

1. Van de zijde van de Pelder Walcheren is voorgesteld om voor de uitbreiding van de verdediging van het Noorderstrand van Walcheren (N.W.kust) paalhoofden te bouwen in plaats van stenen hoofden met horizontale kruin. In verband hiermede is in het onderstaande een vergelijkende beschouwing over de werking van beide typen hoofden en een samenvatting van enkele van de in Zeeland opgedane ervaringen gegeven. Opgemerkt wordt, dat deze beschouwingen voor discussie vatbaar zijn en zeker niet het karakter hebben van onweerlegbare stellingen.
2. Men kan twee gevallen onderscheiden, te weten
  - A) de waterstand is lager dan de bovenkant van de stenen hoofden (moderne type; te weten met horizontale kruin) en
  - B) de waterstand is hoger dan de bovenkant van de stenen hoofden.

In geval A (zie bijlage 1) wordt bij (horizontale) stenen hoofden de stroom gedwongen om de koppen heen te gaan; tussen de hoofden treedt geen stroom evenwijdig met de kust op; echter kan hier wellicht een neer (met verticale as) ontstaan. Bij paalhoofden, waarvan de steenbe-zetting slechts enkele dm boven het strand uitsteekt, kan de stroom tussen de palen door (bijlage 2, foto 1 en bijlage 4); tussen deze hoofden treedt derhalve wel stroom evenwijdig met de kust op; in dit geval is het paalhoofd te beschouwen als een kunstmatig aangebrachte bodemruwheid, terwijl het stenen hoofd meer als klip werkt. In verband hiermede is de stroomsnelheid direkt voor de koppen, bij stenen hoofden groter dan bij paalhoofden. Dit betekent, dat de stroomsnelheidsgradi-ent langs een lijn loodrecht op de kust bij paalhoofden regelmatig is dan bij stenen hoofden. Men mag verwachten, dat een wervelstraat vanaf de kop van een hoofd, bij stenen hoofden sterker zal zijn dan bij paalhoofden. Door het verschil in de stroombeelden zal vermoedelijk het in-scharringseffect naast een kustvak verdedigd met stenen hoofden groter zijn dan bij paalhoofden.

In geval B (zie bijlage 1) hebben metingen uitgewezen, dat bij paalhoofden de stroomsnelheid tussen de hoofden ongeveer 50% bedraagt van de snelheid wanneer er geen hoofden aanwezig zijn (bijlage 2, foto 1). Bij stenen hoofden kan dit percentage op ongeveer 80% worden gesteld. Derhalve zijn de stroomsnelheden tussen de hoofden bij stenen hoofden hoger dan bij paalhoofden. Daardoor is de stroom voor de koppen, bij stenen hoofden minder sterk dan bij paalhoofden. Nu verloopt de snelheidsgradi-ent, gezien langs een lijn loodrecht op de kust, juist bij stenen hoofden regelmatig dan bij paalhoofden. Men mag verwachten, dat een wervelstraat vanaf de kop van een hoofd bij stenen hoofden minder sterk ontwikkeld zal zijn dan bij paalhoofden. Het inscharringseffect naast het verdedigde kustvak zal nu bij stenen hoofden vermoedelijk geringer zijn dan bij paalhoofden. Geval B is dus precies tegengesteld aan geval A.
3. Uit het voorgaande volgt, dat men niet zonder meer kan concluderen, dat de stroomtoestand aan de kop van een paalhoofd guntiger zal zijn dan aan de kop van een stenen hoofd of omgekeerd. De sterkte en de duur van de eb- en vloedstromen alsmede het peil waarbij de stroomsnelheden maximaal zijn vergeleken met het peil van de bovenkant van het stenen hoofd spelen hierbij een rol.

Bijlage 3 (identiek met bijlage 14 van nota 50,10 van de Studiedienst Vlissingen "Afneming Noorderstrand Walcheren nabij Oostkapelle") toont, dat aan het Noorderstrand van Walcheren de maximale stroomsterkte op-treedt ten tijde van hoogwater. Gezien dit feit is het denkbaar, dat aan het Noorderstrand stenen hoofden beter zullen voldoen dan paalhoofden.
4. In verband met het onder 2 vermelde, moet er op gerekend worden, dat de stroomaanval op de bezinking met bestorting voor de kop van een paalhoofd niet minder sterk behoeft te zijn dan bij een stenen hoofd. In beide gevallen bestaat de mogelijkheid, dat de aangebrachte minimum bezinking te zijner tijd nadat de toestand stroomlijnvormig is aangepast, zal moeten worden uitgebreid. In verband met het getij-regime (bijlage 3 mag men verwachten, dat langs het Noorderstrand van Walcheren deze uitbreiding bij een paalhoofd eerder nodig is dan bij een stenen hoofd.

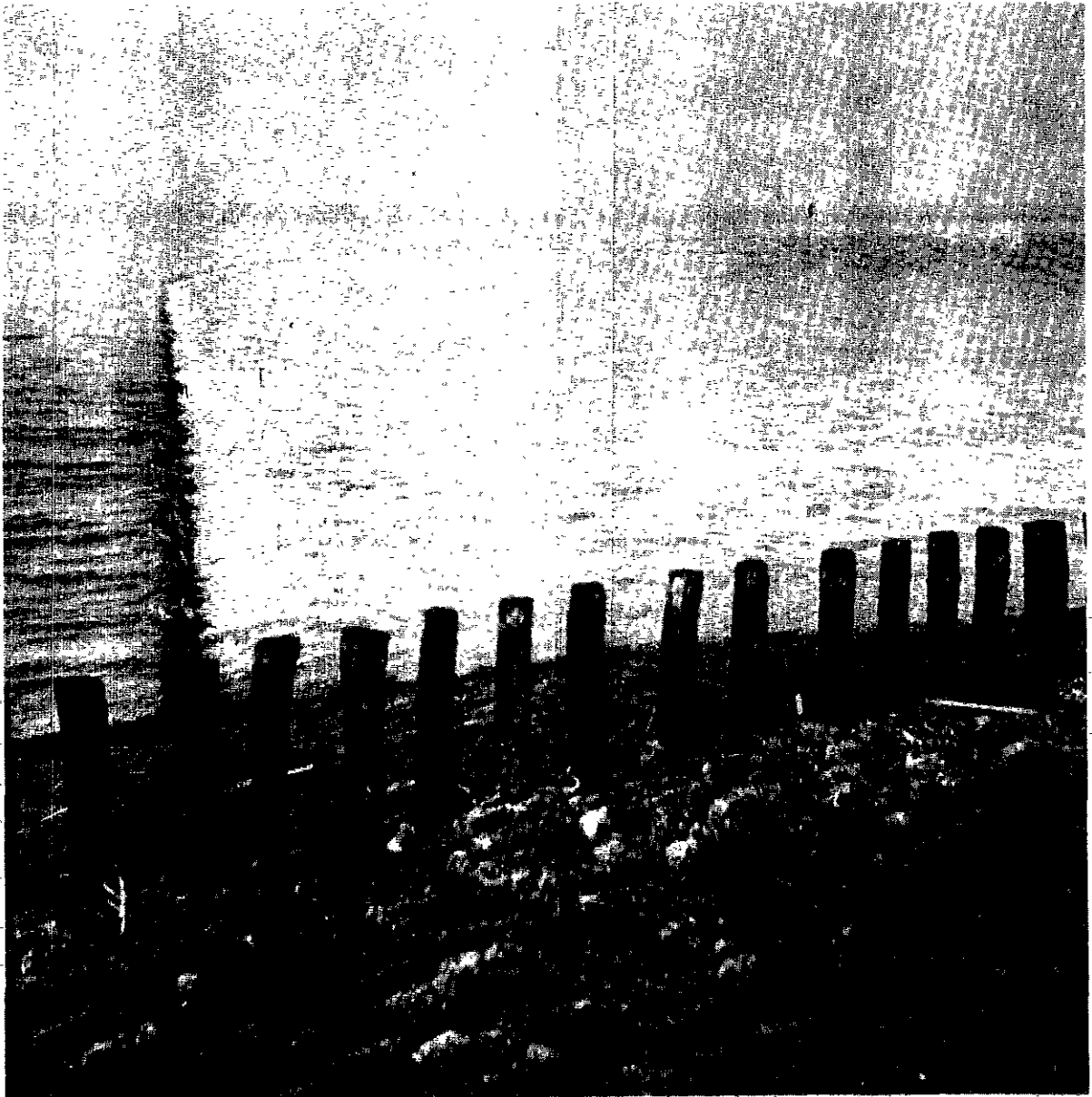
5. De golfaanval op de bezinking in de directe omgeving van de kop van het hoofd zal bij een paalhoofd geringer zijn dan bij een stenen hoofd gezien de diepere ligging van de bezinking van een paalhoofd. Een paalhoofd zal het golfbeeld ter plaatse van het hoofd minder sterk beïnvloeden dan een stenen hoofd (bijlage 2, foto 2).
6. In 1886 en 1893 zijn van de hand van ir M.B.C. Hoogerwaard publicaties verschenen over de ervaringen in Zeeland met beide typen hoofden (bijlage 6). Hieruit blijkt, dat
  - a) hoofden met gesloten palenrijen niet voldeden in tegenstelling tot hoofden met open palenrijen en
  - b) hoofden met open palenrijen zeker niet ongunstiger werken dan stenen hoofden, die de helling van het strand volgen.Ook bij beschouwing van de tegenwoordige strandverdediging in Zeeland is de indruk verkregen, dat paalhoofden niet ongunstiger werken dan stenen hoofden. Vermeld wordt, dat sommige kustvakken achteruitgang vertoonden terwijl ze met paalhoofden verdedigd waren. Dit was het gevolg van een onvoldoende bezinking en (of) bestorting voor de keppen waardoor deze "afbrokkelden" en de kust achteruit ging. Overigens zij opgemerkt, dat de tot nu toe gemaakte lage stenen hoofden zonder "staart", ook aan gaande de constructie goed hebben voldaan. Alhoewel weinig vergelijkingsmateriaal ter beschikking staat, heeft men de indruk, dat het strand bij paalhoofden een steilere helling heeft dan bij stenen hoofden, zodat de afstand van de kop van het hoofd tot de duinvoet bij paalhoofden kleiner is dan bij stenen hoofden.
7. Als kwetsbaar punt bij paalhoofden zou kunnen worden genoemd, dat de palen door de golfbeweging en de stroom of door ijsgang verloren zouden kunnen gaan. De kans van het optreden van ijsgang langs de Noordzeekust is echter zeer gering, terwijl het eerstgenoemde gevaar niet groot wordt geacht. Voorts kan men zich afvragen of de bestorting en bezinking nabij de L.W.lijn alsook de bloksteenbezetting, welke aan twee zijden door tuinen is opgesloten, tijdens storm beschadigd kan worden. Overwogen zou kunnen worden de kespen en gordingen van het zeevaartse horizontale gedeelte weg te laten. Bij storm zijn deze balken aan grote krachten blootgesteld. Deze krachten worden op de palen overgebracht en gesuperponeerd op de krachten welke rechtstreeks op de palen werken. Daar staat wellicht tegenover, dat deze balken een nuttige functie vervullen bij de bouw en het onderhoud van de hoofden.
8. De kosten van onderhoud van beide typen hoofden zullen elkaar niet veel ontlopen. Uit de kostenbegroting blijkt, dat de aanleg van een paalhoofd aanmerkelijk goedkoper is dan de aanleg van een stenen hoofd. Dit is dus een punt, dat sterk in het voordeel is van het paalhoofd.
9. Een ander verschil tussen paalhoofden en stenen hoofden is het feit dat het stenen hoofd wellicht een betere stroomgeleiding geeft dan het paalhoofd. Het idee om in verband hiermede de paalhoofden wat verder in zee uit te bouwen dan stenen hoofden ligt voor de hand. Een nadeel van dit verder uitbouwen is, dat de stroomsnelheden direct vóór de kop groter worden. Een voordeel is, dat door de langere palenrij en de diepere ligging van de bezinking, de golfaanval minder vat heeft op de bezinking. Mede gelet op de verwachting, dat bij paalhoofden de afstand van de keppenlijn tot de duinvoet gelijk of kleiner zal zijn dan bij de stenen hoofden wordt aanbevolen uit te gaan van de keppenlijn van de stenen hoofden en een toeslag in rekening te brengen welke ongeveer overeenkomt met de afstand tussen de keppenlijn en het snijpunt van de L.W.lijn met de bovenkant van de steenbestorting voor de kop van het stenen hoofd (zie bijlage 4).
10. De aandacht wordt er op gevestigd dat men bij het vergelijken van de werking van hoofden en de aan de hoofden toegebrachte schade, onderscheid moet maken tussen de vroeger aangelegde hoofden die slechts tot ongeveer de laagwaterlijn lopen en de tegenwoordige hoofden, die aanmerkelijk verder in zee steken.

11. Het lijkt logisch om de bovenkant van de palenrij van een paalhoofd een helling te geven die overeenkomt met de gemiddelde ligging van het strand (zie bijlage 4). Gezien de grote stroomweerstand die deze paalhoofden ten opzichte van lage stenen hoofden bieden bij hogere waterstanden, zal het doortrekken van het hoofd tot de duinvoet aanbeveling verdienen, daar tijdens stormvloed behalve getijstromen ook sterke driftstromen optreden. Of ook de paalrijen zover doergezet dienen te worden, is disputabel. Wanneer men er de voorkeur aan geeft de paalrij niet tot aan de duinvoet door te zetten, verdient het wel aanbeveling deze paalrij geleidelijk te doen eindigen door de bovenkant van de paalkeppen in een horizontaal vlak te houden. Een voordeel van het doortrekken van paalrijen is, dat deze als permanent stuifscherm werken.

's-Gravenhage, juni 1960.

