LAUWERSZEEWERKEN

DE WERKHAVEN IN HET BOOTSGAT

augustus 1959

nota 10

DE WERKHAVEN IN HET BOOTSGAT.

Directie Landaanwinning
Lauwerszeewerken
Leeuwarden
nota nr. 10

augustus 1959.

met 6 bijlagen

I N H O U D.

1. NOODZAAK EN LIGGING VAN DE WERKHAVEN.

In de Lauwerszee bevinden zich thans vier havens, die van Zoutkamp, Dokkumer Nieuwe Zijlen, Ezumazijl en Oostmahorn (zie bijlage 1).

De drie eerstgenoemde havens zijn feitelijk uitmondingen van stroomkanalen in de Lauwerszee, voorzien van uitwateringssluizen.

De meeste accomodatie bieden de havens van Zoutkamp en Dokkumer Nieuwe Zijlen, waar zowel binnen als buiten de zeedijk kaden of steigers beschikbaar zijn, hoofdzakelijk ten dienste van de Zoutkamper respectievelijk uit Peasens en Moddergat afkomstige garnalenvissers.

Het haventje van Ezumazijl is niet meer dan een spuikom achter de uitwateringssluis.

Deze drie havens zijn bij laagwater slecht of zelfs niet te bereiken. Het spreekt wel vanzelf, dat ze voor de uitvoering van de Lauwerszeewerken in de huidige toestand vrijwel geen dienst kunnen doen, daarvoor zijn de afstanden van Zoutkamp, de Dokkumer Nieuwe Zijlen en Ezumazijl (respectievelijk 16.5 km, 14.5 km en 9.5 km) naar de werken te groot.

Het haventje van Oostmahorn is zeer klein. Alleen de veerdienst Oostmahorn-Schiermonnikoog, de motorreddingboot "Insulinde" en wat kleine vletten kunnen hier aanleggen. Bij normaal laagwater is de diepte in de haven slechts ongeveer 0.50 m.

De totale bruikbare kadelengte is slechts ongeveer 90 m; de afstand tot het sluizen- en havencomplex bedraagt ongeveer 6 km.

Het is nu de vraag of het mogelijk is de haven van Oostmahorn zodanig uit te breiden, dat deze als werkhaven zou kunnen worden gebruikt. Het is daarom nuttig om na te gaan, welke behoefte aan een werkhaven bestaat en op welke wijze deze zal kunnen worden gebruikt.

Vóór alles moet men de werkhaven zien als een uitgangspunt voor de werken in volle zee, verbonden aan de vaste wal. De verschillende aannemers die de Lauwerszeewerken zullen uitvoeren maar ook de Rijkswaterstaat dienen te kunnen beschikken over een punt, dat zowel te water als over land gemakkelijk te bereiken is.

De werkhaven moet dus gelegenheid bieden voor het vervoer van personeel van en naar de werken en voor de aan- en afvoer van zware onderdelen en rijdend materieel. In verband hiermee zal enige opslaggelegenheid ten behoeve van de aannemers gewenst zijn. Wellicht zullen in deze haven ook kleine reparaties aan vaartuigen en ander materieel plaatsvinden.

De aannemers van de betonwerken voor de sluizen zullen alleen behoefte hebben aan gelegenheid tot vervoer van hun personeel naar de bouwputten. Opslagterreinen e.d. zullen zij vrijwel zeker in de bouwputten maken.

Als basis voor de Rijkswaterstaat zal de haven ligplaats moeten verschaffen voor de vletten ten behoeve van het toezichthoudend personeel en voor de meet- en peildienst.

Ook de kantoor- en tekenruimte voor de uitvoerende- en de meetdienst dienen op het haventerrein te worden geplaatst.

De aannemers van de bagger- en grondwerken aan de bouwputdijken zullen voorts behoefte hebben aan een veilige ligplaats bij slecht weer en tijdens de weekeinden voor hun varend materieel, zoals baggermolens, zuigers, kranen, zolderbakken en vletten. Voor het personeel verdient het de voorkeur, dat deze haven in directe verbinding staat met het vasteland.

Een zeer belangrijk gebruik van de haven zal worden gemaakt ten behoeve van de opslag en overslag van zink- en stortsteen. Hiervoor moet de haven zowel voldoende opslagterreinen als kadegelegenheid als ook wateroppervlakte bieden. Er is rekening mee gehouden dat een groot deel van de steenopslag zal geschieden in de haven bij het sluizencomplex (Oorthaven).

Uit het bovenstaande blijkt, dat er tijdens het maken van de bouwputdijken een vrij intensief gebruik van deze werkhaven zal worden gemaakt, dus wanneer er nog geen andere haven beschikbaar is en jaren later, een aantal tijdens de sluiting, wanneer een grote steenoverslag moet plaatsvinden. Niettemin zal de haven ook in de tussenliggende jaren druk gebruikt worden als veerhaven naar de werken, basis voor de meetdienst en voor steenop- en -overslag. In dit opzicht is deze haven te vergelijken met de werkhaven van Hellevoetsluis, gecombineerd met de voorhaven van het Kanaal door Voorne (voor de meetdienst).

Het haventje van Oostmahorn is te enen male onvoldoende om aan bovengenoemde eisen te voldoen. Ook uitbreiding van deze haven komt niet in aanmerking, omdat de nodige ruimte daarvoor ontbreekt. Het Vaarwater naar Oostmahorn loopt hier zó dicht langs de oever, dat er voor aanleg van terreinen enz. niet voldoende diepte aanwezig is.

Er zal dus een nieuwe werkhaven moeten worden aangelegd.

Voor de te bouwen werkhaven komen vier plaatsen in aanmerking, alle gelegen aan de Friese kust, omdat de Groninger kust (behalve bij Zoutkamp) te water niet bereikbaar is (zie bijlage 1).

Zou men de haven maken op de Bantswal (zie bijlage 1), dan betekent dit, dat men aanstonds ook de aansluitende dijk naar de Friese wal (Westerstek) zou moeten maken. Hierdoor zal de waterbeweging waarschijnlijk vrij sterk worden beïnvloed. Bovendien kan men tijdens de aanleg van dit toch al weer grote werk midden in zee niet beschikken over een werkhaven.

De wegverbinding naar deze haven zal pas in een laatste stadium gereed kunnen komen.

Een tweede mogelijkheid ligt in een werkhaven nabij het Banthuis.

Deze werkhaven, hoewel op een betrekkelijk kleine afstand

(2.5 km) van het sluitgat gelegen, ligt vrij sterk blootgesteld aan de golfslag. Hiervoor zullen dan ook kostbare havendammen nodig zijn. De wegverbinding moet geheel nieuw worden aangelegd.

Veel gunstiger in dit opzicht ligt een werkhaven in het Bootsgat ten noorden van Oostmahorn of ten zuiden van deze plaats.

In beide gevallen kan met eenvoudige havendammen worden volstaan. Vooral het Bootsgat vormt reeds nu een natuurlijke havenkom, die slechts aan de noordzijde nog beschutting behoeft. De afstand tot het sluitgat van de werkhaven in het Bootsgat bedraagt 3.2 km, tot de zuidelijker haven echter 4½ km, hetgeen een bezwaarlijk grote afstand is.

Om deze reden is er van afgezien verder de mogelijkheden voor een zuidelijker haven uit te werken.

In vergelijking met de beide noordelijker gelegen werkhavens biedt die in het Bootsgat nog het voordeel, dat een bestaande woonkern in de onmiddellijke nabijheid ligt, hetgeen ook voor een toekomstig gebruik van de haven van veel belang kan zijn.

In het volgende hoofdstuk zal het plan voor de werkhaven in het Bootsgat met de verschillende overwegingen, die daarbij hebben gegolden, nader worden uiteengezet.

2. HET PLAN VOOR DE WERKHAVEN.

De werkhaven bestaat in hoofdzaak uit vier elementen: een noordelijke dam, tevens golfbreker; terreinen langs drie zijden van het havenbekken; de toegangsweg in het zuiden en de haveningang aan de oostzijde (zie bijlagen 2 en 3).

De noordelijke dam vangt vrijwel alle golfslag op, welke nu nog in het Bootsgat voorkomt. Alleen de golven uit noordelijke richtingen zijn van belang; die uit oostelijke richtingen zijn te klein, omdat de waterstanden bij harde oostenwind worden verlaagd en de strijklengte dus zeer kort wordt. Voor alle westelijke en zuidelijke richtingen, behalve o.z.o., ligt de haven geheel beschut.

Na de afsluiting heeft een hoge golfbreker geen zin meer, omdat de waterstand op het Lauwerszeemeer niet boven N.A.P. zal stijgen. Daarom is de noordelijke dam ontworpen met de kruin op niet meer dan 2 tot 2.5 m^{+} N.A.P. Gedurende de uitvoering van de Lauwerszeewerken wordt de golfslag opgevangen door een rug van zware stortsteen tot een peil van ongeveer 5 m^{+} N.A.P.

Uit hieromtrent gemaakte berekeningen is gebleken dat een dergelijke dam zonder meer in staat is de ter plaatse voorkomende golfslag op te vangen.

Gedurende het laatste jaar van de uitvoering, wanneer de sluiting juist tot stand is gebracht kan de steen van deze dam worden opgeruimd en in de bestortingen van de afsluitdijk verwerkt. Deze oplossing is, ondanks het renteverlies door de opslag gedurende 5 jaar van de steen, goedkoper dan het maken van een gronddam met verdediging.

Hetzelfde is de uitwateringssluis van de Anjumer- en Lioessenserpolder buiten de werkhaven gehouden, waardoor het niet nodig is deze duikersluis te kruisen om de noordelijke dam over land te kunnen bereiken. Bovendien zou de breedte van de haven wel wat groot zijn geworden, wanneer de noordelijke dam meer naar het noorden was gelegd.

