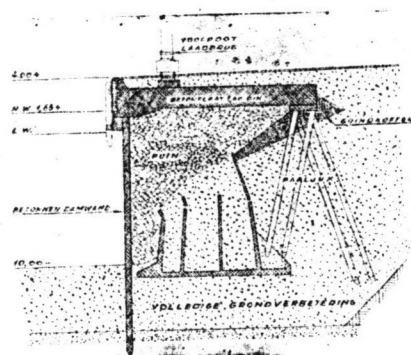
Besloten werd om wat er boven 4.55 m - L.W. gespaard was gebleven, te slopen en ter plaatse van diepe gaten de caissons met stampbeton op te trekken tot dit niveau. In dit stampbeton werden uitsparingen aangebracht die met zand opgevuld werden.

Als de caissonresten op deze manier vlak afgewerkt waren, werd hierop een L-muur van gewapend beton gebouwd (zie figuur 2). Contraforten zijn weer ter plaatse van de bolders aanwezig.

Daar waar de kademuur niet drooggelegd kon worden door middel van het opwerpen van een zanddam diende het te geschieden met behulp van een stalen damwand en stempels. Er diende bemalen te worden tot het niveau waarbeneden de caissons nog intact waren. De volgorde van uitvoering was als volgt (zie figuur 3):

Eerst het heien van een voor en achterdamwand en het aanbrengen van het hoogste stempelraam. Vervolgens zand

storten aan de binnenzijde van de voordamwand, afmalen, slopen en middelste stempelraam plaatsen. Daarna het gestorte zand verwijderen, afmalen, slopen en de onderste stempels stellen. Ten slotte verder afmalen en gaten opvullen met stampbeton, het onderste stempelraam dat zich net boven 4.55 - L.W. bevond (peil onderkant vloer) werd vervangen door een iets lager geplaatste stempeling op de stampbetonnen onderbouw. Daarna werd het middelste stempelraam verwijderd en de L-muur afgebouwd.



figuur 1 Nieuwe kademuur Waalhaven

4. WAALHAVEN (WESTELIJKE KADEN) / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Rotterdam
Ontwerper : Gemeentewerken afd. Havenwerken
Aannemer : Mij. Havenherstel N.V.
Bouwperiode : 1948
Kosten :

Oude situatie

In dit gedeelte van de Waalhaven bevonden zich dezelfde constructies als in het oostelijk gedeelte en ook zwaar beschadigd. Er bestond alleen een verschil in de toekomstige bestemming. De oostelijke kaden waren voornamelijk bestemd voor stukgoedoverslag (4 ton/m²).

De westelijke dienden in de toekomst massagoedbedrijven te huisvesten (7 ton/m²) waarbij er een maximale druk op de kade onder de voorpoot van de laadbrug kon ontstaan van 30 ton/meter. De gerenoveerde constructies zoals die in het oostelijk deel van de Waalhaven waren, zijn hier te instabiel voor. Een constructie voor de oude bouwen kon niet in verband met de vereiste ruimte voor de schepen. De restanten zaten een nieuwe bovenbouw in de weg en men heeft een oplossing gevonden door een nieuwe constructie over de oude te bouwen.

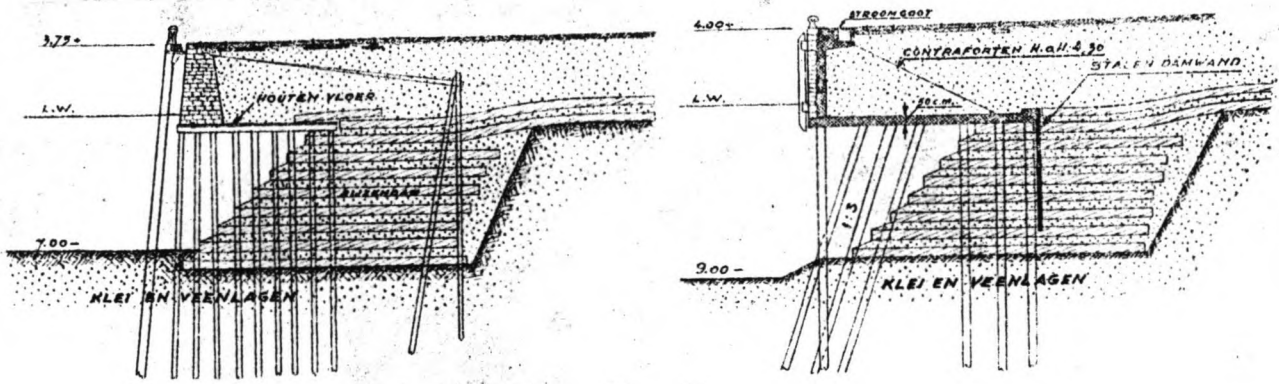
Renovatie

Aan de voorzijde van de op hun plaats gebleven caissons werd een aaneengesloten rij betonnen damwandplanken geheid (zie figuur 1). Deze paaljukken waren achter de oude caissons geslagen en door een betonnen balk aan elkaar gekoppeld. Dit waren 50 cm dikke planken van gewapend beton en onderling verbonden door een gewapend betonnen ligger die in eerste instantie op hulppalen gelegd werd om de planken te verbinden en te verankeren met de paaljukken. Deze betonligger maakt later deel uit van de bovenbouw.

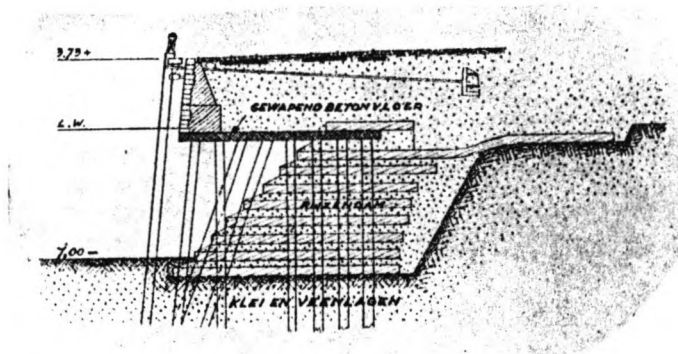
Het geheel werd overbrugd door een zware plaat van gewapend beton voor de overbrenging van de bovenbelasting en de pootdruk van de laadbruggen. Men heeft hier een vlakke plaat voor genomen daar hierbij de onderkant van het betonwerk 65 cm hoger kwam te liggen dan een vloer met balken. Het voordeel, dat hierbij naar voren kwam was dat men hierdoor minder afhankelijk was van het getij en dat een plaat een makkelijke bekisting had.

De horizontale druk op de damwand werd beperkt door met puin aan te vullen tot aan de onderkant van de overbruggingsconstructie. De naden tussen de planken werden open gelaten en er zaten gaten in de planken onder het waterniveau zodat er een gelijke waterstand aan beide zijden van de damwand voorkwam.

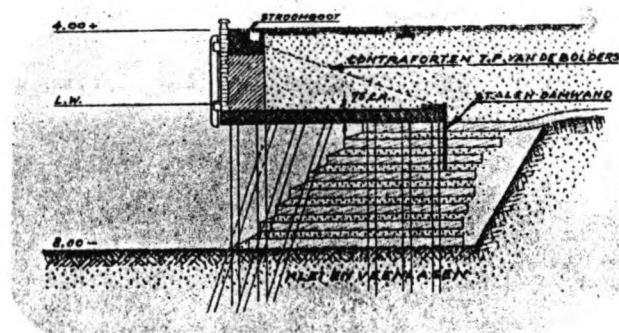
Om uitspoelen van het zand van de achteraanvulling te vermijden werd een grindkoffer bij de paaljukken gemaakt, die tegen de achterwand van de caissons aansloot.



figuur 1 Oude en nieuwe kademuur Rijnhaven type 1



figuur 2 Oude kademuur Rijnhaven type 2



figuur 3 Nieuwe kademuur Rijnhaven type 2

5. RIJN EN MAASHAVEN / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Rotterdam
Ontwerper :
Aannemer : Mij. Havenherstel N.V.
Bouwperiode : 1948
Kosten :

Oude situatie

In de Rijnhaven kwamen twee typen kademuren voor nl:

Type 1, bestaande uit een rijzendam met dunne palen erdoor geheid, waarbij de palen onderling verbonden waren door houten kespen, geen schoorpalen, houten vloer met hierop metselwerk van basaltzuilen. Deze constructie was na de 2e W.O. totaal verwoest en er diende een totaal nieuwe constructie gemaakt te worden. Er werd een oplossing gevonden met ongeveer hetzelfde idee als de oude constructie (zie figuur 1).

Type 2, bestaande uit een rijzendam met zware houten palen erdoor geheid, waarbij de palen onderling verbonden waren door een gewapend betonvloer (zie figuur 2). Deze constructie was minder schade toegebracht en kon gedeeltelijk nog gebruikt worden.

Renovatie

Ook in deze havens werden de kademuren hersteld/gerenoveerd in droog te pompen, door stalen damwand gevormde kuipen. Na droogpompen werd de waterdruk opgenomen door stempels die deze druk doorgeven op een ter hoogte van de achterzijde van de nieuw te maken vloer ingeheide kortere damwand, die op zijn beurt de druk overbrengt aan de achteraanvulling.

De lengte van de voorste damwand kon verkleind worden door een zanddijk te storten en hierin de damwand te heien, waarna later het zand voor de achteraanvulling gebruikt werd.

Bij type 2 had men in de loop der tijd al zwaardere palen naast de lichtere geheid en nu moesten er voor de derde maal palen geheid worden naast de nog intact zijnde palen. Het palenplan kon grotendeels bewaard blijven.

Bij het heien van de vereiste drie rijen schoorpalen ging men 3 meter voor de oude palenrestanten zitten om oponthoud te vermijden. De schoorpalen kwamen dus 3 meter voor de oude fundering.

Het geheel van oude houten en nieuwe betonpalen werd gekoppeld door een vloer van gewapend beton met een dikte van 50 cm. Na verharding werden de lange stempels vervangen door kortere tegen de voorzijde van de vloer. Hierna begon men met bouw van de rest van de kademuur (zie figuur 3).

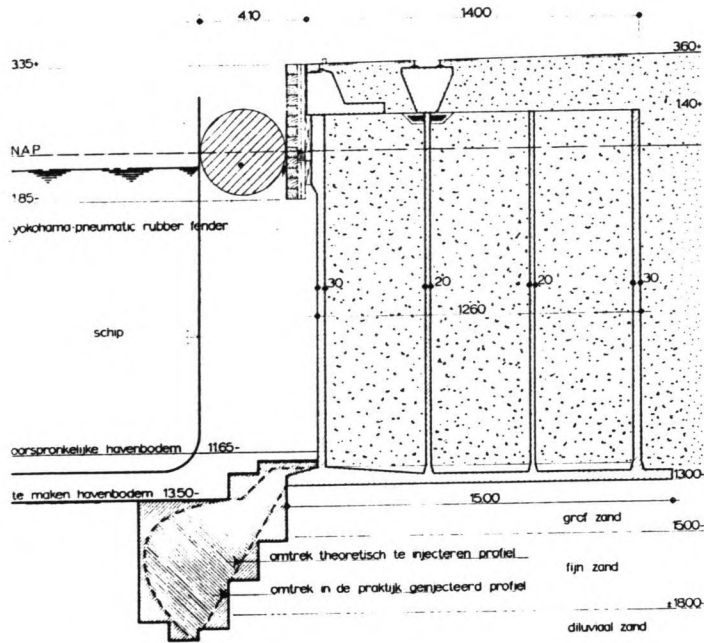
Het tempo van het maken van de opbouw kon versneld worden door het gebruik maken van vooraf gemaakte kademuurblokken (30 ton), die door een drijvende bok op de vloer geplaatst werden. Controforten zijn weer aanwezig ter plaatse van de bolders h.o.h. 21.50 m.

Zodra het getij de afbouw niet meer kon bemoeilijken werd de voorste damwand weer voor een volgend tracee gebruikt. De achterdamwand werd ingeheid totaan de bovenkant van de nieuwe vloer en hieraan opgehangen met behulp van ankers en een deksloof van gewapend beton. Het doel hiervan was het voorkomen van het weglopen van zand langs de onderkant van de vloer waardoor verzakkingen op zouden kunnen treden. De diepte voor de muur werd vergroot van 7.00- NAP naar 8.00 -NAP.

