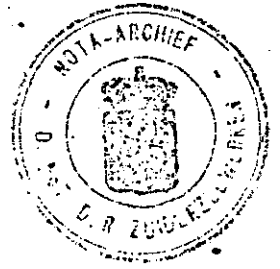


bx
79861



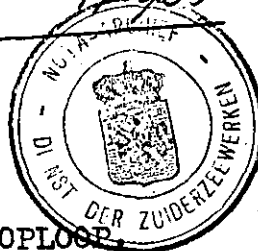
Rijkswaterstaat
directie IJsselmeergebied
bibliotheek
postbus 600
8200 AP Lelystad.



Rijkswaterstaat
directie IJsselmeergebied
bibliotheek
postbus 600
8200 AP Lelystad

ZUIDERZEEWERKEN.

WATERLOOPKUNDIGE DIENST.



NOTA BETREFFENDE DEN GOLFOLOOP.

Onze kennis van den golfoploop is verkregen door :

- a. Het verzamelen van waarnemingen omtrent de ligging van het vloedmerk en omtrent overslag, verricht aan verschillende dijken.
- b. Waarnemingen aan golfpeilschalen langs de Waddenzee en de voormalige Zuiderzee.
- c. Proeven met een golfbak in den tuin van het bureau der Zuiderzeewerken in 1920.
- d. Proeven in de windgoot van het Geologisch Instituut te Leiden in 1933 en 1934, terwijl voorts nog enkele gegevens omtrent de vorming van windgolven, verkregen bij
- e. Proeven in de windtunnel van den Rijksstudiedienst voor de luchtvaart in 1921, wellicht van nut kunnen zijn.

In de literatuur zijn geen gegevens aangetroffen, die voor het vraagstuk van den golfoploop tegen een dijk van veel belang zijn.

Bij de genoemde waarnemingen is gebleken, dat de hoogte van den golfoploop (boven de hoogte van stilwater) wordt beheerscht door twee groepen van omstandigheden. De eerste groep, de verwijderde omstandigheden, bepalen de afmetingen van de golven, zooals die bij den dijk aankomen. De

bx
79861

andere

andere groep omvat de plaatselijke omstandigheden, die de wijze van oploopen van de eenmaal gevormde golf tegen den dijk beheerschen.

Tot de verwijderde omstandigheden kunnen worden gerekend :

- (A1) de windsnelheid,
- (A2) de structuur van den wind, waaronder men kan verstaan de turbulentie, het voorkomen van buien, e.d.
- (A3) de waterdiepte,
- (A4) de afstand, waarover de golven zich kunnen ontwikkelen (fetch).

De plaatselijke omstandigheden omvatten :

- (B1) De hoek tusschen de windrichting en die van den dijk,
- (B2) Het profiel van den bodem dicht voor den dijk,
- (B3) De vorm van het buitenbeloop van den dijk,
- (B4) De gladheid van dit beloop,
- (B5) Het tracé van den dijk.

Bij de waarnemingen aan werkelijke dijken is het niet mogelijk deze variabelen te scheiden; men is er dus op aangewezen tot dit doel modelproeven uit te voeren, waar men elke omstandigheid op zijn beurt kan varieeren. De waarnemingen in de natuur vormen dan een onontbeerlijke contrôle op de modelproeven. In de laatste moeten namelijk noodgedwongen verscheidene afwijkingen van de werkelijkheid getolereerd worden, die maken, dat het overbrengen van de modelresultaten op de werkelijkheid niet met zekerheid kan geschieden. Door de combinatie van omstandigheden, die bij een waarneming in het groot heeft geheerscht, in het model te reproduceeren, verkrijgt men een vergelijking, die de

onzekerheid

onzekerheid in belangrijke mate vermindert.

Het belangrijkste resultaat, waartoe de waarnemingen hebben geleid, is, dat van al de genoemde factoren de waterdiepte (A3) de grootste invloed op den golfoploop heeft. Door deze omstandigheid is het mogelijk eenigermate het verband tusschen deze twee grootheden vast te stellen. Dit is gedaan in den vorm van een grafische voorstelling, die den golfoploop als functie van de waterdiepte aangeeft. Men vindt een dergelijke grafiek in het verslag van de Staatscommissie-Lorentz (p.256); de hierop voorkomende lijnen zijn, naar aanleiding van de later verrichte waarnemingen, eenigszins herzien.

Bij deze grafieken zijn omtrent de overige omstandigheden ten deele bepaalde onderstellingen gemaakt, overigens zijn zij in het midden gelaten. Dit laatste geschiedt reeds bij het eerstgenoemde punt: de windsnelheid (A1). Minder sterke winden veroorzaken uiteraard een geringeren golfoploop; bij de waarnemingen, die voor het samenstellen van de grafieken zijn benut, is de windsnelheid meestal omstreeks 20 m/sec geweest.

