

R I J K S W A T E R S T A A T
DIREKTIE GRONINGEN

Landaanwinningswerken in
Friesland en Groningen

DE GOLFOPLOOP TEGEN
EN DE GOLFOVERSLAG OVER
DE EMMAPOLDERDIJK

Baflo, juni 1962.
Ir. P.Sanders c.i.

I N H O U D

| | pag. |
|--|------|
| 1. Inleiding | 1 |
| 2. Gegevens | 2 |
| 2.1. Situatie | 2 |
| 2.2. Golfoploop | 3 |
| 2.3. Dwarsprofielen | 4 |
| 3. Verwerking der gegevens | 5 |
| 3.1. Verband tussen golfoploop en waterstand | 5 |
| 3.2. Golfoploop bij stormvloeden | 6 |
| 3.3. Golfoverslag bij stormvloeden | 7 |
| 4. Resultaten van het onderzoek | 9 |
| 4.1. Is een asfaltglooiing gladder dan een klinkerglooiing? | 9 |
| 4.2. Invloed van de windrichting op de golfoploop | 9 |
| 4.3. Invloed van de windsnelheid op de golfoploop | 10 |
| 4.4. Invloed van de hoogte van het voorland op de golfoploop | 11 |
| 4.5. Invloed van de topografie van het terrein op de golfoploop | 11 |
| 4.6. Golfoverslag | 13 |
| 5. Samenvatting | 15 |
| 5.1. Gegevens | 15 |
| 5.2. Verwerking der gegevens | 15 |
| 5.3. Resultaten van het onderzoek | 15 |
| 5.4. Conclusies | 16 |

- = = = -

B I J L A G E N

| | |
|--|--|
| 1. tek. nr. 62.245 | Opnamen Veeklijn |
| 2. tek.nr. 62.246 | Dwarsprofielen |
| 3. tek. nr. 62.247/62.248 | Verband tussen golfoploop en waterstand |
| 4. tek. nr. 62.249 | Veeklijnen bij verschillende waterstanden |
| 5. tek. nr. 62.250 | Sterk geschematiseerd golfspectrum |
| 6. tek. nr. 62.251 | Golfoploop, die door 2% der golven wordt overschreden |
| 7. Globale berekening van de watermassa's van de golfoverslag bij Hm 60 tijdens een stormvloed 1 x/50 jaar. | |

1. I N L E I D I N G.

De kruin van de Emmapolderdijk, aangelegd in 1943, ligt over de gehele dijkslengte op dezelfde hoogte. Dit is niet logisch daar in de loop van het tracé van de dijk de hoogte van het voorland en de expositie tamelijk sterk variëren. Oudere dijken zijn in de loop der jaren (=eeuwen) aan de plaatselijke situatie aangepast.

De stormvloed van 16/17 februari 1962 veroorzaakte op enige plaatsen een angstwekkende golfoverslag. Op een van die plaatsen trad ook bij vorige hoge vloed en meermalen golfoverslag op.

In 1960 is een groot gedeelte van de klinkerglooïing van de Emmapolderdijk afgedekt met een asfaltlaag. Hoewel ook de klinkerglooïing glad is, zou het mogelijk zijn dat de asfaltering de golfoploop had verhoogd.

Na de stormvloed van 16/17 februari 1962 is het buitentalud van de dijk zodanig versterkt dat een stormvloed met een frequentie van 1 x per 50 jaar kan worden doorstaan. Bij een dergelijke stormvloed dienen dan vanzelfsprekend ook het binnentalud en de binnenberm intact te blijven. Dit is het geval als niet meer dan 2% der golven golfoverslag over de kruin van de dijk veroorzaakt.

Het doel van het onderhavige onderzoek is, na te gaan of bij de huidige ruwheid van het buitentalud de kruinshoogte van de dijk aan de zojuist genoemde eisen voldoet, c.q. of gelet op deze eis zwakke plaatsen in de dijk kunnen worden aangewezen.

Tevens is de gelegenheid aangegrepen enig inzicht te verkrijgen over de invloed van het aanbrengen van de asfaltlaag op de golfoploop.

2. G E G E V E N S.

2.1. Situatie

De situatie van de Emmapolderdijk is weergegeven aan de onderzijde van bijlage 1.

Langs de dijk komen hectometerpalen voor, die van West naar Oost zijn genummerd.

Enige gegevens over voorland en expositie van de dijk zijn vermeld in tabel 1.

| Expositie en voorland van de Emmapolderdijk | | | | | | | Tabel 1 | |
|---|-----------|---------------------------|---|-------|-------|-------|---------|--|
| Plaats | Expositie | Aantal rijen bezinkvelden | Hoogte van het voorland in m t.o.v. N.A.P. op zekere afstand uit de dijksteen | | | | | |
| | | | 10 m | 100 m | 400 m | 800 m | 1200 m | |
| Hm 5 | NNW | 2 | + 1,2 | + 0,8 | + 0,8 | + 0,4 | - 0,4 | |
| Hm 10 | NNW | 2 | + 1,2 | + 0,8 | + 0,8 | + 0,3 | - 0,3 | |
| Hm 15 | NNW | 2 | + 1,0 | + 0,8 | + 0,6 | + 0,3 | - 0,3 | |
| Hm 20 | NNW | 2 | + 0,9 | + 0,7 | + 0,5 | + 0,2 | - 0,2 | |
| Hm 25 | NtW | 2 | + 0,9 | + 0,7 | + 0,5 | + 0,2 | - 0,1 | |
| Hm 30 | NtW | 1 | + 1,0 | + 0,8 | + 0,5 | + 0,2 | + 0,0 | |
| Hm 35 | NtW | 1 | + 1,1 | + 0,8 | + 0,6 | + 0,2 | + 0,1 | |
| Hm 40 | NtW | 1 | + 1,1 | + 0,8 | + 0,6 | + 0,2 | + 0,1 | |
| Hm 45 | NtW | 1 | + 1,1 | + 0,8 | + 0,6 | + 0,3 | + 0,1 | |
| Hm 50 | NtW | 1 | + 1,0 | + 0,8 | + 0,6 | + 0,3 | + 0,2 | |
| Hm 55 | N | 1 | + 0,9 | + 0,7 | + 0,6 | + 0,2 | - 0,2 | |
| Hm 60 | NtO | 1 | + 1,0 | + 0,6 | + 0,6 | + 0,2 | - 0,1 | |
| Hm 65 | NNO | 1 | + 1,0 | + 0,4 | + 0,6 | + 0,2 | - 0,2 | |
| Hm 70 | NNO | 1 | + 1,0 | + 0,4 | + 0,8 | + 0,2 | - 0,3 | |
| Hm 75 | NNO | 1 | + 1,0 | + 0,0 | + 0,8 | + 0,1 | - 0,4 | |
| Hm 80 | NNO | 1 | + 0,9 | + 0,0 | + 0,4 | - 0,1 | - 0,5 | |
| Hm 85 | NOtN | 1 | + 0,9 | + 0,0 | + 0,5 | - 0,0 | - 0,5 | |
| Hm 90 | NOtN | 1 | + 1,0 | + 0,2 | + 0,6 | + 0,1 | - 0,3 | |
| Hm 95 | NOtN | 1 | + 1,0 | + 0,5 | + 0,6 | + 0,2 | - 0,2 | |
| Hm 100 | NOtN | 1 | + 1,1 | + 0,7 | + 0,7 | + 0,2 | - 0,2 | |

2.2. Golfoploop.

Ten aanzien van de golfoploop tegen de Emmapolderdijk werd beschikt over 8 veeklijnen, opgenomen in de laatste 4 á 5 jaar (bijlage 1).

De veekranden zijn opgemeten vanuit de bovenkant van de steenglooïng, waarvan de hoogte t.o.v. NAP als constant is aangenomen. Daar deze aanname vanzelfsprekend niet geheel juist is (ongelijke zettingen van het dijkslichaam), is hierdoor een fout van $\pm 0,1$ m geïntroduceerd.

De metingen zijn uitgevoerd langs het talud, dat een helling heeft van 1: 4. Bij omrekening van deze afstanden in hoogten t.o.v. NAP zijn daardoor eventuele meetfouten door 4 gedeeld en vallen dus praktisch weg. De totale fout in de hoogteligging van de veekranden t.o.v. NAP blijft daardoor $\pm 0,1$ m.

Het veek op de Emmapolderdijk is over het algemeen nogal substantieel en bevat na een storm tamelijk veel rijshout uit de dammen der bezinkvelden. Het verplaatsen van het veek door de wind neemt daardoor geen ernstige vormen aan. Aangenomen mag worden dat de veeklijn een redelijk juist beeld geeft van de hoogste golfoploop tijdens de storm.

Enige kenmerkende gegevens van de op bijlage 1 weergegeven veeklijnen zijn vermeld in tabel 2.

| Kenmerkende gegevens veeklijnen Emmapolderdijk | | | | | Tabel 2 |
|--|-------------|-------------------------------|---------------|--------------|---------|
| Nr. | Datum | H.W. te Oostmahorn t.o.v. NAP | wind-richting | windsnelheid | |
| 1 | 13.02.62 | + 2,40 m | W | 9,1 m/sec | |
| 2 | 06.12.61 | + 2,63 m | W | 14,8 m/sec | |
| 3 | 02/03.01.59 | + 2,58 m | WNW | 11,7 m/sec | |
| 4 | 10.01.58 | + 2,84 m | NW | 8,9 m/sec | |
| 5 | 17.10.58 | + 2,53 m | NW | 14,8 m/sec | |
| 6 | 18.10.61 | + 2,27 m | NW | 16,6 m/sec | |
| 7 | 20.01.60 | + 2,41 m | NW | 17,5 m/sec | |
| 8 | 20/21.03.61 | + 2,90 m | NW | 18,2 m/sec | |

Uit tabel 2 blijkt dat de voorhanden veeklijnen betrekking hebben op waterstanden die 1,3 á 1,9 m boven G.H.W. te Oostmahorn (NAP + 0,96 m) liggen. Al deze waterstanden liggen beneden grenspeil (NAP + 3,1 m). Veeklijnen van extreme toestanden ontbreken dus, hetgeen veroorzaakt is door:

- a. het feit dat in extreme omstandigheden het veek op verschillende plaatsen over de kruin slaat, zodat een opname zinloos wordt;
- b. in theorie: de korte waarnemingsperiode;
- c. in praktijk: bij extreme omstandigheden ontstaat dijkschade en heeft men wel andere dingen uit te voeren dan een veekopname (16/17 februari 1962!).

2.3. Dwaarsprofielen.

Het oorspronkelijke dwarsprofiel van de Emmapolderdijk wordt weergegeven door profiel I van bijlage 2.

In 1956 is het dwarsprofiel over het dijksgedeelte van Hm 23,6 tot Hm 35,6 gewijzigd in profiel II van bijlage 2. In het najaar van 1960 is eenzelfde wijziging aangebracht in het dwarsprofiel van Hm 35,6 tot Hm 103.

3. VERWERKING DER GEGEVENS.

3.1. Verband tussen golfoploop en Waterstand.

De waterdiepten voor de teen van de Emmapolderdijk zijn gering. Bij lage windsnelheden wordt het voorland van de dijk amper overspoeld. Bij grotere windsnelheden treden waterstandsverhogingen op. De golfbeweging neemt dan ook toe. Verondersteld is dat de golfbeweging steeds in zekere mate onder invloed van de bodem staat. Op de bijlagen 3a+b is daarom verband gelegd tussen de golfoploop en de waterstand.

Aan de Emmapolderdijk is geen registrerende peilschaal aanwezig. Het is bekend dat bij niet al te extreme omstandigheden de hoogwaterstanden ter plaatse slechts ongeveer 0,1 m hoger liggen dan die te Oostmahorn. Daarom is gebruik gemaakt van de bekende waterstanden te Oostmahorn, temeer ook omdat van dat station gegevens over de frequentie van hoogwaterstanden bekend waren.

Hoewel voor het onderzoek naar de kruinshoogte slechts de hoogte van de golfoploop t.o.v. NAP van belang is, kon deze maat niet als vergelijkingsbasis tussen de verschillende golfoplopen gebruikt worden i.v.m. de grote verschillen in waterstand. Vergeleken zijn daarom de zuivere, verticaal gemeten golfoplopen (boven de waterstand te Oostmahorn).

Op de bijlage 3a+b zijn weergegeven de punten van de veeklijnen, die zijn opgemeten bij Hm 0, 5, 10, 15,, 100. Indien bij een dergelijke hectometerpaal de ligging van de veeklijn niet was opgemeten, is — gelet op de onregelmatige ligging van de in detail opgenomen veeklijnen 6 en 8 — geen waarde geïnterpoleerd, doch is de betreffende veeklijn bij die hectometerpaal buiten beschouwing gelaten.

Op de zojuist genoemde wijze is een bron van fouten geëlimineerd, doch is wellicht een andere foutenbron geïntroduceerd. Immers zijn nu de puntenwolken in de grafieken voor de resp. hectometerpalen niet alle van hetzelfde gewicht. Daarom zijn van de bij iedere hectometerpaal gebruikte veeklijnen de gemiddelde waterstand en de gemiddelde windsnelheid berekend. Deze bleken slecht weinig te variëren, zodat gemeend werd dat de gemiddelde golfoplopen (het hart van de puntenwolk) bij de resp. hectometerpalen onderling vergelijkbaar waren.

De puntenwolken op bijlage 3a+b vertonen een grote spreiding. Windrichting en -snelheid lijken de correlatie tussen golfoploop en waterstand (d.w.z. tussen golfhoogte en waterdiepte) ernstig te verstoren.

Voor iedere beschouwde plaats is daarna de gemiddelde golfoploop berekend, alsmede de gemiddelde waterstand waarbij die gemiddelde golfoploop zou moeten optreden. Voorts is aangenomen dat, als het voorland van de dijk juist wordt overspoeld (waterstand NAP. + 1,0 m) golfhoogte en golfoploop nihil zijn. Op deze wijze zijn twee punten van de lijn die het verband geeft tussen golfoploop en waterstand vastgelegd.

Ter beantwoording van de vraag hoe de zojuist genoemde lijn verloopt, is overwogen dat de golfoploop recht evenredig is met de golfhoogte; de strijklengte over de Waddenzee rijpe golven doet ontstaan; en de hoogte van rijpe golven praktisch recht evenredig is met de waterdiepte. Genoemde lijn is op bijlage 3a+b dan ook praktisch recht getekend.

Het werd in het onderhavige geval niet nodig geacht de lijn die het verband tussen de waterstand en de golfoploop weer geeft nauwkeuriger te bepalen, daar de middelbare afwijking tussen die lijn en de puntenwolk (de gebruikte punten van de veeklijnen) 0,35 á 0,40 m bedraagt.

3.2. Golfoploop bij stormvloeden.

Zoals in de inleiding is vermeld is het doel van het onderhavige onderzoek, na te gaan of de golfoverslag bij een stormvloed met een frequentie van 1 x/50 jaar, die het buitentalud kan doorstaan, niet ontoelaatbaar groot wordt.

Een indruk van de golfoploop bij hogere waterstanden kan hier verkregen worden door extrapolatie van de zojuist besproken lijnen op bijlage 3a+b. Bij deze extrapolatie zijn genoemde lijnen licht omhoog gebogen daar bij hogere waterstanden de golfremmende invloed van het voorland afneemt. Op deze wijze is bij iedere hectometerpaal waarvan het nummer door 5 deelbaar is, de hoogte van de veeklijn bij de waterstanden NAP. + 3,1 m (grenspeil), NAP. + 3,6 m (frequentie 0,1), NAP. + 3,8 m (stormvloed 16/17 februari 1962) en NAP + 4,1 m (frequentie 0,02) bepaald.

Aan de hand van deze waarden zijn voor genoemde 4 waterstanden de theoretische veeklijnen getekend (bijlage 4). Deze lijnen worden verondersteld de hoogste golfoploop weer te geven die bij genoemde 4 stormvloed en optreden.

Wetenschappelijk gezien is de hiertoe gebruikte methode van extrapolatie verwerpelijk. Voorts moet bedacht worden dat de onder § 3.2 genoemde middelbare afwijking van 0,35 á 0,40 m op deze wijze ook aan de op bijlage 4 geconstrueerde veeklijnen kleeft. Aan de absolute hoogte van deze "veeklijnen" moet dus geen te grote waarde worden toegekend. Gemeend wordt echter dat een redelijke basis is gegeven voor het onderling vergelijken van de op verschillende plaatsen aan de dijk optredende golfoplopen.

3.3. Golfoverslag bij stormvloed en.

Als toelaatbare golfoverslag over de kruin van een dijk wordt afgezien van variaties i.v.m. de helling van het binnentalud en de cohesie van de grond, als gemiddelde algemeen aangenomen de overslag van 2% der golven. De kruinlijn van de dijk moet daartoe samenvallen met de lijn van de golfoploop die in 2% der gevallen overschreden wordt.

Op bijlage 4 zijn voor verschillende stormvloed en de lijnen getekend van de hoogste golfoploop tijdens die stormvloed en. Om uit deze hoogste golfoploop de 2%-golfoploop te berekenen, dient het golfoploop-spectrum bekend te zijn. Daar de golfoploop recht evenredig is met de golfhoogte, is gesteld dat het golfoploop-spectrum gelijk is aan het golfhoogte-spectrum.

Aan de hand van in 1956 ontvangen gegevens van de toenmalige Centrale Studiedienst van de Rijkswaterstaat is dezerzijds een sterk geschematiseerd golfspectrum opgesteld (bijlage 5). Uit deze grafiek kan de verhouding tussen de 2%-golfoploop in de hoogste golfoploop tijdens een stormvloed worden berekend, indien bekend is wat de frequentie van deze hoogste golfoploop is.

Waterstanden die niet meer dan 0,1 á 0,2 m van de hoogste waterstand tijdens een stormvloed afwijken, komen gemeenlijk voor gedurende een tijd van \pm 3 uren. De golfperiode van windgolven in de Waddenzee bedraagt ongeveer 3 seconden. Tijdens de hoogste waterstanden van een

stormvloed zullen dus ongeveer 3600 golven tegen de dijk oplopen. De hoogste golfoploop heeft dan een frequentie van $1/3600$ of van 0,03%.

Volgens bijlage 5 kan de verhouding $z_{0,03\%} : z_{2\%} = 1,35$ gesteld worden. In het onderhavige geval kan men dus de 2%-golfoploop (boven de waterstand) berekenen door de hoogste golfoploop boven de waterstand met $\frac{1}{1,35} =$ rond 0,75 te vermenigvuldigen. Op deze wijze zijn uit de veeklijnen van bijlage 4 de lijnen van de 2%-golfoploop op bijlage 6 geconstrueerd.

T.a.v. de nauwkeurigheid van het zojuist bereikte resultaat moet allereerst opgemerkt worden, dat het bij het optreden van kruisende golfstelsels - zoals die bij de Emmapolderdijk gevormd kunnen worden door windgolven op de Waddenzee en afgebogen golven van de Eems - zeer de vraag is of het golfoploop-spectrum gelijk gesteld mag worden aan het golghoogte-spectrum, alsmede of bijlage 5 dan een juist beeld geeft van het golfhoogte-spectrum.

Voorts moet, gedachtig aan hetgeen over de nauwkeurigheid van de veeklijnen van bijlage 4 is vermeld, de fout die aan de lijnen van de 2%-golfoploop van bijlage 6 kleeft, gesteld worden op 0.75×0.35 á $0.40 \text{ m} = 0,25$ á 0.30 m .

Bijlage 6 geeft echter een redelijk juist beeld van de variatie in hoogte, tot waar de 2%-golfoploop reikt in de verschillende punten van het dijkstracé.

4. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

4.1. Is een asfaltglooïng gladder dan een klinkerglooïng?

Bij Hm 40 en hoger is in het najaar van 1960 een asfaltbekleding op en boven de klinkerglooïng aangebracht, waardoor dwarsprofiel I veranderde in dwarsprofiel II (bijlage 2).

Uit tabel 2 volgt dat de veeklijnen 1, 2, 6 en 8 dateren van ná de asfaltering, de veeklijnen 3, 4, 5 en 7 van daarvóór.

