RIJKSWATERSTAAT DIRECTIE BENEDENRIVIEREN

rijkswaterstaat
dienst getijdewateren
bibliotheek
grenadiersweg 31
4338 PG middelburg

NOTA

betreffende het profiel, dat bij den aanleg van nieuwe dijken en bij de verhooging en verzwaring van bestaande dijken langs de Benedenrivieren zal zijn toe te passen, met twee bijlagen.

-=oOo=-

Den Haag,
Juni 1913.

I N H O U D

blz.

I. Inleiding.

§ 1. Enkele algemeene richtlijnen 1
§ 2. Voorlichting op grondmechanische gebied 1
§ 3. Voorlichting op waterloopkundig gebied 2
§ 4. Elementen, die het waterkeerend vermogen van een dijk bepalen . . . 3
§ 5. Aanduiding figuren en bijlage met dwarsprofielen 3

II. Stabiliteit.

§ 6. Factoren, die de stabiliteit van een dijk bepalen 3
§ 7. Samenstelling van den ondergrond 4
§ 8. Samenstelling van het dijkslichaam 4
§ 9. Aanbrengen grondverbetering 5
§ 10. Dijksbouw met evenwichtsverstoring in den ondergrond 6
§ 11. Dijksbouw zonder evenwichtsverstoring in den ondergrond 6
§ 12. Draineering van den dijk 7

III. Dijkshoogte.

§ 13. Factoren, die de dijkshoogte bepalen 8
§ 14. Stormvloedsstand 8
§ 15. Wat onder golfoploop wordt verstaan 9
§ 16. Factoren, die den golfoploop bepalen 11
§ 17. Geaardheid van het beloop 12
§ 18. Helling van het beloop 13
§ 19. Aanwezigheid van een buitenberm 13
§ 20. Diepte van het water vóór den dijk 14
§ 21. Inklinking en zetting van de zate 14

IV. Dichtheid.

§ 22. Afdekking van het dijkslichaam met een kleilaag 15
§ 23. Dikte van de afdekking met klei 16

V. Weerstand tegen stroom en golfslag.

§ 24. Voorland 16
§ 25. Verdediging van het waterbeloop 18
§ 26. Keerwand ter voorkoming van golfoverslag 22

VI. Dijk als verkeersweg.

§ 27. Weg op de dijkskruin 22
§ 28. Weg op den binnenberm 24

VII. Onderhoud.

§ 29. Onderhoud van den dijk 24
§ 30. Onderhoud steenzetting en grasmat; beplanting 24

VIII. Besluit.

§ 31. Enkele algemeene richtlijnen 25
§ 32. Verbetering van bestaande dijken 27
Literatuurlijst 29

I. Inleiding

§ 1. Enkele algemeene richtlijnen.

1. Bij de samenstelling van deze nota is er in de eerste plaats naar gestreefd om eenig inzicht te verkrijgen omtrent de grondslagen, waarop de dijksbouw langs de benedenrivieren berust. Daarbij is gebleken, dat het onderwerp zoo veel omvattend is, dat een studie van geruimen tijd noodig zou zijn om een samenvatting te geven van de kennis, die in den loop der jaren op dit gebied is verkregen. Doch zelfs indien deze studie werd verricht, is het nog twijfelachtig of het mogelijk zou zijn om aan de hand daarvan een profiel samen te stellen, dat bij den aanleg en verbetering van dijken langs de benedenrivieren ware toe te passen.

2. Aan § 18 van het in 1833 verschenen eerste deel van de Handleiding tot de kennis der Dijksbouw en Zeeweringkunde, geschreven door Abraham Caland, dat als een meesterwerk kan worden beschouwd en wellicht het beste werk is, dat over dit onderwerp is geschreven, is de volgende volzin ontleend. Om het juiste profiel van een dijk aan te geven, die gelijkmatig en voldoende sterk is en waaraan voor aanleg en onderhoud de minste kosten moeten worden besteed, is een zeer moeilijke en wellicht onmogelijke zaak, omdat dit afhangt van vele omstandigheden, zooals de richting van de dijk, de specie waaruit deze is samengesteld en hoe deze bewerkt wordt, de zate waarop hij wordt aangelegd, het verschillend vermogen van water en ijs, dat hij moet kunnen verduren en de berekeningen, welke uit het een en ander voortvloeien.

3. In § 37 geeft Caland evenwel eenige algemeene profielen voor Zeeland en alle aan de Noordzee gelegen provinciën, die als volgt kunnen worden samengevat:
a. voor zeedijken, onmiddellijk aan de Noordzee gelegen op ongunstige plaatsen, dus met lage onmiddellijk naar de diepte afdalende oevergronden aan de buitenzijde en gelegen recht op de stormstreek: een kruinsbreedte van 4 el en een buitenbeloop van 1 : 10;
b. voor zeedijken meer binnenwaarts aan zeegaten of aan de monden der in zee ontlastende rivieren gelegen, welke dus niet als aan open zee onmiddellijk aan den zwaren aanslag der golven zijn blootgesteld, zooals bij aan open zee gelegen dijken: een kruinsbreedte van 3½ el en een buitenbeloop van 1 : 6, indien de dijk met het buitenbeloop is gekeerd naar het Zuidwesten tot het Noorden en een kruinsbreedte van 3 el en een buitenbeloop van 1 : 5, indien de dijk ligt aan de tegenovergestelde zijde en met de genoemde windstreken een opperwal uitmaakt;
c. voor zeedijken hooger langs de rivieren gelegen, die met het buitenbeloop naar de stormstreeken zijn toegekeerd: een kruinsbreedte van 2 tot 2½ el en een buitenbeloop van 1 : 4, op de tegenoverliggende van den vloed en stormstreken afgekeerde zijde der rivier : een kruinsbreedte van 2 el en een buitenbeloop van 1 : 3 en slechts op de allergunstigste plaatsen, in luwe hoeken, met hooge en breede voorgronden: een buitenbeloop van 1 : 2½, hetgeen als het steilste buitenbeloop wordt toegelaten, aangezien bij een steiler talud de grasneff te weinig vastheid en dichtheid heeft tegen de kabbeling van het water.

4. In het navolgende zal worden getracht om op gelijke wijze te komen tot eenige algemeene profielen, alsook tot enkele richtlijnen, die aanwijzingen kunnen geven bij het vaststellen van het toe te passen dijksprofiel.

§ 2. Voorlichting op grondmechanisch gebied.

1. Bij den stormvloed van 13 op 14 Januari 1916 zijn in het bijzonder de dijken van Noord-Holland zwaar geteisterd en op enkele plaatsen zijn hier dijkdoorbraken voorgekomen. In De Ingenieur van 5 Februari 1916, no. 6, wordt de ramp in Noord-Holland beschreven door den toenmaligen Ingenieur van den Rijkswaterstaat Ir. V.I.P.de Blocq van Kuffeler. In deze beschrijving wordt er onder meer op gewezen, dat op alle beschadigde dijksgedeelten afschuivingen van het binnenbeloop zijn waargenomen in alle denkbare phasen, vanaf haast onzichtbare langsscheuren ergens in het bovendeel van het binnentalud, tot afschuivingen tot aan de buitenkruinlijn toe. Blijkens dit verslag moet aan deze afschuivingen de oorzaak van de rampen worden toegeschreven.

2. Door verschillende schrijvers, waarvan de artikelen terug zijn te vinden in de jaargangen van 1916 en 1917 van De Ingenieur, is getracht voor het ontstaan van deze afschuivingen een verklaring te geven. In een artikel in genoemd tijd-

schrift van 13 October 1917, no.41, geeft de toenmalige Ingenieur van den Prov. Waterstaat van Noord-Holland, Ir. J.W.Thierry, eveneens een beschouwing over dit onderwerp, getiteld: De druk van het buitenwater als oorzaak der verzakkingen van het binnenbeloop der Noordhollandsche zeedijken. Ir. Thierry teekent hierbij aan het eind van dit artikel evenwel aan, dat aan de door hem gegeven beschouwingen slechts een zeer beperkte waarde kan worden gehecht, aangezien geen rekening is gehouden met de hoedanigheid van dijklichaam en ondergrond, die in werkelijkheid geen van beiden uit homogene specie bestaan, terwijl het dijklichaam niet-elastisch en gewoonlijk plastisch is en de ondergrond veelal zeer sterk en zeer ongelijkmatig samendrukbaar is. De aanwezigheid van al deze omstandigheden, zoo eindigt het artikel, maakt dat alle beschouwingen, in den trant van het bovenstaande zoodanig vaag en benaderend zullen blijven, dat men er voor de verklaring van de waargenomen verschijnselen practisch niet verder mee komt.

3. In een voordracht voor de Afdeeling van Bouw- en Waterbouwkunde van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (zie de Ingenieurs no.42 en 43 van de jaargang 1917), door den Hoofdingenieur-Directeur van den Prov.Wat. van Noord-Holland, Ir. Jhr. C.J.A.Relgersman, geeft deze bij de bespreking der oorzaken van de beschadigingen als zijn meening, dat aan het overstortende water een voorname plaats onder de noodlottige oorzaken der vernieling moet worden ingeruimd, doch wordt tevens opgemerkt, dat het vraagstuk voor den spreker nog niet is opgelost en hij tot de wetenschap is gekomen, dat het geval zeer gecompliceerd is en men dus stellig verkeerd doet de beschadigingen aan een enkele oorzaak toe te schrijven, door haar alleen te zoeken in het feit, dat door de verhooging van den druk van het buitenwater het dijkslichaam oververzadigd met water zou zijn geworden en de dijksmassa zich dus dientengevolge als een vloeistof zou hebben gedragen.

4. Uit de uitlatingen van deze deskundigen moge blijken hoezeer men in dien tijd besefte, dat een basis voor de juiste beoordeeling van het evenwichtsvraagstuk met betrekking tot het lichaam van een waterkeerenden dijk, ontbrak. De behoefte aan meer inzicht in deze materie is mede oorzaak geweest tot het instellen van de zoogenaamde Commissie voor Bouwgrondonderzoek, die den stoot heeft gegeven tot het doen van onderzoekingen naar de physische en mechanische eigenschappen van den grond. Tot dit doel is in 1934 ingesteld het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft. Het is een gelukkige omstandigheid, dat voor de bepaling van het meest gewenschte profiel van een dijk in bepaalde gevallen van het advies van dit Laboratorium zal kunnen worden gebruik gemaakt.

§ 3. Voorlichting op waterloopkundig gebied.

1. Bij de bepaling van het dwarsprofiel van een dijk langs de benedenrivieren is van zeer veel invloed de te verwachten golfoploop. De factoren, die hierop van invloed zijn, zijn uitvoerig behandeld in het hoofdstuk VIII van het verslag Staatscommissie Zuiderzee. Toen deze commissie haar werkzaamheden in 1918 begon, waren er op dit gebied nog geen proefnemingen verricht. Bij het bepalen van den hoogst te verwachten golfoploop, die in de eerste plaats voor den afsluitdijk moest worden bepaald, heeft men door den dienst der Zuiderzeewerken een onderzoek doen instellen, dat omvatte

a. het verzamelen van gegevens omtrent de hoogte van het bij vroegere stormen aan verschillende dijkvakken waargenomen vloedmerk, waaruit dan de hoogte van den golfoploop moest worden afgeleid;

b. het geregeld waarnemen van den golfoploop van een aantal daartoe tegen het buitenbeloop van onder verschillende omstandigheden verkeerende dijkvakken aangebrachte schalen, zoogenaamde golfpeilschalen;

c. het nemen van proeven in een proefbak, waarin kunstmatig golven kunnen worden opgewekt.

2. Blijkens het verslag kon bij de laatstbedoelde proeven geen rekening worden gehouden met den factor wind, zoodat de uitkomsten niet rechtstreeks konden dienen om daaruit gevolgtrekkingen te maken voor de praktijk. Ook de uitkomsten van de golfpeilschalen bleken daartoe niet geschikt te zijn.

3. Het voornaamste resultaat van de vergelijking van de verzamelde gegevens uit opgemeten vloedmerken is, dat men het verband heeft bepaald tusschen de waterdiepte en den golfoploop. Hierbij was het evenwel niet mogelijk om voor de samenstelling van het daarvan opgemaakte overzicht dijkvakken uit te kiezen, welke wat ligging ten opzichte van de stormstreek, breedte der watervlakte voor den

dijk, toestand der dijksglooiing, enz. betreft, in volkomen gelijke omstandigheden verkeerden, noch om op verschillende tijdstippen stormen te vinden, waarbij windkracht en windrichting geheel gelijk waren.
4. Naar de huidige inzichten kan aan de resultaten van deze waarnemingen slechts een beperkte waarde worden toegekend en moet het verslag, dat in 1926 is verschenen, voor het verkrijgen van gegevens met betrekking tot den golfoploop in vele opzichten als verouderd worden beschouwd.
5. Inmiddels hebben de onderzoekingen, die op dit gebied in het Waterloopkundig Laboratorium worden verricht, geleid tot resultaten, die reeds een grondslag bieden, waarop de afmetingen, die de golfoploop in zekere omstandigheden kan aannemen, kunnen worden bepaald. Deze onderzoekingen worden nog steeds voortgezet; de kennis van dit onderwerp is nog steeds groeiende en de inzichten zijn nog aan wijziging onderhevig.

§ 4. Elementen, die het waterkeerend vermogen van een dijk bepalen.

1. De elementen, die het waterkeerend vermogen van een dijk bepalen en die bij de samenstelling van het dijksprofiel dus aan de omstandigheden dienen te worden getoetst, zijn:
a. de stabiliteit van het dijkslichaam;
b. de kruinshoogte;
c. de dichtheid;
d. de weerstand tegen stroom en golfslag.
Ofschoon deze factoren min of meer met elkander in verband staan, is in het navolgende getracht om elk afzonderlijk in nadere beschouwing te nemen.
2. Hierbij kan worden opgemerkt, dat dijken naar den tijdsduur, waarin ze een maximale waterstand moeten kunnen keeren, kunnen worden onderscheiden in:
a. dijken, die water keeren, dat een min of meer constant peil heeft, zooals kanaaldijken en boezemkaden;
b. dijken, die water keeren, waarvan de stand alleen of overwegend afhankelijk is van de hoeveelheid water, die wordt afgevoerd, zooals de dijken langs onze bovenrivieren, waarbij de periode, waarin de hoogste waterstand nagenoeg wordt bereikt, zich over enkele dagen kan uitstrekken en
c. dijken, die water keeren, waarvan de stand overwegend afhankelijk is van de getijbewegingen en de opstuwing als gevolg van den wind, zooals de dijken langs en aan de monden van onze benedenrivieren, waarbij de hoogste waterstand alleen voorkomt tijdens den duur van den stormvloed.
3. Het is in het bijzonder de laatste categorie, waaraan in deze nota aandacht zal worden besteed. Het maken van afdammingen is bij de behandeling van dit onderwerp buiten beschouwing gelaten.

§ 5. Aanduiding figuren en bijlage met dwarsprofielen.

Ter verduidelijking zijn aan dit rapport enkele figuren toegevoegd, genummerd van 1 tot 15, die zijn aangegeven op de bijlage 1. Bovendien wordt als bijlage 2 bijgevoegd een verzameling van dijksprofielen, genummerd 1 tot 40, toegelicht met een situatie, waarnaar in het onderstaande zoo noodig zal worden verwezen.

II. Stabiliteit

§ 6. Factoren, die de stabiliteit van een dijk bepalen.

1. Bij het geven van deze beschouwing, waarbij zekere beperkingen zijn opgelegd, wordt vooropgesteld, dat ten aanzien van de stabiliteit van een dijkslichaam bezwaarlijk algemeene regels kunnen worden gegeven, omdat elke dijk zijn problemen stelt en deze voor ieder afzonderlijk geval met zorg tegenover elkander dienen te worden afgewogen, om te komen tot een profiel en een te volgen werkwijze. Het navolgende blijft beperkt tot enkele algemeenheden, die zullen worden toegelicht door enkele voorbeelden uit de praktijk.
2. Bij het bepalen van het dijksprofiel moet ten aanzien van de stabiliteit voornamelijk met de volgende factoren worden rekening gehouden:
a. de samenstelling van den ondergrond;
b. de samenstelling van het dijkslichaam;
c. de methode, die bij den dijksbouw wordt gevolgd, in het bijzonder in slappe

ter-

terreinen;
d. de drainneering van den dijk.

§ 7. Samenstelling van den ondergrond.

1. Reeds bij het bepalen van het tracé van den dijk zal zooveel mogelijk rekening moeten worden gehouden met de hoedanigheid van den grondslag. Wanneer het tracé vast staat, dient een nauwkeuriger onderzoek naar de samenstelling van den ondergrond te worden ingesteld. Blijkt deze de noodige vastheid te bezitten, dan zal de bepaling van het dijksprofiel uit dien hoofde gewoonlijk geen moeilijkheden opleveren. Worden in den ondergrond evenwel slappe lagen aangetroffen, dan kan het noodig zijn om hiermede rekening te houden bij de bepaling van het dwarsprofiel en kunnen bijzondere maatregelen bij de uitvoering noodig zijn.
2. De aanpassing van het dwarsprofiel kan hierin bestaan, dat de breedte van de zate zoo groot mogelijk wordt genomen, niet door de kruinsbreedte te vergrooten, doch door de hellingen van de beloopen te verflauwen, met de bedoeling, dat de grond onder de kruin, die de neiging zal vertoonen om zijdelings uit te wijken, een tegendruk ondervindt van de buiten de kruin liggende gedeelten van het dijkslichaam. Bedoelde tegendruk kan eveneens worden verkregen door het maken van een aanberming.
3. Dat de stabiliteit van een dijkslichaam door een flauwer beloop of een aanberming wordt verhoogd, kan volgens de leer der grondmechanica ook aldus worden verklaard, dat uit opgemeten afschuivingen gebleken is, dat het grondlichaam, dat bij een afschuiving in beweging komt, meestal wordt begrensd door een cirkelcylindervormig vlak. Door het beloop te verflauwen of een aanberming aan te brengen, zal het moment, dat de draaiing van het bewegende grondlichaam veroorzakt, kleiner worden, zoodat een kleinereschuifweerstand noodig is om het ontstaan van het evenwichtsverlies tegen te gaan. Omgekeerd zal een grootere schuifspanning en dus een verhooging van de benoodigde schuifweerstand ontstaan door het grooter worden van het draaiende moment. Dit kan ontstaan door het steiler maken van het beloop, door het verwijderen van een berm of door het wegnemen van grond aan den teen van het beloop, binnen het afschuivingsvlak, bijvoorbeeld door het graven van een sloot.

§ 8. Samenstelling van het dijkslichaam.

1. Toen men in ons land met den aanleg van dijken begon, werden deze meerendeels samengesteld van klei. Deze grondsoort was op vele plaatsen voor het betrekkelijk bescheiden profiel, dat aanvankelijk aan de dijken werd gegeven, in voldoende hoeveelheid aanwezig en had het voordeel, dat de dijken werden samengesteld van een specie met een zeer geringe doorlatendheid.
2. Nu aan de dijken steeds hoogere eischen moeten worden gesteld, wat hun hoogte betreft en voor het opwerpen groote hoeveelheden grond noodig zijn, moet van klei als hoofdbestanddeel worden afgezien, aangezien dit niet meer in voldoende hoeveelheid voor het beoogde doel beschikbaar is. De dijken zullen in hoofdzaak moeten worden samengesteld van zand en de klei zal slechts kunnen worden gebruikt om de waterdichtheid te verzekeren.
3. Bij de toepassing van zand als specie voor de samenstelling van het dijkslichaam, zal men er zich rekenschap van dienen te geven, dat de waterdoorlatendheid hiervan zeer groot is. Om een indruk te geven van het verschil in dit opzicht tusschen zand en klei, moge dienen, dat blijkens het medegedeelde in § 16 van het boek Grondmechanica door Ir. T.K.Huizinga, de doorlatendheidscoëfficient voor zand bedraagt 1×10^{-2} en voor klei 1×10^{-8} tot 1×10^{-12}. Het zal dus zaak zijn om zorg te dragen, dat niet alleen het water, dat moet worden gekeerd, niet door het buitenbeloop kan binnendringen, maar evenzeer zal er op moeten worden gelet, dat de kwel uit onder den dijk gelegen zandlagen niet in het zandlichaam zal kunnen doordringen.
4. Met dit verschijnsel zijn ervaringen opgedaan bij den aanleg van de voorhavendijken van de schutsluis te Vreeswijk, waarvan een omschrijving voorkomt in het tijdschrift Weg- en Waterbouw van Mei 1943. Hier werd op de allerslechtste plaatsen het veen- en kleipakket in den ondergrond weggebaggerd en vervangen door zand. Uit vrees, dat het water uit de diepe zandlaag door dit zandcunet in het dijkslichaam zou kunnen komen, werd eem tusschendichting van klei aange-

bracht

die is aangegeven als profiel 40.
bracht. Door deze kleilaag werd de dijk/feitelijk verdeeld in twee moten, waarvan het binnenwaarts gelegen deel, aangeduid met A, hoofdzakelijk als waterkeering dienst doet en het buitenwaarts gelegen deel, aangeduid met B, uitsluitend dient als ballastbed van de blinde kleilaag. Bij hooge buitenwaterstanden toch, werd dit laatste deel geheel met water verzadigd, zoodat bij vallend water gevaar ontstond van uitvloeiing van het buitenbeloop, waardoor het noodig was deze van een puinkist te voorzien.

5. Wanneer het water uit den ondergrond in het dijkslichaam kan doordringen, zal de stabiliteit van het dijkslichaam uiteraard in gevaar worden gebracht. Het water zal dan een druk kunnen uitoefenen op de kleibekleeding van het binnenbeloop, zoodat er gevaar ontstaat voor het wegdrukken van deze kleilaag. Het gevolg hiervan is, dat door het uitstroomende water zand kan worden meegevoerd en zoodoende afschuivingen kunnen optreden.

6. In zijn genoemd boek wijst ir. Huizinga er in § 143 op, dat bij den aanleg van een dijk veelal de gewoonte bestaat om, wegens besparing van klei, de aanwezige kleilaag eerst te verwijderen en dan den dijk aan te brengen. Het gevolg is, dat het grondwater daar dan in kan opstijgen. In verband met de samenstelling van het dijkslichaam van zand, zal het dus aanbeveling kunnen verdienen om de aanwezige kleilaag zoo mogelijk onberoerd te laten.

§ 9. Aanbrengen grondverbetering.

1. Bij den bouw van een dijk in slappe terreinen kan de methode worden toegepast, waarbij slappe lagen geheel of gedeeltelijk worden verwijderd en worden vervangen door zand, hetgeen dus neerkomt op het aanbrengen van een zoogenaamde grondverbetering.

2. Volgens de mededeeling van den Eerstaanwezend Ingenieur bij de Zuiderzeewerken, Ir. F.J.B.G.Geers, is deze methode toegepast bij den aanleg van den Meerdijk om den Noordoostpolder, aangeduid als profiel 2. Ir.Geers heeft over den aanleg van den Noordoostpolder een beschrijving gegeven in het tijdschrift Weg- en Waterbouw van November 1942, waaraan het volgende wordt ontleend.

3. De ringdijk strekt zich uit van Lemmer tot Urk en van Urk tot de Overijsselsche kust bij Kadoelen. Tot ongeveer halverwege den afstand Lemmer-Urk is de grondslag, waarop de dijk moest worden aangelegd, vrij vast; vervolgens neemt de dikte van de lagen van klei en veen geleidelijk toe tot 3 à 4 m, waarna in de nabijheid van Urk weer vaste lagen, bestaande uit keileem, worden aangetroffen. Voorbij Urk is de toestand tot in de omgeving van den Ramspol aanmerkelijk ongunstiger; de gemengde lagen zijn hier niet alleen gemiddeld 6 m dik, met als uiterste grens 8 à 9 m, maar ook aanmerkelijk slapper van samenstelling. Voorbij den Ramspol tot Kadoelen is de ondergrond weer steviger.

4. In het gedeelte tusschen Urk en een punt op ongeveer 2 km bewesten den Ramspol, werd een grondverbetering noodig geacht, teneinde zijdelingsche verschuivingen tijdens den opbouw van het dijkslichaam en groote zettingen na den bouw, welke moeilijk met het maken van een overhoogte zouden kunnen worden opgevangen, te voorkomen. De vorm van de uitgevoerde grondverbetering, welker afmetingen zijn vastgesteld in overleg met het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft, is aangegeven in het profiel 2a. In het algemeen is er naar gestreefd om een gedeelte van de slappe lagen ter dikte van 1 tot 2 m onder de grondverbetering intact te laten, teneinde te voorkomen, dat de uit diepere zandlagen te verwachten kwel een te gemakkelijken weg door het zandlichaam van den dijk naar den drooggemalen polder zou kunnen vinden, waarbij de maximum diepte van de te baggeren sleuf echter, behoudens een enkele uitzondering, is beperkt tot 9.50 m - N.A.P.

5. In het gunstiger gedeelte benoorden Urk is de grondverbetering achterwege gebleven, behalve bij een dijkvak op 3 km afstand van Urk, waar vermoedelijk als gevolg van een in vroegere tijden dichtgeslibde verdieping van het terrein, de dikte van de kleilagen vrijwel zonder overgang tot 10 m toeneemt. Teneinde het omvangrijke baggerwerk, dat hier noodig zou zijn geweest, te verkleinen en mede bij wijze van proef, zijn te dezer plaatse twee zijcunetten van kleinere afmetingen onder den hiel en den teen van den dijk aangebracht, zooals in het profiel 2a met een stippellijn is aangeduid. Deze methode, die op theoretische gronden tot behoud van het evenwicht in het algemeen de voorkeur verdient, heeft het bezwaar, dat de zettingen van het dijkslichaam na den bouw, door de geleidelijke inklinking van den ondergrond, als gevolg van de opgebrachte belasting, aanmerkelijk worden vergroot,

aan-

aangezien de aan inklinking onderhavige lagen onder het dijkslichaam niet zijn verwijderd.

6. Ir. Geers eindigt zijn beschrijving van den dijksbouw met de opmerking, dat de resultaten van de op geregelde tijden in een groot aantal dwarsprofielen uitgevoerde waarnemingen van de verticale zettingen er op wijzen, dat het gewenscht is om de aanlegbreedte van de grondverbeteringssleuven in verhouding tot de aanlegbreedte van den dijk nog eenigszins te vergrooten en de dikte van de intact gebleven slappe lagen in het algemeen kleiner te nemen en tot ongeveer 1 m te beperken. Voor enkele tracégedeelten is de in het dijkslichaam, met het oog op de te verwachten zettingen aangebrachte overhoogte namelijk te gering gebleken, zoodat aldaar eenige verhooging, in het bijzonder van den buitenberm, niet achterwege zal kunnen blijven.

§ 10. Dijksbouw met evenwichtsverstoring in den ondergrond.