De vorm van de haven is globaal onderzocht in het Waterloopkundig Laboratorium te de Voorst (N.O.P.). Daarbij is gebleken dat de noordelijke havendam een goede geleiding geeft zowel aan de eb- als aan de vloedstroom, zonder dat een hinderlijk grote uitwisseling met het havenbekken optreedt.

De aantasting van de noordelijke havendam door de stroom zal waarschijnlijk zeer gering zijn, omdat de stroomsnelheden nabij deze dam volgens het model-onderzoek niet veel groter zullen zijn dan 0.8 à 0.9 m per seconde.

Het terrein aan de binnenzijde van de stenen dam is bestemd voor opslag van stortsteen. De diepte van dit terrein bedraagt rond 45 m, de hoogteligging is 2-2.5 m^{+} N.A.P. Bij volbelasting zal de zakking nog ten hoogste 0.5 m bedragen. Het opslagterrein zal dan per werkseizoen gemiddeld ongeveer 2 tot 20 maal geheel

respectievelijk gedeeltelijk worden overstroomd. Een lagere ligging geeft blijkens ervaringen elders veel moeilijkheden wegens vertraging van de overslag en verwoeling van de bodem.

In het volgende hoofdstuk wordt het vraagstuk van de opslag van steen nader behandeld.

Het terrein tegen de zeedijk langs de westelijke zijde van het havenbekken kan al naar behoefte worden gebruikt voor de opslag van steen en andere materialen, dan wel als opslagterrein ten behoeve van de aannemers. Op dit terrein is een weg geprojecteerd langs de waterkant, waardoor het terrein verder geheel beschikbaar is voor opslag.

Aan de zuidzijde van de haven is een verhoogd plateau ontworpen op een peil van 3.50 m+ N.A.P. (deze waterstand wordt slechts één maal per 10 jaar overschreden), ten behoeve van het plaatsen van keten en gebouwen voor directie en aannemers.

De wegverbinding ligt hier aan de achterzijde van het terrein, zodat het waterfront geheel vrij is voor steigers e.d.

In de zuidwestelijke hoek van de haven is voldoende ruimte voor het aanleggen van vletten en grotere vaartuigen ten behoeve van de veerdienst naar de bouwput beschikbaar. Om een enigszins beschutte ligging voor de kleinere vaartuigen te verkrijgen is het plateau bestemd voor de directiegebouwen iets naar het noorden uitgebouwd.

Aan de westelijke zijde van dit plateau is een opslagterrein ontworpen voor rijshout met aan de waterzijde daarvan een zate, waarop tegelijkertijd twee zinkstukken van bijvoorbeeld 20 x 50 m kunnen worden vervaardigd.

Op zeer eenvoudige wijze kan deze haven worden aangesloten aan de weg van het Provinciale Wegenplan Dokkum - Metslawier - Anjum - Oostmahorn. Hiertoe moet een oprit over de dijk worden aangelegd, waarvan de helling niet steiler behoeft te zijn dan 1 : 25 aan de landzijde respectievelijk 1 : 20 aan de havenzijde. De breedte van de oprit is bepaald op 5.5 m, om te voorkomen dat op de lange helling elkaar tegemoet rijdende vrachtauto's in moeilijkheden zouden raken, hetgeen bij een smallere oprit zonder twijfel het geval zou zijn.

De wegen op het haventerrein zijn 5 m breed met uitzondering van de weg langs de westelijke oever, waar zonodig kan worden uitgeweken in de richting van het aansluitende talud, zie doorsnede B.B. van bijlage 2.

Een klein parkeerterrein is ontworpen op het plateau voor de directiegebouwen.

De scheepvaarttoegang tot de haven verkrijgt een bodembreedte van 65 m, hetgeen voldoende is voor alle doeleinden waarvoor de haven zal worden gebruikt. Deze toegang ligt gericht op het z.o.

Berekeningen hebben aangetoond, dat de golfslag welke bij open Lauwerszee voor deze havenmond aankomen vrijwel nooit een hoogte van ongeveer 0.75 à 1 m zal overschrijden. Achter in de haven zal de golfslag door re- en diffractie nog weer sterk zijn verkleind.

De diepte van de haven is ontworpen op 5 m⁻ N.A.P. Bij een gemiddeld 1 maal per werkseizoen optredende laagwaterstand van 2.15 m⁻ N.A.P. blijven de schepen met diepgang van 2.40 à 2.50 m zoals bijvoorbeeld kempenaars van ± 600 ton nog voldoende ver van de bodem verwijderd.

Ook de werkhavens van Hellevoetsluis, Veregat en Grevelingen hebben een diepte van 5m⁻ N.A.P. bij een peil van gemiddeld laagwater van respectievelijk 0.82 m⁻ N.A.P., 1.48 m⁻ N.A.P. en 1.48 m⁻ N.A.P.

De bodembreedte van het smalste deel van het havenbekken bedraagt 130 m. Deze maat is ruim voldoende om ook met grotere schepen bijvoorbeeld kempenaars van 600 t met afmetingen van 50 x 6.60 m in de haven te kunnen manoeuvreren.

De afmetingen van de haven zijn zo goed mogelijk bepaald aan de hand van het te verwachten gebruik, zowel ten aanzien van de wateroppervlakte als van de terreinen.

Op bijlage 3 wordt een beeld gegeven van het gebruik van het wateroppervlak, wanneer de meeste schepen die van de haven gebruik maken tegelijkertijd in de haven liggen, bijvoorbeeld gedurende een periode van zware stormen.

De aantallen van deze schepen zijn berekend aan de hand van een voorlopig werkschema voor de aanleg van de bouwputten voor de kunstwerken en de afsluitdijk.

Tevens is erop gerekend dat een aantal schepen welke de aanvoer van stortsteen, rijshout en andere materialen verzorgen door weersomstandigheden de haven niet kunnen verlaten, zodat daarvan ongeveer de gehele laadcapaciteit van één week in de haven aanwezig is.

Het is niet te verwachten dat er veel schepen van aannemers gebruik zullen maken van de haven ten behoeve van opslag of overslag van materiaal of reparatie. Niettemin is op enige aanleggelegenheid voor deze schepen gerekend.

Echter bestaan er ook elders in de Lauwerszee mogelijkheden voor opslag van materialen, in het bijzonder bij de bouwputten.

De vraag is dan ook of de onderhavige werkhaven niet te groot zou blijken. Hiervoor behoeft niet te worden gevreesd, omdat verschillende activiteiten beslist aan deze haven verbonden zijn, bijvoorbeeld het veerbedrijf naar de werken in de Lauwerszee en het gebruik als vlucht-, respectievelijk weekendhaven. De ervaring in Hellevoetsluis heeft wel geleerd dat van een haven verbonden aan de vaste wal bij voorkeur gebruik wordt gemaakt. Wat de opslag van steen betreft is het gewenst om niet alleen aan de buitenzijde van het sluitgat over een buffervoorraad te kunnen beschikken, maar ook aan de binnenzijde. De haven in het Bootsgat is hiervoor bij uitstek geschikt, temeer omdat hier voor de bovengenoemde andere doeleinden toch een haven zal moeten worden gemaakt.

Het is mogelijk, dat hetzij de directie, hetzij één of meer aannemers behoefte hebben aan binnendijks terrein. Het terreintje onmiddellijk ten westen van de oprit kan daarvoor worden gebruikt. De haven met inbegrip van het laatstgenoemde binnendijkse opslagterrein is bereikbaar over de uitrit naar de weg in Oostmahorn. Zonder veel moeite zou het geheel dan ook voor onbevoegden afgesloten kunnen worden.

De kosten voor deze haven bedragen volgens een voorlopige raming f. 1.9 mln.

als volgt te splitsen:

baggerwerken	f.	241.000.-
grondwerken, met inbegrip van f. 81.000.- extra kosten voor proeven met keileem en potklei	"	676.000.-
glooiingen en zinkwerken	"	470.000.-
tijdelijke steenopslag voor noordelijke havendam	"	338.000.-
verhardingen	"	76.000.-
diversen en onvoorzien	"	99.000.-
totaal	f.	1.900.000.-

3. HET OP- EN OVERSLAAN VAN STEEN IN DE WERKHAVEN.

Een zeer belangrijk gebruik zal van de haven worden gemaakt voor de opslag en overslag van zink- en stortsteen.
In het volgende zal het gehele probleem van de steenaanvoer en -verwerking onder het oog worden gezien om daaruit conclusies te kunnen trekken omtrent de voorzieningen, welke hiervoor in de werkhaven Bootsgat nodig zullen zijn.

Uitgaande van de plannen van de afsluitdijk, zoals deze thans zijn opgezet, is een overzicht samengesteld van de behoefte aan zink- en stortsteen verdeeld over de verschillende jaren van de uitvoering.
Het spreekt vanzelf, dat de daarin genoemde hoeveelheden nog belangrijk kunnen wijzigen; niettemin zal de totale orde van grootte toch wel ten naaste bij juist zijn.

In theorie zou de aanvoer op elk moment moeten worden afgestemd op het verbruik. In de practijk blijkt echter dat een geregelde aanvoer van steen door verschillende oorzaken kan worden verstoord, zoals:

a. moeilijkheden op de groeve bij levering van grote hoeveelheden steen;
b. moeilijkheden bij de aanvoer, bijvoorbeeld gebrek aan scheepsruimte;
c. politieke- en economische factoren.