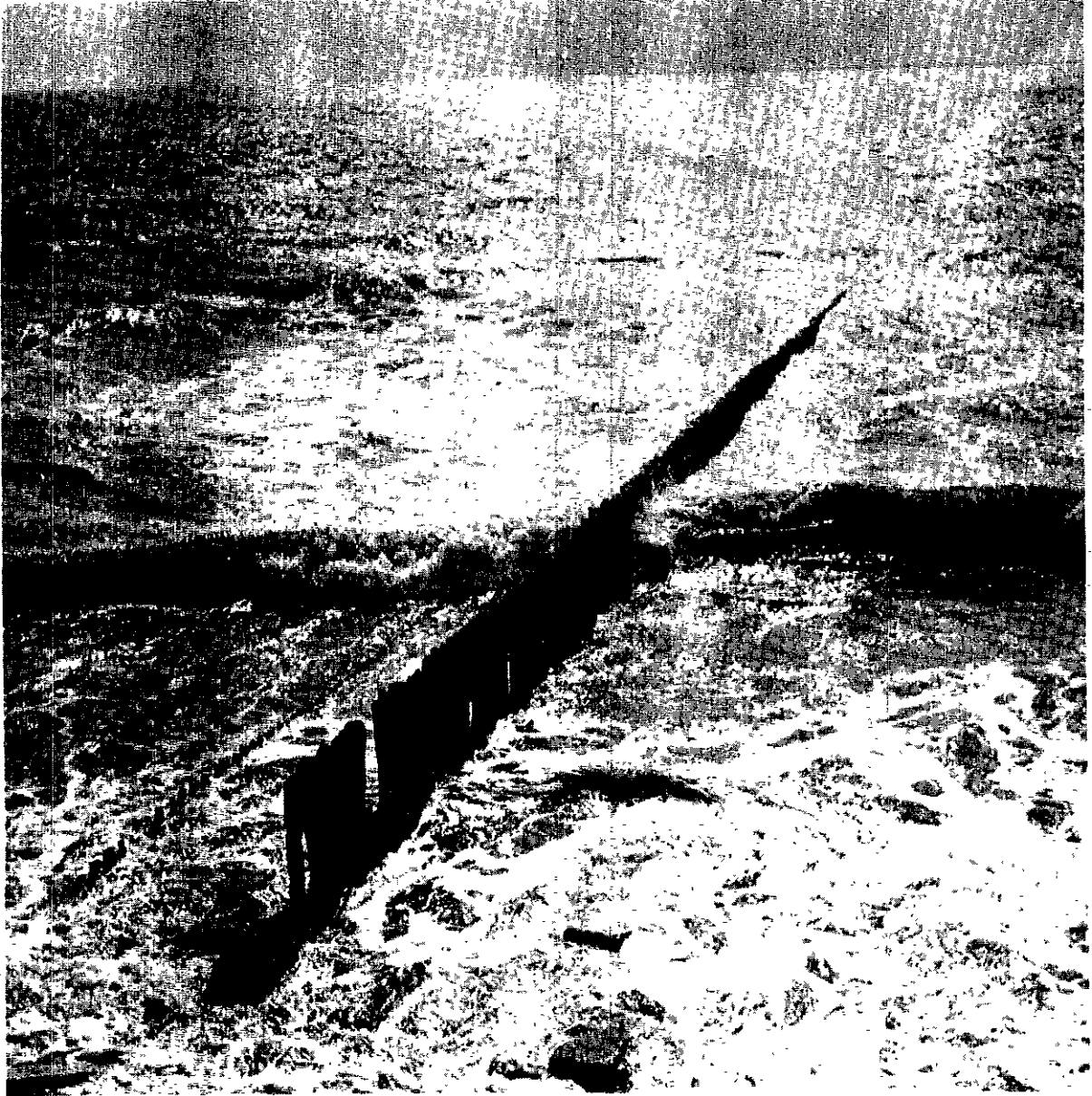
Bijlagenlijst van nota W W K 60-1

Bijlage nr.	Omschrijving	Schaal	Formaat	Register nr.
1	Geschematiseerde stroombeelden bij strandhoofden voor de Noordwestkust van Walcheren.	-	A 1	60.018
2	Fotocahier hoofden met open paalrijen	-	-	54.188 en 56.050
3	Geschematiseerd horizontaal en vertikaal getij langs de N.W.- en Z.W.-kust van Walcheren.	-	A 2	60.019
4	Ontwerp strandhoofd van paalrijen voor de N.W. kust van Walcheren.	1:200 en 1:2000	A 7	60.020
5	Ontwerp stenen strandhoofd met horizontale kruin.	1:200	A 7	60.197
6	Beschouwingen over strandhoofden met en strandhoofden zonder (open) paalrijen door M.B.G. Hogerwaard 1886 en 1893	-	-	5/C/009



Stroombeeld tijdens maximum vloedstroom (1 uur voor H.W.) bij een open paalrij op een slik; de paalrij verbindt een oeverwerk (vastpunt) bij Nummer Eén (3 km oostwaarts van Breskens) met de zeedijk. Stroomsnelheid in de geul 1,5 m/sec.

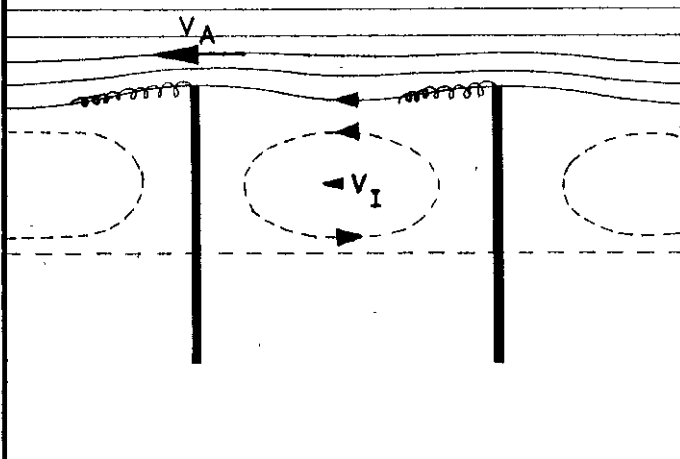
Foto 2 (WWK 56.050)



Brandingsgolf tijdens H.W. bij een open paalrij op het strand voor de Boulevard Evertsen te Vlissingen.

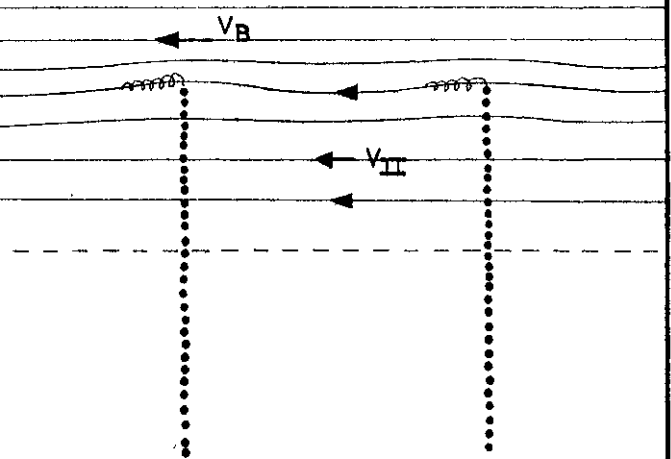
STENEN HOOFDEN

$V_{max} = 0,60 \text{ m/sec (eb)}$



PAALHOOFDEN

$V_{max} = 0,60 \text{ m/sec (eb)}$

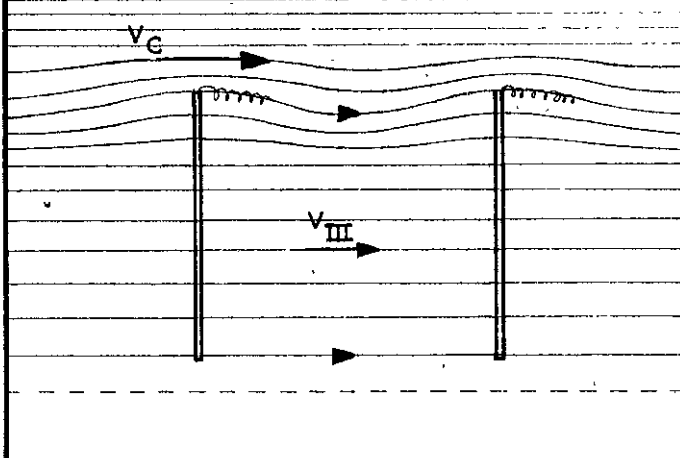


$V_A > V_B ; V_{II} > V_I = 0$

STROOMBEELDEN BIJ WATERSTANDEN LAGER DAN BOVENKANT STENEN HOOFDEN  
 (=N.A.P. - 0,75 m)  
**GEVAL A**

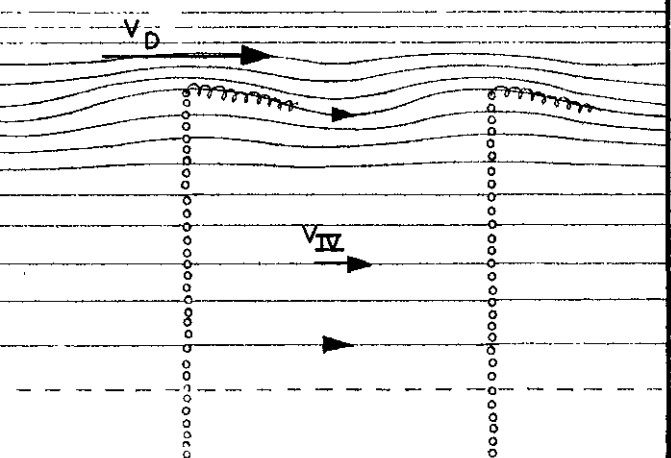
STENEN HOOFDEN

$V_{max} = 1,10 \text{ m/sec (vloed)}$



PAALHOOFDEN

$V_{max} = 1,10 \text{ m/sec (vloed)}$



$V_C < V_D ; V_{III} > V_{IV}$

STROOMBEELDEN BIJ WATERSTANDEN HOGER DAN BOVENKANT STENEN HOOFDEN  
 (=N.A.P. - 0,75 m)  
**GEVAL B**

GESCHEMATISEERDE STROOMBEELDEN BIJ  
 STRANDHOOFDEN VOOR DE NOORDWESTKUST  
 VAN WALCHEREN

Nota  
 W.W.K. 60-1

Bijlage 1

RJKSWATERSTAAT  
 DIRECTIE Wen.W.  
 AFD. KUSTONDERZOEK

getek. gezien

*W. J. J. J.*

A1

Nr

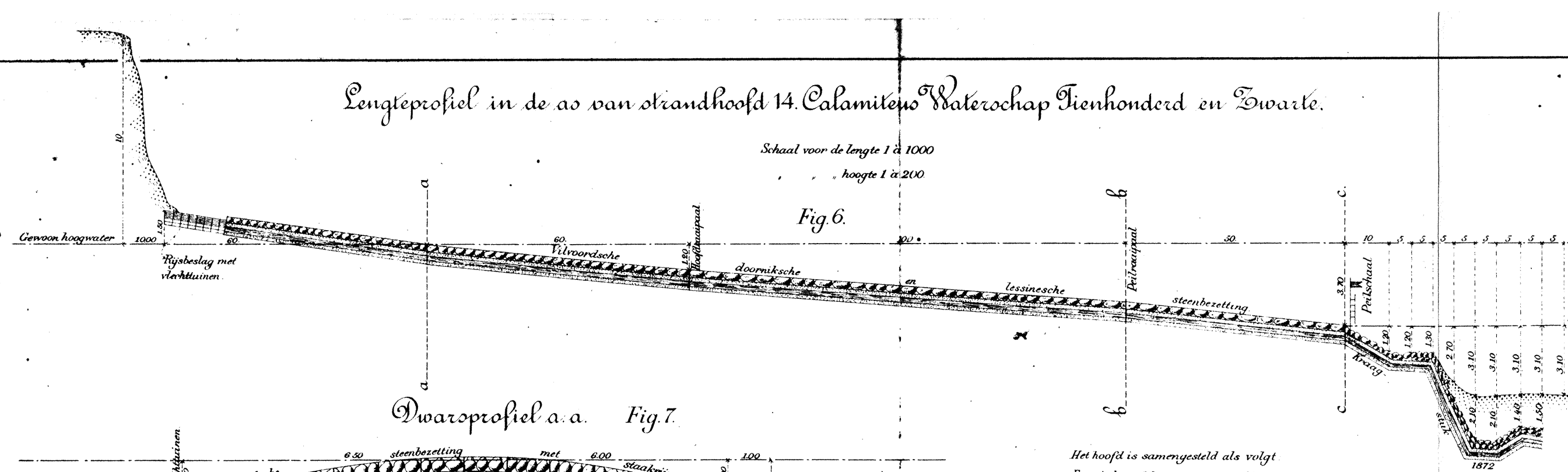
60.018



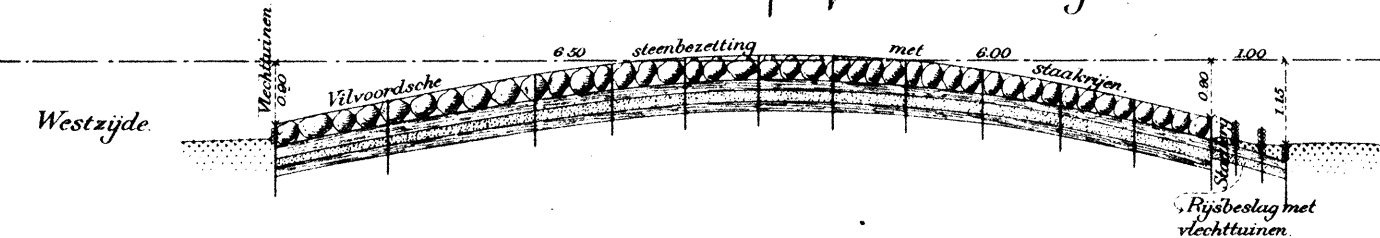
Lengteprofiel in de as van strandhoofd 14. Calamiteus Waterochap Tienhonderd en Zwarte.

Schaal voor de lengte 1 à 1000  
 hoogte 1 à 200

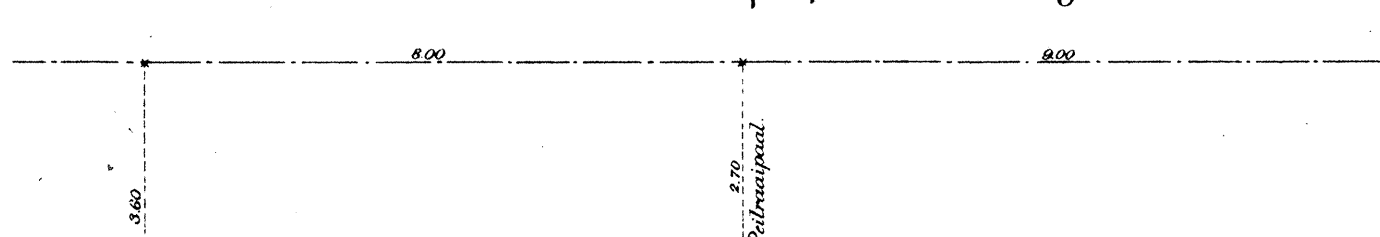
Fig. 6.