Voor den golfoploop tegen de dijken langs de zee is deze windsnelheid ook maatgevend. Bij de hoogste stormvloed is tijdens het voorkomen van den maximalen waterstand in den regel een dergelijke windsnelheid voorhanden. Krachtiger wind kan wel voorkomen, namelijk vroeger in den storm, of bij stormtypen, die minder hoge waterstanden veroorzaken, doch voor de veiligheid van den dijk is de golfoploop, die dan ontstaat, niet maatgevend. Bij de bepaling van de

kruinshoogte

kruinshoogte van den afsluitdijk behoefde dan ook aan dit punt geen aandacht te worden geschonken.

Anders staat het met de dijken langs het IJsselmeer.

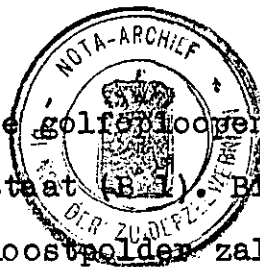
Tengevolge van de betrekkelijk geringe afmetingen van dit meer zal, mede in verband met de z.g. dynamische opwaaiing, de hoogste waterstand op verscheidene gedeelten van de dijken juist bij een zeer krachtigen wind voorkomen. Hier is het dus van veel belang, dat de vraag wordt beantwoord, of bij zeer krachtigen wind, bijvoorbeeld omstreeks 30 m/sec, de golfoploop grooter is, dan uit het diagram van waterdiepte-golfoploop zou volgen. Zou dit in betekenende mate het geval zijn, dan zouden de betreffende dijksgedeelten wellicht verscheidene decimeters, of zelfs een meter hoger moeten worden aangelegd, dan anders het geval zou zijn.

Iets dergelijks geldt voor het punt A 2.

Een uiterst krachtige, zeer buiige wind komt slechts zelden voor; er is dus weinig kans om in de natuur omtrent deze zaak waarnemingen te verzamelen, zoodat men ten aanzien hiervan op modelproeven is aangewezen.

Omtrent de fetch (A 4) is bij het diagram waterdiepte-golfoploop aangenomen, dat hij groot is. De golven hebben dan de grootste afmetingen bereikt, die bij de voorhanden waterdiepte mogelijk zijn. Bij een kleine fetch wordt de golf en daarmee ook de golfoploop gereduceerd; dit zal bijvoorbeeld voor de eenigszins beschut liggende dijken ten oosten van Schokland van belang kunnen zijn. De waarnemingen in de natuur zijn niet voldoende om te bepalen, welke reductie mag worden toegepast.

Uiteraard



Uiteraard komen de grootste golfoploopen voor, wanneer de wind loodrecht op den dijk staat (B 1). Bij een groot deel van den dijk van den Noordoostpolder zal dit tijdens het voorkomen van de hoogste waterstanden niet het geval zijn. Ongetwijfeld zal daardoor op eenige dijksgedeelten niet de volle golfoploop bepalend zijn voor de kruinshoogte. Gegevens over de vermindering, die de golfoploop ondergaat, wanneer de wind zeer schuin op den dijk staat, zijn na den stormvloed van 13-14 Januari 1916 bijeengebracht door den Provincialen Waterstaat van Noordholland. Aanvulling van deze gegevens, die uit den aard der zaak niet volledig konden zijn, is gewenscht.

Het diagram waterdiepte-golfoploop neemt aan, dat de teen van den dijk in de beschouwde waterdiepte ligt en de diepte zeewaarts geleidelijk een weinig toeneemt (B 2). Voorts dat de dijk ononderbroken talud heeft van omstreeks 3 à 5 op 1 (B 3) en de ruwheid bezit van een moderne steenglooiing van basalt of bloksteen (B 4). Omtrent deze punten is bekend, dat een voorland in den regel een verminderde golfoploop veroorzaakt. Het is echter mogelijk, dat een voorland van zeer geringe breedte een tegengestelde uitwerking heeft. Voorts zal de golfoploop tegen een dijk met een steil beloop groter kunnen zijn, dan het diagram aangeeft, terwijl een buitenberm ongeveer op het niveau van stilwater een gunstigen invloed heeft. Men neemt aan, dat een vermindering van den golfoploop van omstreeks 25 procent door middel van een juist gedimensioneerden buitenberm wordt verkregen. De modelproeven te Leiden (d) bevestigen deze

opvatting

opvatting. Omtrent andere bijzonderheden in het buitenbe-
loop, met name een muurtje op de kruin, zijn geen waarne-
mingen uit de werkelijkheid bekend.

Wat de gladheid van het beloop aangaat, de golfoploop
tegen een ruw beloop zal minder zijn dan die tegen een glad,
doch de grootte van het verschil is niet bekend. Evenmin
zal men quantitatief de uitwerking kunnen bepalen van paal-
rijen en dergelijke, die eenigszins met een verruwing kun-
nen worden gelijkgesteld.