Om de perioden met gestagneerde aanvoer te overbruggen is dus een zekere opslag van steen noodzakelijk, de zogenaamde buffervoorraad.
Blijkens de ervaringen elders mag er wel op worden gerekend, dat gemiddeld 40% van de voor de werken aangevoerde steen onmiddellijk op de stortbak wordt overgeslagen en dat de overige hoeveelheden tijdelijk op de wal moeten worden opgeslagen.
Ook wanneer een geregelde aanvoer wél verzekerd zou zijn, zal niettemin een opslag van steen gedurende één of enkele jaren, de zogenaamde werkvoorraad, noodzakelijk zijn om te voorkomen dat in een bepaald jaar met een zeer groot verbruik van steen, de aanvoercapaciteit volkomen tekort zou schieten.
Bovendien kan het voordelig zijn om steen op te slaan, omdat stagnatie van het werk kan worden voorkomen wanneer aan een plotselinge behoefte aan steen kan worden voldaan en omdat bij een geregelde afname zonder extreme toppen een voordeliger steenprijs kan worden bedongen.
Uiteraard zijn er ook kosten aan het maken van een steenvoorraad verbonden, zoals de aanleg van de opslagplaats de extra overslag- en transportkosten en het renteverlies gedurende de periode van opslag.
Enerzijds moet dus de voorraad niet te klein zijn anderzijds mag deze zeker niet te groot zijn.
De belangrijkste bepalende factor voor de grootte van de steenbuffer blijkt voor de Lauwerszeewerken de grootst mogelijke aanvoer te zijn. Deze is gesteld op ongeveer 100.000 tot 125.000 ton per jaar. Het verbruik gedurende het jaar van

- sluiting -

sluiting en het voorafgaande zal naar alle waarschijnlijkheid groter zijn dan deze hoeveelheden, zodat op een flinke werkvoorraad moet worden gerekend.

Behalve de werkhaven in het Bootsgat komt ook de buitenhaven van het sluizen- en havencomplex, dus de Oorthaven voor op- en overslag van steen in aanmerking. Zodra de sluiting tot stand is gekomen, moet deze haven echter voor normaal gebruik (veerdienst, vissershaven etc.) beschikbaar komen.

Er dient dus een verdeling tot stand te komen over deze beide havens, ook al omdat het bijzonder practisch is om zowel binnen als buiten het uiteindelijke sluitgat over een flinke hoeveelheid steen te beschikken.

Voorts is het belangrijk, dat de Oorthaven onder slechte weersomstandigheden (harde wind, golfslag en mist) vaak moeilijk te bereiken is, vooral voor kleinere schepen. Onder dergelijke omstandigheden is de werkhaven aan het Bootsgat als uitwijkgelegenheid beschikbaar. Dit kan ook van invloed zijn op de voor het transport te betalen verzekeringspremies.

Wat de afstanden tot het sluitgat betreft, deze bedragen voor de Oorthaven ongeveer 2.8 km en voor de werkhaven in het Bootsgat 3.2 km, een betrekkelijk gering verschil dus.

Grondmechanisch is de ondergrond in de Oorthaven beter geschikt dan die in het Bootsgat voor het maken van opslagterreinen. In de laatstgenoemde haven zal ter plaatse van de taluds langs het havenbekken een grondverbetering noodzakelijk zijn; in de Oorthaven is dit niet het geval. Overigens spelen de kosten voor de grondverbetering geen grote rol in de totale kosten van de werkhaven.

Een groot voordeel voor het gebruik van de Oorthaven is, dat deze na afloop van de werken opnieuw een bestemming krijgt, zodat de kade- en andere werken van blijvend nut zullen zijn; het is de vraag of dit eveneens in de Bootsgat-haven het geval zal zijn. De kans bestaat dat hier een industrie wordt gevestigd of dat de haven voor recreatiedoeleinden zal worden gebruikt, maar dit blijft voorlopig slechts een veronderstelling.

De slotsom van het voorgaande moet dan ook zijn dat een zekere gelegenheid voor de opslag van steen in de Bootsgathaven weliswaar noodzakelijk zal zijn, maar dat deze toch beperkt dient te blijven om onnodige kosten te voorkomen: de voorkeur gaat in dit geval uit naar eenvoudige voorzieningen, die geringe investeringen met zich mee brengen, na afloop van de werken zo mogelijk kunnen worden opgeruimd en daarbij een zo groot mogelijke restwaarde hebben.

Voor de Oorthaven geldt het tegenovergestelde:
hier moet getracht worden de voorzieningen ten behoeve van de steenopslag zoveel mogelijk aan te passen aan het toekomstig gebruik voor de veerdienst naar Schiermonnikoog, de vissershaven, de overslag van schelpen enz.

De keuze van de inrichting voor de loswalconstructie kan worden bepaald door vergelijking van de totale overslagkosten,

waarbij de netto aanlegkosten voor de loswal worden meegerekend.

Voor de berekeningen van deze kosten is gebruik gemaakt van het "Rapport betreffende lossen, opslaan en laden van zink- en stortsteen", dat in 1958 door ir. L.W. Lievense van de direktie Deltawerken Noord naar aanleiding van de resultaten van steenoverslag op de werkhaven te Hellevoetsluis is opgesteld.

Gerekend is, dat voor de gehele Lauwerszeewerken 300.000 à 400.000 ton steen nodig is, waarvan 150.000 à 250.000 ton wordt verladen via de werkhaven Bootsgat. De werkvoorraad in deze werkhaven bedraagt dan 60.000 resp. 90.000 ton steen, waarvan ongeveer 15.000 ton is verwerkt in de tijdelijke dam van zware stortsteen. Zowel de overslag van 150.000 ton als van 250.000 ton zijn berekend (zie ook bijlage 5).

Voorts zijn afzonderlijk berekend de drie gevallen:

a. dat alle steen via de wal op de stortsteenbakken wordt verladen;
b. het normale geval, dat een deel van de steen direct uit het schip op de bak wordt overgeslagen en
c. dat alle steen, uitgezonderd de werkvoorraad, direct uit het schip op de bak wordt overgeslagen.

Ook voor de walconstructie zijn drie mogelijkheden onderzocht (zie bijlage 4):

a. een vrij brede laaggelegen opslagberm ongeveer op de hoogte van halftij vóór het opslagterrein (bovenste profiel);
b. de normale taludconstructie met een kleine steunberm iets boven het peil van G.L.W. (middelste profiel);
c. een kadewand, bestaande uit een stalen damwand (onderste profiel).

De lengten van deze walconstructies zijn bepaald voor een totale jaaroverslag (de som van de overslag schip-wal en walbak) van ongeveer 100.000 ton steen. Om de berekeningen niet onnodig uitgebreid te maken zijn de aldus gevonden oeverlengten aangehouden voor alle berekende gevallen.

Zoals uit bijlage 4 blijkt moet in alle 3 gevallen een plaatselijke bodemverbetering worden toegepast. De afmetingen hiervan zijn verstrekt door het Laboratorium voor Grondmechanica.

Tenslotte maakt het nog verschil met welke werktuigen de steen wordt overgeslagen. Het toepassen van grote drijvende kranen is alleen economisch verantwoord bij overslag van zéér grote hoeveelheden. In dit geval dient men er van uit te gaan, dat door aannemers normale werktuigen worden gebruikt.

Het meest voor de hand ligt de toepassing van mastbakken voor overslag van de steen van het schip op de wal, resp. op de bak, vrachtauto's voor het vervoer op de wal en een dragline voor het laden van de vrachtauto's uit de steenopslag op de wal.

Bij een lage opslagberm en een kadewand kan een gedeelte van de steenopslag (resp. ongeveer 9.000 ton en 20.000 ton) rechtstreeks met de mastbak gelost en weer geladen worden (zie onderste en bovenste profiel van bijlage 4), hetgeen de goedkoopste oplossing is. Gerekend is, dat dit voor de gehele lengte van de loswal twee maal per jaar het geval zal zijn. Eveneens kan hierbij rechtstreeks met de mastbak in de auto worden geladen. De lage opslagberm moet daartoe plaatselijk

met steen worden opgehoogd, zoals op bijlage 4, bovenste profiel staat aangegeven.

Bij de normale taludconstructie mag om grondmechanische redenen geen steen op of nabij het talud worden gestort. Bovendien is de beschikbare ruimte voor opslag nabij het water slechts gering. De overslag dient dan te geschieden met vaste steigers voor het lossen op de wal en drijvende steigers voor het beladen van bakken (om de storthoogte tijdens de steeds wisselende waterstanden te beperken).

Ook is het mogelijk gebruik te maken van modern Amerikaans materieel, namelijk robusters en loaders, waarbij voor het laden van bakken eveneens drijvende steigers toegepast kunnen worden.

Een robuster, zie onderste profiel, heeft 6 of meer losse bakken, waarvan er één wordt opgenomen vervoerd en gelost, terwijl de andere geladen worden. Het laden van de robusters-bakken kan tot een steengewicht van 80 kg met de hand geschieden.

Loaders (zie middelste profiel) kunnen de steen opscheppen en storten, maar tevens vervoeren. Zij zijn vooral voordelig voor het laden van steenbakken bij een korte vervoersafstand.

Omdat de juiste omvang van de overslag en het te gebruiken materieel uiteraard nog niet vaststaan zijn voor de drie walconstructies combinaties van de bovengenoemde factoren onderzocht, dus:

totale hoeveelheid overslag 150.000 ton of 250.000 ton
overslag geheel, gedeeltelijk of niet via de wal (behalve de werkvoorraad)
overslag met mastbak, dragline en auto
of met mastbak en robuster
of met mastbak, robuster en loader.

Uiteraard zijn er meer methoden voor overslag denkbaar, maar de bovengenoemde zijn wel de meest voor de hand liggende.

In totaal zijn er per walconstructie dus 2 x 3 x 3 = 18 gevallen te onderzoeken. Bij een kadewand kan men echter moeilijk loaders gebruiken voor het laden van de steenbakken, omdat de steen dan veelal over een te grote hoogte zal vallen, zodat daarvoor 2 x 3 x 2 = 12 gevallen zijn onderzocht.

Op bijlage 5 zijn de totale kosten voor de loswal met inrichting (steigers, meerpalen etc.)en voor de overslag voor alle 2 x 18 + 12 = 48 gevallen uitgezet tegen de kosten voor loswal met inrichting. Bovendien zijn de overslag-kosten per ton uitgezet.

