48e JAARGANG
NUMMER 50

# DE INGENIEUR

15 DECEMBER 1933
B. 275

## B. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE 20.

INHOUD: De kustverdediging langs het Oostelijk deel van de Noordzee en in het bijzonder van Nederland, door ir. J. H. VAN DER BURGT. — Enkele opmerkingen over de verkaveling van de Wieringermeer, door ir. V. J. P. DE BLOCQ VAN KUFFELER — De toepassing van de plasticiteitsleer bij mobiele belasting op den aan weerszijden volledig ingeklemden balk, waarvan het eigen gewicht verwaarloosd wordt, door ir. D. Y. LEM. — Boekennieuws: Rapporten en mededeelingen van den Rijkswaterstaat Nr. 28, door ir. J. VAN VEEN. — Korte technische berichten: Het kustonderzoek in Noord-Amerika.

# De kustverdediging langs het Oostelijk deel van de Noordzee en in het bijzonder van Nederland

door

ir. J. H. VAN DER BURGT.

De kust langs het Oostelijk deel der Noordzee bestaat in hoofdzaak uit zand en is plaatselijk verdedigd door werken van zeer verschillende constructie. Van de optredende verschijnselen langs deze kust en met name het zand- en slibtransport, hetwelk een overheerschenden invloed heeft op de vormveranderingen van de kust, is weinig bekend. Het is gewenscht deze verschijnselen grondig te onderzoeken, teneinde tijdig die maatregelen te kunnen nemen, welke voor een goede instandhouding van de kust met de daarin gelegen stroomgeulen en scheepvaartwegen noodig zijn. Hoewel de Nederlandsche kust op enkele punten vrij sterk wordt aangevallen, is de toestand in het algemeen niet ongunstig.

Aan de hand van geologisch-historische onderzoekingen neemt men aan, dat in den ijstijd het gedeelte van de Noordzee, ongeveer gelegen ten zuiden van de lijn, welke den mond van de Humber verbindt met kaap Skagen, land is geweest en dat door het smelten van een groot deel van het landijs op het aardoppervlak, het zeeniveau aanzienlijk is gerezen en de Noordzee zich naar het Zuiden heeft uitgebreid. Men is verder van meening, dat de overstrooming van dit gedeelte land voor een gering deel ook aan bodemdaling moet worden toegeschreven en wel doordat, als gevolg van het smelten van het landijs op Scandinavië, de bovendruk aldaar verminderde, dit land rees en het zuidelijk randgebied der Noordzee daardoor daalde.

Men onderscheidt sedert den teruggang van het landijsfront verschillende perioden, welke elk haar stempel hebben gedrukt op de vorming van het kustgebied van Nederland.

Bij de rijzing van den zeespiegel is de kust aanvankelijk verhoogd door zand- en kleiafzettingen, terwijl vervolgens na de doorbraak van het Nauw van Calais, een strandwal is ontstaan, die zich uitstrekte tot nabij Alkmaar en uit afbraakproducten, afkomstig van den overstroomden landrug, is opgebouwd. In de ten deele afgesloten strandvlakte achter dezen wal zette zich de oude zeeklei af en na de volledige afsluiting van die strandvlakte vormde zich aldaar veen.

De laatste periode, welke omstreeks het jaar 500 moet zijn aangevangen en thans nog voortduurt, kenmerkt zich door stormen en zwaren regenval en als gevolg daarvan een krachtigen aanval op de kust, waardoor de strandwal is aangetast en voor een groot deel is vernietigd, terwijl aan de landzijde daarvan op beschutte plaatsen een nieuw — het jonge duinlandschap — is ontstaan. De zee verkreeg weer toegang tot de vroegere strandvlakte, waarvan de bovenlaag van veen thans werd bedekt met fijnzandig slib — de jonge zeeklei.

Nadat deze ongunstige periode was ingetreden, ondervonden de bewoners van de lage landen bij de zee meer en meer overlast van overstroomingen en de strijd tegen het water werd ingezet, toen de eerste dijken werden opgeworpen, om het water te keeren.

De langdurige ervaring bij den dijksbouw voert tot steeds doelmatiger constructievormen; men gaat verder en herovert geleidelijk groote gedeelten der verloren gegane landen, aan welk werk, blijkens de afsluiting en gedeeltelijke inpoldering der Zuiderzee, tot op heden met groote voortvarendheid wordt voortgebouwd.

Zoolang evenwel meergenoemde, periode aanhoudt, en niet door een gunstiger tijdvak wordt verdrongen, zal de strijd tegen het water onvermoeid moeten worden voortgezet.

Op grond van oude geschriften en kaarten mag met vrij groote zekerheid worden aangenomen, dat de kust van Nederland in den loop der eeuwen niet onaanzienlijk achteruit is gegaan. Voor de kennis van deze kust is het van groot belang, zooveel doenlijk de vroegere kustlijnen te reconstrueeren, doch het daarvoor te verrichten archivarisch onderzoek zal met veel omzichtigheid moeten geschieden, omdat de kaarten vóór 1800, o.m. als gevolg van onvoldoende meettechniek, dikwijls sterk zijn misteekend.

Op enkele punten, waar de beschermende duinenrij geheel dreigde weg te slaan en achterliggende dorpen en cultuurgronden met ondergang werden bedreigd, heeft men reeds in vroegere eeuwen, door aanleg van korte gedeelten dijk, getracht, den achteruitgang van de kust te stuiten. De eerste dijk van Westkapelle werd gemaakt omstreeks 1500, terwijl de voormalige dorpen Huisduinen en Vlieland reeds door dijken zijn beschermd in het begin der 18e eeuw, doch al deze werken moesten aan de zee worden prijsgegeven.

De Westkapelsche zeedijk is meerdere malen landwaarts verlegd, terwijl voornoemde dorpen geheel door de zee zijn verzwolgen [1]). Een beeld van den achteruitgang van de kust nabij den Helder geeft de kaart van fig. 1, waarop de toestand voorkomt van 1571, 1702 en 1866; de situatie van thans stemt vrijwel overeen met die van laatstgenoemd jaar.

Dank zij enorme bedragen, heeft men in latere jaren de tegenwoordige zeedijken te Westkapelle en nabij den Helder in stand kunnen houden, door voor deze dijken korte hoofden uit te bouwen en den voorgelegen onderzeeschen oever met een steenbestorting, al dan niet met bezinking, af te dekken.

Hiervoor is reeds opgemerkt, dat men op de bedreigde punten langs de kust de zee aanvankelijk met dijken heeft trachten te keeren. Zooals bekend is, dateert de dijksbouw in ons land reeds uit de Middeleeuwen en was het logisch, dat men deze constructie, welke met groot succes langs de binnenzeeën en de groote rivieren was toegepast, ook langs de Noordzeekust doelmatig achtte, doch de ervaring heeft onze voorouders doen inzien, dat de dijk zonder meer aldaar niet de aangewezen constructievorm was.

Eerst echter in het begin der 19e eeuw heeft men het inzicht verkregen, dat de op regelmatige afstanden loodrecht op het strand aangelegde strandhoofden een veel doelmatiger verdediging voor de flauw afloopende zandkust

[1]) Voor den ondergang van het dorp West-Vlieland zie bijdrage IV van het Verslag Openbare Werken van 1865. J. v. D. VEGT. Memorie nopens den vroegeren en tegenwoordigen toestand van Vlieland, enz.

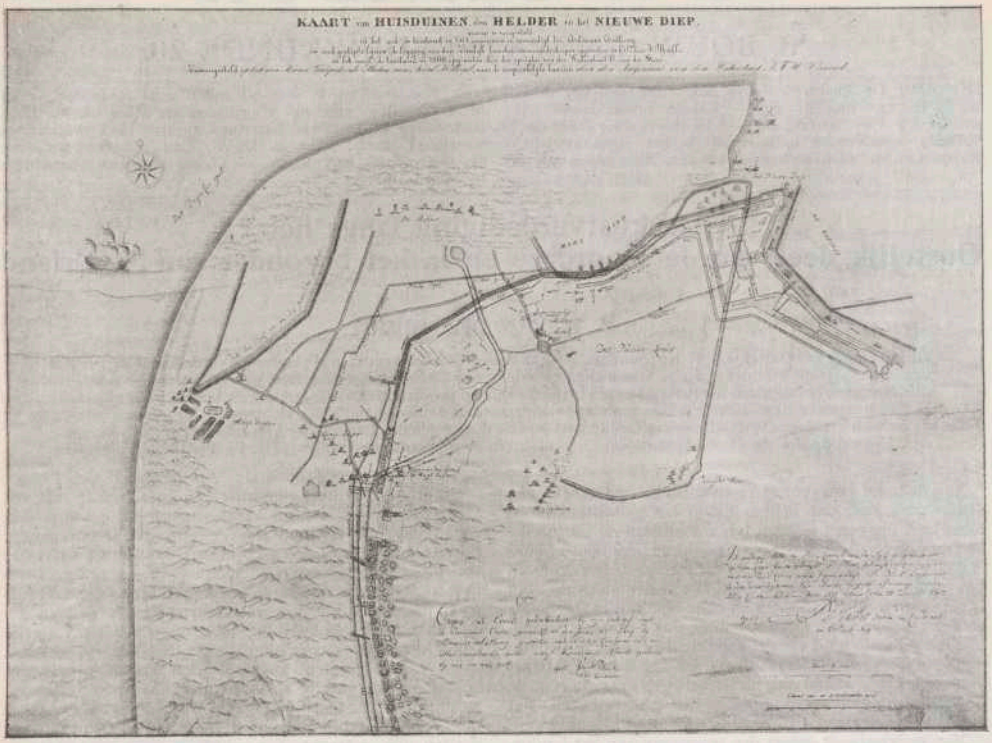



**Fig. 1.** Kaart van Huisduinen, den Helder en het Nieuwe Diep. Toestand van 1571, 1702 en 1866.
Schaal 1 : 45.000.

vormden. Deze keuze is een zeer gelukkige geweest, omdat langs onze kust, als gevolg van stroom en wind, een zandtransport in noordelijke richting plaats heeft en deze uitbouwsels, mits rationeel geconstrueerd, dit zand zullen vasthouden en verdere kustafname in sterke mate zullen tegengaan.

De bouw der strandhoofden op de Oostfriesche Waddeneilanden en langs de Belgische kust vangt eveneens aan in het begin van de vorige eeuw, die langs de Deensche kust in een veel later tijdvak. De thans tusschen het Nauw van Calais en Kaap Skagen aanwezige strandverdedigingswerken langs de kust der Noordzee zijn schetsmatig aangegeven in fig. 2, terwijl de in Nederland voorkomende verdedigingswerken zijn aangeduid in de fig. 3 en 4.

Hieruit blijkt, dat de kust langs het Oostelijk deel der Noordzee, welke kust in hoofdzaak uit zand bestaat, slechts voor een gedeelte is verdedigd. Voor de kust van België, Nederland en Duitschland kan men in het algemeen wel zeggen, dat het zich laat aanzien, dat de verdedigingswerken voorloopig niet belangrijk behoeven te worden uitgebreid; op meerdere van de Oostfriesche Waddeneilanden zijn echter wel omvangrijke bedragen noodig om de bestaande werken te verbeteren en te vernieuwen, omdat op enkele eilanden de stroomgeulen vlak onder den wal liggen en een zeer sterke strandafname ter plaatse optreedt. De verdediging der Deensche kust ten Noorden van Blaavandshoek is echter nog geenszins voltooid; de moeilijkheden bij den strandhoofdenbouw aldaar zijn blijkbaar zeer groot door de geweldige zee, welke zich bij storm kan ontwikkelen in de zeer diepe en breede geul onder Noorwegen.

Het is belangrijk, om voor elk kustgedeelte de oorzaken op te sporen, waarom al dan niet verdedigingswerken noodzakelijk zijn of waren, mede in verband met de mogelijkheden, waarmede in de toekomst rekening moet worden gehouden, doch het zou te ver voeren, om in dit artikel op deze materie, waarvan betrekkelijk nog weinig bekend is, nader in te gaan.

De Nederlandsche kust is lang 422 km en is in beheer bij 25 verschillende overheidsdiensten, hetgeen er vermoedelijk toe heeft geleid, dat voor de verschillende kustvakken een afzonderlijke, dikwijls geheel op zichzelf staande, kilometreering is vastgesteld. Voor een duidelijk overzicht, is op de fig. 3 en 4 nader aangegeven, wat tot de Noordzeekust van Nederland kan worden gerekend en is langs die kustlijn een doorloopende kilometreering ingeteekend.

Deze kustlijn omvat $^1/_7$ gedeelte water (56 km), $^1/_7$ gedeelte zandplaat (60 km), $^2/_7$ gedeelte onverdedigd duin met strand (195 km) en $^2/_7$ gedeelte verdedigde kust (111 km); een indeeling volgens bovenstaande is ook aangegeven op fig. 5.

Deze figuur geeft voorts een beeld van de gemiddelde verandering per jaar van de verschillende kustvakken voor den duinvoet, de hoogwaterlijn, de laagwaterlijn, alsmede de dieptelijnen van 5, 10, 15 en 20 m onder laagwater, gerekend over een tijdvak van circa 30 jaar, welke gegevens zijn samengesteld aan de hand van de jaarlijksche strandmetingen (ingesteld omstreeks 1850) en de kustloodingen.

Uit deze grafiek blijkt, dat de verdedigde kustvakken in dit betrekkelijk korte tijdsverloop weinig verandering hebben ondergaan, hetgeen ook geldt voor het onverdedigde gedeelte van de z.g. schoone kust, d.i. de kust




Fig. 2. De Noordzee. Schaal 1 : 5.000.000.

zonder zandbanken van Noord-en Zuid-Holland. De plaatselijk sterkere afname van de verdedigde kust van Koegras nabij den Helder en van Vlieland is een gevolg van het feit, dat aldaar de strandhoofden eerst in de tweede helft van het beschouwde tijdvak zijn aangelegd.