Gelet op de windsnelheden en -richtingen, alsmede de opgetreden waterstanden zijn beide groepen veeklijnen wel ongeveer vergelijkbaar.

Bepaalt men in de grafieken van bijlage 3a+b het gemiddelde van de punten 1,2, 6 en 8 dan blijkt dit steeds op of even boven de in de grafiek getrokken lijn te liggen.

Bij berekening uit de grafieken van Hm 40, 50, 55, 60, 70, 75, 80, 90 en 100 → waar beide groepen punten ongeveer gelijkwaardig voorkomen — blijkt dat het aanbrengen van de asfaltlaag op en boven de klinkerglooïng volgens de in 1960 toegepaste constructie de golfoploop bij 1,3 á 1,9 m waterstandsverhoging met ongeveer 0,15 á 0,20 m (verticaal gemeten) heeft verhoogd. De asfaltlaag is dus slechts weinig gladder dan de klinkerglooïng en de grasmat.

Gelet op de hoogte van de waterstanden moet hierbij bedacht worden dat de genoemde vergroting van de golfoploop veroorzaakt is, doordat de golven na 1960 opliepen over (in het talud gemeten) ± 5,25 m asfalt en verder gras, terwijl vóór 1960 genoemde ± 5,25 m bestond uit ± 3,25 m klinkerglooïng en 2 m grasmat. Vermoedelijk is het verschil in ruwheid per eenheid van oppervlakte tussen asfalt en grasmat groter dan dat tussen asfalt en klinkerglooïng.

4.2. Invloed van de windrichting op de golfoploop.

De veeklijnen 1 en 2 van bijlage 1 zijn ontstaan onder invloed van westenwind op de asfaltglooïng, de lijnen 4 t/m 8 door noordwestenwind gedeeltelijk op de klinkerglooïng, gedeeltelijk op de asfaltglooïng, (zie tabel 2). De eerstgenoemde groep is te klein om diepgaand te worden vergeleken met de tweede.

Beschouwing van bijlage 3a+b leert dat de aan veeklijn 1

ontleende punten ten westen van ongeveer Hm 65, waar de dijk georiënteerd ligt op ongeveer NtW, tamelijk hoog in de puntenwolk zijn gelegen. De aan veeklijn 2 ontleende punten liggen ongeveer op de gemiddelde lijn door de puntenwolk. Dit is verwonderlijk daar bij 2 de windsnelheid groter was dan bij 1.

Ten Oosten van Hm 65, waar de dijk georiënteerd ligt op ongeveer NNO, liggen de punten 1 praktisch op de gemiddelde lijn door de puntenwolk; de punten 2 daar wat onder, zonder nu bepaald "uit de wolk te vallen".

Uit een en ander mag de conclusie getrokken worden dat bij langs de dijk strijkende wind de golfoploop niet of slechts weinig lager komt dan bij een windrichting loodrecht op de dijk.

Met deze conclusie in overeenstemming zijn de ervaringen tijdens de stormvloed van 16/17 februari j.l., waarbij tijdens hoogwater de windrichting W tot WtN was en de golven in grote getale en met grote massa over de dijk sloegen.

Op het eerste gezicht doet deze ervaring vreemd aan en is ze in tegenspraak met vroeger gebruikte formules ter berekening van de golfoploop, waarin de hoek β tussen de golfkammen en de dijksrichting voorkomt. Kennelijk speelt bij de golfoploop over een gladde glooiing (klinkers of asfalt) een belangrijke rol, dat de golfenergie wordt omgezet in arbeidsvermogen van plaats. De wrijving, die de golfuitlopers op hun weg over het talud ondervinden moet dan ongeveer gecompenseerd worden door de voortstuwende kracht van de wind, daar de "weglengten" waarover taludwrijving en windkracht werken steeds aan elkaar gelijk zijn en niet afhankelijk van de hoek tussen de golfkammen en de dijksrichting.

4.3. Invloed van de windsnelheid op de golfoploop.

De veeklijn 4 van bijlage 1 is ontstaan onder invloed van een matige NW-wind (9m/sec), de lijnen 6, 7 en 8 door harde NW-wind (17½ m/sec; vgl. tabel 2). Beide "groepen" zijn te klein om diepgaand te worden vergeleken.

Beschouwing van bijlage 3a+b leert dat de aan de veeklijnen 6, 7 en 8 ontleende punten ongeveer op de gemiddelde lijn door de

puntenwolk liggen en dat de aan 4 ontleende punten — tegen de verwachting in — gemiddeld zeker niet lager liggen.

Genoemd verschijnsel kan moeilijk anders verklaard worden dan door de golfremmende invloed van het voorland, waardoor de waterdiepte een dominerende rol gaat spelen.

4.4. Invloed van de hoogte van het voorland op de golfoploop.

Om een indruk te verkrijgen van de invloed van de hoogte van het voorland op de golfoploop dient een dijksgedeelte in beschouwing te worden genomen dat een ongeveer constante expositie heeft. Gelet op de windrichtingen waarbij de veekranden zijn afgezet komt hiervoor in aanmerking het gedeelte van Hm 5 t/m Hm 45, dat grenst aan de Waddenzee (vgl. tabel 1).

Van genoemd tracé ligt het voorland bij Hm 5 en 10 zowel direct aan de dijk als verder weg enige decimeters hoger dan elders (vgl. tabel 1). Bovendien is de hoogte van het eerste bezinkveld (eerste 400 m) voor de dijk zodanig dat hier begroeiing optreedt, hetgeen een grote golfremmende werking heeft.

Bijlage 3a laat inderdaad zien dat de golfoploop bij Hm 5 en 10 lager is dan verder Oostwaarts.

Bij de extrapolatie van de golfoploop in bijlage 3a is er geen rekening mee gehouden dat bij de beschouwde veeklijnen de invloed van het voorland bij Hm 5 en 10 groter is geweest dan elders. Daar bij hogere waterstanden de invloed van het voorland spoedig afneemt, zijn bij genoemde extrapolatie te lage waarden voor de golfoploop gevonden. Hierdoor zijn ook de geconstrueerde veeklijnen bij hogere waterstanden (bijlage 4) en de lijnen van de 2%-golfoploop (bijlage 6) bij Hm 5 en 10 op een wat te laag niveau getekend.

4.5. Invloed van de topografie van het terrein op de golfoploop.

Over de invloed van de topografie van het terrein op de golfhoogte en daardoor op de golfoploop kan slechts iets gezegd worden na uitvoering van de nodige re- en diffractieberekeningen. Daar deze berekeningen ontzaglijk veel tijd vergen is dit nagelaten.

Gelet op het in de voorgaande paragrafen van dit hoofdstuk

vermelde, kan het resultaat van de invloed van de topografie van het terrein op de maximale golfoploop worden afgelezen op bijlage 4.

In de vorige paragraaf is reeds gewaarschuwd dat de golfoploop bij Hm 5 en 10 bij hogere waterstanden waarschijnlijk wat hoger zal komen dan in bijlage 4 is aangegeven.

Vroegere refractieberekeningen voor windgolven op de Waddenzee doen bij zeer hoge waterstanden bij Hm 20 een wat grotere golfhoogte verwachten dan in de omgeving. Dit is in overeenstemming met de ervaring tijdens de stormvloed van 16/17 februari j.l.

Bij lagere waterstanden is vaak een hogere golfoploop geconstateerd in de buurt van Hm 25. Eemsgolven die via de mond van het Ra het wad oplopen zouden hier debet aan kunnen zijn, temeer daar het tracé van de Eems t.p.v. de mond van het Ra een tamelijk abrupte knik vertoont (zie de G.L.W.-lijn van de Eems op het situatieschetsje van bijlage 1). Het is de vraag of door de uitgevoerde extrapolatie de golfoploop bij Hm 25 op bijlage 4 niet wat te hoog en die bij Hm 20 niet wat te laag is weergegeven. Gelet op het zojuist vermelde is het heel goed mogelijk dat bijlage 4 de toestand bij Hm 20 en 25 juist weergeeft. Hoe het ook zij, aangenomen mag wel worden dat op het tracé Hm 20-25 de golfoploop hoger is dan Westelijk en Oostelijk daarvan.

Bij de stormvloed van 16/17 februari j.l. sloegen veel golven over de dijk tussen Hm 45 en Hm 50. De grootste beschadiging door overstortend water aan de binnenberm van de weg werd gevonden bij Hm 49. Dit is in overeenstemming met de top in de golfoploop bij Hm 45-50, die voorkomt op bijlage 4.

In het verleden is steeds het **eerst** golfoverslag over de dijk geconstateerd in de omgeving van Hm 60-61. Dit is in overeenstemming met de veeklijnen op bijlage 4 die bij Hm 60 hun hoogste top hebben. Waarschijnlijk wordt deze grote aanval veroorzaakt door golven uit de Eems. Bij de stormvloed van 16/17 februari j.l. trad grote schade op bij Hm 63. Daar toen de wind West was, is waarschijnlijk de baan van de Eemsgolven iets meer dan gebruikelijk naar het Oosten afgebogen en is daardoor het punt van de grootste aanval iets naar het Oosten verschoven.

Bijlage 4 vertoont tenslotte een top in de veeklijnen bij Hm 75.

Deze is zonder meer niet verklaarbaar. Bij de stormvloed van 16/17 februari j.l. trad ernstige schade op bij Hm 70, wat wel een aanwijzing is voor een tweede top in de golfaanval op, en de veeklijn van het tracé Hm 60-70, doch meer westwaarts dan Hm 75. Voorts toont tabel 1 dat het voorland bij Hm 75 betrekkelijk plotseling daalt. De laagste punten komen echter voor bij Hm 80 en 85 en vormen een aanwijzing voor de secundaire top in de veeklijnen op bijlage 4 bij Hm 85. Anderzijds sloeg tijdens genoemde stormvloed bij Hm 77 zoveel water over de dijk, dat de duiker daardoor aan de binnenzijde ontzet werd.

Tot slot zij over de veeklijnen van bijlage 4 nog opgemerkt, dat deze zijn geconstrueerd uit gegevens verkregen bij W- en Nw-winden terwijl de dijk Oostelijk van Hm 80 geöriënteerd ligt op NOtN (tabel 1). Het is dus niet onmogelijk dat bij storm uit N-richting de golfoploop ten Oosten van Hm 80 wat hoger reikt dan de veeklijnen op bijlage 4 doen vermoeden.

4.6. Golfoverslag.

De op bijlage 6 weergegeven lijnen van de 2%-golfoploop zijn afgeleid uit de geconstrueerde veeklijnen van bijlage 4, zodat daarvoor in principe hetzelfde geldt als voor deze laatste: het algemene beeld van de lijnen is wel juist; de lijnen liggen bij Hm 5 en 10 en oostelijk van Hm 80 waarschijnlijk iets hoger dan is aangegeven; de ligging van de top bij Hm 75 is enigszins discutabel.

Op alle plaatsen waar de lijnen van de 2%-golfoploop de kruinlijn van de Emmapolderdijk snijden is de golfoverslag onacceptabel groot.

Bijlage 6 toont dat bij Hm 60 de golfoverslag reeds bij een waterstand met een frequentie van 1 x/10 jaar onacceptabel is. Het is in overeenstemming met dezerzijdse ervaring dat bij Hm 60 de eerste, de vaakste en de meeste golfoverslag optreedt.

Bij een waterstand die 1 x/20 jaar voorkomt, zoals de stormvloed van 16/17 februari j.l., zou volgens bijlage 6 onacceptabele golfoverslag plaats hebben over de dijksgedeelten Hm 20-30, Hm 44-53

Hm 57-65 en Hm 70-78. Bij genoemde stormvloed werd de indruk verkregen dat de meeste golfoverslag in de omgeving van Hm 20 eerder westelijk dan oostelijk van dat punt plaats vond. Voorts dat de golfoverslag over Hm 44-53 eerder groter dan kleiner was dan bij Hm 20. In overeenstemming met de lijn op bijlage 6 vond bij genoemde stormvloed de meeste golfoverslag plaats bij Hm 60 en even ten oosten daarvan. Voorts trad grote schade op bij Hm 70, zodat aangenomen zou moeten worden dat daar meer golfoverslag moet hebben plaats gevonden dan verder oostelijk. Anderzijds moet wel bedacht worden dat bij Hm 77 zoveel water over de dijk sloeg dat de zich daar bevindende houten suattieduiker aan de binnenzijde van de dijk ernstig werd beschadigd en ontzet.

Een waterstand die 1 x/50 jaar voorkomt, waarop de constructie van het buitentalud is gebaseerd, geeft over de gehele dijkslengte — behoudens de meest westelijke ± 1000 m — een onacceptabel grote golfoverslag. De golfoploop die door 2% der golven wordt overschreden bedraagt bij het meest aangevallen punt (Hm 60) 3,50 m. Gelet op de kruinshoogte van de dijk zou ze niet meer dan 2.20 m mogen bedragen. Uit bijlage 5 volgt dat, indien $z_{2\%} = 3,50$ m, de overschrijdingsfrequentie van de golfoploop van 2,2 m ($z_{p\%} : z_{2\%} = 2,20 : 3,50 = 0,63$) 27% bedraagt, hetgeen dus wil zeggen dat ongeveer 1/4 deel der golven over de dijk slaat.

Wil men zich voorstellen wat deze vergrote overschrijdingskans betekent voor de aanval op het binnentalud, dan dient men een indruk te hebben van de verhouding der watermassa's die over de kruin slaan bij 2% golfoverslag (zoals normaal is) en bij 27% overslag (zoals in het onderhavige geval). In bijlage 7 is globaal berekend dat in het onderhavige geval de hoeveelheid water die over de dijk slaat ruim 50 x groter is dan de toelaatbare.

5. S A M E N V A T T I N G.

5.1. Gegevens.

De gegevens die over de golfoploop tegen de Emmapolderdijk beschikbaar waren, bestonden uit een 8-tal veekranden, opgenomen gedurende de laatste 4 á 5 jaren, daterend van zowel vóór al ná het aanbrengen van de asfaltlaag op de klinkerglooïng (Najaar 1960). Tabel 1 (zie blz. 2) geeft informatie over de expositie en het voorland van 20 punten voor de dijk. Tabel 2 (zie blz. 3) geeft de kenmerkende gegevens over de veeklijnen, die op bijlage 1 zijn weergegeven.

5.2. Verwerking der gegevens.

Omdat de dijk grenst aan een waddengebied en daardoor de waterdiepten buiten de dijk gering zijn, is in bijlage 3a+b voor 20 punten van de dijk (Hm 5, 10, 15,, 100) getracht verband te leggen tussen de hoogste golfoploop (=veekrand) en de waterstand. Om een indruk te verkrijgen van de hoogste golfoploop tijdens verschillende stormvloeden, zijn de lijnen, die het zojuist genoemd verband aangaven, geëxtrapoleerd. Hieruit zijn weer de veeklijnen geconstrueerd, die bij verschillende stormvloeden verwacht mogen worden (bijlage 4).

Voorts is uitgegaan van de algemeen aanvaarde praemisse dat 2% der golven over de dijk mag slaan. Via een beschouwing over het golfspectrum is de verhouding berekend tussen de 2%-golfoploop en de hoogste golfoploop tijdens de stormvloed. Deze laatste werd geacht weergegeven te worden door de veeklijn. Op deze wijze zijn uit de geconstrueerde veeklijnen bij stormvloeden (bijlage 4) de lijnen van 2%-golfoploop berekend en weergegeven op bijlage 6.

5.3. Resultaten van het onderzoek.

Door het aanbrengen van een asfaltlaag op en boven de klinkerglooïng, zoals in 1960 is uitgevoerd (bijlage 2, profiel II) is de verticaal gemeten golfoploop bij hoge vloeden (G.H.W. + 1,3 á 1,9 m) met slechts 0,15 á 0,20 m verhoogd. Bij stormvloeden is deze waarde practisch nihil, daar dan de golven breken op de

bovenzijde van de asfaltconstructie en de golfoploop plaats vindt over de van ouds aanwezige grasmat.

De windrichting is van weinig invloed op de golfoploop. Bijna langs de dijk strijkende winden veroorzaken een golfoploop die niet of slechts weinig lager (uit de - te - weinige voorhanden waarnemingen krijgt men zelfs de indruk: iets hoger) is dan de golfoploop, veroorzaakt door bijna loodrecht op de dijk staande winden.

Bij de onderhavige hoge vloed (G.H.W. + 1,3 á 1,9 m) veroorzaakt een grotere windsnelheid practisch geen grotere golfoploop, daar de invloed van de waterdiepte nog overheerst.

De invloed van de topografie van het terrein (refractie, diffractie, golven van de Eems) is een alleszins overheersende factor t.a.v. de optredende golfoploop en golfoverslag.

Hoewel uit betrekkelijk weinig gegevens en door tamelijk sterke extrapolatie verkregen, stemmen de op bijlage 6 weergegeven lijnen van 2%-golfoverslag (middelbare afwijking 0,25 á 0,3 m) op bevredigende wijze overeen met de tijdens de stormvloed van 16/17 februari 1962 geconstateerde golfoverslag en met vroegere ervaringen. Bij Hm 60 bevindt zich het meest aangevallen punt van de dijk. Zowel de veeklijnen (bijlage 4) als de lijnen van de 2%-golfoploop (bijlage 6) zijn bij Hm 5 en 10 en ten Oosten van Hm 80 waarschijnlijk iets te laag getekend.

Bij de vigerende kruinshoogte en constructie van het buitentalud van de dijk is reeds bij een stormvloed met een frequentie 0,1 de golfoverslag bij Hm 60 onacceptabel groot. Bij een stormvloed die ± 1 x/20 jaar voorkomt (ongeveer die van 16/17 februari 1962) is dat het geval over de dijksgedeelten Hm 20-30, Hm 44-53, Hm 57-65 en Hm 70-78. Een waterstand die 1 x/50 jaar voorkomt, waarop de constructie van het buitentalud is gebaseerd, geeft over de gehele dijkslengte — behoudens de meest westelijke ± 1000 m — een onacceptabel grote golfoverslag. Bij Hm 60 slaat dan ruim 50 x zoveel water over de dijk als toelaatbaar is.

5.4. Conclusies.

Door het aanbrengen van een asfaltlaag op en boven de klinkerglooiing is het buitentalud van de Emmapolderdijk slechts zeer

weinig gladder geworden.

De constructie van de dijk is onevenwichtig, daar het buitentalud een stormvloed met een frequentie van 1 x/50 jaar kan doorstaan en de kruinshoogte zodanig is dat reeds 1 x/20 jaar schade aan het binnentalud moet worden gevreesd. Bij een stormvloed met een frequentie van 1 x/50 jaar zal op verschillende plaatsen ernstige schade aan het binnentalud ontstaan. Bij Hm 60 slaat dan zoveel water over de dijk dat gerekend moet worden op een dijksdoorbraak door tenietgaan van het binnentalud.

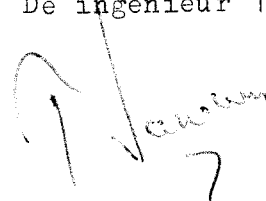
Het is noodzakelijk dat de Emmapolderdijk ook qua golfoverslag een stormvloed met een frequentie van 1 x/50 jaar zonder gevaar kan doorstaan . Om dit te bereiken staan drie wegen open:

- a. verhoging van de kruin met $\pm 0,4$ m á $\pm 1,1$ m, op zodanige wijze dat de kruinlijn zoveel mogelijk de lijn van de 2%-golfoploop benadert ($\pm 1,1$ m verhoging bij Hm 60!);
- b. het bekleden van het nu nog met een grasmat verdedigde gedeelte van het buitentalud, de kruin en het binnentalud van de dijk met een asfaltconstructie, welke dan moet worden voortgezet over de wegbermen en het noordelijk talud van het binnenbermkanaal (tot ver beneden het polderpeil), opdat golfoverslag zonder schade, c.q. grondafschuivingen te veroorzaken naar genoemd kanaal kan afvloeien;
- c. het ruwer maken van het buitentalud op zodanige wijze, dat de lijn van de 2%-golfoploop nergens meer (in belangrijke mate) boven de kruinlijn van de dijk ligt, hetgeen bereikt kan worden door het op doelmatige wijze aanbrengen van asfaltribbels, beverkoppen, tegels of dergelijke golfremmende elementen, hetgeen waarschijnlijk goedkoper is dan de onder a genoemde werkwijze.