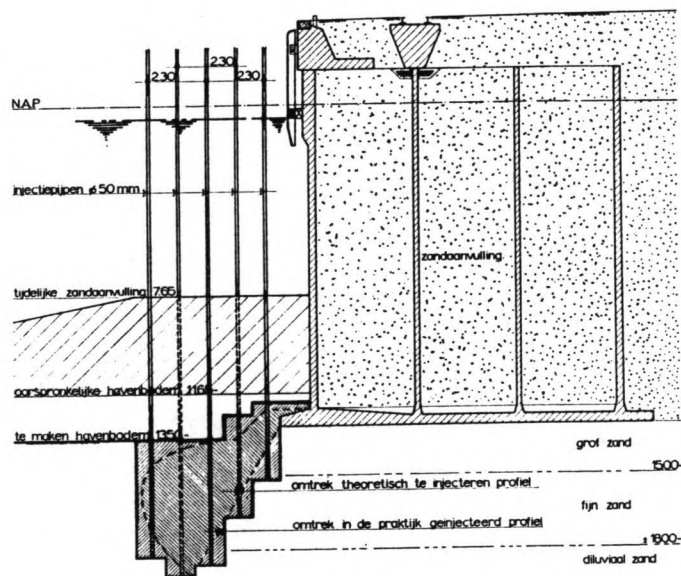
In de Maashaven bevonden zich ook kademuren van het type 2 zoals hierboven beschreven.

Ook hier moesten de oorspronkelijke betonvloeren voor een groot deel vervangen worden, alleen trad hier een uitvoeringstechnische beperking op. Men wilde namelijk de duikerklok bij de renovatie gebruiken en geen hulpdamwanden. Hierdoor kon men slechts 1 m naar voren met de schoorpalen waardoor men slechts twee rijen schoorpalen kon slaan wat echter door een in 1905 aangebrachte grondverbetering voldoende was. Een nadeel was echter wel dat de zware vloerbekisting bij het gebruik maken van de duikerklok verloren ging.

De voorste rij schoorpalen stak nog wel voor de kademuur uit doch is beschermd door een 1.50 m voor de muur uit stekende verende uithoudersconstructie die met zware stoelen op de kademuur bevestigd zit. Op deze uithouders (h.o.h. 10 meter) zitten de bolders en de uithouders zijn derhalve naar achteren verankerd.



figuur 1 Verdieping voor caissonconstructie
Weelhaven



figuur 2 Uitvoeringswijze injectie

6. WAALHAVEN (WESTELIJKE KADEN) / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Rotterdam
Ontwerper :
Aannemer : Soleton NV Rijswijk
Bouwperiode : 1972
Kosten :

Oude situatie

Pier 7 is gebouwd in de periode 1957-1959 en is als zodanig een voorbeeld van het terugvallen op oude technieken (caissons) bij zware bovenbelastingen (massagoederen), ondanks de introductie van nieuwe bouwelementen zoals bijvoorbeeld de stalen damwand.

Probleem bij deze constructie is op den duur het ook weer tekortschieten in de waterdiepte voor de kade. In dit geval diende de kade aangepast te worden aan het behandelen van de zogenaamde derde-generatie containerschepen.

Een oplossing werd gevonden door het zand van de bodem voor de teen van de caissonmuur te injecteren met grout (zie de figuren 1 en 2).

Renovatie

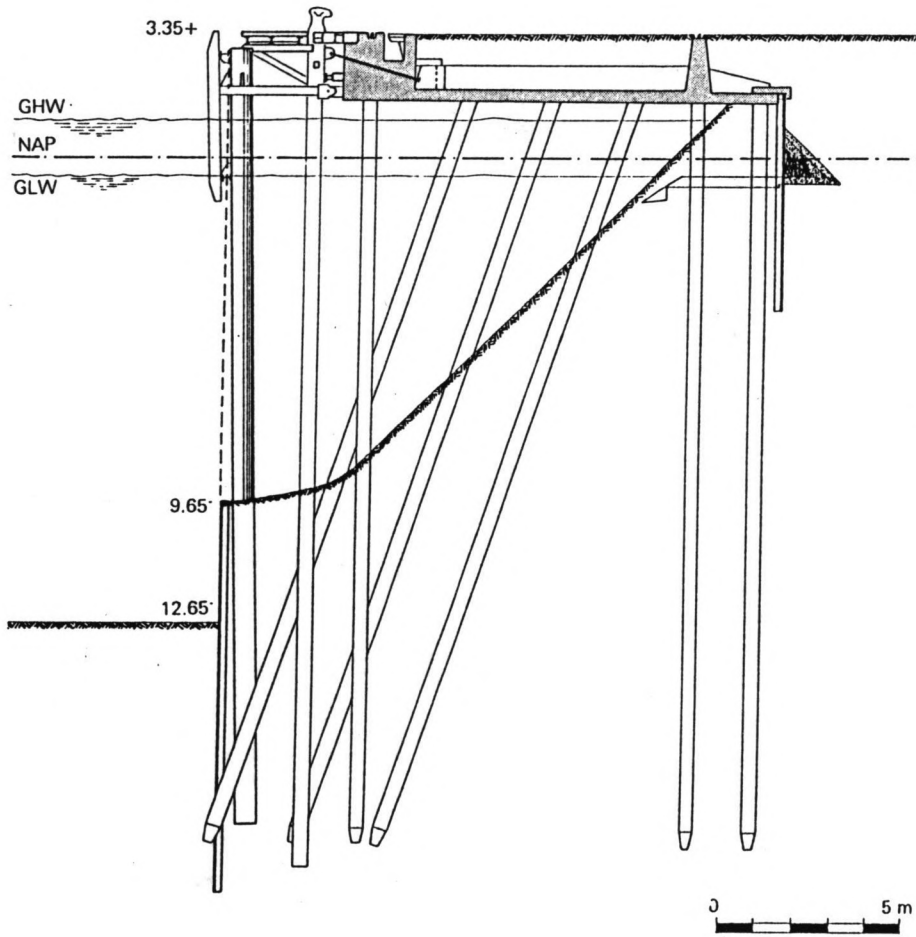
In figuur 1 is een doorsnede over de caissonmuur langs de noordzijde van pier 7 in de Waalhaven gegeven nadat de bestaande havenbodembodem van 11.65 m - NAP, in 1971 was verdiept naar 13.50 m - NAP. De diepte diende zo dicht mogelijk voor de caissonmuur te worden aangebracht, maar een probleem hierbij was het feit dat de onderkant van de caisson zich op 13.00 m - NAP bevond.

Nadat een tijdelijke zandaanvulling was aangebracht werden er gaten in het zand geboord tot vlak voor en onder het niveau van de teen van de caisson. Hierin werden vervolgens plastic injectiepijpen gebracht, waardoor een bentoniet-cementmengsel respectievelijk een silicaatgel in het zand werd geïnjecteerd. Het bentoniet-cementmengsel dient als een "bekisting" voor het daarna in te brengen duurdere silicaatgel.

Op deze wijze is de zandmassa gestabiliseerd en is het ontstaan van gevaarlijke glijdvlakken onder de teen van de caisson voorkomen.

Van belang is, dat er geen injectiespecie onder de teen van de caisson komt, waardoor de elasticiteit van de zandfundering onmiddellijk onder de caisson ongunstig zou worden beïnvloed en daarmee de spanningsverdeling in de caisson (met name in de teen).

Toepassing is in het bijzonder mogelijk daar, waar geen of slechts een geringe grondverbetering noodzakelijk is.



figuur 1 Kademuur Waalhaven

7. WAALHAVEN (OOSTELIJKE KADEN) / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Rotterdam
Ontwerper : Havenbedrijf, Ingenieursbureau
Aannemer :
Bouwperiode : 1980
Kosten :

Oude situatie

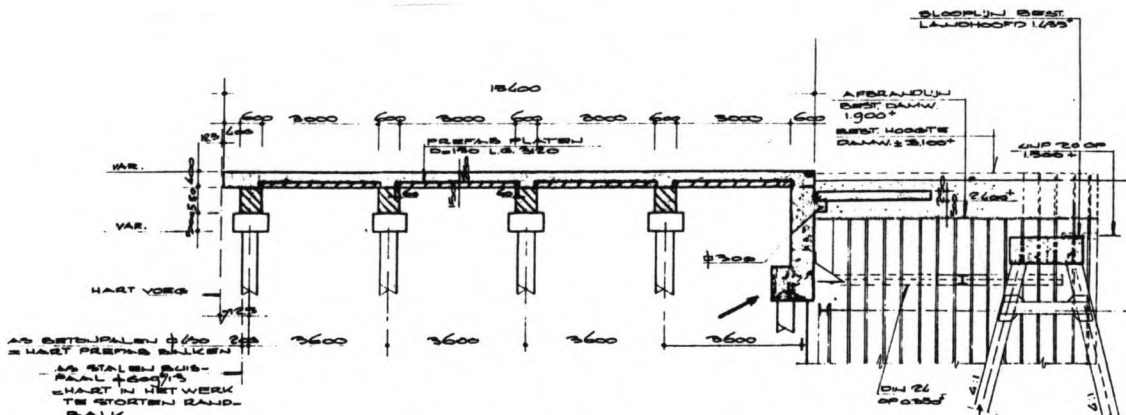
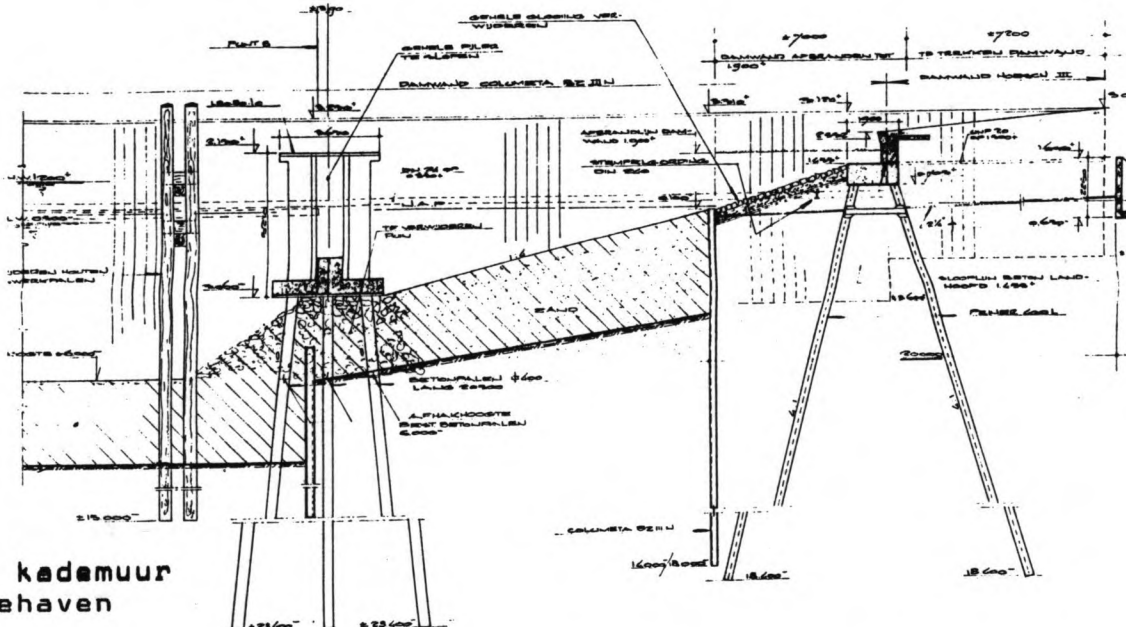
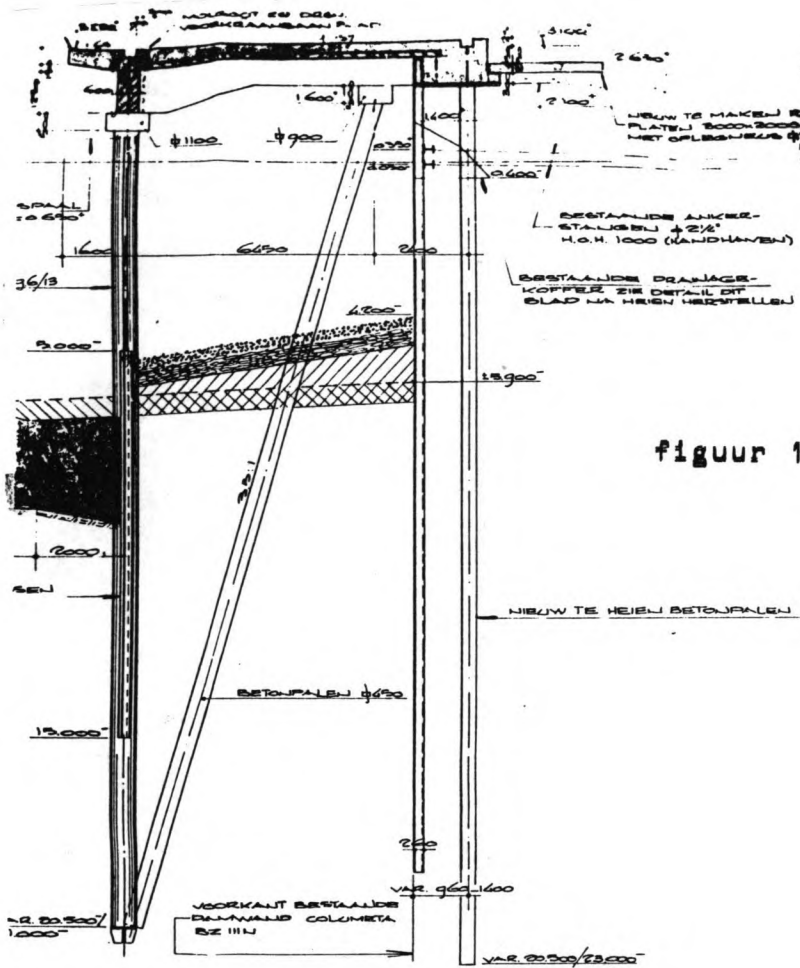
In het noord-oostelijk deel van de Waalhaven komen kademuuren voor zoals is weergegeven in figuur 1.