Daarentegen zijn in de kustlijn belangrijke wijzigingen opgetreden langs de zeegaten en de zeearmen, hetgeen is toe te schrijven aan de voortdurende veranderingen in de daarvoor gelegen bankengebieden en stroomgeulen. Opmerkelijk is de aangroeiing van de Beer nabij Hoek van Holland tengevolge van de verbeteringen aan den Nieuwen Waterweg en den achteruitgang van het zeegat van Brielle. Voorts valt een sterke aanwas waar te nemen aan de West- en Oostpunt van Ameland en de Westpunt van Schiermonnikoog, hetgeen is veroorzaakt doordat zandplaten, afkomstig van het bankengebied van de aangrenzende zeegaten, zich tegen de kust hebben gelegd. In dit verband is nog op te merken, dat in het beschouwde tijdvak de tusschen Ameland en Schiermonnikoog gelegen zandplaat, genaamd Engelsmanplaat, aanzienlijk is verlaagd, hetgeen, zooals meer is voorgekomen, er op schijnt te wijzen, dat deze droogte op den duur zal verdwijnen. De aangroeiing van het Westelijk kustgedeelte van Terschelling betreft alleen de hoogwaterlijn en den duin-

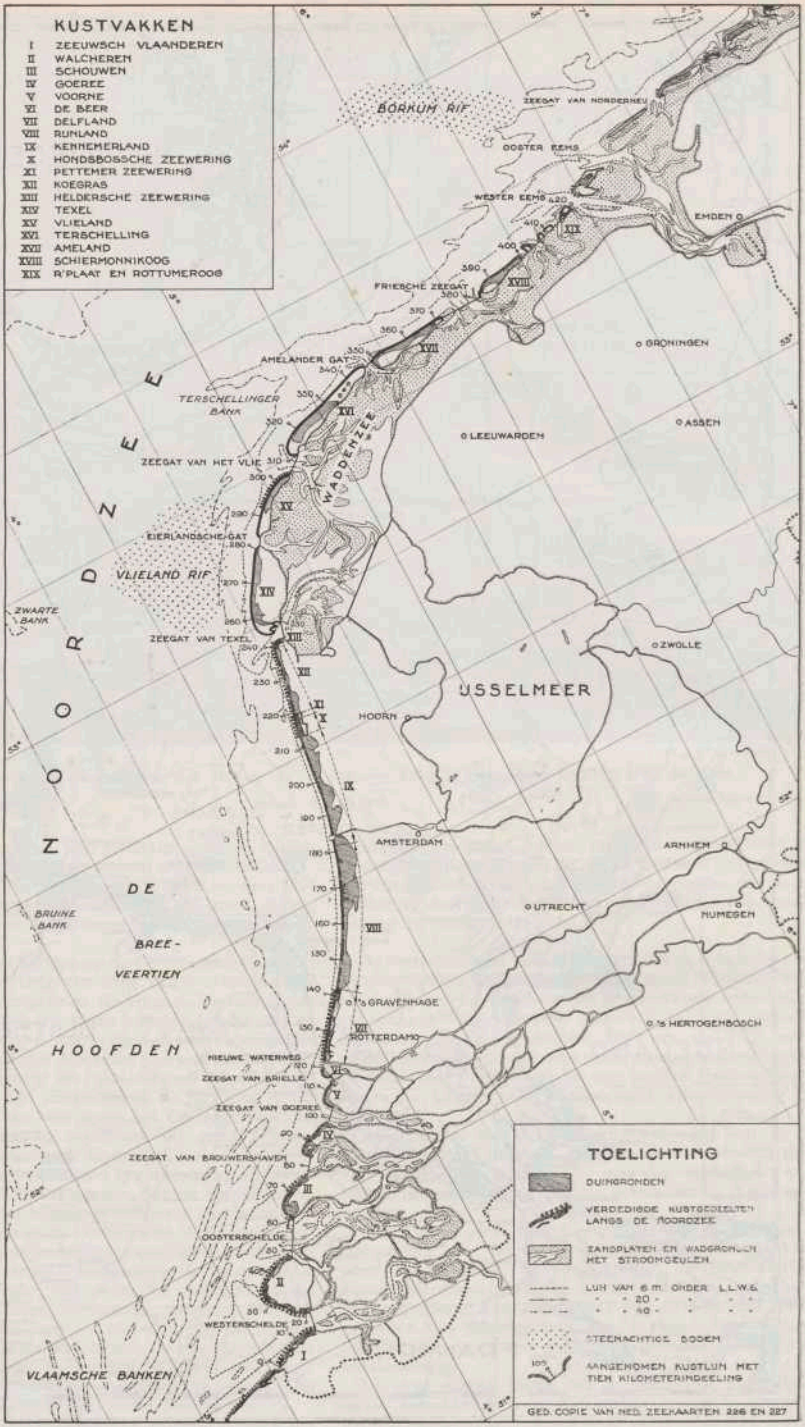



Fig. 3. De Nederlandsche kust. Schaal 1 : 1.500.000.

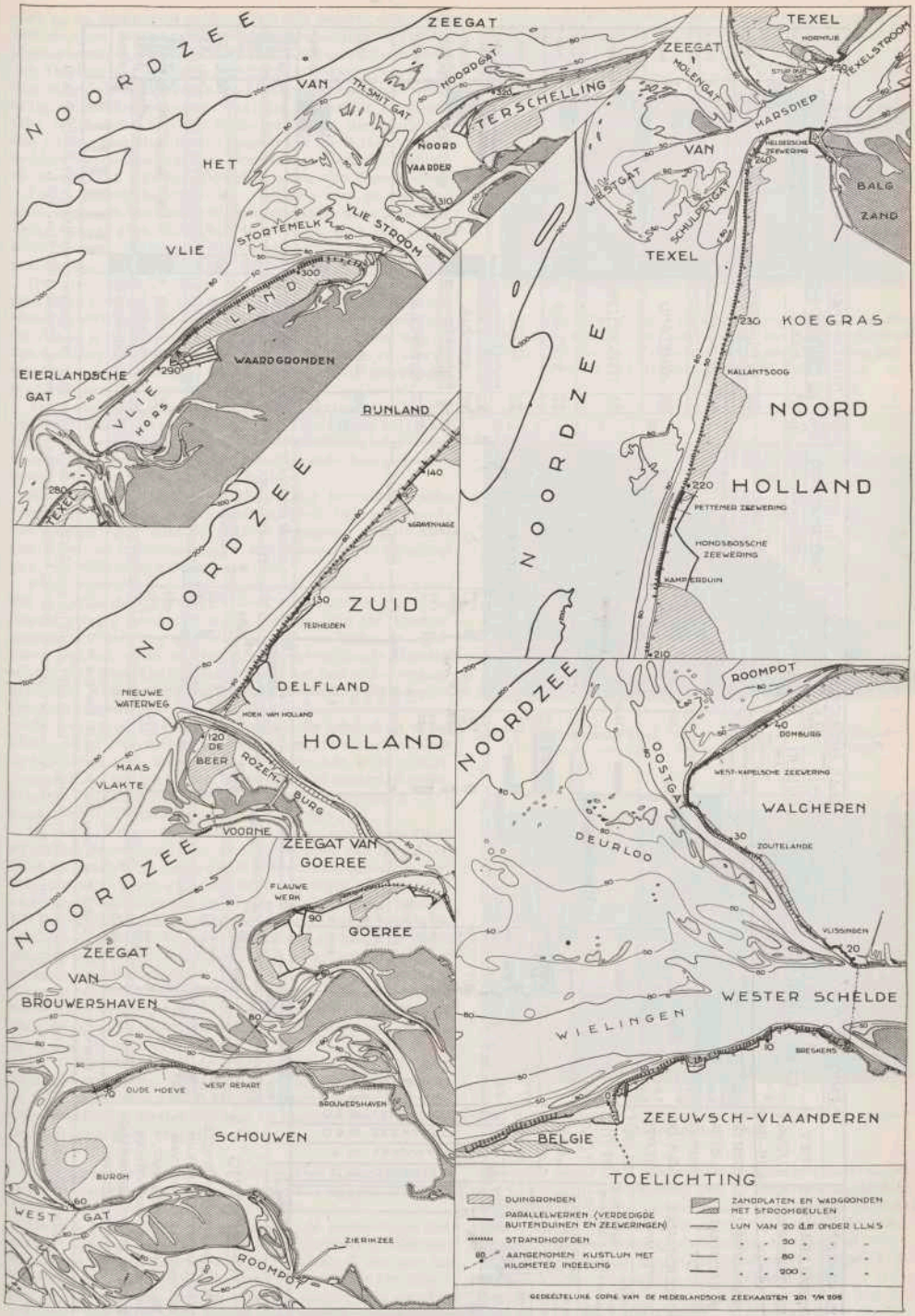



**Fig. 4.** De verdedigde kustvakken langs de Nederlandsche kust. Schaal 1 : 300.000.

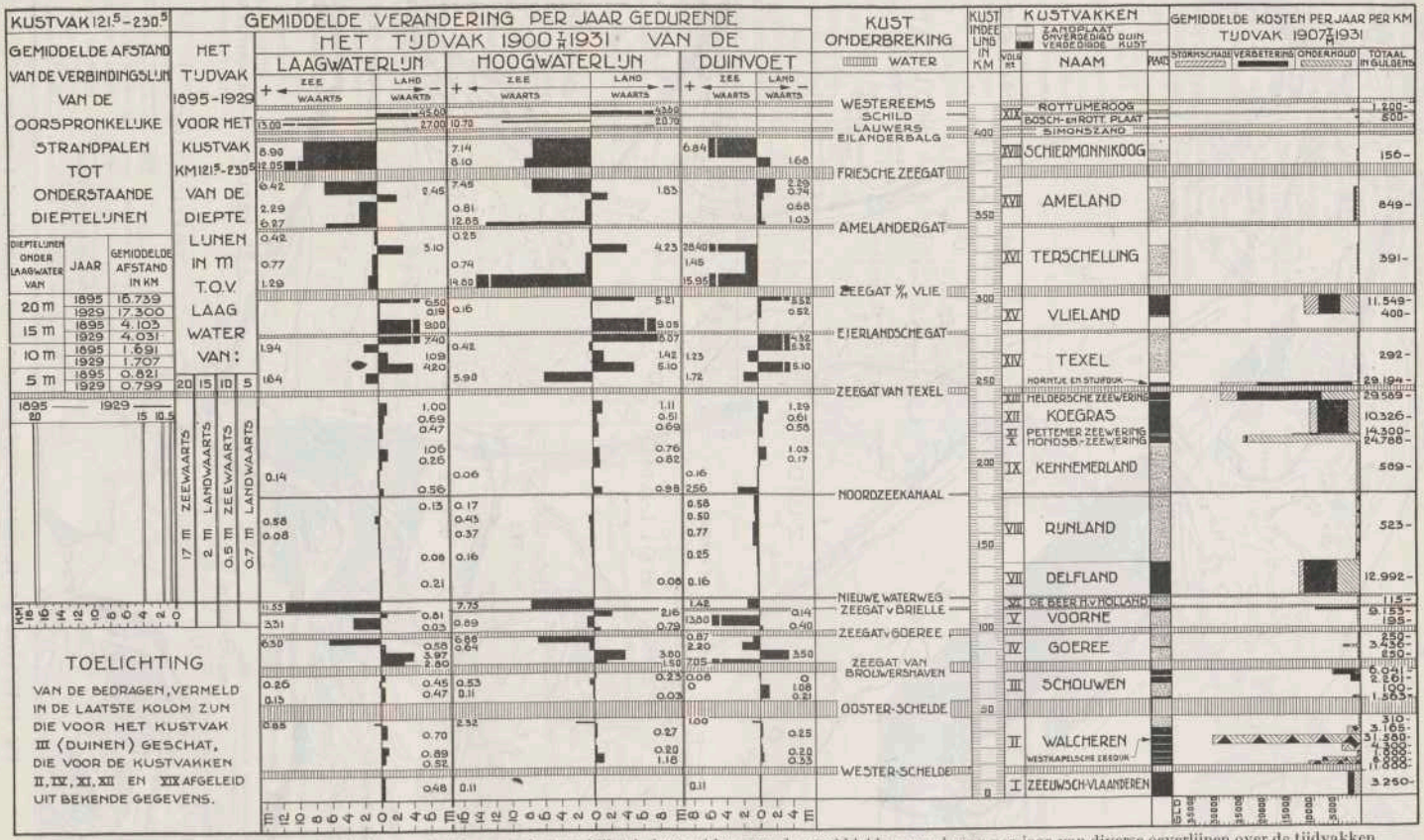



Fig. 5. De Nederlandsche kust. Grafische voorstelling voor de verschillende kustvakken van de gemiddelde verandering per jaar van diverse oeverlijnen over de tijdvakken 1895 t/m. 1929 resp. 1900 t/m. 1931 en de gemiddelde kosten per jaar en per km voor die kustvakken over het tijdvak 1907 t/m. 1931.

voet en is, voorzoover de hoogwaterlijn betreft, een gevolg van de door zandaanvoer ontstane verhooging van de ter plaatse aanwezige breede strandvlakte, genaamd Noordvaarder. De duinvoet is aldaar zeewaarts getrokken, doordat op deze strandvlakte een reeks stuifdijken zijn aangelegd, welke in fig. 4 duidelijk waarneembaar zijn. Een zelfde zeewaartsche verplaatsing van den duinvoet is ook, als gevolg van den aanleg van stuifdijken, opgetreden op de zandvlakten de Hors aan de Zuidpunt van Texel en het Westelijk deel van de Boschplaat aan het Oostelijk einde van Terschelling.

Langs andere kustgedeelten, gelegen aan de zeegaten en zeearmen, is daarentegen ook kustafname waar te nemen, welke vooral zeer belangrijk is geweest voor het eiland Rottumeroog, hetgeen duidelijk spreekt uit voornoemde grafiek van fig. 5 en uit fig. 6.