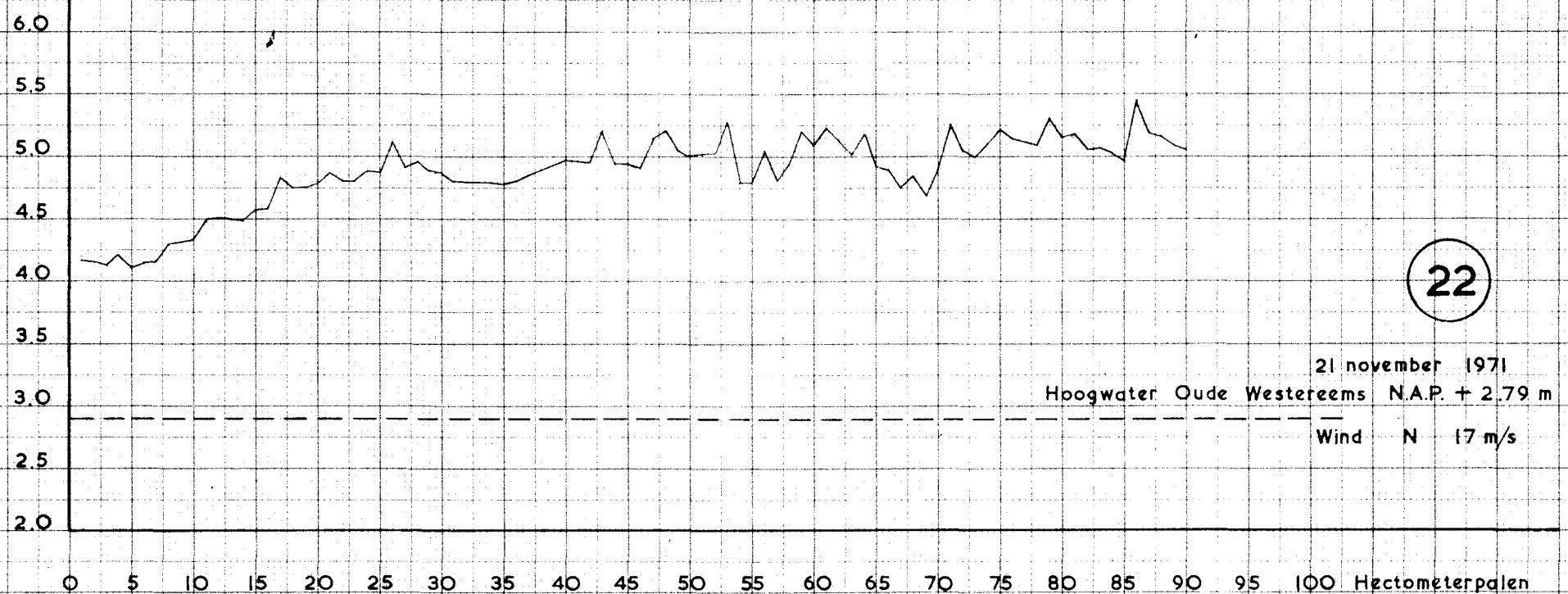
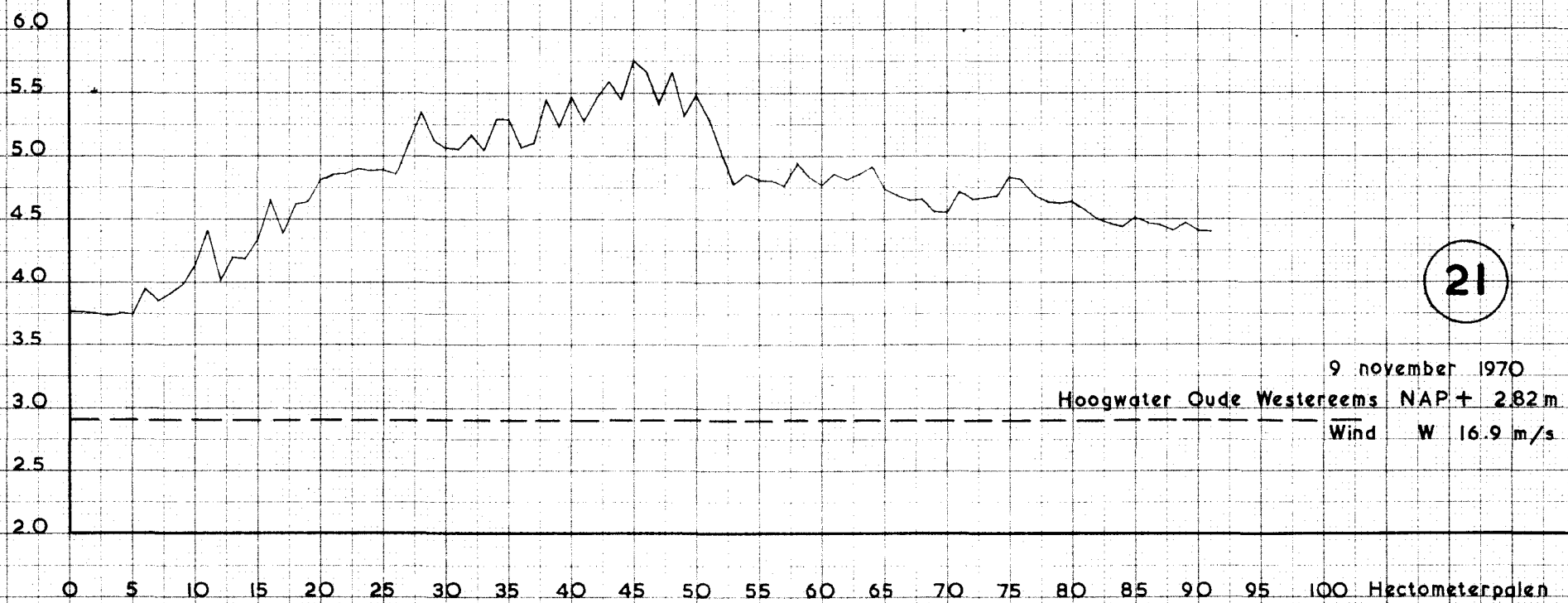
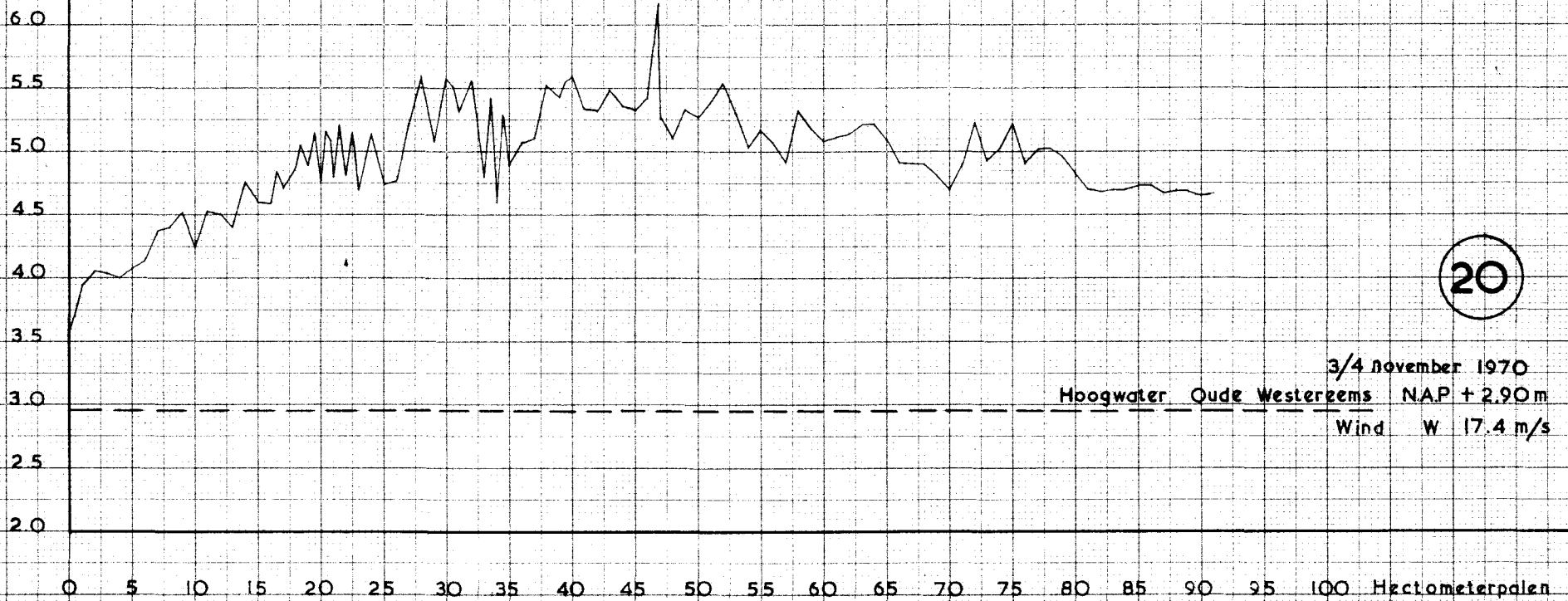
Gelet op de bijzonder geringe veiligheid die bij Hm 60 aanwezig is, dienen daar op zo kort mogelijke termijn verbeteringswerken te worden uitgevoerd.

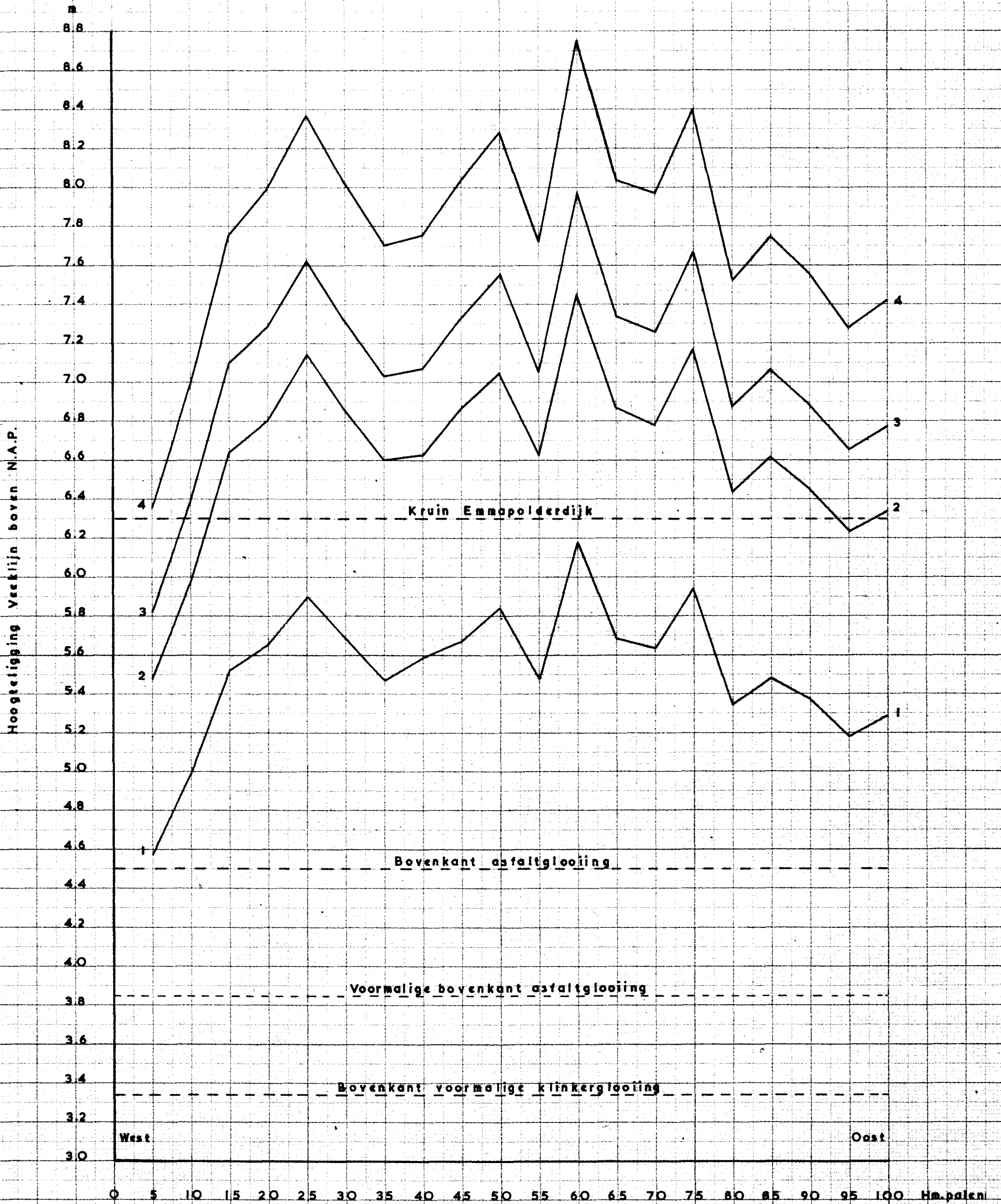
Baflo, juni 1962.

De ingenieur 1e Klasse,

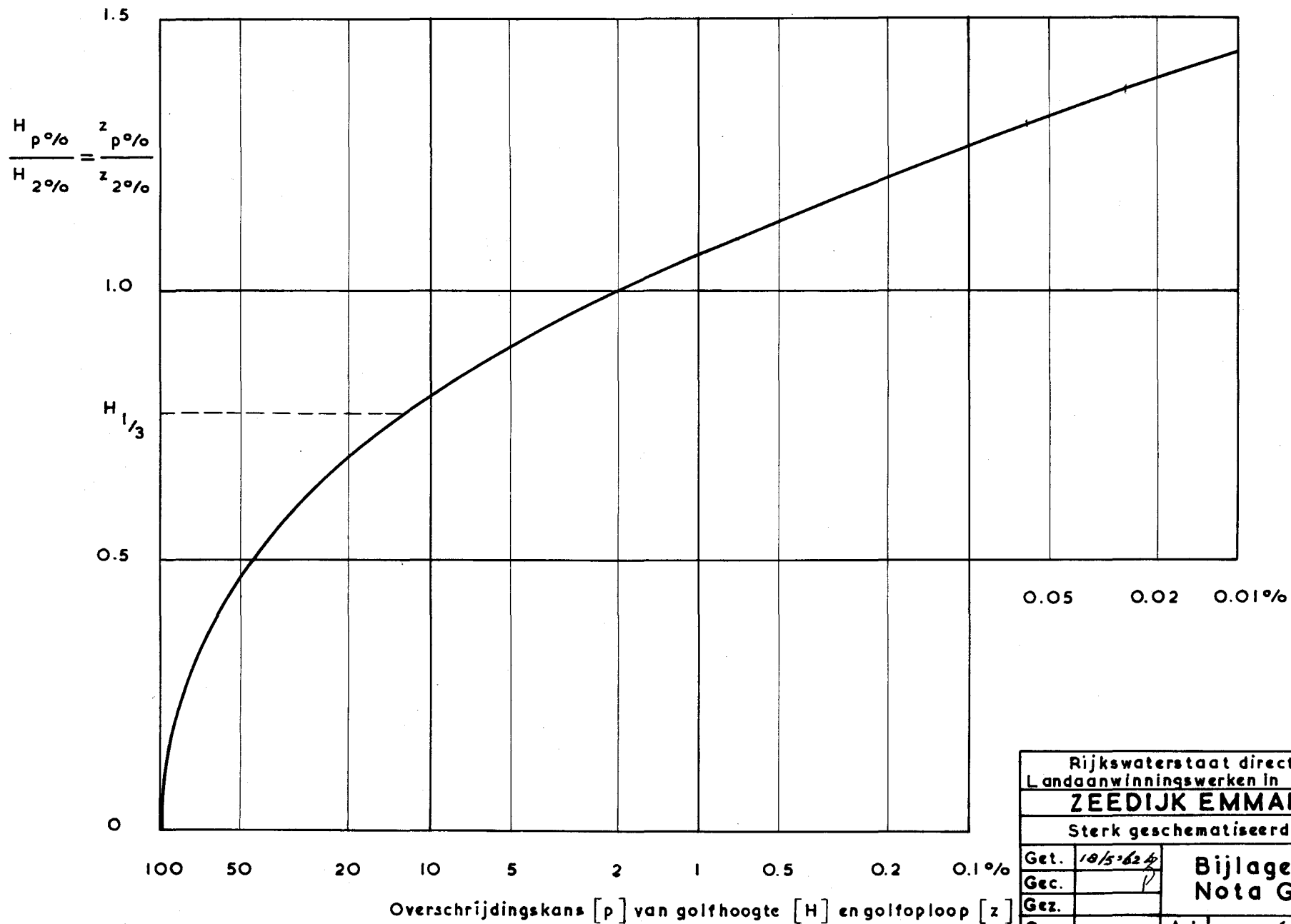


Hoogte Veelijn
in m. + N.A.P.

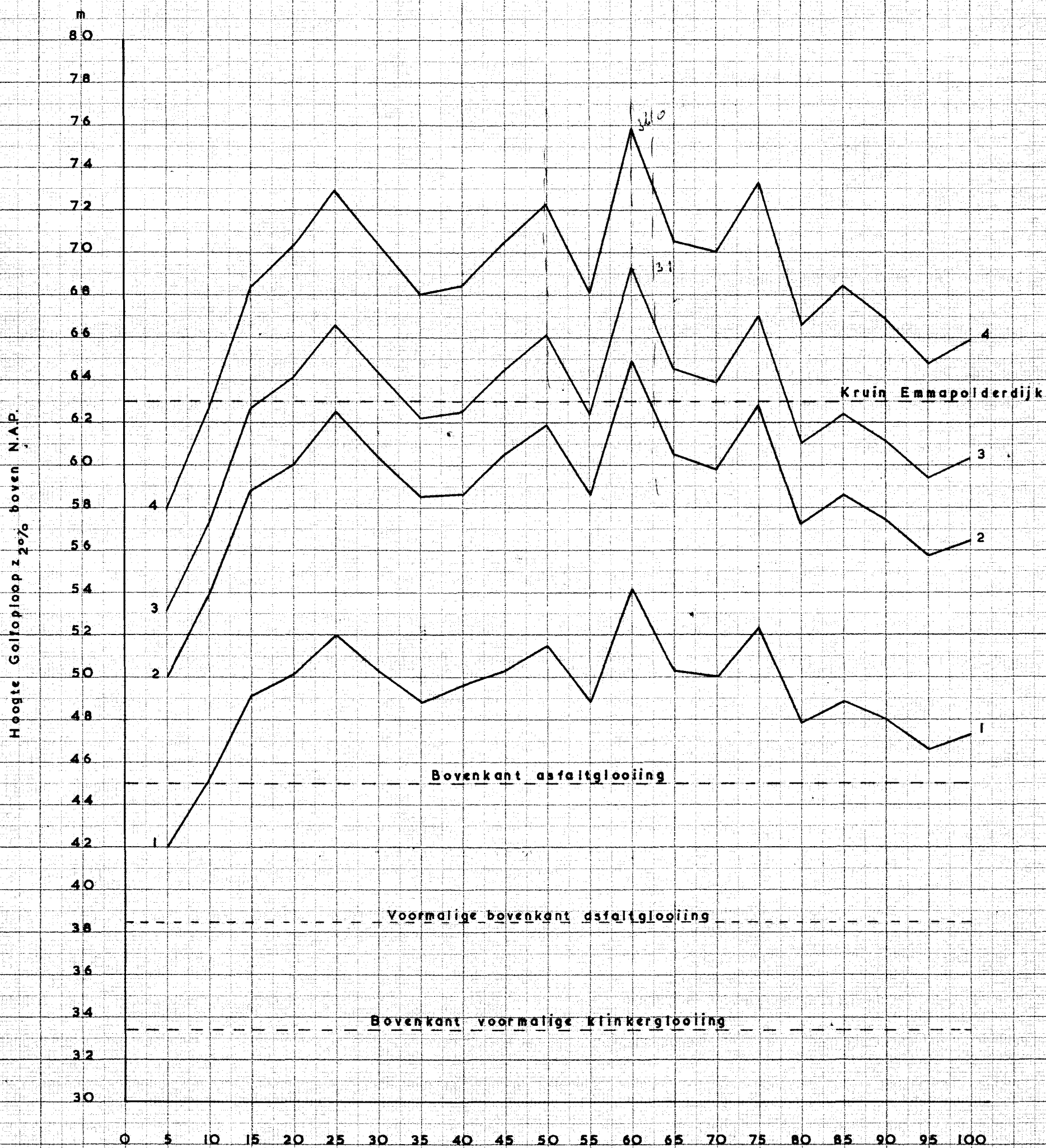




| | |
|---|--|
| Rijkswaterstaat directie Groningen Landaanwinningswerken in Friesland en Groningen | |
| Z E E D I J K E M M A P O L D E R | |
| Vesklijnen bij verschillende Waterstanden | |
| Get. 18/5 '62 | Bijlage 4 Nota Golfloop |
| Gec. <i>[Handwritten Signature]</i> | |
| Gec. | |
| Gew. | |
| A2 62249 | |



| | | |
|--|---------|---------------|
| Rijkswaterstaat directie Groningen | | |
| Landaanwinningwerken in Friesland en Gron. | | |
| ZEEDIJK EMMAPOLDER | | |
| Sterk geschematiseerd golfspectrum | | |
| Get. | 18/5-62 | Bijlage 5 |
| Gec. | P | |
| Gez. | | Nota Golfloop |
| Gew. | | A I 6 2 2 5 0 |



- 1 Waterstand N.A.P. 3.1m: frequentie 0.5 /jaar Grenspeil
- 2 Waterstand N.A.P. 3.6m: frequentie 0.1 /jaar
- 3 Waterstand N.A.P. 3.8m: frequentie 0.05/jaar Stormvloed 16/17.2.1962
- 4 Waterstand N.A.P. 4.1m: frequentie 0.02/jaar

Rijkswaterstaat directie Groningen
Landaanwinningwerken in Friesland en Groningen

Z E E D I J K E M M A P O L D E R

Golfoploop die door 2% der golven wordt overschreden

Get. 10/5 '62

Gez. ?