Deze muren zijn gebouwd in 1953 en bestaan uit een op palen gefundeerde betonnen vloerplaat waarvoor een steigerconstructie is gebouwd. De bolderkrachten worden via de steiger naar de betonnen plaat overgebracht die zijn trekkracht ontleend aan een achter deze plaat eraan geplaatste korte damwand. Stootkrachten worden via fenders naar de vloer afgevoerd. Een drainagekoffer zorgt voor het voorkomen van uitspoelen van de grond achter de korte damwand.

Het is een open kademuurconstructie met een hieronder lopend talud vanaf de havenbodem gelegen op 9.65 - NAP. Probleem hierbij was ook weer het tekortschieten in de waterdiepte voor de kademuur.

Renovatie

Het bereiken van een grotere waterdiepte werd bereikt door het aanbrengen van een onderwaterdamwand voor de voet van de muur (zie figuur 1). Hierdoor werd de waterdiepte vergroot van 9.65 - NAP naar 12.65 - NAP.



8. MERWEHAVEN (mond westzijde) / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Havenbedrijf
Ontwerper : Gemeentewerken, Ingenieursbureau
Aannemer :
Bouwperiode : 1986
Kosten :

Oude situatie

Bij de firma Vijfwinkel werkte men op kaden met een diepte hiervoor tot 6.00 - NAP. De kademuren bestonden uit damwandconstructies waarbij de damwand reikte tot ongeveer 13.50-NAP. Om bolderkrachten op te kunnen nemen was deze damwand aan een ver naar achter gelegen ankerwand verankerd. Vlak achter de damwand waren betonpalen geheid waarvan de koppen via een betonnen constructie met de damwand verbonden waren. Hierin was de waterzijdige kraanbaan in opgenomen. Op gedeelten van de kade ontbrak zelfs de kraanbaan en de daarvoor noodzakelijke betonpalen. Verder waren op de damwand wrijfstijlhouders aangebracht met daarin de wrijfstijlen.

Een probleem hierbij was de geringe waterdiepte voor de kade.

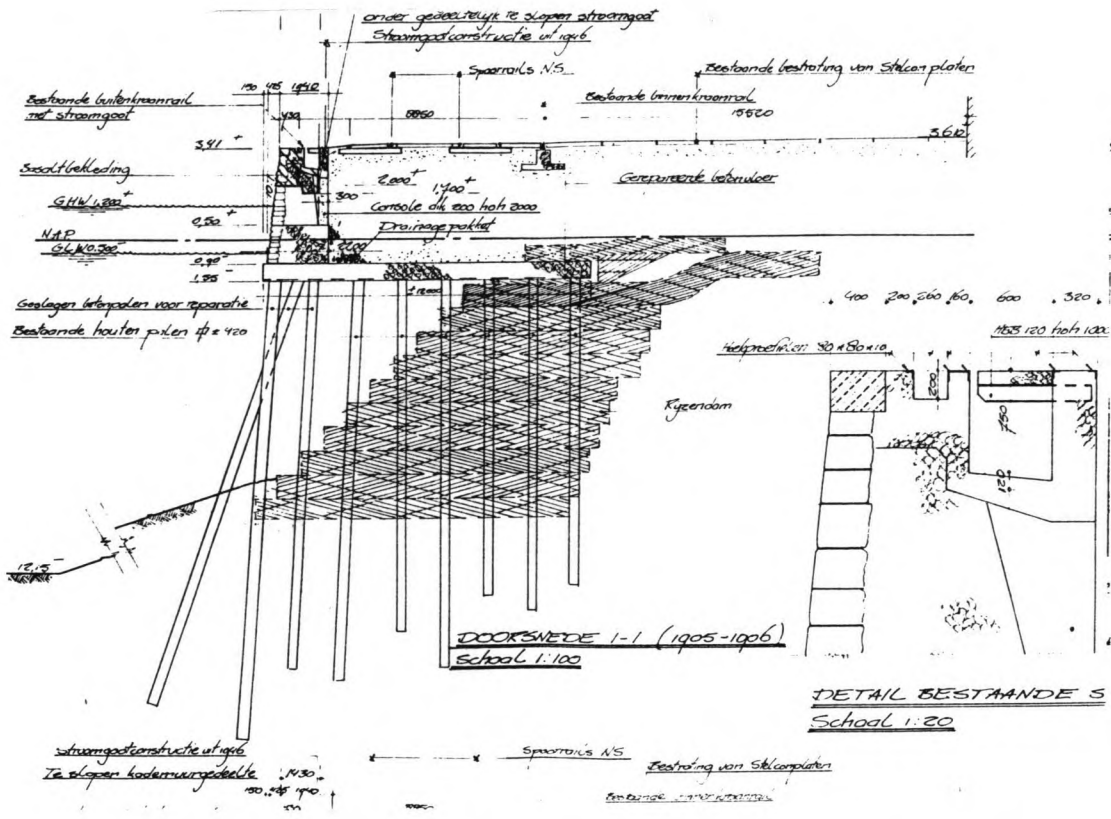
Renovatie

Er werd besloten tot de aanleg van een naar voren gebouwd platform met kraanbanen aansluitend op de bestaande ro-ro ramp aan het huidige terrein van DSC (Dutch Stevedore Company) ten behoeve van Vijfwinkel.

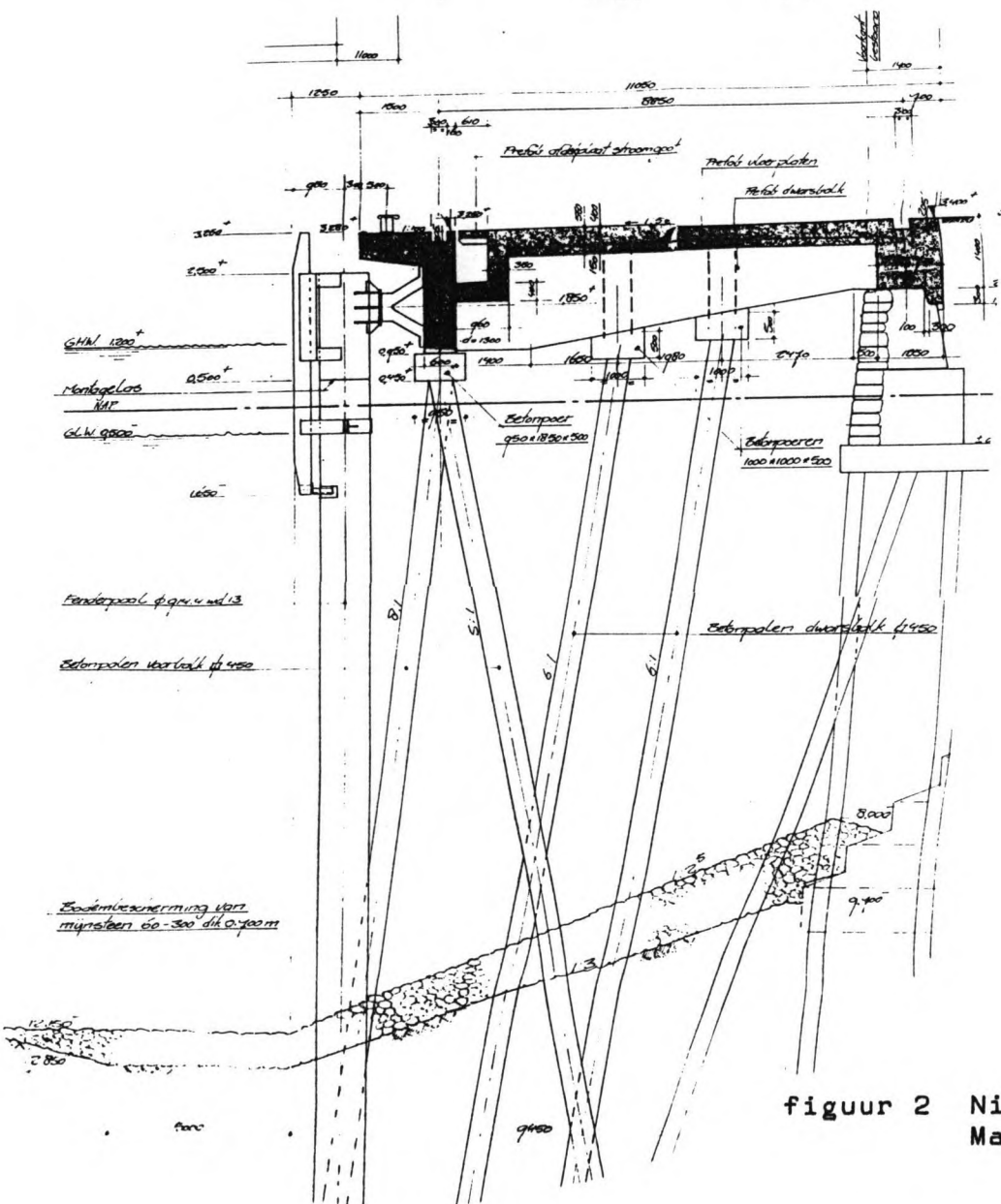
De contractdiepte was 8.00 - NAP. De bestaande ankerstangen zijn in de nieuwe constructie opgenomen (zie figuur 1). Over een groot deel van de kade is de waterzijdige kraanrail ongeveer 9.00 meter naar voren verplaatst. Het betonnen dek wordt door prefab dwarsbalken gedragen die op hun beurt aan de achterzijde op de bestaande damwand en nieuw te heien betonpalen rusten. Aan de voorzijde worden de dwarsbalken door een stalen buispaal ondersteund. Tussen deze voor en achter ondersteuning worden de dwarsbalken nog door betonpalen ondersteund.

Door gebruik te maken van stalen tussenplanken tussen de stalen buispalen kan er een sprong in de bodemligging gemaakt worden waardoor er een diepte voor de kade kan ontstaan tot 8.00 - NAP ipv 5.00 - NAP.

Een ander gedeelte van de kade bestaat uit een landhoofd met daarvoor gelegen damwand en pijlers op betonpalen gefundeerd en daarvoor weer een remmingswerk (zie figuur 2). Het grootste gedeelte hiervan wordt gesloopt en bij de nieuwe constructie wordt een betonnen plaat op prefabplaten ondersteund door stalen buispalen (zie figuur 3).



figuur 1 Voorbeeld oude kade muur Maashaven



figuur 2 Nieuwe kadeconstructie Maashaven

9. MAASHAVEN (mond noordzijde) / Rotterdam (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Rotterdam
Ontwerper : Gemeentewerken afd. Havenbedrijf
Annemer :
Bouwperiode : wordt binnenkort uitgevoerd
Kosten :

Oude situatie

Over een lengte van ongeveer 365 meter bevindt zich een oude kade in de mond van de Maashaven noordzijde. Deze kade bestaat uit een aantal vakken die elk in verschillende perioden gebouwd zijn, lopend van de periode 1905/1906, 1920 naar de periode 1948 (voorbeeld uit 1905/1906 zie figuur 1).

De vakken uit de periode 1905/1906 bestaan uit een gerepareerde betonvloer gefundeerd op bestaande houten palen en ten behoeve van de genoemde reparatie ingeheide betonpalen. Op deze vloer staat een kademuur met een basaltbekleding. Een tweede versie van een vak uit die periode bestaat uit een bestaande betonvloer op houten palen met weer op de vloer de genoemde kademuur.