Bij knikken en bochten in een dijk (B 5) is somtijds
interferentie te vreezen van de golfsystemen, die met de
richting van den dijk ter weerszijden samenhangen. Ook om-
trent dit punt geven de waarnemingen in de natuur geen uit-
sluitsel.

Wil men onze kennis van het verschijnsel van den golf-
oploop vergrooten door middel van modelproeven, dan kan daar-
voor een omvangrijk programma worden opgesteld. Men zal im-
mers antwoord moeten geven op de volgende vragen :

- A1. Hoe is het verband tusschen golfoploop en windsnelheid ?
- A2. Welke invloed heeft de structuur van den wind op den
golfoploop ?
- A4. Welke reductie ondergaat de golfoploop door onvoldoen-
de fetch ?
- B1. Hoe verandert de golfoploop met de windrichting ten
opzichte van de dijkrichting ?
- B2. Wat is de invloed van een voorland ?
- B3. Welke uitwerking heeft een buitenberm; welke hoogtelig-
ging en welke afmetingen moet deze verkrijgen om zoo

gunstig

gunstig mogelijk te werken ? Wat bereikt men met een muurtje op den dijk ? Zijn er nog andere vormen van een buitenbe-
loop, die een verkleining van den golfoploop tengevolge hebben ?

B4. Kan men den golfoploop verkleinen door het buitenbe-
loop ruw te maken.

B5 Wat gebeurt er bij knikken en bochten in den dijk ?

Het valt niet te verwachten, dat al deze vragen door een modelproef afdoende zullen worden beantwoord. Echter is het zeker, dat een gedeeltelijk resultaat zal worden verkregen. De onzekerheid in de kruinshoogte van den N.O.polderdijk, die thans bestaat en die van de orde van grootte van een meter is, zal daardoor worden verminderd.

Waarschijnlijk is het mogelijk de proeven zoodanig in te richten, dat bovendien nog gegevens worden verkregen, omtrent de kracht van den golfslag op verschillende punten van het dijksbe-
loop. Dit is vooral van belang voor het geval, dat een buitenberm wordt toegepast.

De vroeger uitgevoerde proeven hebben op de meeste vragen geen antwoord kunnen geven. De eerste serie (c) werd uitgevoerd met golven, opgewekt door het bewegen van een schot; er werd geen wind opgewekt. Dientengevolge weken de omstandigheden zoo veel van de werkelijke af, dat geen betrouwbare
quantitatieve resultaten konden worden verkregen. Toch zijn deze proeven van veel belang geweest, doordat zij het inzicht in het verschijnsel van den golfoploop hebben verbeterd. Ook kwam reeds het resultaat vast te staan, dat een helling van

omstreeks 1 : 4 voor het buitenbeloop van een dijk geschikt is.

Geleerd door de ondervinding, heeft men de proeven te Leiden wél met wind uitgevoerd. Omtrent den invloed van de fetch (A4) hebben deze proeven waardevol materiaal opgeleverd, voorts werd de werking van een buitenberm duidelijker en kon de daarmee te verkrijgen reductie op den golfloop eenigszins worden nagegaan. Voor het afdoend beantwoorden van de overige vragen is de inrichting echter niet geschikt.

Hiervoor zal een nieuwe installatie moeten worden vervaardigd. De proeven te Leiden hebben doen zien op welke wijze men daarbij tewerk zal moeten gaan. Het is aangewezen, dat deze installatie te Delft bij het Waterbouwkundig Laboratorium komt. Men beschikt daar zoowel over het personeel als over het instrumentarium, dat voor het uitvoeren van de proeven geschikt is.

Bij een bestudeering van het hiervoor genoemde meetprogramma is men tot de conclusie gekomen, dat het aanbeveling verdient een tunnel te bouwen, ter lengte van minstens 20 meter, met een breedte van drie, zoo mogelijk vier meter, die ten deele (tot een diepte van enkele decimeters) met water is gevuld. Boven dit water moet een ruimte, hoog 60 cm of meer, aanwezig zijn, waardoor de windstroom moet passeeren. In de retourleiding voor de lucht wordt een ventilator geplaatst voor het opwekken van den wind. De ventilator moet worden aangedreven door electromotoren met een regelbaar toerental; deze kunnen hun energie ontvangen van een aanwezig Ward-Leonard-aggregaat, dat juist het voor de proeven

benodigd

benodigd vermogen bezit (30 kW). Windsnelheden kunnen dan worden bereikt tot omstreeks 15 m/sec, wat, de schaal in aanmerking genomen, overeenkomt met een groter snelheid dan die van den krachtigsten wind, die hier te lande is geconstateerd.