Dit onverdedigde eiland verplaatst zich geleidelijk in Oostelijke richting en zal op den duur in de Westereems ten onder moeten gaan. Een van de voornaamste bezigheden op dit eiland is de aanleg van stuifdijken ten behoeve van de bescherming van het grasland aan de Wadzijde en van de woning van den voogd, welke woning reeds meermalen is afgebroken en meer Oostwaarts weder is opgebouwd.

Vrij aanzienlijk is ook de kustafname op Goeree, alsmede op Texel ten Westen van het dorpje Den Hoorn en vooral langs de Eierlandsche kust aan de Noordpunt van voornoemd Waddeneiland. Van laatstbedoelde kustgedeelten geven fig. 7 en 8 een duidelijk beeld.

Bij het kustvak nabij Den Hoorn ligt de onderzeesche vooroever flauw, en is de kustafname blijkbaar een gevolg van zeer geringen zandtoevoer; de teruggang van de kust van Eierland is daarentegen te wijten aan de aanwezigheid van een stroomgeul onder den wal.

Een overigens nog zeer onvolledige studie van enkele der zeegaten doet vermoeden, dat de veranderingen in de daarin gelegen bankengebieden en die van de kustlijn geenszins willekeurig zijn, doch daarin een bepaalde regelmaat bestaat, welke regelmaat voor verschillende plaatsen echter niet dezelfde is. Het schijnt, dat bedoelde bankengebieden, welke uitgestrekter zijn, naarmate het zeegat grootere capaciteit heeft, als een zandcondensator werken, welke condensator periodisch zandplaten afstoot en welke platen zich later met het strand plegen te verhelen. Voor de beslissing, of de aanleg of uitbreiding van kustverdedigingswerken langs of nabij de zeegaten of zeearmen noodzakelijk is, zal een onderzoek van de voorgelegen bankengebieden derhalve zeer gewenscht zijn.

De dieptelijnen van 5, 10, 15 en 20 m onder laagwater zijn alleen beschouwd voor de schoone kust van Noord- en Zuid-Holland; deze dieptelijnen hebben zich practisch niet verplaatst, hetgeen er voorshands op wijst, dat de veranderingen uitsluitend onder de kust plaats hebben. Dit laatste stemt ook overeen met de voorloopige resultaten van het onderzoek van het zandtransport langs de kust, waarbij is gebleken, dat bij gunstige weersomstandigheden beneden de dieptelijn van 5 m het zandtransport sterk afneemt en dit transport vermoedelijk niet beheerscht wordt door den vrij zwakken kuststroom, doch uitsluitend door den wind en daarmede gepaard gaande stroom en golfbeweging in de brandingszone.

Het tijdsverloop van de grafiek van fig. 5 is overigens niet voldoende lang, om daaruit zeer vaststaande conclusies te trekken; hiertoe zal het noodig zijn een studie te maken van de volledige strandmetingen en kustloodingen, hetgeen een omvangrijken arbeid medebrengt.

Meergenoemde fig. 5 geeft voorts een beeld van de gemiddelde kosten per jaar en per km over het tijdvak 1907 tot 1931 van de verschillende kustvakken.

Hieruit blijkt, dat de kosten van de zeeweringen het hoogste zijn en, behoudens de Pettemer Zeewering, waarvan de kosten hebben bedragen ruim ƒ 14.000.— per jaar en per km, ongeveer hebben beloopen ƒ 25.000.— tot ƒ 30.000— per jaar en per km. Hierbij moet in aanmerking worden genomen, dat aan den Westkapelschen zeedijk verschillende jaren belangrijke stormschade is geweest, de Hondsbossche



Fig. 6. Westelijk strand van Rottumeroog met de in 1931 verplaatste woning van den voogd. De niet opgeruimde fundamenten van de op deze foto voorkomende woning liggen thans op het strand. Opname 14 Juli 1930.



Fig. 7. Afnemende kust bij strandraai 14 achter het dorp Den Hoorn op Texel. Opname 5 September 1933.



Fig. 8. Afnemende kust van Eierland op Texel. Opname 6 September 1933.

zeewering vanaf 1922 geleidelijk wordt omgebouwd en o.m., met het oog op de afsluiting van de Zuiderzee, de Helderssche zeewering en de zeewering aan het Horntje op Texel zijn verhoogd en verzwaard en tegelijk aldaar de onderzeesche oeververdediging aanzienlijk is versterkt.

De kosten van de met strandhoofden verdedigde kustvakken loopen zeer uiteen en bedroegen bezuiden Hoek van Holland ƒ 3.000.— tot ƒ 9.000.—, en ten noorden daarvan ƒ 10.000.— tot ƒ 13.000.—, alles gerekend per jaar en per km. Dit groote verschil in kosten is ongetwijfeld te

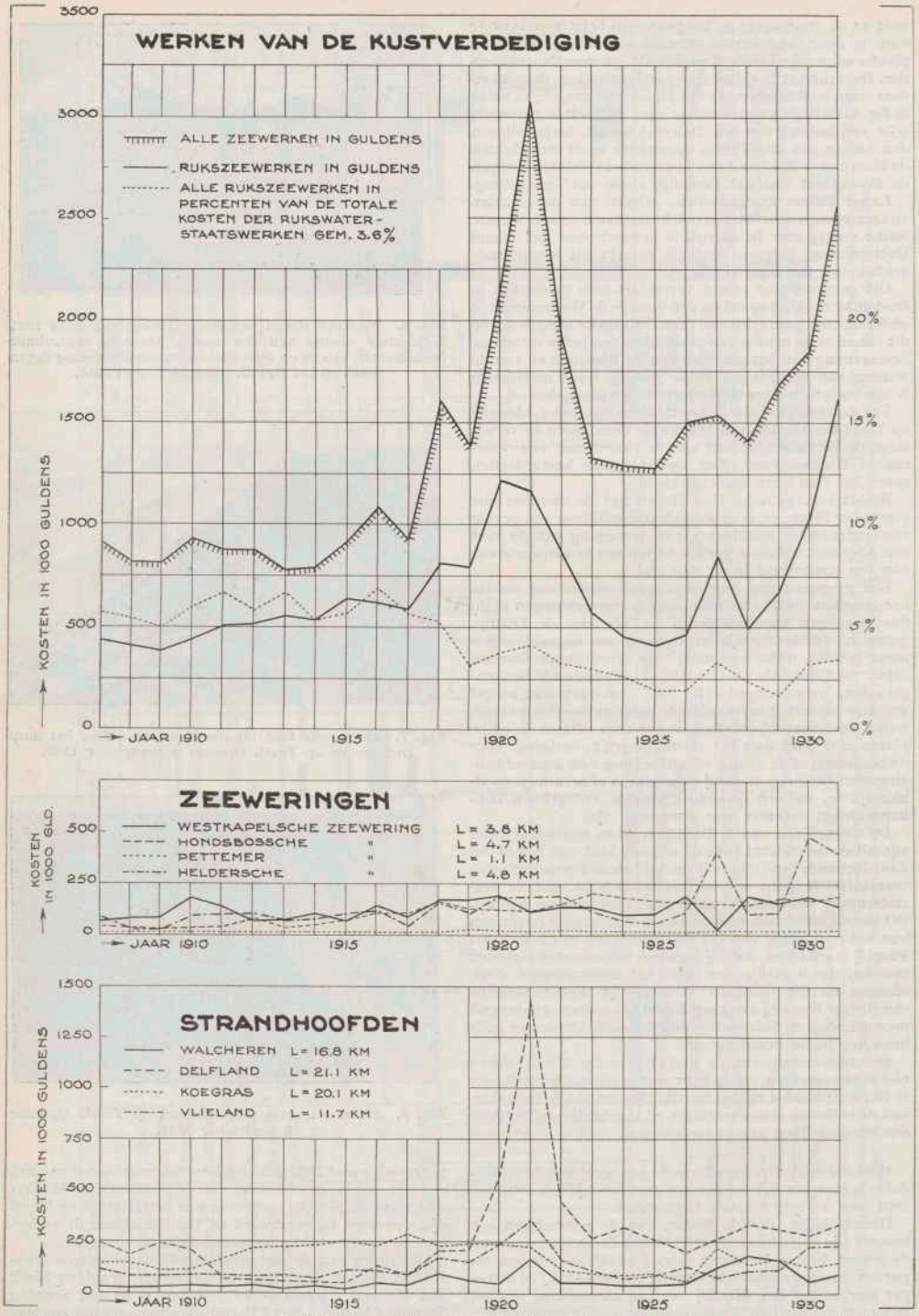



**Fig. 9.** De Nederlandsche kust. Grafische voorstelling van de jaarlijksche kosten der werken van de kustverdediging, alsmede van de belangrijkste zeeweringen en strandhoofden over het tijdvak 1907 t/m. 1931.

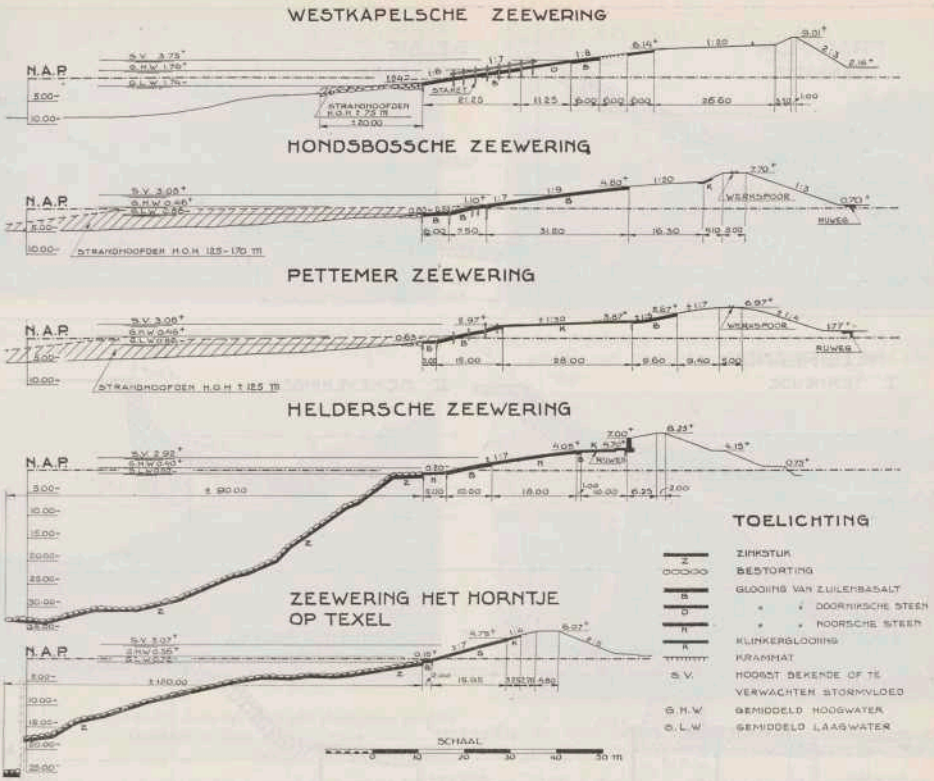



**Fig. 10.** Dwarsprofielen zeeweringen. Schaal 1 : 1250.

wijten aan den grooteren aanval op de kust benoorden Hoek van Holland, als gevolg van de minder beschutte ligging. Hierbij is op te merken, dat de strandhoofden van Delfland in de jaren 1920 t/m. 1931 zijn omgebouwd en aanzienlijk zijn versterkt en langs Koegras en op Vlieland in het beschouwde tijdvak meerdere nieuwe hoofden zijn gemaakt en vele hoofden zijn gereconstrueerd.

Een grafische voorstelling van de jaarlijksche kosten der werken van de kustverdediging, alsmede van de belangrijkste zeeweringen en strandhoofden voor het tijdvak van 1907 t/m. 1931, is aangegeven in fig. 9, waarbij wordt aangeteekend, dat in deze grafiek en die van fig. 5 geen reductie is toegepast voor de stijging der prijzen nà 1919.

Uit de grafiek van fig. 9 blijkt, dat de totale kosten per jaar van de kustverdediging niet onaanzienlijk zijn en uiteen liepen van rond *f* 800.000.— tot ruim *f* 3.000.000.— en gemiddeld bedroegen *f* 1.360.000.—. De gemiddelde kosten per jaar van de Rijkszeewerken bedroegen *f* 687.000.— of rond 3.6% van de gemiddelde uitgaven per jaar van alle in dat tijdvak door het Rijk uitgevoerde Waterstaatswerken. In laatstgenoemd bedrag zijn niet begrepen de kosten van de dammen langs den mond van den Nieuwen Waterweg en de havenhoofden te Scheveningen en IJmuiden.

De kustverdedigingswerken langs het Oostelijk deel der Noordzee zijn te onderscheiden in:

I. Parallelwerken.
   *a.* Zeeweringen of zeedijken;
   *b.* Verdedigde buitenduinen.
II. Strandhoofden.

Met de werken sub I wordt beoogd het tegen afname beschermen van de kust, gelegen boven laagwater, welk kustgedeelte daartoe op verschillende wijze is versterkt.

De zeeweringen of zeedijken hebben in het algemeen een volledig dijksprofiel met flauw gelegen buitentalud, terwijl de verdedigde buitenduinen bestaan uit een stabielen strandmuur, dan wel uit een bekleeding van het onder een bepaald profiel afgewerkt duintalud.

De werken sub II, de strandhoofden, reiken vanaf den duinvoet tot even beneden de laagwaterlijn, liggen veelal op regelmatige afstanden van elkaar en loodrecht op de kust en hebben ten doel de laagwaterlijn vast te houden en daardoor strandverlaging tegen te gaan. Bij het flauw afloopende strand, zooals o.m. is gelegen langs de schoone kust, zijn deze hoofden de aangewezen constructie. Wanneer echter diepe stroomgeulen den wal naderen, zooals zulks geschiedt in de zeearmen en zeegaten, kunnen deze hoofden dikwijls niet, of slechts met zeer hooge kosten, als vaste punten worden behouden en treedt tusschen de hoofden toch veelal een sterke strandverlaging op. In zulke gevallen verdient een doorgaande bezinking van het onderzeesch beloop tot in het diep van de geul de voorkeur en zal bovendien bekleeding van het boven laagwater gelegen gedeelte van de kust vrijwel altijd noodig zijn.