1. Wanneer om technische of economische redenen moet worden afgezien van het aanbrengen van een grondverbetering, als omschreven in §9, in het bijzonder wanneer de aanvoer van baggermateriaal bezwaar oplevert, kan de methode worden gevolgd, waarbij de slappe lagen door belasting met hoogspecie worden weggeperst. Alvorens deze specie aan te brengen, wordt een cunet gemaakt, die dient om als het ware een wig te drijven in den min of meer vasten bovengrond en te voorkomen, dat deze het optreden van evenwichtsverstoringen in den ondergrond zou kunnen vertragen. Om de doorpersing te bevorderen, zal het in het algemeen gewenscht zijn om de cunet een zoodanige diepte te geven, dat het zand voor de grondverbetering zoo veel mogelijk ongehinderd in de slappe lagen kan doordringen. Deze worden weggeperst en zullen daardoor wederzijds de dijksophooging oppersingen veroorzaken.

2. De methode van doorpersing werd gevolgd bij den aanleg van de voorhavendijken bij de Julianasluis te Gouda. Om te groote oppersingen te voorkomen, was daar het plan om tusschen twee doorgeperste zanddammen, het eigenlijke dijkslichaam op te spuiten. De ervaringen, die hierbij zijn opgedaan, zijn omschreven op blz. 141 van het boek Grondmechanica van Ir.Huizinga.

3. Een bezwaar tegen deze methode is, dat men het niet, zooals bij de werkwijze, omschreven in par. 9, in de hand heeft om een gedeelte van de lagen met geringe doorlatendheid onder den dijk te handhaven en zoodoende te voorkomen, dat het grondwater uit de diluviale zandlagen toegang krijgt tot het dijkslichaam.

4. Bevindt zich aan de oppervlakte van den grond buiten den dijk een laag klei, dan zal het in den regel aanbeveling verdienen deze zoo mogelijk onaangetast te laten, hetgeen niet mogelijk is, wanneer als gevolg van evenwichtsverstoringen oppersingen ontstaan, die moeten worden afgegraven. De waterdichte kleilaag wordt dan verwijderd, met het gevolg, dat de kans op onderloopschheid wordt in de hand gewerkt. In bepaalde gevallen kan dit dus eveneens als een bezwaar van de onderhavige methode worden aangemerkt.

§ 11. Dijksbouw zonder evenwichtsverstoring in den ondergrond.

1. Een derde methode voor de te volgen werkwijze bij den dijksbouw in slappe terreinen is die, waarbij de slappe lagen onder den druk van de opgebrachte belasting worden samengeperst, zonder dat evenwichtsverstoringen optreden. De hierbij te volgen werkwijze is volkomen tegengesteld aan die, omschreven in par. 10. Was het daarbij de bedoeling om den dijk aanvankelijk een smalle basis te geven en het dijkslichaam diep in de zate te laten indringen, bij de onderhavige bouwwijze daarentegen wordt er naar gestreefd om de druk van den dijk van den aanvang af zooveel mogelijk over de breedte van de zate te verdeelen en de min of meer vaste bovenlagen zooveel mogelijk onberoerd te laten. Zooals reeds in par. 7, onder 2, werd omschreven, kan hierin eveneens worden voorzien door de breedte van de zate zoo groot mogelijk te nemen.

2. Een middel om den druk van den dijk zooveel mogelijk over de breedte van de zate te verdeelen, is het aanbrengen van een rijzen bed. Dit vindt eveneens toepassing in den wegenbouw en is omschreven door den Ingenieur van den Prov.Wat. van Zuid-Holland C.J.Rijnierse in het tijdschrift Wegen van 1/16 Februari 1943. De schrijver wijst er in zijn artikel op, dat dit bed tevens de functie heeft om

druk-

drukverdeelend te werken in de lengterichting.
3. Ook A.Caland doet in zijn genoemd werk dit middel aan de hand en beschrijft dit in de §§ 57, 58 en 59, Hij wijst er hierbij op, dat een dergelijke constructie niet waterdicht is en voorzorgen dienen te worden genomen om te voorkomen, dat zij aanleiding zou kunnen geven tot onderloopschheid.
4. Om de druk te verdeelen beveelt Caland aan om de lichte gronden te verwerken onder de kruin, dus in het hoogste gedeelte van den dijk en de zwaardere gronden aan te brengen onder de beloopen. De vraag rijst of zich hier een mogelijkheid voordoet om de op groote schaal voorhanden veengrond te gebruiken, bijvoorbeeld door deze te mengen met zand. Het gevaar bestaat evenwel, dat de aanwezigheid van dit mengsel in het midden van den dijk, de draineering van het dijkslichaam, dat overigens uit zand zal bestaan, in gevaar zal brengen. De toepassing van veen wordt bovendien bezwaarlijk gemaakt door de volumeverandering bij den overgang van den droogen toestand naar den vochtigen toestand.
5. Caland wijst er nog op, dat het bij de te volgen werkwijze aanbeveling zal verdienen om de dijk langzaam op hoogte te brengen, opdat de grondslag van lieverlede in elkander wordt gedrukt en de waterdeelen tijd hebben om zijdelings uit te wijken. Dit stemt geheel overeen met de tegenwoordige opvatting, die uitgaat van de gedachte, dat bij ophooging op lagen met geringe doorlatendheid de druk als gevolg van de ophooging in eerste instantie wordt opgenomen door het water, dat zich tusschen de grondkorrels bevindt. Het gevolg is dus, dat de schuifspanningen worden verhoogd, terwijl de schuifweerstand aanvankelijk gelijk blijft. Eerst nadat het water den tijd heeft gehad om te ontwijken, kan de korreldruk en daarmede de schuifweerstand toenemen en vermindert de kans op evenwichtsverstoring. De ophooging moet dus geleidelijk aan plaats hebben.
6. Vele van de dijken langs onze benedenrivieren zijn feitelijk volgens deze methode tot stand gekomen. Zij zijn aanvankelijk als kaden opgeworpen en telkens verhoogd, zoodat er eeuwen overheen zijn gegaan, voor zij hun huidig profiel verkregen. Doordat de ophooging aanvankelijk gering was, is het dijkslichaam geleidelijk aan in den slappen ondergrond gedrongen en is deze samengeperst, zonder dat een evenwichtsverstoring heeft plaats gehad.
7. Een merkwaardig voorbeeld hiervan is de hoogwaterkeerende dijk lands den rechteroever van den Hollandschen IJssel van het Hoogheemraadschap Schieland. Volgens F.W.Conrad (Verspreide bijdragen; aanteekeningen omtrent den aanleg van sommige dijken in Nederland, blz. 152) zijn de dijken van Delfland en Schieland aangelegd in de jaren van 1255 tot 1273. De IJsseldijk van Schieland is geheel van klei samengesteld en aangelegd door een terrein, waar zich onmiddellijk onder de tamelijk dunne kleilaag een dikke veenlaag bevindt. Omdat zich aan het gedeelte tusschen de dijkspalen 185 en 186, ongeveer 250 m beneden kmr 7, langsscheuren voordeden, is naar den toestand ter plaatse een onderzoek ingesteld door het Laboratorium voor Grondmechanica. Uit een onderzoek is gebleken, dat het dijkslichaam in deveenlaag is gedrongen, zooals is aangegeven in het profiel 39, dat het dijksprofiel bij km 185,70, volgens een waterpassing van recenten datum, weergeeft. Bekend is, dat de dijk hier in 1779 is opgehoogd tot 3,30 m + N.A.P., daarna in 1881 tot 3,60 m + en daarna gemiddeld om de 10 jaar, het laatst in 1933, tot 4,15 m +.
8. Uit de beschikbare gegevens blijkt, dat de zakkingen grooter werden toen de kruin op een hooger niveau werd gebracht, hetgeen verklaarbaar is, aangezien de druk op deveenlaag daardoor grooter werd dan voorheen en de samenpersing dus plaats had in een versneld tempo. Het is bovendien zeer goed denkbaar, dat de veenlaag, die aanvankelijk slechts werd samengeknepen, op den duur, zij het in geringe mate, zijdelings is weggeperst, toen aan de dijkshoogte hoogere eischen werden gesteld.
9. Bij dijksaanleg in slap terrein volgens de onderhavige methode, zal een grondmechanisch onderzoek moeten uitwijzen, welke belasting van de zate uiteindelijk mogelijk is, met andere woorden, tot welke hoogte het dijkslichaam met zijn kruin uiteindelijk kan worden gebracht, zonder dat de evenwichtstoestand in den grondslag wordt verstoord.

§ 12. Draineering van den dijk.

1. In § 8, onder 5, werd er reeds op gewezen, dat wanneer het water uit den ondergrond in het dijkslichaam komt, hierdoor druk kan worden uitgeoefend op de kleilaag, waarmede het binnenbeloop is afgedekt, met het gevolg, dat deze kan

worden

worden weggedrukt en het zand uit het dijkslichaam met het wegvloeiende water kan worden meegevoerd. Hetzelfde kan ontstaan wanneer bij hooge waterstanden het water door het buitenbeloop in den dijk doordringt. Het gevolg hiervan kan zijn, dat de verhanglijn of phreatische lijn een zoodanige binnenwaartsche helling verkrijgt, dat het binnenbeloop door het phreatische vlak wordt gesneden en het water dus aan den hiel van den dijk uit het talud te voorschijn komt.

2. Is de kleiafdekking aan den dijkshiel hecht, zoodat het water moeite ondervindt om naar buiten te treden, dan zal dit als het ware worden opgestuwd. Indien de spanning dan zoozeer toeneemt, dat de kleilaag wordt weggedrukt, dan zullen de gevolgen zeer ernstig kunnen zijn. Omgekeerd zal, wanneer de kleilaag, waar wateruittreding wordt verwacht, wordt onderbroken en wordt vervangen door zeer doorlatend materiaal, de tegendruk worden opgeheven en zal het phreatisch vlak als het ware naar omlaag worden gebogen.

3. Ter toelichting wordt verwezen naar de figuur I, waarin schetsmatig is aangegeven het profiel van een dijk, die aan den hiel is voorzien van doorlatend materiaal in den vorm van grof grind of puin. Het water, dat door het buitenbeloop naar binnen treedt, kan zich hierin verzamelen en wordt afgevoerd naar de bermsloot aan de binnenzijde van den dijk. De aanwezigheid hiervan is voor de deugdelijke draineering onontbeerlijk. In verband met de stabiliteit van het dijkslichaam zal er evenwel voor dienen te worden gewaakt, dat deze sloot niet te diep wordt gegraven en niet te dicht bij den teen van het binnenbeloop wordt aangelegd.

4. Ten aanzien van het bovenstaande moge er op worden gewezen, dat het vraagstuk van de draineering van het dijkslichaam klemmender is, naarmate de kans op doorweeking van den dijk meer aanwezig is, zooals bij dijken, waarbij de hooge waterstanden gedurende langeren tijd voorkomen. In den regel zullen dus bij een dijk langs de bovenrivieren hoogere eischen aan de draineering dienen te worden gesteld, dan bij een dijk langs de benedenrivieren of bij zeedijken.

5. Dit neemt echter niet weg, dat aan de draineering van de dijken langs de benedenrivieren ten volle aandacht moet worden besteed. De doorweeking toch spruit niet alleen voort uit de indringing van het water tegen den dijk, doch kan mede een gevolg zijn van een langdurige regenperiode. Dit was onder meer het geval bij den stormvloed van 13 op 14 Januari 1916. Dat de zeedijken van Noord-Holland bij dezen stormvloed zoozeer van doorweeking te lijden hebben gehad, zal evenwel voor een groot gedeelte moeten worden toegeschreven aan den golfoverslag, als gevolg van de te geringe waakhoogte, die onder meer moge blijken uit de verbeteringen, die na dezen stormvloed zijn aangebracht en die zijn omschreven in De Ingenieur no.43 van 1917.

III. D i j k s h o o g t e

§ 13. Factoren, die de dijkshoogte bepalen.

1. De hoogte, waarop een dijk wordt aangelegd, is afhankelijk van:
   a. den aangenomen stormvloedsstand;
   b. den te verwachten golfoploop;
   c. de te verwachten inklinking van het dijkslichaam en de te verwachten zakking van de zate.

§ 14. Stormvloedsstand.

1. Ter bepaling van den te verwachten stormvloedsstand is een commissie ingesteld, aan welke onder meer is opgedragen om van voorlichting te dienen over de vraag op welke stormvloedsstanden in het gebied der benedenrivieren thans moet worden gerekend. Nadat bedoelde commissie zich over deze vraag definitief zal hebben uitgesproken, is dus een grondslag aanwezig, waarop de hoogten van de dijken langs de benedenrivieren kunnen worden bepaald.

2. Het zou evenwel tot een verkeerde conclusie kunnen leiden, wanneer men voor elk te beschouwen dijkvak den hoogst te verwachten golfoploop zou bepalen en deze zou combineeren met den te verwachten hoogsten stormvloedsstand en wel, omdat deze kan worden geacht op te treden bij noordwesterstorm. De gedachtengang, die hierbij kan worden gevolgd en die is ontleend aan schriftelijk verstrekte gegevens door Prof. ir. J.Th.Thijsse, directeur van het Waterloopkundig Laboratorium te Delft, is als volgt.

3. De allerhoogste waterstanden treden op bij een bepaald stormtype. Daarbij is, tegen het tijdstip, waarop het hoogste windeffect wordt veroorzaakt, de ligging van het depressiecentrum zoodanig, dat in het Engelsche kanaal de wind ongeveer

westelijk is, tusschen Schotland en Noorwegen een noordwesterstorm waait en het in het zuidelijk deel van de Noordzee stormt uit het Noordwesten. De laagste barometerstand wordt dan waargenomen in het zuidwestelijk deel van Noorwegen, of in het Skagerrak. Om het windeffect tot een zeer hooge waarde op te voeren, moet deze toestand eenigen tijd duren, waaruit volgt, dat het stormcentrum zich niet snel verplaatst. In den regel geschiedt deze verplaatsing in ongeveer oostelijke richting; over ons land ruimt de wind dan niet verder, doch behoudt hij eenige uren na het hoogtepunt van den storm ongeveer dezelfde richting, daarbij geleidelijk in kracht afnemende.

4. Het is uiteraard niet onmogelijk, dat het verloop van den storm van het hiervoor beschrevene afwijkt, doch dit is een zeldzaam geval. Er ligt dus een sterk verband tusschen het optreden van zeer hooge waterstanden en het voorkomen van noordwestelijken wind. Gaat men dus uit van een stormvloedsstand, die zou kunnen voorkomen met een kans van 33% per eeuw, dan zal men daarbij een wind uit noordwestelijke richting moeten aannemen. Bij dezen stormvloedsstand zal ook wel een andere windrichting denkbaar zijn, bijvoorbeeld een wind uit het noordoosten, doch de frequentie is dan belangrijk kleiner. Indien men bedoelden stand met een noordoosterstorm zou combineeren, zou men dus feitelijk een zekerheid invoeren, die grooter is, dan als economisch gerechtvaardigd kan worden beschouwd.

5. De methode, die Prof. Thijsse aangeeft, komt hierop neer, dat voor een bepaald dijkvak de golfoploop wordt bepaald voor verschillende windrichtingen en dat voorts voor deze windrichtingen de hoogst te verwachten stormvloedsstand, uitgaande van een bepaalde frequentie, wordt aangenomen. Voor elk dezer windrichtingen kan dan de bepaalde golfoploop bij den aangenomen stormvloedsstand worden opgeteld en het meest ongunstige resultaat is maatgevend voor de bepaling van de dijkshoogte.

6. Heeft men dus een dijk ter beoordeeling, waarvan het front naar het noordwesten is gekeerd, dan kan de hoogst te verwachten golfoploop worden gecombineerd met den door de Stormvloedscommissie aangegeven hoogsten stormvloedsstand. Ligt de dijk daarentegen met het front naar het noordoosten, dan zullen dus voor noordelijke, noordoostelijke en oostelijke windrichtingen stormvloedsstanden moeten worden aangenomen, waarvan de frequentie evengroot is als die, welke de Stormvloedscommissie aanhoudt voor den stormvloed uit het noordwesten. Naar Prof. Thijsse opmerkt, schuilt hierin een vrij groote mate van willekeur, zoodat in bepaalde gevallen met een onzekerheid van enkele decimeters moet worden gerekend.

7. In verband met de hierboven aangegeven opvatting van Prof. Thijsse over het verband tusschen den hoogst te verwachten stormvloed en noordwestenwind, is het wellicht van belang aandacht te geven aan hetgeen de Staatscommissie Zuiderzee mededeelt over de vanwege deze commissie verrichte waarnemingen van het vloedmerk ter bepaling van den golfoploop. In par. 164 van haar verslag merkt de commissie op, dat het niet mogelijk was om voor het verkrijgen van gegevens over den golfoploop dijkvakken uit te kiezen, welke tegen de stormstreek, tusschen West en Noord, zijn gekeerd.

8. Waar langs de kust van Noord-Holland waarnemingen van den golfoploop tegen meer naar het noordoosten gelegen dijkvakken zijn opgenomen, aldus de commissie, is dit niet geschied dan nadat uit een nader onderzoek, waarbij gebruik werd gemaakt van door het Koninklijk Nederlandsche Meteorologisch Instituut ter inzage verstrekte grafieken van windrichting en windkracht, was vastgesteld, dat tijdens de betrokken stormen, waarvan de algemeene richting was van west tot noord, kort uitschietende buien met groote windsnelheid voorkwamen, waarbij de wind door het noorden heen vrij ver naar het oosten liep, zoodat mag worden aangenomen, dat ook tegen het noordoosten gekeerde dijkvakken gedurende korten tijd aan de volle stormkracht zijn blootgesteld geweest.

9. Dergelijke kort uitschietende buien met groote windsnelheid behoeven niet juist samen te vallen met den hoogsten waterstand tijdens den stormvloed. Het zal bij het bepalen van den te verwachten golfoploop voor dijken, die met het front liggen op het noorden of het noordoosten, evenwel van belang kunnen zijn om met deze uitschietende buien rekening te houden.

§ 15. Wat onder golfoploop wordt verstaan.

1. Teneinde inzicht te verkrijgen omtrent den golfoploop onder bepaalde omstandigheden, is in het waterloopkundig laboratorium te Delft een zoogenaamde windgoot ingericht, waarin golven kunnen worden opgewekt en een luchtstroom over het

water

water geblazen. Aan het uiteinde tegenover den golfopwekker bevindt zich een hellend vlak, dat het beloop van den dijk voorstelt en waarop de hoogte van den golfoploop kan worden waargenomen. Door bepaalde omstandigheden te wijzigen, zal ook de golfoploop anders worden en uit deze veranderingen kunnen gevolgtrekkingen worden gemaakt.

2. Hierbij dient evenwel te worden overwogen, dat ook wanneer de omstandigheden, zooals windkracht en helling en ruwheid van het beloop, niet veranderen, de golfoploop, zooals elk natuurlijk verschijnsel, een zekere afwisseling vertoont. Er is wel een bepaald gemiddelde, maar dit wordt telkenmale over- en onderschreden. Prof. Thijsse heeft den golfoploop voor een bepaald geval graphisch doen voorstellen in een figuur, waarin op een rechthoekig coordinatenstelsel zijn uitgezet de hoogte van den golfoploop en de frequentie. Terwijl de hoogten van den golfoploop volgens een normale schaalverdeeling zijn aangegeven, is de frequentie uitgezet volgens den waarschijnlijkheidsschaal van Gauss. Naar te verwachten is, verloopt de frequentiekarakteristiek dan volgens een rechte lijn.

3. Een voorbeeld is aangegeven in de figuur 2, dat is overgenomen uit een rapport van het waterloopkundig laboratorium, M 151, betreffende proeven over den invloed van de geaardheid van de dijksbekleeding op den golfoploop, en dat aangeeft een vergelijking van den golfoploop tegen een volkomen glad beloop en een beloop, dat bezet is met betonsteenen. Om het verschil te kunnen beoordeelen moest voor beide karakteristieken, van een bepaald percentage worden uitgegaan. Prof. Thijsse heeft hierbij het percentage 1 blijkbaar als criterium aangenomen.

4. Uit het medegedeelde moge blijken, dat het niet mogelijk is om van den golfoplopp te spreken, zonder de frequentie in het geding te brengen. Prof. Thijsse heeft naar aanleiding hiervan mondeling gewezen op het volgende. De golven, die op een dijk aanloopen, hebben een periode, die onder meer afhankelijk is van de breedte van het water vóór den dijk. Zoo bedraagt deze periode:

voor water breed 100 m	1 - 2 sec.
voor benedenrivieren	2 - 4 sec.
voor zeearmen	5 - 8 sec.

Is de periode 6 seconden, dan wil dit zeggen, dat per uur 600 golven tegen den dijk aanloopen. Het zal dus van den duur van den hoogsten stormvloedsstand afhangen om te kunnen beoordeelen, welk percentage van den golfoploop de dijk moet kunnen keeren.

5. Om 95% van de golven te kunnen keeren, moet de dijk volgens het in de figuur 2 aangegeven voorbeeld van het met betonsteenen bezette beloop, waken tot 2,25 m boven den stormvloedsstand. Om 99% van de golven te keeren, moet de waakhoogte reiken tot 2,40 m boven dien stand, of 15 cm hooger. Houdt de hoogste stormvloedsstand ongeveer 30 minuten aan, dan zal dus bij een periode van 6 seconden in het eerste geval een kans zijn tot het over de kruin slaan van in totaal ongeveer 15 golven en in het laatste geval zal er een kans zijn tot het over de kruin slaan van in totaal ongeveer 3 golven. Door de kruin nog hooger te brengen, bijvoorbeeld tot 2,50 m boven den stormvloedsstand, zou de kans op overslag nagenoeg zijn uitgesloten.

6. Men zal er zich evenwel van bewust moeten blijven, dat de hierbij gevolgde gedachtengang zuiver theoretisch is en dat het bepalen van de kansen, waarop een bepaalden golfoploop kan worden verwacht, neerkomt op het geven van een benadering. Dit blijkt ook reeds uit het verspreid liggen van de punten, waaruit de frequentiekarakteristieken zijn samengesteld. In verband met de hierbij gevolgde zienswijze, is het evenwel van belang zich rekenschap te geven van den werkelijken tijdsduur van den hoogsten waterstand tijdens den stormvloed.

7. Om hierin eenig inzicht te geven, zijn in de figuur 3 eenige getijkrommen aangegeven, tijdens den stormvloed van 25 op 26 November 1928 van de stations Zaltbommel, Gorinchem, Dordrecht, Willemstad, Wemeldinge en Vlissingen. Zooals uit de figuur blijkt, zijn de pieken, die den hoogsten vloed aangeven, steil en puntig, waar de getijverschillen groot zijn. Zoo zal dus in de Zeeuwsche stroomen, waar grootegetijverschillen voorkomen, de hoogste stormvloedsstand slechts van korten duur zijn en zal meer noordelijk aan de riviermonden en stroomopwaarts, als gevolg van geringegetijverschillen, de duur van den hoogsten stormvloedsstand gaandeweg toenemen. Bij de bepaling van de waakhoogte van den dijk boven den stormvloedsstand, zal volgens de beginselen van Prof. Thijsse dus hiermede rekening dienen te worden gehouden.

8. Een vraag, die zich hierbij allereerst voordoet, is, òf eenige golfoverslag kan worden toegelaten. In het algemeen wordt deze vraag door dijkbeheerders ontkennend beantwoord. Wel wordt het overslaan van een enkelen uitlooper toelaatbaar geacht, doch men neemt het standpunt in, dat een dijk, die tijdens den stormvloed te lijden heeft van golfoverslag feitelijk te laag is. Het zijn vooral de ondervindingen, die men bij den stormvloed van Januari 1916 in het noorden des lands heeft opgedaan, die tot deze opvatting aanleiding hebben gegeven en die hebben aangetoond, welke groote gevaren schuilen in den golfoverslag tijdens een stormvloed, die optreedt aan het eind van een langdurige regenperiode.

9. In een rapport betreffende het onderzoek naar den toestand der zeeweringen en slaperdijken van de provincie Groningen, dat door den toenmaligen Hoofdingenieur van den Prov.Wat. Ir. J.Kooper in 1917 aan Ged.Staten werd uitgebracht, wordt voor de kruinshoogte van de zeedijken als eisch gesteld, dat bij de hoogste te verwachten stormvloeden, de toppen der golven in het algemeen - d.w.z. afgezien van enkele bijzonder hevige golven - nog ongeveer 30 cm beneden de kruinlijn blijven. Overloop van eenigszins beteekende hoeveelheden water, aldus genoemden Hoofdingenieur, behoort te worden voorkomen, niet zoozeer om het water zelf dan wel, omdat de binnendijksbeloopen tegen zoodanigen overloop in het algemeen niet bestand mogen worden geacht.

10. Deze opvatting stemt overeen met die van Ir. Geers van de Zuiderzeewerken, die als zijn meening te kennen heeft gegeven, dat een overhoogte van 25 cm boven den golfoploop gewenscht is. Wanneer men deze cijfers vergelijkt met het uit het rapport van Prof. Thijsse overgenomen voorbeeld, blijkt, dat zelfs bij hoog oploopende golven een gering verschil ligt tusschen de kans van overslag van 5% van de golven en de kans van overslag van 0,1% van golven en dat een kruinsverhooging van slechts enkele decimeters reeds voldoende kan zijn om tegen golfoverslag nagenoeg gevrijwaard te zijn. Vermoedelijk zal dit de bedoeling zijn waar een zekere overhoogte wordt geeischt, zoodat dit practisch neerkomt op het bepalen van den dijkskruin op een zoodanige hoogte, dat overslag practisch is uitgesloten.

11. In de inleiding, tweede boek, van het Tractaat van Dijckagie door Andries Vierlingh, uitgegeven in 1920, laat de toenmalige Ingenieur der Domeinen in Zeeland, Ir. A.G.Verhoeven, zich over deze aangelegenheid uit als volgt. Het meest, en met het volste recht trouwens, schijnt Vierlingh beducht te zijn geweest voor overslag van water, want bij het "pijlen" der hoogte merkt hij op, dat "de meeste salicheyt hanght aan de hoochte van eenen dijck".

12. Naar op grond van proeven wellicht kan worden ondersteld, zoo lezen wij in het onder 3 genoemde verslag M 151, loopen golven, wanneer zij op een vlakke berm komen, ongeveer tien maal zoo ver door, als in verticale richting langs een beloop. Overslag van de golf behoeft dus niet alleen te worden voorkomen door den dijk hooger te maken, maar dit kan eveneens worden bereikt door de kruin te verbreeden, mits voor een behoorlijke afwatering wordt gezorgd.

13. Blijkens mondeling verstrekte mededeelingen, ziet Prof. Thijsse hierin het voordeel, dat de dijk dan lager kan blijven en in ons lage landschap minder storend werkt, dan een dijk met een hooggelegen kruin, die in vele gevallen het uitzicht op daarachter gelegen terrein voorwerpen ontneemt. Prof. Thijsse is er zich evenwel van bewust, dat indien deze werkwijze werd toegepast, de inhoud van het dijkslichaam belangrijk grooter zou worden en dus veel meer dijkspecie zou moeten worden verwerkt, hetgeen het werk duurder zal maken.

14. Het maken van een dijkskruin met een spitsen vorm, zooals is toegepast bij de verhooging van de Friesche dijken (profielen 4 tot en met 7) en door den Technischen dienst der Domeinen (profielen 16 tot en met 27) heeft niet alleen het voordeel, dat minder grondverzet noodig is, maar geeft tevens meer zekerheid ten aanzien van de afwatering.