Het vak uit de periode 1920 bestaat uit een bestaande betonplaat op houten palen met hierop weer de genoemde muur. De vakken uit de periode 1948 bestaan uit betonplaat gefundeerd op bestaande betonpalen en een achter deze plaat geconstrueerde stalen damwand. Verder is de muur op de plaat qua aard hetzelfde als de voorgaande alleen de vorm iets anders.

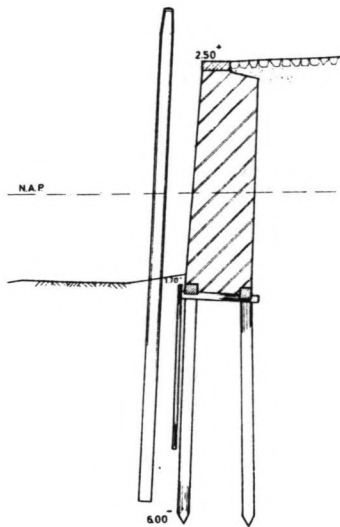
Renovatie

In de nieuwe situatie zal de bij ieder vak iets anders uitziende bovenkant van de bestaande muur op de betonvloer gesloopt worden van ongeveer 3.40 m + NAP tot 1.70 m + NAP.

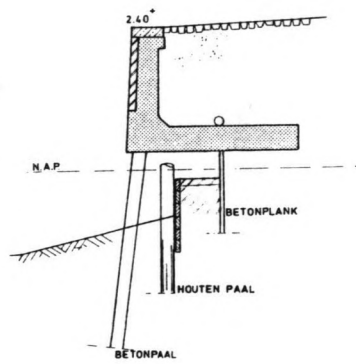
Op het overgebleven kademuurdeel zal dan de achterkant van een naar voren gebouwde steiger rusten en ter plaatse hiervan zal ook de landzijdige kraanbaan aangelegd worden. Door het naar voren verplaatsen van de voorkant van de kademuur over een afstand van ongeveer 10.90 meter en het onder een helling van 1:2.5 a 1: 3.0 verlopen van het onderwatertalud kan de waterdiepte voor de muur vergroot worden van 8.00 m - NAP naar 12.15 - NAP. Deze grotere diepte is de zogenaamde constructiediepte waarbij de contractdiepte 11.65 m - NAP bedraagt (zie figuur 2).

De steiger bestaat uit een betonnen dek op prefab vloerplaten ondersteund door een prefab betonnen dwarsbalk. Deze constructie steunt aan de voorzijde via een betonnen voorbalk op een betonpalenjuk en aan de achterkant op de bestaande kademuur. De dwarsbalk is tussen de voor en achterondersteuning nog op betonpalen gefundeerd.

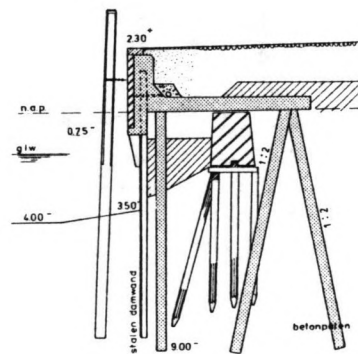
Er komt voor deze constructie een remmingwerk bestaande uit een stalen fenderpaal geplaatst voor rubber fenders h.o.h. 9.20 m waarvoor een fendershot wordt aangebracht.



figuur 1 Zierikzee,
bestaande kade



figuur 2 eerder uitge-
voerde renovatie



10. NIEUWE HAVEN / Zierikzee (Nederland)

Opdrachtgever : Gemeente Zierikzee
Ontwerper : Witteveen + Bos, raadgevend ingenieursbureau
Aannemer : GEKA Dordrecht, DBBT
Bouwperiode : 1981
Kosten :

Oude situatie

Daar door het dichtslibben van de Gouwe Zierikzee haar verbinding met de Oosterschelde verloor, werd in de jaren 1595-1600 een 3 km. lang havenkanaal gegraven. Toen is er een kade gebouwd, die in de loop der jaren enige malen is aangepast of vervangen. Op dit moment ligt er een betrekkelijk onbekende constructie (figuur 1), een gemetselde gewichtsmuur gefundeerd op houten palen. De muur ziet er redelijk (weinig scheuren), maar vertoont wel enige zakkingen.

De kerende hoogte is 4.20 meter. Daar Zierikzee een getijdhaven is, komen schepen bij laagwater op het droogvallende slib te liggen (zate).

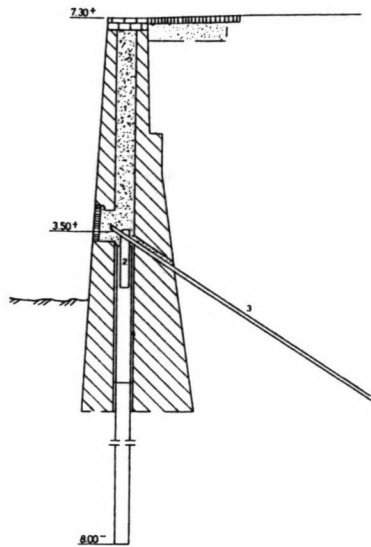
Renovatie

Doordat de haven voor plezierjacht gebruikt gaat worden, is de zate er niet meer bij. Vandaar dat de haven 2 a 3 meter verdiept moet worden en zo ook de kade moet worden aangepast. Eerdere oplossingen links en rechts van deze kade zijn in de figuren 2 en 3 weergegeven.

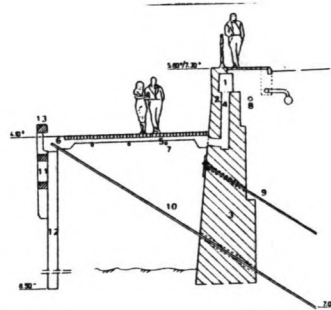
Bij de aanpassing van het tussenliggende stuk (1981) is door nieuwe ontwikkelingen naar een andere oplossing gezocht. Bij de gekozen variant (figuur 4) wordt de muur hergebruikt en blijft zo het aanzicht voor de omgeving gespaard.

Als eerste moesten uitgespoelde voegen en scheuren hersteld worden. Als eerste werd hiervoor de muur schoon gestraald, vervolgens boorde men injectiegaten die vervolgens werden geïnjecteerd.

Om het vertikaal evenwicht te verzekeren, werden verticale gaten (diameter 30 cm.) geboord. Hierin werden stalen palen (diameter 25 cm.) geheid. De verbinding tussen gat en paal wordt tot stand gebracht door een zand-cementspecie. Door de kleine ruimte tussen gat en paal is het mogelijk dat de specie het gewicht van de oude muur op de paal overbrengt. De palen worden tenslotte zelf gevuld met betonmortel. De horizontale stabiliteit wordt verkregen door groutankers. Hiervoor worden gaten door de muur geboord. De krachtverdeling tussen de ankers en de muur geschiedt via een gestorte gewapende betonbalk.



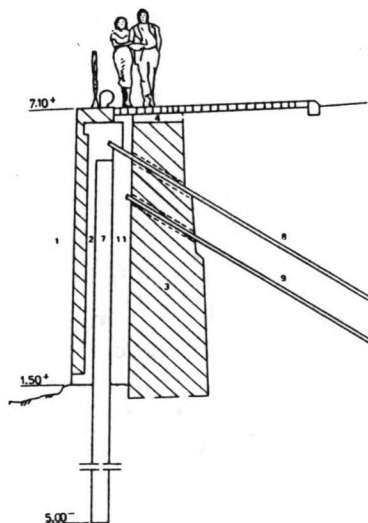
1. boorkern \varnothing 30 cm met betonvulling, h.o.h. 1 meter
2. ankerstoel
3. grondtrekanker h.o.h. 2 meter
4. stalen buis \varnothing 25 cm met betonvulling



1. doorgaande betonbalk
2. gerestaureerde oude muur
3. oude kademuur
4. met gewapend beton gevulde boorkernen \varnothing 30 cm, 60 cm h.o.h.
5. gewapend beton plaats
6. gewapend beton deksloof
7. luchtdrains
8. waterdrain
9. tijdelijk grondtrekanker \varnothing 32 mm
10. permanent grondtrekanker \varnothing 32 mm
11. houten stijlen met langsliggers
12. stalen damwand
13. Wellebalk

figuur 1 Deventer,
renovatie perceel-A

figuur 2 renovatie perceel-B



1. metselwerk - voorwand dik 22 cm.
2. gewapend beton
3. oude muur
4. gesloopt muurdeel
7. stalen damwand, lang 11 meter
8. permanente grondtrekankers h.o.h. 2 meter
9. tijdelijk grondtrekanker h.o.h. 4 meter
11. zand aanvulling

figuur 3 renovatie perceel-C

11. OUDE KADEMUUR WELLE / Deventer (Nederland)

Opdrachtgever : B. en W. Deventer
Ontwerper :
Aannemer :
Bouwperiode : 1983
Kosten :

Oude situatie

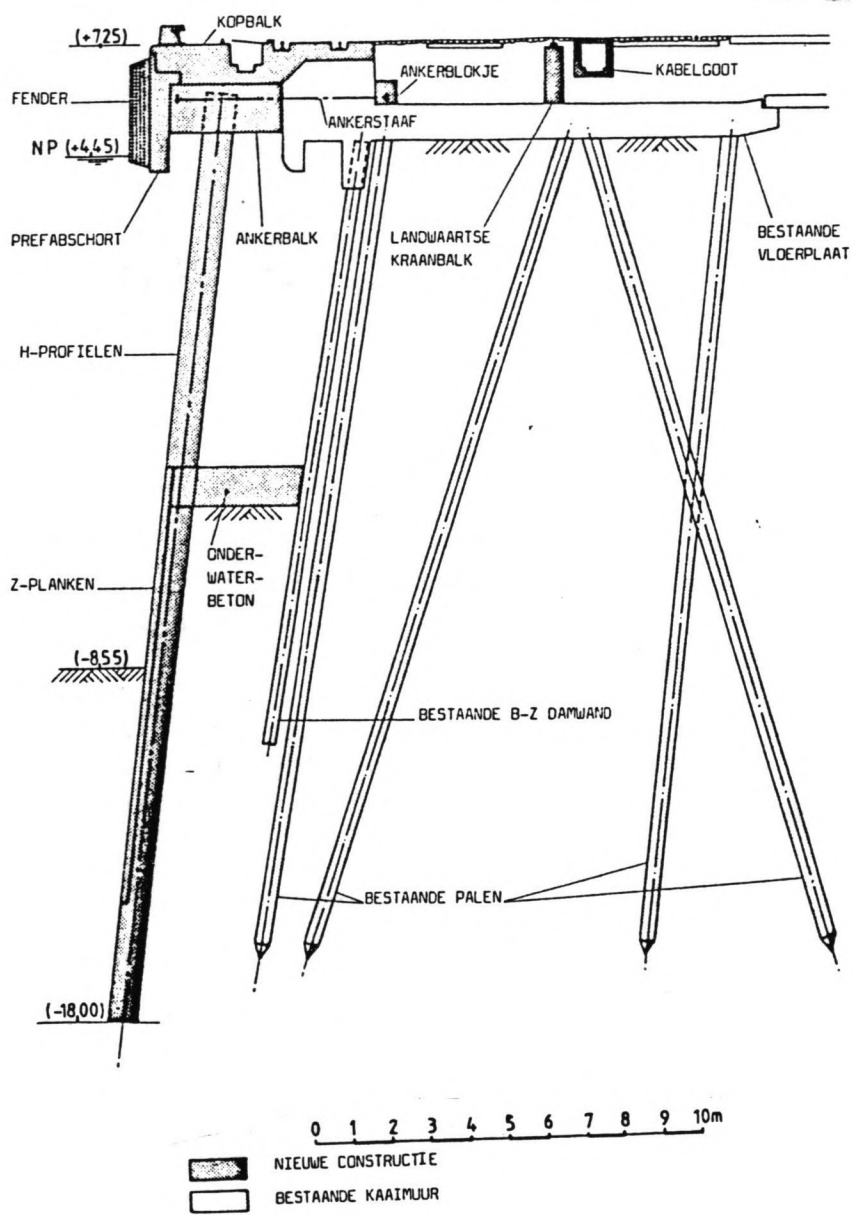
Een belangrijk element van het oude stadsgezicht van Deventer aan de IJssel is de "kale" Welle met een oude kademuur van 800 meter lengte.