Het Oostelijk deel der Noordzee is plaatselijk verdedigd door werken van zeer verschillende constructie, waaromtrent een korte beschouwing hierna volgt.

*Ia.* Zeeweringen of zeedijken.

Deze werken komen, voor zoover direct gelegen aan het beschouwde deel der Noordzee, alleen in Nederland voor. Van de belangrijkste zeeweringen langs onze kust zijn de dwarsprofielen aangegeven in fig. 10. Hieruit blijkt, dat

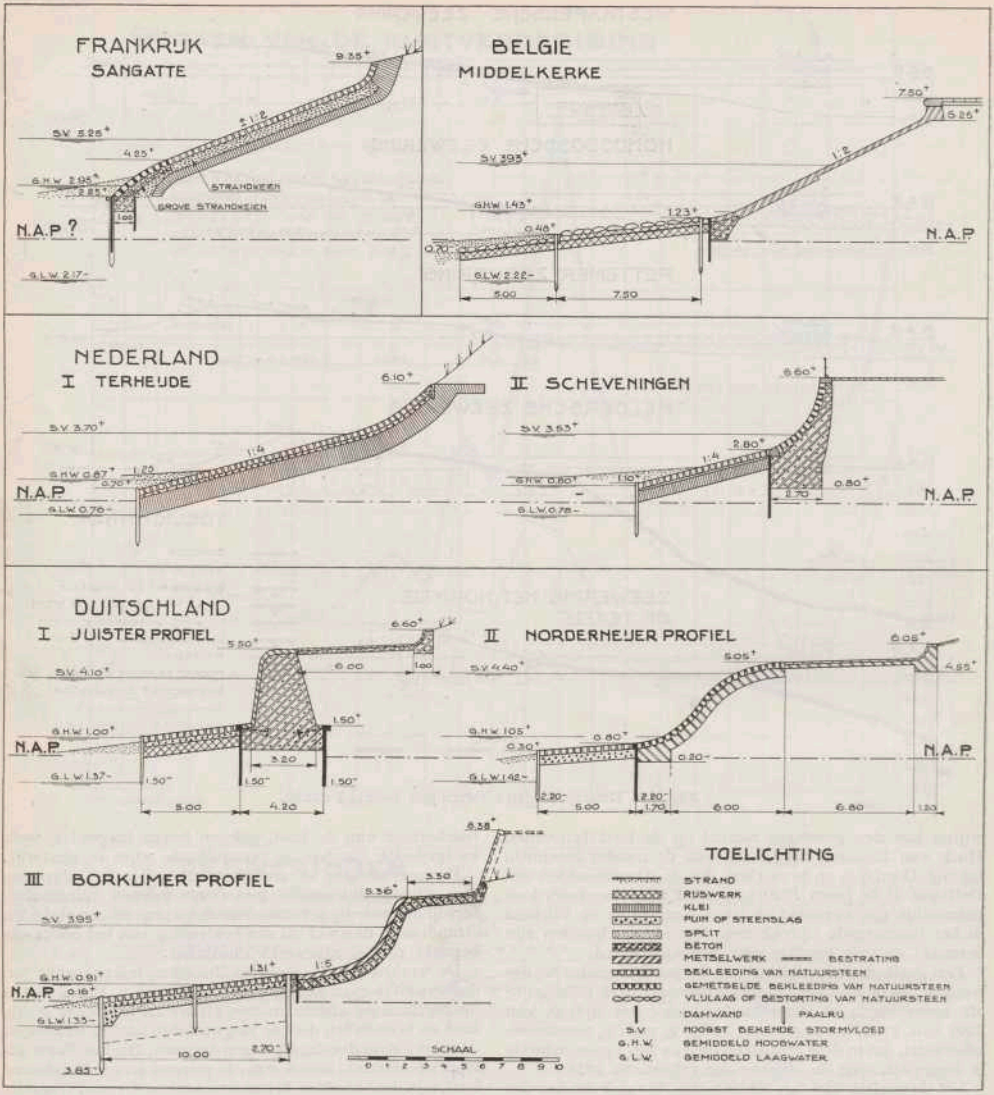



**Fig. 11.** Dwarsprofielen verdedigde buitenduinen. Schaal 1 : 300.

voor de Heldersche Zeewering en de zeewering aan het Horntje op Texel groote diepten direct onder den wal aanwezig zijn; deze kustgedeelten konden slechts worden behouden door het maken van een aaneengesloten bezinking, welke bij de ondiepere gedeelten overgaat in strandhoofden — zie ook fig. 4. De Hondsbossche en Pettemer zeewering liggen, als gevolg van strand- en duinafname, eenigszins buiten de doorgaande duinenrij aan een flauw afloopend kustgedeelte en zijn beschermd door een reeks van strandhoofden. De Westkapelsche Zeedijk ligt aan een ondiepe geul en is slechts ten deele door korte strandhoofden beschermd, hetgeen tot gevolg heeft, dat de verdieping van het onderzeesch beloop in hoofdzaak wordt tegengegaan door het aanbrengen van bestortingen; zinkwerk wordt aldaar vrijwel niet toegepast.

De beloopen boven laagwater van al deze zeeweringen liggen in het algemeen flauw en zijn zwaar verdedigd.

*Ib.* Verdedigde buitenduinen.

Eenige dwarsprofielen van de tusschen het Nauw van Calais en de Jade toegepaste constructies tot verdediging der buitenduinen zijn aangegeven in fig. 11, terwijl de fig. 12, 13 en 14 een beeld geven van enkele Belgische en Duitsche types van deze parallelwerken. Bedoelde werken zijn veelal vrij licht geconstrueerd en dikwijls gebouwd om, met het oog op het badleven, een strandboulevard te kunnen vormen en in stand te houden.

Men onderscheidt deze werken in strandmuren en bekleede duintaluds. De strandmuren zijn op zichzelf stabiel en hebben een hol (Scheveningen) of verticaal voorvlak (Juister Profiel). De verdedigde duintaluds liggen onder een zekere helling (Sangatte, Middelkerke en Terheiden), dan wel zijn deze S-vormig gebogen (Norderneyer Profiel)



Fig. 12. Verdedigde buitenduinen met strandhoofden nabij Knocke Le Zoute in België. Opname Juli 1931.



Fig. 14. Verdedigd buitenduin op Norderney. Norderneyer profiel, met voetverbreeding. Opname 4 Juni 1931.



Fig. 13. Verdedigd buitenduin op Borkum. Borkumer profiel. Opname 4 Juni 1931.



Fig. 16. Strandhoofd volgens nieuwer Zeeuwsche type op het Noorderstrand van Walcheren. Opname 2 Mei 1933.

of hol (Borkumer Profiel). De bestaande werken hebben over het algemeen geen sterken aanval te verduren, behoudens die op Borkum en Norderney, welke aan vrij diepe geulen zijn gelegen. De strandmuur van het Juister Profiel is in het algemeen voldoende sterk om de golfstooten op te nemen; aan het Borkumer Profiel ontstaat daardoor nogal eens schade, terwijl het Norderneyer Profiel in het algemeen goed voldoet, aangezien hier de golf volledig wordt geleid.

Een tweede nadeel van de steile of holle voorvlakken is, dat de golven omhoog schieten en door den wind landwaarts worden verstoven, hetgeen aan de achterliggende beplante duingronden of de bebouwing ernstige schade kan veroorzaken. Om vorenstaande redenen zijn de buitenduinen op de meest doelmatige wijze te verdedigen door een hellend of eenigszins S-vormig gebogen voorvlak, al dan niet met naar zee hellend bovenvlak, waarop de golf volledig kan uitloopen.

Bij deze werken is verder vroeger dikwijls de fout gemaakt, dat de teen te hoog is aangelegd, en niet voldoende diep is gefundeerd, waardoor, bij latere strandverlaging, uitgebreide en kostbare voetverbreedingen noodzakelijk waren — zie fig. 11 Middelkerke, Scheveningen, Juister- en Borkumerprofiel, alsmede fig. 14 — en waardoor de aanvankelijk doelmatige vorm der verdediging geheel verloren ging.

II. Strandhoofden.

Eenige dwarsprofielen van de verschillende typen van strandhoofden tusschen het Nauw van Calais en Kaap Skagen zijn aangegeven in fig. 15. Deze teekening geeft geenszins een volledig beeld van alle constructievormen, welke bij de strandhoofden toepassing hebben gevonden. Onder meer zijn hierin niet opgenomen de constructie's in gewapend beton, welke, voorzoover althans onderhevig aan golfslag, in het algemeen niet hebben voldaan. De geteekende dwarsprofielen geven dan ook meer het algemeen type van de constructie, zooals deze in de laatste jaren voor de verschillende kustvakken is toegepast.

Het Fransche, Belgische en Zeeuwsche type hebben alle de open paalrij als golfbreker en zandvanger gemeen; het Belgische strandhoofd is echter veel breeder dan de beide andere typen van hoofden.

Bij de Belgische en de oudere Zeeuwsche strandhoofden bestaat de bekleeding uit rijen van bloksteen, gescheiden door vlechttuinen, hetgeen er op wijst, dat de golfaanval op die kustgedeelten, welke beschermd worden door de Vlaamsche banken, niet zeer groot is. Hierbij is nog op te merken, dat in België de kustwerken veelal in den winter worden uitgevoerd om het badleven niet te hinderen, terwijl daarentegen ten Noorden van Hoek van Holland deze werken, wegens het vele ruwe weder in den winter, vrijwel uitsluitend in den zomer kunnen worden aangevat.

Fig. 16 geeft een beeld van het nieuwere Zeeuwsche type met de aaneengesloten steenbezetting.

De strandhoofden van Delfland, Noordholland en Vlieland komen in hoofdlijnen vrijwel overeen; alleen is de bestorting van de Delflandsche en Vlielandsche hoofden veel zwaarder en in het algemeen de bezinking ook veel omvangrijker. Terwijl bovengenoemde strandhoofden liggen op een flauw hellend strand met ondiepen vooroever en tot doel hebben de laagwaterlijn vast te houden, liggen de strandhoofden op de Duitsche Waddeneilanden veelal aan een vrij diepe stroomgeul, welke een sterke strandverlaging tengevolge heeft.

In verband hiermede treft men aldaar dikwijls zeer breede hoofden aan, als gevolg van het geregeld aanbouwen van banketten, — zie fig. 17 en 18. Men heeft later in plaats van deze banketten, lichten damwand als zijopsluiting aangebracht en vervolgens, ge-

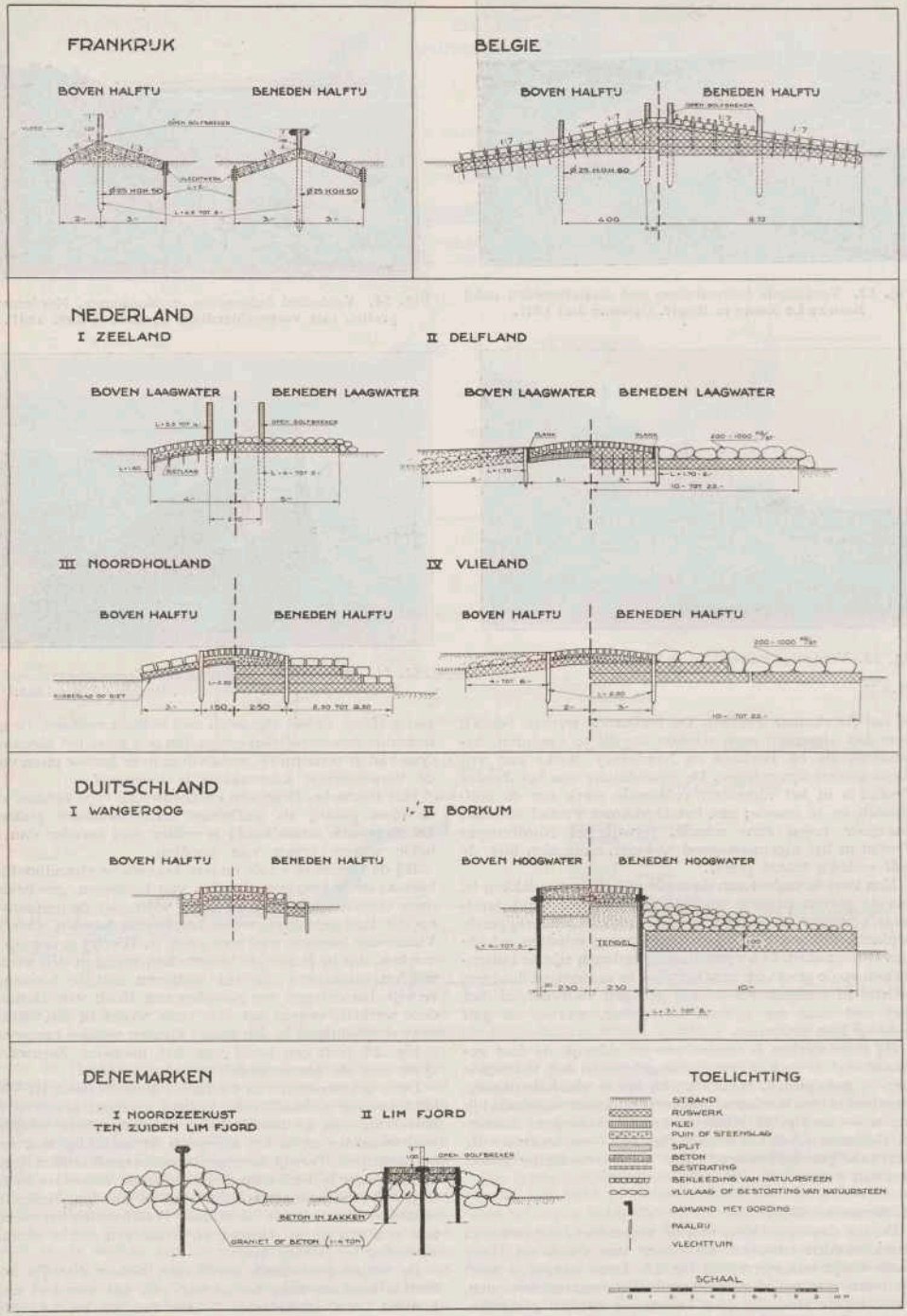



Fig. 15. Dwarsprofielen strandhoofden. Schaal 1 : 250.