§ 16. Factoren, die den golfoploop bepalen.

De golven en dus ook de golfoploop tegen een dijk, worden veroorzaakt door den wind. Zij zijn afhankelijk van de windkracht, die veelal wordt uitgedrukt in een stuwdruk, en gewoonlijk wordt gemeten op 6 m boven het maaiveld, de strijklengte en den hoek tusschen de richting van de wind en die van den dijk. Behalve van den wind is de golfoploop tevens afhankelijk van:

a. de geaardheid van de bekleeding van het beloop;
b. de helling van het beloop;
c. de aanwezigheid van een buitenberm, die het buitenbeloop onderbreekt;

d.

d. de diepte van het water vóór den dijk.

§ 17. Geaardheid van het beloop.

1. Aanleiding tot een reeks van proeven nopens den invloed van de geaardheid van de bekleeding van het buitenbeloop op den golfoploop, waarover het reeds meer genoemde verslag van het Waterloopkundig Laboratorium in Augustus 1941 verscheen, en waaraan het volgende is ontleend, is, dat men bij hevige stormen uit zuidelijke en zuidoostelijke richtingen hinder ondervond van het water, dat als gevolg van den hevigen golfoploop over den binnenberm van den afsluitdijk van het IJsselmeer spoelde (zie profiel 1). De berm ligt op ongeveer 4 m + N.A.P.; de kruinlijn op 3.80 m +. Als gevolg van opwaaiing kan de waterstand op het IJsselmeer tegen den dijk een stand bereiken van ongeveer 1.50 m +, of 2.30 m beneden de kruinlijn. Het beloop ligt onder 2 : 7 en is bezet met betonsteenen.
2. Op het Breezand, waar de bodem ongeveer op 4 m - N.A.P. ligt, kan de waterdiepte dus 5.50 m bedragen. Op de loodrecht aangevallen bloksteenglooiing is de golfoploop dan ruim 3 m. In de omgeving van de Middelgronden ligt de bodem op 6 m - N.A.P. en is de waterdiepte dus 8 m. Bij een windsnelheid van 28 m tot 29 m/s (stuwdruk 5,5 cm waterkolom), kunnen dan golven ontstaan met een periode van ongeveer 5 seconden, met een golflengte van ongeveer 35 m en een hoogte van top tot dal van 2 m tot 2,50 m. De golfoploop is dan 3,50 m.
3. De onderzoekingen waren er dus op gericht om in de bekleeding van het beloop een zoodanige wijziging aan te brengen, dat de maximum golfoploop van naar te verwachten 3,50 m, zou worden teruggebracht tot 2,30 m of wel zou worden gereduceerd met 35%. De verrichte proeven wezen het volgende uit.
4. Vergelijking van golfoploop tegen een geheel glad beloop en een bekleeding met vlakke betonsteenen gaf als resultaat, dat de golfoploop tegen eerstbedoeld beloop 15% grooter is, dan die tegen laatstbedoeld beloop (zie figuur 2). In het rapport wordt hierbij opgemerkt, dat de vermindering in den golfoploop gedeeltelijk haar oorzaak vindt in de ruwheid van de bloksteenen, doch waarschijnlijk ook in het feit, dat bij het oploopen van een golf, een deel van het water tusschen de steenen dringt.
5. Proeven zijn genomen met het aanbrengen van uitsteeksels op het beloop van den meest samengestelden vorm. De meest eenvoudige hiervan, de zoogenaamde constructie Leendertse, die bestaat in een trapglooiing met trappen van 14 cm hoogte, gaf ten opzichte van de betonsteenen een reductie van 10%. De uitsteeksels van meer ingewikkelden vorm, gaven nauwelijks een beter resultaat; de grootst gemeten reductie was 13½%.
6. Tenslotte werden nog proeven genomen met een zoogenaamden valkuil, waarin de golf als het ware wordt opgevangen, in verscheidenheid van vormen. De maximum hiermede verkregen reductie was ongeveer 25% ten opzichte van de bekleeding met alleen betonsteenen. De constructies zijn allen tamelijk samengesteld en kostbaar en daarom voor praktische toepassing ongeschikt. Alleen de constructie-Leendertsche, afgebeeld in de figuur 4, zou in uitzonderlijke gevallen toepassing kunnen vinden.
7. Resumeerend kan worden aangenomen, dat ten opzichte van een geheel glad beloop, bij een beloop met voegen, zooals een bezetting met betonsteenen of met basaltzuilen, de golfoploop ongeveer 15% minder is en dat bovendien een reductie van 10% wordt verkregen met het systeem Leendertse. Het verminderen van den golfoploop door wijziging in de geaardheid van de bekleeding van het beloop, is dus tamelijk beperkt.
8. Met betrekking tot de methode om den golfoploop als het ware af te remmen, moet nog worden gewezen op het systeem om een paalwerk aan te brengen, waardoor de golf wordt gebroken. Vooral in vroeger jaren vond deze constructie toepassing. Een voorbeeld hiervan is de Hondsbossche Zeewering, waarover de toenmalige Ingenieur der 1e klasse van 's Rijks Waterstaat J.F.W.Conrad een verhandeling heeft gegeven, ter beantwoording van een in 1864 uitgeschreven prijsvraag. Blijkens de §§ 136 en volgende van deze verhandeling, was de zeewering destijds verdedigd met hoofden, die aan de landzijde waren verbonden door een gesloten paalwerk. Dit deed eenerzijds dienst om het ontstaan van achterloopsheid om de hoofden tegen te gaan en anderzijds om den achter dit werk liggenden zanddijk tegen het water te beschermen. Op voorstel van Conrad is het gesloten paalwerk door een open paalwerk vervangen en heeft men den zanddijk van een bekleeding voorzien. Dit paal-

werk

werk, dat als de golfbreker moest dienst doen, heeft men later verwijderd. Een der bezwaren schijnt te zijn geweest, dat bij ontzetting der palen door den golfaanval, de steenglooiing, waarin de palen waren geplaatst, tevens werd aangetast. Alleen bij een gedeelte van de zeewering van 110 m lengte, tusschen Hoofd 1 en de Rijkswering, treft men nog een open paalscherm aan (zie profiel 8). Dit is aangebracht in 1933 en geconstrueerd van gewapend beton. De kosten hebben toen ongeveer *f* 8000 bedragen. De aanwezigheid van dit scherm is mede oorzaak, dat plaatselijk met een lagere dijkskruin kan worden volstaan, dan het overige deel van de zeewering (zie profiel 9).

§ 18. Helling van het beloop.

1. De proeven in het Waterloopkundig Laboratorium hebben uitgewezen, dat de golfoploop toeneemt, naarmate het beloop steiler wordt. Bij een helling van het beloop van 2 : 7, bereikt de golfoploop een hoogte, die ongeveer 4 maal de golfverheffing buiten bedraagt (zie figuur 5). Wordt het beloop steiler dan 1 : 3, aldus het verslag Staatscommissie Zuiderzee, dan houdt de breking van de golf op het beloop op en begint terugkaatsing, waarbij door interferentie een onregelmatige beweging optreedt, en de golf nu en dan uitschiet tot 4 à 5 maal de golfverheffing.
2. Volgens de mededeeling van Prof. Thijsse is de golfoploop tegen een beloop, waarvan de helling ligt tusschen 1 : 3 en 1 : 8, ongeveer evenredig met de tangens van den hoek, die het beloop maakt met een horizontaal vlak. Verflauwt men dus een beloop van 2 : 7 ($tg\,\alpha = 0{,}286$) tot 1 : 5 ($tg\,\alpha = 0{,}200$), dan wordt de golfoploop volgens Prof. Thijsse daardoor dus verminderd met ongeveer 30%.

§ 19. Aanwezigheid van een buitenberm.

1. Een buitenberm, die het buitenbeloop onderbreekt, is door A.Caland in Zeeland ingevoerd in het jaar 1838, bij de verbetering van de zeedijken der calamiteuze polders. Een beschrijving hiervan komt voor in: Proeve ter beantwoording van eenige aan het Zeeuwsche Genootschap ingezonden vragen betreffende eenige belangrijke punten der aan zee of aan de monden der rivieren liggende polders (Archief Zeeuws Genootschap, Deel I, stuk V, 1862, blz.114). Caland beoogde hiermede in de eerste plaats besparing op het grondverzet, door de in figuur 6 gearceerd aangegeven driehoek aan het profiel te onttrekken. Als neven voordeel voert hij aan, dat verscheidene oeverafschuivingen of zoogenaamde vallen tot in den buitenberm zijn doorgedrongen, doch dat deze het eigenlijke hooge dijkslichaam niet hebben bereikt, waardoor de hoofdwaterkeering onbeschadigd bleef.
2. Naar de meening van Prof. Thijsse wordt de golfoploop met ongeveer 25% verminderd, wanneer een buitenberm wordt aangebracht op s.v.-hoogte en deze een breedte verkrijgt van ongeveer $\frac{1}{4}$ van de golflengte.
3. Als een duidelijke illustratie van den invloed, die van den buitenberm uitgaat op den golfoploop, moge dienen de waarnemingen, die door den huidigen directeur van den Technischen Dienst der Domeinen, ir. A.G.Verhoeven, daags na den storm van 25 op 26 November 1928 zijn verricht aan den hoogwaterkeerenden zeedijk van den Hogerwaardpolder aan de Oosterschelde. Deze dijk, waarop de profielen 21 en 22 met bijbehoorende situatie betrekking hebben, had in 1924 een verbetering ondergaan, waarbij de dijkskruin was verhoogd en aan de binnenzijde een verzwaring was aangebracht. Het buitenbeloop was geheel onberoerd gelaten. De hoogste stand is bij dezen stormvloed vermoedelijk geweest 4.60 m + N.A.P.
4. Bij een nauwkeurige beschouwing van de hoogteligging van het vloedmerk blijkt, dat er een nauw verband bestaat tusschen den golfoploop en de hoogteligging van den buitenberm. Waar deze daalt onder den S.V.-stand, is de golfoploop grooter en waar deze den S.V.-stand meer nabij komt, is de golfoploop kennelijk minder.
5. Uit het lengteprofiel blijkt eveneens duidelijk het verband tusschen den golfoploop en de ligging van den dijk ten opzichte van den storm en de hoogteligging van het voorland, dat de afwisseling vertoont van begroeide schorren en lage slikken. Waar het water zich met volle kracht door de lage slik bij de suatiegeul op den dijk heeft kunnen werpen, is deze het meest aan den aanval blootgesteld geweest en is een beschadiging aangebracht, die bijna een dijkbreuk tengevolge had.
6. Op grond van de opgedane ervaring, is de dijk daarna aan de buitenzijde verzwaard

zwaard en de buitenberm is daarbij nagenoeg gebracht op de hoogte van den hoogsten stormvloedsstand. Teneinde de teenconstructie zooveel mogelijk te kunnen sparen, heeft men den berm noodgedwongen aangelegd onder 1 : 6. Naar de meening van ir. Verhoeven is voor den buitenberm een helling onder 1 : 12 tot 1 : 14 de meest gewenschte. Bij den Provincialen Waterstaat van Zeeland wordt de buitenberm bij voorkeur gelegd onder een helling van 1 : 14.

§ 20. Diepte van het water vóór den dijk.

1. Bij het berekenen van den golfoploop, gaat Prof. Thijsse uit van een standaardgeval, gekenmerkt door een beloop onder een helling van 2 : 7, een strijklengte $L = \infty$ en een hoek tusschen de windrichting en de richting van den dijk $\alpha = 90^\circ$. Voor dit geval kan de golfoploop z worden gesteld op ongeveer

$$z = 5.d^{\frac{1}{2}}.s^{\frac{1}{2}}.$$

In deze formule, waarin alle waarden worden uitgedrukt in meters, stelt s voor de stuwdruk, veroorzaakt bij een zekere windsnelheid, gemeten op een hoogte van 6 m boven het maaiveld, en d de diepte van het water vóór den dijk.

2. Om den golfoploop tevens te kunnen bepalen voor gevallen, waarbij de windrichting van den loodrechten stand op den dijk afwijkt, wordt een reductiefactor ingevoerd met gebruikmaking van de hiervolgende tabel:

	α =	90°	60°	45°	30°	15°	0°
factor voor:	continu buitenbeloop	1,00	0,97	0,92	0,75	0,35	0,30
	buitenbeloop met berm	1,00	0,68	0,55	0,42	0,33	0,30

Bij de afwijking van den loodrechten stand is het als het ware, alsof de berm breeder wordt en het beloop flauwer. Uit de omstandigheid, dat de golfoploop, bij afwijking van de windrichting van den loodrechten stand, meer afneemt wanneer een berm in het buitenloop aanwezig is, zou men dus geneigd zijn de conclusie te trekken, dat verbreeding van den berm meer bijdraagt tot het reduceeren van den golfoploop, dan verflauwing van het beloop.

3. Om den golfoploop tenslotte te kunnen bepalen voor strijklengten die niet voldoende zijn om de golven tot hun volledige ontwikkeling te laten komen, wordt een reductiefactor ingevoerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van de in figuur 7 aangegeven verhouding tusschen dezen factor en de strijklengte voor een bepaalde waterdiepte en een bepaalde windsterkte, in dit geval van den stuwdruk s = 0,04 m. In de figuur wordt aangegeven, hoe de reductiefactor bij ongelijke waterdiepte vóór den dijk wordt bepaald.

4. Prof. Thijsse teekent hier evenwel bij aan, dat in elk van deze gegevens een vrij groote mate van onzekerheid schuilt en dat door het verzamelen van gegevens wordt getracht om de onzekerheden te verminderen. Er dient ook mede rekening te worden gehouden, dat de in deze paragraaf gegeven formule voor den golfoploop en de reductiefactoren nog aan verandering onderhevig zijn, om ze in overeenstemming te doen zijn met de op dit gebied geleidelijk aangroeiende kennis.

§ 21. Inklinking en zetting van de zate.

1. In het bovenstaande werd er reeds op gewezen, dat voor de samenstelling van het dijkslichaam in de meeste gevallen overwegend zand als ophoogmateriaal zal worden gebruikt. De hierbij te verwachten klink is voornamelijk afhankelijk van de wijze, waarop dit materiaal wordt aangebracht. Ook de zandsoort is hierbij van invloed.

2. Wordt het zand opgebracht in den droge, dan zal dit materiaal aanvankelijk een tamelijk losse pakking verkrijgen, met het gevolg, dat in den eersten tijd na de voltooiing van den dijk een vrij belangrijke inklinking te verwachten is. Afhankelijk van de wijze van aanbrengen, kan deze worden gesteld op 5% tot 10%.

3. Een opgespoten zandlichaam daarentegen, heeft een belangrijk dichtere pakking. In vele gevallen zal deze zoodanig zijn, dat de inklinking practisch kan worden verwaarloosd.

4. Behalve zand zal ook klei bij den dijksbouw worden verwerkt. Evenals bij zand is de inklinking afhankelijk van de samenstelling en van de wijze van aanbrengen. van dit materiaal. In vele gevallen wordt aangenomen, dat deze ongeveer 12½% bedraagt.

5. De te verwachten zetting van de zate wordt meestal bepaald aan de hand van een grondmechanisch onderzoek. Hiertoe worden in een diagram ten opzichte van

de

de zich in den ondergrond bevindende lagen van verschillende grondsoorten, de verticale grondspanningen vóór en na de opbrenging, alsook de waterspanning, horizontaal uitgezet, zoodat de oorsponkelijke en toekomstige korrelspanningen bekend zijn. Met gebruikmaking van de elasticiteitswet van Von Terzaghi, kan dan de zetting worden berekend.

6. Teneinde na te gaan welke waarde aan deze berekening kan worden toegekend, zal het aanbeveling verdienen om bij het maken van dijken zakbakens te plaatsen, zoodat het verloop van de zetting van de zate kan worden gere gistreerd. De uitkomsten hiervan zullen zeer nuttige gegevens kunnen bevatten voor den aanleg van dijken in overeenkomstige of nagenoeg overeenkomstige omstandigheden.

IV. D i c h t h e i d

§ 22. Afdekking van het dijkslichaam met een kleilaag.

1. In het voorgaande werd er op gewezen, dat het in verband met de draineering gewenscht is, om het dijkslichaam zoo samen te stellen, dat het water, dat zich daarin bevindt, den dijk aan den hiel gemakkelijk kan verlaten. Omgekeerd is het een gebiedende eisch om den dijk zoo te construeeren, dat het water van buitenaf niet of althans met moeite in het dijkslichaam kan doordringen.

2. Om hieraan te voldoen, is het noodzakelijk, dat het buitenbeloop wordt voorzien van een laag grond van geringe doorlatendheid, die als regel zal bestaan uit klei. De waterdichtheid wordt hierbij bevorderd door klei te gebruiken van de gewenschte samenstelling en door de kleilaag voldoende dik te maken. Uit de mededeeling inzake de doorlatendheidscoëfficient voor klei, gegeven onder 3 van § 8, moge blijken hoezeer deze kan verschillen.

3. In het algemeen zal men de klei moeten gebruiken, die ter plaatse te verkrijgen is. Is deze in de nabijheid niet in voldoende hoeveelheid in het terrein aanwezig, dan zal moeten worden overwogen deze specie te ontleenen aan bestaande dijken.

4. De klei moet zoodanig zijn, dat deze bij afgifte en opname van water weinig krimpt en zwelt, aangezien de laag na perioden van groote droogte barsten zou kunnen gaan vertoonen, waardoor de samenhang en daarmede de waterdichtheid verlofen zou gaan. In verband hiermede schijnt het verwerken van te vette klei te moeten worden ontraden; gebrek aan dit materiaal zal evenwel in de meeste gevallen nopen om te gebruiken wat plaatselijk beschikbaar is. Om te laten zien doe groot de verschillen zijn, die bij krimp kunnen optreden, laat Ir. Huizinga in figuur 157 (blz. 198) van zijn boek Grondmechanica eenige resultaten zien van krimpproeven op monsters van klei, die bestemd was voor dijksbekleeding.

5. Van belang voor de waterdichtheid is de wijze waarop de klei wordt verwerkt. In de in par. 1 genoemde Handleiding wijst Caland er op (par.19, b, blz.37), dat de klei indien deze in onregelmatige stukken op elkaar wordt geworpen, aan het water gelegenheid biedt om er tusschen door te dringen. De klei moet daarom worden aangetreden en met zorg worden gescherfd.

6. Het scherven van de klei is tevens van belang voor de begroeiing van het beloop. Indien zich op het beloop een goede grasmat kan ontwikkelen, wordt de kleilaag tegen uitdroging beschermd en wordt de waterdichtheid bevorderd. Het is daarom van belang, dat bij den aanleg aan de grasmat de grootst mogelijke aandacht wordt besteed.

7. Bij het maken van verbeteringen aan de rivierdijken in de provincie Gelderland, na het hooge water van 1926, wordt daar veelal als eisch gesteld, dat alvorens de afkomende grasmat opnieuw wordt aangebracht, het beloop wordt afgedekt met een dunne laag kruimelaarde, een benaming voor verweerde klei. Bij bezaaien, dient men zich rekenschap te geven van de keuze van het graszaad. Deskundige voorlichting kan hierbij gewenscht zijn.

8. Van belang voor de waterdichtheid is ten slotte, dat de kleilaag op het buitenbeloop in goede aansluiting wordt gebracht met de kleilaag buiten den teen. Bevorderlijk hiertoe is het maken van een zoogenaamde kielspit, zooals is aangegeven in de profielen 11 en 37.

9. Een nevenvoordeel van de kielspit of kielsponde is, dat eenig verband wordt gelegd tusschen het dijklichaam en de zate en dat aldus de kans op het ontstaan van onderloopschheid wordt verminderd. Bij den Technischen Dienst der Domeinen is het bij den aanleg van dijken in Zeeland gebruikelijk om bovendien tusschen dijksteen en dijkshiel, evenwijdig aan de kruinlijnen, eenige kielspitten aan te brengen

gen

gen, voordat met het aanbrengen van het dijkslichaam wordt aangevangen.
10. Deze kielspitten zijn 30 cm diep, verkrijgen een bodembreedte van 20 cm en beloopen van 1 : 1. Het aantal van deze spitten is eenigszins afhankelijk van de breedte van de zate; gewoonlijk is dit aantal drie. Aan het maken van deze kielspitten wordt bij genoemden dienst de voorkeur gegeven boven de werken, die zijn voorgeschreven in het tweede en derde lid van par.112 van de A.V. Men heeft de ervaring opgedaan, dat het te voren omspitten van den grondslag het terrein veelal onbegaanbaar maakt, zoodat de werkzaamheden hier hinder van ondervinden.

§ 23. Dikte van de afdekking met klei.

1. Over de dikte van de aan te brengen kleibekleeding loopen de meeningen een weinig uiteen. Bij een bespreking ter voorloopige bepaling van dijksprofielen voor de provinciën Zuid-Holland en Noord-Brabant, die op 27 Juni 1940 plaats vond onder voorzitterschap van den Hoofdingenieur van den Provincialen Waterstaat van Zuid-Holland Ir. L.T.van der Wal, is als dikte van de kleibekleeding aan het buitenbeloop en op de kruin aangehouden 75 cm en aan het binnenbeloop 50 cm. Deze maten worden door de waterstaatsdiensten van beide genoemde provinciën gevolgd. Is niet voldoende klei beschikbaar, zooals zich onder meer voordoet bij voorgenomen dijksverbeteringen op de Hoeksche Waard, tegenover Willemstad, dan worden genoemde maten teruggebracht tot 60 cm en 40 cm.
2. Bij den Provincialen Waterstaat van Zeeland wordt een kleidikte van 50 cm aan het buitenbeloop en van 30 cm aan het binnenbeloop voldoende geacht.
3. Ir. Verhoeven acht een kleilaag van 50 cm dikte aan het buitenbeloop eveneens voldoende en is zelfs van meening, dat een dikte van 20 cm voor de kleiafdekking aan het binnenbeloop voldoende is. De taak, die aan de kleiafdekking aan het binnenbeloop is toebedeeld, aldus Ir. Verhoeven, is geen andere dan gelegenheid geven voor het ontstaan van een deugdelijke grasmat.
4. Bij den Technischen Dienst der Domeinen zijn deze afmetingen ook toegepast in 1918 bij de inpoldering van den Dijckmeesterpolder (profiel 16), waarvan een beschrijving voorkomt in De Ingenieur van 15 Maart 1924.
5. Bij de inpoldering van den Hellegatpolder in 1925, is de kleiafdekking op het buitenbeloop slechts 40 cm dik (profielen 17 en 18). Bij latere inpolderingen, zooals die van den Biesboschpolder in 1926 (profielen 19 en 20) en den Ouden Bospolder in 1939 (profielen 23 en 24) en bij de thans in uitvoering zijnde inpolderingen op Rozenburg (profielen 25, 26 en 27) is de dikte van de kleiafdekking van het binnenbeloop aangehouden op 30 cm.
6. In navolging van de aanwijzingen vanwege het Hoogheemraadschap Schieland, stelt de gemeente Rotterdam bij de voorgenomen dijksverbeteringen voor, een kleiafdekking van 70 cm dikte aan het buitenbeloop, van 50 cm dikte aan de kruin en van 30 cm aan het binnenbeloop. Desgevraagd deelde de Ingenieur van Schieland, Ir. W.N.van Nooten, mede, dat de hoogere eisch aan de kleidikte mede zijn oorzaak heeft in de navolgende overweging.
7. In tegenstelling met de dijken in de provincie Zeeland, liggen de dijken van Schieland en Delfland over groote lengten door bebouwde kommen. Het gevolg hiervan is, dat de dijken op groote schaal worden gebruikt voor het leggen van kabels en leidingen, zoodat voor openbare werken voortdurend in het dijkslichaam wordt gewroet. Het telkens openmaken van sleuven, zoowel in lengterichting als loodrecht op den dijk, heeft tengevolge, dat de beheerders van deze dijken weinig vertrouwen stellen in de waterdichte afdekking van een kleilaag op een dijkslichaam van zand. Nu er, in tegenstelling met vroeger, toen de dijken geheel van klei werden gemaakt, toe moet worden overgegaan om de dijken overwegend van zand samen te stellen, tracht men het nadeel van de ligging door bebouwde kommen te compenseeren, door hoogere eischen te stellen aan de waterdichte afdekking. Men heeft daarbij overigens het voornemen om kabels en leidingen uit het dijksprofiel te weren.

V. Weerstand tegen stroom en golfslag

§ 24. Voorland.