Voor de bepaling van de kosten voor de damwand en de overige inrichting is rekening gehouden met de waarde van het afkomende materiaal na afloop van de Lauwerszeewerken.

De volgende conclusies kunnen uit deze grafieken worden afgeleid:

a. in bijna alle gevallen is de opslagbermconstructie de voordeligste;
b. naarmate meer overslag via de wal plaats vindt wordt de normale taludconstructie onvoordeliger in vergelijking met de opslagberm;

c. ook de kadewand wordt in verhouding steeds voordeliger bij toenemen van de overslag over de wal, maar blijft in normale gevallen toch duurder dan de andere oplossingen. Bij een nog grotere overslag, bijvoorbeeld over meer jaren verspreid, zal het zonder twijfel aanbeveling verdienen een kadewand te maken;
d. met het moderne materieel kunnen lagere kostprijzen worden bereikt. Hetgeen hierboven onder a, b en c werd vermeld geldt eveneens als men van dit materieel gebruik zou maken;
e. wanneer de aanlegkosten voor de loswal c.a. in een bepaald geval sterk zouden wijzigen, veranderen de overslagkosten niettemin weinig, zie de stippellijnen op de rechtse grafieken;
f. de belangrijkste conclusie is wel, dat de aanlegkosten in dit geval ongeveer 1/3 deel van de totale overslagkosten uitmaken en dat er wat de kostprijs per ton steen betreft geen uitgesproken voordelige oplossing naar voren komt.

Hieruit volgt, mede door het tijdelijke karakter van de werkhaven Bootsgat, dat de oplossing met de grootste investering, dus de kadewand niet in aanmerking komt.

Gezien het gemak, dat een laaggelegen opslagberm biedt, hetgeen ook in de kostprijzen tot uiting komt, wordt daaraan de voorkeur gegeven.

- 4. PROEFNEMINGEN -

4. PROEFNEMINGEN.

Het spreekt vanzelf, dat voor de uitvoering van de Lauwerszeewerken zoveel mogelijk gebruik moet worden gemaakt van de ter plaatse aanwezige bodemmaterialen.

De volgende staat geeft een indruk van de benodigde hoeveelheden:

Hoeveelheden bodemmaterialen benodigd voor afsluitdijk Lauwerszee met bouwputten en sluitgat.

grondsoort	bij sluitgat met doorlaatcaissons miljoen m^3	bij sluitgat met beteugelingsdammen miljoen m^3
zand	9.2	8.6
klei	0.4	0.4
keileem en potklei	1.2	1.5

Het is dus van zeer groot belang zo spoedig mogelijk een inzicht te verwerven omtrent de eigenschappen van de beschikbare grondsoorten, speciaal ten aanzien van de verwerkbaarheid en de geschiktheid voor het maken van de werken.

Reeds is een groot aantal boringen verricht en zijn vele daardoor verkregen grondmonsters op hun verschillende physische eigenschappen onderzocht, zodat een zeer goed overzicht omtrent het voorkomen van de diverse grondsoorten in de bodem van de Lauwerszee en de aangrenzende Waddenzee bestaat. Het verband tussen de uit de monsters afgeleide eigenschappen en de praktische bruikbaarheid is echter lang niet altijd bekend, zodat de practijk van de uitvoering mede hierover uitsluitsel moet geven.

De totale kosten van de werken zullen vooral door de eigenschappen van het zand en de keileem en/of de potklei sterk worden beïnvloed; zouden bijvoorbeeld keileem en/of potklei geschikt zijn voor de bouw van dammen, dan kan de Lauwerszee waarschijnlijk op dezelfde wijze worden afgesloten als de Zuiderzee, dus met beteugelingsdammen, hetgeen veel goedkoper is dan met behulp van doorlaatcaissons.

In de bodem is ook klei aangetroffen, die uit een landbouwkundig oogpunt geschikt is voor het bekleden van de afsluitdijk. Getracht zal worden een indruk te verkrijgen omtrent de mogelijkheid deze klei te winnen en op te slaan om deze daarna droog op de dijk te kunnen verwerken. Vermoedelijk kunnen deze proeven op kleine schaal plaatsvinden op een hoek van het haventerrein.

Overwogen is om in het bestek voor de werkhaven het gebruik van een bepaalde soort zand voor te schrijven, eventueel voor het maken van een deel van de haven.

Het voor zandzuigen vermoedelijk geschikte zand komt hoofdzakelijk voor in de geulen ten noorden van de Lauwerszee, het Oort en de Zoutkamperlaag. De volgende soorten worden aangetroffen (zie ook bijlage 6):

zandsoort	m-getal in μ [1]	U-cijfer [2]	aanwezigheid
zeer fijn	79 - 102	160 - 120	in één gebied vrij veel, veelal afgedekt door klei
middel fijn	102 - 138	120 - 80	sterk overwegend
matig fijn	138 - 224	80 - 50	plaatselijk lagen van enkele meters
matig grof	224 - 390	50 - 30	zelden en in kleine hoeveelheden

Buiten de op bijlage 6 aangegeven vindplaatsen bevindt zich geen winbaar zand tengevolge van de aanwezigheid van dikke klei- of leemlagen of door een te hoog slibgehalte.

In de geulen is het zand overwegend iets grover dan daarbuiten onder de platen, dus meer naar de kant van matig fijn. Een m-getal van rond 130 komt daar vrij veel voor.

Het slibgehalte varieert vrij sterk. Minder dan 2% afslibbare delen komen weinig voor, wel echter meer dan 10% waardoor de grondsoort tot de zavelige en kleigronden wordt gerekend.

De meeste slibgehalten van het zand liggen tussen 2% en 6%, dus kunnen deze zanden als matig slibhoudend worden beschouwd. De practijk heeft geleerd, dat de fijnheid van het zand, vooral bij het vullen van bakken een grotere invloed heeft dan het slibgehalte: het teveel aan slib spoelt wel overboord, maar het zand moet voldoende grof zijn om in de bakken te bezinken.

Waar de variatie in de fijnheid slechts klein is, heeft een proef met afwijkend zand weinig zin. Het ligt in de bedoeling om de aannemer van de werkhaven vrij te laten, waar hij zand aan de bodem wil onttrekken. Tijdens het maken van de werkhaven kunnen op ruime schaal gegevens worden verzameld omtrent de winbaarheid van het zand, de verwerkbaarheid, de vastheden na het opspuiten, het verliespercentage en de samenstelling in de verschillende stadia van de verwerking, dus de kwaliteitsverbetering door het uitwassen van slib en fijnere bestanddelen.

1) het m-cijfer is de korreldiameter, die door 50% van de korrels in het monster wordt overschreden.
2) het U-cijfer is een maat voor de gemiddelde korreloppervlakte.

De winplaatsen voor het zand zullen in ieder geval buiten de Lauwerszee moeten liggen om onnodig grote diepten in het latere boezemmeer te voorkomen. In de Lauwerszee komt trouwens het voor de zandwinning geschikt zand meestal niet in grote dikten voor.

De keileem en potklei worden aangetroffen in het Vaarwater naar Oostmahorn en in het Oort (zie bijlage 6). De lagen liggen steeds dieper naarmate men noordelijker komt. De laag keileem is ten hoogste 4 m dik en ligt bijna steeds dadelijk boven op de potklei, die in een zeer dikke laag aanwezig is. Veelal is de juiste dikte daarvan niet bekend, omdat de boringen in de potklei zijn blijven steken. In 1955 is een voorlopige baggerproef met beide materialen gedaan. Hieruit bleek, dat er inderdaad goede mogelijkheden voor toepassing bestaan. Een meer uitgebreid onderzoek is noodzakelijk, waarbij als voornaamste vraagpunten naar voren komen:

a. de winbaarheid;
b. de verwerkbaarheid;
c. de geschiktheid voor het maken van dammen bijvoorbeeld tot een hoogte van 6 à 8 m;
d. de golf- en stroombestendigheid.

In de werkhaven Bootsgat zullen beide materialen worden toegepast voor de bouw van perskaden rondom de met zand op te spuiten opslagterreinen. Voor het opbaggeren zal een niet te kleine baggermolen nodig zijn, die in staat is deze zware specie van betrekkelijk grote diepte (8 tot 18 m⁻ N.A.P.) boven te brengen.

De overcapaciteit van dit werktuig kan worden gebruikt om een extra hoeveelheid keileem en potklei op te baggeren, welke kan worden bestemd voor een tweetal proefdammen volgens het ontwerp van bijlage 6, zie profiel B-B en C-C. De ene dam wordt gemaakt van keileem, de andere van potklei. De kruin blijft onder het peil van G.L.W. Deze dammen komen te liggen in een vloedschaar van het Vaarwater naar Oostmahorn op een diepte van ongeveer 7.50 m⁻ N.A.P.

Door geregeld loden van deze dammen kan worden nagegaan in hoeverre met deze materialen voldoende stabiele zware dammen kunnen worden gemaakt en hoe groot de stroombestendigheid is. De golfbestendigheid wordt beproefd door de buitenglooiing van de noordelijke havendam boven het peil van G.L.W. plaatselijk met keileem en potklei te bedekken, zie profiel A-A op bijlage 6.

Aanvankelijk is nog overwogen om de zuid-oostelijke punt van de noordelijke havendam voor bovengenoemde proef te bestemmen. Het grote bezwaar hiervan is, dat er een grote kans bestaat, dat de specie niet hoger dan tot 4 m kan worden opgewerkt, hetgeen bijvoorbeeld met de keileem van de Zuiderzee het geval was. De dam zou dan niet kunnen worden voltooid. Ook kan men moeilijk in volgende jaren weer proeven ter plaatse van deze dam verrichten, bijvoorbeeld hoger bijstorten om de steilst mogelijke taludhelling te vinden. Vervolgens is deze dam te kort om er zowel een gedeelte in keileem als een gedeelte in potklei van te maken, hetgeen gezien de totaal verschillende eigenschappen van deze materialen noodzakelijk is. Tenslotte is de stroomaanval ter plaatse te gering om omtrent de stroombestendigheid conclusies te kunnen trekken.