De muur had volgens berekening al lang gekanteld of afgeschoven moeten zijn. Dit was nog niet gebeurd door de gelaagde structuur en de vorming tot een compact grondlichaam achter de muur door het eeuwenlange wassende en dalende rivierwater. Hierdoor treedt een lagere horizontale gronddruk op. Door het water en de toenemende boven- en scheepsbelasting vertoont de muur nu wel vele scheuren.

Renovatie

In 1975 zijn de eerste plannen gemaakt de 800 meter lange muur te herstellen. De muur is hierbij in 4 delen verdeeld.

1. Een niet gerestaureerd deel van 315 meter lengte.
2. Perceel A-100 meter (figuur 1). Daar door de vele scheuren herstel niet mogelijk was, is hier op een meter afstand een stalen damwand aangebracht, met hier tegenaan een betonconstructie bekleed met metselwerk. Door de damwand en de oude muur heen zijn groutankers aangebracht.
3. Perceel B-400 meter. Op een aantal meters afstand van de bestaande muur, wordt op verlaagd niveau een damwand met betonsloof afdekking aangebracht (figuur 2). De oude muur zelf is bovendien nog gerestaureerd, door het aanbrengen van voorgeboorde verticale betonnen cylinders. Hierdoor worden scheuren en holle ruimte met beton opgevuld.
4. Perceel C-40 meter (Zie figuur 3). Om de meter zijn hier verticale gaten geboord (diameter 30 cm.), waarin stalen palen zijn geheid. De verbinding tussen paal en gat wordt verkregen door cementspecie. De stabiliteit is verzekerd door om de twee meter een groutanker door de muur te steken.



figuur 1 Port-Arthurkaai te Gent

12. PORT-ARTHURKAAI / Gent (België)

Opdrachtgever : Gemeentelijk Havenbedrijf Gent
Ontwerper : HAECON NV. uit Gent
Aannemer : N.V. Soetaert en N.V. Van Laere
Bouwperiode : 1984-1985
Kosten : 63 miljoen F.

Oude Situatie

De bestaande Port-Arthurkaai welke een lengte heeft van 2100 meter, is gebouwd in de periode 1950-1952 (figuur 1).

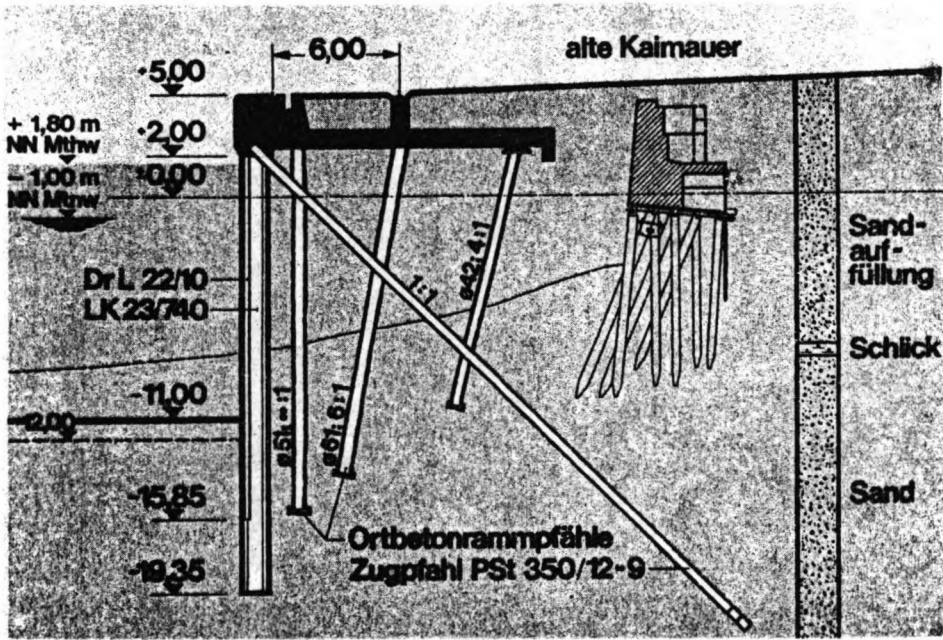
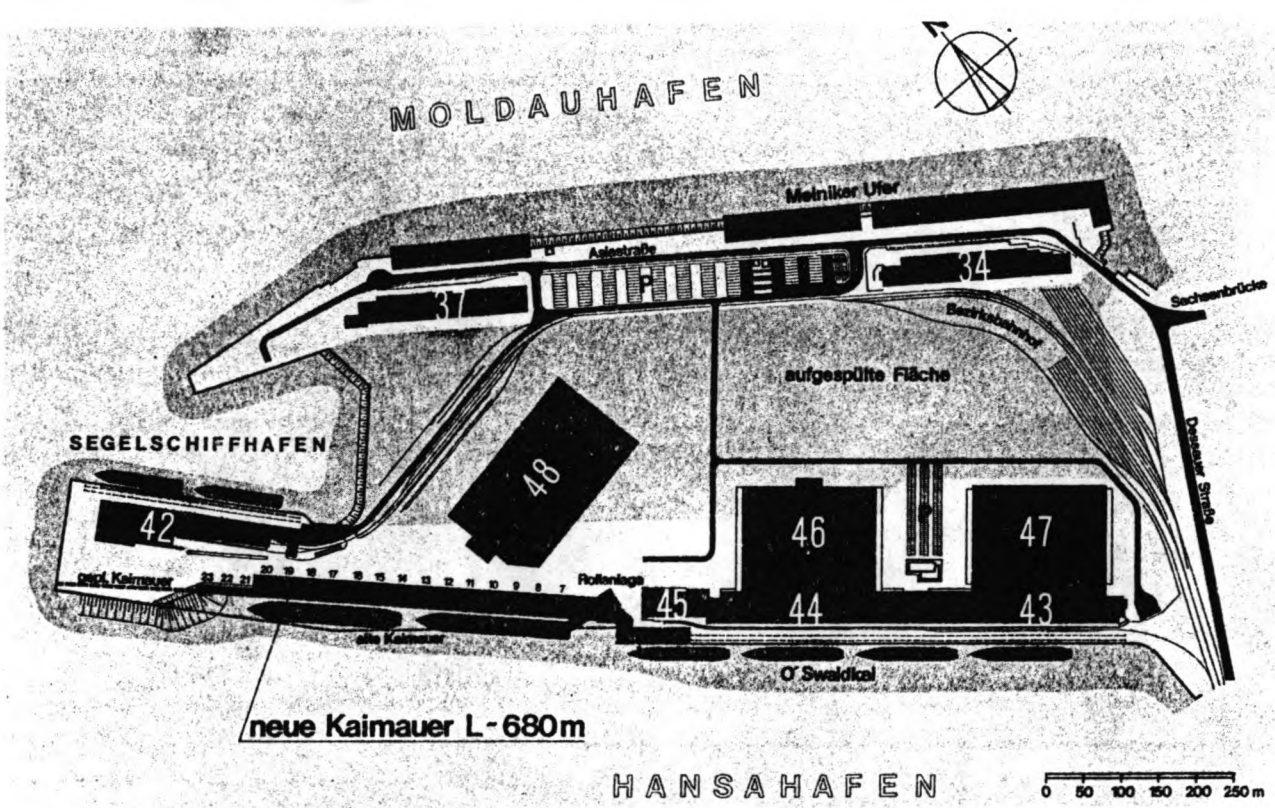
Zij bestaat uit een paalfundering waarboven een L-vormige constructie van gewapend beton is aangebracht. De grondkering wordt bereikt d.m.v. een stalen damwand. De waterdiepte voor de kademuur bedroeg 8.75 meter.

Renovatie

De renovatiewerken moesten een waterdiepte van 13.00 geven. Als eerste werden horizontale gaten in de bestaande kademuur geboord. Vervolgens werd de damwand geheid. Deze bestaat uit hoofelementen met een lengte van 24 meter en tussenplanken van 11 meter. Na het storten van onderwaterbeton tussen de oude en nieuwe damwand, werd het kadedek weggehaald, de grond boven de kademuur ontgraven en de kopbalk gedeeltelijk gesloopt. In de reeds geboorde gaten in de bestaande muur worden dan de ankerstaven geplaatst. Hierna volgt het betoneren van de ankerbalk en de ankerblokjes.

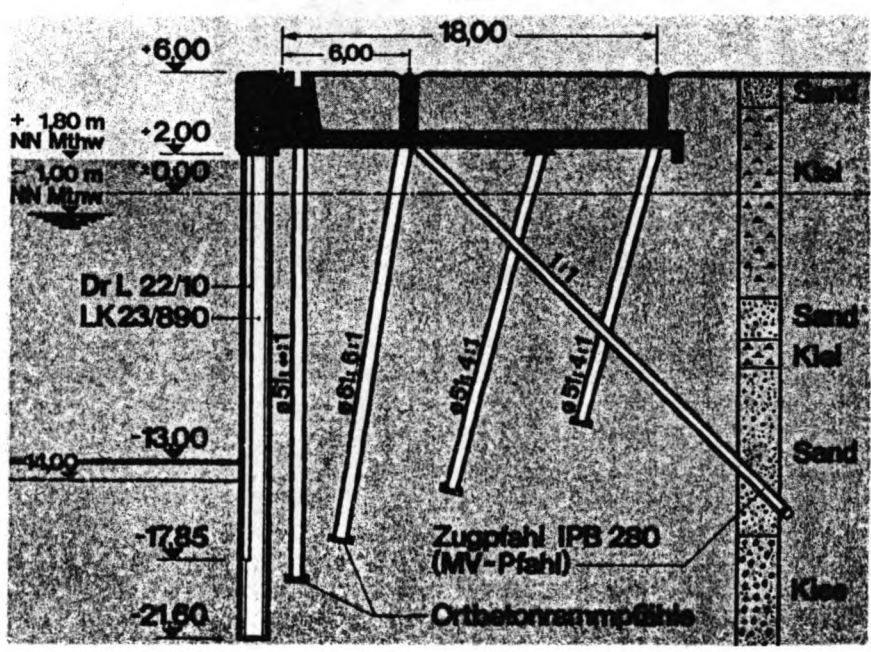
Na het injecteren van de ankers, kan de grond aan de waterzijde voor zijn nieuwe diepte ontgraven worden. Dit wil zeggen tot 8.55 meter minus kanaalpeil (kanaalpeil is 4.55 meter + NP). Hierna worden geprefabriceerde schorten aangebracht. Deze dienen onder andere voor de bevestiging van de fenders.

Als laatste stortwerk worden dan nog de kopbalk, de landwaartse kraanbalk en de kabelgoot gestort. Ten slotte volgt de plaatsing van drainering, riolering, aanvullingszand, sporen en kadevloer.



figuur 1
bovenaanzicht pier

figuur 2 O'Swaldkai
blokken 1 t/m 3



figuur 3 O'Swaldkai
blokken 7 t/m 20

13. O'SWALDKAI / Hamburg (West-Duitsland)

opdrachtgever : Freie und Hansastadt Hamburg
ontwerper : Strom und Hafenbau
aannemer : Christiani & Nielsen, Fr. Holst und
 Aug.Prien, Fa. Fritz Mann
bouwperiode : 1977 / 1980
kosten : 17.3 miljoen DM.

Oude situatie

Op figuur 1 staat een bovenaanzicht van de pier met een landopervlak van 50 ha., tussen de Moldauhafen en de Hansahafen.

Aan de westzijde van de O'Swaldkai (grenzend aan de Hansahafen) lag een in de oorlog zwaar beschadigde kade (muur gefundeerd op houten palen). Deze kade, op het bovenaanzicht aangegeven met 'alte kaimauer', was 560 meter lang. De waterdiepte voor de constructie is 4 meter. De uiterste punt aan de westzijde bestaat slechts uit een talud.

Aan de oostzijde van de O'Swaldkai (worteleind van de pier), is na de oorlog een kadeconstructie gebouwd met een waterdiepte voor de kade van 11 meter.