1. In de handleiding tot de kennis der waterbouwkunde door D.J.Storm Buysing, 1e deel, wordt gewezen op het belang van de aanwezigheid van buiten de waterkeering gelegen voorland, waaronder dan wordt verstaan het land, dat buitendijks te voorschijn komt bij laag water. Algemeen leert de ondervinding, zoo schrijft Storm

Buysing

Buysing in par.686, dat de dijken onmiddellijk langs denoever liggende, veel meer te lijden hebben, dan die welke meer binnenwaarts liggen en eenig voorland hebben: en hoezeer ook de gevoelens mogen verschillen omtrent de minimum aan het voorland te geven breedte, alle deskundigen stemmen hierin overeen, dat bij den aanleg van nieuwe dijken voor de aanwezigheid van voorland moet worden gezorgd.
2. Storm Buysing haalt vervolgens Caland aan, waar deze in zijn genoemde handleiding voor de voorlandsbreedte voor zeedijken, die gunstig gelegen zijn, 200 ellen opgeeft en voor ongunstig gelegen dijken 300 ellen, gemeten uit den rand van gewoon laag water, en besluit in par.687 als volgt.
3. Bij de beoordeeling van de breedte van het voorland zal moeten worden gelet op de plaatselijke omstandigheden, zooals de ligging van den dijk ten opzichte van den stroom en de heerschende winden. Aangeraden wordt voor zeedijken bij de ongunstigste gevallen een breedte van 300 tot 375 ellen uit de laagwaterlijn, en een breedte van 160 tot 200 ellen bij gunstige omstandigheden.
4. Bij groote rivieren op de gevaarlijkste punten, zooals aan de monden, wordt 150 ellen voldoende geacht en deze breedte kan geleidelijk aan verminderen tot 40 à 50 ellen, naar gelang van de min of meer gunstige ligging der dijken of de geringere breedte en belangrijkheid der rivieren.
5. In par.713 van zijn handleiding wijst Storm Buysing er vervolgens op, dat niet alleen moet worden gelet op de aanwezigheid van voorland bij den aanleg van den dijk, maar eveneens op het behoud van dit land. Wordt dit door den stroom of den golfslag aangetast, dan zullen voorzieningen aan den oever moeten worden getroffen om verder afbreken te voorkomen. Een dijk zonder voorland moet met kostbare middelen worden verdedigd en hoe groot de kosten voor de oeververdediging ook mogen zijn, zoo blijven deze altijd ver beneden die voor den dijk zelve.
6. Van zeer groot belang voor den dijk moet niet alleen worden geacht, dat het terugwijken van den oever wordt tegengegaan en zoodoende versmalling van het voorland wordt voorkomen, doch ook de begroeiing van dit voorland. Een oordeelkundige beplanting met griend, heeft veelal het voordeel, dat afslag van het voorland althans wordt beperkt; voorts, dat de aanslibbing wordt bevorderd en tenslotte, dat de vernielende werking van den golfaanval op den dijk wordt getemperd.
7. Een merkwaardig voorbeeld van de wijze, waarop zulk een griendbeplanting, schutakker genaamd, haar beschermende diensten aan de waterkeering bewees, deed zich voor bij den dijk van den langs de Amer gelegen Vegetaspolder (profiel 28). Bij den stormvloed van 7 April 1943 was het waterbeloop van dien dijk, dat was voorzien van een grasmat, op de plaatsen, waar de griend juist was gekapt, zwaar beschadigd; op sommige plaatsen was de aanwezige kleilaag geheel weggeslagen en kwam het zand te voorschijn. Waar het griendhout echter was blijven staan, waren de beschadigingen beduidend minder.
8. Deze late voorjaarsstormvloed heeft aangetoond, dat het voordeelen heeft om op het voorland twee schutakkers achter elkaar aan te leggen, die dan beurtelings kunnen worden gekapt.
9. In bepaalde gevallen kan worden overwogen om ook andere gewassen, als riet of biezen voor de beplanting van het voorland te bestemmen. Bij de beoordeeling of de aanplant van een bepaald gewas kans heeft op goede resultaten, dient onder meer rekening te worden gehouden met den overspoelingsduur en het zoutgehalte van het water. Onderzoekingen op dit gebied zijn nog gaande en worden verricht vanwege de Landwinningscommissie.
10. In par.10, onder 4, werd er reeds op gewezen, dat het in het algemeen aanbeveling zal verdienen om de kleilaag buitendijks zooveel mogelijk onaangetast te laten, teneinde te voorkomen, dat als gevolg van het verwijderen van deze laag kans op onderloopschheid zou kunnen ontstaan. Bij het halen van specie voor den dijksbouw zal hier dus op moeten worden gelet. De werkwijze, die bij het maken van inpolderingen in kleirijk gebied veelal is toegepast, is als volgt.
11. Met specie uit het toekomstige voorland gaat men eerst over tot het maken van de zoogenaamde voorversching. Dit is een onderdeel van den dijk, dat dient om als waterkeering dienst te doen tijdens den bouw en waarvan de hoogte dus wordt bepaald, in verband met de te verwachten waterstanden in het gunstige seizoen.
12. In zijn inleiding bij het Tractaat van Vierlingh schrijft Ir. Verhoeven, dat de voorversching vroeger werd gemaakt onder het binnenbeloop. Aangezien dit beloop in den tijd van Vierlingh, die leefde in de zestiende eeuw, werd opgezet onder 4 : 5, kon men zonder veel grondverzet de voorversching spoedig op de gewenschte hoogte brengen. Ir. Verhoeven wijst er op, dat de voorversching thans

veelal wordt aangelegd ter plaatse van het buitenbeloop.
13. Nadat de voorversching gereed is, worden zoogenaamde verschkaden gemaakt, om de gedeelten van het voorland, waaraan de specie wordt ontleend. De te verrichten ingravingen blijven tenminste 10 m verwijderd van den toekomstigen dijksteen en worden gemaakt onder een beloop van niet steiler dan 1 : 5. Nadat de dijksbouw is voltooid, worden de verschkaden geheel of gedeeltelijk geslecht en wordt aan de putten een deugdelijke afwatering gegeven. Het is uiteraard van belang voor den dijk, dat deze putten dichtslibben. Maatregelen om deze te bevorderen mogen niet achterwege blijven.
14. Bij de inpolderingen van den Koningin Emmapolder aan de Eems ten noorden van Uithuizen en Uithuizermeeden, die nog in uitvoering is en waarop betrekking hebben de profielen 10 en 11, is de dijk opgespoten van zand. Voor het verkrijgen van de specie heeft men op 50 m buiten den dijksteen in het zand een geul gebaggerd. In de beschrijving van de schade, die aan deze werken is aangebracht bij den stormvloed van 7 April 1943, merkt de Hoofdingenieur dr. J.van Veen op, dat voor den dijk ter plaatse van deze geul langen tijd een ondiepte zal blijven, die voor den dijksteen gevaar zal kunnen opleveren. Maatregelen ter bevordering van het dichtslibben van deze geul verdienen ook hier aanbeveling.
15. In het algemeen moet het voor den dijk als een gelukkige omstandigheid worden beschouwd, wanneer het water bij eb volledig kan afvloeien. Deze afwatering is gewoonlijk gewaarborgd, indien het voorland tevens wordt bestemd tot griendgrond. In het voorland worden dan slooten gebaggerd en met den uitkomenden grond worden ophoogingen gemaakt, waarop de wilgen worden aangeplant.
16. Voor den dijk verdient het aanbeveling, dat de slooten loodrecht op den dijk worden aangelegd, met een zeker verval naar het water. Slooten evenwijdig aan den dijk zijn, vooral wanneer deze komen te liggen nabij den dijksteen, bepaald ongewenscht. In dit verband moge worden verwezen naar hetgeen ten aanzien van de stabiliteit van het dijkslichaam is medegedeeld aan het eind van par. 7.

§ 25. Verdediging van het waterbeloop.

1. In zijn handleiding tot de kennis van den dijksbouw, par.31, blz.56, schrijft A.Caland, dat zeedijken, die door elken stormvloed, in het vóór- en najaar, hooger dan de gewone springvloeden reikende, worden beloopen, en waarop alsdan zelfs eenige golfslag plaats heeft, een helling behooren te hebben van niet steiler dan 1 : 4 om de grasnerf in staat te stellen het dijksbeloop te verdedigen.
2. Indien evenwel iedere gierstroom het dijksbeloop bespoelt, ook al is er weinig beweging in het water, dan kan er geen gras tieren en moet het dijksbeloop door andere middelen worden verdedigd.
3. En vervolgens op blz.57 geeft Caland de volgende mededeeling. Alleen door gras verdedigde dijken vindt men vooral in Zeeland:
waar buitendijks eenige schor aanwezig is;
waar de dijken eenigszins van de stormstreken zijn afgekeerd;
waar het waterbeloop ligt onder een helling van niet steiler dan 1 : 4.
4. Naar aanleiding hiervan moge worden gewezen op de dijksverbetering Dongemond-Drimmelen, langs den zuidelijken oever van de Bergsche Maas (profiel 29), waarbij een onverdedigd beloop is toegepast, ofschoon de dijk tamelijk ongunstig ligt ten opzichte van de stormstreek. Uit vrees blijkbaar, dat bij beschadiging aan de grasmat, de aanwezige klei zou blijken onvoldoende te zijn, heeft men den dijk aan den teen voorzien van een kleidam. Bij voorstellen voor de indijking van de Noordbrabantsche Biesbosch, heeft men op gelijke wijze een kleidam aan den dijksteen geprojecteerd (profielen 35 en 36). De klei doet hier dus niet uitsluitend dienst als dichting, doch vormt een zekere reserve voor het geval, dat de grasmat mocht blijken niet bestand te zijn tegen de vernielende werking van het water.
5. Een nevenvoordeel van dezen kleidam aan den dijksteen, die feitelijk kan worden beschouwd als een voorversching, is, dat deze kan worden gebruikt als spuitkade tijdens het opbrengen van het zandlichaam. Noodzakelijk is deze spuitkade van klei evenwel niet. Ware dit toch het geval, dan zou ook aan den dijkshiel zulk een kade moeten worden aangebracht. Bij de inpoldering van den Dijckmeesterpolder (zie hierboven in par.23, onder 4) werd bij het opspuiten aanvankelijk gebruik gemaakt van kleidammetjes, doch naderhand maakte men kaden van zand, waarbij ter versteviging het vrijwel waardelooze koolzaadstroo werd gebruikt.
6. In verband met de in het tweede lid van deze paragraaf weergegeven meening

van

van A.Caland, verdient het door den Hoofdingenieur P.Ph.Jansen voor de inpoldering van de Noordbrabantsche Biesbosch voorgestelde profiel de aandacht (profiel 38). Daarbij wordt voorgesteld om aan den dijksteen een waterbeloop aan te brengen onder 2 : 3 en dit te verdedigen met een steenbezetting. Voorgesteld wordt om deze steenbekleeding op te zetten tot 0,75 m + M.V.

7. Voor Willemstad ligt gemiddeld H.W. op 1,29 + N.A.P. Wanneer van het jaar 1940 de hoogwaterstanden tijdens storm worden uitgeschakeld, bewoog het springtij-hoogwater zich te Willemstad tusschen 1,18 m + en 1,95 m + N.A.P. Indien dus een andere verdediging dan gras wordt vereischt voor dat deel van het waterbeloop, dat door den gierstroom wordt bespoeld, zou de steenzetting moeten reiken tot ongeveer 2 m + N.A.P. of wel ongeveer 75 cm boven M.V., zooals de Hoofdingenieur Jansen voorstelt. In het jaar 1940 is springtij-hoogwater tijdens storm slechts driemaal hooger geweest dan 2 m + N.A.P. Mits geen andere beletselen aanwezig zijn, zooals een te hoog zoutgehalte, kan dus worden aangenomen, dat zich bij de waterstanden, zooals die voorkomen te Willemstad, boven 0,75 m + M.V. een goede grasmat zal kunnen ontwikkelen. Om soortgelijke overwegingen wordt in Zeeland de steenzetting op het waterbeloop opgetrokken tot 1,50 m à 2 m + G.H.W.

8. Indien evenwel niet wordt voldaan aan de voorwaarden, die Caland stelt en die genoemd zijn in deze paragraaf onder 3, kan het noodig zijn om de steenzetting hooger te laten reiken. Men komt dan tot het profiel, zooals de Prov.Wat. van Noord-Brabant voorstelt voor de bedijking Willemstad-Fort Sabina en dat is weergegeven als profiel 33.

9. In beide profielen is de steenzetting over eenige breedte op den berm voortgezet. In Zeeland neemt men hiervoor een minimum breedte van 90 cm. Naar de vanwege den Prov.Wat. in deze provincie gegeven meening, is de kans op een deugdelijke aansluiting van de grasmat aan de steenzetting op een berm grooter, dan op een beloop. De oorzaak hiervan moet hierin worden gezocht, dat de grasmat op een beloop bij de aansluiting aan den kop van de glooiing bij stormvloeden bloot staat aan beschadiging. Beschadigingen van dezen aard zijn na den stormvloed van 7 April 1943 op verschillende plaatsen vastgesteld.

10. Ter besparing van kosten zal er in het algemeen naar worden gestreefd, om de strook van het beloop, die met steen wordt verdedigd, zoo smal mogelijk te maken. Aangezien de steenglooiing reikt van den dijksteen tot een bepaalde hoogte boven N.A.P., die ten opzichte van te verwachten waterstanden wordt bepaald, zal men dus geneigd zijn om het verdedigde waterbeloop zoo steil mogelijk op te zetten. In de inleiding bij het Tractaat van Vierlingh, geeft Ir. Verhoeven als gewenschte helling voor het met een steenglooiing verdedigde beloop 1 : 2 tot 1 : 3. Wanneer dit beloop evenwel aan sterken golfaanval bloot staat, kan het aanbeveling verdienen om de helling flauwer te maken, want hoe flauwer het waterbeloop helt, hoe minder de steenzetting van de golven heeft te lijden. Bij den Technischen Dienst der Domeinen volgt men thans veelal een beloop van 1 : 3.

11. De steenglooiing wordt aan den teen gesteund door een palenrij. Deze kan onmiddellijk aan den teen worden geplaatst, zooals voorkomt in de profielen 20, 21, 23, 24, 26 en 33; eveneens kan de methode worden gevolgd, die bij de Zuiderzeewerken wordt toegepast, waarbij de steenglooiing aan den teen in een horizontaal gedeelte overgaat alvorens tegen de palenrij aan te sluiten (zie het profiel 2). Deze constructie is kostbaarder, doch biedt het voordeel, dat de zijdelingsche druk tegen de paalrij aan den teen wordt verminderd. Alle constructies stemmen er in overeen, dat de palen verticaal worden geplaatst.

12. De verschillende mogelijkheden om de steenglooiing aan de bovenzijde met een palenrij op te sluiten, zijn in de evengenoemde profielen aangeduid. Het schijnt aantrekkelijk om, ter verkrijging van een goede aansluiting van de grasmaat aan de steenzetting, deze niet op te sluiten, zooals profiel 20 aangeeft, doch bij voorkeur, zooals in profiel 26 is aangegeven. De gecreosoteerde houten palen toch zullen, naar het wil voorkomen, plaatselijk het bacteriënleven dooden, zoodat de grasmat juist tegenwerking in den groei zou ondervinden op de plaats, waar deze het meest kwetsbaar is. Bij toepassing van een betonnen opsluitband is daarentegen te verwachten, dat de grasmat zich aan dit kalkrijke materiaal zal hechten.

13. Bij het aanbrengen van steenglooiingen doet zich de vraag voor of het zin heeft om behalve de afsluitende paalrijen aan den teen en aan het boveneinde, nog andere paalrijen, hetzij evenwijdig aan de evengenoemde of loodrecht daarop, aan te brengen. In het proefschrift Stranden en Strandverdediging schrijft de toenmalige Ingenieur van den Dr. Ir. waterstaat L.R.Wentholt, dat aan deze paalrijen bij de constructie

structie van strandhoofden de volgende nuttige eigenschappen kunnen worden toegeschreven:
zij brengen de stooten, die de golven aan het hoofd toebrengen, over op den ondergrond;
wanneer onverhoopt een bres in het beloop wordt geslagen, blijft de stormschade beperkt tot een bepaald vak.

14. Zonder aan de waarde van dit laatste argument te kort te doen, aldus de schrijver, moet daar tegenover worden gesteld, dat:
het aanbrengen van deze paalrijen duur is;
door de aanwezigheid van deze paalrijen het maken van goed zetwerk zeer wordt bemoeilijkt;
de palen op den duur rotten en dan even zoovele gaten in de steenglooiing veroorzaken.
In verband hiermede, aldus het proefschrift, schijnt het, dat het toepassen van andere dan de afsluitende paalrijen geen aanbeveling verdient.

15. Hierbij dient evenwel te worden overwogen, dat bij dijksaanleg de breedte van de steenzetting tusschen de opsluitende paalrijen belangrijke afmetingen kan gaan aannemen, vooral wanneer het voorland laag ligt en de dijk aan sterken golfaanval bloot staat, zoodat het waterbeloop een flauwere helling moet verkrijgen. Voorbeelden hiervan zijn de dijken van den Calamiteuzen Vlietepolder op Noord-Beveland (profiel 13) en van den Calamiteuzen Borsselepolder op Zuid-Beveland (profiel 15), waar de breedten tusschen de opsluitende paalrijen respectievelijk 21 m en 15 m bedragen. Een onderverdeeling van het steenen beloop biedt hier , ter beperking van de stormschade na een geslagen bres, uiteraard groote voordeelen.

16. In beide laatstbedoelde profielen treft men een uitstekende paalrij aan. Op het bezwaar, dat deze zoogenaamde staketsels, die dienen ter beteugeling van den golfaanval, bij ontzetting aanleiding kunnen geven tot aantasting van het steenen beloop, werd reeds gewezen aan het einde van par. 17.

17. Mits goed aangebracht, is een zetting van basaltzuilen op een puinvloer, die rust op een krammat, de beste verdediging van het beloop. Bij sterk aangevallen waterbeloopen kan men genoodzaakt zijn dit materiaal toe te passen. Het groote bezwaar van basalt is echter het optreden van zonnebrand, een verweringsproces, dat in Zeeland op groote schaal voorkomt en reeds groote schade heeft aangericht.

18. Dit bezwaar doet zich niet voor bij de Lessinesche steen, doch dit materiaal is gewoonlijk niet mooi van vorm. Bij den Technischen Dienst der Domeinen wordt de voorkeur gegeven aan Petit Granit, dat wordt toegepast bij de bedijkingen op Rozenburg (profiel 26). Voor de opsluiting van het horizontale gedeelte van de steenzetting wordt hier gebruik gemaakt van een betonnen opsluitband, die door palen wordt gesteund.

19. Waar de berm overgaat in het bovenbeloop, komt bij deze werken een verdediging met klinkers. Men heeft op dit sterk aangevallen punt van het beloop een verdediging willen hebben, omdat de dijk zeer afgelegen ligt en men vreest, dat aantasting van het beloop niet altijd onmiddellijk ter kennis komt van den beheerder. Bovendien maakt de geïsoleerde ligging van den dijk, dat in geval van beschadiging het materiaal voor de herstelling niet altijd in voldoende mate en met den noodigen spoed kan worden aangevoerd.

20. Ofschoon men bij de Zuiderzeewerken aan een zuilenbasaltglooiing de voorkeur geeft, heeft men bij deze dienst voor de bekleeding van het waterbeloop eveneens gebruik gemaakt van blokken van stampbeton. Men heeft dit gedaan, omdat voor deze uitgebreide werken zeer groote hoeveelheden bekleedingsmateriaal noodig waren en men vreesde, dat bij toepassing van geen andere steenzetting dan balast, de prijs van dit materiaal ongunstig zou worden beïnvloed.

21. Toepassing van platen van gewapend beton, zooals zijn toegepast aan den Brabantschen oever van de Amer en het Hollandsch Diep, moet worden ontraden. Deze platen raken bij hoogwater onderspoeld, met het noodzakelijke gevolg, dat het waterbeloop deerlijk wordt gehavend. Ervaringen van dezen aard zijn opgedaan bij den stormvloed van 7 April 1943.

22. Een zetting van betonsteenen aan een dijk langs evengenoemde oever schijnt een gunstig resultaat op te leveren. Mits deze steenen of tegels voldoende dikte hebben, zoodat uitspoelen niet behoeft te worden gevreesd, kan de toepassing in bepaalde gevallen worden aanbevolen. Een zetting van deze steenen, die niet behoeven te worden geplaatst op een puinvloer, is minder kostbaar dan basalt.

23. Wanneer voorland aanwezig is, kan de steenzetting worden aangebracht tot aan den teen van het buitenbeloop. Indien het terrein onmiddellijk buiten den dijk echter zoo laag ligt, dat dit bij laag water niet droog komt en het onderste gedeelte van het beloop dus voortdurend onder water blijft, kan de steenzetting niet tot aan den teen van het beloop reiken. Om het zetwerk naar behooren te kunnen toepassen, moet het immers mogelijk zijn om de puinvloer bij laag water aan te brengen.

24. Als gevolg hiervan kan dus het gedeelte van het buitenbeloop beneden M.E. niet van een steenzetting worden voorzien. Een voorbeeld hiervan toont het profiel 20, dat betrekking heeft op de inpoldering van de Zuid-Hollandsche Biesbosch en waarbij het onbezette gedeelte van het beloop is opgespoten onder 1 :5. Men behoefde hier geen vrees te hebben voor aantasting van het beloop onder water en kon verwachten, dat na de bedijking het voorland zou aanzanden.

25. Dezelfde overweging heeft er toe geleid om het onderste gedeelte van het waterbeloop bij de inpoldering van den Hellegatpolder (profiel 18) inplaats van te bezetten met steen, te voorzien van een betuining met een puinbestorting. Deze minder kostbare verdediging van het waterbeloop werd voldoende geacht als tijdelijke verdediging van het gedeelte, dat na de aanzanding van het voorland hieronder zou verdwijnen.

26. Indien echter geen aanzanding te verwachten is en de kans bestaat, dat het beloop onder water door den stroom wordt aangetast, moet dit worden verdedigd om ontgronding te voorkomen. De verdediging kan bestaan in een steenstorting, zooals is aangegeven in de profielen 13, 14 en 15, of in een bekleeding met rijswerk, zooals is weergegeven in de profielen 1, 2 en 3.

27. De wijze waarop deze verdedigingswerken worden gemaakt, worden door A.Caland uitvoerig beschreven in de tweede en derde afdeeling van zijn genoemde handleiding. Daarbij wordt er - evenals Storm Buysing doet - sterk de nadruk op gelegd, dat de verdediging van den dijk in de eerste plaats moet bestaan in de verdediging van den oever van het voorland. Aangezien het maken van oeververdedigingen niet tot het onderwerp van deze nota behoort, zal hier niet verder op worden ingegaan.

28. Bij het bepalen van het tracé van nieuwe dijken langs de benedenrivieren, zal men als regel zoodanig te werk gaan, dat sterken stroomaanval van het onder water gelegen beloop van den dijk niet voorkomt. In enkele gevallen zal er evenwel niet aan zijn te ontkomen, dat rivierwaarts van de bestaande waterkeering een nieuwe dijk moet worden gemaakt, die onmiddellijk langs de normaallijn van de rivier komt te liggen.

29. Voor de ophooging van zulk een dijkslichaam zou het gewenscht zijn om de beschikking te hebben over keileem en dit toe te passen op de wijzen als bij de Zuiderzeewerken is geschied en is aangegeven in de profielen 1 en 2. Bij het maken van den meerdijk van den Noordoostpolder, heeft men, nadat de grondverbetering was aangebracht, een ophooging gemaakt van zand en daarop de keileemdammen gestort, waartusschen het dijkslichaam van zand kon worden opgespoten.

30. Bij gebrek aan keileem, zal de dijk evenwel met zand dienen te worden opgehoogd en zal eerst boven G.L.W. klei worden toegepast. Er zal hierbij moeten worden gelet op de omstandigheid, dat zand onder water een zeer flauw beloop aanneemt. Is de ophooging derhalve van eenig belang en wordt een volledige afdekking van de zandophooging wenschelijk geacht, van den rivierbodem tot den teen van het met steen te bekleeden waterbeloop, dan zou het daartoe te gebruiken kraagstuk buitengewoon groote afmetingen verkrijgen.

31. In zulke omstandigheden kan de voorkeur worden gegeven aan een constructie, zooals is aangegeven in figuur 8, waarbij de zandophoogingen telkens worden afgedekt met zinkstukken en deze aan de rivierzijde dakpansgewijze op elkander aansluiten. De laatste ophooging reikende tot G.H.W. wordt dan afgedekt met een kraagstuk, dat aansluit aan den teen van het met steen verdedigde waterbeloop.

32. Tenslotte moge nog worden gewezen op een opmerking, die Ir. Verhoeven maakt in zijn inleiding bij het Tractaat van Vierlingh. Volgens A.Caland is de richting van hoofden of dammen, ter voorkoming van de afneming van den oever, het beste wanneer deze is loodrecht op de laagwaterlijn. Mochten deze werken met de hoofdwaterkeering een al te schuinsche richting maken, dan dient hun strekking een geleidelijke ombuiging te maken, zoodat zij loodrecht op de hoofdwaterkeering aansluiten.

33. De golven zullen alsdan, doordat zij rechthoekig over de dammen vallen, bevorderen, dat de strooming in de bovenste waterlagen een richting aanneemt evenwijdig aan den dijk. Deze overweging, dat de stroom altijd met een rechten hoek over de beletselen heenvalt, die hem in den weg liggen, houdt naar het wil voorkomen een aanwijzing in om afwateringsslooten van grienden in het voorland, nabij den dijk, eveneens een daarop loodrecht gerichte strekking te geven.

§ 26. Keerwand ter voorkoming van golfoverslag.

1. Ter voorkoming van golfoverslag heeft men in Zeeland veelvuldig toegepast het op de dijkskruin aanbrengen van een verticalenkeerwand. Een voorbeeld hiervan toont het profiel 14, dat een dwarsdoorsnede aangeeft van den dijk van den Polder Hoedekenskerke aan de Wester Schelde. De daarin aangegeven plaats en constructie van dezenkeerwand schijnt wel de meest gangbare te zijn.
2. In het algemeen heeft men bij den Provincialen Waterstaat van Zeeland over deze keerwanden geen gunstig oordeel, en wel om de volgende reden. Het is een bekend verschijnsel, dat elke dijk aan een voortdurende zakking en inklinking onderhevig is. Bij sommige dijken gaat dit in een zeer langzaam tempo, bij andere daarentegen gaat de daling van de kruin sneller. Het gevolg is, dat elke dijk na verloop van tijd moet worden opgehoogd. Het tijdsverloop tusschen deze ophoogingen kan zeer verschillend zijn, het kan 10 jaar, 20 jaar, 30 jaar, maar ook 50 jaar zijn.
3. Nu is het zeer verleidelijk om de ophooging niet te bewerkstelligen door verhooging van het dijkslichaam, doch inplaats hiervan op de kruin een keerwand aan te brengen. De kosten van zulk een keerwand zijn lager dan die voor grondophooging zouden moeten worden besteed, om dezelfde waakhoogte te verkrijgen.
4. De aanwezigheid van dezen keerwand gaat echter een bezwaar opleveren, wanneer men later weer voor de noodzakelijkheid komt om den dijk te verhoogen. Het is namelijk gebleken, dat het opnemen en weder aanbrengen van de wandconstructie practisch niet mogelijk is. Wil men de waakhoogte dus aan den gewijzigden toestand aanpassen, dan zit er niet anders op, dan den keerwand te verhoogen. Uiteraard is men hierbij evenwel aan zekere grenzen gebonden. Er komt een moment, dat de wand niet meer verhoogd kan worden. Het ophoogen van het dijkslichaam daarentegen, biedt, wanneer zich geen keerwand op den dijk bevindt, nimmer technische bezwaren van overwegenden aard. Wel kunnen de hiertoe te verrichten grondwerken ingrijpende maatregelen vereischen, doch deze wijze van dijksverhetering sluit de mogelijkheid van een latere verhooging niet uit.
5. Hieruit moge blijken, dat wanneer men overgaat tot den bouw van een keerwand op de dijkskruin, men de moeilijkheid van de te lage ligging van de kruin naar de toekomst verschuift en men er feitelijk niet voldoende rekening mede houdt, dat een dijk een werk is, waarvan de beteekenis zich niet uitstrekt over eenige tientallen jaren, doch over eeuwen.
6. Toch kunnen zich omstandigheden voordoen, waaronder de verhooging van een dijk met een wandconstructie verantwoord is. Dit kan zijn bij een dijk, die te lijden heeft van golfoverslag en niet bestemd is om in de toekomst als hoogwaterkeerenden dijk te blijven dienst doen, doch waarvan de bestemming is om later als slaperdijk te worden gebruikt. De keerwand is dan een tijdelijke voorziening.
7. De bouw van een keerwand kan ook zin hebben bij een dijk, waarvan de zate zoo slecht is, dat van een ophooging met grond doorpersing van slappe lagen in den ondergrond wordt gevreesd. Ten slotte is een wandconstructie toe te passen op een te lage bedijking om een haventerrein of op plaatsen, waar voor een aarden dam weinig of geen ruimte aanwezig is, zooals in bebouwde kommen. Ook onder deze omstandigheden zal de bouw van een dijk echter te verkiezen zijn boven het maken van een keerwand, waneer het belang van de waterkeering wordt vooropgesteld.

VI. D i j k a l s v e r k e e r s w e g

§ 27. Weg op de dijkskruin.

1. Het is begrijpelijk, dat in den tijd, dat men begon met den aanleg van dijken, men deze tevens benutte als verbinding te land. Door aan de kruin een zekere breedte te geven, kon de dijk tevens dienst doen als aardebaan voor een daarop aan te leggen weg.
2. Deze tweeledige functie van den dijk heeft het noodlottige gevolg gehad, dat langs de dijken bebouwing is ontstaan en zoo zijn wij gekomen tot het beeld,

dat

dat men over groote afstanden langs onze benedenrivieren aantreft: een drukke verkeersweg met uitgestrekte lintbebouwing, die tevens dienst doet als hoogwaterkeerenden bandijk.