Fig. 17. Strandhoofd D. I op Norderney. Zijdelings gesteund door ijzeren damwand. Opname 4 Juni 1931.

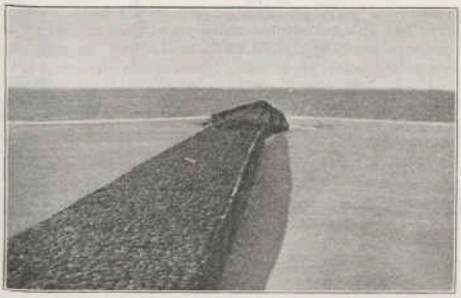


Fig. 18. Strandhoofd B op Baltrum. Banketten van laagwater tot halftij, daarboven zijdelingsche steun door Kanaldiele. Opname 3 Juni 1931.



Fig. 19. Stormschade aan strandhoofd n°. 4 op Borkum; dit hoofd is inmiddels opgeruimd. Opname 7 Juni 1931.

dwongen door geweldige stormschaden — zie fig. 19 — en sterke strandverlagingen, een geheel nieuw type strandhoofd met zijopsluiting van langen gekoppelden damwand toegepast — zie fig. 15 en 20.

De bezinking, ook van deze nieuwe hoofden, is echter van geringen omvang en is bestort met lichte steen, welke bij ruw weder dikwijls van de bezinking wordt afgeslagen. Het nieuwste type strandhoofd, hetwelk op Borkum is gebouwd, bestaat uit een enkelen ijzeren damwand, welke al dan niet aan den kop in een dubbelrijigen wand overgaat, welke kop rondom is bezonken en bestort — fig. 21.

De strandhoofden op Wangeroog zijn voorzien van houten golfbrekers.

De Deensche strandhoofden bestaan uit één of meer rijen van damwand, gesteund door een zware bestorting,



Fig. 20. Strandverlaging nabij aansluiting van strandhoofd n°. 7 aan verdedigd buitenduin op Borkum. Opname 4 Juni 1931.



Fig. 21. Nieuw strandhoofd n°. 3 op Borkum; links het vervallen hoofd n°. 3. Opname 4 Juni 1931.

welke echter vrij spoedig in het zand verzinkt, hetgeen is toe te schrijven aan het geheel ontbreken van een bezinking onder deze bestorting — zie fig. 15.

De wetenschap van den bouw der strandhoofden en daarmede samenhangende buitenduinverdediging dateert, zooals reeds is opgemerkt, uit het begin der 19de eeuw en is dus nog een zeer jeugdige. Door onvoldoende ervaring en zeer geringe kennis van de optredende verschijnselen langs de kust, heeft men deze werken aanvankelijk veel te licht gemaakt. Geleidelijk heeft men andere en zwaardere constructievormen gekozen en daarbij achtereenvolgens hout, steen, beton en ijzer toegepast. Ook thans is in meerdere gevallen de constructie geenszins rationeel, omdat men te veel aan de vroegere constructies heeft vastgehouden, de bestaande materialen en met name steenbekleeding bij het reconstrueeren wederom wenschte te gebruiken en men niet altijd een juiste voorstelling had van het doel, waarvoor elk onderdeel van het verdedigingswerk moest dienen.

Voor de meer aangevallen kustgedeelten ten Noorden van Hoek van Holland zijn in de constructie der strandhoofden in de laatste jaren eenige ingrijpende rationeele wijzigingen toegepast en wel:

1. het aanbrengen van een uitgebreide bezinking met bestorting van zware steen (200—1000 kg) voor en naast de koppen der strandhoofden van Delfland.

Deze bezinking met bestorting, welke op Vlieland met succes is nagevolgd, geeft een onwrikbaar bolwerk in de brandingszone, waardoor het bezette gedeelte van het hoofd veel minder aangevallen wordt. Bovendien vangt de bezinking veel zand, trekt daardoor de laagwaterlijn naar buiten en treedt strandverhooging op.

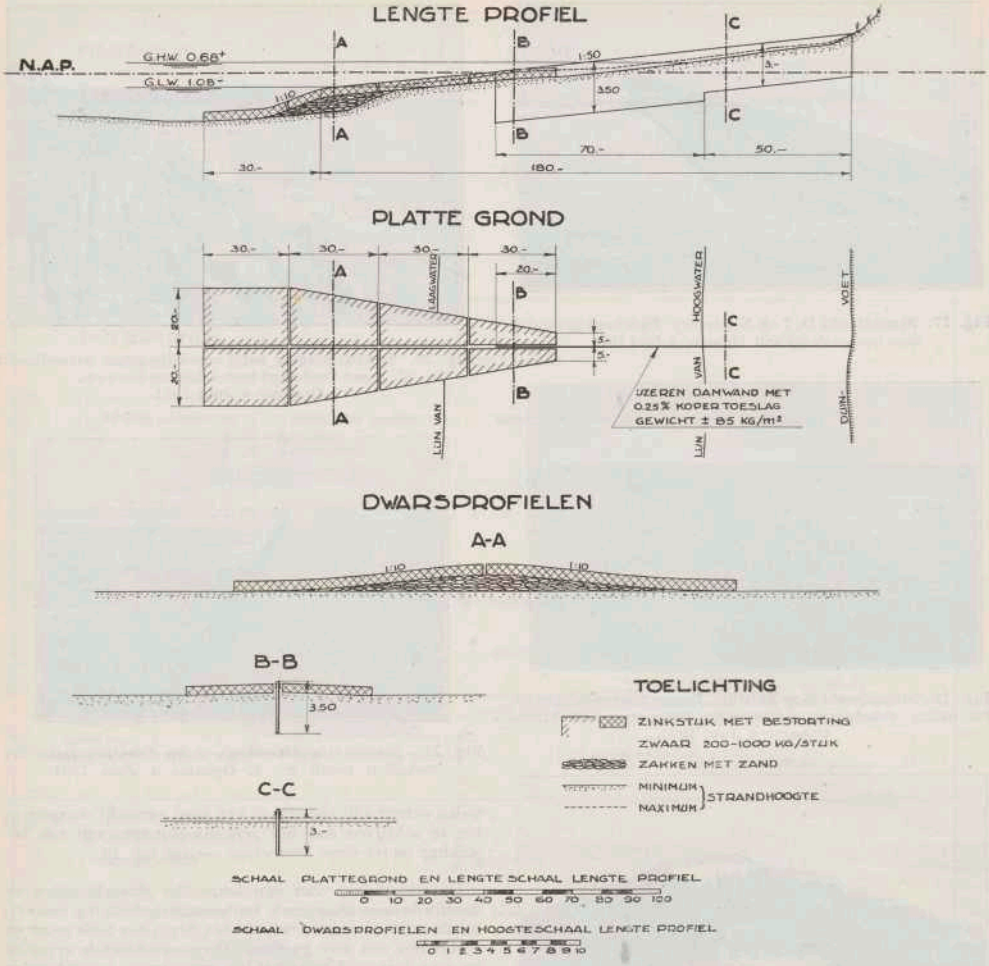



Fig. 22. Ontwerp type strandhoofd, geteekend voor het strand van Vlieland. Schaal 1 : 2000 en 1 : 400.

2. het vervangen van het door korte perkoenen opgesloten bezette hoofd door een enkele of dubbele rij langen damwand, welke in het laatste geval onderling zijn gekoppeld.

Deze constructie heeft men, als gevolg van een buitengewone sterke strandverlaging, op Borkum in 1927 noodgedwongen toegepast, waarbij de oude strandhoofden geheel zijn afgebroken. Ook bij stranden, welke niet aan een doorgaande strandverlaging zijn onderworpen, is deze constructie volkomen rationeel, omdat het Noordzeestrand periodiek in hoogteligging wisselt, als gevolg van het uit zee opkomen van zandruggen, welke zich met het strand verhelen en welke zandruggen onderling gescheiden zijn door vaak diepe, evenwijdig aan het strand gelegen geulen.

Blijkens nog niet beëindigde dagelijksche metingen op Texel, Vlieland en Terschelling van de strandhoogte schijnt de periode van het uit zee opkomen dezer zandruggen ongeveer een maand te bedragen en is vooral tusschen de hoogte van laagwater en die van halftij het verschil in maximum en minimum strandhoogte vrij belangrijk.

In de meeste gevallen is het reconstrueeren der hoofden een gevolg geweest van onvoldoende zijopsluiting, welke de periodieke strandverlaging niet kon weerstaan en waardoor het hoofd uit elkaar zakte; bij het reconstrueeren werd het hoofd als regel lager gelegd en volgens de bestaande constructie opnieuw opgebouwd.

In verband met vorenstaande beschouwingen schijnt het wenschelijk, een normaal strandhoofd als volgt te construeeren:

1. kop- of zee-einde, bestaande uit een vrij omvangrijke bezinking, afgedekt met zware stortsteen (200—1000 kg.)

Deze kop zal zijn te leggen in de brandingszone, waarbij zoo noodig, tot beperking van rijswerk, het onderzeesch beloop onder het gewenschte profiel kan worden afgewerkt met behulp van zakken met zand. De bezinking kan naar de landzijde geleidelijk smaller worden en zal ongeveer moeten reiken tot het punt, waar de hoogtelijn van halftij het strand snijdt.

2. staart- of landeinde, bestaande uit een enkele ijzeren damwand, lang 3 tot 3.5 m, aan de bovenzijde gekoppeld door twee U-ijzeren gordingen en reikende van even beneden het punt, waar de hoogtelijn van halftij het strand snijdt tot in den duinvoet.

Voornoemde kop, welke door zijn constructie in sterke mate zand vangt, zal de LW-lijn vasthouden en naar buiten brengen. De staart dient uitsluitend om te beletten, dat de kop achterloops wordt en moet voldoende diep reiken om de periodieke strandverlaging te kunnen weerstaan.

Een type strandhoofd volgens bovenstaande beschrijving is aangegeven in fig. 22.

Hoewel de toestand van de kust van Nederland in het algemeen niet ongunstig is, zijn er meerdere kustvakken, die belangrijke bedragen voor de instandhouding vorderen, terwijl weinig of niets bekend is van hetgeen in de toekomst is te verwachten. Ditzelfde geldt ook in meerdere of mindere mate voor de overige kustvakken langs het Oostelijk deel der Noordzee.

In verband hiermede is het gewenscht, een grondig inzicht te verkrijgen in de verschijnselen langs de Noordzeekust, waartoe een algemeene studie van die kust met de daarin uitkomende stroomgeulen en scheepvaartwegen noodzakelijk is.

Door deze studie zal kunnen worden bevorderd het tijdig nemen van maatregelen ter voorkoming van verdere kustafname, het zoo mogelijk vastleggen van aangezande of aangeslibde kustgedeelten, het zooveel doenlijk beperken van het aanzanden of aanslibben van stroomgeulen en scheepvaartwegen naar zee, alsmede het ontwerpen van de meest doelmatige constructies voor de kustverdedigingswerken.

In de eerste plaats zal deze studie moeten omvatten het verzamelen, onderzoeken, rangschikken en tot vergelijkbare eenheden verwerken van bestaande en periodiek verschijnende gegevens, waartoe zijn te rekenen verhandelingen over uitgevoerde werken, stormvloeden, zandtransport en andere onderwerpen, welke verband houden met bedoeld onderzoek.

Tot de bestaande gegevens behooren verder de oude kaarten, welke in verschillende archieven in groote getale aanwezig zijn en hoewel vaak misteekend, dikwijls belangrijke aanwijzingen bevatten.

Onder deze gegevens vallen voorts de grondboringen, welke een onmisbaren steun vormen voor de voor deze studie noodzakelijke kennis van den geologischen opbouw van de kust.

De periodiek verschijnende gegevens omvatten o.a. de hydrografische opnamen van de kust met de zeegaten en de zeearmen, de strandmetingen langs de kust, de oeverloodingen langs bepaalde kustvakken en de waarneming van de waterstanden aan diverse peilschalen.

De hydrografische opnamen van onze kust dateeren van omstreeks 1800 en zijn ingesteld om, ten behoeve van de scheepvaart, de vaargeulen naar zee op te sporen, te betonnen en in kaart te brengen. De veranderingen in het kustgebied brengen mede, dat deze opnamen geregeld moeten worden herhaald, hetgeen tot het uitgeven van verschillende kaarten van eenzelfde gebied heeft geleid, welke kaarten door haar groote nauwkeurigheid en het min of meer periodiek verschijnen een zeer belangrijk gegeven vormen bij de studie der veranderingen in het kustgebied.

Bij de van Rijkswege omstreeks 1850 ingestelde strandmetingen worden langs de geheele Nederlandsche kust in bepaalde raaien, gelegen op 1 km onderlingen afstand, jaarlijks gemeten de ligging van den duinvoet, de hoogwaterlijn en de laagwaterlijn, alles ten opzichte van een bepaald punt in die raaien. Deze strandmetingen geven niet alleen een nauwkeurig beeld van de verandering van de kustlijn, doch wijzen ook op een zekere periodiciteit in die verandering en geven voorts onder andere weer de gunstige uitwerking van strandhoofden op den achteruitgang van de kust.