Omtrent de aërodynamische zijde van de installatie is reeds ondershands overleg gepleegd met den Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart en met den Hoogleeraar-Directeur van het Laboratorium voor Aëro- en Hydrodynamica van de Technische Hoogeschool.

Aan de lijzijde van de tunnel wordt het te onderzoeken dijksmodel geplaatst. Er kan daar een open waarnemingskamer worden gevormd, wat de uitvoering van de proeven in belangrijke mate vergemakkelijkt. Bij het tegenovergestelde uiteinde zal een inrichting dienen te worden geplaatst om golven op te wekken; daardoor bereikt men, dat golven kunnen worden verkregen, groter dan die, welke behooren bij de "fetch" die met de lengte van de tunnel overeenkomt. Overigens zal men, juist in verband met het onderzoek van den invloed van de fetch, de tunnel op een zoodanige wijze moeten uitvoeren, dat een latere verlenging niet uitgesloten is. Het is echter zeer goed mogelijk, dat het gewenschte resultaat ook zonder verlenging wordt verkregen, reden waarom het dadelijk bouwen van een langere tunnel economisch niet verantwoord zou zijn. Niet alleen zouden daardoor de onmiddellijke bouwkosten hoger worden, doch bovendien zou bij alle proeven een grotere hoeveelheid energie nodig zijn om de lucht door

de langere tunnel en retourleiding te blazen.

De oplossing, die, volgens het vooronderzoek, de meeste resultaten belooft, gecombineerd met de minste kosten, bestaat uit het bouwen van de installatie buiten het bestaande gebouw van het Waterloopkundig Laboratorium, gedeeltelijk daar tegen aan op een terrein waarover het laboratorium de beschikking heeft. De waarnemingskamer kan in verbinding staan met het inwendige van het gebouw, wat van veel belang is voor het goed uitvoeren van de proeven.

Een raming van de complete installatie gaf voor een drie meter breede tunnel tot resultaat twaalf duizend gulden; vergroting van de tunnelbreedte tot vier meter verhoogt de raming tot dertien duizend gulden. Bij de breedere tunnel zal men, vooral ten aanzien van de punten B 1 en B 5, zooveel/betrouwbaarder resultaten kunnen verwachten, dat deze extra uitgaaf van duizend gulden volledig gemotiveerd lijkt.

De exploitatiekosten hangen af van den tijdsduur, die met de proeven is gemeoid. De ondervinding heeft geleerd, dat deze kosten voor analoge proeven het bedrag van duizend gulden per maand niet bereiken. De totale kosten van de proeven zullen met groote waarschijnlijkheid beneden twintigduizend gulden blijven. Alleen wanneer het noodig is om de tunnel te verlengen zal deze som worden overschreden. Bij het nemen van het besluit hiertoe zal men t.z.t. moeten overwegen of het te verwachten resultaat - vermindering van de bouwkosten van de beschut liggende dijksgedeelten van den polder - deze extra uitgaaf wettigt.

Het tijdstip, waarop de resultaten beschikbaar komen,

is

is afhankelijk van vier factoren, n.l. :

1. de datum, waarop de opdracht tot het onderzoek wordt gegeven,
2. de duur van den bouw van tunnel en installatie,
3. de tijd, die met het experimenteeren is gemoeid,
4. het oogenblik, waarop een voldoende aantal vergelijkingsproeven uit de natuur beschikbaar is.

Omtrent het eerste punt valt hier niets te zeggen.

Gerekend wordt dat de bouw, die thans reeds wordt voorbereid, minstens twee, doch ~~niet~~ ^{meer} dan drie maanden zal vorderen.

Alle proeven tezamen zullen minstens zes tot acht maanden, wellicht een jaar in beslag nemen. Het is echter mogelijk het meetprogramma zoodanig in te richten, dat de uitkomsten, die met het oog op eventueelen dijksbouw het eerste noodig zijn, ook het eerst worden verkregen.

Voor contrôlemetingen kunnen uiteraard een aantal reeds verrichte waarnemingen dienen. Vooral ten aanzien van de vraag omtrent de werking van een buitenberm is het echter noodzakelijk het aanwezige materiaal uit te breiden. Dit zal geschieden, wanneer in den loop van den winter 1935-1936 waarnemingen worden verricht op de daartoe gemaakte proefvakken van den afsluitdijk. Het is dus niet onmogelijk, dat bij de in 1936 eventueel te maken dijksvakken reeds van de proeven kan worden gebruik gemaakt; daartoe is het noodig dat geen tijd verloren gaat.

's-Gravenhage, 25 Juli 1935.

DE HOOFDINGENIEUR BIJ DE ZUIDERZEEWERKEN,
BELAST MET DEN WATERLOOPKUNDIGEN DIENST,

J.Th. Thijsse.