3. Terloops zij opgemerkt, dat vele van de aan de dijken liggende opstallen zich daar bevinden met een opzegbare vergunning. Het hoogheemraadschap Schieland heeft reeds bij herhaling zulke vergunningen opgezegd en wanneer het dijksbelang dit eischte, aanwezige opstallen zonder schadevergoeding laten verwijderen.

4. Afgezien nog van het bezwaar, dat de dijken als gevolg van den daarop aanwezigen weg over meer of mindere afstanden zijn bebouwd en op sommige plaatsen in het centrum liggen van bebouwde kommen van steden en dorpen, moet de aanwezigheid van een weg op de dijkskruin evenwel als een ongewenschten toestand worden beschouwd.

5. Zooals er in de vorige paragraaf op werd gewezen, is het een gebleken noodzaak om de dijken van tijd tot tijd te verhoogen. De moeilijkheid, die zich daarbij voor deed, was, dat de weg mee omhoog moest worden gebracht. Deze wegen waren aanvankelijk meestal grindwegen op een puinfundeering, later klinkerwegen. Bij het ophoogen van den dijk werden de wegen veelal met nieuw verhardingsmateriaal opgehoogd, zonder dat het aanwezige fundeeringsmateriaal werd verwijderd, met het gevolg, dat zich onder de op de dijkskruinen liggende wegen oude puinfundeeringen bevinden, die soms tot meer dan een meter reiken onder het niveau van den weg. De aanwezigheid van deze lagen puin en grind in het hart van den dijk komt het waterkeerend vermogen uiteraard niet ten goede.

6. Wanneer men den dijk er op inricht om een weg op de kruin aan te brengen, moet deze daartoe bovendien een voldoende breedte hebben. Dit breed maken van den dijkskruin kan met het belang van de waterkeering in overeenstemming worden gebracht bij dijken, die water moeten kunnen keeren zonder golfslag van eenige beteekenis en dus weinig waakhoogte hebben boven den te keeren stormvloedsstand. Aangezien ter hoogte van dezen stand een zeker minimum breedte wordt vereischt, bij voorbeeld 9 m, zal bij een geringe waakhoogte en een gekantrechte kruin, het maken van een weg op den dijk nog wel mogelijk zijn.

7. Bij zeedijken en dijken langs onze benedenrivieren echter, waarvan de bovenbouw voornamelijk dienst doet als keering van den golfoploop, kan met een slanken bovenbouw worden volstaan en wordt het waterkeerend vermogen niet vergroot door de kruin breeder te maken. De kruin ligt bij deze dijken immers reeds zoo hoog boven den te keeren stormvloedsstand, dat ter hoogte van dezen stand, ook al was practisch geen kruinsbreedte aanwezig, de vereischte minimum dijksbreedte ruimschoots aanwezig is.

8. Hierbij moge worden opgemerkt, dat het verbreeden van de dijkskruin bij deze dijken niet kan worden verkregen door de beloopen steiler op te zetten. Het buitenbeloop toch is aangepast aan de eischen, die werden gesteld voor de beteugeling van den golfoploop. Het steiler maken van dit beloop zou den golfoploop nadeelig beïnvloeden.

9. Het binnenbeloop wordt meestal reeds zoo steil opgezet als de omstandigheden toelaten. Tenzij overwegingen van grondmechanischen aard er toe doen besluiten om een flauwer beloop toe te passen, wordt de helling van dit beloop bepaald door eischen, die worden gesteld voor de ontwikkeling van een goede grasmat. In par.31 van de meergenoemde handleiding geeft A.Caland hierover de volgende meening.

10. De ervaring leert, dat gras op een helling, die slechts door regen en nooit door zeewater wordt bespoeld en met een laag vruchtbare koorn- of niet al te zware kleiaarde is bedekt, vooral in regenachtige jaargetijden tamelijk welig groeit, als zij niet steiler is dan:

2 : 3 voor een helling op het zuiden;
1 : 2 voor een helling op het noorden;
4 : 7 voor een helling op het oosten of op het westen.

11. Welnu, de binnenbeloopen worden veelal aangebracht onder een helling als Caland als gewenscht minimum aangeeft. Indien men dus de kruinsbreedte zou vergrooten ten behoeve van den aanleg van een weg op de dijkskruin, zou het binnenbeloop onder dezelfde helling, als thans reeds toepassing vindt, moeten worden verplaatst, hetgeen tot een aanmerkelijke vergrooting van de hoeveelheid grondverzet aanleiding zou geven.

§ 28.

§ 28. Weg op den binnenberm.

1. Belangrijk minder grondverzet wordt vereischt voor het in het dijksprofiel opnemen van een weg, wanneer deze komt te liggen op een lager gelegen aanberming. Voorbeelden hiervan zijn aangegeven in de profielen 15 tot 20 en 25 tot 27. Bij al deze profielen ligt de weg binnendijks.
2. Het voordeel van deze lage ligging aan de binnenzijde van den dijk is, dat de weg gemakkelijk bereikbaar is en op eenvoudige wijze in aansluiting kan worden gebracht met het wegennet van den polder, zonder dat de hoofdwaterkeering behoeft te worden gekruist.
3. In de meeste gevallen zal het mogelijk zijn om den weg nagenoeg op maaiveldshoogte aan te leggen. Mocht het maaiveld te laag liggen ten opzichte van het polderpeil, dan kan het aanbeveling verdienen om den weg hooger te leggen dan het maaiveld.
4. Er ontstaat dan een aanberming. Bij het maken van een weg op den binnenberm, dient er op te worden gelet, dat de ontwatering van het dijkslichaam niet in gevaar wordt gebracht. Bij den Technischen Dienst der Domeinen maakt men tusschen het dijkslichaam en den binnenberm, waarop de weg komt, een goot of een greppel.
5. Deze wordt om de 200 m voorzien van een zinkput, vanwaar onder den weg door een afwatering wordt gemaakt naar de binnenbermsloot. Het is bij genoemden dienst niet gebruikelijk om de afwatering van het dijkslichaam naar de goot op kunstmatige wijze te bevorderen, bij voorbeeld door het maken van een puinkist of puinsleuven. Naar de meening van Ir. Verhoeven bestaat hieraan geen behoefte en zakt het water vanzelf door de tamelijk dunne kleilaag, die op het binnenbeloop aanwezig is.
6. Bij de verhooging van de Friesche zeedijken, profielen 4, 6 en 7, heeft men den weg zoodanig op den binnenberm aangebracht, dat deze afwaterend ligt naar de binnenzijde van den dijk. Inplaats van een greppel, zooals bij de Domeinen wordt toegepast, heeft men hier een puinkist aan den dijkshiel aangebracht, vanwaar het zich daarin verzamelende water naar de binnenzijde van den dijk kan worden afgevoerd.

VII. Onderhoud

§ 29. Onderhoud van den dijk.

1. Voor het onderhoud van den dijk is het noodig, dat het daarbij te gebruiken materiaal, zoo niet te water, per as kan worden aangevoerd. Bij de Hondsbossche Zeewering bevindt zich daartoe een lorriespoor op de kruin (profielen 8 en 9). Uit dien hoofde kunnen een weg binnendijks en een berm aan de buitenzijde van den dijk nuttige diensten bewijzen. Mocht geen weg langs den dijk aanwezig zijn, dan moet het toch raadzaam worden geacht om langs den dijk een onverharden binnenberm te reserveeren, waarlangs verkeer met kar en paard kan plaats hebben.
2. Bij het opmaken van het plan voor den dijk moet er ook op worden gelet, dat de bermen, zoowel binnen- als buitendijks, bereikbaar zijn. Op enkele plaatsen zullen over den dijk dus onverharde op- en afritten moeten worden aangebracht. Men zal er zich daarbij rekenschap van moeten geven, waar zich de opslagplaatsen van herstellingsmateriaal bevinden.

§ 30. Onderhoud steenzetting en grasmat; beplanting.

1. In par. 110 van zijn genoemden handleiding schrijft A.Caland, dat men nimmer een nieuw aangeaarden dijk dadelijk van een steenglooiing moet voorzien, doch dat men hiermede moet wachten tot één of twee jaren na de voltooiing, aangezien men het werk nooit zoo dicht kan maken, dat dit niet aan eenige nazakking onderhevig zou zijn.
2. Caland vreest, dat de steenglooiing goed gezet, aangehéid en aangestopt zijnde, op een glooiing met een zekere tonrondte, zooals voor zeedijken gewenscht is, de zakking van het versche beloop niet zal kunnen volgen en na de inklinking van dit beloop, daarover als een gewelf zal blijven hangen.
3. Caland vervolgt, dat het daarom te verkiezen is om steenglooiingen eer op afgenomen dan op nieuw aangeaarden grond aan te brengen. Naar zijn meening is dit inzonderheid het geval met glooiingen van zuiver vierkante steenen, zooals gebakken en behakte steenen doorgaand zijn, daar deze als het ware in het geheel niet kunnen nazakken, indien zij, zooals een noodzakelijke vereischte is, goed gesloten zijn gezet.

4. Aangezien het niet altijd mogelijk zal zijn om het aanbrengen van de steenzetting uit te stellen, totdat de dijk zijn volledige zetting heeft gehad, moge uit deze uitlating van Caland, die op dit gebied zeer groote ervaring moet hebben gehad, blijken, van hoe groot belang het moet worden geacht, om vooral in den eersten tijd na het aanbrengen der steenzettingen nauwgezet aandacht te schenken aan den staat, waarin deze verkeeren.
5. Het is niet alleen de aanleg maar ook het onderhoud van de grasmat, dat voor de instandhouding van het waterkeerend vermogen van den dijk van beteekenis moet worden geacht en blijvende aandacht verdient. Dijksbeheerders zijn het er in het algemeen over eens, dat beweiden van de grasmat de voorkeur verdient boven hooien, mits slechts schapen en jong vee op den dijk worden toegelaten. Koeien en paarden, alsook pluimvee, moeten schadelijk voor de grasmat worden geacht en dienen te worden geweerd. Bij de beweiding met jong vee dient te worden gewaakt tegen het ontstaan van paden, zoo noodig door het verplaatsen van afrasteringen.
6. Beplantingen van struiken of opgaand hout kunnen op een dijk niet worden toegelaten. De aanwezigheid van de wortels in den dijk kan, vooral wanneer deze afsterven, nadeelig zijn voor de waterdichtheid.

VIII. B e s l u i t

§ 31. Enkele algemeene richtlijnen.

1. Aan het eind van par. 1 werd het voornemen geuit om enkele profielen aan te geven, alsook eenige richtlijnen, die aanwijzingen kunnen geven bij het vaststellen van het toe te passen dijksprofiel bij den aanleg en de verbetering van waterkeeringen langs onze benedenrivieren. Nadrukkelijk moge er evenwel op worden gewezen, dat deze in zeer algemeenen zin zijn bedoeld en dat het voor mogelijk wordt gehouden, dat er steeds omstandigheden kunnen zijn, die nopen om van het voorgestelde af te wijken.
2. Een opmerking, die hierbij niet achterwege kan blijven en die de meening weergeeft van voornoemden Ir. Verhoeven, is, dat het niet goed is om een dijk te laag te maken, maar evenmin goed is om een dijk te hoog te maken. Een te hoogen dijk toch kost meer aan arbeid en materiaal dan noodig is. Aangezien iedere dijk toch na verloop van tijd onderhanden moet worden genomen, waarom dan niet aan het toekomstige geslacht overgelaten om den dijk te verhoogen, wanneer dit blijkt noodig te zijn.
3. In deze opvatting schuilt een kern van waarheid en zij is tot op zekere hoogte te aanvaarden voor dijken, waarbij een latere kruinsverhooging geen moeilijkheden behoeft op te leveren. Vele waterkeeringen moeten evenwel onder zulke omstandigheden worden aangelegd of verbeterd, dat latere verhooging tot oneevenredig hooge kosten aanleiding zou geven en het nageslacht zou plaatsen voor groote moeilijkheden, die thans met naar verhouding geringe offers kunnen worden voorkomen.
4. De gedachte gaat hierbij uit naar de waterkeeringen in bebouwde kommen en in het bijzonder naar die, welke gelegen zijn in de bebouwing van steden. Voorts verdient het overweging, dat de gebleken noodzaak om dijken te verhoogen veelal gepaard gaat met een ramp, [illegible] Uit dien hoofde moet aan de veiligheid, die verkregen wordt door de dijk hooger te maken dan onder de huidige omstandigheden dwingend wordt voorgeschreven, een zekere waarde worden toegekend.
5. Hoever men moet gaan met het stellen van eischen ten aanzien van de veiligheid, zal tevens afhangen van de belangrijkheid van het achterland en van de schade, die bij dijkbreuk zal kunnen worden toegebracht. Zoo is het aannemelijk, dat men voor een doorbraak van de dijken van Delfland of Schieland meer beducht zal zijn en dus hoogere eischen zal stellen aan hun waterkeerend vermogen, dan bij dijken, die, hoewel zij onder dezelfde omstandigheden moeten keeren, een minder belangrijk achterland tegen het hooge water verdedigen.
6. In bepaalde gevallen kan de aanwezigheid van een slaperdijk eveneens van invloed zijn op de beoordeeling van de aan een hoogwaterkeerenden dijk te stellen eischen. Men zal zich daarbij echter terdege rekenschap moeten geven van den toestand, waarin de slaperdijk zich bevindt, aangezien het mogelijk is, dat deze niet naar behooren wordt beheerd en onderhouden, zoodat de uit hoofde van zijn aanwezigheid veronderstelde beveiliging denkbeeldig is.
7. Uitgaande van de veronderstelling, dat de dijken worden gemaakt van zand

met

met een kleiafdekking en behoudens te stellen eischen van grondmechanischen aard, in verband met de zate of op grond van andere omstandigheden, moge de toepassing van de volgende profielen worden aanbevolen:

a. voor dijken langs niet breede rivieren, met een gunstige beschutting van het voorland en geheel of ten deele van de stormstreek afgekeerd:
waakhoogte boven S.V. 0,60 m tot 1 m;
kruinsbreedte 4 m tot 6 m;
onverdedigd buitenbeloop onder een helling van 1 : 3;
(zie de figuren 9 en 10)

b. voor dijken langs niet breede rivieren, met een matige beschutting van het voorland, naar de stormstreek toegekeerd en waar eenige golfslag is te verwachten:
waakhoogte boven S.V. 1 m tot 1,20 m;
kruinsbreedte 2,50 m tot 3,50 m;
onverdedigd buitenbeloop onder een helling van 2 : 7;
(zie de figuren 11 en 12)

c. voor dijken aan breede rivieren of zeearmen, met gunstige beschutting van het voorland, geheel of ten deele van de stormstreek afgekeerd en met een maximum te verwachten golfoploop van 1,60 m:
waakhoogte boven S.V. tot 1,60 m;
kruinsbreedte 1,50 m tot 2,50 m;
onverdedigd buitenbeloop onder een helling van 2 : 7 tot 1 : 4;
(zie de figuren 12 en 13)

d. voor dijken aan breede rivieren of zeearmen, met matige beschutting van het voorland, naar de stormstreek toegekeerd en met een te verwachten golfoploop boven 1,60 m:
waakhoogte boven S.V. tot de hoogst te verwachten golfoploop;
kruinsbreedte 1,50 m;
buitenbeloop onder een helling van 1 : 3 tot 2 : 9;
buitenberm ten minste breed 6 m op S.V.-hoogte, onder een helling van 1 : 12 tot 1 : 14;
met een steenzetting verdedigd waterbeloop onder 2 : 5 tot 2 : 7.
(zie figuur 14).

8. Het laatstbedoelde profiel kan, naar het voorkomt, eveneens worden toegepast in de onmiddellijke nabijheid van de kust, mits aan de verdediging van het waterbeloop de noodige zorg wordt besteed en de buitenberm voldoende breedte verkrijgt.

9. Op grond van de in de laatste 100 jaar in Zeeland opgedane ervaringen met den ter hoogte van den stormvloed of een weinig lager aangebrachten buitenberm, die in genoemde provincie een zeer uitgebreide toepassing vindt, wordt deze aanberming van dijken, die aan golfaanval van eenigen omvang blootstaan, aanbevolen. Het verdient overigens de aandacht, dat het daarmede verkregen dijkstype, zoals onder meer profiel 12 aangeeft, in het noorden des lands geen ingang heeft gevonden en dat men aldaar gebleven is bij het profiel van vóór den tijd van Conrad, met een ononderbroken buitenbeloop (zie de profielen 10 en 11).

10. In aansluiting aan het in het zevende lid van deze paragraaf medegedeelde, kunnen bij het vaststellen van dijksprofielen de volgende richtlijnen gelden:

a. indien het voorland beneden G.H.W. ligt, wordt de dijksteen voorzien van een met een steenzetting verdedigd beloop, onder een helling van 1 : 2, dat reikt tot een zoodanige hoogte boven M.V., dat de aansluitende berm alleen bij storm door den gierstroom wordt overspoeld (zie de figuren 11, 12 en 13);

b. de dijk krijgt ter hoogte van den te verwachten stormvloedsstand een breedte van ten minste 9 m;

c. het binnenbeloop wordt, afhankelijk van de ligging ten opzichte van het zuiden, opgezet onder een helling van 2 : 3 tot 1 : 2;

d. langs den dijk komt een binnenberm, ten minste breed 5 m en afwaterend onder 1 : 12, ter hoogte of enkele decimeters boven het maaiveld;

e. indien langs den dijk een weg wordt aangelegd, komt deze te liggen op den onder d genoemden binnenberm;

f. langs den binnenberm komt een sloot met een naar den dijk gekeerd beloop, onder een helling niet steiler dan het binnenbeloop van den dijk;

g. het dijkslichaam wordt aan den dijkshiel voorzien van een draineering in den vorm van een puinkist of een goot, die onder den binnenberm door een afwatering krijgt naar de binnenbermsloot;

h.

h. de dijk krijgt een kleibekleeding waarvan de dikte bedraagt aan het buitenbeloop en op de kruin tenminste 50 cm, aan het binnenbeloop tenminste 25 cm;
i. de kleiafdekking aan het buitenbeloop wordt aan den dijksteen zorgvuldig in aansluiting gebracht met de in het voorland aanwezige kleilaag of bij afwezigheid van zulk een kleilaag over eenigen afstand over het voorland doorgevoerd (zie profiel 10);
j. het dijkslichaam wordt aan de buitenkruinlijn afgerond met een straal van tenminste 8 m en over de binnenkruinlijn met een straal van ten minste 2 m (figuur 15);
k. de verdediging met een steenzetting van het waterbeloop wordt aan de bovenkruinlijn over tenminste 90 cm breedte op den berm voortgezet.

11. De breedte, genoemd in het tiende lid, onder b, is ontleend aan de profielen, die men in de provincie Gelderland toepast bij de dijken aan onze groote rivieren. Men neemt daar aan een minimum kruinsbreedte van 4 m, een overhoogte van 1 m boven den hoogsten waterstand en wederzijdsche beloopen met een gezamenlijke helling van 1 : 5. De breedte van den dijk ter hoogte van hoogwater is hier dus 9 m. Het dijkslichaam is daar evenwel meestal samengesteld van klei. Hier staat echter tegenover, dat de tijdsduur van het keeren van den hoogsten waterstand in Gelderland belangrijk grooter is dan aan onze benedenrivieren, zoodat de dijken aldaar langer aan doorweeking zijn blootgesteld.

12. De in het tiende lid, onder h, genoemde afmetingen zijn minimum maten. De dikte van de aan te brengen kleibekleedingen is uiteraard afhankelijk van de kwaliteit en de hoeveelheid klei, die beschikbaar is. Zoo dit mogelijk is, moet evenwel aan een zwaardere kleiafdekking de voorkeur worden gegeven, om de gedachte te bepalen ware aan het buitenbeloop 60 cm voor de dikte van deze afdekking aan te houden en aan het binnenbeloop 30 cm.

13. Met de in het tiende lid, onder j, genoemde afrondingen aan de kruinlijnen, wordt beoogd om aan de dijkskruin een vorm te geven, die te verkiezen is boven een gekantrecht profiel, omdat de ronde vorm ten aanzien van de afwatering voordeelen biedt. Van de afronding aan de buitenkruinlijn, is bovendien een gunstigen invloed op den golfoploop te verwachten.

§ 32. Verbetering van bestaande dijken.

1. Zoolang de verbetering van bestaande dijken beperkt blijft tot kleine hoogteverschillen tusschen den bestaanden en den nieuwen toestand, kan veelal worden volstaan met eenvoudige voorzieningen, zoodat het dijksprofiel slechts ondergeschikte wijzigingen ondergaat. Bij de voorgenomen verbeteringen van de waterkeeringen langs de benedenrivieren zullen de dijken in vele gevallen echter belangrijk worden verhoogd. De vereischte kruinsverhoogingen liggen daarbij doorgaans tusschen 1 m en 2 m.

2. Tengevolge van dergelijke ingrijpende voorzieningen kan het voorkomen, dat het dijksprofiel geheel van karakter verandert. Hierbij bestaat dus gelegenheid om het nieuwe profiel in overeenstemming te brengen met de eischen, die aan de waterkeering worden gesteld, niet alleen wat kruinshoogte betreft, maar tevens met betrekking tot de hellingen van de beloopen, de verdediging hiervan, de plaats van den weg in het dijksprofiel en alle voorzieningen, die op het waterkeerend vermogen van invloed zijn.

3. Hierbij dient men zich er van rekenschap te geven, dat de bestaande dijken overwegend zijn samengesteld van klei en dat de voorgenomen verzwaringen, behoudens uitzonderingen, worden gemaakt van zand met een kleiafdekking. Men staat daarbij voor de keuze om deze verzwaringen aan te brengen aan de buitenzijde van den dijk, zooals de ontwerp-dijksverbetering beoogt, die in profiel 32 is aangegeven, òf aan de binnenzijde, zooals is aangegeven in de profielen 30, 31 en 34.

4. Wanneer men de belangen van de waterkeering voorop stelt, zal aan de verbetering van een bestaanden dijk, door de verzwaring aan de binnenzijde aan te brengen, de voorkeur moeten worden gegeven. Eerstens heeft men dan het voordeel, dat het aanwezige buitenbeloop van den dijk, dat in den loop der jaren een zekere vastheid en een deugdelijke begroeiing heeft verkregen, of, indien een steenzetting aanwezig is, een zekeren weerstand heeft tegen golfaanval, in den nieuwen dijk zijn taak als waterbeloop kan voortzetten. Vervolgens biedt deze wijze van dijksverzwaring het niet te onderschatten voordeel, dat het aangebrachte zandlichaam naar behooren kan worden gedraineerd, aan de binnenzijde van den dijk.

5. Deze voordeelen zijn niet aanwezig, wanneer de verzwaring aan de buitenzijde komt. Men staat dan voor de moeilijkheid, dat het aangebrachtezandlichaam zonder ingrijpende voorzieningen niet kan worden gedraineerd. Verzamelt zich hierin na een hoogen waterstand water, dan zal dit zich, vooral bij een snelle daling van den buitenwaterstand, een weg naar buiten moeten zoeken door de afdeklaag van klei, met het gevolg, dat deze kans loopt om te worden weggedrukt. Het uitvloeiende water zal dan het zand uit het dijkslichaam meevoeren, met het gevolg, dat ernstige inzakkingen kunnen optreden.
6. Er kunnen zich echter omstandigheden voordoen, die het onmogelijk maken om den dijk aan den binnenkant te verzwaren, doordat hierdoor andere belangen, dan die van de waterkeering, in het gedrang komen. Zoo kan de aanwezigheid van binnendijksche bebouwing noodzaken om van verzwaring aan die zijde af te zien.
7. Wil men het buitendijks aangebrachte zandlichaam evenwel een draineering naar de binnenzijde van den dijk bezorgen, dan zal men genoodzaakt zijn om draineersleuven door den bestaanden dijk te graven of den ouden dijk gedeeltelijk af te graven en de uitkomende specie in den teen van het nieuwe beloop te verwerken. Volgens de laatstbedoelde methode maakt men dan van den ouden dijk als het ware een fundament van klei voor den nieuwen dijk.
8. Het ingrijpende van de laatstbedoelde werkwijze mag niet worden onderschat. Zij komt practisch neer op het slechten van den bestaanden dijk met het gevolg, dat men deze tijdelijk als hoogwaterkeering mist en dat moet worden voorzien in de instandhouding van het verkeer over den op den dijk aanwezigen weg. Zich daarin bevindende kabels en buizen zullen moeten worden verlegd.
9. Een minder ingrijpende doch tevens minder fraaie oplossing is om het buitendijks aangebrachte zandlichaam te draineeren naar buiten. Het buitenbeloop wordt dan wel voorzien van een afdeklaag van klei, doch hierin komt aan den dijksteen een puinkist, waardoor het water, dat zich in het buitendijks aangebrachte zandlichaam heeft verzameld, den dijk kan verlaten. Bij hoog water kan dit dus in het buitendijks aangebrachte zandlichaam doordringen. De oude dijk van klei moet dan in staat zijn om dit water te keeren, terwijl het hooger liggende aangebrachte dijkslichaamden golfoploop het hoofd moet kunnen bieden.
10. Bij het plan voor de verzwaring van het dijkvak Noordschans - Willemstad (profiel 32) wordt deze wijze van draineeren van het aangebrachte zandlichaam overwogen. Om het gevaar van afschuiving van het buitenbeloop bij dalenden waterstand te verminderen, heeft men het buitenbeloop, dat ligt onder 2 : 7, naar den teen verflauwd tot 1 : 10.
11. Resumeerend moet bij het maken van dijksverbeteringen de verzwaring zoo mogelijk worden aangebracht aan de binnenzijde. Is men genoodzaakt deze buitendijks te maken, dan zullen ingrijpende maatregelen dienen te worden overwogen om het op te brengen zandlichaam naar de binnenzijde van den dijk te draineeren. Zijn deze werken te ingrijpend en economisch niet verantwoord, dan zal een draineering naar de buitenzijde van den dijk dienen te worden overwogen. De hieraan verbonden bezwaren zijn van dien aard, dat slechts in geval van noodzaak tot deze wijze van verbeteren van den dijk zal moeten worden besloten.

Den Haag, Juni 1943.

De Hoofdingenieur

M.de Bruijn.

--=oOo=--

K 1031

OPGAVE VAN DE GERAADPLEEGDE LITERATUUR.

A.Caland: Handleiding tot de kennis der Dijksbouw en Zeeweringkunde.

Ir. V.I.P.de Bloeq van Kuffeler: De Ramp in Noord-Holland; De Ingenieur van 5 Februari 1916.

Ir. J.W.Thierry: De druk van het buitenwater als oorzaak der verzakkingen van het binnenbeloop der Noordhollandsche Zuiderzeedijken; De Ingenieur van 13 October 1917.

Jhr. Ir. C.J.A.Reigersman: Mededeelingen betreffende den watersnood van 1916 en zijn gevolgen; De Ingenieurs van 20 en 27 October 1917.