- 5. SAMENVATTING -

5. SAMENVATTING.

Het blijkt noodzakelijk voor een goede uitvoering van de werken aan de afsluitdijk c.a. van de Lauwerszee te kunnen beschikken over een werkhaven aan de vaste wal van Friesland.

De beste plaats hiervoor blijkt te liggen onmiddellijk benoorden Oostmahorn ter plaatse van het zogenaamde Bootsgat. Dit hangt onder meer samen met de goede bereikbaarheid zowel te water als over land, met een gunstige ligging ten opzichte van de golfslag en de mogelijkheid de haven later een bestemming te geven, die van belang kan zijn voor het nabijgelegen Oostmahorn.

Deze haven moet in de eerste plaats dienen als uitgangspunt en in een later stadium als veerhaven voor de andere werken en in de tweede plaats als basis voor de Rijkswaterstaat.
Daarnaast zal hier een vrij grote overslag van steen plaats moeten vinden. Voor deze overslag moeten voldoende havenoppervlak en opslagterrein(en) beschikbaar zijn. De inrichting van de loswal dient zo eenvoudig mogelijk te blijven; een laaggelegen opslagberm is gewenst.

Tijdens dit eerste Lauwerszeewerk moeten zoveel mogelijk gegevens worden verzameld omtrent de eigenschappen van de beschikbare bodemmaterialen: met de nabij Oostmahorn aangetroffen keileem en potklei dienen proefnemingen te worden verricht om in een zo vroeg mogelijk stadium reeds een beslissing te kunnen nemen over de wijze van sluiting van de afsluitdijk.

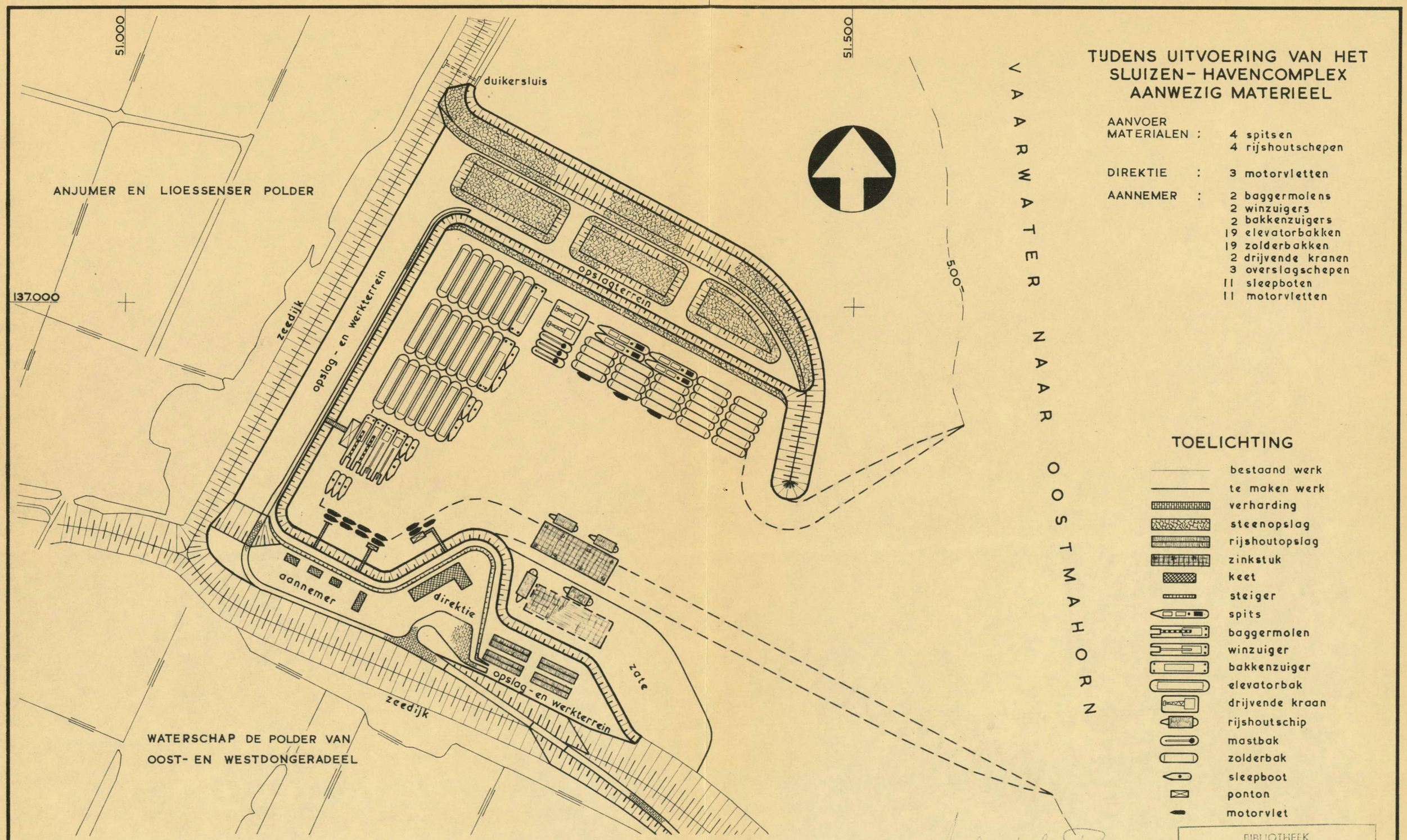
Leeuwarden, 26 augustus 1959,

De hoofdingenieur
van de Rijkswaterstaat,

(C. v.d. Burgt).

Nota's dienst Lauwerszeewerken:

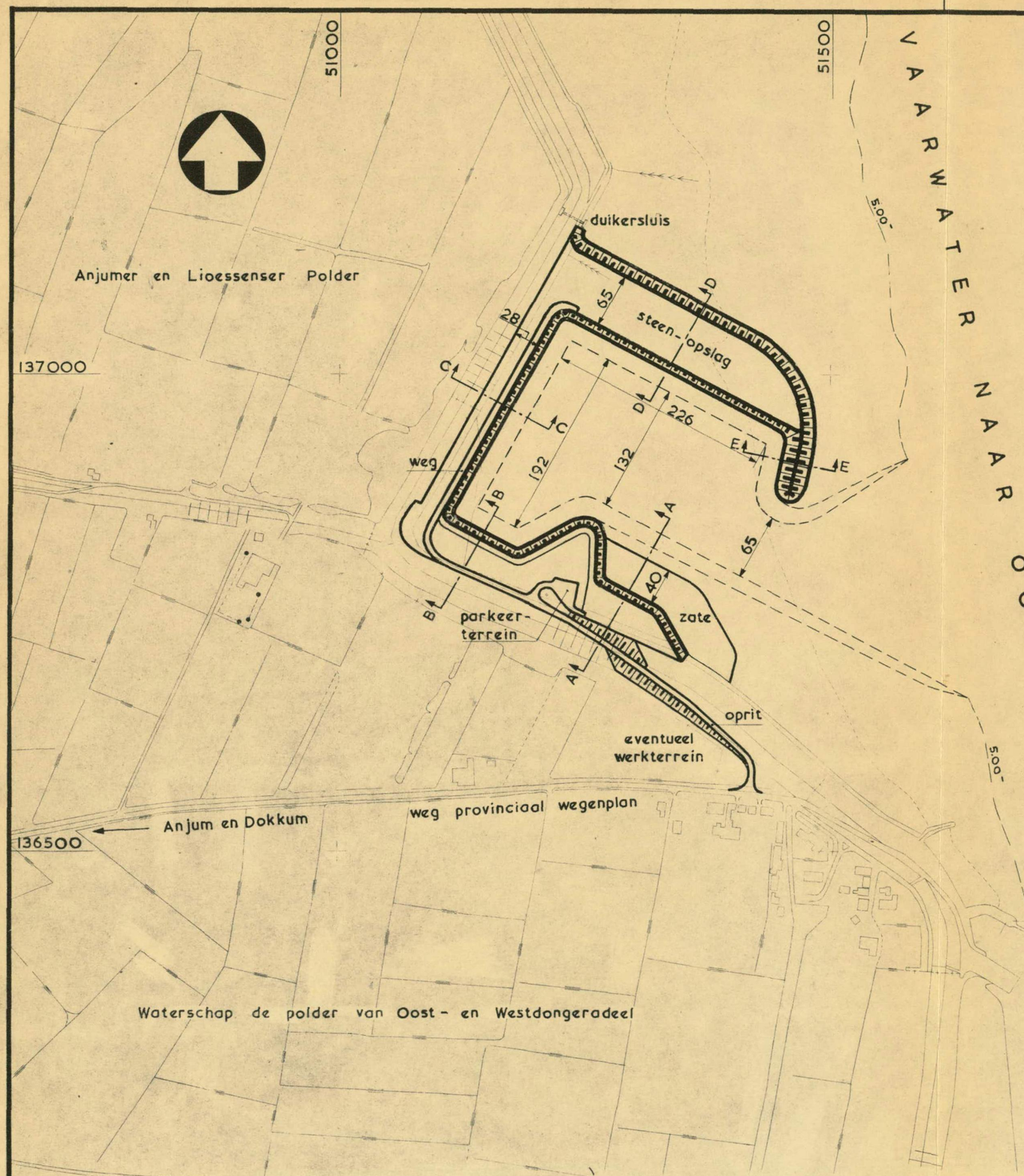
nr.			titel	onderwerp
1.	november	1956	Enkele hoofdlijnen van het plan tot afsluiting en gedeeltelijke droogleggin van de Lauwerszee.	Overzicht van de stand van de plannen
2.	februari	1957	De afsluiting van de Lauwerszee en de afwatering van het oude land.	Voorlopig overzicht, wat de invloed van de bedijking op de afwatering kan zijn; beschouwingen over de waterbeheersing op de Friese boezem (intern).
3.	maart	1957	Het tracé van de afsluitdijk van de Lauwerszee.	Voorlopig voorstel tracé-noord (intern).
4.	november	1957	De bedijking van de Lauwerszee en de scheepvaart.	Voorlopig overzicht welke problemen en mogelijkheden de afsluiting voor de scheepvaart oplevert (intern).
5.	october	1958	Het plan tot bedijking en gedeeltelijke droogmaking van de Lauwerszee.	Voorstel om op basis van een plan in grote lijnen te besluiten tot uitvoering over te gaan.
6.	october 1	1958	Het tracé van de afsluitdijk van de Lauwerszee.	Voorstel om de afsluitdijk langs een noordelijk tracé te leggen.
7.	december	1958	De kostenramingen voor de Lauwerszeewerken.	Vergelijking ramingen voor het gehele plan, gemaakt van 1955 tot en met 1958.
8.	januari	1959	Bedijking van de Lauwerszee zonder inpolderingen.	Beschrijving van een globaal plan met de gevolgen daarvan.
9.	augustus	1959	Het afsluiten van stroomgaten.	Resultaat van een literatuurstudie; algemene beschouwingen.
10.	augustus	1959	De werkhaven in het Bootsgat.	Verantwoording ontworpen werkhaven en uit te voeren proefnemingen met keileem en potklei.