Gez.

Gez.

Bijlage 6
Nota Golfoploop

A2 | 6 2 2 5 1

N o t a:

De golfoploop tegen en de golfoverslag over de Emmapolderdijk.

BIJLAGE 7.

Globale berekening van de watermassa's van de golfoverslag bij Hm 60 tijdens een stormvloed met een frequentie van 1 x/50 jaar.

De golfoploop die door 2% der golven wordt overschreden bedraagt 3,50 m. Daar de waterstand, die met een frequentie van 1 x/50 jaar optreedt, NAP. + 4,1 m is en de kruinshoogte van de dijk op NAP. + 6,3 m ligt, ontstaat golfoverslag door iedere golfoploop die meer dan 2,2 m bedraagt. De frequentie hiervan is 27% (zie § 4.6 van deze nota).

Beschouwt men in het onderhavige geval 100 golven, dan leert bijlage 5 dat van genoemde 27 golfoplopen hoger dan 2,2 m,

20 hoger zijn dan $\frac{69}{63} \times 2,2 \text{ m} = 2,4 \text{ m}$

waarvan

10 hoger zijn dan $\frac{80}{63} \times 2,2 \text{ m} = 2,8 \text{ m}$

waarvan weer

5 hoger zijn dan $\frac{90}{63} \times 2,2 \text{ m} = 3,2 \text{ m}$

waarvan weer

2 hoger zijn dan $\frac{100}{63} \times 2,2 \text{ m} = 3,5 \text{ m}$

waarvan weer

1 hoger is dan $\frac{107}{63} \times 2,2 \text{ m} = 3,8 \text{ m}$

waarvan weer

$\frac{1}{2}$ hoger is dan $\frac{113}{63} \times 2,2 \text{ m} = 4,0 \text{ m}$

Over de dijk slaan dus de uitlopers van:

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|-----|------------|-----|-----------------|---|-----|---|----|-----------|------|---|
| 7 | golven | met | een | golfoploop | van | 2,2 | à | 2,4 | m | of | gemiddeld | 2,3 | m |
| 10 | " | " | " | " | " | 2,4 | à | 2,8 | m | " | " | 2,6 | m |
| 5 | " | " | " | " | " | 2,8 | à | 3,2 | m | " | " | 3,0 | m |
| 3 | " | " | " | " | " | 3,2 | à | 3,5 | m | " | " | 3,35 | m |
| 1 | " | " | " | " | " | 3,5 | à | 3,8 | m | " | " | 3,65 | m |
| 1 | " | " | " | " | " | grotér dan 3,8m | | " | " | " | " | 4,0 | m |

Daar de kerende hoogte van de dijk 2,2 m bedraagt toont de overslag het volgende spectrum:

| | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----|-----|-----------|---------|--------------|-----|------|---|
| 7 | uitlopers | met | een | verticaal | gemeten | "golfoploop" | van | 0,1 | m |
| 10 | " | " | " | " | " | " | " | 0,4 | m |
| 5 | " | " | " | " | " | " | " | 0,8 | m |
| 3 | " | " | " | " | " | " | " | 1,15 | m |
| 1 | " | " | " | " | " | " | " | 1,45 | m |
| 1 | " | " | " | " | " | " | " | 1,8 | m |

Had de kerende hoogte van de dijk 3,5 m bedragen, hetgeen nodig zou zijn om te voldoen aan de algemeen aanvaarde norm dat niet meer dan 2% der golven over de dijk mag slaan, dan had het spectrum van die overslag het volgende beeld vertoond:

| | | | | | | | | | |
|---|----------|-----|-----|-----------|---------|------------|-----|------|---|
| 1 | uitloper | met | een | verticaal | gemeten | golfoploop | van | 0,15 | m |
| 1 | " | " | " | " | " | " | " | 0,5 | m |