Ir. T.K.Huizinga: Grondmechanica.

Verslag Staatscommissie Zuiderzee.

Ir. W.H.Brinkhorst en Ir. J.A.Beckering Vinckers: Verslag van de beproeving der voorhavendijken van de schutsluis te Vreeswijk; Weg en Waterbouw van Mei 1943.

Ir. F.J.B.G.Geers: De Noordoostpolder der Zuiderzeewerken; Weg en Waterbouw van November 1942.

Ir. C.J.Rijnierse: Wegenaanleg in slappe terreinen; Wegen van Januari, Februari en Maart 1943.

F.W.Conrad: Verspreide bijdragen; aanteekeningen omtrent den aanleg van sommige dijken in Nederland.

Laboratorium voor Grondmechanica: Rapport omtrent het onderzoek van Schielands Hooge Zeedijk.

Waterloopkundig Laboratorium: Rapport M 151, betreffende proeven over den invloed van de geaardheid van de dijksbekleeding op den golfoploop.

Ir. J.Kooper: Rapport betreffende het onderzoek naar den toestand der zeeweringen en slaperdijken van de provincie Groningen, in 1917 uitgebracht aan Gedeputeerde Staten dier provincie.

Andries Vierlingh: Tractaet van Dijckagie, uitgegeven door Dr. J.de Hullu en Ir. A.G. Verhoeven.

J.F.W.Conrad: Verhandeling over de Hondsbossche Zeewering, ter beantwoording van een in 1864 door Noord-Hollands Noorderkwartier uitgeschreven prijsvraag.

A.Caland: Proeve tot beantwoording van eenige aan het Zeeuwsche Genootschap ingezonden vragen betreffende eenige belangrijke punten der aan zee of aan de monden der rivieren liggende polders (Archief Zeeuwsch Genootschap, Deel I, Stuk V).

Ir. A.G.Verhoeven: Aanteekeningen over landaanwinning en dijksbouw in Zeeland; De Ingenieur van 15 Maart 1924.

D.J.Storm Buysing: Handleiding tot de kennis der Waterbouwkunde.

Dr. Ir. J.van Veen: Rapport Stormvloed van 7 April 1943.

Dr. Ir. L.R.Wentholt: Stranden en Strandverdediging.

-=oOo=-

BEHOORT BIJ NOTA BETREFFENDE HET PROFIEL, DAT BIJ DEN AANLEG VAN NIEUWE DIJKEN EN BIJ DE VERHOOGING EN VERZWARING VAN BESTAANDE DIJKEN LANGS DE BENEDENRIVIEREN ZAL ZIJN TOE TE PASSEN.

HERKANTS AFSNIJDEN

FIG. 1. DRAINEERING VAN EEN DIJK

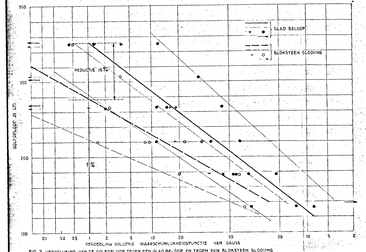


FIG. 2.

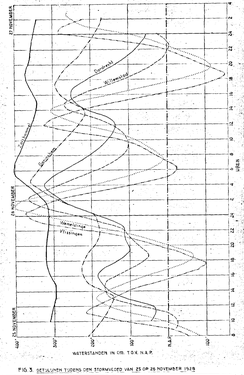


FIG. 3. GETIJDEN TIJDENS DEN STORMVLOED VAN 25 OP 26 NOVEMBER 1949

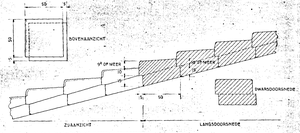


FIG. 4. BETONBLOKKENGLOOIING SYSTEEM LEEMDENTSE

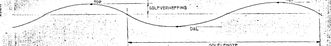


FIG. 5. SCHEMATISCHE AANDUIDING VAN DE GOLFVERMINDERING

FIG. 6. DIJK MET BUITENBERM

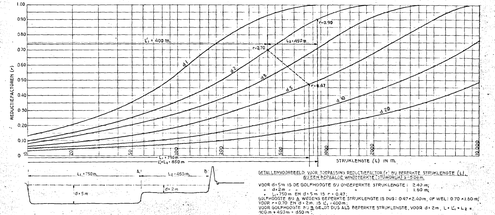


FIG. 7. VERBAND TUSSCHEN DEN REDUCTIEFACTOR VOOR EEN GOLFOPLOOP EN DE STRUIKLENGTE, BIJ EEN GEPAALDE WATERDIEPTE EN STUURDIJK (STUURDIJK: s = 0.66 m)

DETAILTEKENINGEN VOOR TOPASSING REDUCTIEFACTOR (r) BIJ GEPAALDE STRUIKLENGTE (L) BIJ EEN GEPAALDE WATERDIEPTE EN STUURDIJK (STEEN).

VOOR d=5m IS DE GOLFHOOGTE BIJ ONDIEPERTE STRUIKLENGTE : 2.42 m
" d=2m " " " 1.60 m
GOLFHOOGTE BIJ DIEPTE d = 5 m : 2.42
GOLFHOOGTE BIJ & MEDEN GEPERKTE STRUIKLENGTE IS (VIG): 0.67×2.42m. OP WEEL: 0.70×1.60 m.
VOOR d=5m EN L = 50 m. IS DE GOLFHOOGTE
VOOR d=2m EN L = 50 m. IS DE GOLFHOOGTE OOK ALS REFERENTE STRUIKLENGTE, VOOR d= 5m. L = L₁ + L₂ =
400m + 400m = 800 m.
REDUCTIEFACTOR r IS DUS: 0.20

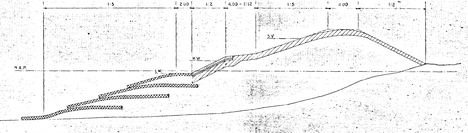


FIG. 8. SCHAAL 1:200

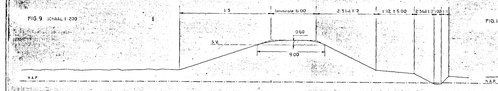


FIG. 9. SCHAAL 1:200

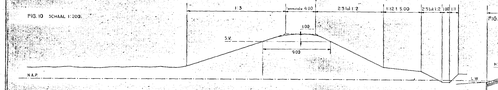


FIG. 10. SCHAAL 1:200.

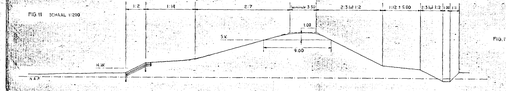


FIG. 11. SCHAAL 1:200

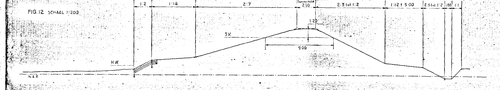


FIG. 12. SCHAAL 1:200

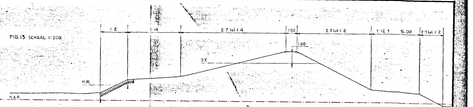


FIG. 13. SCHAAL 1:200

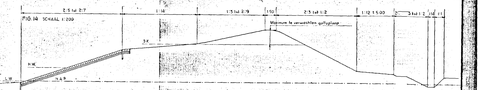


FIG. 14. SCHAAL 1:200

FIG. 15. SCHAAL 1:50 CONSTRUCTIE VAN DE AFRONDING VAN DE KRUIN

BEHOORT BIJ NOTA BETREFFENDE HET PROFIEL, DAT BIJ DEN AANLEG VAN NIEUWE DIJKEN EN BIJ DE VERHOOGING EN VERZWARING VAN BESTAANDE DIJKEN LANGS DE BENEDENRIVIEREN ZAL ZIJN TOE TE PASSEN.

VERKLARING

DWARSPROFIELEN

SCHAAL 1:200
DE MATEN ZIJN AANGEGEVEN IN METERS
DE HOOGTELIGGING IS AANGEGEVEN TEN OPZICHTE VAN N.A.P.

- KEILEEM
- KLEI
- STEENGLOOIING
- ZINKSTUKKEN
- BETON
- OUD WERK
- NIEUW WERK

SITUATIES

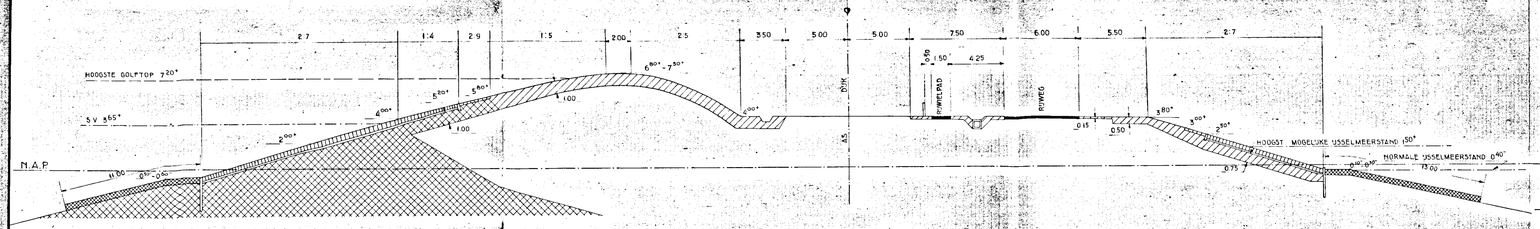
- TRACÉ VAN DEN DIJK
- AANSLUITENDE DIJKVAKKEN
- DUINGEBIED
- LW — LIJN VAN DROOGVALLING BIJ GEMIDDELD LAAG WATER
- 25, 50 OF 80 — LIJN VAN GELIJKE DIEPTE IN dm. BENEDEN L.W.

BIJ DE DIJKSPROFIELEN ZIJN DE STORMVLOEDSTANDEN AANGEGEVEN, DIE HEBBEN GEDIEND ALS UITGANGSPUNT BIJ HET VASTSTELLEN VAN DE DIJKSHOOGTEN.

2674 - A1

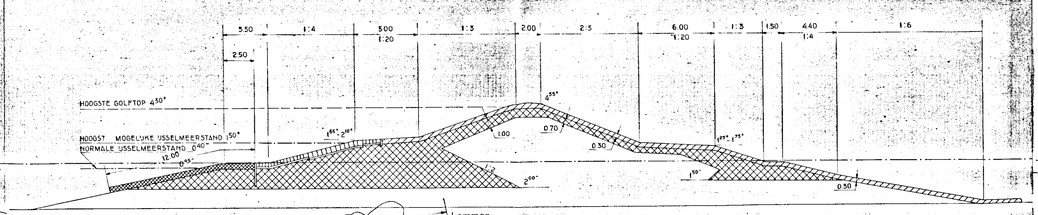
AFSLUITDUK IJSSELMEER ZUIDERZEEWERKEN 1932

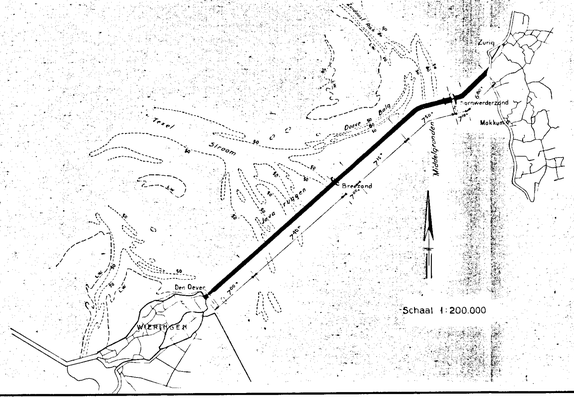
PROF. 1

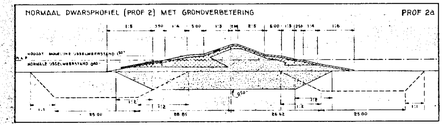


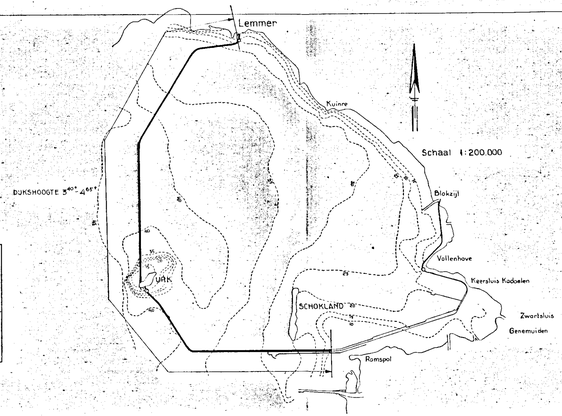
MEERDUK NOORDOOSTPOLDER ZUIDERZEEWERKEN 1940

PROF. 2





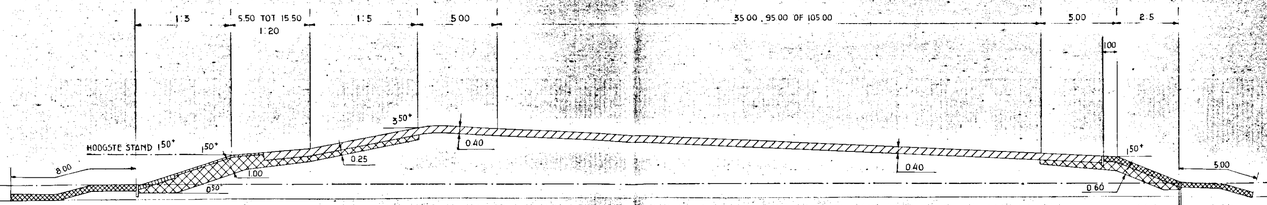


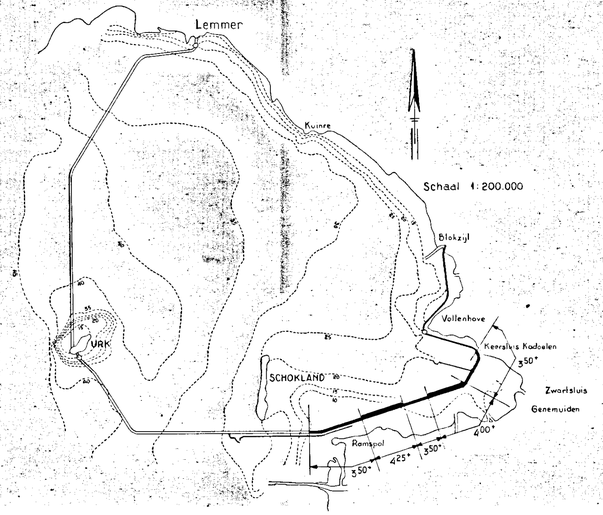


2675 A5

PROF. 3

MEERDIJK NOORDOOSTPOLDER ZUIDERZEEWERKEN 1940

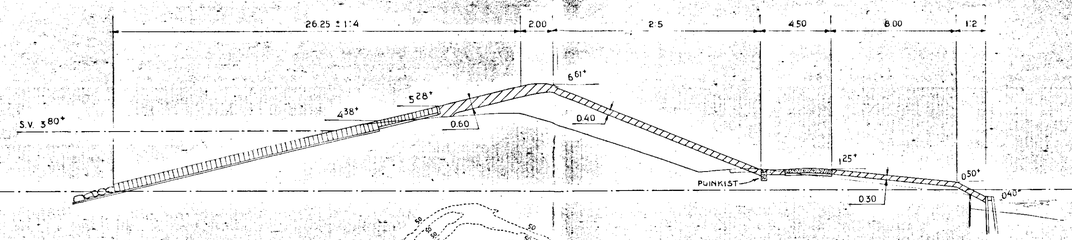


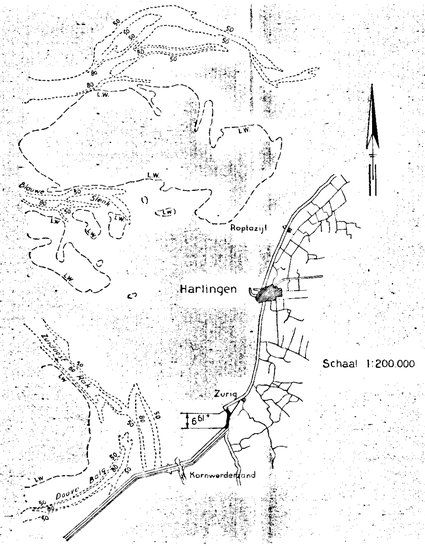


PROF. 4

VERHOOGING FRIESCHE ZEEDIJKEN ZUIDERZEEWERKEN 1928

GEDEELTE AFSLUITDIJK-ZURIG PROFIEL I

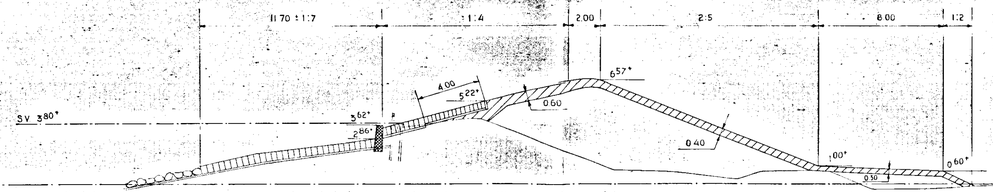


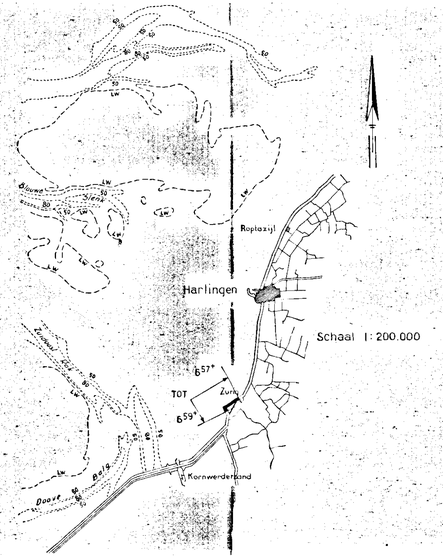


PROF. 5

VERHOOGING FRIESCHE ZEEDIJKEN ZUIDERZEEWERKEN 1928

GEDEELTE AFSLUITDIJK - ZURIG PROFIEL 2



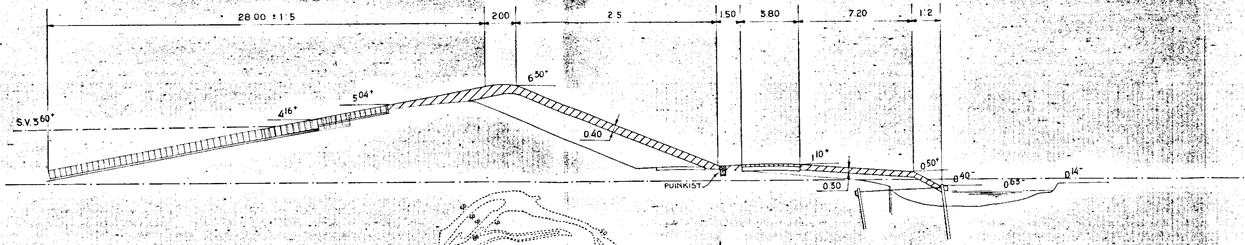


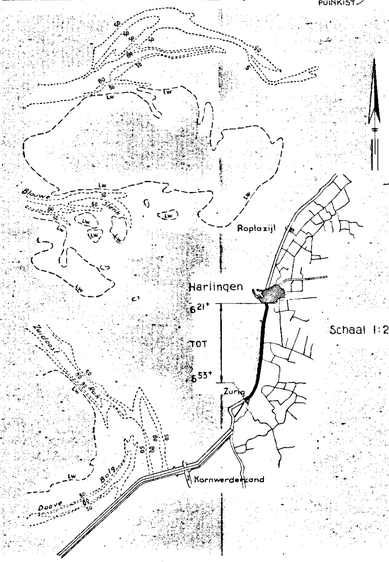
2676 A6

PROF. 6

VERHOOGING FRIESCHE ZEEDIJKEN ZUIDERZEEWERKEN 1929-1930

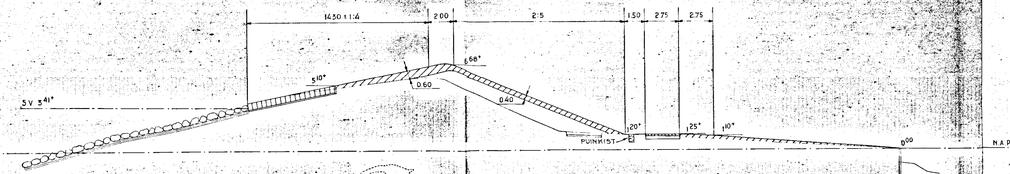
GEDEELTE ZURIG - HARLINGEN

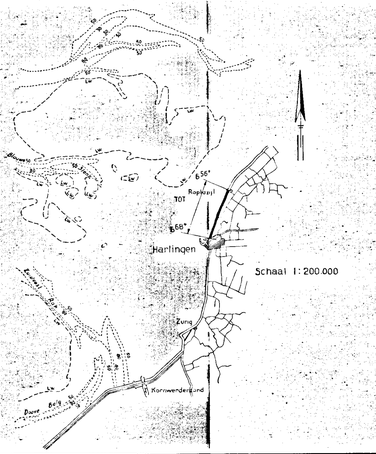




VERHOOGING FRIESCHE ZEEDUKEN ZUIDERZEEWERKEN 1930

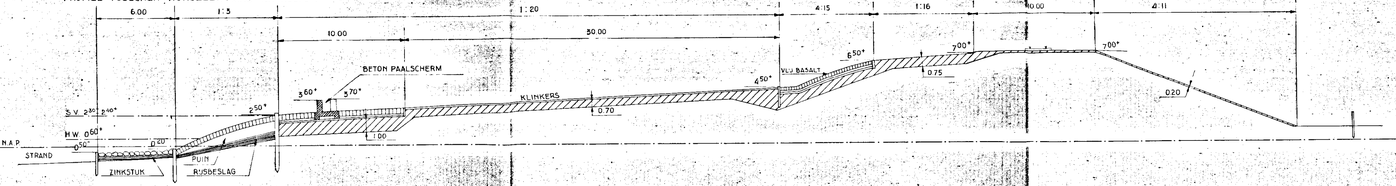
GEDEELTE HARLINGEN - ROPTAZIJL



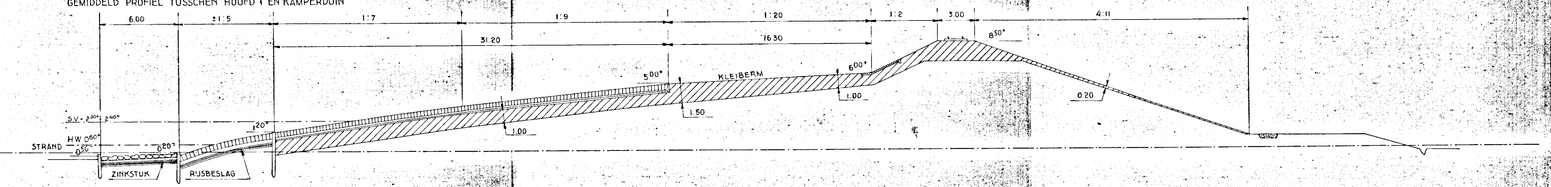


HONDSBOSSCHE ZEEWERING BESTAANDE DIJK 1872 - 1875

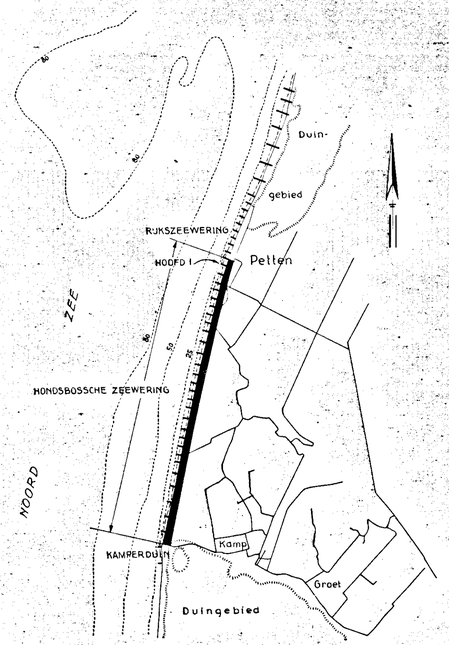
PROFIEL TUSSCHEN RUKSZEEWERING EN HOOFD I



GEMIDDELD PROFIEL TUSSCHEN HOOFD I EN KAMPERDUIN



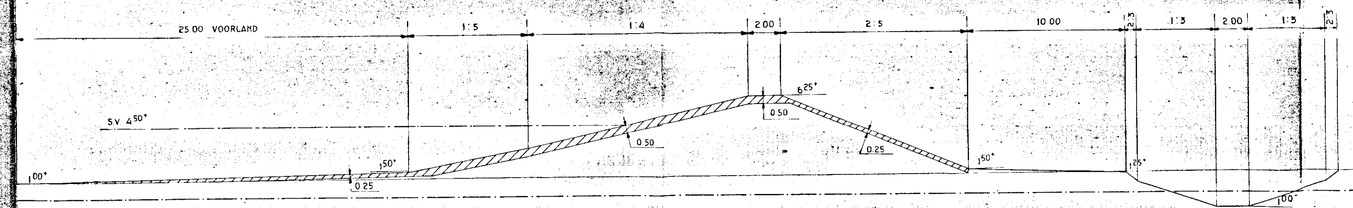
2677 A 4



Schaal 1:50.000

INDUKING IN DE PROV. GRONINGEN

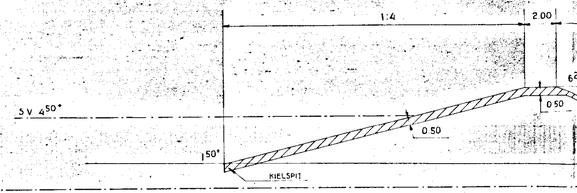
TECHN. BUR. V/D UNIE VAN WATERSCHAPSBONDEN 1942