Renovatie

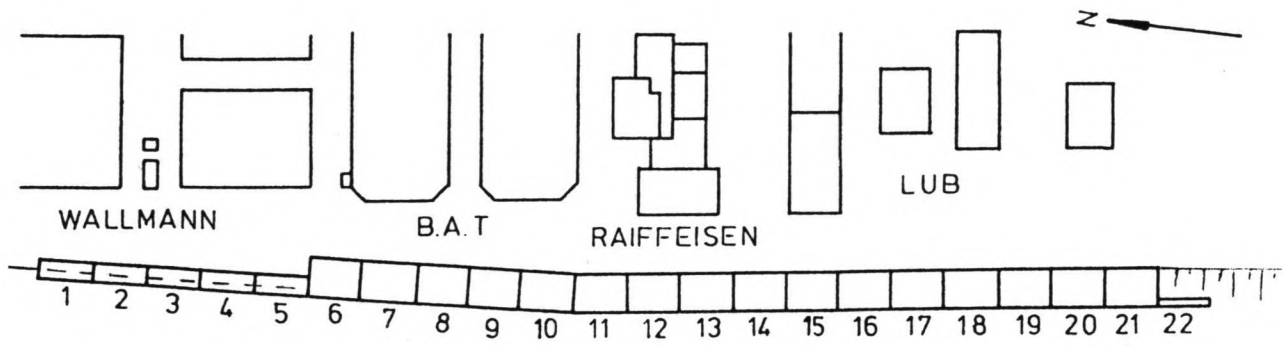
Aangezien een fruitoverslagbedrijf zich hier wilde vestigen, waarbij Roro- en containerschepen moesten kunnen aanmeren, werd er op de plaats van de verwoeste kade en het talud een nieuwe constructie c.q. aanpassing ontworpen. Deze aanpassing bestaat uit twee delen.

Het eerste deel, een 90 meter (blok 1 t/m 3) lange verlenging in westelijke richting van de bestaande na-oorlogse kade. Deze kade kreeg dan ook dezelfde waterdiepte (11 meter). Op figuur 2 is te zien dat deze constructie aan de waterzijde van de daar bestaande beschadigde voor-oorlogse kade is gebouwd.

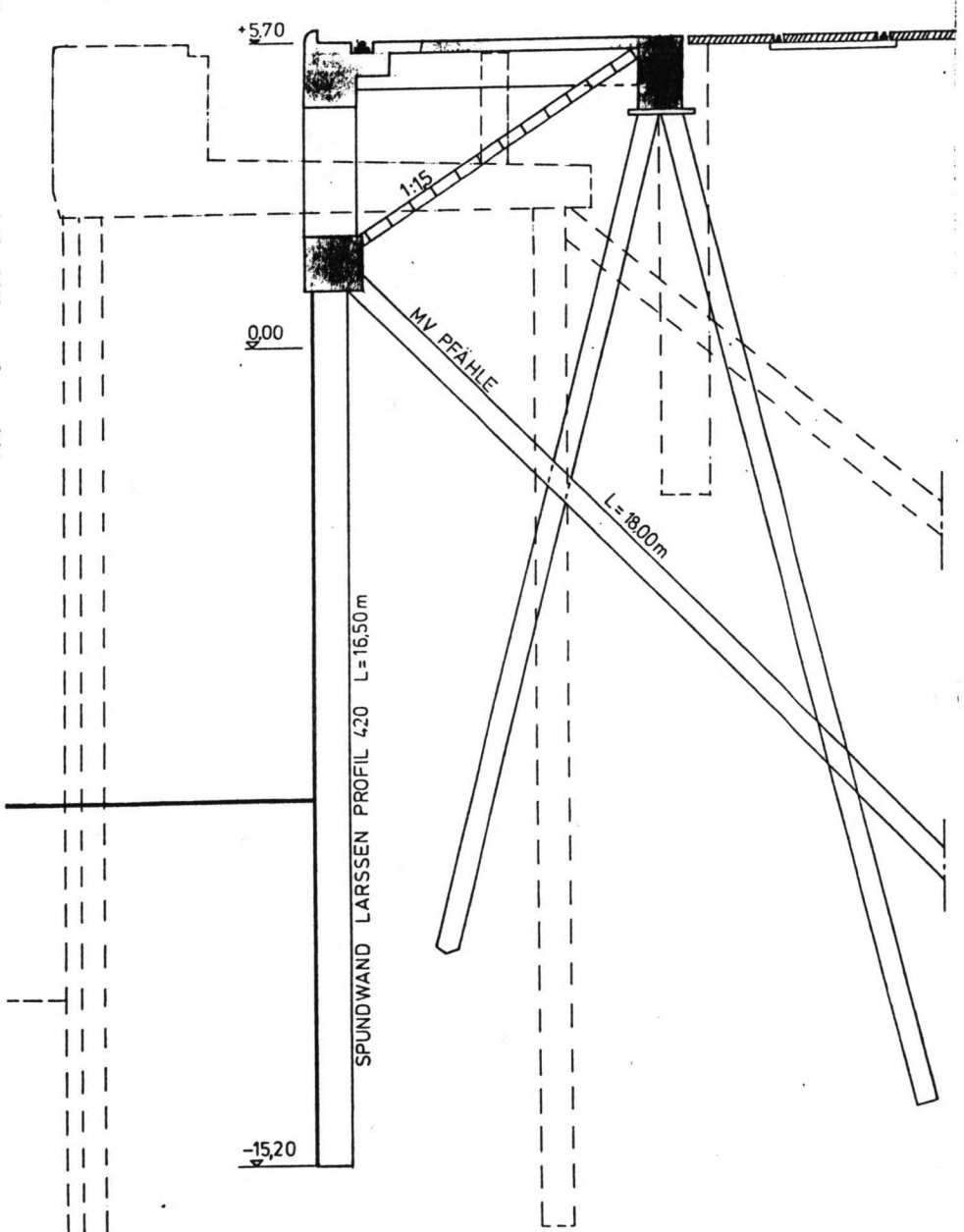
Verder in westelijke richting van de pier, maakt de kade dan een sprong van 30 meter landinwaarts. Dit tweede deel, met een lengte van 560 meter (blok 7 t/m 20) wordt dan ook aan de landzijde van de bestaande beschadigde kade gebouwd (zie figuur 3).

Bijzonderheden

De geheide damwand bestaat uit hoofddraagbalken (LR-profielen) met daartussen damwandprofielen.
De betonnen heipalen zijn vibra-palen.



figuur 1 Bovenaanzicht Reiherstieg



figuur 2 Oude (getrokken lijnen) en nieuwe situatie (gestippeld), blok 1 t/m 5

14. REIHERSTIEG SUD / Hamburg (West-Duitsland)

Opdrachtgever : Fa. Wallmann, Raiffeisen
Ontwerper : Strom und Hafenbau (ingenieursbüro)
Aannemer : Bilfinger & Berger
Bouwperiode : 1985
Kosten :

Oude Situatie

Op figuur 1 staat een bovenaanzicht van de nieuwe situatie. Bij de blokken 1 t/m 5 bevond zich een kadeconstructie met een waterdiepte van 7.20 meter (figuur 2, de getrokken lijnen). De blokken 6 t/m 22 waren steigerconstructies. Gevestigd aan deze kade zijn een multipurpose terminal (Fa. Wallmann) en een graanoverslagbedrijf welke silo's tot zijn beschikking heeft (Raiffeisen).

Renovatie

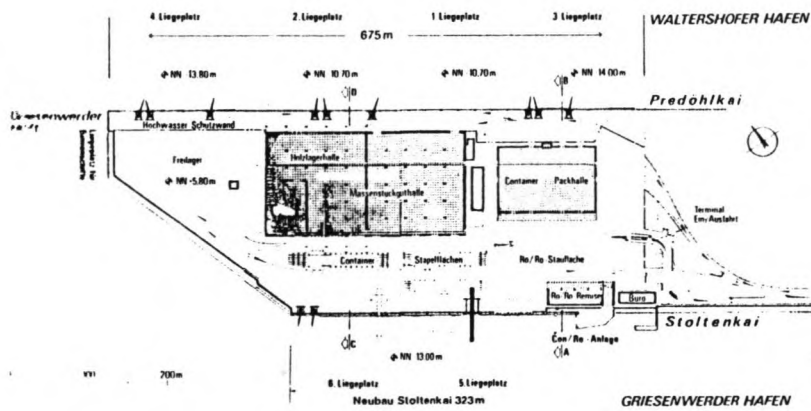
Over de hele lengte van de kade (blokken 1 t/m 22) werd een nieuwe kade ontworpen, voor een diepgang van 12 meter.

Bij de blokken 6 t/m 22 betrof dit een volledig nieuwe constructie. de bestaande steiger werd hierbij in z'n geheel gesloopt

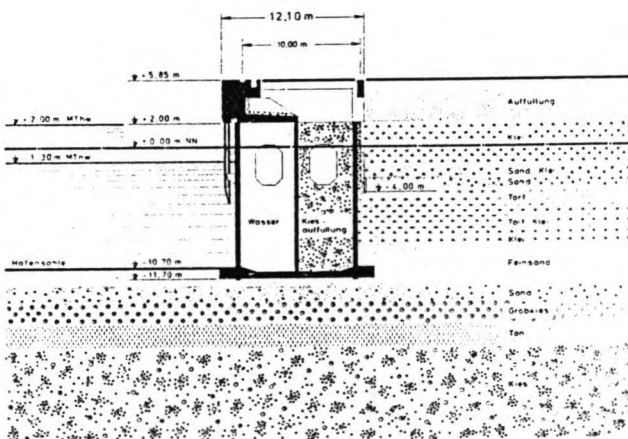
Voor de renovatie van de blokken 1 t/m 5 werd eerst vanuit de bestaande kademuur de nieuwe damwand geplaatst (zie par. bijzonderheden). Hierna werd de oude constructie afgebroken m.u.v. de oude damwand beneden 2.0 meter (t.o.v. NN) en de daarmee verbonden schuine palen. In de balken tussen de damwand en de schuine palen werd gaten geboord. Hierin werden ankers gestoken die de nieuwe damwand met de oude verbinden. Na het aanvullen met zand tussen de beiden damwanden werden de betonnen palen in de grond geheid (maximale hoek van 30:1). Onmiddellijk hierna volgde een damwand aan de landzijde van de constructie. Hierin werden gaten geboord voor de schuine palen. Deze palen werden vanaf een drijvende constructie onder een hoek (1:1.25) geheid. Tenslotte werd de betonnen plaat gestort (gewapend beton), de kraanbalken en het dek (betonnen platen).

Bijzonderheden

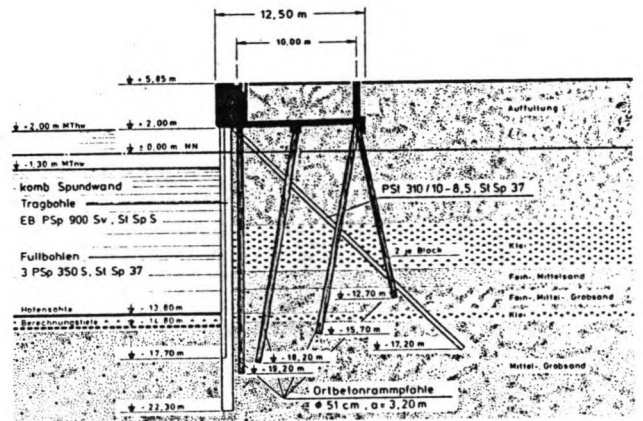
De damwand moest door een 8 meter dikke laag keileem. Men is begonnen deze planken te heien, maar omdat dit te veel trillingen gaf (silo's) en bovendien veel planken uit het slot liepen werd door de aannemer een nieuwe methode ontwikkeld. Een buis met een diameter van 1.80 m. werd door rotatie in de grond geduwd. De grond binnen de buis werd weggegraven. Eenmaal op diepte werd een betonnen funderingsblok gestort, waarna een stalen I-profiel werd afgelaten. Tussen deze profiel werden dan later tussen wanden geplaatst.



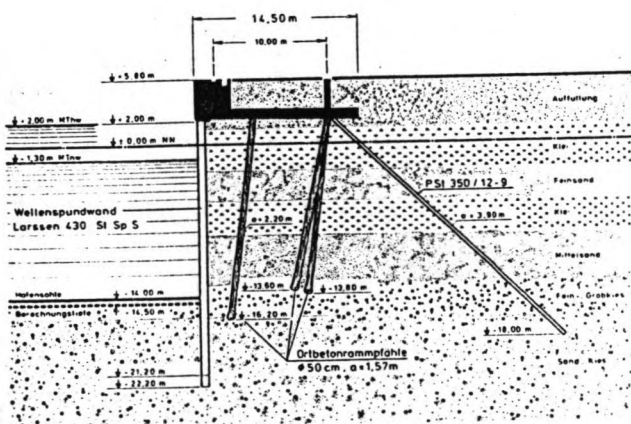
figuur 1 Nieuwe Predohlkaj, bovenaanzicht



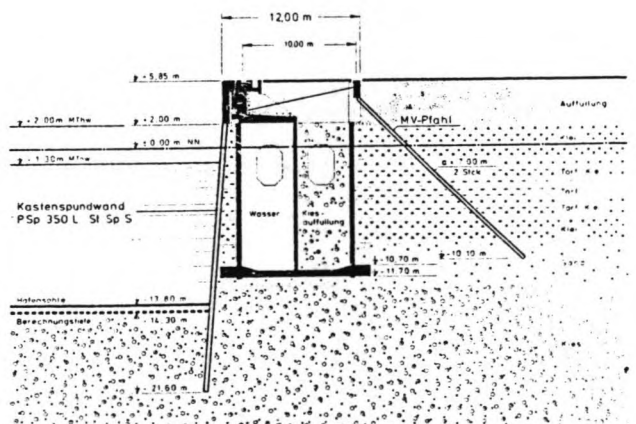
figuur 2 1e en 2e ligplaats



figuur 3 3e ligplaats



figuur 4 4e ligplaats



figuur 5 Overgang tussen 1e en 3e ligplaats

18. PREDOHLKAJ / Hamburg (West-Duitsland)

opdrachtgever : Freie und Hansastadt Hamburg
ontwerper : Strom und Hafengebäudebau
aannemer : Fa. August Prien
bouwperiode : 1974
kosten :

Oude situatie

De Predohlkai (zie figuur 1) heeft een lengte van 675 meter. Het betreft hier 4 ligplaatsen, die alle uit verschillende jaren stammen en volgens verschillende methodes zijn gebouwd.