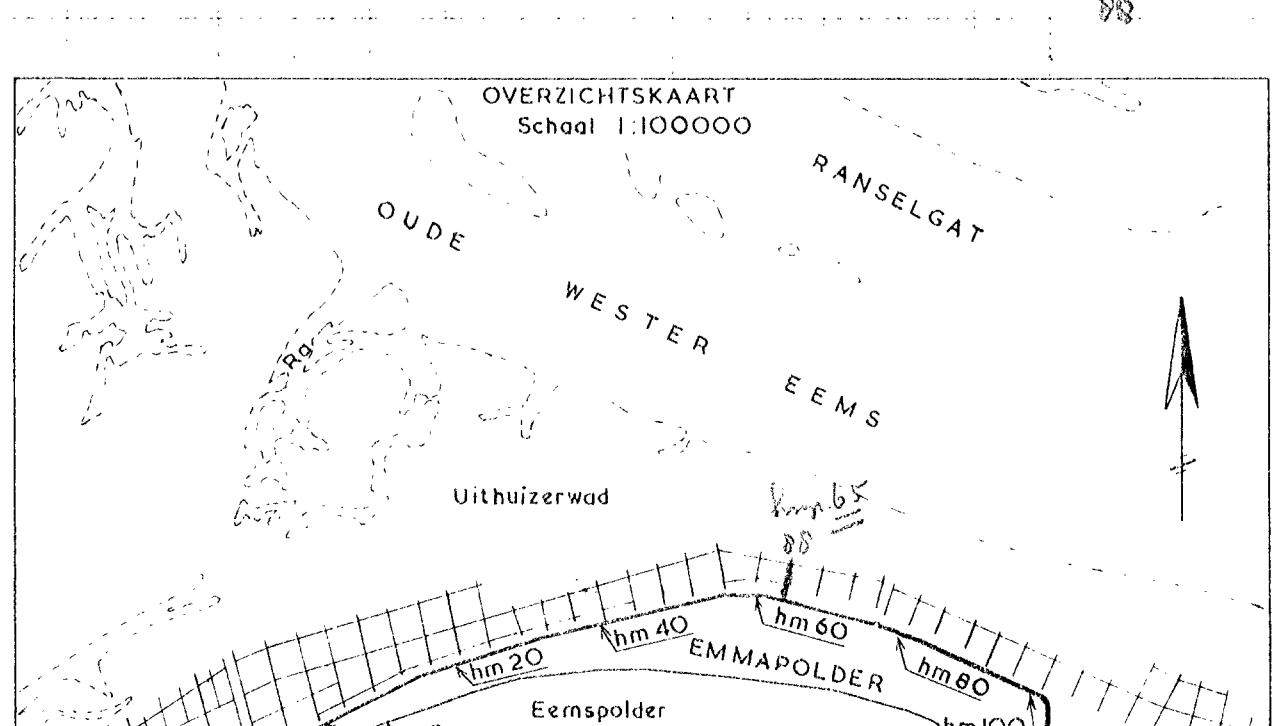
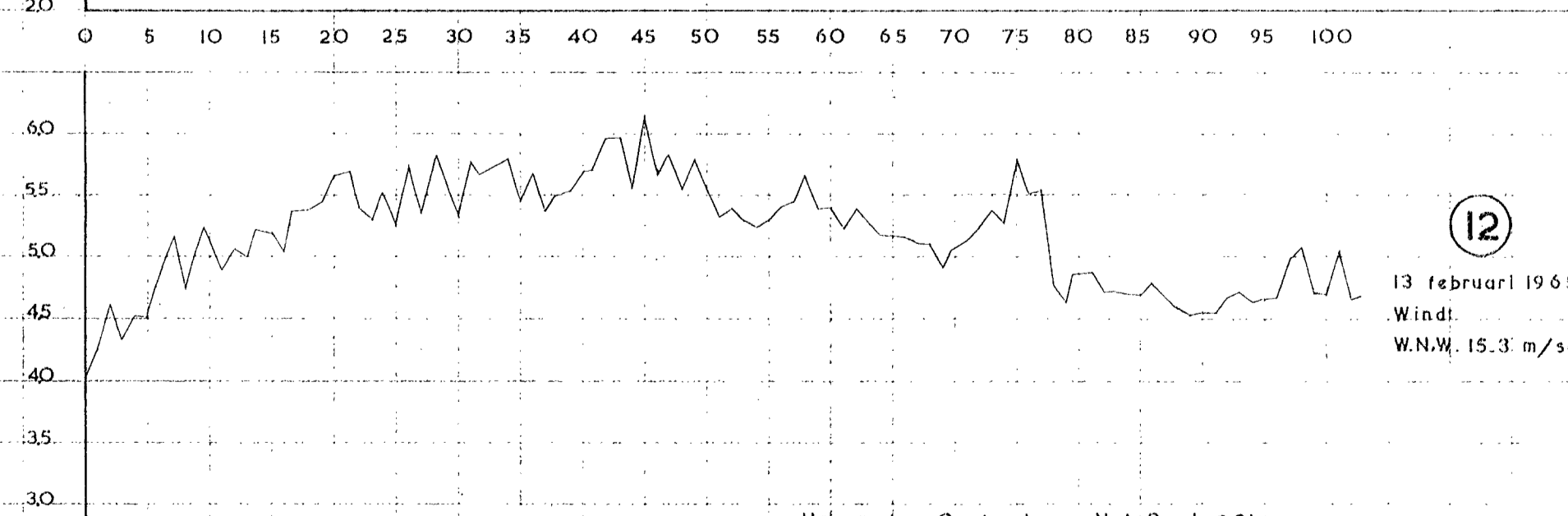
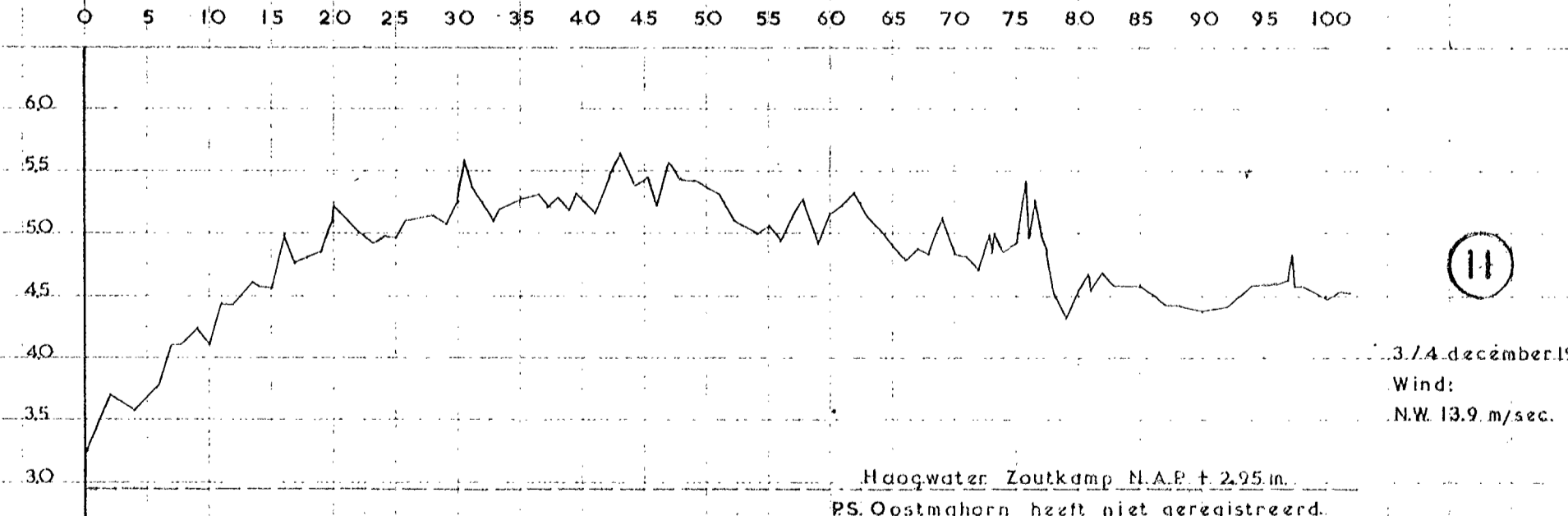
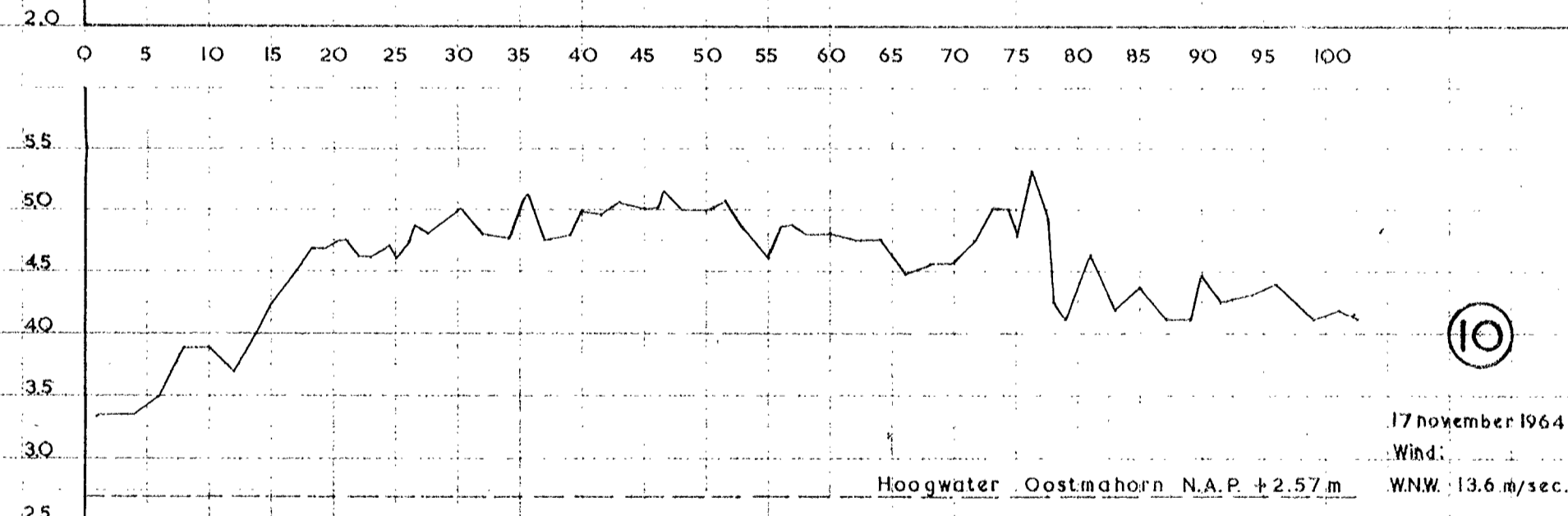
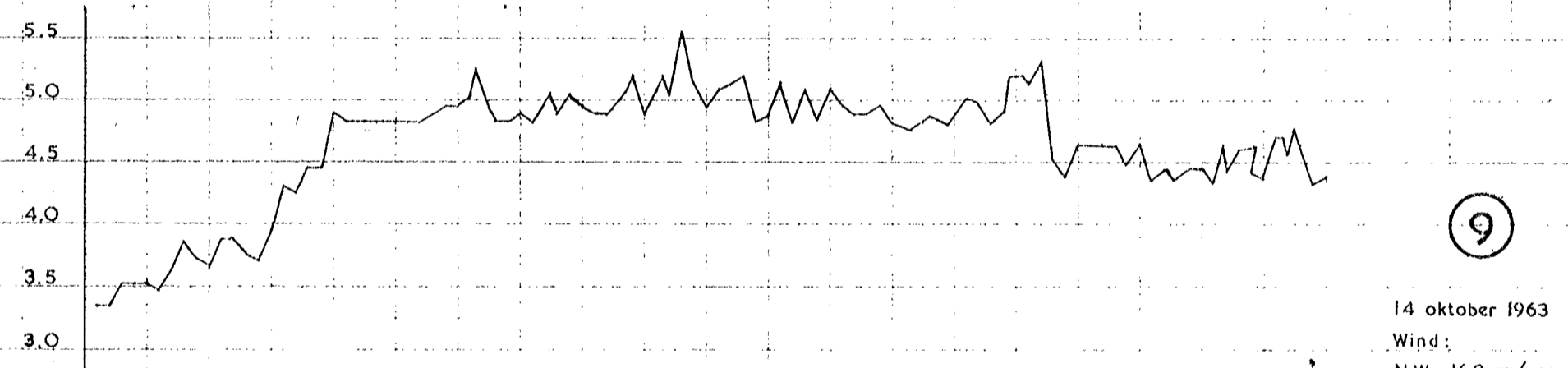
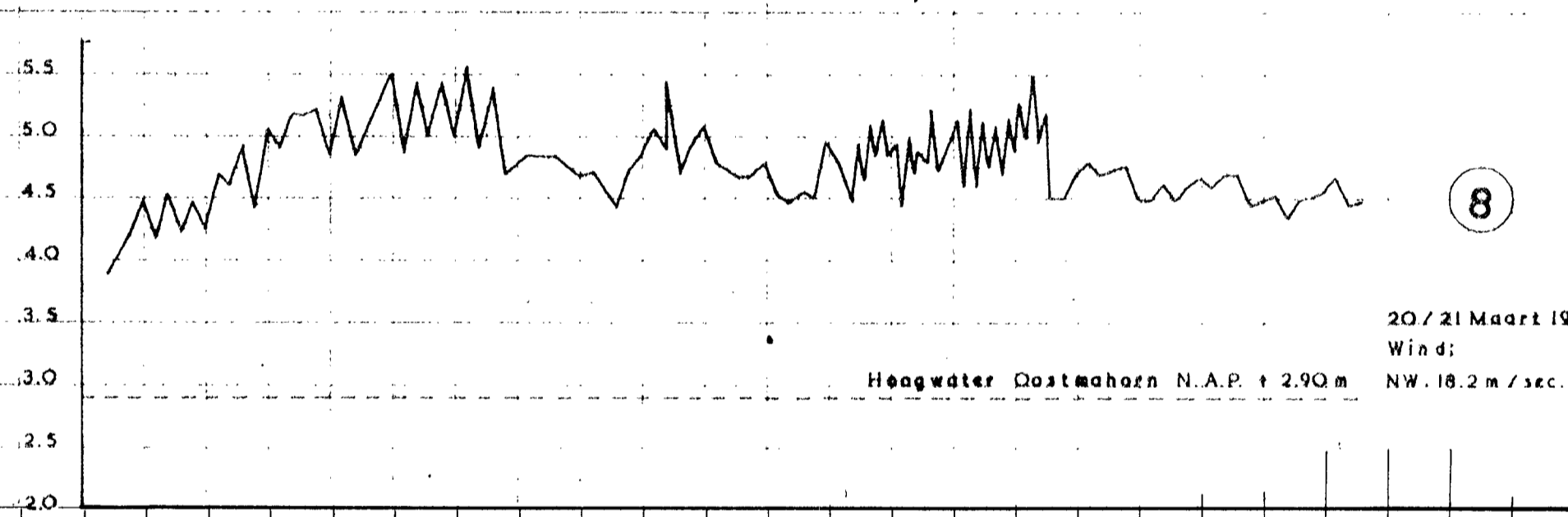
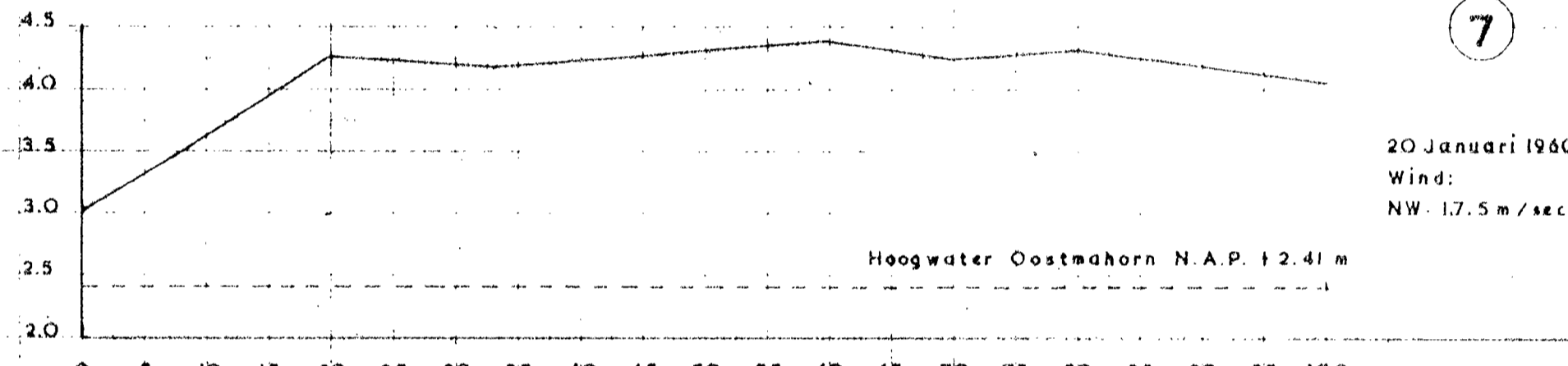
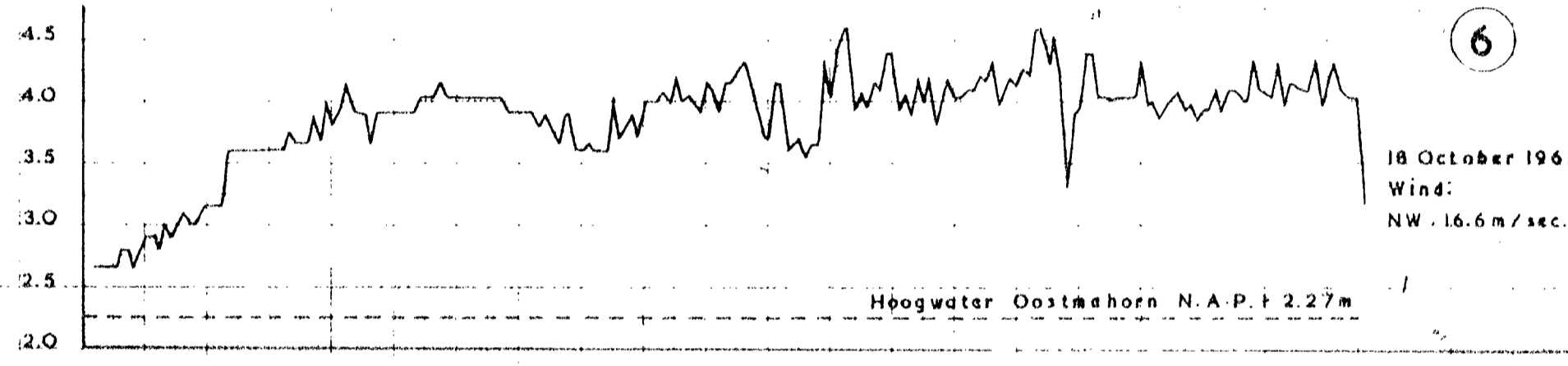
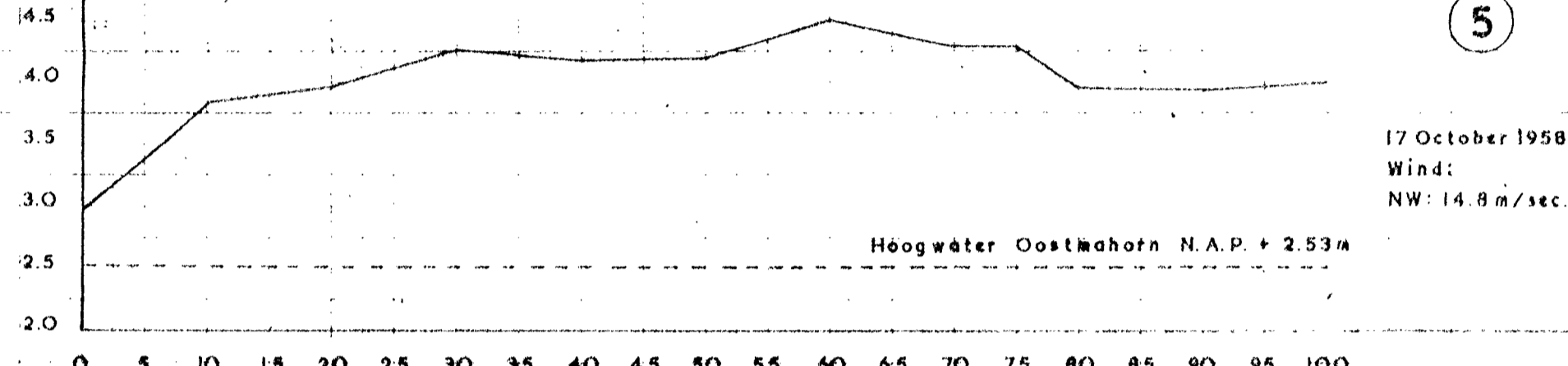
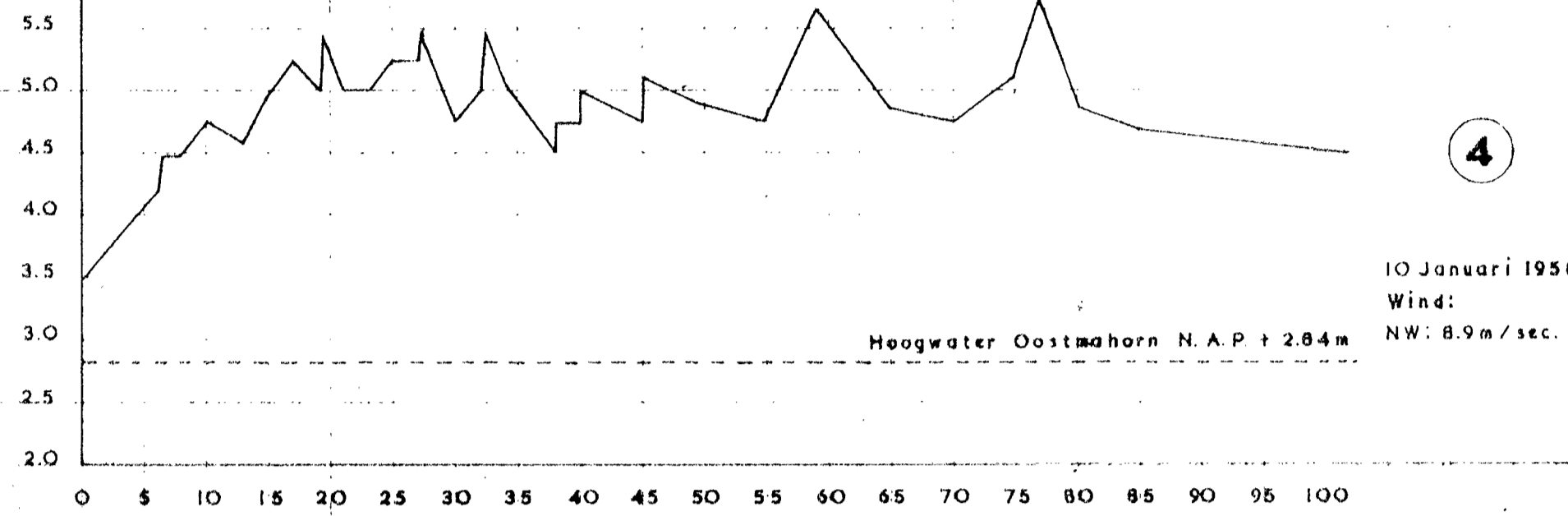
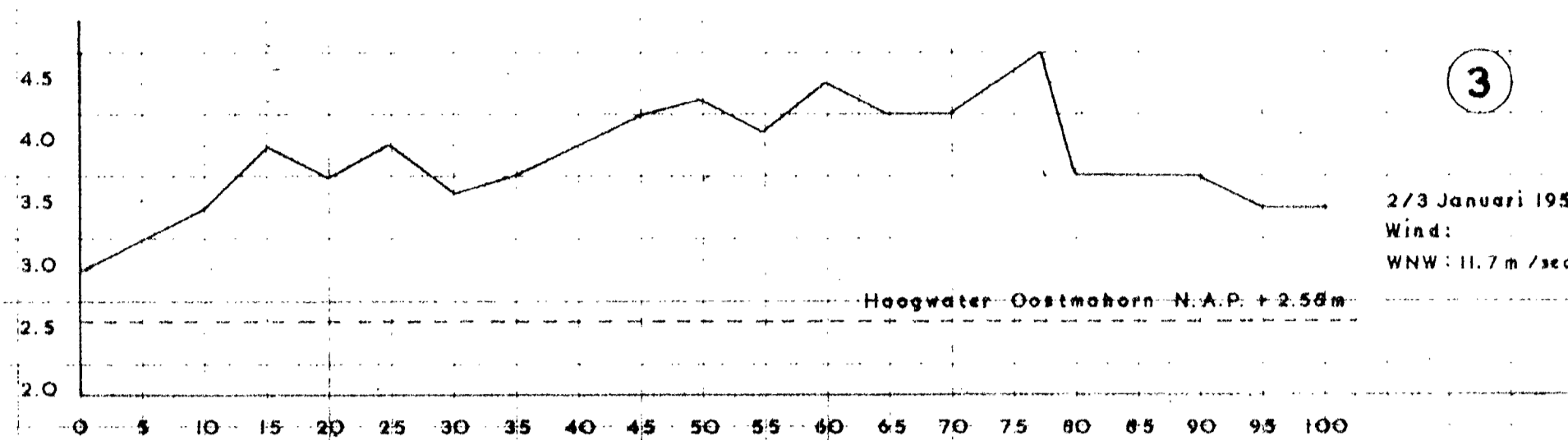
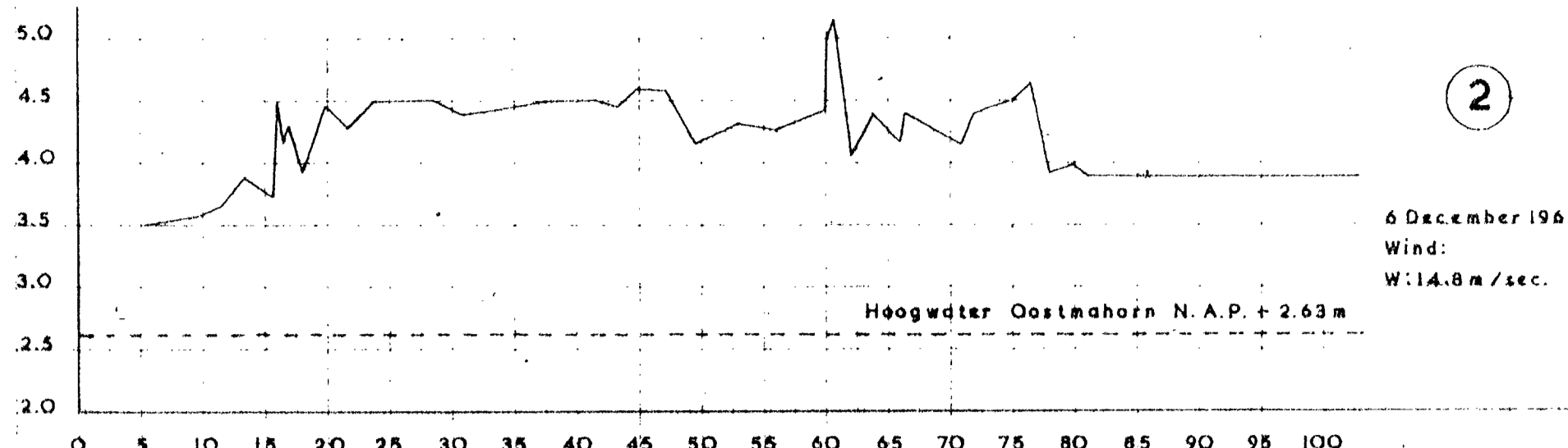
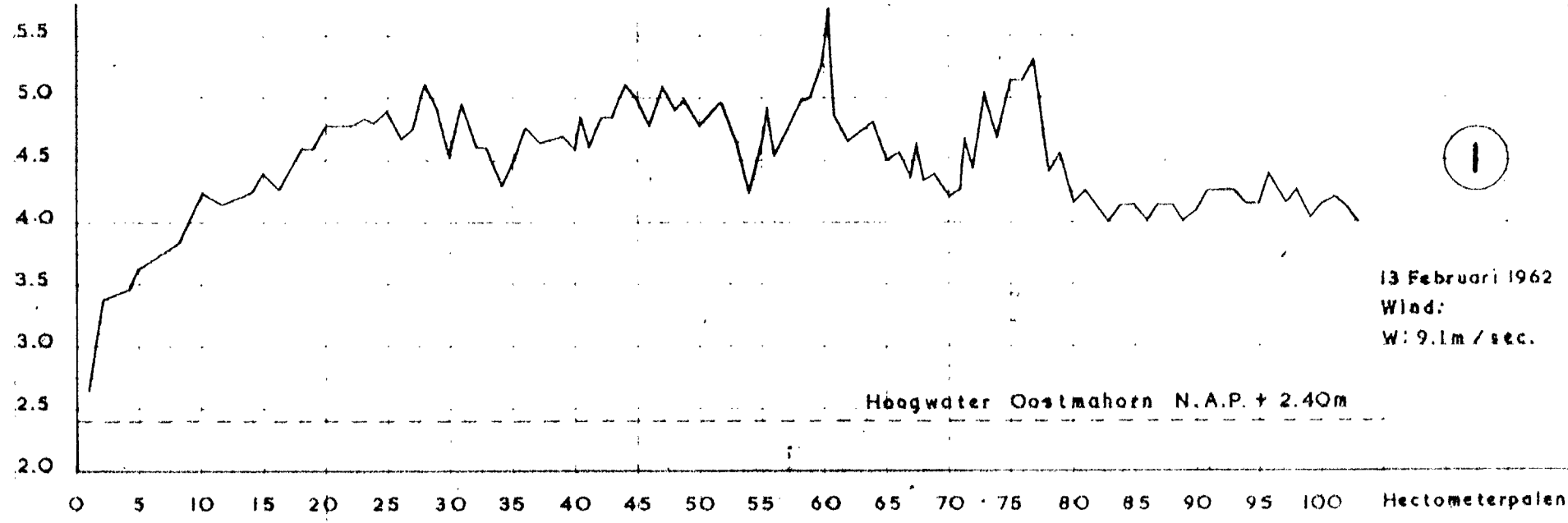
Aangenomen zij nu, dat de golfuitlopers een driehoekige doorsnede hebben, dus dat de dikte van de golfuitloper in het hoogste punt nihil is en langs het talud naar beneden lineair in dikte toeneemt. De hoeveelheid water van een golftop, die over de dijk slaat, is dan evenredig met het kwadraat van de hoogte die de golf nog boven de kruin van de dijk tegen het buitentalud zou willen oplopen.

Aan de hand van de gegevens, vermeld in de vorige drie alinea's, kan nu de verhouding der over de dijk slaande watermassa's bij een kerende hoogte van 2,2 m en van 3,5 m becijferd worden op:

$$\frac{7 \times 0,1^2 + 10 \times 0,4^2 + 5 \times 0,8^2 + 3 \times 1,15^2 + 1 \times 1,45^2 + 1 \times 1,8^2}{1 \times 0,15^2 + 1 \times 0,5^2} = \frac{0,07 + 1,60 + 3,20 + 3,97 + 2,10 + 3,24}{0,02 + 0,25} = \frac{14,18}{0,27} = 52,5$$

Bij de existierende kerende hoogte van 2,2 m (stornvloed met frequentie 1 x/50 jaar) slaat bij Hm 60 dus 52,5 x zoveel water over de Emmapolderdijk als toelaatbaar is.

Hoogte Veecklija
in m + N.A.P.