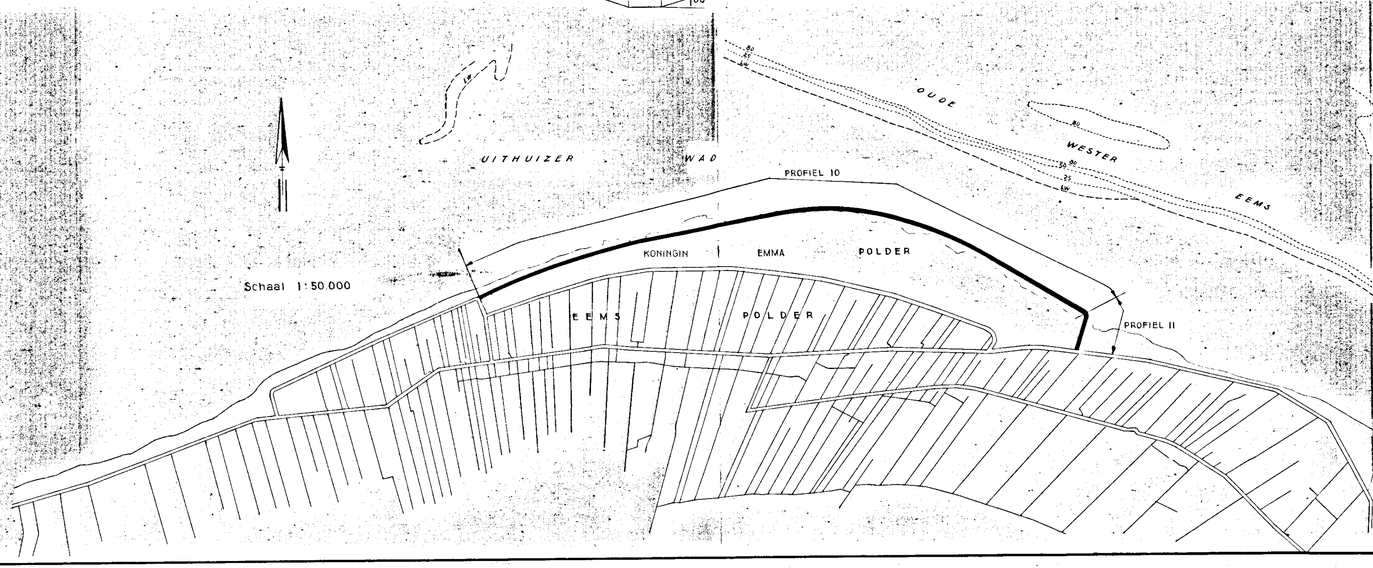


PROF. 10

INDUKING IN DE PROV. GRONINGEN

TECHN. BUR. V/D UNIE VAN WATERSCHAPSBO



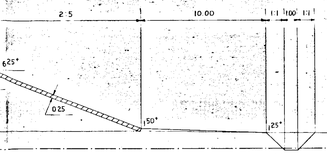


Schaal 1:50.000

2678 A 4

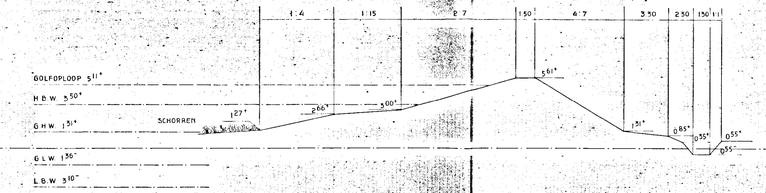
PROF. 11

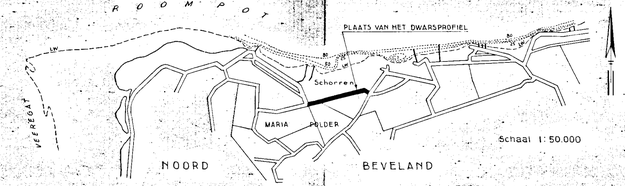
BONDEN 1942



PROF. 12

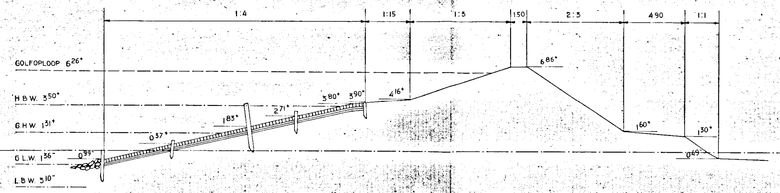
DUK VAN DEN MARIAPOLDER OP NOORD-BEVELAND BESTAANDE DUK 1719

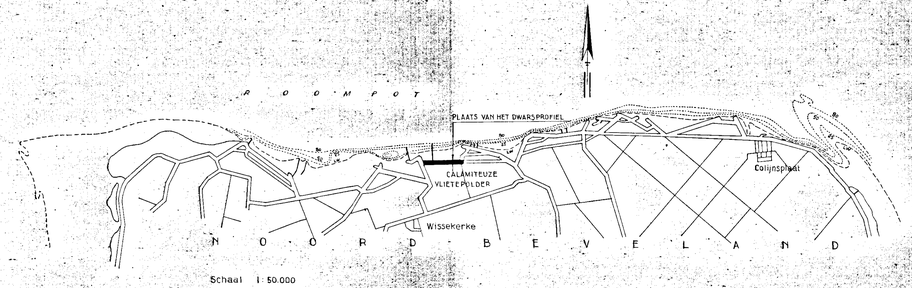




PROF. 13

DUK VAN DEN CAL. VLIETEPOLDER OP NOORD-BEVELAND BESTAANDE DUK 1667



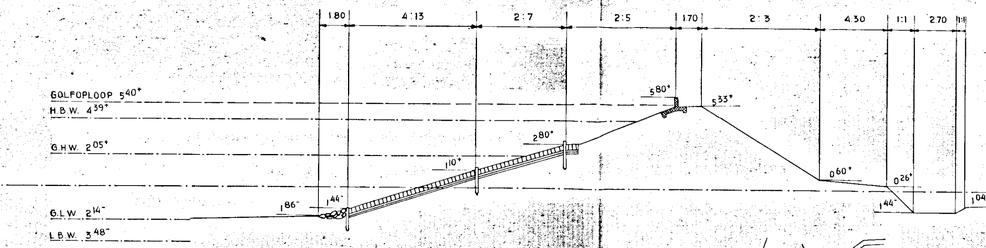


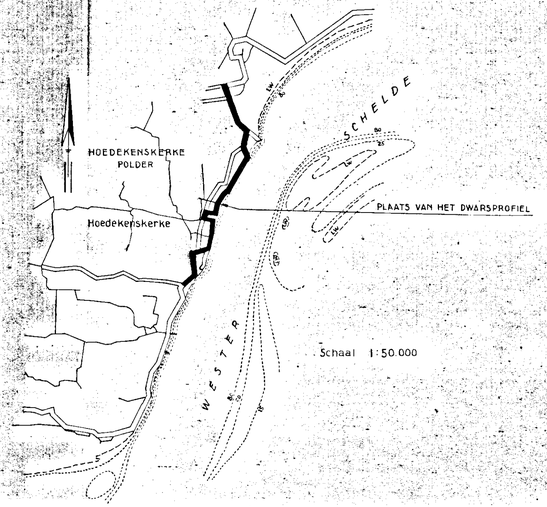
2679 A6

DUK VAN HET WATERSCHAP HOEDEKENSKERKE OP ZUID-BEVELAND

BESTAANDE DUK

PROF. 14

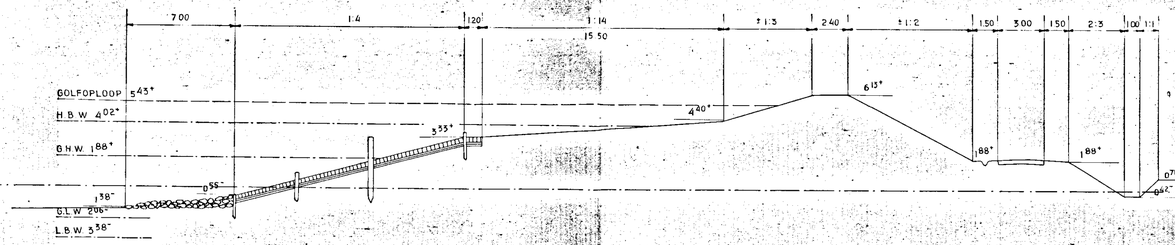


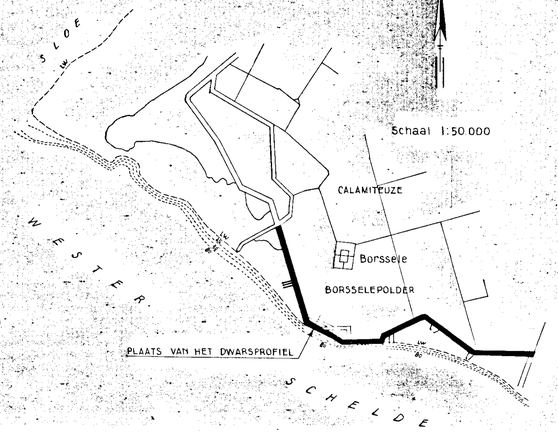


DUK VAN DEN CAL. BORSSELEPOLDER OP ZUID-BEVELAND

BESTAANDE DUK 1616

PROF. 15

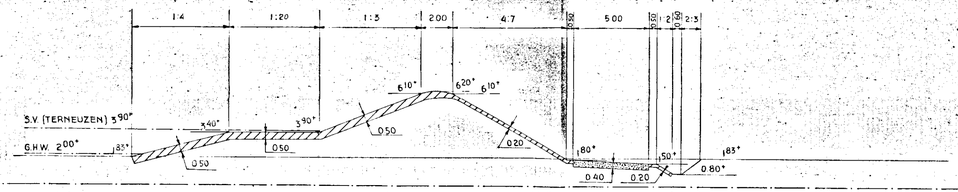


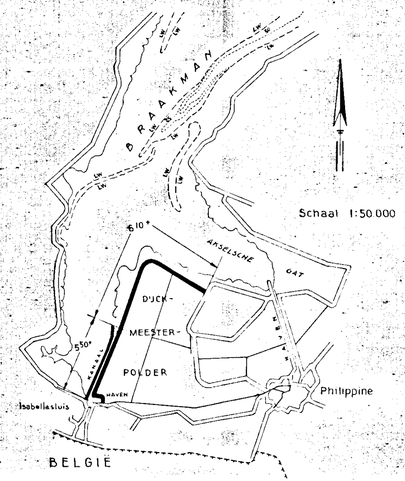


2680 A6

DIJK VAN DEN DUCKMEESTERPOLDER TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1918

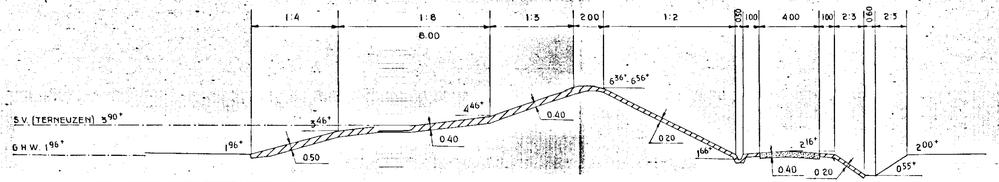
PROF. 16

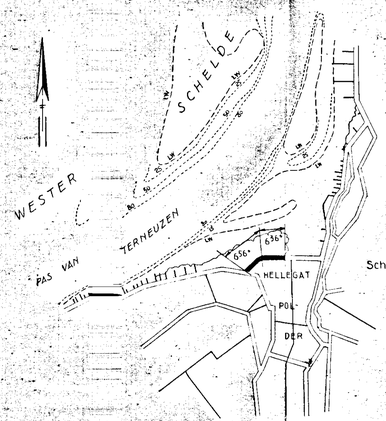




DIJK VAN DEN HELLEGATPOLDER TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1925

PROF. 17

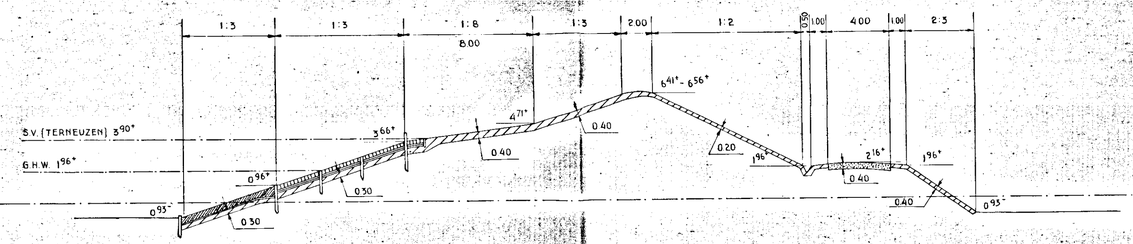


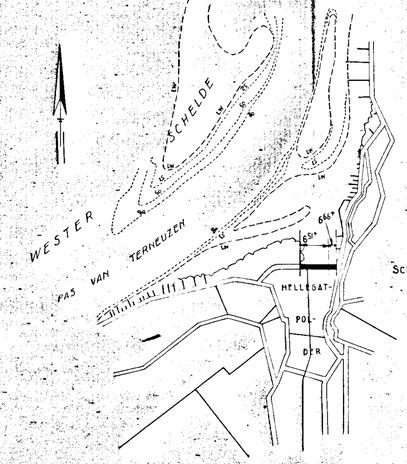


PROF. 18

DIJK VAN DEN HELLEGATPOLDER

TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1925



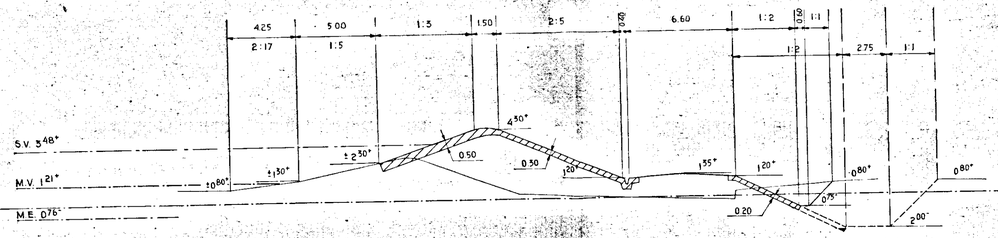


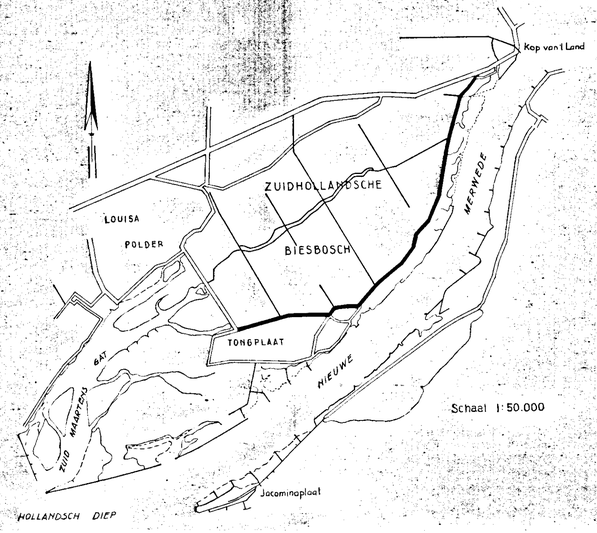
Schaal 1:50.000

PROF. 19

DIJK VAN DEN ZUIDHOLLANDSCHEN BIESBOSCH

TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1926





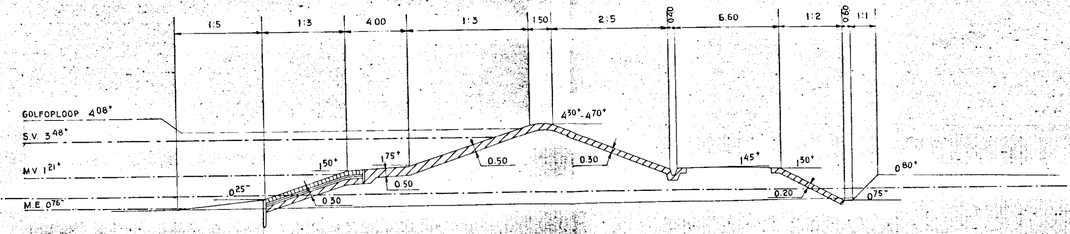
Schaal 1:50.000

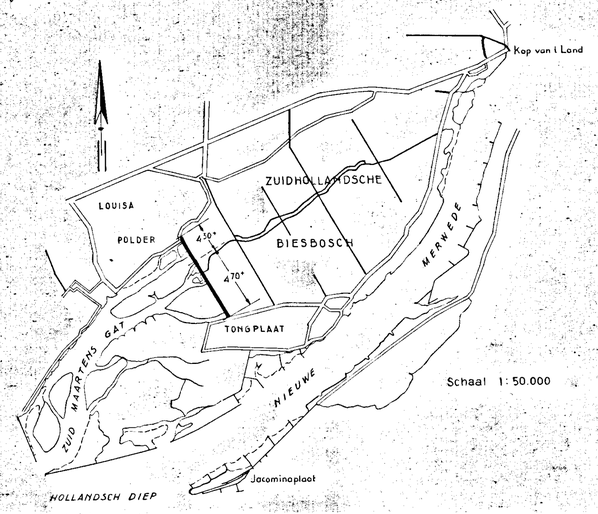
2681 A6

PROF. 20

DUK VAN DEN ZUIDHOLLANDSCHEN BIESBOSCH

TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1926





2682 - A4

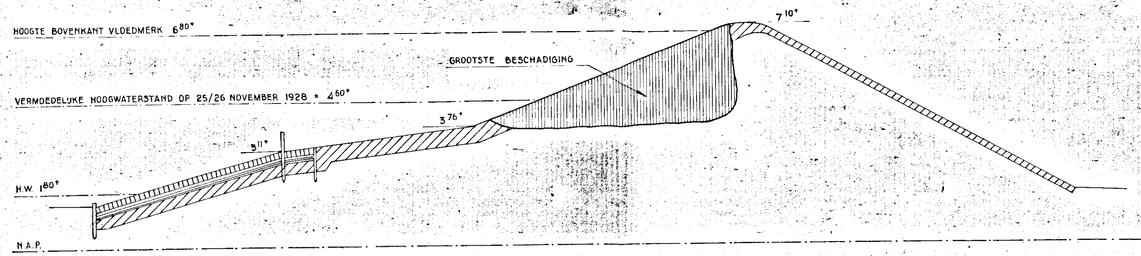
PROF. 21

DUK VAN DEN HOGERWAARDPOLDER

TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1914

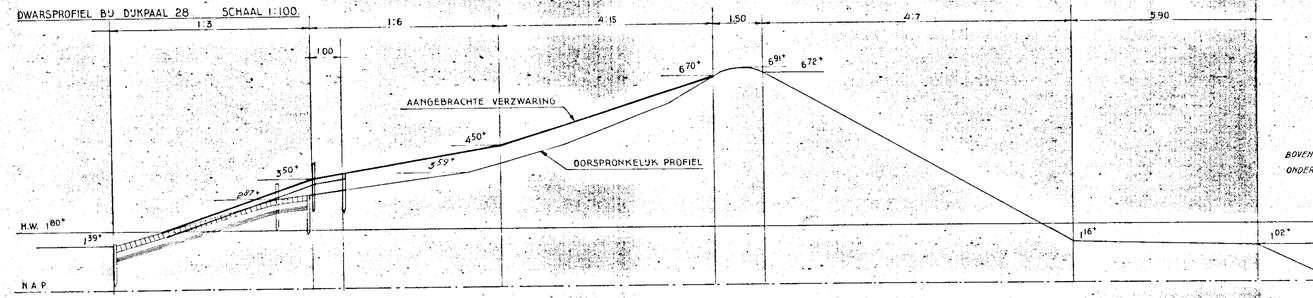
BESCHADIGING TEN GEVOLGE VAN DEN STORMVLOED VAN 25 OP 26 NOVEMBER 1928
EN DE DAARNA UITGEVOERDE DUKSVERBETERING.

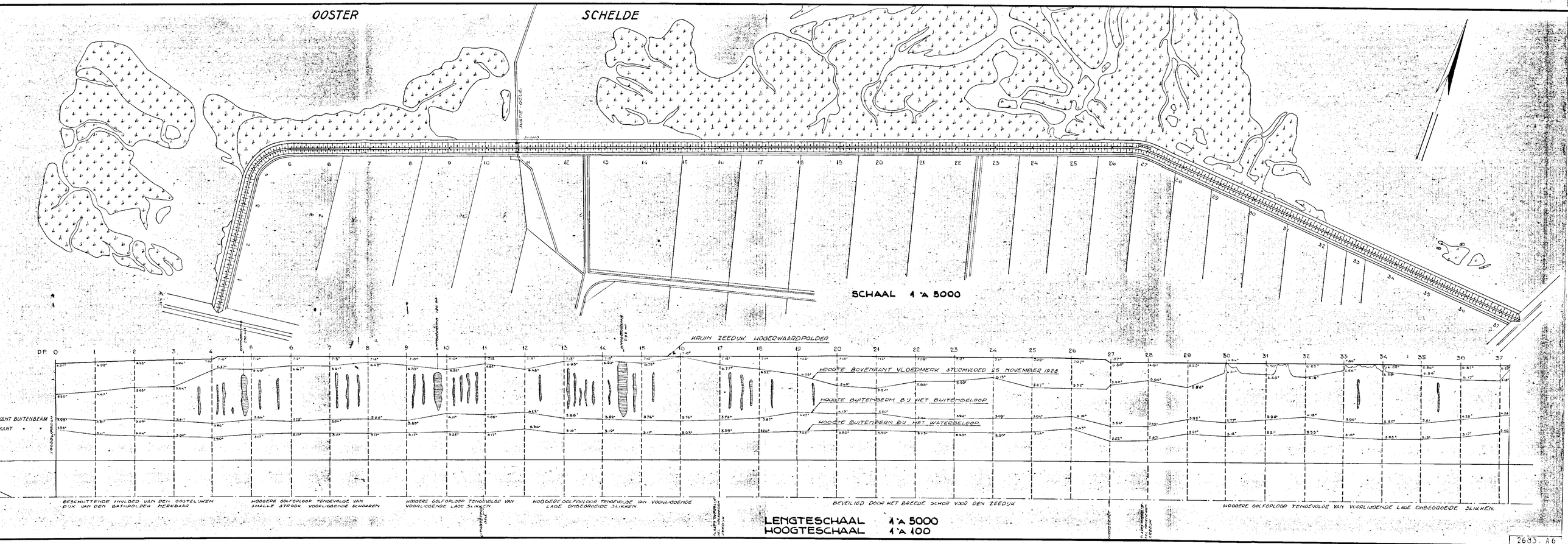
DWARSPROFIEL TUSSCHEN DE DUKPALEN 14 EN 15. SCHAAL 1:100



PROF. 22

DWARSPROFIEL BU DUKPAAL 28 SCHAAL 1:100.

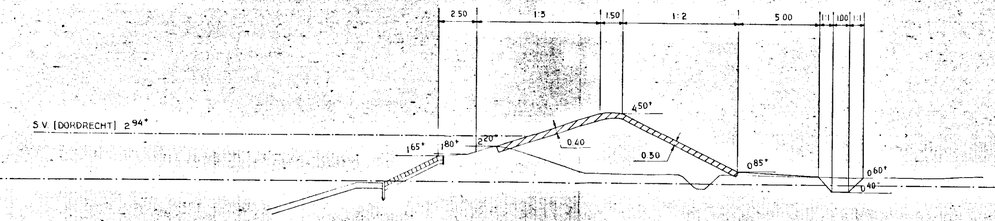


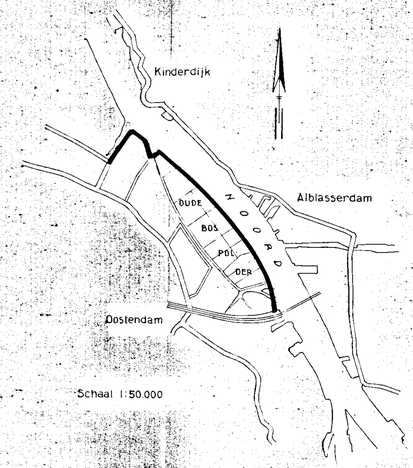

OOSTER
SCHELDE
SCHAAL 1 : 5000
KRUIN ZEEDIJK HOOGERWAARDPOLDER
HOOGTE BOVENKANT VLOEDMERK STORMVLOED 25 NOVEMBER 1928
HOOGTE BUITENBERM BIJ HET BUITENBELOOP
HOOGTE BUITENBERM BIJ HET WATERBELOOP
BESCHUTTENDE INVLOED VAN DEN OOSTELIJKEN DIJK VAN DEN BATHIPOLDER MERKBAAR
HOOGERE GOLFOPLOOP TENGEVOLGE VAN SMALLE STROOK VOORLIGGENDE SCHORREN
HOOGERE GOLFOPLOOP TENGEVOLGE VAN VOORLIGGENDE LAGE SLIKKEN
HOOGERE GOLFOPLOOP TENGEVOLGE VAN VOORLIGGENDE LAGE ONBEGROEIDE SLIKKEN
BEVEILIGD DOOR HET BREEDE SCHOR VOOR DEN ZEEDIJK
HOOGERE GOLFOPLOOP TENGEVOLGE VAN VOORLIGGENDE LAGE ONBEGROEIDE SLIKKEN.
LENGTESCHAAL 1 : 5000
HOOGTESCHAAL 1 : 100
2693. A6

DIJK VAN DEN OUDEN BOSPOLDER TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1939

PROF. 23

ALGEMEEN DWARSPROFIEL



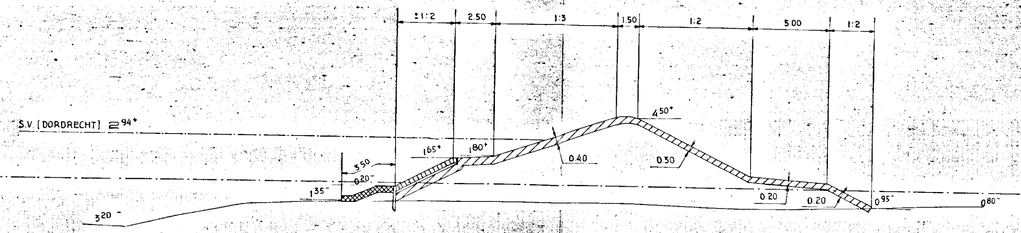


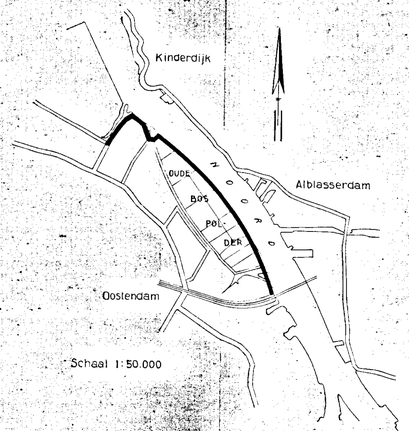
Schaal 1:50.000

DIJK VAN DEN OUDEN BOSPOLDER TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1939