De 1e en de 2e ligplaats (zie figuur 2), zijn gebouwd in de jaren 1939/40 volgens de caissonmethode. De reden voor deze methode boven een stalen damwand was de hoge staalprijs door de toen op volle toeren draaiende wapenindustrie. Het betrof 18 caissons, die een lengte van 21.20 m. en een breedte van 13.20 meter hebben. Zij zijn gebouwd op het land en hadden toen een hoogte van 9.50 m., na afzinken werden ze op volle hoogte van 13.70 m. gebracht. De waterdiepte voor de caissonmuur is 10.70 meter.

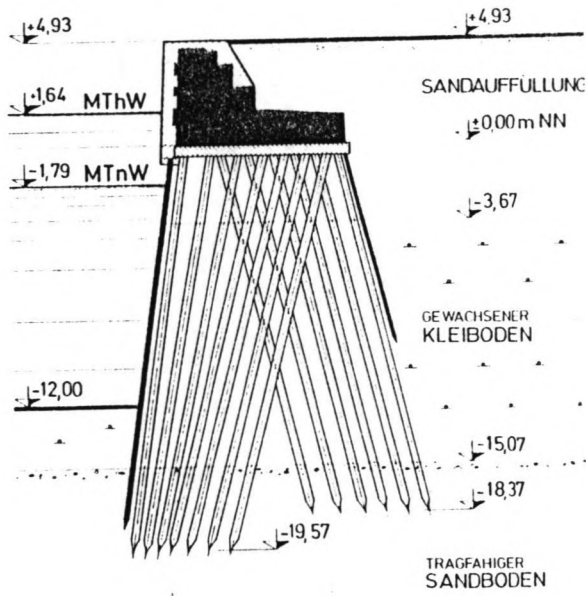
De 3e en 4e ligplaats (zie figuren 3 en 4) zijn respectievelijk gebouwd in 1971 en 1977/78.

Renovatie

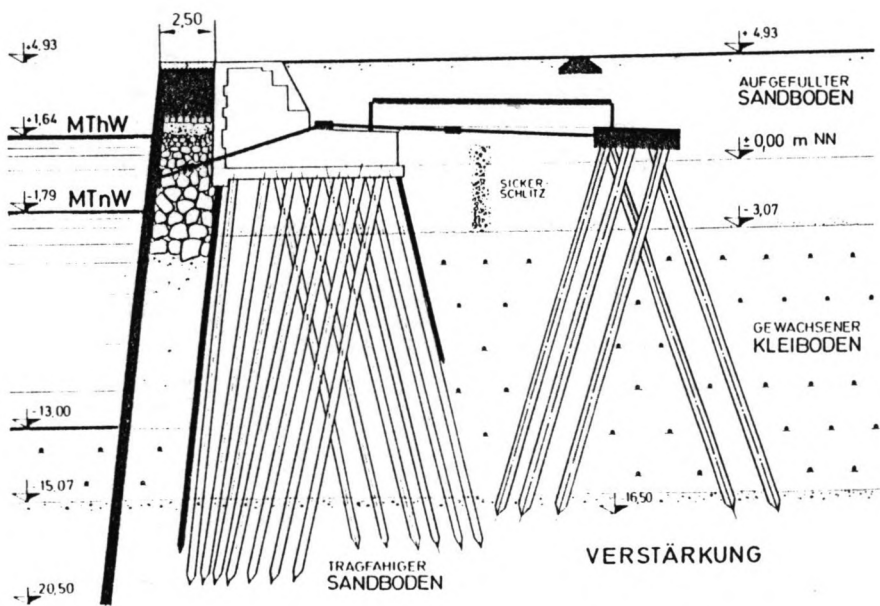
Toen in 1971 de 3e ligplaats met een grotere waterdiepte dan de aangrenzende 1e ligplaats werd aangelegd, moest er een overgang tussen deze twee verschillende constructies met elk een andere kerende hoogte komen. Vandaar dat over 75 meter een overgangsconstructie is ontworpen (figuur 5).

Over deze lengte is een stalen damwand geslagen tot 21.60 meter t.o.v. zeeniveau. Deze wand is verankerd met een ankerstang, via een blok verbonden met een schuine (1:1) trekpaal.

De waterdiepte voor deze overgangsconstructie, evenals de waterdiepte voor de 3e ligplaats is 13.80 meter t.o.v. de gemiddelde.



figuur 1 Columbuskaj, oude situatie



figuur 2 Columbuskaj, renovatie

16. COLUMBUSKAJ / Bremen (West-Duitsland)

Opdrachtgever :
Ontwerper : Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Arnold Agatz
Aannemer :
Bouwperiode : 1928 / 1929
Kosten :

Oude situatie

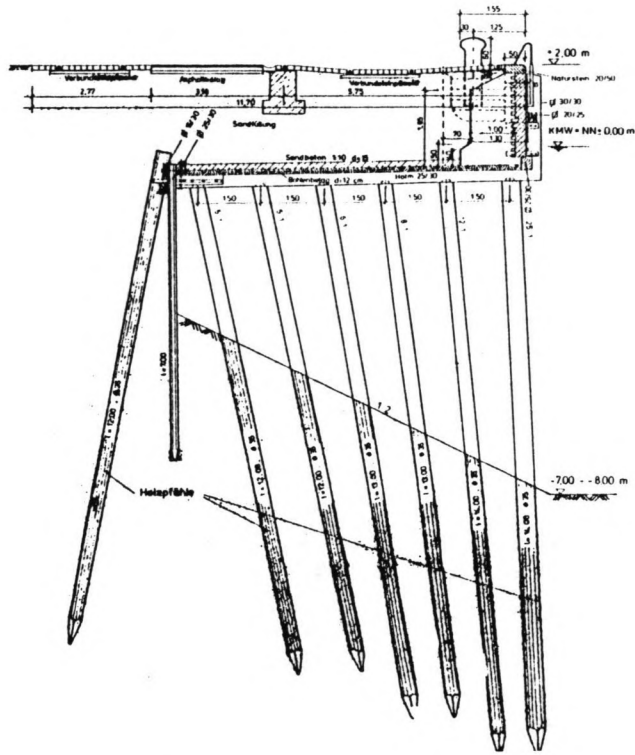
Het oorspronkelijke plan voor de kade dateert uit 1925. Het principe hoe deze kademuur gebouwd zou worden, was een methode die in Bremen dan al 100 jaar (sinds 1830) is toegepast. Slechts de kerende hoogte is gedurende die tijd toegenomen van 8 tot 17 meter.

Het betreft een gewichtsmuur met bakstenen aan de waterzijde (zie figuur 1). Deze muur is gefundeerd op lange houten palen, welke reiken tot in de draagkrachtige zandlaag. Aan de waterzijde is een stalen damwand.

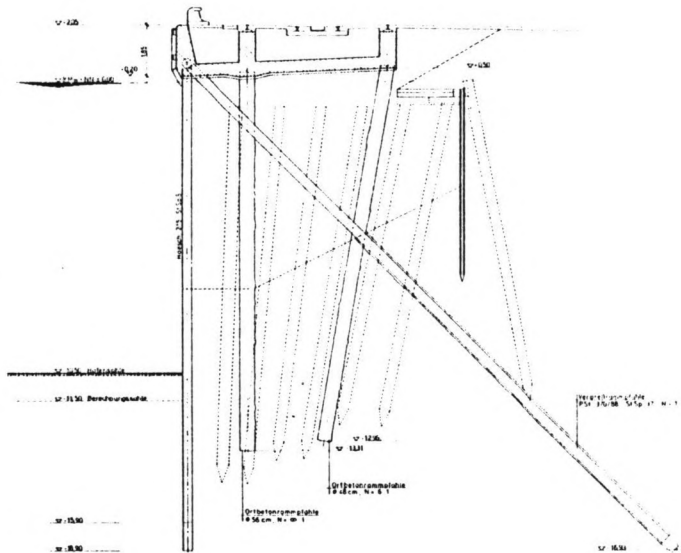
Renovatie

Al tijdens de bouw bleek dat deze 100 jaar oude bouwmethode niet meer voldeed voor kerende hoogtes boven de 17 meter. Daarom is door Prof. Agatz een aanpassing ontworpen. Deze is uitgevoerd in 1928/1929.

De aanpassing c.q. versterking (zie figuur 2) betreft aan de waterzijde een stalendamwand, die reikt tot 20.50 meter onder zeeniveau. Achter de bestaande constructie, aan de landzijde is een verankeringsblok aangebracht. Het feit dat dit werk meer een versterking dan een aanpassing betreft blijkt uit het feit dat de kerende hoogte slechts met een meter is toegenomen.



figuur 1 Kreishafens Nord, oude situatie



figuur 2 Renovatie, uitgevoerd in 1983

17. KREISHAFENS NORD / Rendsburg (West-Duitsland)

Opdrachtgever : Kreisansschuss Rendsburg-Ekkernförde
Ontwerper : Ingenieurbüro Dipl.-Ing Hubertus Mohn
Aannemer : Polensky & Zöllner Baugesellschaft,
Niederlassung Hamburg/Beton Tiefbau Mast
Bouwperiode : 1983
Kosten :

Oude situatie

Het betreft hierbij een binnenhaven. Rendsburg is gelegen aan het Nord-Ostseekanal.

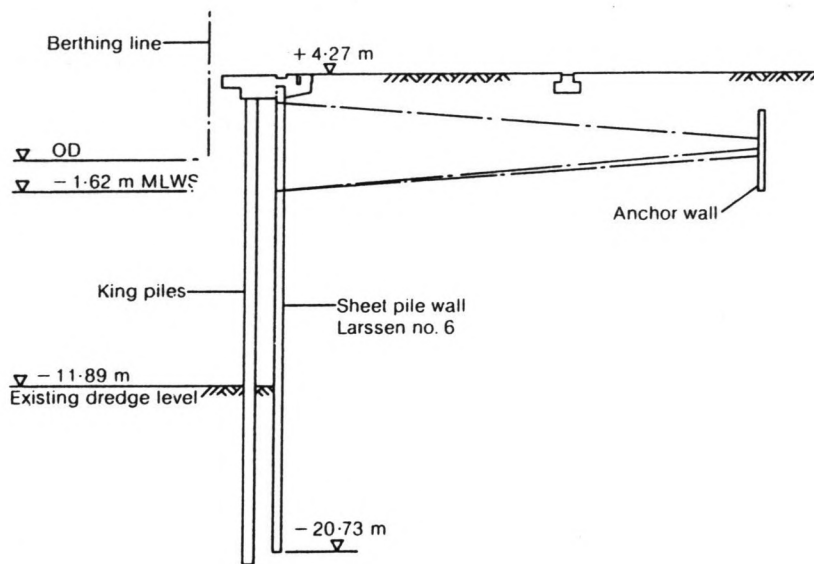
De bestaande kade, gebouwd in de jaren 1912 - 1914 heeft een lengte van 820 meter. Deze kade (zie figuur 1) bestaat uit houten funderingspalen (doorsnede 35 cm.) en een houten damwand, verbonden met een houten balkenrooster. Hierboven bevindt zich een 15 cm. dikke betonlaag. Daartussen een verloren bekistingslaag (12 cm.). De eigenlijke kademuurkop (L-muur), bestaat uit ongewapend beton. Aan de waterzijde is tegen deze plaat een bakstenen laag aangebracht.