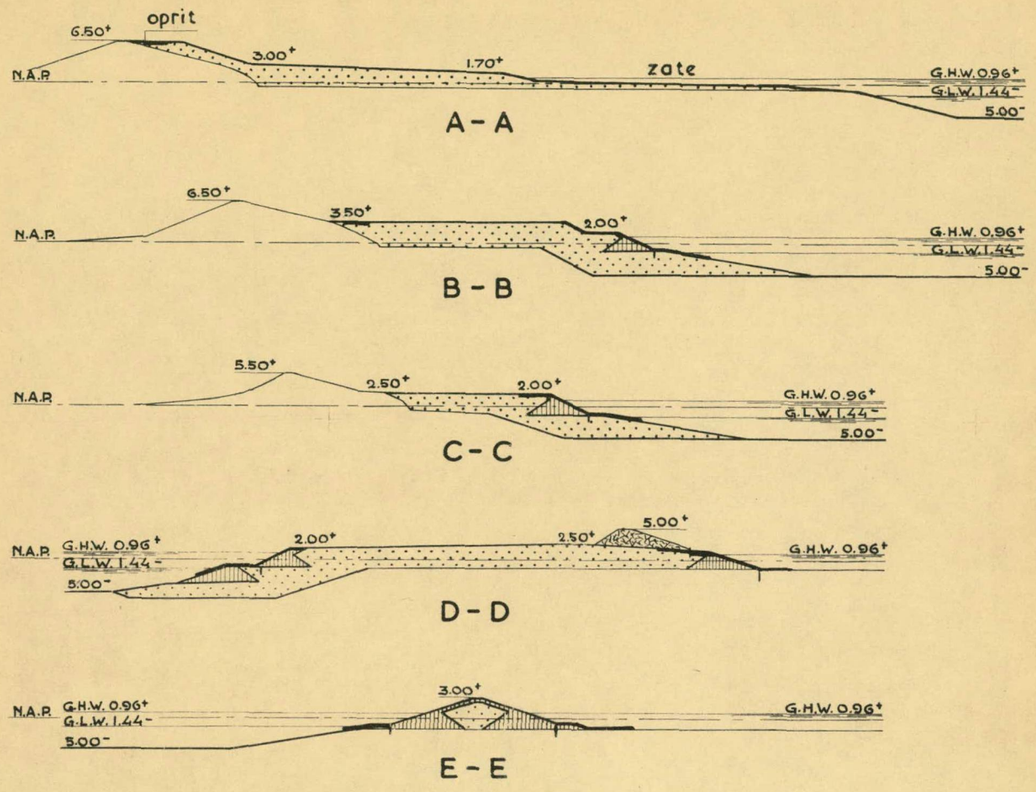


Behoort bij R 3440

GEBRUIK VAN DE WERKHAVEN BOOTSGAT TIJDENS WEEKEINDEN OF STORM

RIJKSWATERSTAAT DIR. LANDAANWINNING		
Lauwerszeewerken	SCHAAL: 1 : 2500	
BIJLAGE 3	A 2	59.463





DWARSPROFIELEN schaal 1:1000

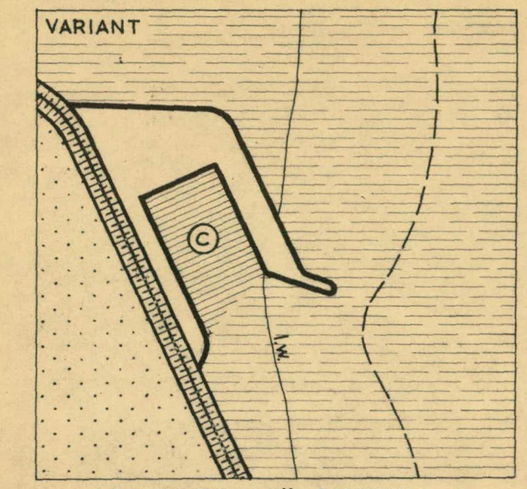
TOELICHTING

- zand
- keileem – potklei
- stortsteendam

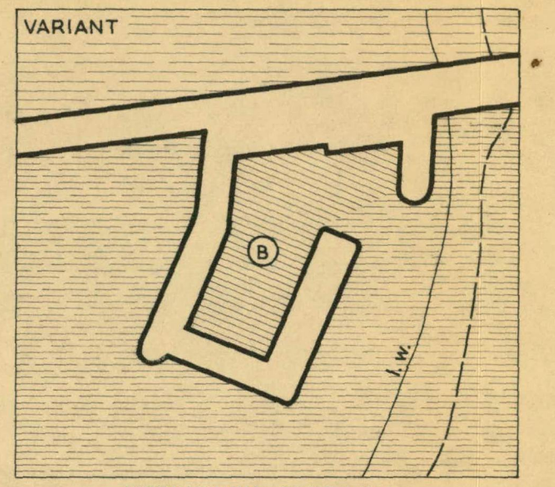
Behoort bij R 3440

SITUATIE WERKHAVEN BOOTSGAT

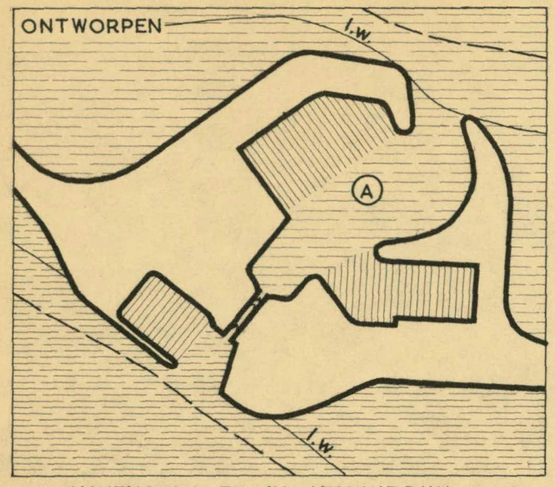
RIJKSWATERSTAAT DIR. LANDAANWINNING		
Lauwerszeewerken	SCHAAL 1 : 5000	
BIJLAGE 2	A2	59.462