- LIJN G.L.W. 1960
- ZEEDIJK
- SLAPERDIJK
- ↑ hm 20
- HECTOMETERPALEN
- BEZINKVELDEN

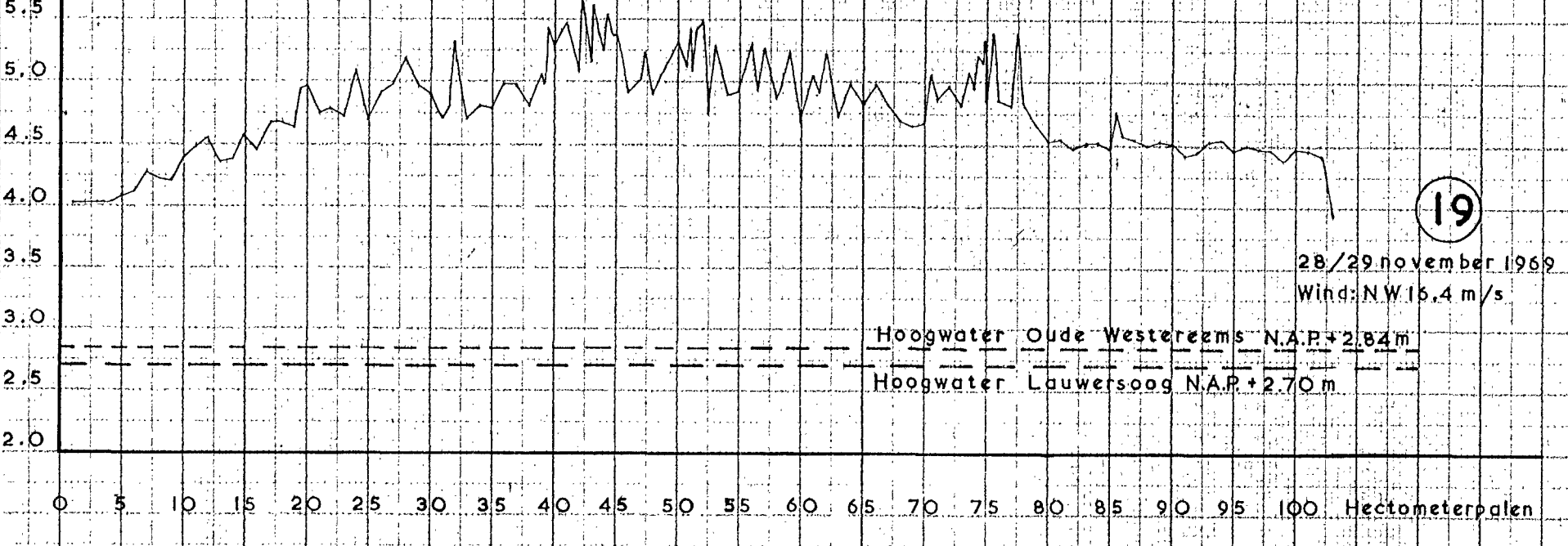
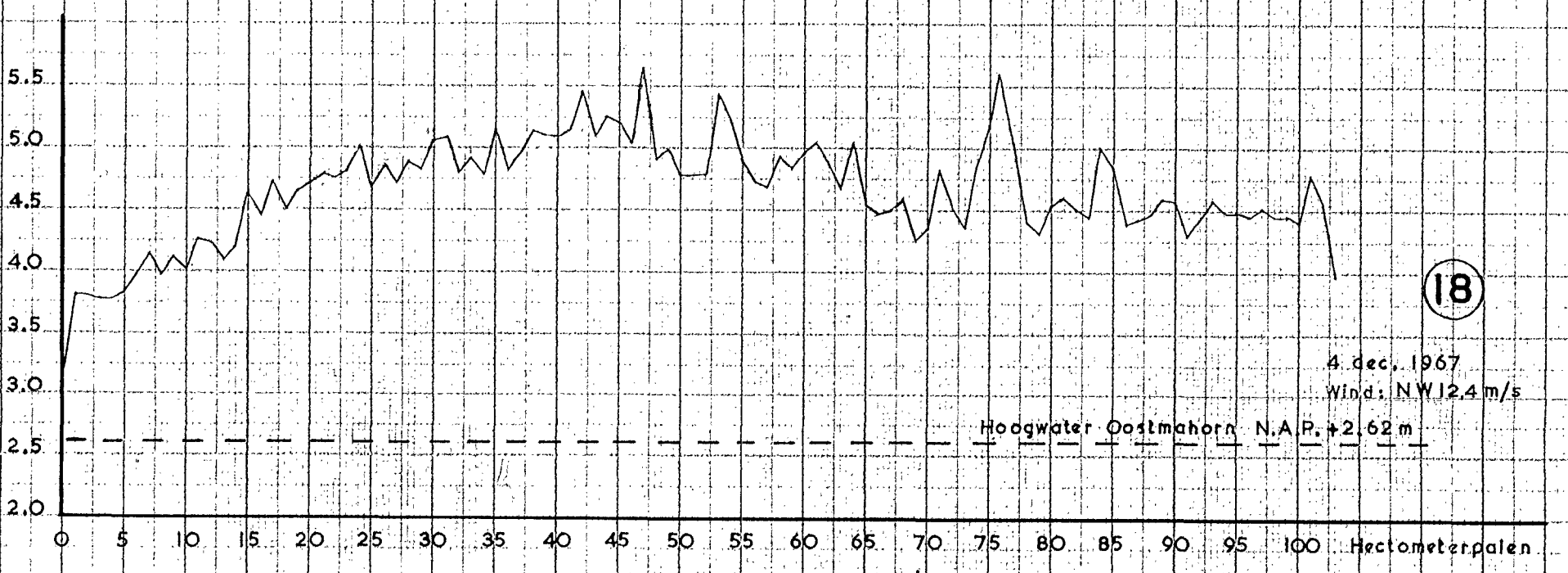
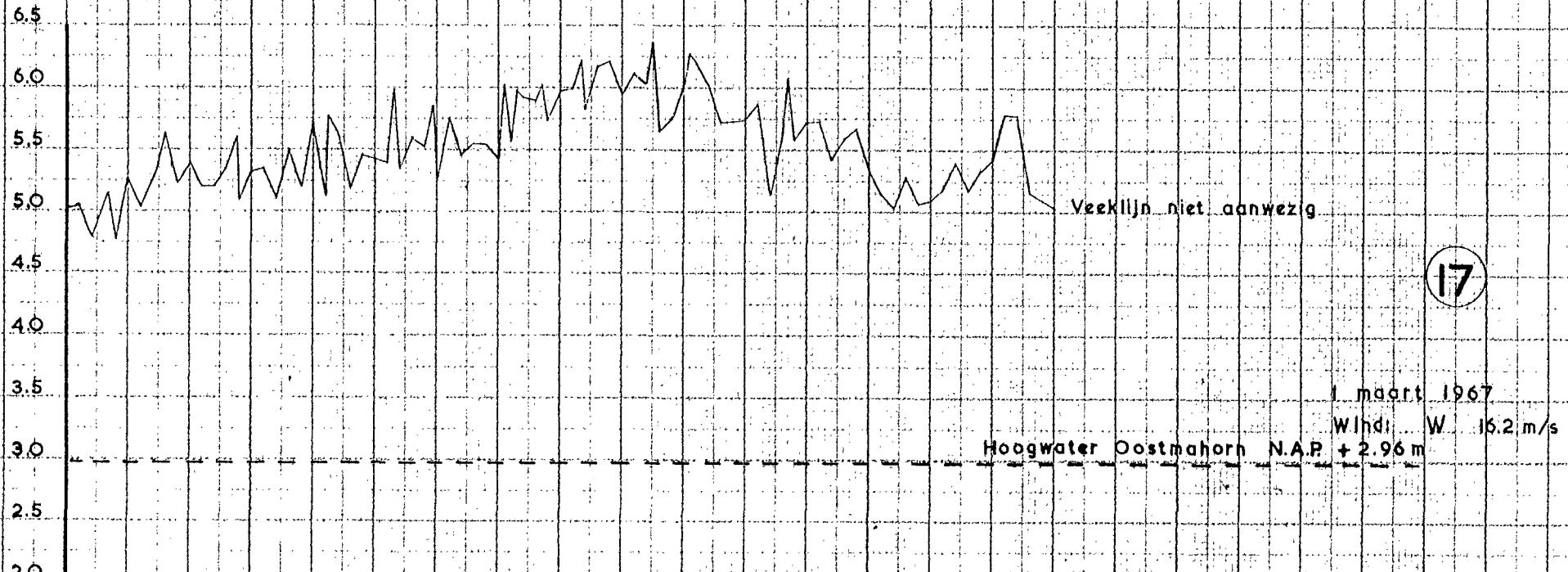
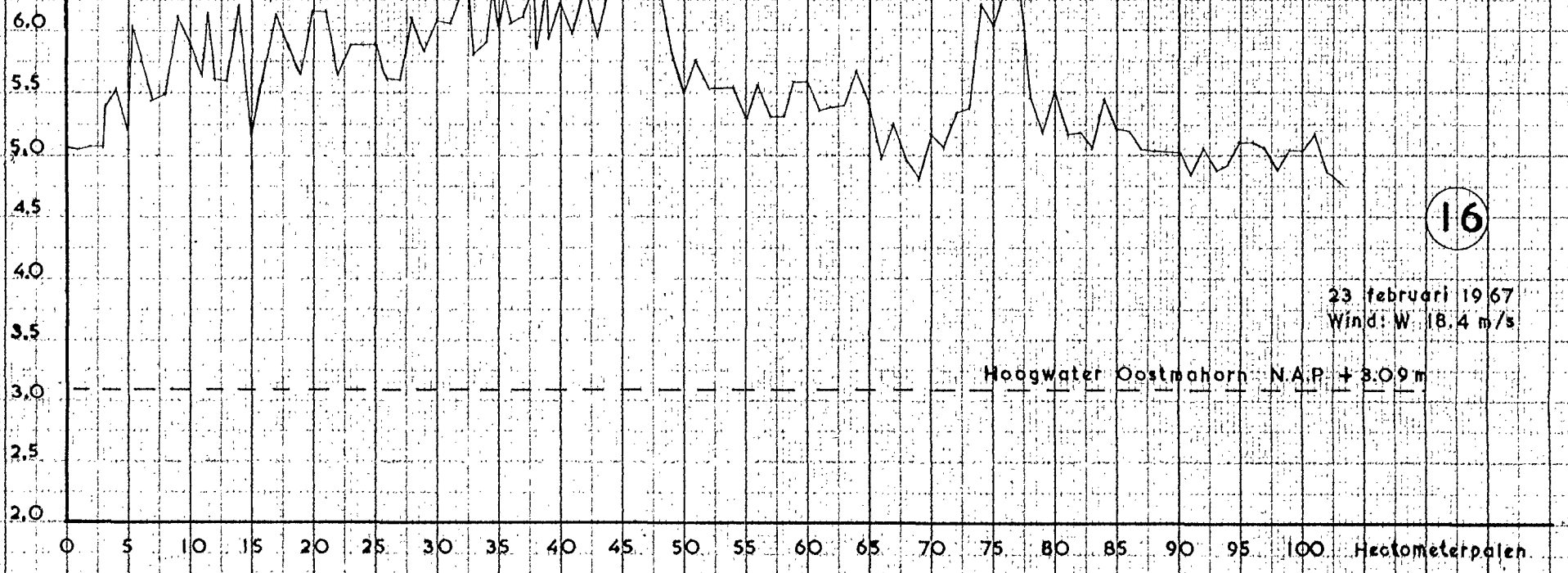
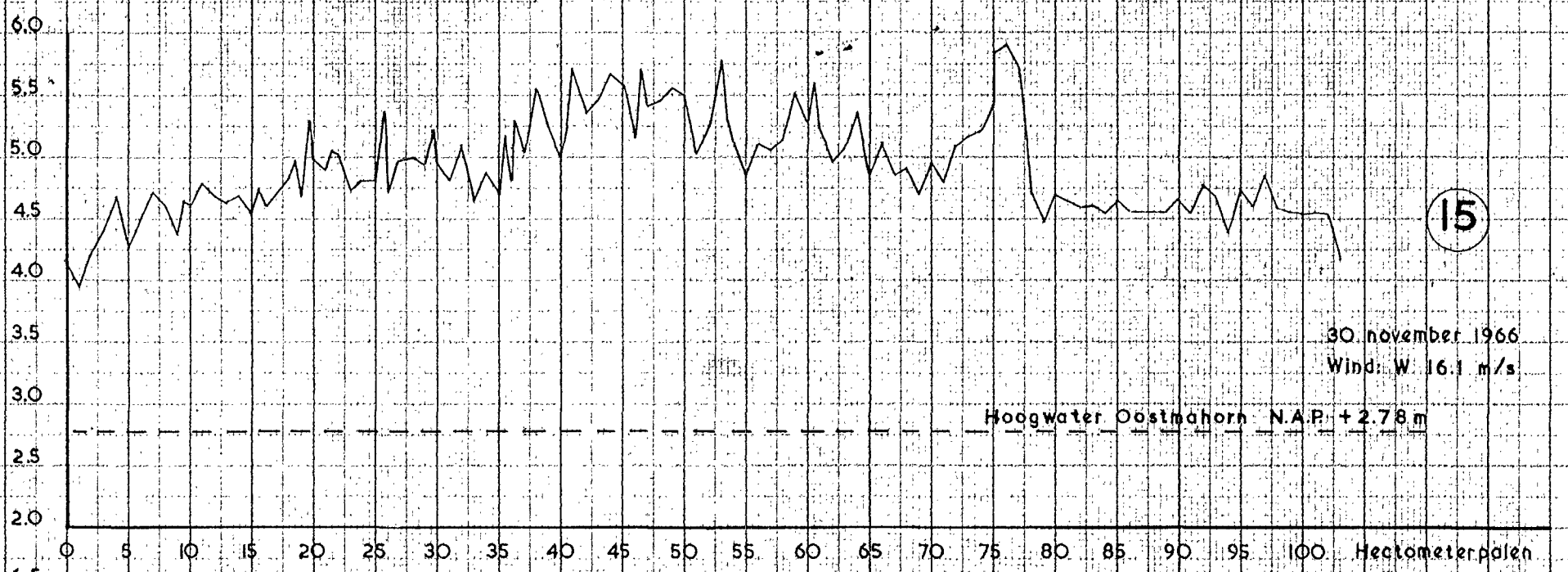
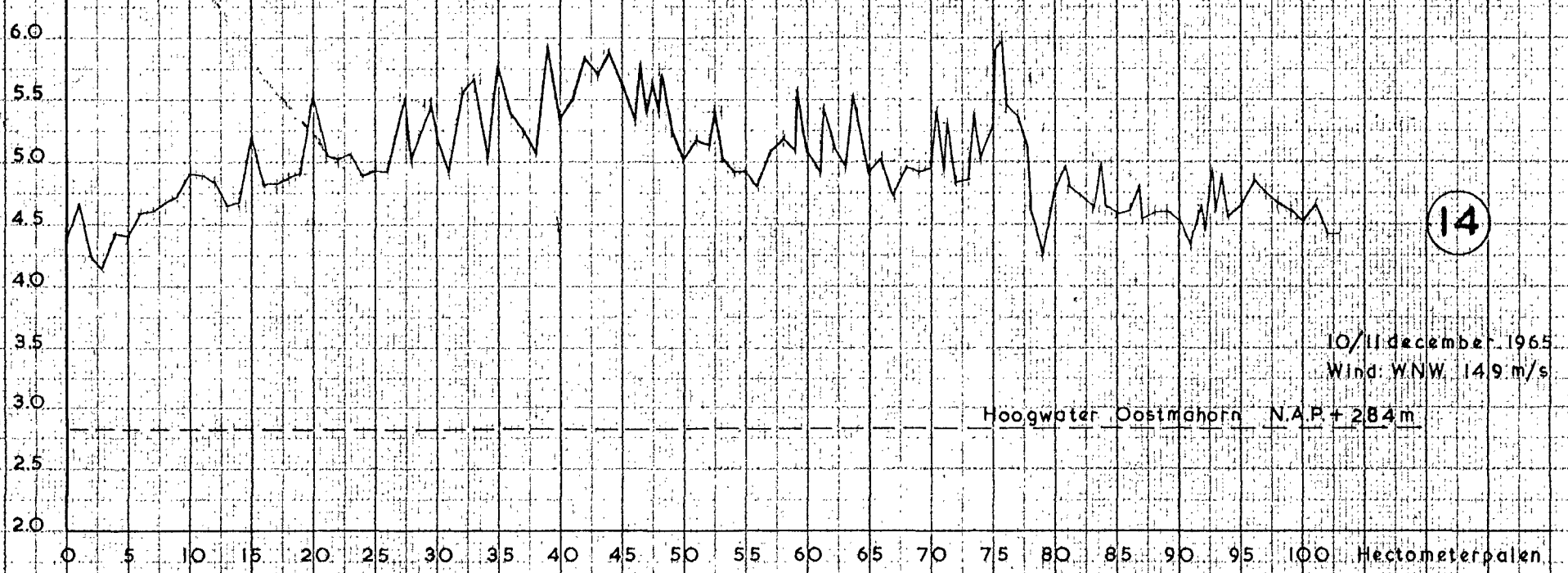
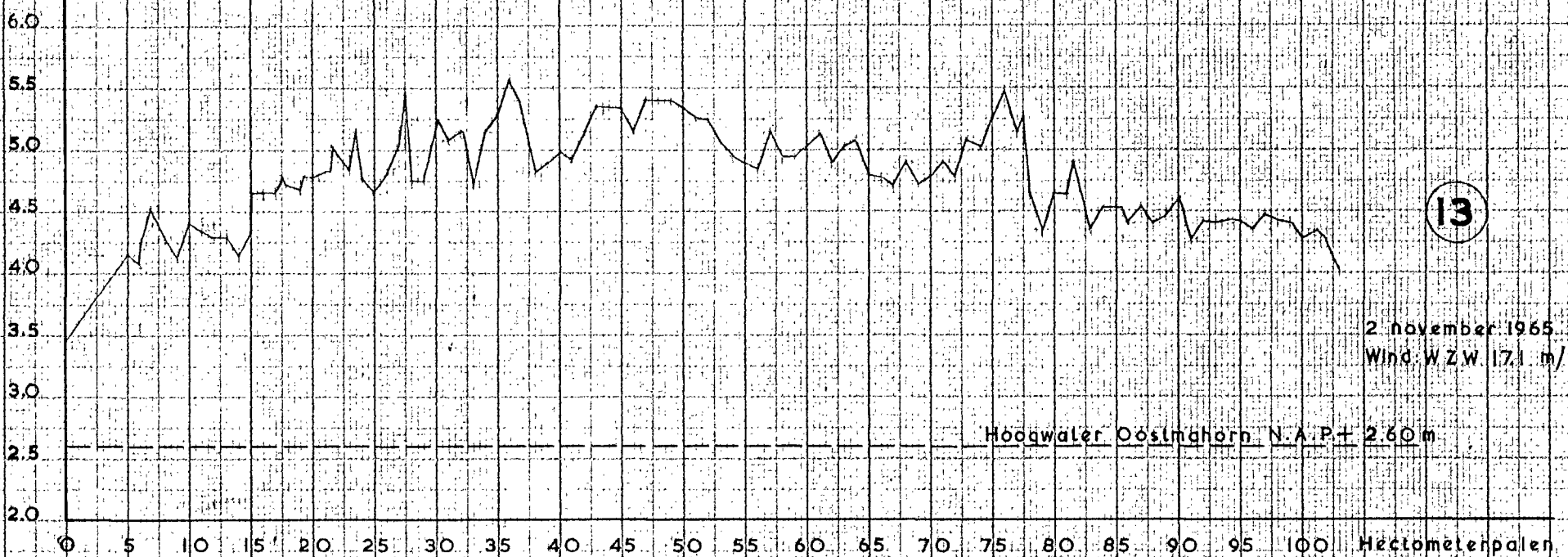
Rijkswaterstaat Directie Groningen
Afdeling Studiedienst

ZEEDIJK EMMAPOLDER

De ingenieur: *S. B. de Vries* OPNAMEN VEEKLIJN

Getekend: *G. J. de Vries* Gez. *W. J. de Vries* in bl. blad 1 A 6 63353

Hoogte Veelijn
in m. + N.A.P.