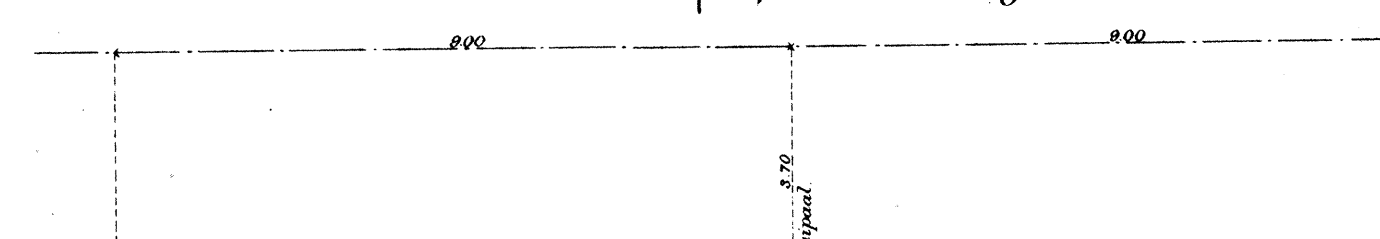
Dwarprofiel a a. Fig. 7.



Dwarprofiel b b. Fig. 8.

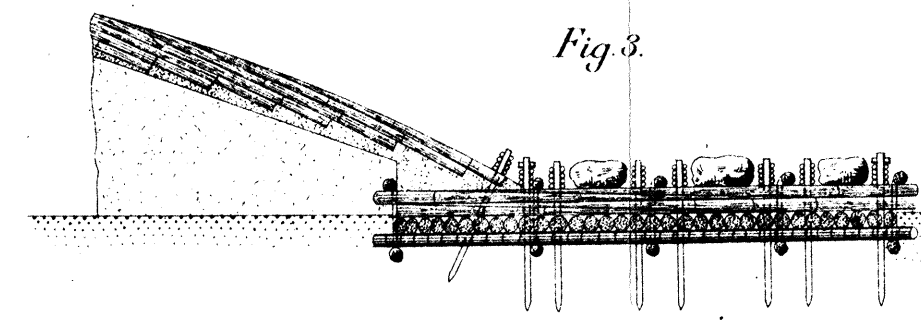
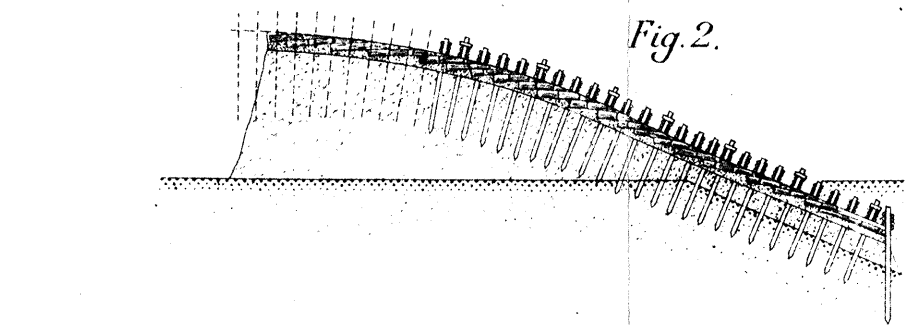


Dwarprofiel c c. Fig. 9.



Schaal voor de dwarsprofielen a a, b b, c c 1 à 100.

Het hoofd is samengesteld als volgt:  
 Een rijslaag dik van 0.05 tot 0.10 M.  
 Een hartlaag van rijs dik in de as 0.20 M.  
 in de zijten 0.10 M.  
 Een rijskleklaag dik van 0.03 tot 0.16 M.  
 De horizontale bermen zijn zonder hartlaag bewerkt.  
 Steenbezetting in de as 0.25 à 0.30 M.  
 in de zijten 0.20 à 0.25 M.  
 Kraagstuk twee rijslagen en een rijslaag  
 ter gezamenlijke dikte van 0.45 M.

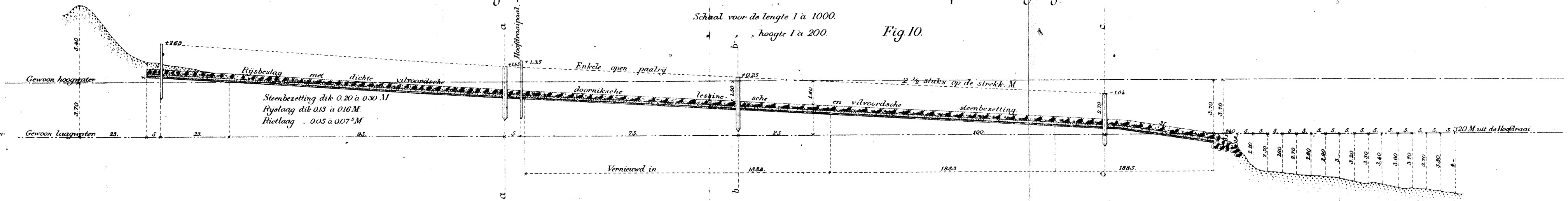


Schaal 1 à 100.

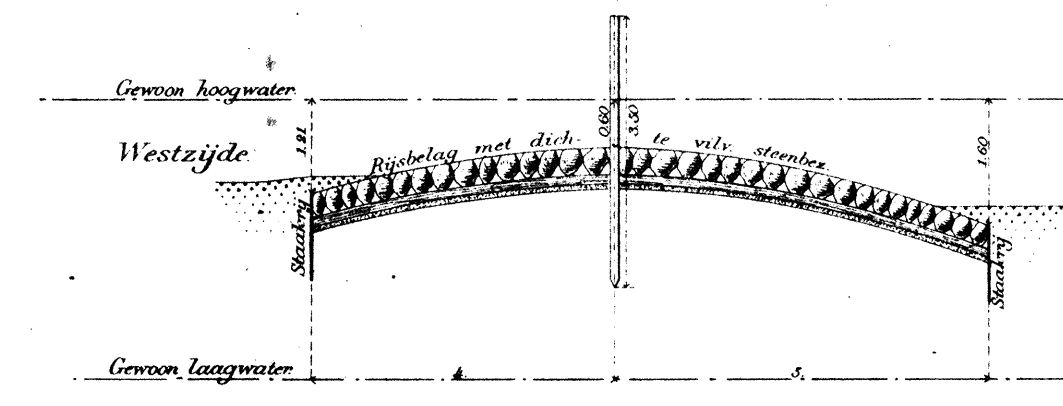
Lengteprofiel in de as van strandhoofd 1. Calamiteus Waterochap Oud-en Jong Brekens.

Schaal voor de lengte 1 à 1000  
 hoogte 1 à 200

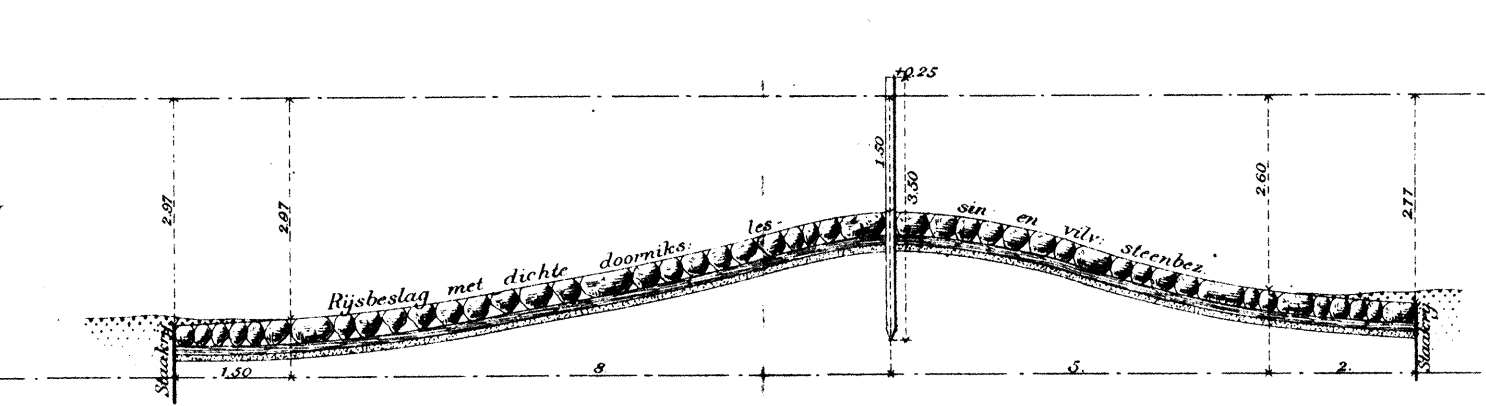
Fig. 10.



Dwarprofiel a a. Fig. 11.



Dwarprofiel b b. Fig. 12.



Dwarprofiel c c. Fig. 13.

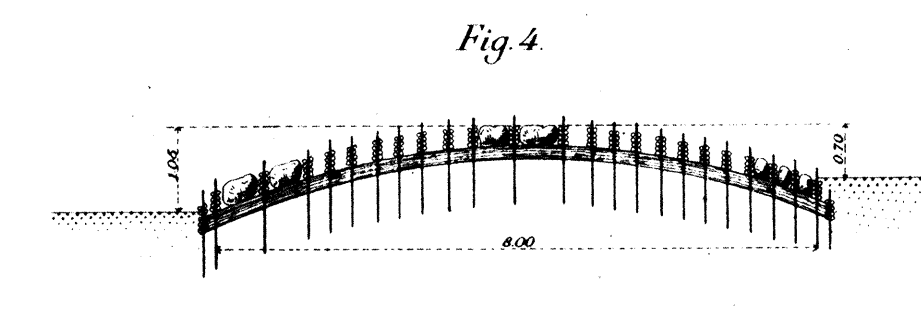
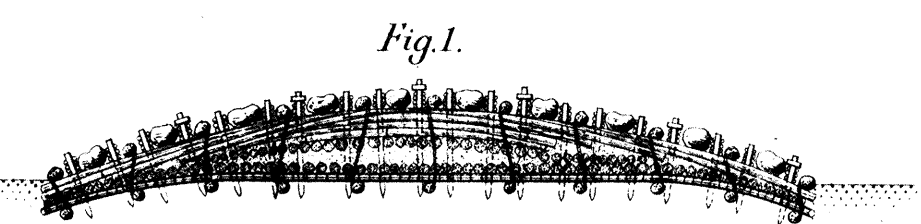
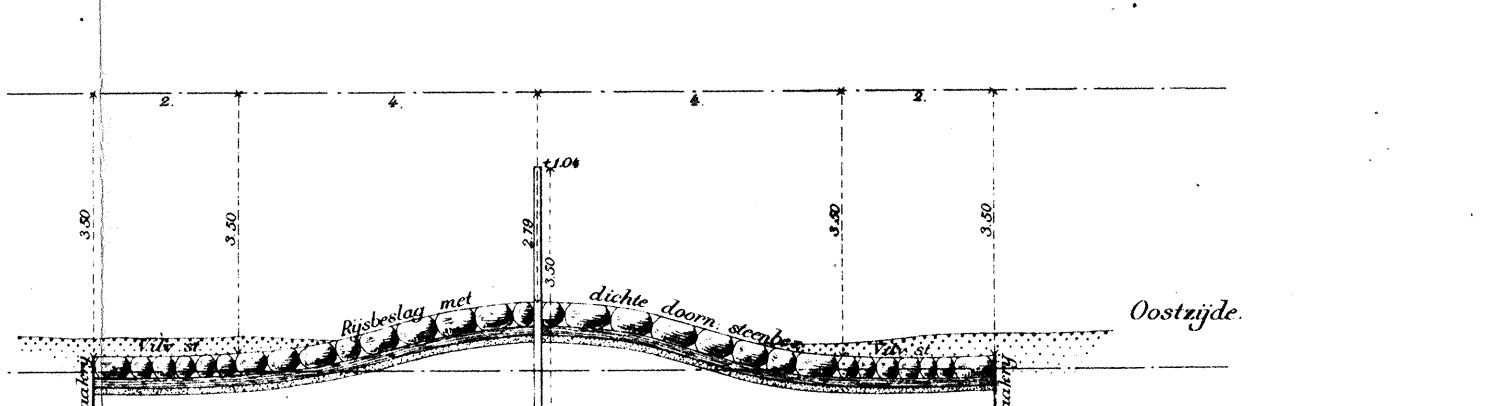
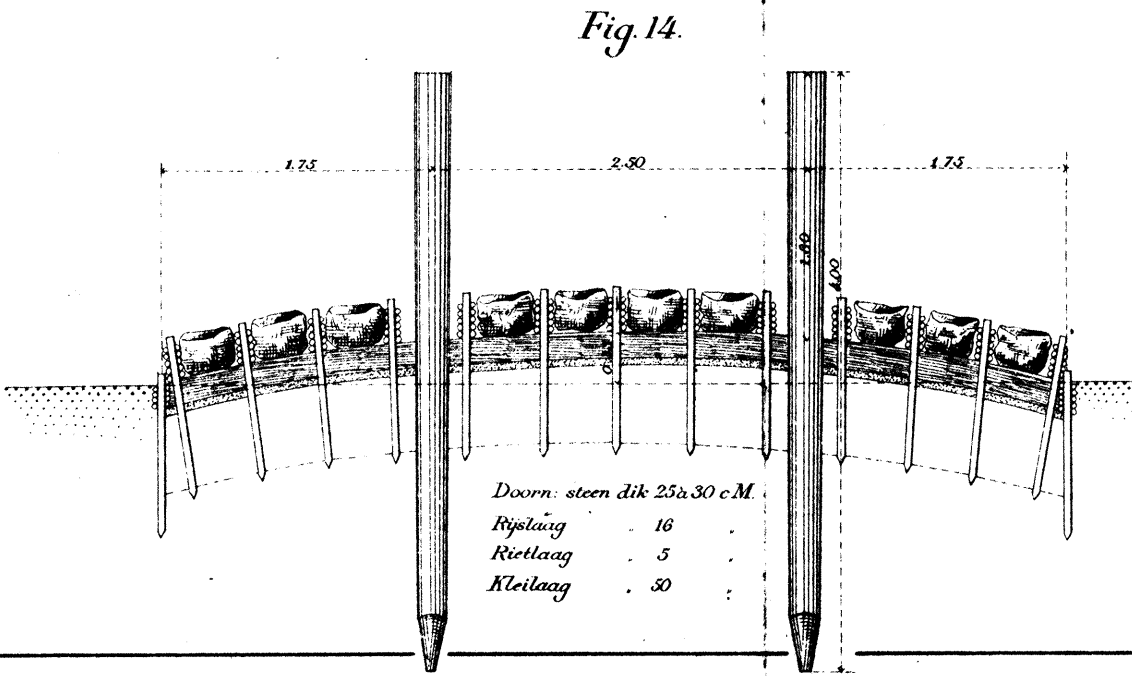