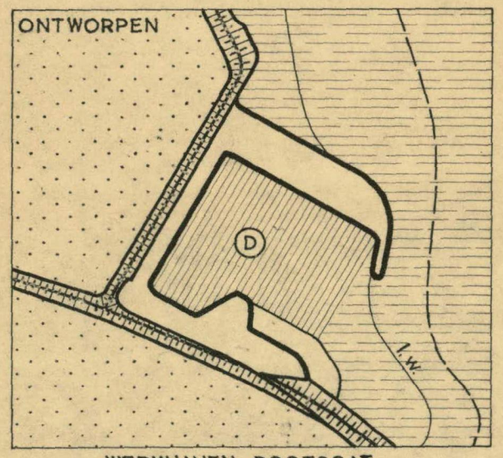
WERKHAVEN nabij BANTHUIS



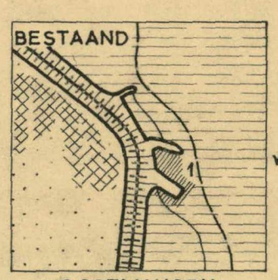
WERKHAVEN BANTSWAL



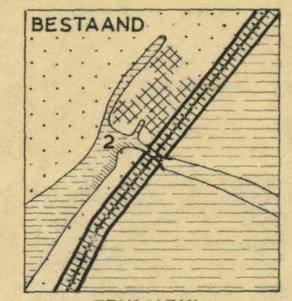
HAVENCOMPLEX IN AFSLUITDIJK



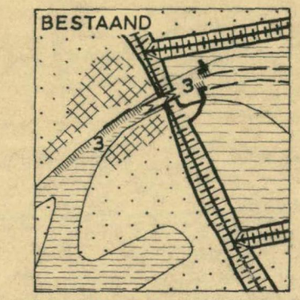
WERKHAVEN BOOTSGAT



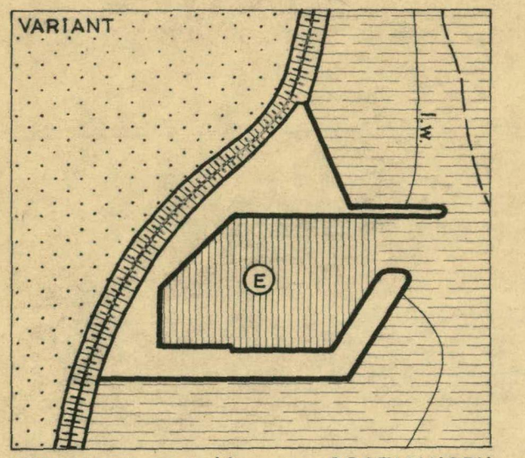
OOSTMAHORN



EZUMAZIJL

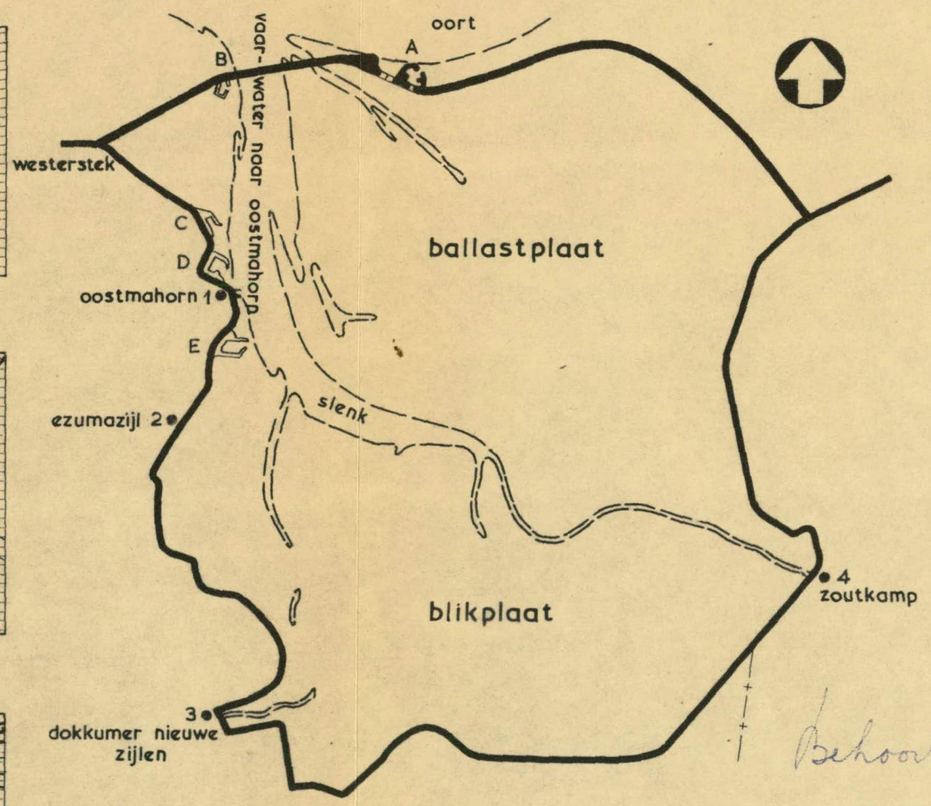


DOKKUMER NIEUWE ZIJLEN



WERKHAVEN ten zuiden van OOSTMAHORN

100 m



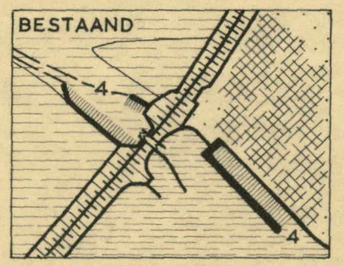
SITUATIE schaal 1 : 100000

LAUWERSZEE

TOELICHTING

	buitenwater
	binnenwater
	havenoppervlakte
	vaste land
	woonkern
	lijn van 4.00 m⁻ N.A.P.
	lijn van laagwater
A en D	ontworpen werkhavens
B, C en E	varianten werkhavens
1, 2, 3, 4	bestaande havens