De oeverloodingen geschieden als regel alleen bij die kustvakken, welke een sterken stroomaanval hebben te verduren, dan wel in het bijzonder door stormvloeden worden geteisterd en waarvan men, met het oog hierop, den toestand van den onderzeeschen oever op geregelde tijden wenscht te controleeren.

Langs de Nederlandsche kust en die der aangrenzende landen wordt op bepaalde plaatsen door middel van registreerende peilschalen het dagelijksche verloop van het getij opgenomen, uit welke gegevens o.m. gemiddelde hoog- en laagwaterstanden worden berekend, hoogste en laagste waterstanden worden bepaald, enz. De registreerende peilschalen in Nederland dateeren van 1850 en latere jaren, terwijl de uitkomsten geregeld worden gepubliceerd.

De studie der Nederlandsche kust zal verder moeten omvatten het verzamelen en verwerken van nieuwe gegevens, welk gedeelte van de studie noodig is voor het algemeen onderzoek, alsmede voor het onderzoek van bestaande of eventueel nieuw aan te leggen werken. Het onderzoek van de bestaande werken heeft ten doel, de doelmatigheid daarvan na te gaan en te kunnen beoordeelen, of het uitvoeren van verbeteringen om technische of economische redenen gewenscht is. Als voorbeelden van dergelijke werken zijn te noemen de dammen van den Nieuwen Waterweg in zee, de stroomleidende dam van het Hellegat, en de strandhoofden op Vlieland, welke werken thans om vorenstaande redenen aan een nader onderzoek worden onderworpen.

Het onderzoek van eventueel nieuw aan te leggen werken is gewenscht in die gevallen, waar men verbetering in den toestand noodig oordeelt, hetgeen o.m. het geval kan zijn bij de afname van een bepaald kustgedeelte, bij de verzanding van een stroomgeul of van een vaarweg, e.d.

Tot voornoemde nieuwe gegevens zijn te rekenen het karteeren van het kustgebied, de detailloodingen, de stroommetingen met de bepaling van het zoutgehalte, het s.g. en de temperatuur van het water, alsmede het onderzoek van het zand- en slibtransport. Aangezien over gedetailleerde kaarten van het kustgebied moet kunnen worden beschikt, moet dit gebied in kaart worden gebracht, bij welke opname de luchtfotografie haar groote bruikbaarheid reeds heeft bewezen.

Voorts zullen gedetailleerde loodingen van bepaalde zeegebieden noodig zijn, welke loodingen als regel meermalen moeten worden herhaald.

Het onderzoek zal zich verder moeten bezig houden met het op bepaalde punten verrichten van stroommetingen, waarbij tegelijk het zoutgehalte, het soortelijk gewicht en de temperatuur van het zeewater is te bepalen.

Van zeer groot belang is het onderzoek van het zand- en slibtransport, welk verschijnsel een overheerschenden invloed heeft op de vormveranderingen, die de kust ondergaat. Het is bekend, dat er langs onze kust een zandtransport in Noordelijke richting plaats heeft, doch het staat geenszins vast, waar dit zand vandaan komt en op welke wijze het zich verdeelt over de kust, de zeearmen, de zeegaten, de buitenhavens, en de Waddenzee. Voor dit onderzoek zullen o.m. op verschillende punten zandmonsters moeten worden genomen, welke op korrelgrootte en kleur zijn te onderzoeken.

Het zandtransport heeft plaats door het water en over het strand. Het transport door het water is niet direct waarneembaar en wordt, blijkens overigens nog zeer onvolledige onderzoekingen, niet beheerscht door den vrij zwakken kuststroom, maar, zooals reeds is gezegd, uitsluitend door den wind, en daarmede gepaard gaande stroom en golfbeweging in de brandingszone. Het zandtransport langs het strand is daarentegen zichtbaar en blijkbaar niet onbelangrijk, aangezien in korten tijd daarmede een zware stuifdijk kan worden gevormd, waarbij maar een klein deel van het zand wordt vastgelegd — zie fig. 23 en 24.

Het verschijnsel van het zand- en slibtransport is buitengewoon ingewikkeld, omdat het door verschillende sterk wisselende grootheden o.a. de getijbeweging, de golfbeweging, den wind, den toestand van den zeebodem en van het strand en mogelijk nog vele andere min of meer samenhangende factoren, wordt beheerscht, zoodat de oplossing van dit vraagstuk geenszins eenvoudig is.

Op het laatstgehouden scheepvaartcongres in 1931 te

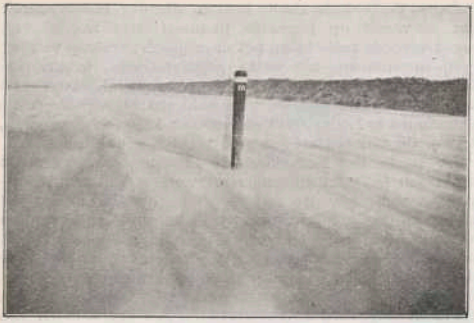


Fig. 23. Zandtransport over het strand te Terschelling. Opname 18 Maart 1930.

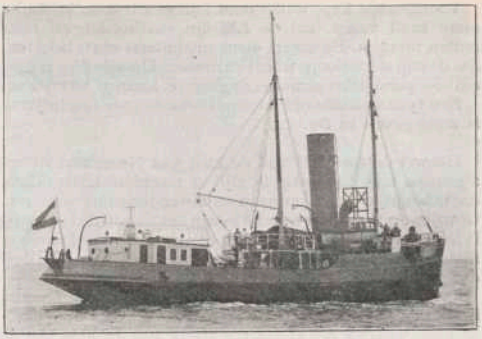


Fig. 25. Opnemingsvaartuig „Oceaan" van den Studiedienst van den Rijkswaterstaat. Opname 12 Mei 1933.

Venetië zijn meerdere belangrijke rapporten over de kustverdediging van diverse landen uitgebracht. Uit deze en andere publicatie's blijkt, dat de wenschelijkheid van een grondige studie der kustverdediging en met name van het zandtransport en daarmede samenhangende verschijnselen allerwege wordt gevoeld.

Voorzoover ons land betreft, is van Rijkswege de studie van de geheele Nederlandsche kust voor eenige jaren officieel ter hand genomen en zijn thans o.m. in onderzoek de mond van den Nieuwen Waterweg en het Zeegat van het Vlie, terwijl verder in studie zijn genomen de afname van de kust van Eierland op Texel en de Westkust van Schiermonnikoog.



Fig. 24. Stuifdijk op de Boschplaat te Terschelling. Opname V. Doeksen. Voorjaar 1932.

Ook is er een begin gemaakt met het algemeen onderzoek van de Nederlandsche kust, waartoe een zeewaardig opnemingsvaartuig in dienst is gesteld — zie fig. 25.

Aangezien deze studie op vele punten een geheel nieuw arbeidsveld raakt en werkmethoden en instrumenten dikwijls tastenderwijze moeten worden opgebouwd, zijn de moeilijkheden groot, doch daartegenover de resultaten vaak zeer verrassend, hetgeen het werk in hooge mate aantrekkelijk maakt.

Voor het welslagen van dit onderzoek is echter de medewerking noodig van verschillende diensten, besturen en personen, omdat men voor een juiste beoordeeling over een groote hoeveelheid verspreide en heterogene gegevens moet kunnen beschikken. In meerdere gevallen is reeds gebleken, dat men deze studie een belangstellend hart toedraagt en men met groote bereidwilligheid de gevraagde medewerking verleent.

De algemeene drang, om de problemen van het kustonderzoek in onderlinge samenwerking te doorgronden, zal er dan ook ongetwijfeld toe moeten leiden, dat ook deze vraagstukken in zooverre worden opgelost, dat men de verschijnselen langs de kust leert verstaan en daarin leert zoodanig in te grijpen, dat op den duur de belangen van de kustverdediging, den waterafvoer en de scheepvaart op een zoo doelmatig en economisch mogelijke wijze worden behartigd.

LITERATUURLIJST.

1. Congrès International de Navigation Vénise 1931. Section II Navigation Maritime.
2e Question. Défense des côtes contre la mer, avec ou sans cheminement littoral prépondérant des matériaux.
a. M. Kauffmann. Note sur les travaux de défense du littoral français. Rapport n°. 78.
b. E. Verschoore. Défense des côtes contre la mer. Rapport n°. 74.
c. R. Schmidt en Dr. Ing. Heiser. Protection des côtes contre les flots le long de rivages à courants avec ou sans grande teneur de matières en suspension. Rapport n°. 73.
2. T. (dr. ir. P. Tesch) De Nederlanden en het Noordzeebekken. (Handelsblad November 1931 — Maart 1932.)

## Enkele opmerkingen over de verkaveling van de Wieringermeer

door

ir. V. J. P. DE BLOCQ VAN KUFFELER.

In het nummer van 17 November j.l., blz. B 268 van dit blad, is een uitvoerig uittreksel opgenomen uit de verhandeling over de Wieringermeer, door ir. F. P. Mesu, gehouden op de jongste Efficiencydagen.

Nu aldus de aandacht weder op de verkaveling van dien polder is gevestigd en wel door een stuk, dat niet in de eerste plaats voor ingenieurs was geschreven, bestaat er wellicht belangstelling voor enkele mededeelingen in aansluiting hierop.

Toen de Dienst der Zuiderzeewerken zich begon te verdiepen in de plannen voor de polders, bleek dat hetgeen op dat oogenblik van landbouwkundige zijde omtrent de eischen, aan de verkaveling te stellen, was geproduceerd, niet voldoende kon worden geacht om de basis te vormen bij het uitwerken der plannen. Op instigatie van dien Dienst is toen de z.g. Commissie Lovink ingesteld, waarin door gelukkige samenwerking der vertegenwoordigers van landbouw en van techniek grondslagen, welke met het oog

op de landbouwbelangen bij de verkaveling gesteld moeten worden, konden worden aangegeven.

Toen op deze grondslagen een verkavelingsplan was opgezet, werd opnieuw het oordeel ingewonnen van een aantal vooraanstaande landbouwers uit verschillende streken des lands.

Daarbij werden de meest tegenstrijdige opvattingen met klem verdedigd. Eenerzijds werd b.v. een zeer uitgebreid en ver vertakt net van scheepvaartwegen voor de goede economische ontwikkeling der Zuiderzeegronden onontbeerlijk geacht, anderzijds werd betoogd, dat eenigszins gedifferentieerd verkeer te water geheel gemist kon worden en bovenal zorg aan een uitgebreid landverkeer moest worden besteed.

Waar de vertegenwoordigers van de landbouwpractijk zoo verschillend oordeelden, was het uiteraard voor degenen, die uiteindelijk de verantwoordelijkheid voor de inrichting van den eersten polder moesten dragen, niet mogelijk een in elk opzicht verantwoorde keuze te doen en werd in het algemeen het stelsel aangenomen om in dien polder de mogelijkheid voor elken ontwikkelingsgang open te houden, teneinde de ervaring te doen spreken.

Hiermede stond à priori vast, dat niet alle werken in de Wieringermeer efficient zouden zijn, zonder dat daarmede nog is gezegd, dat de genomen beslissing onjuist was in een periode, waarin de mogelijkheid tot het bekostigen van proefnemingen aanwezig werd geacht. Er zou toch later nog ruim 10 maal zooveel grond zijn te verkavelen, als er in de Wieringermeer droog zou komen.

Zoo is b.v. op het nemen van een proef met de z.g. Mansholtsche verkaveling, die op *f* 1.000.000,— werd begroot, uit bepaalde landbouwkringen met de meeste klem aangedrongen. In de Wieringermeer, op zich zelf beschouwd, verhoogde dit den kostprijs van den grond gemiddeld met *f* 50,— per ha, maar omgeslagen over de geheele in te polderen oppervlakte met nog niet *f* 5,— per ha, een bedrag, dat in het minst niet doorslaand zou zijn, in het geval de proef succes zou opleveren.

In menig opzicht is dus ook de Wieringermeer nog een proefpolder geworden.

Bij het opmaken van een verkavelingsplan spelen de vorm der kavels, de afvoer van het overtollige water, de verkeerswegen te land en te water en de plaatsen, waar bevolkingscentra zullen ontstaan, een rol. De meest wenschelijke vorm der kavels wordt door landbouwtechnische en landbouweconomische overwegingen beheerscht, maar de waterafvoer, het verkeer en de plaats der bevolkingskernen zijn punten, die niet buiten de bemoeiingen van den ingenieur vallen, zoodat hierover nog enkele opmerkingen volgen.

Wat het verwijderen van het overtollige water betreft, heeft men in de Wieringermeer al eenige en voorshands gunstige ervaring opgedaan, dank zij den ruimen watertoevoer naar voldoend sterke gemalen. In verband met de scheepvaartbelangen zijn aan verschillende afvoerwegen van het water als zoodanig overmatige afmetingen gegeven, die dus zonder de ontwatering in gevaar te brengen, kunnen worden beperkt, wanneer tevens de dan beperkte waterberging door een passende verhooging van het vermogen der gemalen wordt gecompenseerd.

Daarbij mag echter niet uit het oog worden verloren, dat de watergangen met een bij voorkeur zeer gering verhang ten minste de hoeveelheid water zullen moeten kunnen aanvoeren, die de gemalen moeten uitslaan. Beneden een zekere grens kan dus de beperking der watergangen niet meer door versterking der gemalen worden gecompenseerd. De Haarlemmermeer en de IJpolders zijn in dit verband waarschuwende voorbeelden.

Bij het ontwerpen van de verkaveling van een polder moet er naar worden gestreefd de land- en waterwegen zoodanig in te richten, dat het toekomstige normale verkeer zoo economisch mogelijk zal plaats hebben. Het zal altijd moeilijk blijvan dat toekomstige en steeds evolutioneerende verkeer op juiste waarde te schatten, al zal de ervaring, in den eersten polder op te doen, daarbij van groote waarde zijn.