De waterdiepte voor de constructie is 7 en 8 meter t.o.v. het kanaalpeil (overeenkomend met zeeniveau). Het kadeoppervlak ligt 2 meter boven het kanaalpeil. De te keren grond is echter minder, daar de kadeconstructie een tussen-vorm is van een ontlastvloer en een overbouwd talud. Uit later onderzoek bleek dat de houten damwand en enige palen afgebroken en losgeraakt waren.

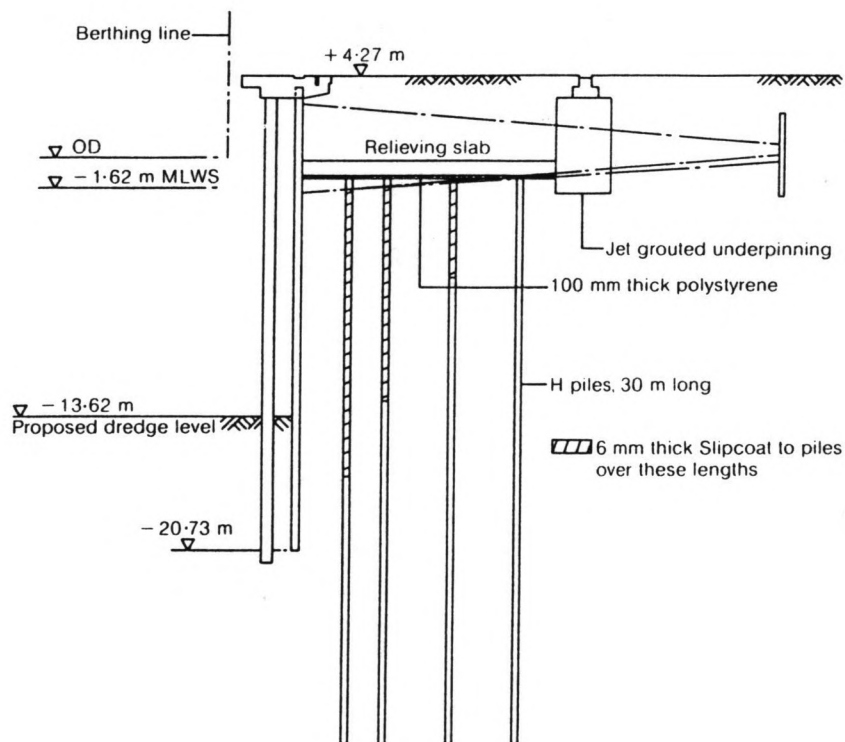
Renovatie

In de jaren 1979 - 1980 is reeds 400 meter aangepast. In 1983 is een start gemaakt met de overige 420 meter. Op grond van ervaringen uit 1979 is nu de gehele bestaande kade gesloopt met uitzondering van de houten palen en damwand.

De nieuwe constructie (zie figuur 2) bestaat uit een naar voren gebouwde stalen damwand met een diep gefundeerde gewapend betonnen bovenbouw, welke alle bovenbelasting moet afdragen naar de fundering. De waterdiepte voor de kade zal 10.50 meter zijn, terwijl de constructie berekend is voor 11.50 meter. De waterzijdige grondverdringingspalen hebben een doorsnede van 56 cm., de landzijdige 48 cm.



figuur 1 Dooley Terminal, oorspronkelijke kade



figuur 2 Dooley Terminal, na renovatie

18. DOOLEY TERMINAL / Felixstowe (Groot Britannië)

Opdrachtgever : Felixstowe Dock & Railway Company
Ontwerper : Posford, Pavry and Partners
Aannemer :
Bouwperiode : 1982 - 1983
Kosten : 1.1 miljoen Pound

Oude Situatie

De huidige kade (zie figuur 1) met een lengte van 195 meter, is aangelegd in de jaren 1973 - 1974.

De constructie bestaat uit een vertikaal geheide damwand (Larsen profiel), met een lengte van 25 meter. De wand is door middel van ankerstangen verboden met een ankerwand. De diepgang voor de kade is 10.25 meter.

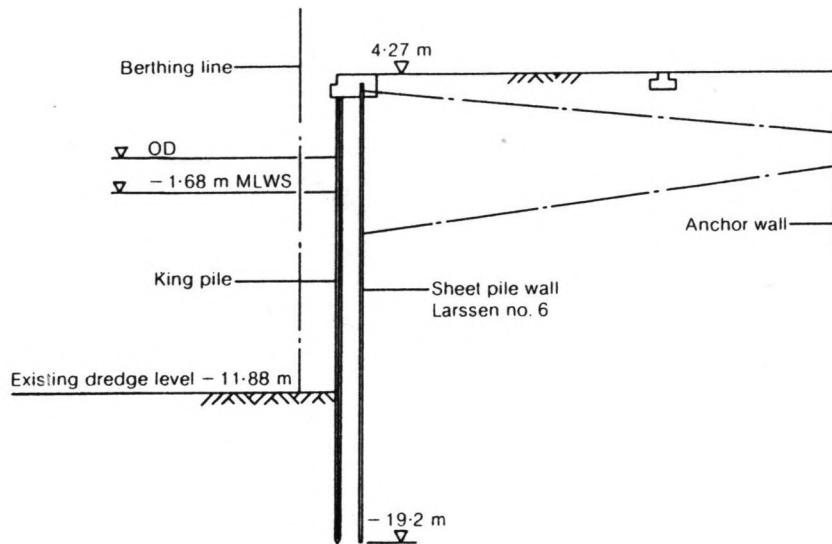
De landzijdige kraanrail die gefundeerd is op een stalen damwand via een betonconstructie in de vorm van een omgekeerde T, heeft veel te leiden van zakkingen. De bovengrond waar de hele constructie op gebouwd is, bestaat uit weinig draagkrachtige zand- en grindlagen. De ondergrond bestaat uit verweerde kalksteen.

Renovatie

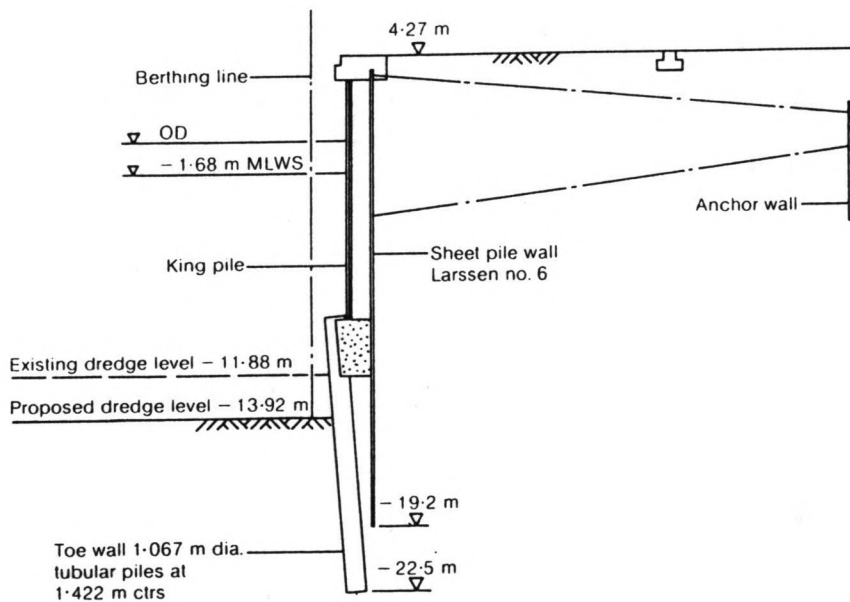
Bij het vergroten van de waterdiepte voor de kade naar 12 meter heeft men voor de volgende oplossing gekozen (zie figuur 2).

Op vijf meter diepte is een ontlastvloer aangelegd, gefundeerd op heipalen. Deze palen (met een H-vorm) reiken tot in de kalksteen laag.

Om de zettingsproblemen van de landzijdige kraanrail op te lossen, heeft men een groot betonblok onder de rail aangebracht. Deze betonnen constructie, die verboden is met de ontlastvloer, reikt tot onder deze vloer.



figuur 1 Landguard Terminal, oorspronkelijke kade



figuur 2 Landguard Terminal, na renovatie

19. LANDGUARD TERMINAL / Felixstowe (Groot Britannië)

Opdrachtgever : Felixstowe Dock & Railway Company
Ontwerper : Posford, Pavry and Partners
Aannemer :
Bouwperiode : 1982/1983
Kosten : 1.35 miljoen Pound

Oude Situatie

De kade (zie figuur 1) is vrijwel van hetzelfde type als die van de Dooley Terminal in Felixstowe.

Het enige verschil is dat de damwand door ankerstangen op twee verschillende niveau's is verbonden met de ankerwand. De grondcondities bij deze kade zijn echter beter dan bij de Dooley Terminal.

Renovatie

De kade moest worden verdiept tot een waterdiepte van 11.90 meter over een lengte van 340 meter.

Bij deze aanpassing is er uiteindelijk voor de volgende methode gekozen:

Buisvormige palen met een diameter van 1.07 meter voor de damwand in de grond geslagen. zo onstond er een vrijwel continue bescherming voor de teen van de oorspronkelijke damwand (zie figuur 2). Tussen beide wanden is een betonnen afsluiting gestort. dit om te voorkomen dat bij het baggeren naar de nieuwe waterdiepte de wand naar voren zou komen

20. QUAI DE SAFI/ Oran (Algerije)

Opdrachtgever : l'Administration du Port d'Oran
Ontwerper : SOTRAMO
Aannemer : entreprise Dragage, Travaux Public
Bouwperiode : 1980 - 1982
Kosten

Oude situatie

De Quay de Safi is gebouwd rond 1920. Zij is opgebouwd uit gemetselde blokken en kan als een gewichtsconstructie gezien worden.

Oorspronkelijk (figuur 1) was de waterdiepte voor de kade 7.4 meter. Deze is later uitgebaggerd tot 9 meter, om de kade toegankelijk te maken voor schepen tot 7000 ton.

Renovatie

Door het havenbestuur is in 1976 besloten 1500 meter kade in de haven van Oran te renoveren. Dit was nodig enerzijds om de haven toegankelijk te maken voor schepen tot 35.000 ton anderzijds omdat de kades zwaar beschadigd waren als gevolg van een storm in december 1980.

De eerste fase van dit plan was het opknappen van de Quay de Sadi (1980 - 1982). Hierbij zou deze kade een diepgang voor schepen tot 12 meter krijgen. (figuur 2)

LITERATUUR

1. Posthuma, F., 'Het Herstel en de Nieuwbouw van de Kademuren in de Zeehavens van Rotterdam'. Jubileum uitgave V.I.V., 1928-1948.
2. Franx, C., 'Vernieling en herstel van de kademuren in de Rotterdamsche haven', Beton (maandblad), mei 1947, Den Haag.
3. Franx, C., 'De ontwikkeling van de kademuurbouw in Rotterdam'. De Ingenieur 69e jaargang (1957) no.12.
4. Franx, C., 'De ontwikkeling van de kademuurbouw in Rotterdam (vervolg en slot)'. De Ingenieur 69e jaargang (1957), no. 13.
5. Bokhoven, W., 'Kademuren en steigers'. Cement XXIV (1972), no. 12.
6. Handbuch für Hafenbau und Umschlagtechnik, band 31 (1974).
7. Gemeentewerken (tijdschrift). 1981.
8. Jahrbuch der Hafentechnischen Gesellschaft, 39e band (1982). Springer Verlag, Berlin.
9. Kademuren nog steeds in ontwikkeling. Cement XXXV (1983), no. 1.
10. Kong Wong Editor, Ports '83. American Society of Civil Engineers. New York, 1983.
11. PT / Civiele Techniek, jaargang 38 (1983), no. 10.
12. Rapport 'Herstructurering Oude havens'. Havenbedrijf der Gemeente Rotterdam. Rotterdam, december 1984.
13. Chevalier C.B. et F. Valade, 'Construction de deux quais dans le port', Travaux.
14. Gemeentewerken (tijdschrift). 1985.
15. Kaderplan Herstructurering Oude Havens. Rotterdam, maart 1985, Havenbedrijf der Gemeente Rotterdam.

16. Terlouw, D. en R.W. van der Weyde. Onderhoud en renovatie van kademuren in de haven van Rotterdam. Rotterdam, maart 1985.
17. Wiel, J.J. van der, Praktikantbericht. 1985.
18. Gent Werkt (tijdschrift) nr. 65. september 1985.
19. Herstructurering Oude Havens (H.B.) Hanno Maashaven. Ingenieursbureau Havenwerken. Rotterdam, maart 1986.