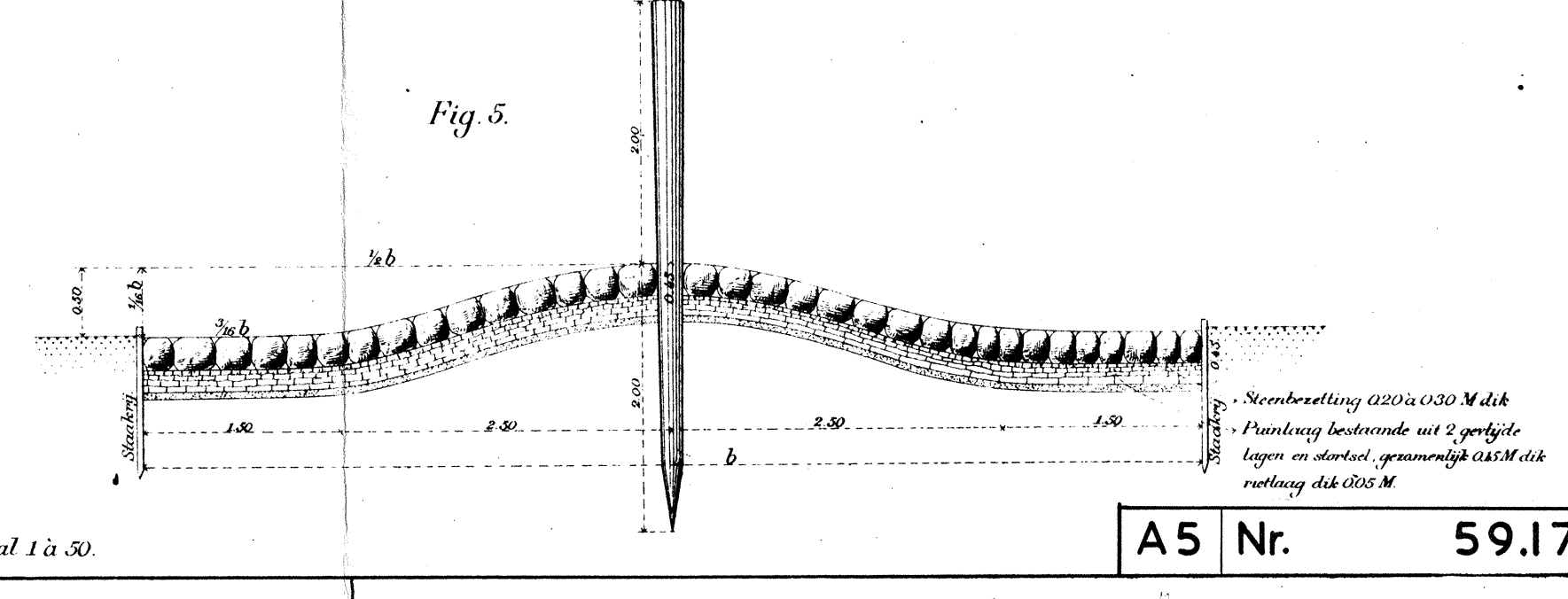
Fig. 14.



Doorn: steen dik 25 à 30 c.M.  
 Rijslaag - 16  
 Rijslaag - 5  
 Kleilaag - 30

Schaal 1 à 50.

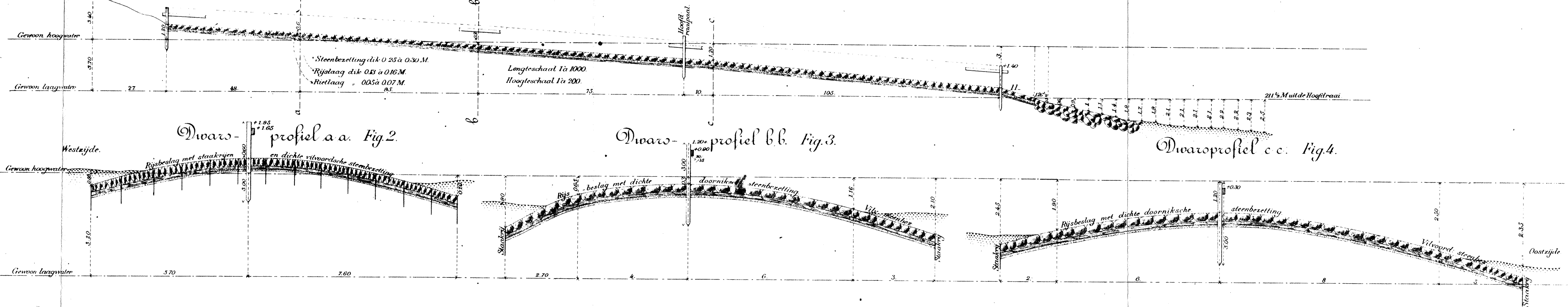
Fig. 5.



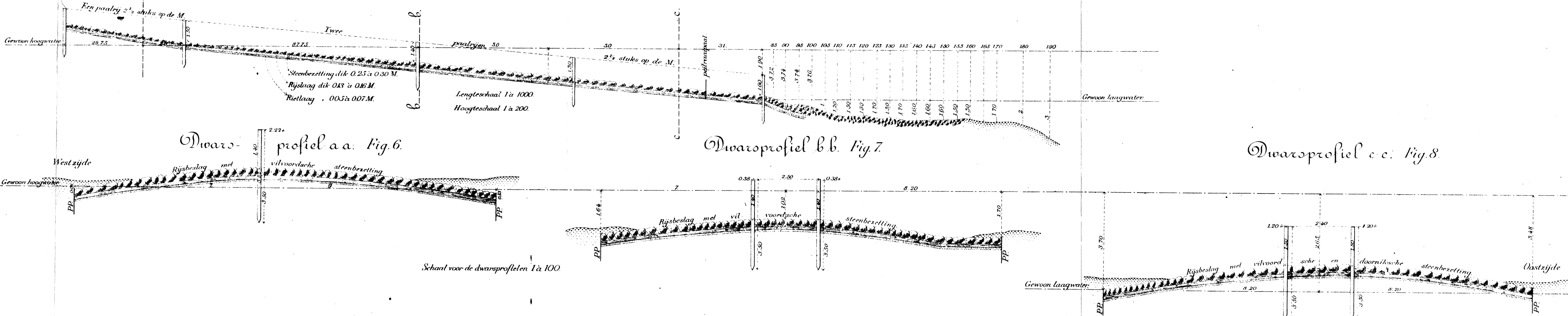
Steenbezetting 0.20 à 0.30 M dik  
 Puntlaag bestaande uit 2 gortijde  
 lagen en storsel, gezamenlijk 0.85 M dik  
 rijslaag dik 0.05 M.

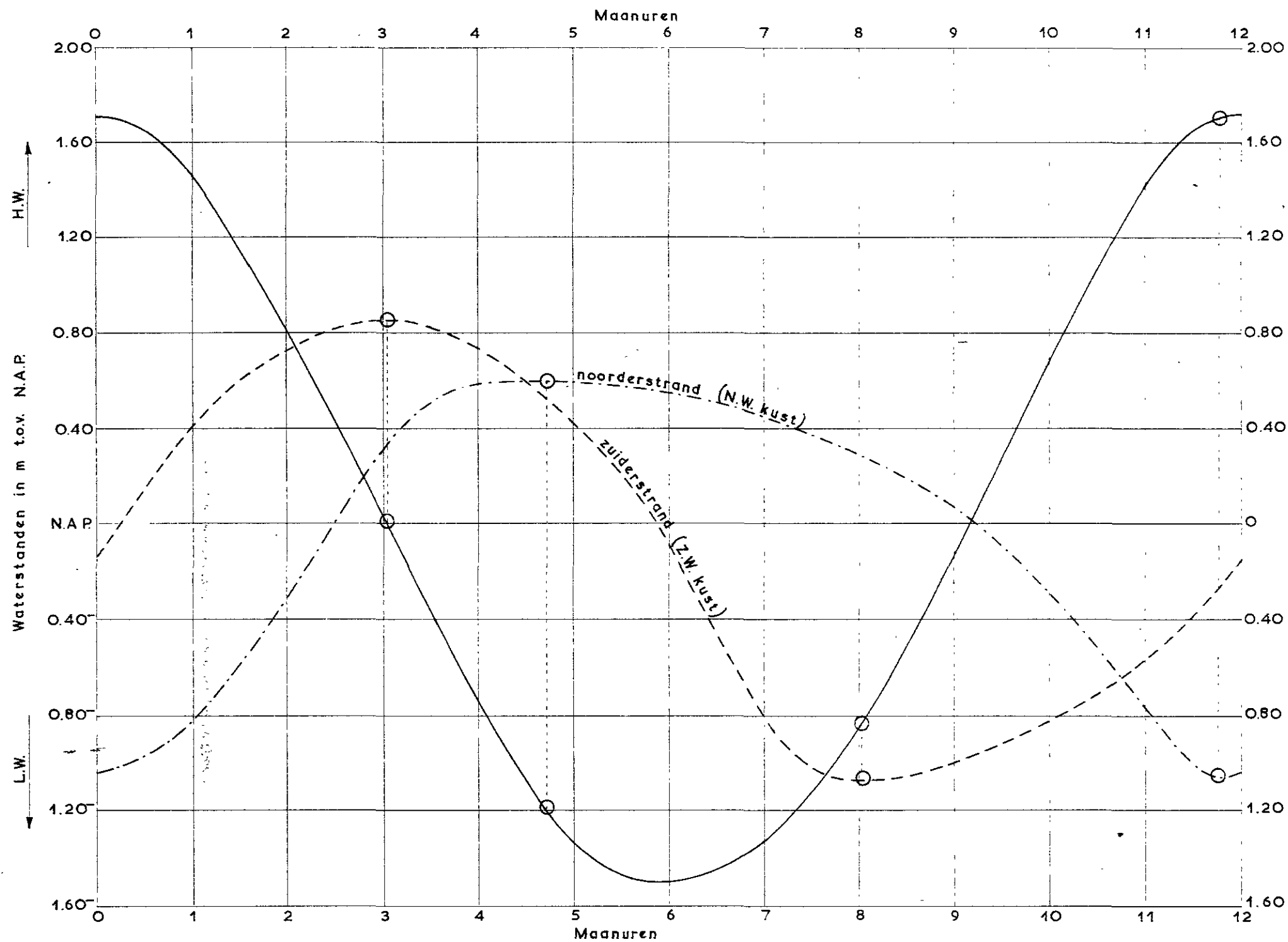


Lengteprofiel in de as van strandhoofd 13. Waterschap Groede en Baanot. Fig. 1.



Lengteprofiel in de as van strandhoofd 21. Waterschap Oud- en Jong Breckens. Fig. 5.



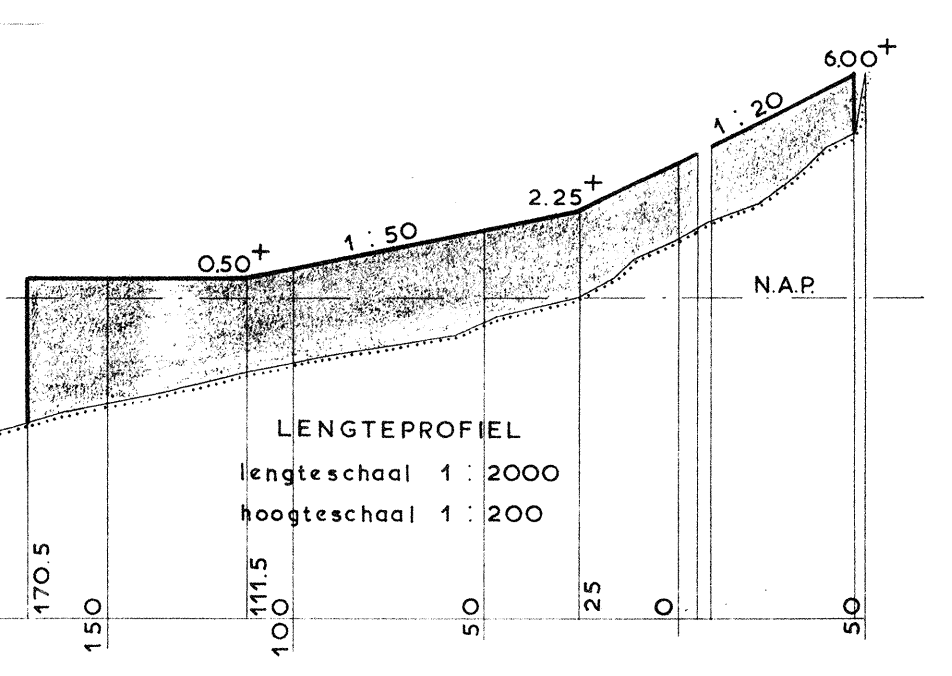
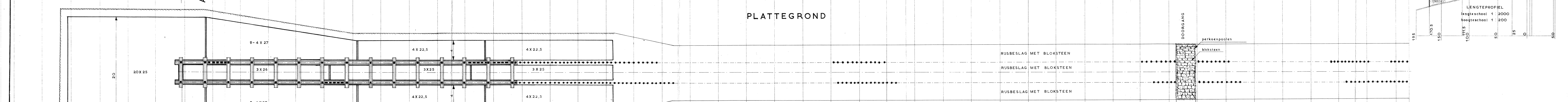
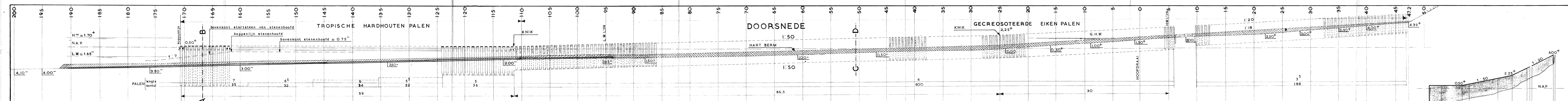


**TOELICHTING**

- Vertikaalgetij N.W.- en Z.W.kust
- - - - - Horizontaalgetij N.W.kust (Urk)
- . - . - - Horizontaalgetij Z.W.kust (Oostgat)

GESCHEMATISEERD HORIZONTAAL- EN VERTIKAALGETIJ LANGS DE N.W.- EN Z.W.KUST VAN WALCHEREN		Nota	Bijlage 3
		W.W.K. 60-1	
RIJSWATERSTAAT DIRECTIE W. en W. AFD. KUSTONDERZOEK		getek. gezien	
		A 2	Nr. 60.019