PROF. 24

DWARSPROFIEL VOOR AFDAMMING GEULEN



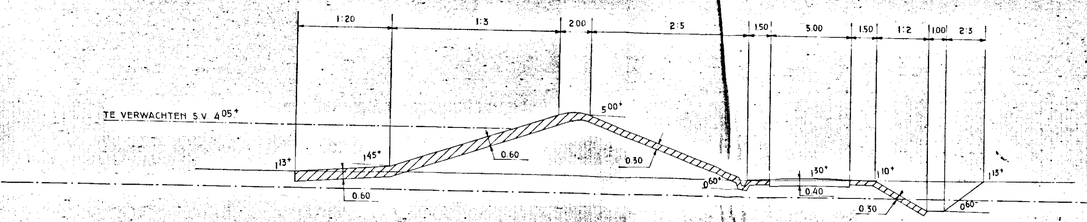


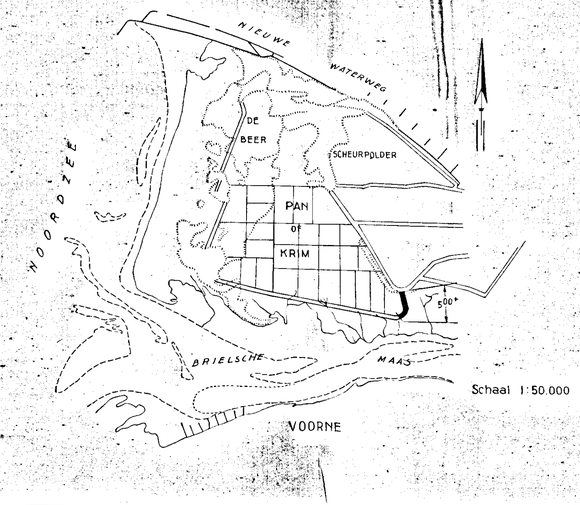
Schaal 1:50.000

BEDUKING PAN OF KRIM OP ROZENBURG

TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1943

PROF. 25



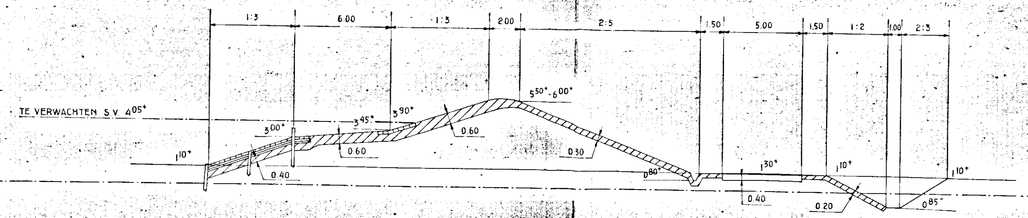


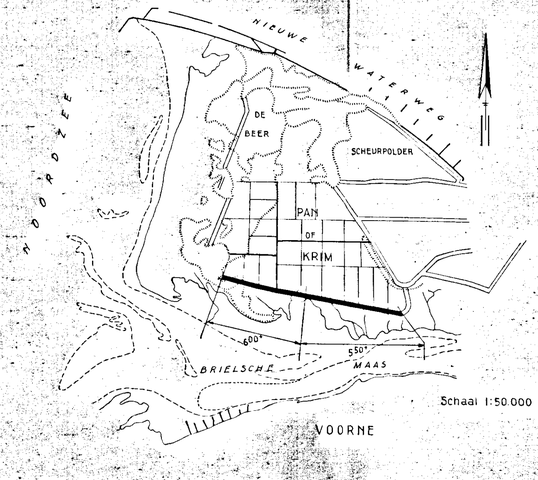
Schaal 1:50.000

BEDUKING PAN OF KRIM OP ROZENBURG

TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1943

PROF. 26





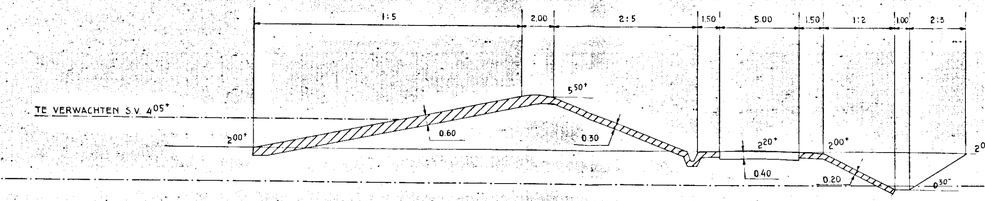
Schaal 1:50.000

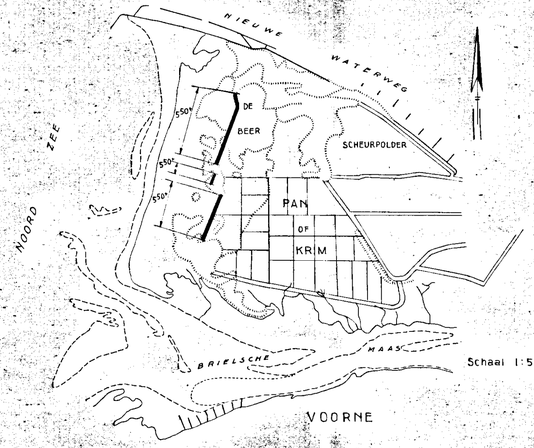
2684 - A6

BEDUKING PAN OF KRIM OP ROZENBURG

TECHNISCH BUREAU DER DOMEINEN 1943

PROF. 27

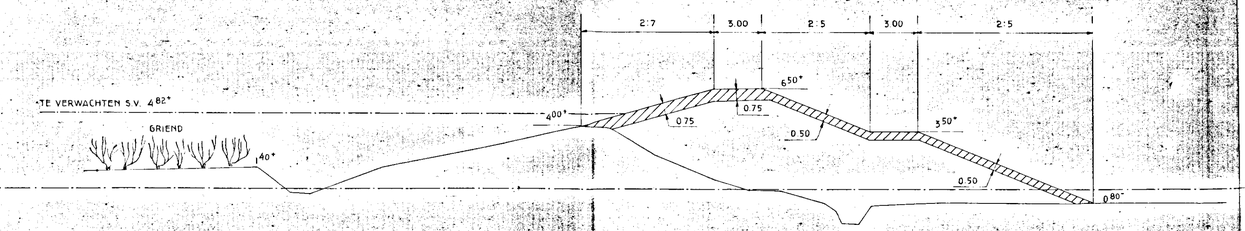


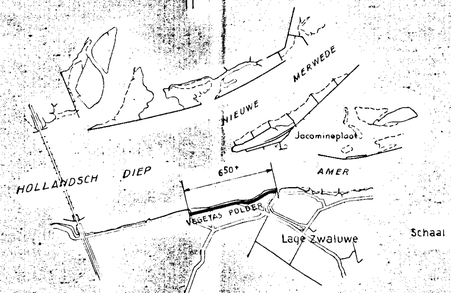


DUKSVERHOOGING ZUIDZYDE AMER - VEGETASPOLDER

RIJKSWATERSTAAT 1941

PROF. 28

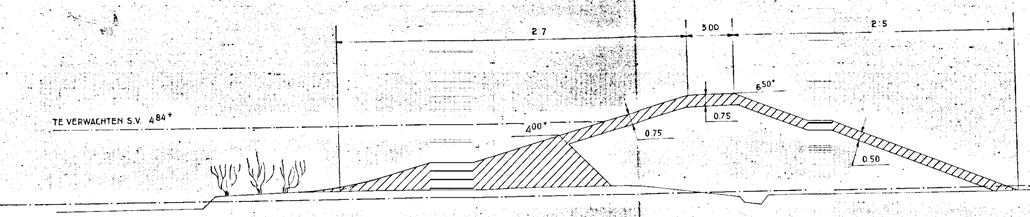


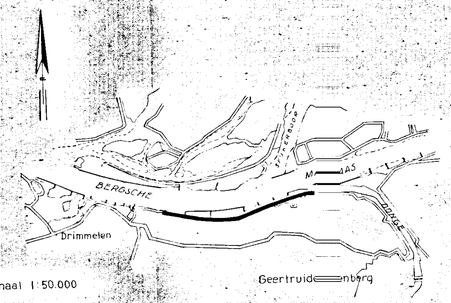


2635 - A6

PROF. 29

DUKSVERHOOGING ZUIDZYDE BERGSCHE MAAS - DONGEMOND-DRIMMELEN RYKSWATERSTAAT 1940

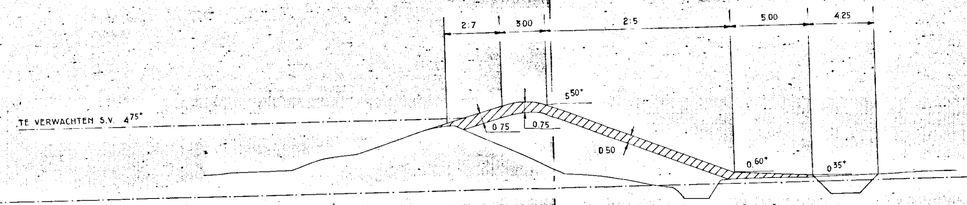


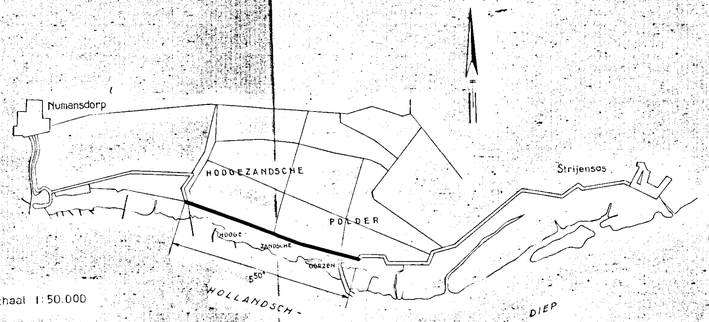


Schaal 1:50.000

PROF. 30

VERZWARING HOOGEZANDSCHE DUK PROV WATERSTAAT IN ZUIDHOLLAND 1941



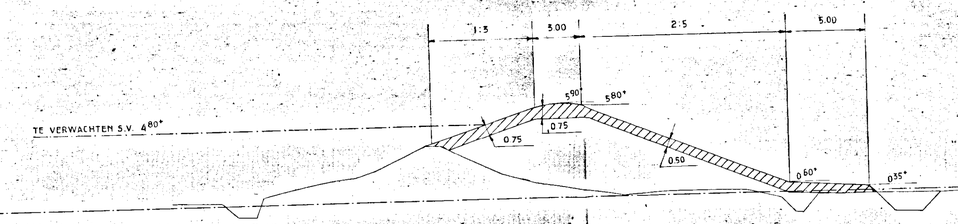


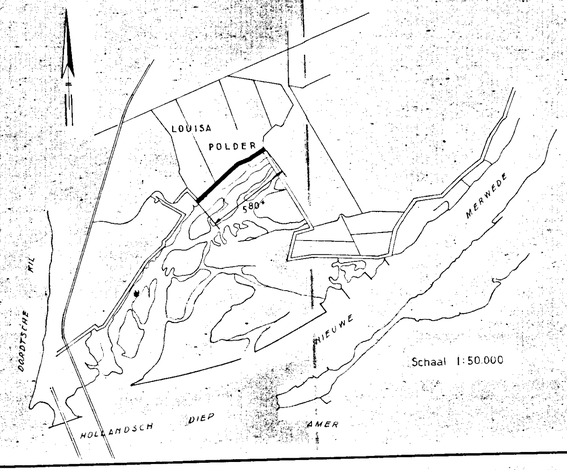
Schaal 1:50.000

PROF. 31

VERZWARING LOUISAPOLDERSCHE DIJK

PROV. WATERSTAAT IN ZUIDHOLLAND 1940



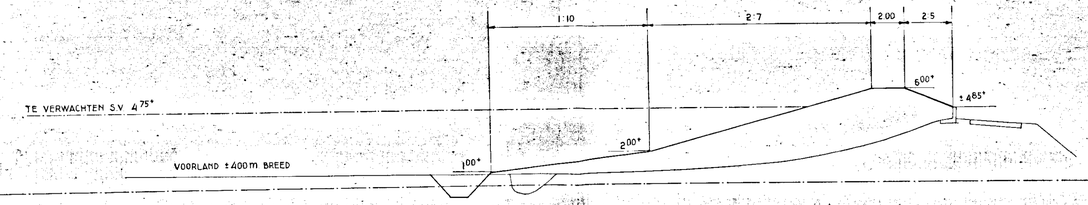


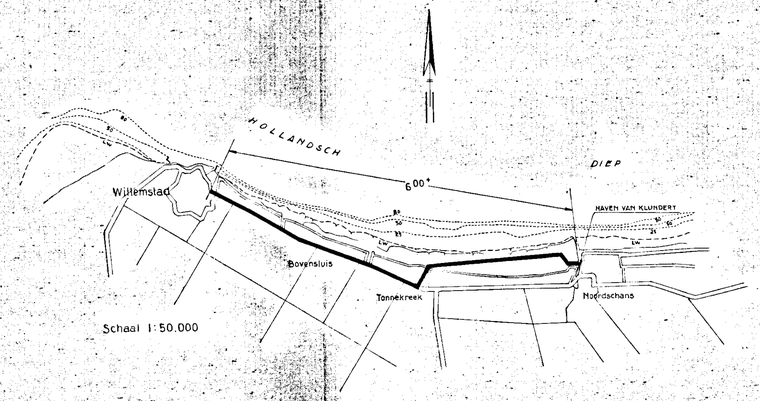
2686 . A6

PROF. 32

DIJKSVERHOOGING NOORDSCHANS-WILLEMSTAD

ONTWERP % PROV. WATERSTAAT IN NOORDBRABANT

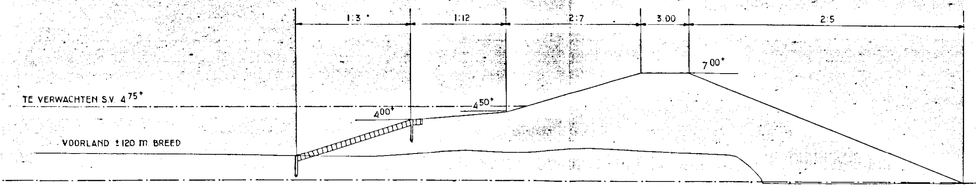


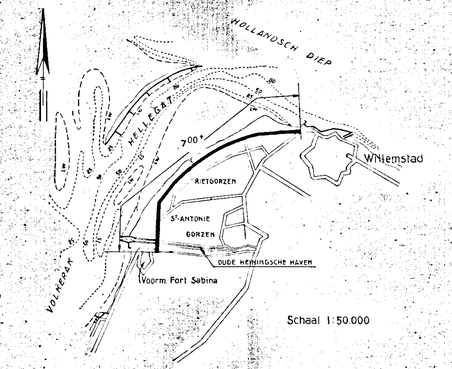


PROF. 33

BEDIJKING WILLEMSTAD - FORT SABINA

ONTWERP % PROV. WATERSTAAT IN NOORDBRABANT

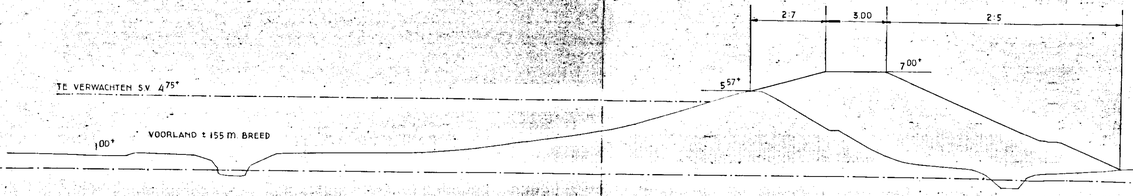


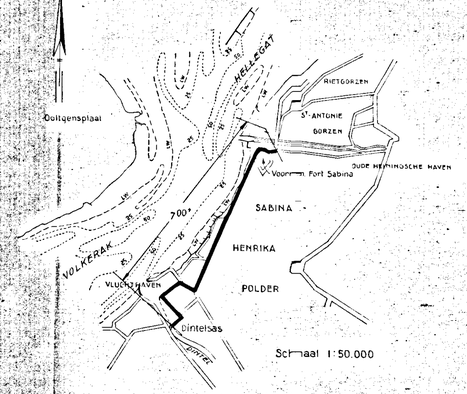


PROF. 34

DIJKSVERHOOGING FORT SABINA - DINTELSAS

ONTWERP % PROV. WATERSTAAT IN NOORDBRABANT



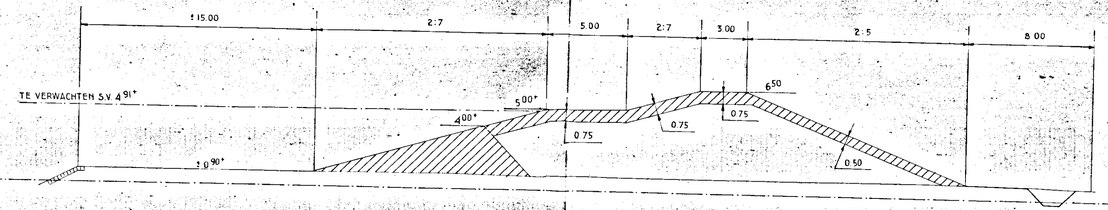


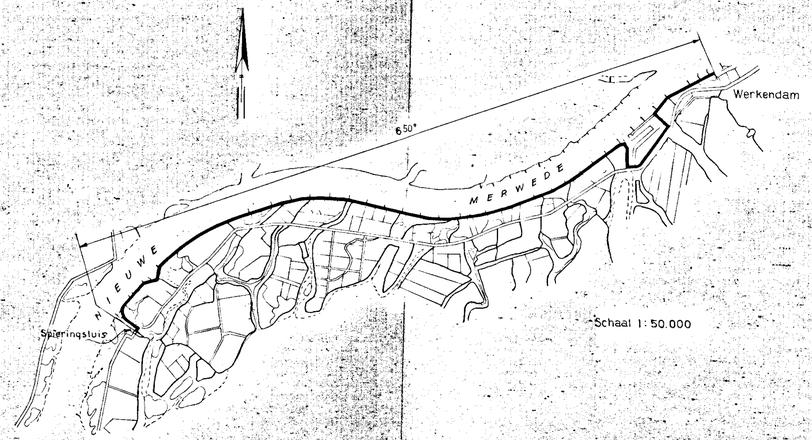
2687. A6

INDUKING NOORDBRABANTSCHE BIESBOSCH ONTWERP. VOORSTEL Prof. ir. J. Th. THUSSE

PROF. 35

GEDEELTE WERKENDAM - SPIERINGSLUIS

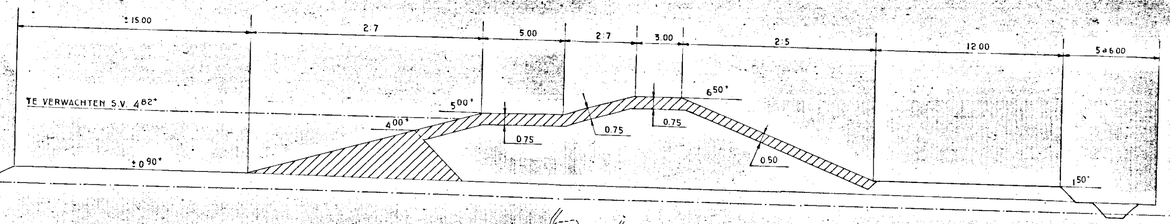


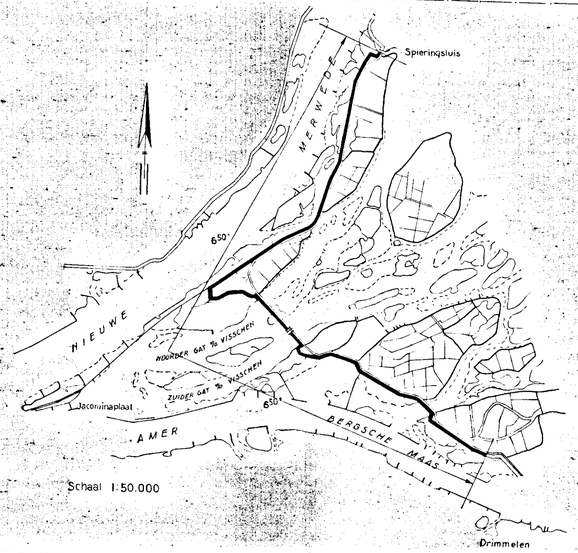


INDUKING NOORDBRABANTSCHE BIESBOSCH ONTWERP. VOORSTEL Prof. ir. J. Th. THUSSE

PROF. 36

GEDEELTE SPIERINGSLUIS - DRIMMELEN

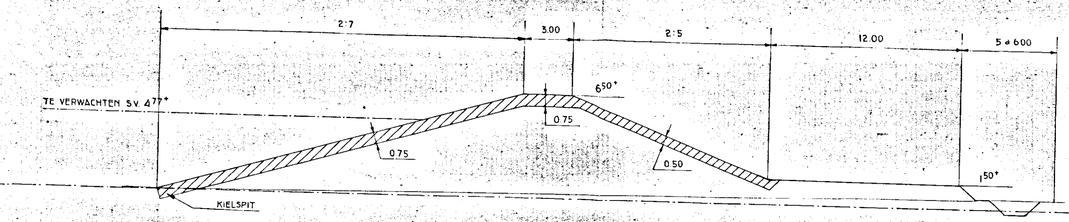


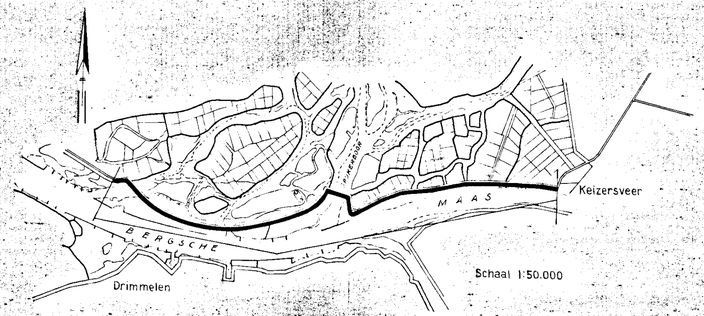


INDUKING NOORDBRABANTSCHE BIESBOSCH ONTWERP. VOORSTEL Prof. ir. J.Th. THUSSE

GEDEELTE DRIMMELEN-KEIZERSVEER

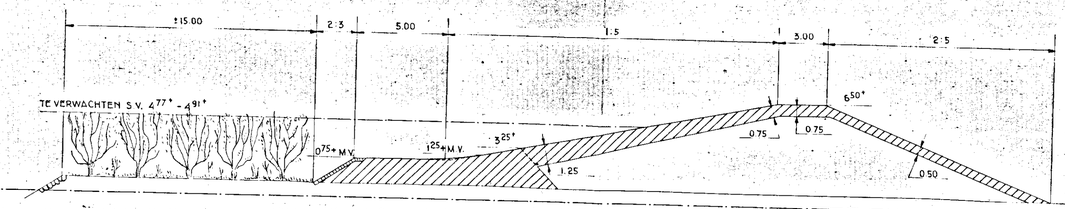
PROF. 37





INDUKING NOORDBRABANTSCHE BIESBOSCH ONTWERP. VOORSTEL H.-Ir. P.Ph. JANSEN.

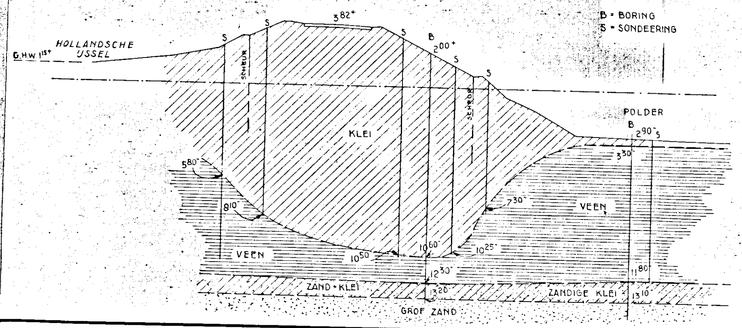
PROF. 38

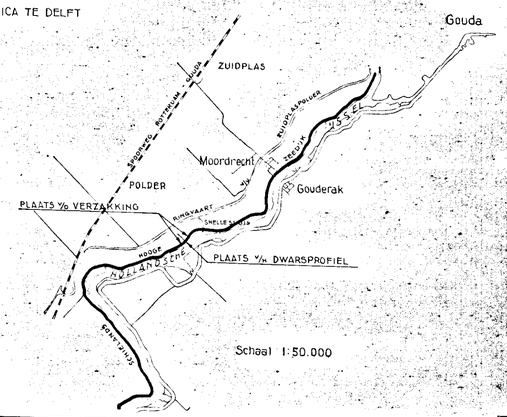


SCHIELANDS HOOGE ZEEDIJK OPGENOMEN DOOR HET LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

PROFIEL IN RAAI 185 70

PROF. 39



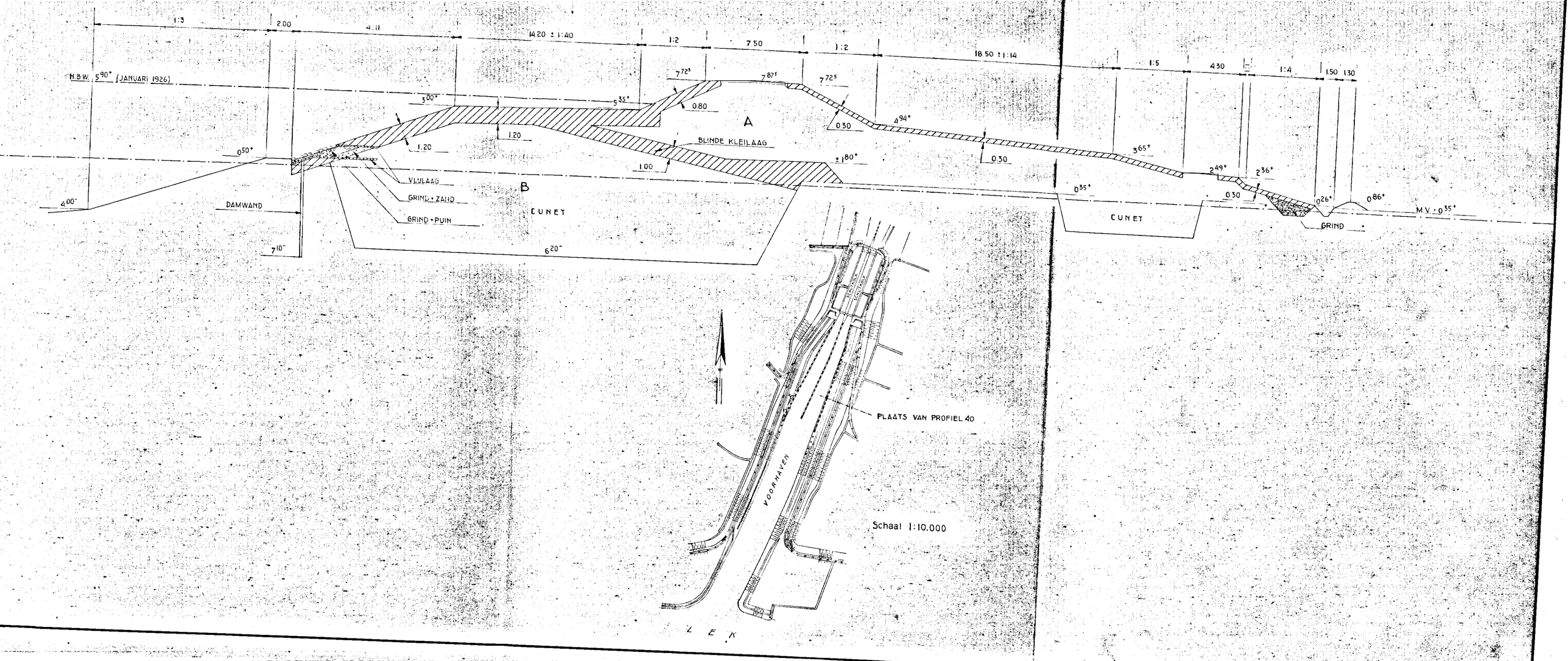


2688 . A6

VOORHAVENDIJK VAN DE SCHUTSLUIS BIJ VREESWIJK

RIJKSWATERSTAAT 1937

PROF. 40



2690 A3