details : schaal 1 : 10000

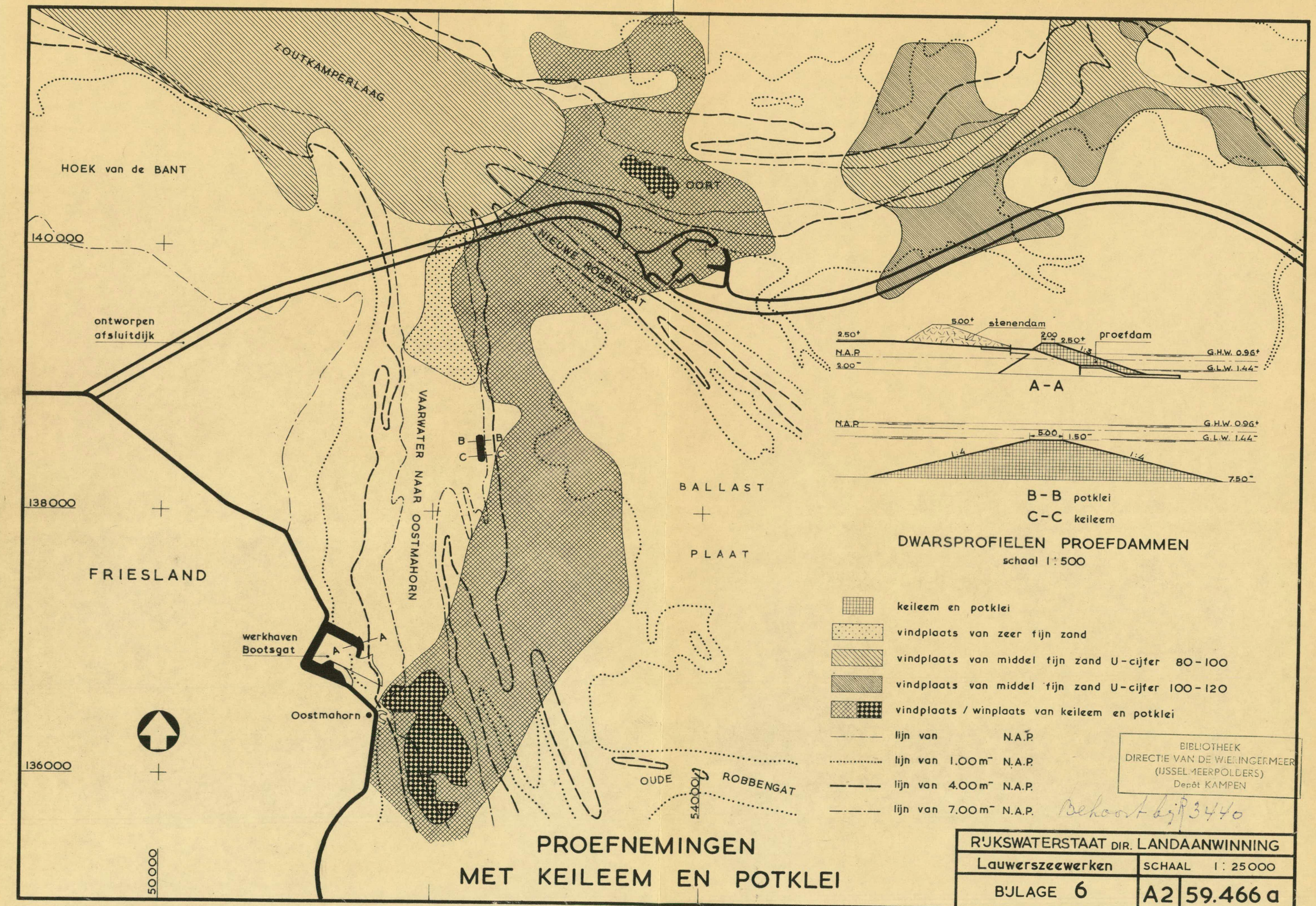


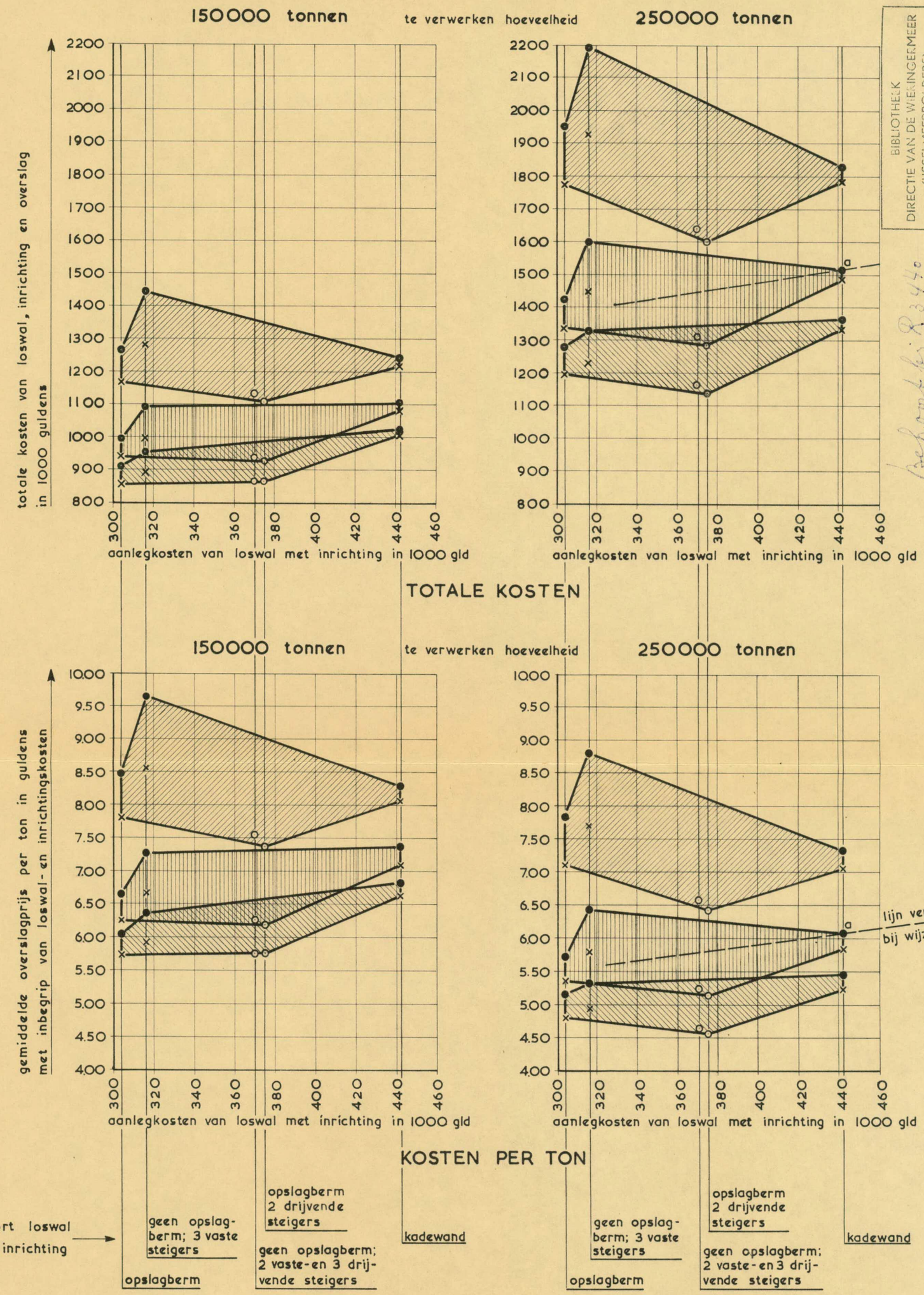
ZOUTKAMP

Behoort bij R 3440

HAVENS RONDOM LAUWERSZEE

RIJKSWATERSTAAT DIR. LANDAANWINNING		
Lauwerszeewerken	SCHAAL DIVERSE	
BIJLAGE 1	A2	59.461


ZOUTKAMPERLAAG
HOEK van de BANT
OORT
NIEUWE ROBBENGAT
140000
ontworpen afsluitdijk
VAARWATER NAAR OOSTMAHORN
B
C
BALLAST
PLAAT
138000
FRIESLAND
werkhaven Bootsgat
A
Oostmahorn
136000
OUDE ROBBENGAT
54000
50000
5.00+
stenendam
2.50+
2.00
2.50+
proefdam
1:3
N.A.P.
2.00-
G.H.W. 0.96+
G.L.W. 1.44-
A-A
N.A.P.
5.00
1.50-
1:4
1:4
7.50-
B-B potklei
C-C keileem
DWARSPROFIELEN PROEFDAMMEN
schaal 1:500
keileem en potklei
vindplaats van zeer fijn zand
vindplaats van middel fijn zand U-cijfer 80-100
vindplaats van middel fijn zand U-cijfer 100-120
vindplaats / winplaats van keileem en potklei
lijn van N.A.P.
lijn van 1.00m- N.A.P.
lijn van 4.00m- N.A.P.
lijn van 7.00m- N.A.P.
BIBLIOTHEEK
DIRECTIE VAN DE WIERINGERMEER
(IJSSELMEERPOLDERS)
Depôt KAMPEN
Behoort bij P 3440
PROEFNEMINGEN
MET KEILEEM EN POTKLEI
RIJKSWATERSTAAT DIR. LANDAANWINNING
Lauwerszeewerken
SCHAAL 1:25000
BIJLAGE 6
A2
59.466 a



OVERSLAGMATERIEEL

- ● mastbak, dragline en auto
- × „ en robuster
- ○ „ „ „ en loader

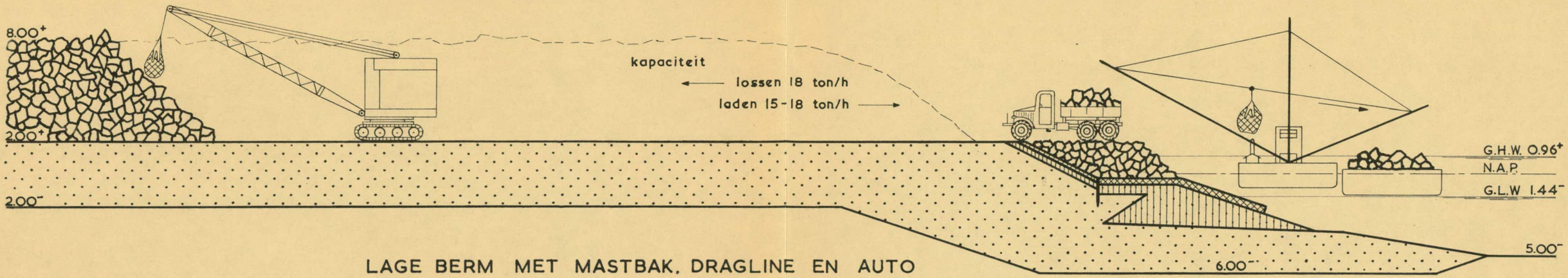
SOORT OVERSLAG

- alle overslag via de wal op bak
- overslag gedeeltelijk direkt uit schip op bak en gedeeltelijk via de wal op bak
- alle overslag, uitgezonderd de werkvoorraad, direkt uit schip op bak

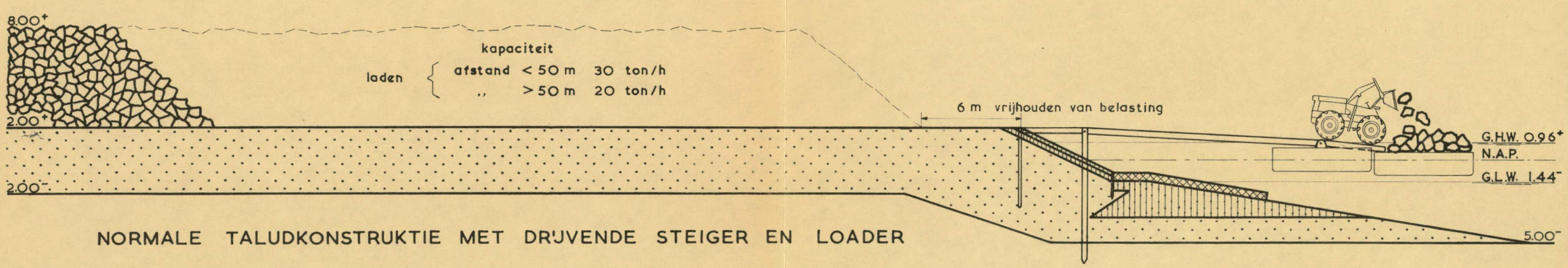
KOSTEN VAN STEENOVERSLAG IN DE WERKHAVEN BOOTSGAT VOOR VERSCHILLENDE GEVALLEN

Rekenbl. R 3470

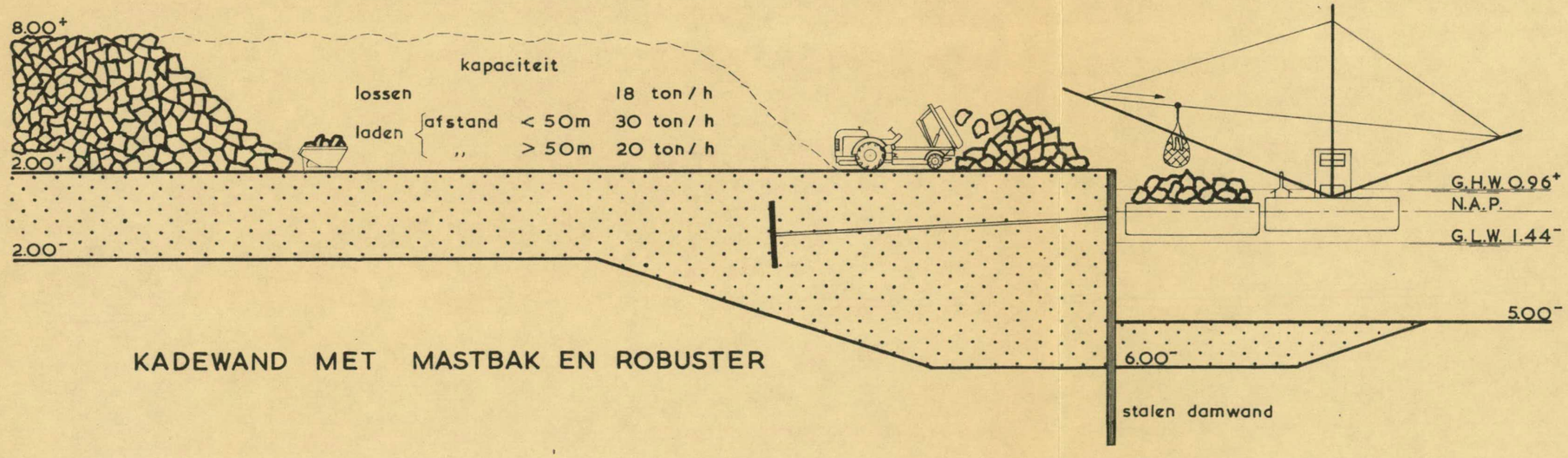
RIJKSWATERSTAAT DIR. LANDAANWINNING
Lauwerszeewerken
BIJLAGE 5 A2 59.465



LAGE BERM MET MASTBAK, DRAGLINE EN AUTO



NORMALE TALUDKONSTRUKTIE MET DRIJVENDE STEIGER EN LOADER



KADEWAND MET MASTBAK EN ROBUSTER

TOELICHTING

- zand
- klei
- keileem - potklei
- stortsteen
- talud - verdediging
- kraagstuk

WALKONSTRUKTIES
MET VERSCHILLENDE METHODEN VOOR STEENOVERSLAG

RIJKSWATERSTAAT DIR. LANDAANWINNING		
Lauwerszeewerken	SCHAAL 1 : 250	
BIJLAGE 4	A2	59.464