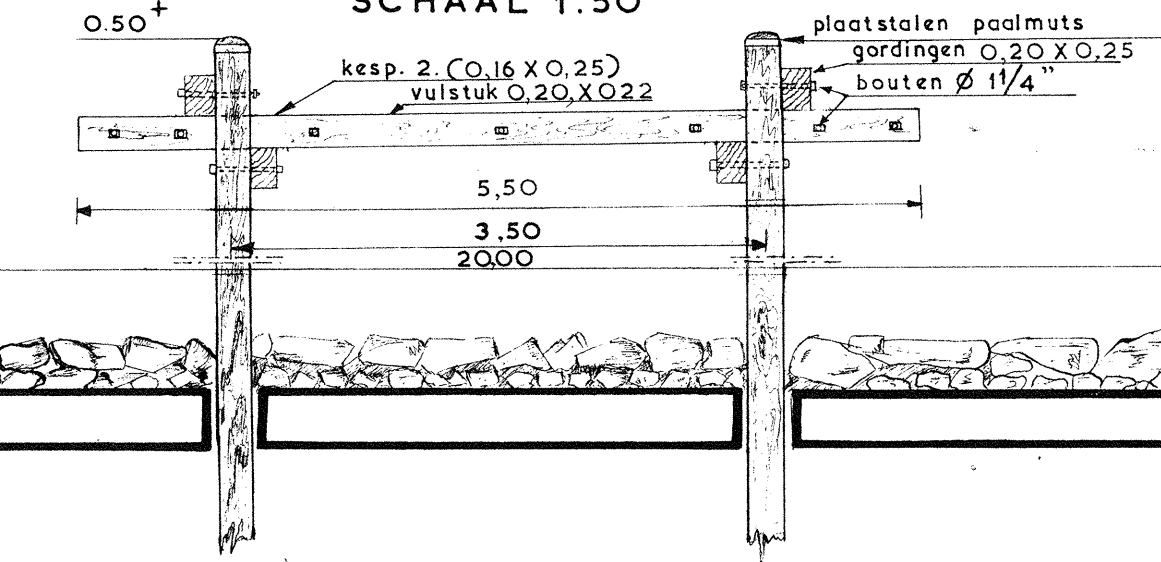




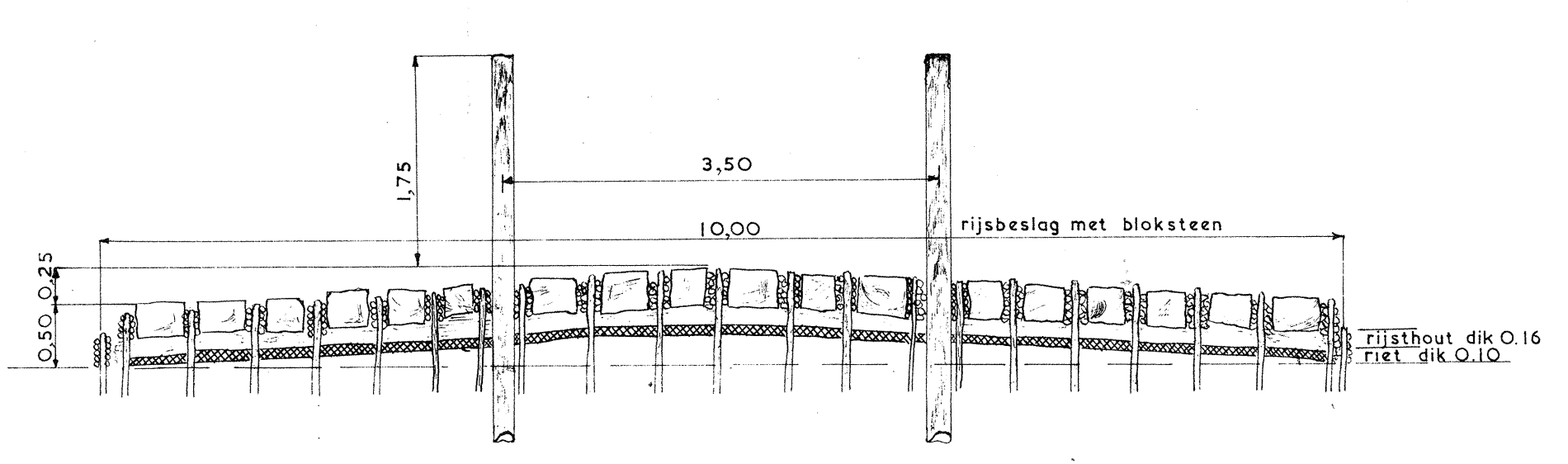
**TOELICHTING**

- PAALRUJ VAN VIERKANT BESL. TROPISCHE HARDHOUTEN
- PALEN MET EIKEN GORDINGEN
- PAALRUJ VAN GECREOSOTEERD EIKEN PALEN
- DOORSNEDE
- PLATTEGROND
- ZINKSTUK MET BESTORTING
- STORTRAND
- LENGTEDOORSNEDE BERM
- AFMETINGEN DER ZINKSTUKKEN
- MATEN IN METERS
- HOOGTEN T.O.V. N.A.P.
- LENGTEPROFIEL IS GEMIDDELD STRANDPROFIEL TUSSEN DE STRANDPALEN NN S7-21

**DOORSNEDE A-B**  
SCHAAL 1:50



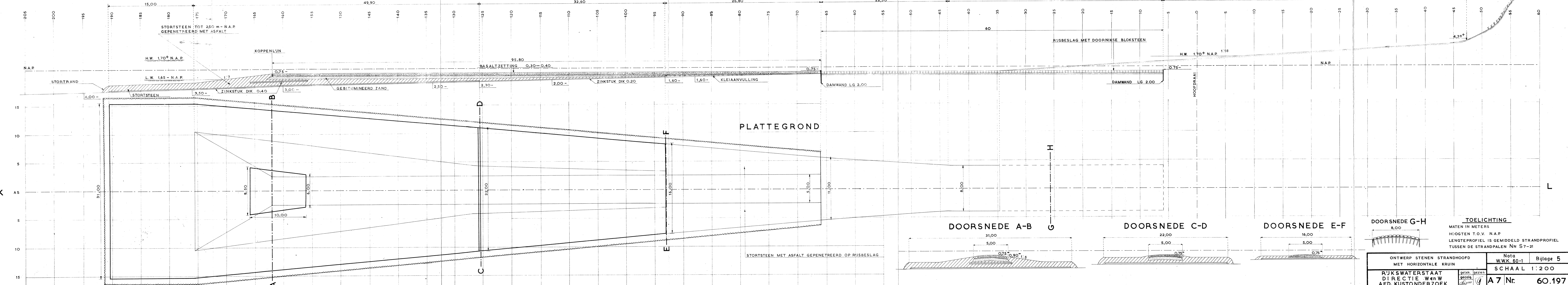
**DOORSNEDE C-D**  
SCHAAL 1:50



ONTWERP STRANDHOOFD VAN PAALRUJEN VOOR DE NOORD-WESTKUST VAN WALCHEREN		Nota W.W.K. 60-1	Bijlage 4
RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE W.en W. AFD. KUSTONDERZOEK		getek. gezien.	SCHAAL 1:200
		A7 Nr.	60.020



DOORSNEDE K-L



DOORSNEDE A-B

DOORSNEDE C-D

DOORSNEDE E-F

DOORSNEDE G-H

**TOELICHTING**  
 MATEN IN METERS  
 HOOGTEN T.O.V. N.A.P.  
 LENGTEPROFIEL IS GEMIDDELD STRANDPROFIEL  
 TUSSEN DE STRANDPALEN NN S7-21

ONTWERP STENEN STRANDHOOFD MET HORIZONTALE KRUIN		Nota W.W.K. 60-1	Bijlage 5
R'JKSWATERSTAAT DIRECTIE Wen W AFD. KUSTONDERZOEK		SCHAAL 1:200	
getek. gezien gecalc. <i>Chapuis</i>		A 7 Nr.	60.197

door

H.B.G. Hogerwaard

1886

Strandhoofden met- en strandhoofden zonder paalrijen. Uit de omschrijving der uitgerichte werken tot strandverdediging is gebleken, dat het geheele strand van het Zwin tot de haven van Breskens verdedigd wordt door lage rijen met steen gedekte hoofden.

Voor Cadzand en de Sluis aan de Wielingen zijn die hoofden met paalrijen voorzien.

De hoofden voor Tienhonderd en Zwarte en voor Adornis hebben geen paalrijen.

Daarentegen zijn de hoofden voor Groede en Baanst weder allen met een of twee rijen palen voorzien, en insgelijks een groot deel der hoofden voor Ouz- en Jong Breskens.

Op de kaarten, bijlagen 2 en 3, zijn de paalrijen op de hoofden door geblokte lijnen aangegeven.

Bij het verschil van gevoelen dat bestaat omtrent het nut van paalrijen op de strandhoofden, is het niet van belang ontbloot na te gaan, of hier, waar men kustvakken met- en kustvakken zonder paalrijen aantreft, de ondervinding reeds uitspraak deed.

Vooraf zij echter opgemerkt, dat bij het maken van gevolgtrekkingen op dit gebied, uiterste voorzichtigheid noodig is.

Velerlei toch zijn de invloeden op den toestand van een strand: als richting der kust ten opzichte van heerschenden wind, stormstreek en strooogaal, diepte voor den wal, ligging van zandplaten voor den oever, plaats gehad hebbende stormen, enz.

Uiterst moeilijk, ja onmogelijk moet het genoemd worden voor ieder waargenomen verschijnsel van verandering van het strand, de juiste aanleiding of oorzaak aan te wijzen.

Strandbreedte. Zerals te zien uit de kaarten, bijlagen 2 en 3, is langs de geheele kust een met laagwater droogvallend strand van afwisselende breedte aanwezig.

De gemiddelde, grootste en kleinste breedten van het strand der hiervoor behandelde oevervakken zijn in onder volgenden staat vermeld.

) (niet bijgevoegd)

BENAMING CEVENRVAK.	SERANDERDEWEDEN IN AL. TUSSCHEM DE HOOG- EN LAAGWATERSTREKEN.						TOELICHTING.
	BIJ DE HOOFDEN.			TUSSCHEM DE HOOFDEN.			
	Gemidd.	Grootste.	Kleinste.	Gemidd.	Grootste.	Kleinste.	
Cadzand en de Wielingen.	219	260 (hoofd 37.)	175 (hoofd 29)	185	232 (grens Cadzand en Tien- honderd.)	157 (tusschen de hoof- den 30 en 31.)	
Tienhonderd en Zwarte . .	204	252 (hoofd XVIII.)	130 (hoofd V.)	168	235 (tusschen de hoof- den XVIII en XVII.)	80 (tus- schen de hoof- den V en III)	Het bree- de strand, door het inunde- ren van den Zwar- tepolder ontstaan, is hierbij niet opge- nomen.
Adornis . . .	227	240 (hoofd II.)	205 (hoofd I.)	175	190 (tusschen de hoof- den Ia en I.)	160 (bewe- zen de grens tus- schen Adornis en Groe- de en Baanst.)	
Groede en Baanst . . .	224	295 (hoofd IX.)	166 (hoofd VI)	184	220 (tusschen de hoof- den IX en X.)	155 (tus- schen de hoof- den II en III.)	
Oud- en Jong Breskens . .	224	415 (hoofd B.)	93 (hoofd XVIa.)	207	375 (tusschen de hoof- den B en I.)	82 (tus- schen de hoofden XVIa en XVI.)	



De gemiddelde strandbreedte, blijkens bovenstaande opgave, in ronde cijfers op 200 M. kunnende gesteld worden en eveneens in ronde cijfers de gemiddelde op- en neergang der getijden op deze kust kunnende aangenomen worden op 3.70 M., zoo blijkt de gemiddelde helling van het strand, tusschen hoog- en laagwater, ongeveer 54 op 1 te zijn.

Duinvorming. Bij dit vrij breede strand kan, tijdens het droogvallen gedurende het ebgetijde onder gunstige omstandigheden, het zand gaan stuiven en duinvorming kan daardoor plaats hebben.

Deze wordt dan ook allerwege op het onderhavige kustvak aangetroffen, met uitzondering van enkele vakken, waar de diepte den oever meer naderende, het strand heeft verlaagd en de breedte daarvan ingekort. De belangrijkste uitzonderingen zijn het vak van Tienhonderd en Zwarte van dijkpaal 21 tot het oost eind van de zee-wering bij dijkpaal 27, alsmede voor Oud- en Jong Breskens, tusschen de dijkpalen 15 en 34.

Voor deze gedochten is door de nadering der diepte (zie de dieptelijnen op de kaarten bijlagen 2 en 3) het strand ingekort en verlaagd, en bereikt de gewone vloed de eigenlijke zee-wering. Het smalle strand heeft geen tijd tot opdroogen, de zandstuiving kan niet meer plaats hebben en de vorming van duin is daardoor onmogelijk.

Vergelijking van enkele oevervakken, met betrekking tot de werking der paalrijen op strandhoofden. Bij raadpleging der dieptelijnen blijkt van een aanmerkelijk verschil in toestand voor de beide genoemde oevervakken, waar geen duinvorming plaats had.

Voor het aangevallen punt van Jong Breskens is het de diepte van ongeveer 30 M., die dicht onder den wal is gekomen; voor de oostpunt van Tienhonderd is het slechts het bovendeel van het onderzeesche beloop tot ongeveer 10 M. diepte, dat steiler is geworden.

Ofschoon genoegzaam op gelijke wijze gericht ten opzichte van de windstreek, is de uitwerking van stormvloedden voor Jong Breskens veel sterker, dan voor het zooveel meer zeewaarts gelegen vak van Tienhonderd, wijl voor eerstgenoemde punt zooveel meer diepte is, en de golven zich dus sterker ontwikkelen kunnen.

Terwijl voor dit gedeelte van Tienhonderd en Zwarte slechts lage strandhoofden zonder paalrijen aanwezig zijn, hebben de strandhoofden voor bedoeld vak van Jong Breskens allen twee rijen palen; bovendien moest de zeedijk aldaar, zie profiel 36,) belangrijk zwaarder en sterker met basaltglooing en 6 paalrijen in het buitenbeloop verdedigd worden, dan met Tienhonderd het geval is. (Zie profiel 10.) )

Tengevolge van de uiteenloopende omstandigheden, kan derhalve eene vergelijking der uitwerking van de strandhoofden met- en der strandhoofden zonder paalrijen, op deze smalle strandvakken geen doel treffen.

Beter kan hiertoe dienen eene vergelijking van den oever van Cadzand, beoosten de Sluis aan de Wielingen, en het daarop oostwaarts volgende vak van Tienhonderd.

Beide kustvakken zijn ten opzichte van de stormstreek gelijk gericht, terwijl de voorgelegen onderzeesche oever kan geacht worden voor beiden in dezelfde toestand te verkeerren, zooals na te gaan uit de peilingen en dieptelijnen op de kaart, bijlage 2.)

De hoofden van Cadzand zijn allen met een paalrij voorzien; die van Tienhonderd hebben geen palen.

) (niet bijgevoegd)

En wat doet nu de vergelijking dier strandvakken zien?