De Wieringermeer is echter nog in wording en de cultuur is nog een extensieve, waardoor thans het goederentransport een ander karakter heeft dan in een normaal ontwikkelde streek. Ook voor het personenverkeer geldt dit; men bedenke slechts, dat het poldercentrum, waar het economische en sociale leven van den polder zich toch in hoofdzaak zal concentreeren, nog gebouwd moet worden. Massatransporten kunnen dus zeer wel afnemen, en landverbindingen, die thans weinig nut opleveren, kunnen later wellicht een belangrijk verkeer tot zich trekken.

Omtrent detailkwesties van het verkeer geeft de ervaring in de Wieringermeer dus weliswaar nog geen definitief uitsluitsel, maar toch kan bij het aanvankelijk relatief sterk ontwikkelde massavervoer reeds aangevoeld worden, dat het verkeer te water niet die beteekenis zal hebben, welke de promotors daarvan eertijds verwachtten, zoodat er gereede aanleiding bestaat bij volgende polders te bezuinigen door minder uitgebreide eischen voor dat verkeer te stellen.

In het verkavelingsplan van de Wieringermeer zijn de plaatsen aangegeven van een veertiental bevolkingskernen, waarmede uiteraard niet is bedoeld, dat er zich op den duur veertien volslagen dorpen zouden ontwikkelen in een polder van 20.000 ha. Wel is gedacht, dat een aantal dezer kernen ook op den duur tot zeer kleine nederzettingen beperkt zullen blijven. Aangezien te voren niet is te voorzien in welke onderlinge verhouding de kernen zich zullen ontwikkelen, is voor elke kern met de mogelijkheid van een zekere ontwikkeling rekening gehouden.

In het omringende land liggen de bevolkingskernen veelal twee à drie kilometer uit elkaar. In verband met de gewijzigde toestanden op het platteland is aangenomen, dat in de nieuwe polders die afstand grooter moest zijn en is deze voor de Wieringermeer gemiddeld op 4 à 5 km gesteld, behalve in een gebied, waar aan de ontwikkeling van den tuinbouw is gedacht en waar de afstanden korter zijn genomen.

Voorshands is in de Wieringermeer slechts de aanleg van drie dezer bevolkingskernen als goed geoutilleerde dorpen ter hand genomen, waardoor in menig opzicht op de kosten van sociale verzorging der bevolking wordt bezuinigd.

Het is nu een belangrijke vraag, of ook op den duur een zoo sterke concentratie der bevolking gewenscht zal blijken. Mocht dit zoo zijn, dan zou het ongetwijfeld beter zijn, wanneer de drie kernen op grooter afstand lagen dan is vastgelegd in het verkavelingsplan, dat van een geheel anderen grondslag voor de verdeeling der bevolking uitging.

In dat geval zullen echter de bevolkingskernen in het aangrenzende land in een deel der polderbehoeften voorzien. Zij zullen dan een zekere opleving meemaken en de voordeelen zullen voor de economische eenheid, die de polder op den duur moet vormen, verloren gaan. Het zal moeten blijken, of de poldergemeenschap verstandig doet zich die luxe te veroorloven.

Verder is het zeker nog een vraag, of het met het oog op de noodzakelijke mentaliteit der landarbeidersbevolking gewenscht is deze in enkele vrij groote bevolkingscentra bijeen te brengen; persoonlijk zou ik deze vraag zeker nog niet bevestigend willen beantwoorden.

Ook op het gebied van de meest gewenschte verdeeling der bevolking over een nieuwen polder, zal in de Wieringermeer dus nog veel ervaring zijn te verkrijgen, die ten nutte gemaakt zal kunnen worden om de volgende inpolderingen in het IJsselmeer op de meest economische wijze te outilleeren.

# De toepassing van de plasticiteitsleer bij mobiele belasting op den aan weerszijden volledig ingeklemden balk, waarvan het eigen gewicht verwaarloosd wordt

door

ir. D. Y. LEM.

Een voorbeeld wordt gegeven, waaruit blijkt, dat men *bij mobiele belastingen* statisch onbepaalde grootheden niet zonder meer zoodanig mag aannemen, dat zij tot weinig kosthare constructies leiden. Bij toepassing der plasticiteitsleer op statisch onbepaalde constructies is men eveneens verplicht de maximum en minimum momentenlijnen, volgende uit de wet van Hooke, te construeeren. Men verkrijgt echter in dit geval, bij toepassing der sterkteberekening, gegrond op de taaiheid van het staal, besparing op materiaal ten opzichte van de sterkteberekening, welke *alleen* gegrond is op de evenredigheid van kracht en vormverandering.

De aan beide zijden volledig ingeklemde balk met constante doorsnede moet volgens de elasticiteitsleer bij een mobielen puntlast $P$ berekend worden op een maximum moment van $\frac{4}{27}\ Pl = 0{,}1481\ Pl$.

Volgens de plasticiteitsleer rekenende, zou men bij voorbeeld kunnen aannemen, dat, in elken stand van de mobiele belasting, bij de beide steunpunten het negatieve inklemmingsmoment gelijk is aan de helft van de grootte van het positieve moment, dat bij vrije oplegging onder den last zou optreden. Daar bij mobiele belasting het *maximum* moment bij vrije oplegging $^1/_4\ Pl$ is ($P$ staat dan boven het midden van den balk), zou dus het maximum moment bij den aan weerszijden ingeklemden balk op $^1/_4\ Pl$ gedeeld door $2 = {}^1/_8\ Pl$ gesteld kunnen worden. Men zal hiertoe des te eerder geneigd zijn, daar ook volgens de elasticiteitsleer bij dezen stand van $P$ het maximum moment $^1/_8\ Pl$ bedraagt.

Aldus rekenende, zou men echter te licht construeeren. Zij in fig. 2 de aan beide zijden ingeklemde balk $A\ B$ belast door een *constanten last* $P$, welke op een afstand gelijk aan $^1/_3$ van de overspanning vanaf $A$ staat. Ik neem aan, dat $^1/_8\ Pl$ = vloeimoment = $W.\sigma_{vl}$ = weerstandsmoment maal vloeispanning en dat het inwendig moment in geen één doorsnede boven dit bedrag kan stijgen (zie fig. 1).

Indien de balk in $A$ en $B$ vrij was opgelegd, zou in dit geval het maximum positief moment $\frac{2}{9}\ Pl$ bedragen. Volgens de plasticiteitsleer zou men dus *bij dezen stand van* $P$ den aan weerszijden ingeklemden balk op $^1/_9\ Pl$ mogen berekenen, hetgeen, zelfs bij herhaalde belasting en ontlasting, inderdaad geoorloofd is.

Daar $^1/_8\ Pl = W\sigma_{vl}$, is de zekerheid van den balk bij dezen stand van $P$ dus $^9/_8$.

Bij belasting gebeurt nu het volgende:

$C\ A\ D\ E\ F\ G\ B$ is de momentenlijn volgens de elasticiteitsleer. Daar $M_A$, berekend volgens de elasticiteitsleer, gelijk is aan $-\frac{4}{27}Pl = -0{,}1481\ Pl$ en volgens de aanname niet boven $-{}^1/_8\ Pl = -W.\sigma_{vl}$ kan stijgen, vloeit de balk in doorsnede $A$. Hierdoor nemen het moment $M_P$ onder den last en het moment $M_B$ toe, zoodat de momentenlijn $C\ A_1\ D_1\ E\ F_1\ G\ B_1$ ontstaat. Bij ontlasting, welke gedacht wordt volgens de elasticiteitsleer te geschieden, blijft in den balk als voorspanning de momentenlijn $A_1\ A\ H\ B\ B_1$ over, waarbij het moment in $A$ positief en gelijk aan $+\left(\frac{4}{27} - {}^1/_8\right) Pl$ en het moment in $B$ negatief en gelijk aan $-\frac{\left(\frac{4}{27} - {}^1/_8\right) Pl}{2}$ is. Wordt de balk van zijn steunpunten losgemaakt, dan blijkt in $A$ t.g.v. het vloeien een blijvende hoekverdraaiing (zie fig. 1) te zijn ontstaan groot $-\frac{\left(\frac{4}{27} - {}^1/_8\right) Pl^2}{4\ E\ I}$, welke de oorzaak is van de bovengenoemde voorspanningsmomentenlijn.

Bij herhaling der belasting ontstaat wederom de momentenlijn $C\ A_1\ D_1\ E\ F_1\ G\ B_1$ waarbij echter in geen één




Fig. 1.

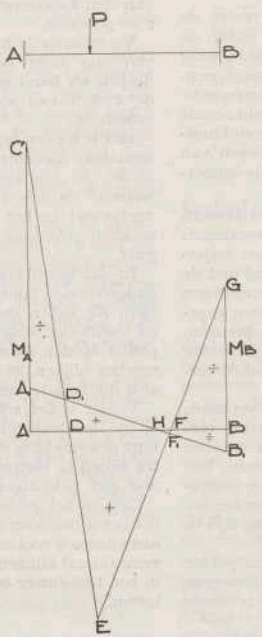



Fig. 2.

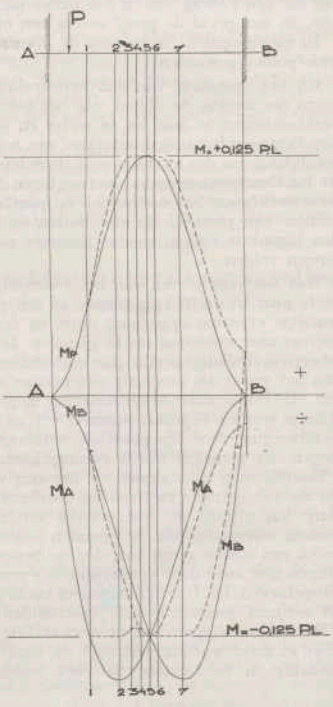



Fig. 3.

doorsnede opnieuw vloeien of meerdere blijvende hoekverdraaiïngen zullen optreden, Hierbij is aangenomen, dat de elasticiteitsgrens tot de vloeigrens is gestegen.

Geheel anders wordt het, indien de last $P$ *mobiel* is. Oogenschijnlijk heeft de constructie een zekerheid 1, als $^1/_8\,Pl = W\,\sigma_{vl}$.

In fig. 3 zijn geteekend de invloedslijnen voor het moment $M_A$ en het moment $M_B$ en bovendien voor elken stand van den mobielen last $P$, het moment $M_P$ = het positief moment ter plaatse van den mobielen last $P$ en wel als volle lijnen volgens de elasticiteitsleer en als gestippelde lijnen volgens de plasticiteitsleer voor het geval, dat de last $P$ den eersten keer over den balk van $A$ naar $B$ gaat.

Gaat de last $P$ van $A$ naar 1, dan ontstaan in elke doorsnede de momenten als volgens de elasticiteitsleer berekend. Staat $P$ in 1, dan is in $A$ het vloeimoment bereikt en begint de balk daar te vloeien. Van 1 naar 2 gaande, neemt het vloeien in A steeds toe en dientengevolge nemen ook het negatief moment $M_B$ en het positief moment $M_P$ onder den last toe. Staat $P$ in 2, dan ontstaat de momentenlijn als besproken bij fig. 2. In $A$ is dan de zooeven berekende blijvende hoekverdraaiïng ontstaan. Bij het passeeren van doorsnede 2 houdt het vloeien in $A$ op en wordt $M_A$ kleiner dan het vloeimoment. De hoekverdraaiïng $\triangle\alpha$ in $A$ neemt n.l. af en dientengevolge ook het moment volgens fig. 1. Men ziet nu het merkwaardige, dat bij het gaan van den last van punt 2 naar punt 3 in geen één doorsnede van den balk vloeien optreedt, terwijl, indien de belasting $P$ direct op den balk tusschen 2 en 3 gezet was, wel vloeien in $A$ zou zijn opgetreden en het moment $M_A$ gelijk aan het vloeimoment $= -W\,\sigma_{vl}$ zou zijn geworden.

Staat $P$ in punt 3, dan is het positieve moment $M_P$ onder den last gelijk aan het vloeimoment geworden. Bij het verder gaan van den last begint de balk dus ter plaatse van den last te vloeien. Bij het voortschrijden van den last treedt steeds onder den last vloeien op.

Staat de last in punt 4, dan begint de balk ook in $B$ te vloeien, hetgeen niet het geval geweest zou zijn, als de last direct in 4 gezet was. Men heeft nu een balk, die vloeit onder den last en in $B$, dus een balk met 2 scharnieren en in elk scharnier een moment gelijk aan $W.\sigma_{vl}$.

Vanaf punt 4 tot aan punt 5 (midden van den balk) blijven $M_P$ en $M_B$ gelijk en neemt $M_A$ toe, totdat de last in punt 5 is gekomen, waarbij ook in $A$ weer het vloeimoment bereikt is.

Daar, als de last $P$ in het midden van den balk staat, ook volgens de elasticiteitsleer de momenten in $A$, onder den last en in $B$ gelijk aan $^1/_8\,Pl = W\,\sigma_{vl}$ moeten zijn, is de voorspanning in den balk verdwenen, maar zijn de blijvende hoekverdraaiïngen in $A$, in de punten 3 tot en met 5 en in $B$ niet verdwenen. De som der positieve blijvende hoekverdraaiïngen in al de doorsneden van den balk, gelegen tusschen 3 en 5, is gelijk aan de som van de negatieve blijvende hoekverdraaiïngen in $A$ en in $B$ in absoluten zin beschouwd, waarbij de blijvende hoekverdraaiïng in $A$ grooter is dan die in $B$.

Bij het voortschrijden van den last $P$ treedt wederom vloeien in $B$ op, maar de balk vloeit ook onder den last. Dit vindt plaats, totdat de last in punt 6 is gekomen. Gaat de last van 6 naar 7, dan vloeit de balk alleen nog in $B$, terwijl na het passeeren van punt 7 nergens meer vloeien optreedt, in tegenstelling met een constante belasting $P$, die, even voorbij punt 7 op den balk gezet, wel vloeien in $B$ veroorzaakt. Is de last in $B$ gekomen, dan is in den balk een voorspanning ontstaan met een lineair verloopende momentenlijn, waarbij, zooals uit de fig. blijkt, $M_A$ negatief en $M_B$ positief is.