Rijkswaterstaat Directie Groningen
Afdeling Studiedienst

ZEEDIJK EMMAPOLDER

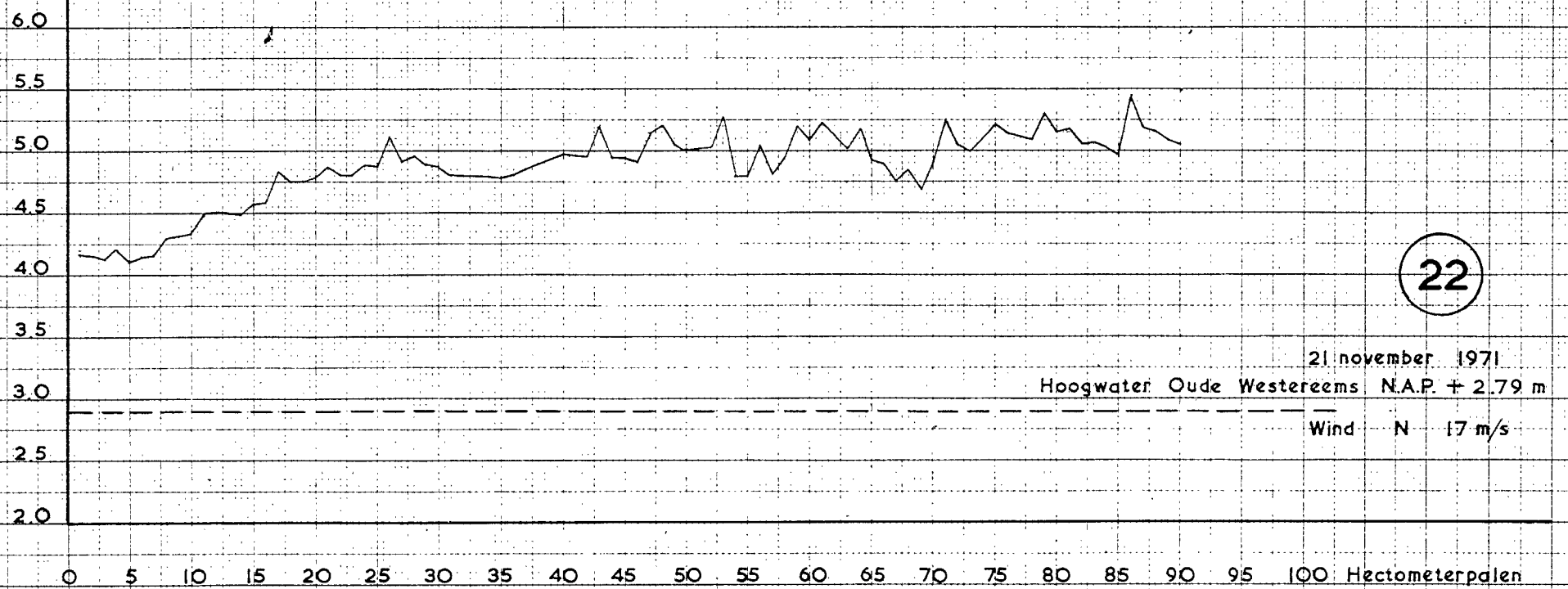
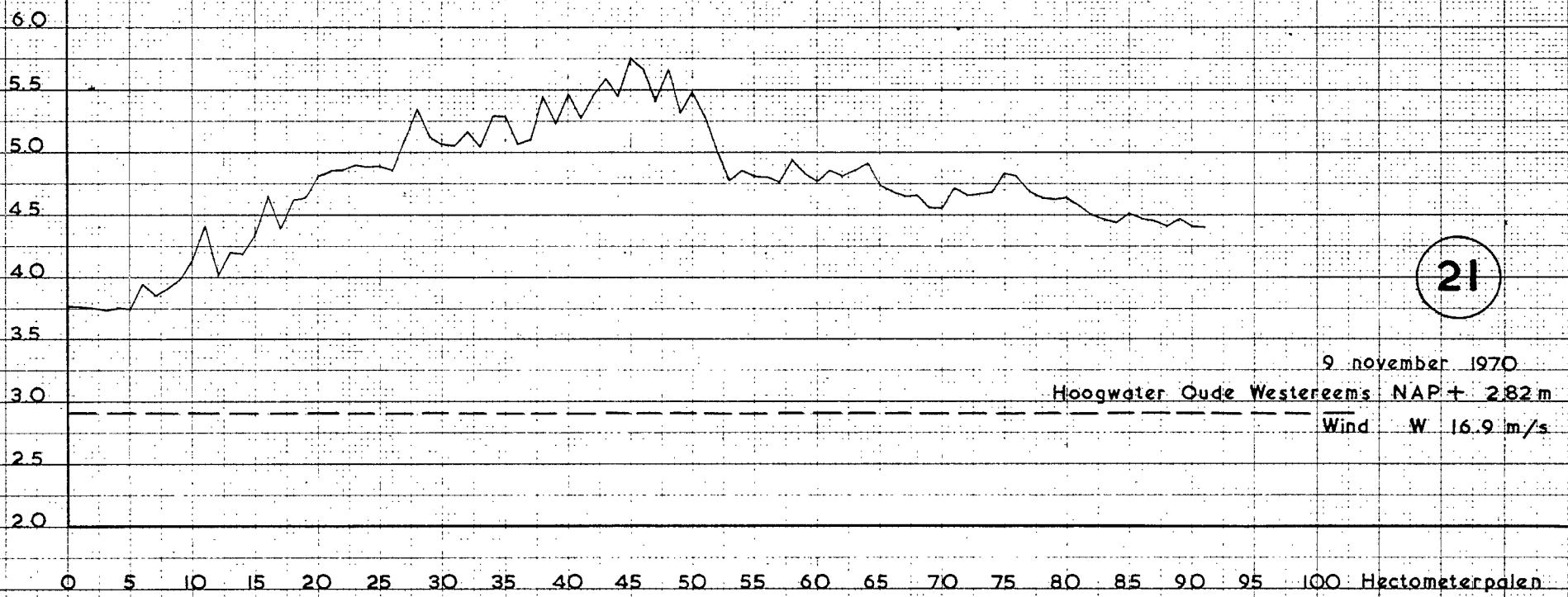
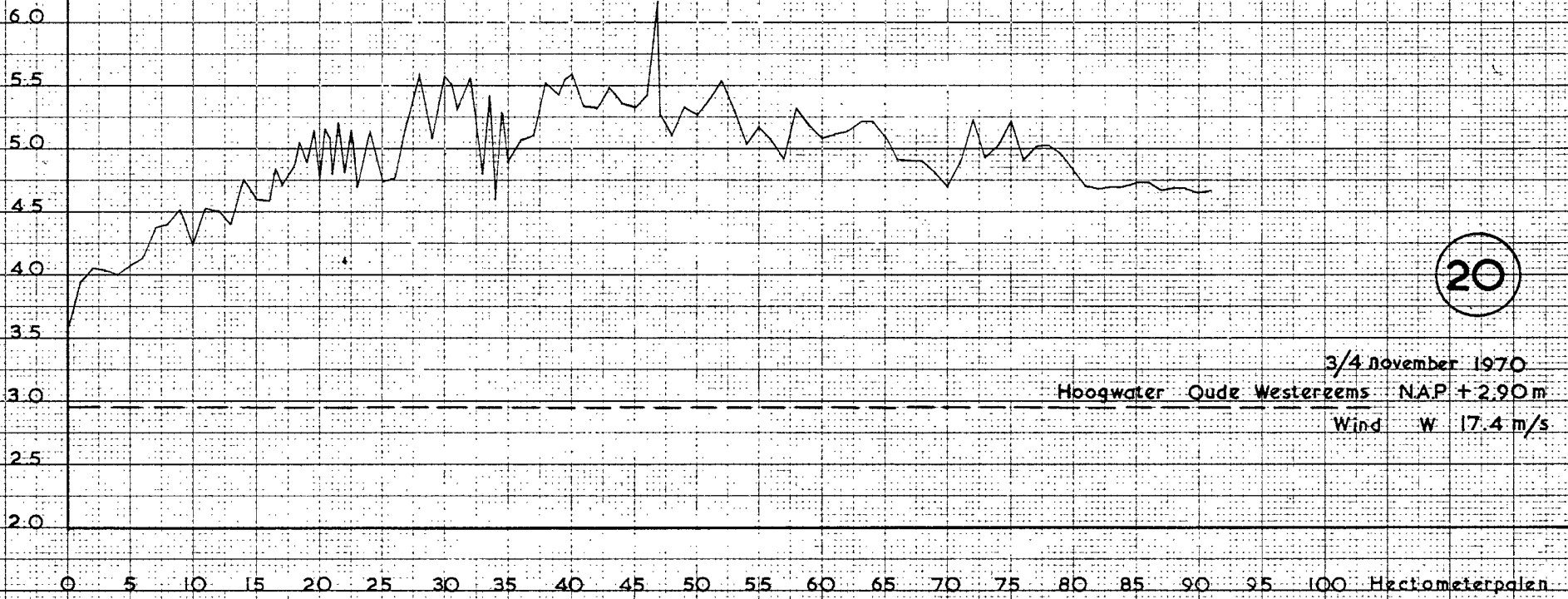
De ingenieur
B. de Boer

OPNAMEN VEEKLIJN

voor situatie zie blad I
tek. N° 63353

Getekend 12-5-67 B Gec. Gez. 1/10 81 In bl.-bl.2 A 4 6766

Hoogte Veeclijn
in m +N.A.P.

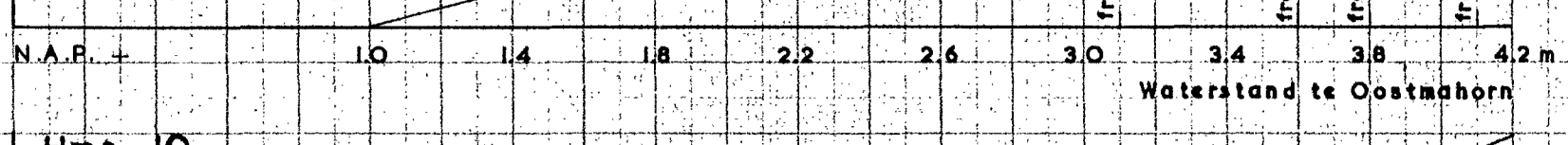


Golfloop boven waterstand
verticaal gemeten

Hmp. 5

Gem. Windsnelheid = 12.9 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.60m
Gem. Golfloop = 1.10m

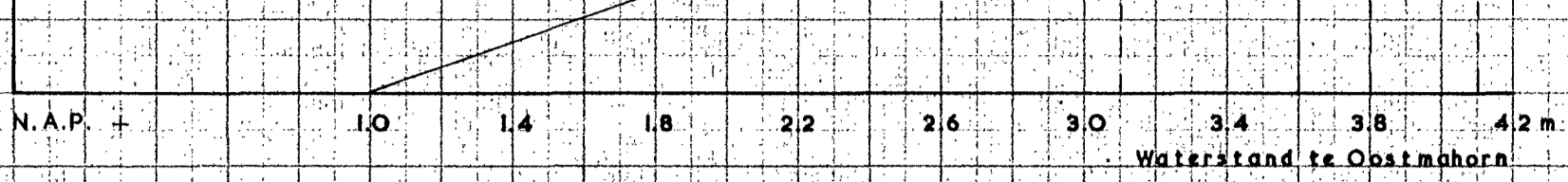
Alle punten Profiel I
Voor Profiel II zie bijlage 2



Hmp. 10

Gem. Windsnelheid = 13.2 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.59m
Gem. Golfloop = 1.38m

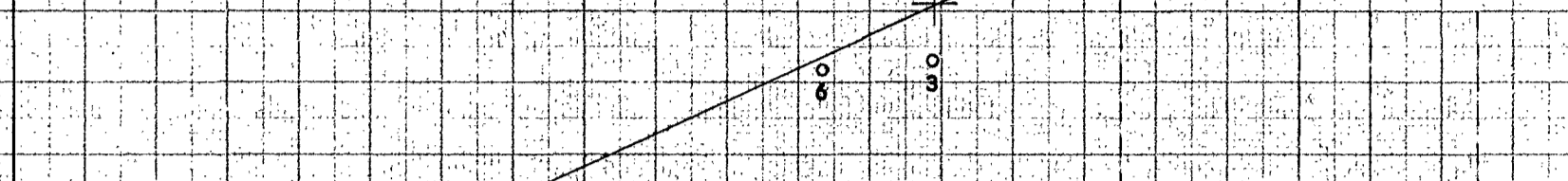
Alle punten Profiel I
Voor Profiel II zie bijlage 2



Hmp. 15

Gem. Windsnelheid = 12.9 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.59m
Gem. Golfloop = 1.82m

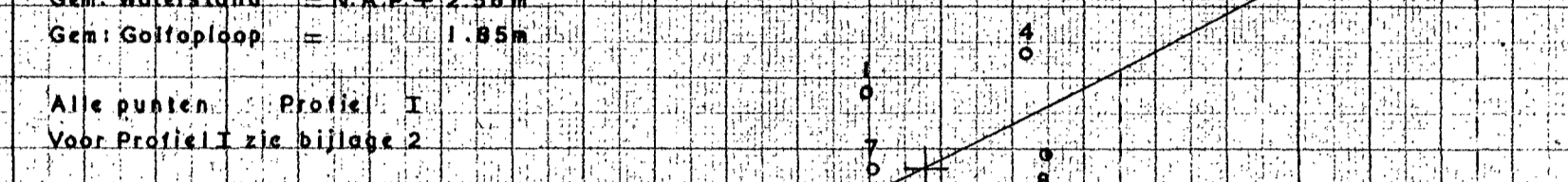
Alle punten Profiel I
Voor Profiel II zie bijlage 2



Hmp. 20

Gem. Windsnelheid = 13.8 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.56m
Gem. Golfloop = 1.85m

Alle punten Profiel I
Voor Profiel II zie bijlage 2

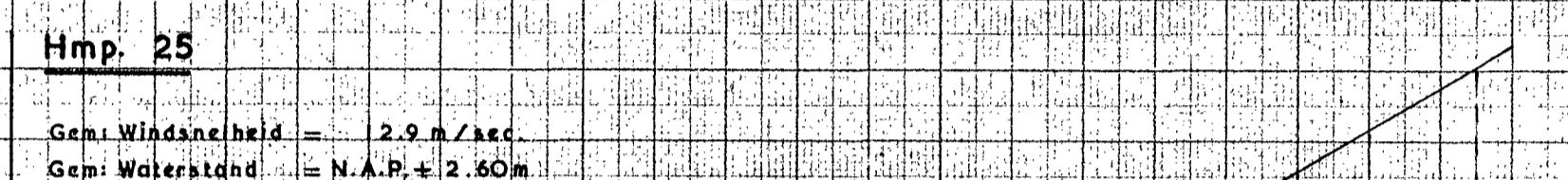


Hmp. 25

Gem. Windsnelheid = 12.9 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.60m
Gem. Golfloop = 2.11m

Punt 3.4 Profiel II
Punt 1.6.8 Profiel II
Voor Profiel II zie bijlage 2

Golfloop boven waterstand
verticaal gemeten



Hmp. 30

Gem. Windsnelheid = 13.5 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.59m
Gem. Golfloop = 1.93m

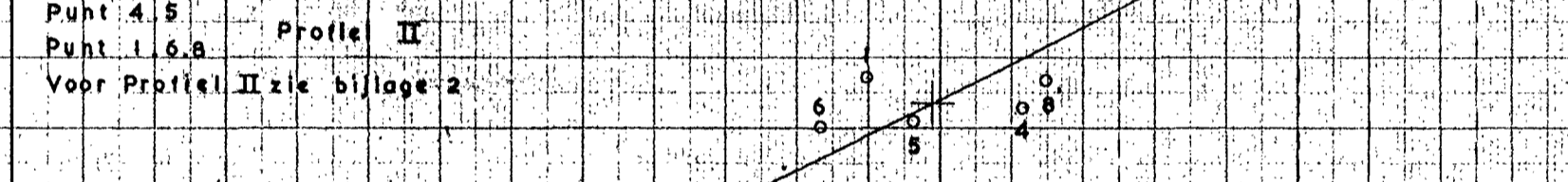
Punt 4.5 Profiel II
Punt 1.6.8 Profiel II
Voor Profiel II zie bijlage 2



Hmp. 35

Gem. Windsnelheid = 13.9 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.54m
Gem. Golfloop = 1.70m

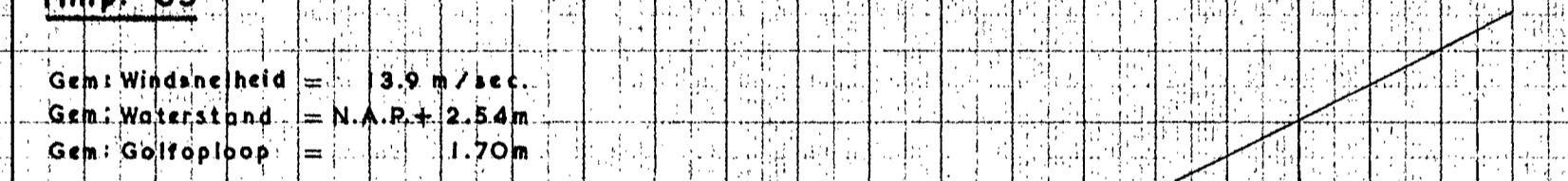
Punt 3 Profiel II
Punt 1.6.8 Profiel II
Voor Profiel II zie bijlage 2



Hmp. 40

Gem. Windsnelheid = 13.9 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.56m
Gem. Golfloop = 1.74m

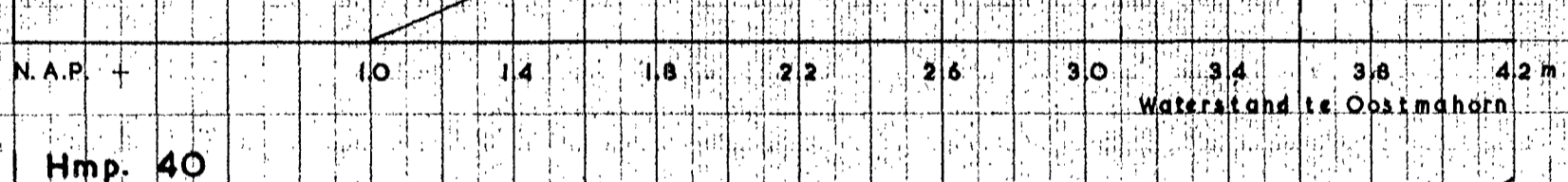
Punt 3.4.7 Profiel I
Punt 1.6.8 Profiel II
Voor Profiel I en II zie bijlage 2



Hmp. 45

Gem. Windsnelheid = 13.2 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.60m
Gem. Golfloop = 1.95m

Punt 3.4 Profiel I
Punt 1.2.6.8 Profiel II
Voor Profiel I en II zie bijlage 2

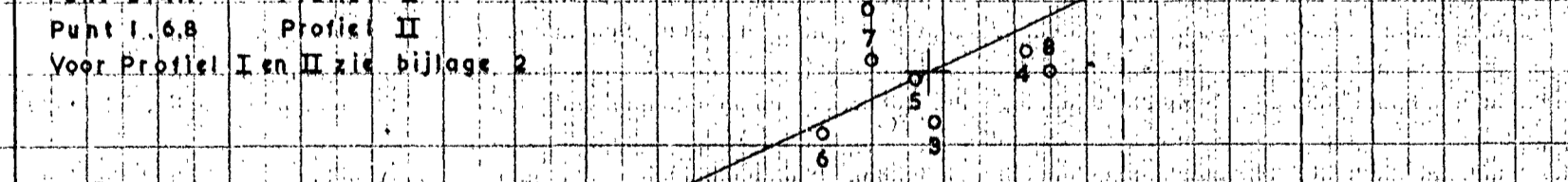


Hmp. 50

Gem. Windsnelheid = 13.8 m/sec.
Gem. Waterstand = N.A.P. + 2.56m
Gem. Golfloop = 1.98m