In het oogvallend is het gevonden verschil niet. Immers de strandbreedte is vrij wel voor beiden gelijk; alleen zou ten gunste van de paalrjen pleiten, dat voor Cadzand de duinvoet iets hooger en de afstand van dien voet tot de hoogwaterlijn iets grooter en dus het strand rijker aan zand te achten is dan voor Tienhonderd.

De zijkanten der hoofden hebben minder te lijden dan die voor Tienhonderd en Zwart, die dan ook over het algemeen breeder zijn moeten worden en hooger boven het strand uitstoken dan die van Cadzand. Dit verschil verliest echter van zijn gewicht, wanneer in aanmerking wordt genomen, dat de hoofden van Cadzand dichter bij elkander zijn gelegen, dan die voor het westelijk deel van Tienhonderd. Ook aan deze omstandigheid kan voor een deel de iets gunstiger toestand voor Cadzand worden geweten.

Voor Groede en Baanst, waar bij een niet zeer breed strand en met betrekkelijk groote diepte voor den wal, de omstandigheden niet gunstig waren, hebben de paalrjen blijkens de duinvorming in ieder geval niet slecht gewerkt.

Vergelijking van dit vak met een ander aan Breskens, waar de hoofden zonder paalrjen zijn, als tusschen de palen 22 tot 34, zou mank gaan. Want het bedoelde vak van Breskens ligt wel ten opzichte van de stormstreek iets meer beschut dan Groede en Baanst, doch daar staat tegenover, dat deze vermoedelijk door de voorgelegen "Sluische Hompels" en de mindere aanwezige diepte in gunstiger omstandigheden is, dan het bedoelde oevervak van Breskens.

Eene vergelijking van de twee strandvakken aan Oud Breskens tusschen de dijkpalen 34-42 en 46-50, komt ten gunste van de paalrjen op de strandhoofden.

Ofschoon met meer strandbreedte, minder op de stormstreek gelegen, en met minder diepte voor den wal dan voor de dijkpalen 34-42, heeft het dijkvak tusschen de palen 46-50 (zie profiel 42) geen duinvorming, terwijl dit, zooals te zien uit bijlage 3 en profiel 40, wel blijkt het geval te zijn voor het eerstgenoemde dijkvak.

Daar nu hier wel, doch op het vak 46-50 geen paalrjen op de hoofden voorkomen, schijnt de gevolgtrekking geoorloofd, dat op de kust van het Zwin tot Breskens de open paalrjen op de lage strandhoofden gunstig hebben gewerkt; dat althans van eene ongunstige werking op het strand niets is gebleken.

Afzagen van paalhoofden in het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw. (\*) Bovenstaande meening schijnt in strijd met de ondervinding in vroeger tijden opgedaan, daar deze er toe bracht in het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw de allerwege in Zeeland bestaande en met groote kosten tot stand gebrachte paalhoofden, als schadelijk in hunne uitwerking, tot zekere hoogte af te zagen en daarvan zoogenaamde platte hoofden te maken.

Toch is die strijd slechts schijnbaar en daaraan toe te schrijven, dat de vroegere palenhoofden van inrichting zeer verschilden met de thans aan het behandelde kustvak aanwezige lage strandhoofden met open paalrjen.

---

(\*) Verhandeling over het nut der afgezaagde palen-hoofden en de beste wijze van verdediging der Zeeuwsche stranden door ABRAHAM CALAND. Afgedrukt in de Nieuwe Verhandelingen van het Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen, IIIe deel, 4e stuk.

)(niet bijgevoegd)

Inrichting der voorsullige paalhoofden. Deze hoofden waren in de vorige eeuw vrij hoog opzitten, en bestonden uit twee of drie rijen in het strand dicht bij elkander gelaide palen, door gordingen en kesspen tot een sterk geheel verbonden. De ruimte binnen de paalhoofden was bovendien nog tot zekere hoogte met rijkhout en steen opgevuld.

(x)

Deze hoofden, onder zekere hoeken aan de duinen of zeedijken aansluitende, reikten een eind ver over het strand zeewaarts.

Wellicht hadden deze hoofden minder ten doel door behoud van het strand tot verdediging van de achtergelegen zeedijken mede te werken, dan wel deze dijken dadelijk tegen het geweld der stormvloedden, dat is tegen de uitwerking van den golfslag te beschermen.

Uit het oog toch moet niet verloren worden, dat destijds de zeeveringen niet waren, wat zij thans zijn. Hun hoogte was geringer, buitenbermen hadden zij niet, en de buitenbeloopen waren slechts verdedigd met kraant of rijsbeslag met vlechttuinen. Tegen het geweld der golven waren de zeeveringen toen dus heel wat minder gewapend dan thans.

Daarom moet men wel aannemen, dat de vroegere hooge paalhoofden vooral ten doel hadden het breken der golven, tot beveiliging van de achterliggende zeevering.

Doch deze paalhoofden zelf waren niet in staat den geweldigen schok der golven op de hooge en steile gesloten paalwanden te weerstaan, en eischten voortdurend hoogst belangrijke uitgaven.

Bovendien moesten deze hoog boven het strand steil uitstekende werken, bij het optekeren der golven, noodwendig ten gevolge hebben geweldige berceering van het water, die op haar beurt loswoeling van het niet beschermde strand langs de hoofden moest veroorzaken.

Voegt men daarbij, dat de eb- en vloedstroomden, die ook over het strand tusschen hoog- en laagwater trekken, door deze hooge werken uit den wal gewezen wordende, plaatselijk stroomveronelling en neeren langs de zijden en voor het zeeëind des hoofds moesten ten gevolge hebben, dat blijkt daaruit genoegzaam, dat er alle oorzaken te zamen werkten, om, terwijl de zeevering zelve enige bescherming der hooge hoofden genoot, het daarvoor gelegen strand te doen achteruitgaan en ten slotte het behoud der zeevering te bemoeielijken.

Inrichting der bestaande lage strandhoofden met open paalrijen. Geheel anders zijn tegenwoordig, zooals uit de vroeger gegeven beschrijving der werken na te gaan, de hoofden tot strandverdediging ingericht.

(x) Zie teekeningen bij de hierboven genoemde verhandeling.

Tijdens het Fransche beheer, in het begin van deze eeuw, werden de hoofden reeds lager en platter en zonder vulling gemaakt, ofschoon de paalrijen nog vrij wol gesloten waren.

Dit kan blijken uit een "Devis général de différentes espèces d'ouvrages à exécuter pour la construction des digues de mer, leur entretien, leur réparation et leur conservation" van dien tijd aanwezig in het provinciaal Archief van Oost-Vlaanderen te Gent, waarin ontrent de tevens voorgeschreven samenstelling van de enkele en dubbele zeehoofden het volgende gevonden is:

"Het enkele zeehoofd zal bestaan uit een rij dennen palen, zwaar in diameter 0.20 M., lang 4 M., vastgehouden door 2 gordingen met eiken pennen en om den 4den paal met bouten; de palen minstens 2 M., in den grond op aan weerszijde 4 M. breed met steen bezet rijkwerk en dit rijkwerk 1/10 langer te zamen dan het eigenlijke paalhoofd".

"Per M. lengte 4 palen, 50 bos rijs, 20 bos latten, 40 staken, 1 last vilvoordsche- en 1/5 last doorniksche steen".

"Het dubbele hoofd, ingericht als het enkele, heeft 2 paalrijen op 2 M. afstand en eene 14 M. breede rijkvloering, 1/3 langer dan de paalrijen".

Deze dalen van duik- of dijksvoet naar den laagwaterstrand, ongeveer evenwijdig aan het strand, zijn daarboven slechts weinig verheven, en bovendien door klauwe wederzijdsche beloopt met het strand vereenigd.

De paalrijen, op vele der hoofden aanwezig, zijn voorts zoogenoemde open paalrijen, noodat tusschen elke twee palen nagenoeg een paaldikte opening blijft.

De aanleiding tot woelen, botsen en neeren van het aanstroomende en aangolvende water bestaat bij zoodanig werk, vergeleken bij de hooge gesloten paalhoofden van vroeger, slechts in zeer geringe mate.

Het water behoeft slechts weinig boven het strand te rijzen, om reeds tusschen de paalrijen over het hoofd te kunnen stroomen; evenzoo wordt de aanrollende golf slechts voor een deel door de paalrij gebroken.

Slechts in geringe mate wordt door zoodanig hoofd de stroom opgekeerd en de golf gebroken, en dit is juist de reden, dat deze hoofden minder aan ontgronding ter weerszijde en aan het zeeënd zijn blootgesteld, en daardoor beter en met minder kosten zijn in stand te houden, dan de voormalige hooge gesloten paalhoofden.

Om diezelfde reden moeten zij meer dan die hooge werken, tot het in rust houden van het strand mede werken, doch daarentegen minder bescherming aan de achterliggende zeevering tegen golfslag verleenen.

En hoogstwaarschijnlijk zullen ook wel hiermede in verband staan de buitengewone versterkingen door aanleg van buitenbermen, steenglooingen enz., die de zeeveringen zelf ondergingen, sedert het begin dezer eeuw, na de vervanging der hooge paalhoofden door de lage strandhoofden.

Working der hoofden. Toch valt in het oog, dat tusschen beide stelsels van hoofden minder verschil in beginsel is, dan wel in de mate van toepassing van dat beginsel.

Bij beiden toch tracht men te bereiken:

- 1e. vermindering van snelheid der getijstroomen over het strand; en
- 2e. breking van den golfslag; een en ander ten doel hebbende beveiliging en behoud van de achtergelegen zeevering.

Het eerste wordt verkregen door dien de boven het strand uitstekende van afstand tot afstand gelegen werken, haaks of ongeveer haaks op de getijstroomen, deze bij elk hoofd eenigszins opkeeren en eenigermate uit den wal wijzen, en daardoor op het strand zelf in het algemeen minder snelheid der getijstroomen moet zijn, dan zonder hoofden het geval zou zijn.

De gelegenheid tot afslijten van den oever vermindert daardoor, terwijl die tot neerzetten van in het water zwevende stoffen vermee- dert.

De bescherming door breking van de golfslag volgt daaruit, dat zoodra slechts de richting, waarin de golven komen aanrollen, een hoek maakt met de richting van het hoofd, een deel van de achterliggende zeevering beschut wordt, doordien de golf niet ongebroken, hetzij door het hoofd zelf, hetzij door de paalrijen, de zeevering bereikt. De lengte van het aldus min of meer beschermde stuk zeevering is blijkbaar afhankelijk van de lengte van het hoofd en van de hoeken die dit maakt met de richting van de zeevering en met die, waarin de golven komen aanrollen.

Hieruit vloeit voort, alle andere omstandigheden buiten beschouwing latende, dat hoe hooger de hoofden boven het strand verheven zijn, hoe dichter bij elkander zij zijn gelegen en hoe verder zij zich buiten het strand uitstrekken, hoe nader men komt tot het beoogde doel, de bescherming der zeevering.

Daar staat echter tegenover, dat in dezelfde mate, wellicht in veel sterker mate, de kosten van deze hulpwerken zullen toenemen.

En aangezien nu, zooals duidelijk is, alleen het behoud der zeevering het doel kan zijn, komt de oplossing van het vraagstuk, hoe men de strandhoofden moet maken, meer op de aanwijzing van zoodanige verdediging, dat de kosten van de zeevering zelf, gevoegd bij die der strandhoofden, een minimum worde.

Onmogelijkheid tot stellen van vaste regels van de doelmatigste strandverdediging. De vele elementen, die op strandverdediging van invloed zijn, als richting der zeevering ten opzichte van den heerschenden wind, de stormstreek en de stroomgoul, de helling en de breedte van het strand, het beloop van den onderzeeschen bodem, de aard der grondsoorten, de hoogte, lengte en richting van de hoofden, de vorm van het dwarsprofiel daarvan, enz., enz., maken, dat het zoeken naar eene betrekking tusschen al deze invloeden, een nutteloos werk zou zijn.

Voor een bepaalde oplossing is dan ook de vraag, in het algemeen, wat de beste wijze van strandverdediging zou zijn, niet vatbaar.

In ieder bijzonder geval, zal de keuze der wijze van strandverdediging het veiligst bepaald worden, door raadpleging van de uitkomsten, verkregen door werken, uitgevoerd aan in gelijkssoortige omstandigheden verkeerende kustvakken.

Wellicht kunnen echter de volgende overwegingen van nut zijn, bij het opmaken van een plan tot strandverdediging voor eenig kustvak.

Men zij daarbij indachtig, dat hier hoofdzakelijk gedacht wordt aan kustvakken, waar in het algemeen met strandverdediging zonder onderzeesche oeververdediging kan worden volstaan, dus aan kustvakken, waarlangs niet onmiddellijk diepe stroomgeulen inscharende zijn. In zulke omstandigheden toch zouden de koppen of zeeöinden der hoofden beschouwd moeten worden als even zoovele door zink- en stortwerken te verdedigen onderzeesche oeverpunten. Deze zink- en stortwerken worden dan hoofdzaak, en de hoofden hebben meer bijzonder ten doel de verbinding te vormen tusschen die werken en de zeevering, ten einde achterloopschheid dezer onderzeesche werken en het ontstaan van geulen tusschen dezen en de zeevering te voorkomen.

Het verbeteren of behouden van het strand als zoodanig, is dan niet meer hoofdzakelijk, wat door den aanleg der strandhoofden beoogd wordt.

Wijze van vorming van het strand. Beschouwt men het kustvak van den oosthoek van Tienhonderd en Zwarte tot Breakens, en raadpleegt men de oude kaarten, dan moet al dadelijk de aandacht er door getroffen worden, dat daar, waar men thans het strand aantreft met de landwaarts daarvan gelegen zeevering, in het algemeen in de 17e eeuw, en voor een deel zelfs nog in het begin van deze eeuw, nog bedijkt of polderland gelegen was.

Dat land heeft hoogstwaarschijnlijk, evenals de meeste bedijkte gronden, eene hoogte gehad, weinig verschillende met die van gewoon hoogwater.

Thans reikt het daarvoor in de plaats gekomen strand klaarblijkelijk van de hoogte van laagwater aan de zeezijde tot die van meer dan hoogwater aan de landzijde, waar de teen van de tegenwoordige zeevering (duin of dijk) gelegen is. Dit strand bestaat uit zeezand, terwijl men aldaar vroeger bouwgrond aantref.

Blijkbaar is dus, in het bezwijken der voorliggende bedijkingen, tengevolge van de afslijtende werking der getijstroomen en van de kabbeling van het water, het terrein tusschen den bezwiken dijk en de daaropvolgende waterkeering, langzamerhand beroofd van de bovenste grondlagen.