Elken keer, dat de belasting $P$ wederom over den balk gaat, hetzij van $A$ naar $B$ of omgekeerd, zullen de reeds ontstane blijvende hoekverdraaiïngen toenemen.

De voorspanning in den balk zal echter verdwijnen, als $P$ boven het midden van den balk komt, zoodat de rechterhelft van fig. 3 steeds voor de laatste helft van het traject geldt.

Tenslotte zullen deze steeds grooter wordende blijvende hoekverdraaiïngen tot instorting van den balk leiden.

Een blijvende voorspanning in den balk, waardoor bij herhaling der mobiele belasting, de spanningen in de betreffende doorsneden wel tot de vloeigrens, maar niet boven de vloeigrens kunnen stijgen, is niet bestaanbaar.

De balk blijkt dus, indien hij berekend is op $^1/_8\,Pl$, te zwak te zijn.

In *der Bauingenieur* Heft 19/20 1932, bewijst Bleich, dat een statisch onbepaalde constructie bij mobiele belasting een zekerheid $n$ heeft, als in geen enkele doorsnede de spanningen, berekend uit de voorspanningsmomentenlijn of berekend uit de voorspanningsmomentenlijn tezamen met de maximum of minimum momentenlijnen, de vloeigrens, gedeeld door $n$, overschrijden.[1]) Hierbij moeten bij de constructie der minimum en maximum momentenlijnen niet alleen de mobiele belastingen en het eigen gewicht, maar ook de temperatuursinvloeden beschouwd worden, terwijl de voorspanningsmomentenlijn willekeurig mag aangenomen worden, mits deze volgt uit een aanname der statisch onbepaalde grootheden.

Indien wij dit bij den aan weerszijden ingeklemden balk van fig. 3 toepassen, blijkt, dat deze dus op de halve som van het maximum negatief moment en het maximum

$$\text{positief moment} = \frac{\frac{4}{27}\,Pl + {}^1/_8\,Pl}{2} = 0{,}1365\,Pl \text{ i.p.v. } {}^1/_8\,Pl$$

berekend moet worden. Hierbij is de voorspanningsmomentenlijn een horizontaal verloopende momentenlijn, volgende uit de aanname van $M_A = M_B = +\,0{,}0116\,Pl$. Het maximum negatief moment kan dan niet boven

$$-\frac{4}{27}\,Pl + 0{,}0116\,Pl = -\,0{,}1365\,Pl = -\,W.'\sigma_{vl}$$ en het

maximum positief moment niet boven $+\,^1/_8\,Pl + 0{,}0116\,Pl = +\,0{,}1365\,Pl = +\,W.'\sigma_{vl}$ stijgen, waardoor de reeds ontstane blijvende hoekverdraaiïngen bij herhaling der mobiele belasting niet meer zullen toenemen. Deze voorspanning ontstaat echter pas in den balk na een oneindig aantal belasting-herhalingen, zoodat de balk steeds in $A$ en in $B$ zal vloeien. In het midden vloeit de balk echter geen enkelen keer.

De som van de blijvende hoekverdraaiïngen in $A$ en in $B$ heeft, in tegenstelling met den balk berekend op $^1/_8\,Pl$, een toelaatbare eindige limiet, hetgeen als volgt bewezen wordt:

Stel, dat de last den eersten keer gaat van $A$ naar $B$, den tweeden keer van $B$ naar $A$ of omgekeerd, etc., dan is de som der blijvende hoekverdraaiïngen in $A$, als men $-\frac{4}{27}\,Pl + 0{,}1365\,Pl = -\,0{,}0116\,Pl = -\,M_{voorsp}$ stelt, gelijk aan:

$$-\frac{M_{voorsp}\times l}{4\,E\,I}\left[1+\frac{3}{4}+\frac{3}{16}+\frac{3}{64}\text{ etc.}\right]$$ en de som der blijvende hoekverdraaiïngen in $B$ gelijk aan:

$$-\frac{M_{voorsp}\times l}{4\,E\,I}\left[\frac{3}{2}+\frac{3}{8}+\frac{3}{32}+\frac{3}{128}\text{ etc.}\right]$$. De blijvende hoekverdraaiïngen in $A$ en in $B$ vormen dus beiden een oneindig voortloopende meetkundige reeks, terwijl de som van elk dezer reeksen tot limiet heeft de waarde

$$\frac{-\,2\,M_{voorsp}\times l}{4\,E\,I} = \frac{-\,M_{voorsp}\times l}{2\,E\,I}.$$

Door deze blijvende hoekverdraaiïngen in $A$ en in $B$ ontstaat de vereischte voorspanning in den balk in onbelasten toestand, waarbij $M_A = M_B = +\,M_{voorsp} = +\,0{,}0116\,Pl$.

[1]) Terecht kan men hiertegen aanvoeren, dat in een veiligheidscoëfficiënt niet alleen de veiligheid tegen overbelasting, maar ook tegen materiaalfouten, onnauwkeurigheden van berekening en uitvoering is begrepen, zoodat er wellicht iets voor te zeggen is toch den balk van fig. 3 op $\frac{^1/_8\,Pl}{n}$ uit te rekenen, daar de balk den enkelen keer, dat hij de $n$ voudige overbelasting in casu $P$ moet dragen, nog niet direct zal instorten.

## BOEKENNIEUWS.

**Rapporten en mededeelingen van den Rijkswaterstaat Nr. 28.** Verslag van een studiereis naar Duitschland, welke voor een bezoek aan de Oostfriesche Waddeneilanden en de zeearmen Eems en Jade in Mei en Juni 1931 werd ondernomen.

Het ligt voor de hand. dat een bezoek aan de Oostfriesche kusten voor onze Nederlandsche Waterbouwkundigen van bijzonder belang is. Practisch heeft men er dezelfde kust met dezelfde problemen als bij ons, terwijl de werken en de methoden vaak verschillen en daardoor juist belangwekkend zijn. Duitschland komt bovendien de eer toe met een nauwkeurig systematisch onderzoek der zeekusten en -gaten begonnen te zijn, voordat wij daarmede een aanvang maakten en dergelijk researchwerk voor een milliocnen verslindende quaestie is een eisch van den tijd. Een bestudeering der zand- en waterbeweging in de natuur, zoowel als in het laboratorium sluit steeds de mogelijkheid in zich van groote bezuinigingen.

Hoofdingenieur Schönfeld houdt inleidende beschouwingen in bovenstaanden trant en maakt o.a. een vergelijking tusschen den Rotterdamschen Waterweg en den Jademond, waarbij de laatste wegens de afwezigheid van zoet water in het voordeel is. Voorts wijst hij op de versnippering, die het gevolg is van het feit, dat voor de Oostfriesche kust drie nagenoeg onafhankelijk van elkaar werkende diensten, elk zijn eigen opvattingen huldigend, naast elkaar bestaan, een versnippering, die ook ten onzent bestaat.

Ir. Kleinjan geeft een algemeen overzicht van het ontstaan en de recente veranderingen van het betrokken kustgebied. De bijzonder fraaie collectie jaarlijksche peilkaarten der Duitschers wordt tot voorbeeld gesteld. Hieruit leert men de zandverplaatsingen en de periodiciteit der verschijnselen kennen. Evenwel wordt er weinig gepresteerd op het gebied van de directe waarnemingen aangaande de verplaatsing der vaste stoffen, zooals wij dat bij ons kennen.

Ir. v. d. Burgt behandelt de strandverdedigingswerken en komt daarbij tot de conclusie, dat de nieuwe o.a. op Borkum toegepaste methode om de kribben slechts uit één enkelen damwand met een uitgebreide bezinking aan den kop te doen bestaan, navolging verdient. Evenals hier te lande, heeft men veel geprobeerd en vele toegepaste constructies bleken den toets niet te kunnen doorstaan. Door vergelijking vindt men de beste constructie en het is juist op een terrein als dit, dat het nut van studiereizen en van studie in het algemeen aan het licht treedt.

Voorts behandelt ir. v. d. Burgt de normaliseeringswerken in den Eemsmond, waar de Duitschers coûte que coûte een bevaarbare geul aan den Duitschen wal wenschen — feitelijk tegen de natuur in, die de holle bocht aan den Nederlandschen wal legde. (Gaat dit baggeren en normaliseeren niet ten koste van ons vaarwater naar Delfzijl?). Het systeem, om de gebaggerde specie niet elders te storten, doch achter de normaliseeringswerken te persen, waarbij hooge terreinen worden geschapen, welke veelal onmiddellijk aan diep vaarwater liggen, verdient mogelijk ook elders aanbeveling (b.v. op de Wester-Schelde) te meer, daar men bij het storten in de stroomen de kans loopt het zand weder op den een of anderen drempel terug te krijgen.

Ir. Mazure beschouwt ten slotte den theoretischen kant der waarnemingen en wijst er op, dat de Duitschers veel grooter nauwkeurigheid eischen dan bij de Zuiderzeewerken geëischt wordt. De onnauwkeurige, doch eenvoudige Jacobson-stroommeter wordt daarbij door hem in bescherming genomen, iets wat velen hem niet na zullen doen. Bij het lezen van de mededeeling, dat de Duitschers bij een bepaalde registreeringsmethode van het verticaal getij een fout begaan van niet minder dan 11 cm, vraagt men zich af of dit werkelijk zoo is, of er geen controleerende peilschaal naast stond en of de „Deutsche Seewarte" inderdaad zoo verregaand onnauwkeurig is. Ik meen dit laatste te moeten betwijfelen — in elk geval was een briefje aan de „Deutsche Seewarte" om deze zaak op te helderen de moeite waard geweest.

Ir. J. van Veen.

## KORTE TECHNISCHE BERICHTEN.

### Het kustonderzoek in Noord-Amerika.

Terwijl tot voor kort in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika weinig of niets aan een systematisch onderzoek van de kust werd gedaan, kwam hierin verandering toen in 1930 door den Minister van Oorlog „The Beach Erosion Board" werd ingesteld, welke Commissie werd opgedragen, middelen te beramen, om de uitschuring van de kust langs de zee en de meren, als gevolg van golven en stroomen, tegen te gaan.

Genoemde Commissie bestaat uit zeven leden, terwijl vier van deze leden een afzonderlijke Commissie „The Shore Protection Board" vormen, die belast is met de vraagstukken, welke zich voordoen bij de aan de kust gelegen eigendommen van den Staat.

The Beach Erosion Board heeft in April jl. een voorloopig rapport uitgebracht van zijn onderzoekingen in het tijdvak 1930—1932, welke onderz ekingen in hoofdzaak in het Kustgebied van New-Yersey zijn gedaan en omvatten de studie van den stroom en de golfbeweging en de verplaatsing van het zand langs de kust, de opname van kustprofielen, de bepaling van de korrelgrootte van het zand, den inhoud van het langs de kust verplaatste zand, den aard van de zandbeweging in de zeegaten en de werking der strandhoofden.

Het zandtransport werd bij deze onderzoekingen door duikers of met het oog vanaf het zeeoppervlak waargenomen en door het nemen van watermonsters gemeten, terwijl voor de bepaling der stroomsnelheden drijvers en stroommeters werden gebezigd. De werking der strandhoofden werd op het terrein en bij modelproeven bestudeerd.

Voor deze onderzoekingen werden een groot aantal metingen en waarnemingen, zoo noodig onder verschillende weersomstandigheden, verricht.

De zandmonsters voor het bepalen van de korrelgrootte werden op het droge strand tusschen de hoogwaterlijn en den duinvoet genomen, waarbij bleek, dat de korrelgrootte wisselde tusschen 180 en 820 micron en het zand grover was, naarmate de voorgelegen onderzeesche oever steiler werd.

De Commissie onderscheidt getij, wind en kuststroomen. Bij de getij- en den normalen kuststroom werd een maximum snelheid van 0.025 m per sec. gevonden, terwijl vlak onder het strand de snelheid van den kuststroom varieerde tusschen 0.15 en 1.20 m per sec. Voor de gemiddelde snelheid van de waterdeeltjes in de golven werd gemeten 0.40 m per sec., terwijl de snelheid dier deeltjes dikwijls grooter was dan 1.50 m per sec.

Het zandtransport werd o.m. nagegaan aan de hand van een op het strand neergeworpen hoeveelheid rood zand.

Volgens duikeronderzoekingen neemt met de toename van de diepte de beweging van het zand af. De commissie is van meening, dat geen toevoer van zand uit het diepere gedeelte van de zee naar de kust plaats vindt.

Op meerdere punten tot 1.5 km uit de kust is de door de golven veroorzaakte beweging van het zand waargenomen, waarbij bleek, dat de golfhoogte en de waterdiepte op dit verschijnsel een overheerschenden invloed hebben en het zand nabij het strand het meest in beweging is. Uit deze waarnemingen en de snelheid van den kuststroom werd het zandtransport berekend; dit transport bedroeg voor het gedeelte tusschen het natte strand en een diepte van 3 à 4 m onder laagwater rond 25 m³ per m breedte en per dag en nam in de grootere diepten snel af.

Bij het onderzoek van de zandbeweging in de zeegaten werd bevonden, dat de wijziging in de daarin gelegen zandbanken wordt beheerscht door den kuststroom en de stroomen in het zeegat, alsmede door de werking der golven.

Ten aanzien van de strandhoofden is de Commissie van oordeel, dat de meest doelmatige ligging is rechthoekig op de kust en laag boven het strand, terwijl de onderlinge afstand mag wisselen tusschen 1½ en 4 maal de lengte van het hoofd en deze afstand grooter kan zijn, naarmate het zandtransport sterker is.

*Engineering News-Record.* v. d. B.
7 Sept. 1933. n°. 10.