Duidelijk kan deze gang van zaken blijken, wanneer men een profiel neemt over de kust, bijvoorbeeld bij peilmaat XX van Tienhonderd en Zwarte, zooals deze thans is, en daarin teekent den toestand, zooals deze met hooge mate van waarschijnlijkheid nog was in het begin van deze eeuw. (Zie bijlage 22, figuur 7.)

Met eene gewone arceering is daarop aangegeven het grondverlies sedert 1802 ondervonden.

De bovenlaag van de buitengedijkte gronden, die natuurlijk uit alluviale kleigronden zal bestaan hebben, is bij deze opruiming doorsneden, en eigenlijk zou men dus van laag- tot hoogwater een strand van klei moeten aantreffen.

Toch is dit niet het geval, en wordt ook op dit strand, gelijk op meest alle stranden, het gewone zeezand gevonden. De verklaring hiervan is, dat terwijl de getijstroomen en de kabbeling van het water de kleilagen oplossen en wegvoeren, onder invloed van den golfslag het zand der diepere grondlagen van het onderzeesche bodem naar boven werkt en de trapsgewijze verlaagde buitengronden overdekt.

Op veel punten is een en ander in Zeeland duidelijk waar te nemen.

Het op deze wijze uit de diepte opgebrachte zand tusschen hoog- en laagwater kan, bij gunstige weersgesteldheid tijdens het ebgetijde en bij voldoende drooging van het bovendeel van het strand, stuivend worden, door den wind hooger worden opgevoerd en zoo tot de bekende duinvorming dienen.

Een duidelijk voorbeeld hiervan is te vinden in het meer genoemde profiel der kust bij Tienhonderd, bijlage 22, figuur 7; het reeds gevormde, en zich nog steeds uitbreidende duin is daarop met eene kruisarceering aangewezen.

Inrichting der strandhoofden. Met de vermelde wijze van vorming van het strand rekening houdende, ligt het voor de hand, bij de inrichting van de zeekering en der strandverdediging op de volgende punten te letten,

De dijk, die door het verloren gaan van den voorgelegen polder zeekering werd, ligt klaarblijkelijk op een grondslag, in het algemeen tot omstreeks de hoogte van hoogwater gelegen.

Om de nieuwe zeekering zoo weinig mogelijk aan sterken golfslag bloot te stellen, met andere woorden, haar later zoo gemakkelijk mogelijk te kunnen verdedigen, is het zaak, een gedeelte van den grondslag voor den dijk zoo mogelijk op de bestaande hoogte te houden.

Bij het opruimen van de buitengedijkte gronden, door de getijstroomen en de kabbeling van het water, zal dus tijdig met de aanleg der strandhoofden moeten worden aangevangen, en mag als door de natuur aangewezen hoogtemaat daarvoor worden aangenomen, van eenigszins boven hoogwater aan de landzijde, aansluitende over de nog niet verlaagde buitengronden aan de zeekering, regelmatig afdalende tot iets boven laagwater aan het zeeëind.

De ondervinding aan het behandelde kustvak leerde, dat het strand tusschen hoog- en laagwater zich vormde in ronde cijfers, onder eene gemiddelde helling van 60 op 1, en dat zoodanig strand, onder de hier bestaande omstandigheden, zonder buitengewone krachtsinspanning te behouden was.

) (niet bijgevoegd)



Merin is eendige aanwijzing te vinden voor het juiste oogenblik, waarop met het aanleggen van strandhoofden niet langer te wachten is.

Heeft die opredning van gronden zeer regelmatig plaats gehad, dan geeft de bepaling der hoogte van aanleg voor de strandhoofden geen moeilijkheid. Men kan die met geringe hoogte boven het strand verheven aanleggen, de as van het hoofd over de kruin daarvan in een rechte lijn bij de aansluiting aan de nog bestaande buitengronden 0.50 M. boven hoogwater, en zoo afdalende tot slechts enkele decimeters boven laagwater aan het zeeëind.

Over de buitengronden dient het hoofd door een kleikade met de zeewering verzeerd te worden, in afwachting, dat hier door duinvorming verder verdediging overbodig wordt, en deze zich kan bepalen tot het weder aanwinnen in het gunstige seizoen, door middel van rijs- of riethagen van het zand, dat met stormvloeden van den duinvoet wordt afgebrest en over het strand verspreid.

Op het strand moet het hoofd zoodanig ingericht zijn, dat het dit tegen afneming door de overstromende getijden behoedt, voorts zoodanig voorzien, dat het door den golfslag niet vernield kan worden, en eindelijk van zoodanig gevormd dwarsprofiel, dat dit geen aanleiding tot ontgronding van het strand langs de zijanten geeft. Het mag hier de plaats geacht worden te wijzen op den minder doelmatigen vorm, die in het algemeen nog steeds aan het dwarsprofiel der hoofden gegeven wordt.

Zooals bekend heet het in het algemeen, dat de hoofden zoo worden gemaakt, dat de bovenzijde haaks op de lengteas vertoont een cirkelboog, waarvan de pijl gelijk  $1/10$  der koorde. De pijl is de hoogte van de kruin boven het strand; de koorde is de breedte van het hoofd, die zeer verschilt, en bij aanleg gewoonlijk van 5 tot 8 M. uit elkander loopt. De kanten van het hoofd (de einden van den cirkelboog) rusten op in het strand ingekaste of niet ingekaste horizontale steunbermpjes. (x)

Uit de beschrijving en de daarbij gevoegde teekeningen der werken tot strandverdediging van het behandeld kustvak blijkt, dat werkelijk de inrichting der bestaande hoofden hiervan nog al afwijkt, dat met name de horizontale bermpjes veelal er niet zijn, en de breedte aanzienlijk meer is en herhaaldelijk meer dan 20 M. bedraagt.

Aanvankelijk niet tot die groote breedte aangelegd, is deze langzamerhand ontstaan, doordien men bij verlagings der stranden rechts en links van het hoofd, de rijzen met steen gedekte bekleding steeds in schuine richting onderuit verbreedde, en hierdoor hoe langer hoe meer met ondoelmatige profielen boven het strand uitstekende werken verkreeg, en de oorzaak voor de strandverlagings langs die hoofden versterkte.

Nu bestaat wel de mogelijkheid, dat wat men ook gedaan mocht hebben, het strand toch zou verlaagd zijn, doch zeker is het, dat het dwarsprofiel der hoofden daartoe heeft moeten mede werken. Immers op den geleidelijken overgang van zoodanig hoofd in het strand, die vereischt wordt om botsing en ontgronding te voorkomen, is wel iets af te dingen.

De overgang van de cirkelboog, het dwarsprofiel van het hoofd, in de rechte lijn van het strand, is niet geleidelijk. En daar nu juist, waar deze verandering van richting van beweging van het overstortende of stroomende water moet plaats hebben en dus woeling moet ontstaan, het strand niet verdedigd is, moet dit ontgronden.

(x) Zie bijlage K van het Verslag van den Raad van den Waterstaat van 1860.



Deze ontgraving moet tot verzanding van het geheele strand leiden. Op verschillende punten in Zeeland heeft deze toestand in de laatste jaren de aandacht getrokken en is getracht door eene wijziging van het dwarsprofiel, daaraan tegemoet te komen.

Hierin schijnt men geslaagd door het bovenoppervlak van het hoofd, dat op de kruin cirkelvormig blijft, hol- of ovliefvormig te doen overgaan in geheel waterpas gelegen gedeelten aan de kanten, gelijk met het strand ineenkast.

Figuur 5, bijlage 1, geeft het bedoelde gewijzigde dwarsprofiel aan.

Daar waar men bij herstel van hoofden dit profiel heeft toegepast, schijnen de gunstige uitkomsten niet te loochenen, en zijn in stede van ontgraving langs de kanten der hoofden, deze onder het zand geraakt.

Als een bewijs, dat de overstorting bij dit profiel niet meer schadelijk werkt, mag dit verschijnsel gelden.

Voor zoodanig profiel is eene minste breedte van 8 M. met inbegrip der horizontale gedeelten, een zeer bruikbare maat bevonden.

Bij die breedte heeft men dan eene kruinshoogte boven het strand van 0.50 M.

In omstandigheden, die grooter hoogte boven het strand vereischen, zooals bij plaatselijke laagten door ongelijkmatige afnemings der buitengronden, geschuurde geultjes enz., schijnt geheel ditzelfde profiel aanbevolen te mogen worden, steeds zorgende dat de breedteafmetingen in dezelfde verhouding blijven tot de bedoelde hoogte boven het strand, en dus dezelfde hellingen en geleidelijke overgangen bestaan blijven, en daardoor alle botsing en woeling van het water, behalve op het oppervlak van het hoofd zelf voorkomen worde.

Op het hoofd zelf is dit niet te voorkomen, zoolang men dit slechts eenigermate boven het strand doet uitsteken; doch hier heeft men, door deze oppervlakte te bekleeden met sterke materialen, gelegenheid de uitwerkselen der woeling van het water onschadelijk te maken.

Met aaneengesloten steenbezetting van gewonen of gesorteerden doornikschen-, lessineschen- of vilvoordschen steen, kan in ieder geval worden volstaan.

Ofschoon het voor de uitwerking op het strand niet ter zake doet, waaruit de lichamen der hoofden bestaan, mag hier nog vermeld worden, dat tot nu bedoelde lichamen werden gemaakt van de specie, die het terrein oplevert, zoo deze uit klei bestaat, gedekt met krammat, rietlaag en rijsvloering, of wel uit enkele rijsvulling, op welke laatste dan de bovengenoemde steenbezetting met of zonder staakrijen wordt geplaatst.

De rijsvloering, na betrekkelijk korten tijd verteerd of versleten zijnde, en daardoor aanleiding gevende tot eindeloos verzakking, en dientengevolge voortdurend noodzakelijke vernieuwing der rijslaag, en herstelling der steenbezetting, worden sedert eenigen tijd bij het verrichten van herstellingen, proeven genomen, omtrent het weglaten der rijsvloeringen, en het vervangen daarvan door puinvloeringen, zoodat deze steenbezetting op de hoofden geheel als glooing bewerkt wordt.

De zeeëinden der hoofden kunnen geheel bewerkt worden als de zijkanten daarvan, volgens figuur 8, bijlage 22, indien namelijk het bovendeele van het onderzeesche beloop onder een flauwer helling als het strand daarboven afdaalt.

Bij meerdere diepte aan deze koppen, behooren dese natuurlijk te worden bezonken en lastort of alleen bestort, naar gelang van den aard van den onderzochten bodem, en tot afmetingen, die in verband met de bestaande of te verwachten diepte moeten worden bepaald. Hieromtrent behoeft hier niet te worden in bijzonderheden getreden.

Afgeande op de uitkomsten, op sommige gedeelten der beschouwde kust verkregen, mag worden aangenomen, dat de gunstige werking der lage strandhoofden wordt verhoogd, door in de kruin een of meer open paalrjen te plaatsen, ingericht, als uit de beschrijving der strandwerken voor Groede en Baanst en Oud- en Jong Breskens blijken kan.

De werking dezer paalrjen berust natuurlijk daarop, dat men daarmede het vermogen der getjstroomen over het strand meer vermindert en den golfslag meer breekt.

Wel gaat dit gepaard met eenige meerdere plaatselijke stroomsversnelling en botsing en woeling van het water op dat hoofd, doch aangezien de paalrj open is, en dus en stroom en golf voor een deel doorlaat, zijn de plaatselijke nadeelige uitwerkingen niet zoo groot als bij vroegere steile gesloten hoofden, terwijl zij bovendien plaats hebben op een door de steenbezetting van het hoofd daartegen bestand gemaakt deel van het strand.

Hier kan nog melding worden gemaakt van de omstandigheid, dat men tegenwoordig de gordinghouten, waarmede de palen aan elkander verbonden worden, geheel weglaat. De ondervinding heeft het nadeelige doen zien van deze horizontale constructiedeelen, die bij het opslaan der golven groote oppervlakten aan den stoot daarvan blootstelden, en aanleiding gaven tot het met groote einden uitrukken van de paalrjen.

Deze zelfde opvatting heeft er toe geleid ook de staketwerken, op de aan sterken golfslag blootstaande buitendoceeringen van dijken, nadat zij versleten zijn, door open paalrjen zonder gordingen te vervangen.

Het opgemerkte ontrent eene doelmatig voorkomende inrichting van strandhoofden, had meer bepaald het oog op het geval van verdediging van een strand, waar vóór de zeewering nog eenig voorland aanwezig was, tot de oorspronkelijke hoogte van omstreeks hoogwater.

Doch ook voor andere gevallen is zij eene doelmatige te achten. Hierop dient echter de aandacht gevestigd te worden, dat de hoogte tot waar werd voorgesteld, aan de landzijde de strandhoofden te laten oploopen, in aansluiting met de zeewering, niet altijd tot op of boven hoogwater behoeft te zijn.

Men treft in Zeeland verschillende stranden aan, waarachter reeds lang alle voormalig polderland, ter hoogte van hoogwater verdwenen is, en het strand bij de aansluiting met de zeewering belangrijk beneden hoogwater is gelegen, terwijl de aanwezige lage strandhoofden slechts weinig boven het strand verheven zijn.

Verkeert nu zoodanig strand in rust, dat wil zeggen, blijkt niet van beteekenenden achteruitgang, en vormen zich geen geulen langs den teen der zeewering, dan moet niet naar verhooging van het strand, door verhooging der hoofden worden gestreefd.

In zoodanige omstandigheid toch zou, in het gunstig geval dat men werkelijk strandverhooging verkreeg, eigenlijk niets bereikt zijn. Immers bij zoodanig verlaagd strand, heeft men het voorbeloop der zeewering reeds lang door kostbare steenglooiingwerken enz., in staat moeten stellen, den golfslag te kunnen weerstand bieden.

De uitgaven daarvoor hebben dan plaats gehad; en ging men nu beproeven, door geleidelijke verhooging der hoofden, strandverhooging tot vermindering van den golfslag te verkrijgen, dan zou men wederom groote uitgaven doen, waarmede men dan hoogstens zou kunnen bereiken, dat de vroeger gemaakte kostbare voorziening van de zeewering geheel of voor een deel nutteloos werd.

In zoodanig geval schijnt het gezond verstand te eischen, dat men zich bepaalt tot het maken van zoodanige werken, als noodig tot het behoud van de bestaende strandhoogte.

Bovendien hebben vele der reeds zoo verlaagde stranden min of meer steile en diepe voorliggende zeebodems, en schijnt dan slechts op weinig opslag van materiaal tot strandverhooging te rekenen.

De bekende voorschriften uit de Handleiding tot de kennis der Waterbouwkunde van D.J. STORM BUIJSING, komen ten deze op het volgende neer.

1e. Dat men de hoofden haaks richt op den stroom; de richting aan het landeind des noodig vloeiend veranderende, om tevens haaks te sluiten aan de te verdedigen zeevering.

2e. Dat men de hoofden niet stuksgewijze, ieder op zich zelf moet aanleggen, maar volgens een geregeld plan, waarbij men zich voorstelt, zekere richting aan den oever te geven, hetzij een rechte, hetzij een regelmatig gebogene.

3e. Dat de holgebogen richtingslijnen zijn af te keuren, en de koppen of zeeëinden der hoofden dus nimmer behooren te vallen binnen de rechte lijn, gaande door de koppen der uiterste hoofden van het te verdedigen oevervak.

4e. Dat de hoofden gelegd worden op onderlingen afstand van 1 tot 2 maal hun lengte; doch dat dit aanvankelijk op grooteren afstand kan geschieden, ten einde de werking daarvan af te wachten, en eerst dan tusschen de gelegde hoofden meerdere aan te leggen, wanneer aanhoudende achteruitgang van het strand de noodzakelijkheid daarvan aanwijst.

De ervaring schijnt deze algemene regelen in hoofdzaak niet te logenstraffen; toch schijnt bij de toepassing daarvan omzichtigheid aan te bevelen noodig.

Zeker is in beginsel het niet gewenschte der holgebogen richtingslijnen in tegenstelling met die, welke de bolle zijde naar den stroom keeren, geheel te beamen, doch men verlieze de werkelijkheid niet uit het oog.

Veelmalen zal het blijken, dat de kust, waar strandverdediging noodig is, een holgebogen lijn vormt, en dat de toepassing van den regel, dat de koppen der hoofden niet mogen komen binnen de rechte lijn, die door de koppen der buitenste hoofden kan getrokken worden, eene onmogelijkheid is.

Bij eenigszins holgebogen oevervakken, zooals in Zeeland verschillende aan te wijzen, zouden, dien regel volgende, de hoofden voor het meest teruggetrokken deel van het beschouwde oevervak tot groote diepten, 10, 20 of meer meters in zee moeten worden uitgebracht en opgewerkt.

Financiëel zou dit spoedig geheel ondoenlijk blijken.

Zeker zal men te trachten hebben, de koppen der hoofden in zoo geleidelijk mogelijk gebogen lijnen te brengen, doch verlenging der hoofden moet niet plaats hebben, tenzij het voorgelegen onderzeesche beloop uiterst flauwe helling heeft, en niet anders is, dan een onderzeesche voortzetting van het boven laagwater gelegen strand.

Bij eenigszins steiler helling en meer diepte, moet de zeewaartsche voortzetting van het hoofd, niet dan in de uiterste noodzakelijkheid plaats hebben.

Immers de eenige meters boven den onderzeesche bodem opgezonden verlenging van het hoofd, zal door de plaatselijke opstuwing dezelfde beweging, woeling en neeren van het water en dezelfde schadelijke uitwerking tengevolge hebben, als de voormalige steile paalhoofden op het strand.

Alleen door zeer flauwe hellingen aan de wederzijdsche beloop en aan de kop der verlenging te geven, alsmede door voorziening van den onderzoekenden bodem langs den teen daarvan, door bezinking en bestorting, zou zoodanige verlenging behouden kunnen blijven.

De kop van ieder zoodanig verlengd strandhoofd zou daardoor een bron van groote kosten worden, die in de meeste gevallen van strandverdediging als onnoodig kunnen vermoeden worden.

Hoe in enkele gevallen, bij vermeerdering van stroomsaanval, koppen van enkele hoofden onderzoeksch volledig verdedigd moeten worden, en deze ten slotte de dienst zullen moeten doen, als in diep water uitgebrachte of verlengde strandhoofden, is vroeger toegelicht.

Wat betreft het voorschrift, omtrent den onderlingen afstand der hoofden, noge dienen, dat werkelijk op vels punten, waar strandverdediging wordt aangetroffen, de maat van 1 à 2 maal de lengte der hoofden is toegepast.

Het kustvak Zwin-Broskens doet echter in het algemeen een onderlingen afstand der hoofden van minder dan eenmaal de lengte kennen.

Zooals bij de beschrijving der strandverdediging van Tienhonderd en Zwarte gebleken is, had men daar de hoofden, om het andere, laten vervallen; doch is men later genoodzaakt geweest, deze weder op te maken, omdat bij onderlingen afstand van ongeveer tweemaal de lengte, het strand te weinig beschermd werd en achteruit ging. Voor dit kustvak bleek derhalve de maat van 2 maal de lengte der hoofden tot onderlingen afstand te groot.

Het behoeft voorts wel geen betoog, dat de genoemde maat van 1 à 2 maal de lengte der hoofden, volstrekt niet als algemeen geldende is aan te nemen, doch in tegendeel in zekeren zin als geheel willekeurig te beschouwen is, enkel genoemd, om eenig denkbeeld van den bedoelden afstand te geven.

In ieder bijzonder geval zal niet anders, dan op grond der ervaring te beslissen zijn, en verdient alleen aanbeveling, de naleving van dat gedeelte van den gegeven regel, dat voorschrijft de hoofden aanvankelijk op grooten afstand te leggen, om eerst, na gebleken behoefte, over te gaan tot het maken van daartusschen gelegen hoofden.

MIDDELBURG, December 1885.

Overgenomen uit:

Memorie over de verdediging der Zeeuwsche oevers

door

H.B.G. Hogerwaard

1893.

Strandverdediging. Strand noemt men in het algemeen de strook grond buiten den teen der zeevering, die bij gewoon hoogwater door de zee bedekt wordt en bij gewoon laagwater droog valt. Meer eigenaardig geeft men echter gewoonlijk den naam van strand aan bedoelde strook buitengrond, waar de zeevering uit door de natuur gevormde duinen bestaat.

Waar de zeevering een kunstmatig opgeworpen dijk is, spreekt men gewoonlijk niet van strand maar van vooroever.

Stranden in den oerstatbedoelden zin, vindt men slechts langs den zuidelijken oever der Wester-Schelde tusschen Breskens en de Belgische grens bij het voormalige Zwin, gedeeltelijk aan de west- en noordkust van Walcheren, en evenzoo aan de west- en noordkust van Schouwen.

De topographische kaarten doen deze van duinen voorzien bevergedeelten dadelijk in het oog vallen.

Vooroevers vindt men in meerdere of mindere mate voor de meeste zeeveringen langs de overige Zeeuwsche kusten; voor sommige zeeveringen is echter hoegenaamd geen voorland meer; daar is de zeevering dan schaarlijk.

De verdediging zowel van stranden als van vooroevers strekt, om verlagings daarvan door de getijstroomen en door den golfslag tegen te gaan.

Van vooroevers tracht men de verlagings te voorkomen, omdat deze de verdediging van een zeedijk kostbaarder maakt.

Is de vooroever onderzeesch verdedigd, dan moet verlagings ook daarom voorkomen worden, wijl de onderzeesche verdediging niet van de zeevering mag gescheiden raken.

De stranden voor duinen moeten tegen verlagings worden beschermd, wijl zij anders met laagwater niet lang genoeg droog liggen, om het zand te kunnen doen stuiven, waarmede de duinvorming zou ophouden, en de bestaande duinen, verlies lijdende bij stormen en niet meer in de gelegenheid komende om aan te winnen, noodwendig zouden moeten te niet gaan.

In hoofdzaak bestaat het middel, dat men aanwendt, om bedoelde verlagings tegen te gaan, zoo bij stranden als bij vooroevers, in het maken van afstand tot afstand van lage weinig boven het strand of den vooroever verheven hoofden, reikende van de laagwaterlijn tot den teen der zeevering, of tot het daarvoor nog aanwezige hooge terrein.

Vroeger werden die hoofden hooger dan tegenwoordig boven het strand uitstokende opgeworpen van de specie, die het strand leverde, gedekt met een kleillaag, en deze verdedigd met krammat en rijsbeslag met tuinen, bezet met rijen steen. bijlage fig. 1-4 geven dwarsdoorsneden van zoodanige hoofden.

Meermalen liet men de horizontale berm weg, waarop dan gewoonlijk volgde eenige ontgronding van het strand ter zijde van het hoofd, zoo dat men de rijsbedekking daarvan moest verbreedden, waardoor de kosten van onderhoud hoe langer hoe hooger worden.

Men treft toch thans op sommige stranden hoofden aan van 10 M. en meer breedte, die aanvankelijk wellicht op niet meer dan 6 à 8 M. breedte werden aangelegd. (bijlage 1 fig. 6-9).

Van bij onderwindang gebleken doelmäßig dwarsprofiel voor deze hoofden, wordt gegeven op bijlage 1 fig. 5. Behalve de mindere hoogte boven het strand en de horizontale bermen, die tot strandhoogte worden ingekant, valt op te merken, dat het rijsbeslag hier geheel is vervangen door steenbezetting op puin, waaronder een krammat, indien de bodem kleigrond is, en een rietlaag, wanneer zand wordt aangetroffen.

Deze samenstelling kan bijna overal haar toepassing vinden; alleen aan de zeeind is de bodem soms zoo slap, dat het rijsbeslag niet kon gemist worden.

De bezetting is meestal van gewonen doornikschen-, vilvoordachen- of lossinoschen steen.

Soms wordt voor de steenbezetting ook gesorteerde doorniksche steen gebezigd; te weten regelmatige blokken, van nagenoeg vierkanten vorm, hoog 20 tot 40 c.M., lang 40 tot 50 c.M. en breed ten hoogste 40 c.M.

Waar voor het strand of den vooroever onderzeesche oeverbekleding bestaat, worden de zeeind der hoofden aan het bovendeel dier oeverbekleding verbonden, en is daardoor de kop van het hoofd tegen achteruitgang verzekerd.

Tenzij een met hoofden verdedigd strand of vooroever onderzeesch volstrekt niet door den stroom wordt aangevallen, zal het zeeind daarvan beneden laagwater altijd in meer of mindere mate door bezinking met bestorting of enkele bestorting tegen ontgronding moeten worden verdedigd; terwijl bij vermeerdering van den stroomsaanval, die voorziening steeds grooter uitbreiding zal moeten verkrijgen, om ten slotte, wanneer dit oeverpunt moet behouden blijven, bij voortgezette stroomsaanval, tot eene volledige onderzeesche oeverbekleding te worden uitgebreid.

Aangaande de richting aan de hoofden te geven, is op te merken, dat deze zooveel mogelijk haaks op den voorliggenden stroom moet zijn, de richting naar het landeind desnoods vloeiend veranderende, om tevens haaks aan te sluiten aan de zeevering.

De onderlinge afstand der hoofden wordt meestal 1 tot 2 maal hun lengte genomen. Meermalen bleek, bij een afstand van 2 maal de lengte, het strand te weinig beschermd, en ging dit achteruit; op verschillende oevervakken zijn zij op kleiner afstand dan 1 maal de lengte aangelegd.

In ieder bijzonder geval dient dit proefondervindelijk bepaald te worden, en is hier de onderlinge afstand van 1 à 2 maal de lengte slechts genoemd, om de gedachte te bepalen. Men kan beginnen, met de hoofden aanvankelijk op grooteren afstand te leggen en de uitwerking daarvan af te wachten, om, bij gebleken onvoldoende bescherming, tusschen de bestaanden nieuwe hoofden aan te leggen.

In het begin van deze eeuw werden nog dikwijls op de strandhoofden geplaatst twee of meer rijen van dicht tegen elkander sluitende palen, door gordingen en kespren verbonden, terwijl dan tusschen die paalrijen nog tot zekere hoogte aanvullingen met rijs en steen werden aangebracht. Veeltijds geschiedde dit ter plaatse, waar bij storm groote golfslag was, en diende dit tot bescherming van de destijds nog gebrekkig verdedigde zeeveringen.

Deze hooge en gesloten paalhoofden veroorzaakten bij het opkeeren der golven groote beroering in het water, en benadeelden het strand tusschen de hoofden; terwijl de hoofden zelf aan groote beschadiging bloot stonden.

Dit stelsel is daarna verlaten, vermoedelijk ook in verband met de betere defensie van de buitenbeelden der zeeeringen; vervolgens is een eenigzins gewijzigd stelsel in gebruik gekomen op zoodanige stranden waar, niet tegenstaande de gewone lage strandhoofden reeds op korten onderlingen afstand waven aangelegd, nog achteruitgang van het strand plaats had. Dit stelsel bestaat enkel in het plaatsen van een of meer open rijen palen op de hiervoor beschreven lage strandhoofden.

De profielen, fig. 10-14 van bijlage 1 en de fig. 1-8 van bijlage 2, van zoodanige paalstrandhoofden zullen beter dan eene uitvoerige beschrijving de inrichting daarvan duidelijk maken.

De ondervinding heeft meermalen de gunstige werking van deze open paalrijen op de lage strandhoofden doen uitkomen; daaruit blijkende, dat het strand eenigermate verhoogde, en de teen van het duin bij gunstige windrichting meer nanvon.

Aan sommige oevers zijn de palen van elke rij door een gording verbonden.

Aan enkele bijzonder aan den golfslag blootgestelde kustgedeelten, zooals bijvoorbeeld voor den Westkapelschen dijk, heeft men nog eenigermate de constructie der voormalige paalhoofden behouden, met dien verstande echter, dat de paalrijen open paalrijen zijn, en dat boven het lage strandhoofd binnen de paalrijen geen steenaanvulling plaats heeft.

De teekening, fig. 1 en 2 van bijlage 3, stelt zoodanig hoofd voor.

De paalrijen op de hoofden zijn van rond eiken- of dennenhout, meestal van 3.5 tot 5 M. lang, en zwaar in ontrek 60 à 65 c.M.

De eiken palen moeten, in het gebied van den paalworm, dat is van eenige decimeters in den bodem tot halftij, bespikerd worden; dit is de meest afdende wijze van handelen.

Ook wordt wel in het gebied van den paalworm zwaar gecreosoteerd (300 liter creosoot-olie per M<sup>3</sup>) dennenhout gebezigd.

Boven halftij tot 1 M. beneden het hoogwaterpeil kan verwerkt worden niet tegen bederf bereid dennenhout.

Hooger dan 1 M. beneden het hoogwaterpeil wordt de voorkour gegeven aan het gebruik van eikenpaalhout, als zijnde het meest duurzaam; ook worden hier dennenpalen gebruikt, doch dan gecreosoteerd of bereid met sulphas zinci.

Groenhart hout, dat overigens in Zeeland met goed gevolg in het gebied van den paalworm verwerkt wordt in zware steigerwerken en dergelijke, kwam tot nu niet in aanmerking voor dit paalwerk. De afmetingen, waarin het groenhart hout in den handel voorkomt, zijn daartoe te zwaar.