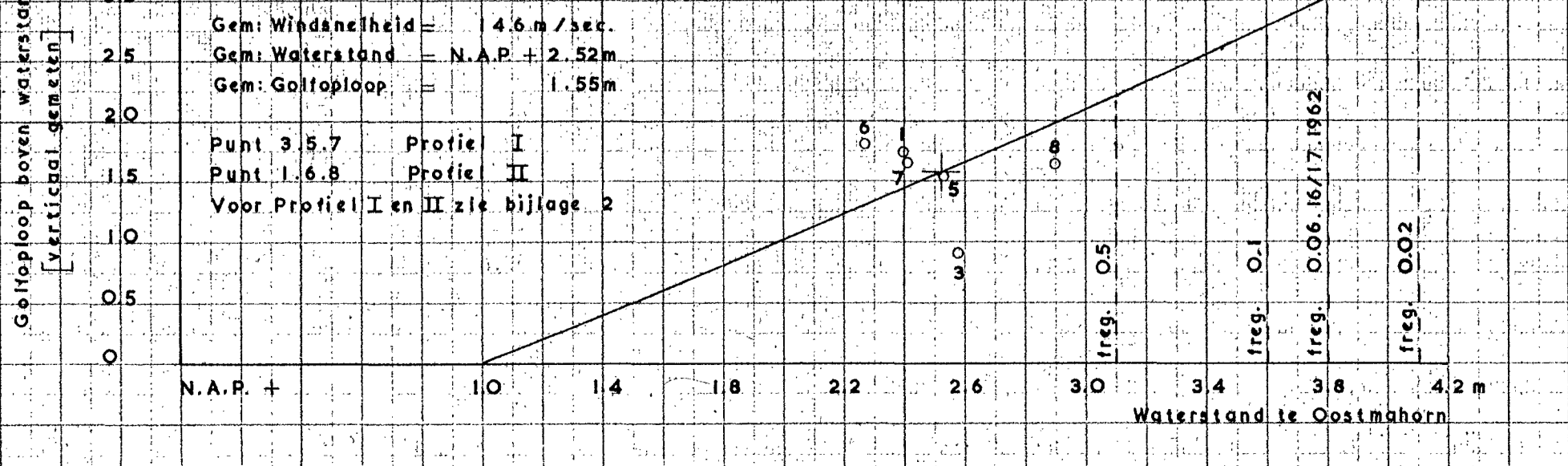
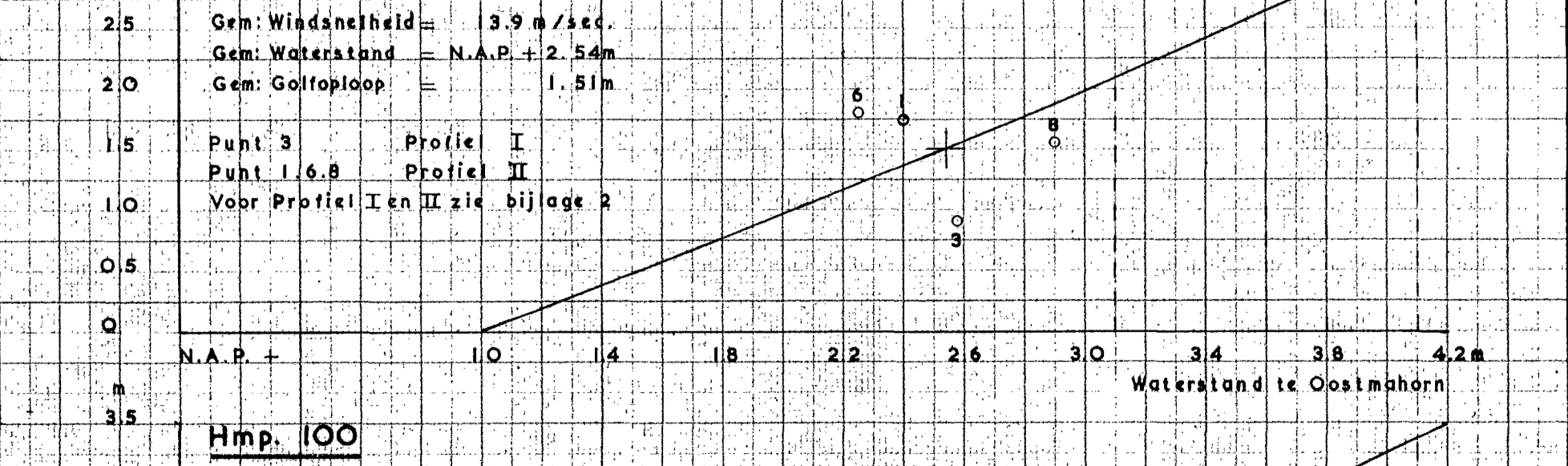
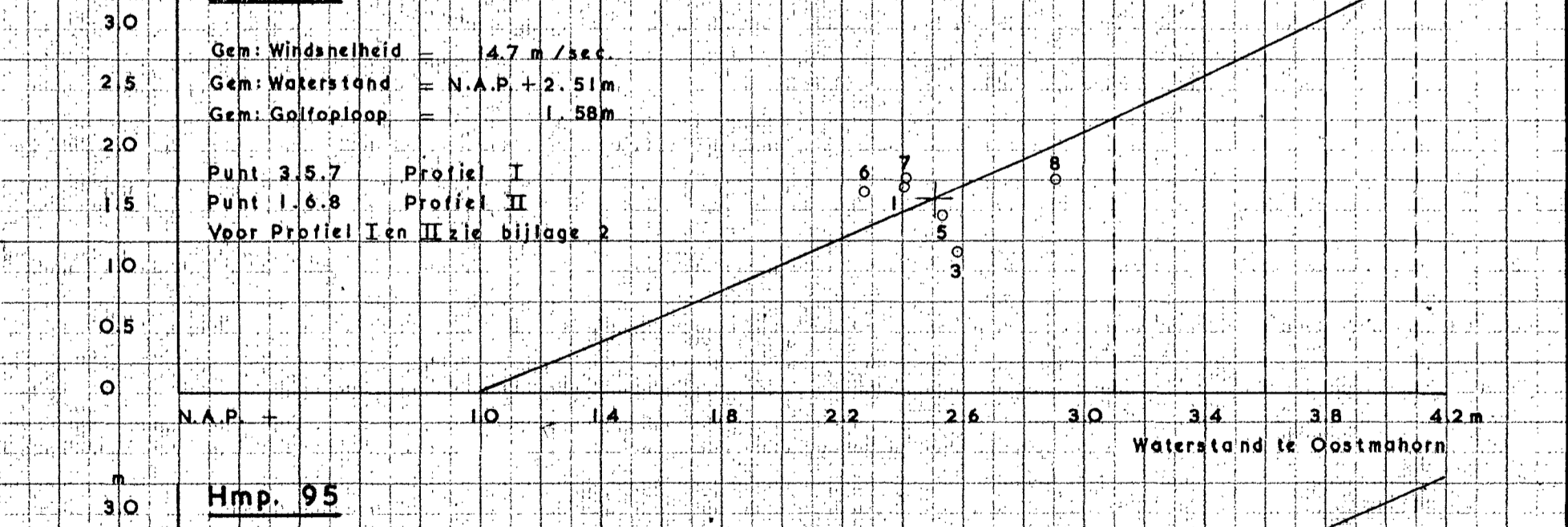
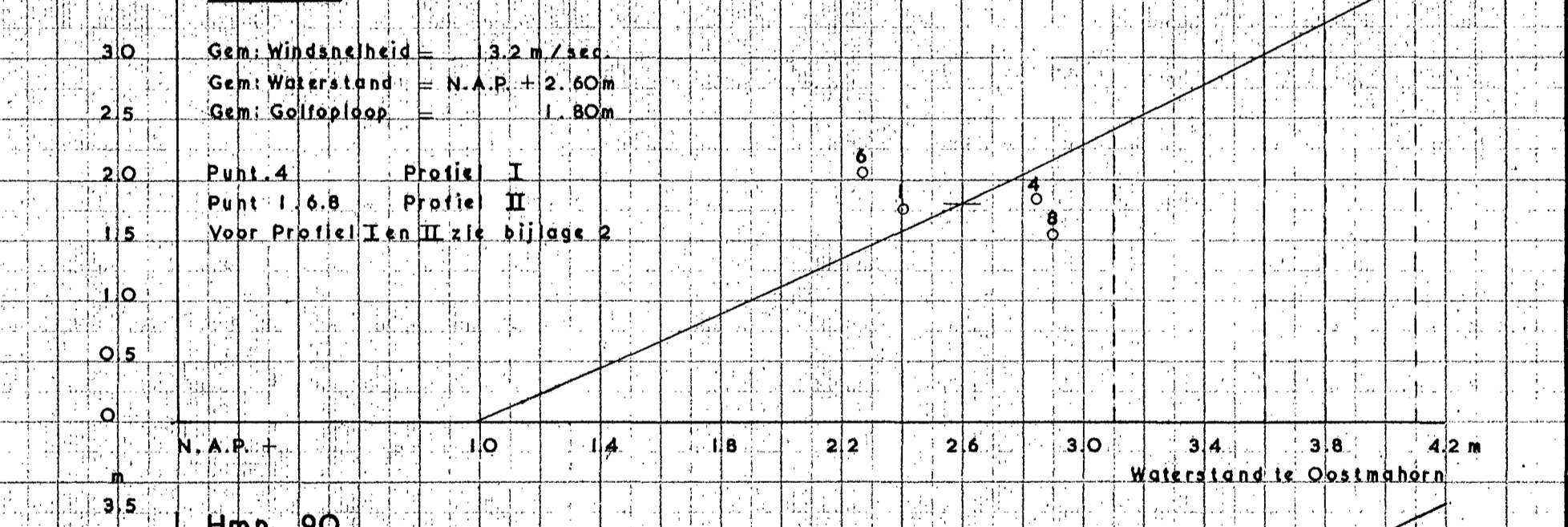
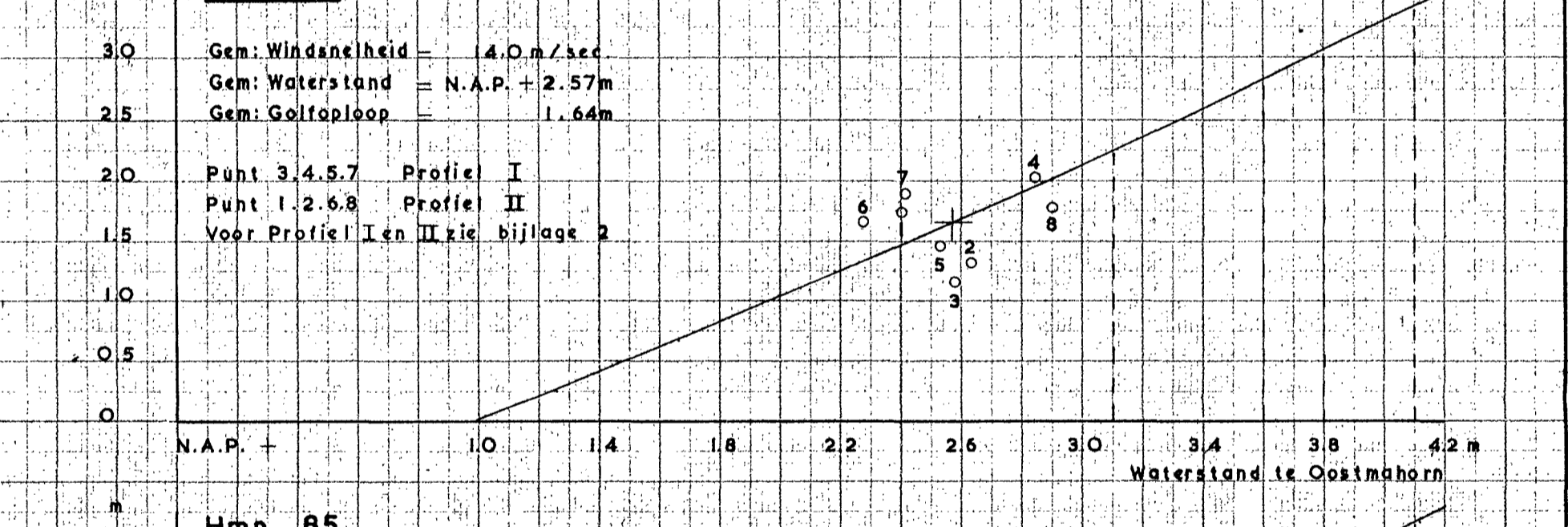
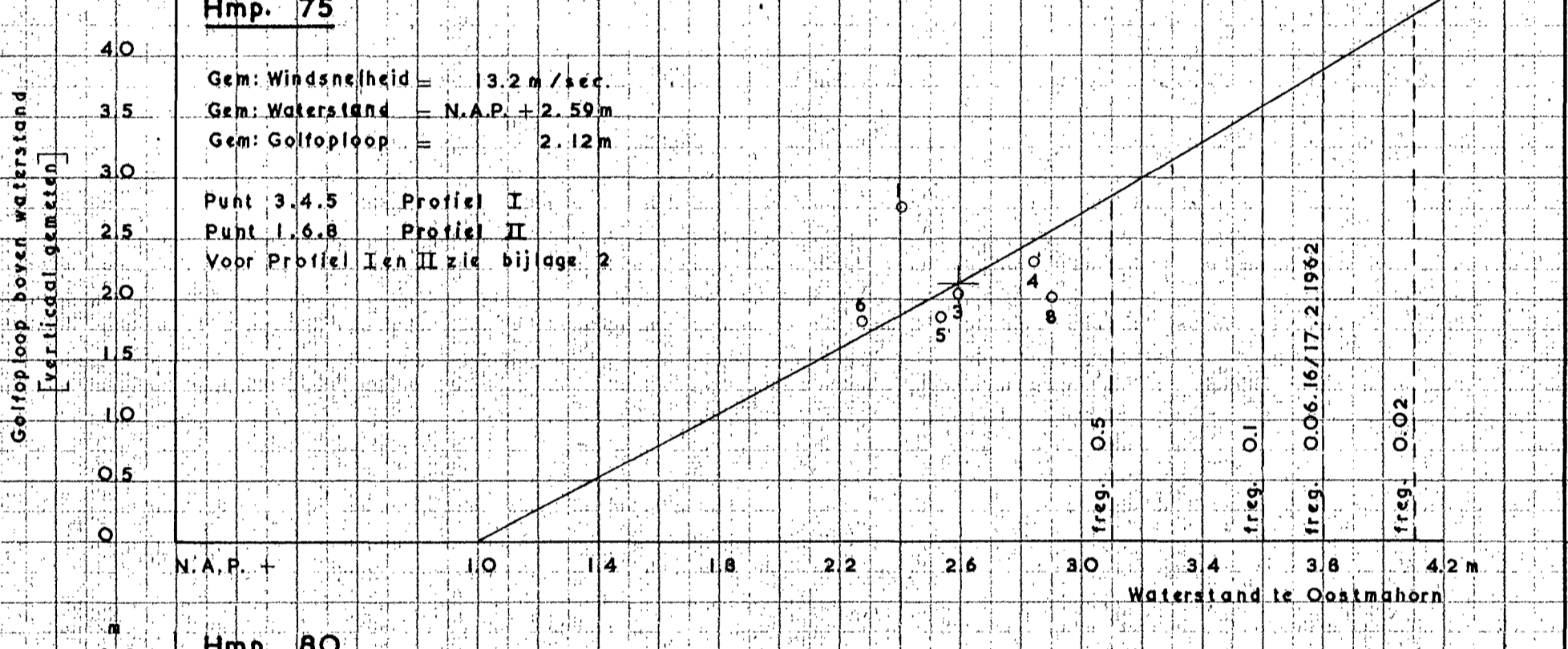
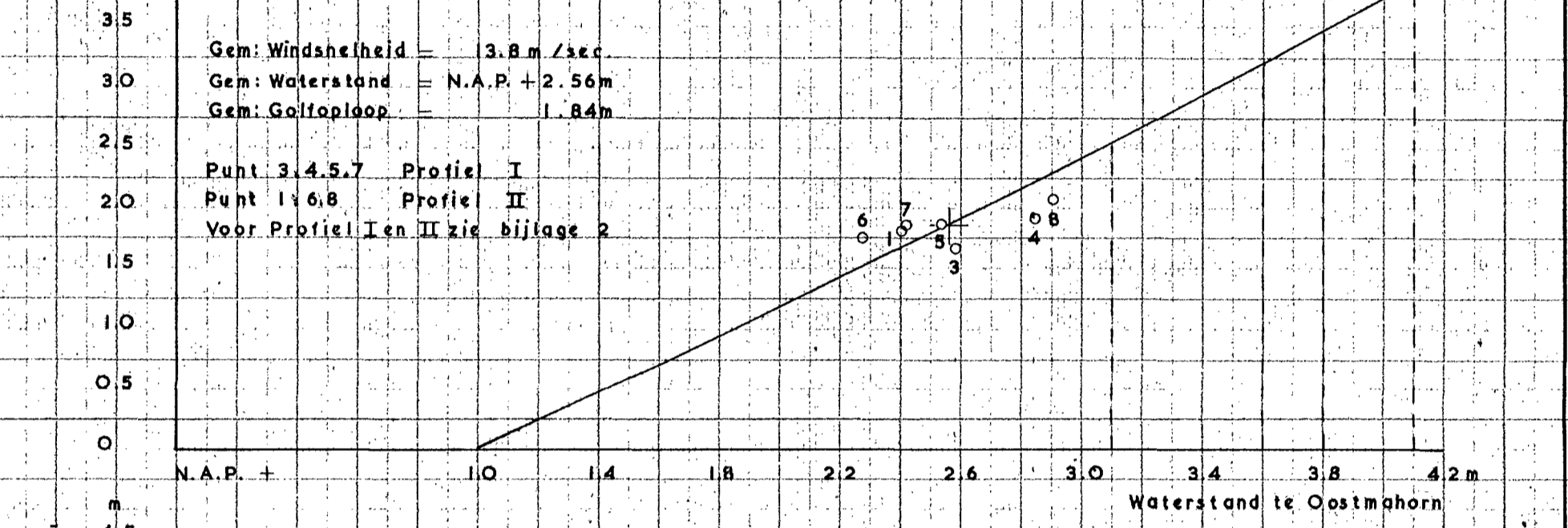
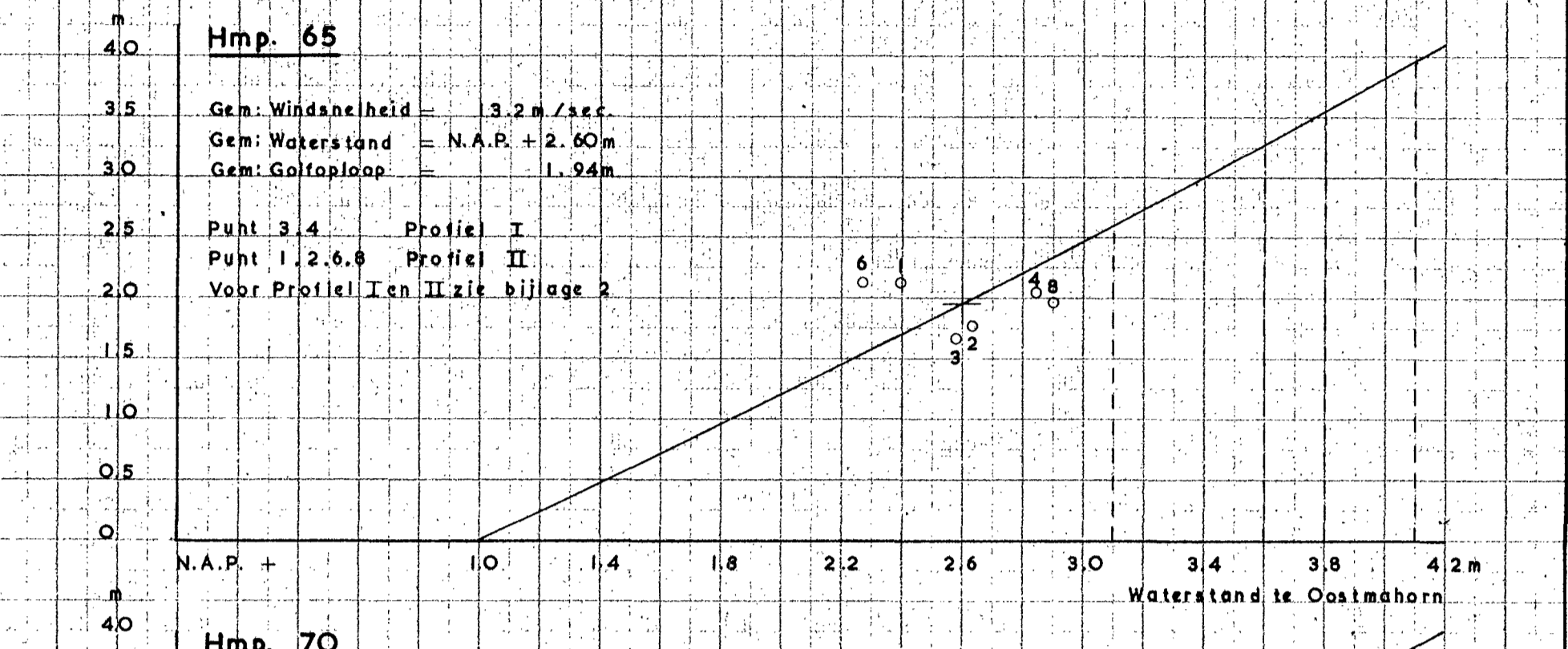
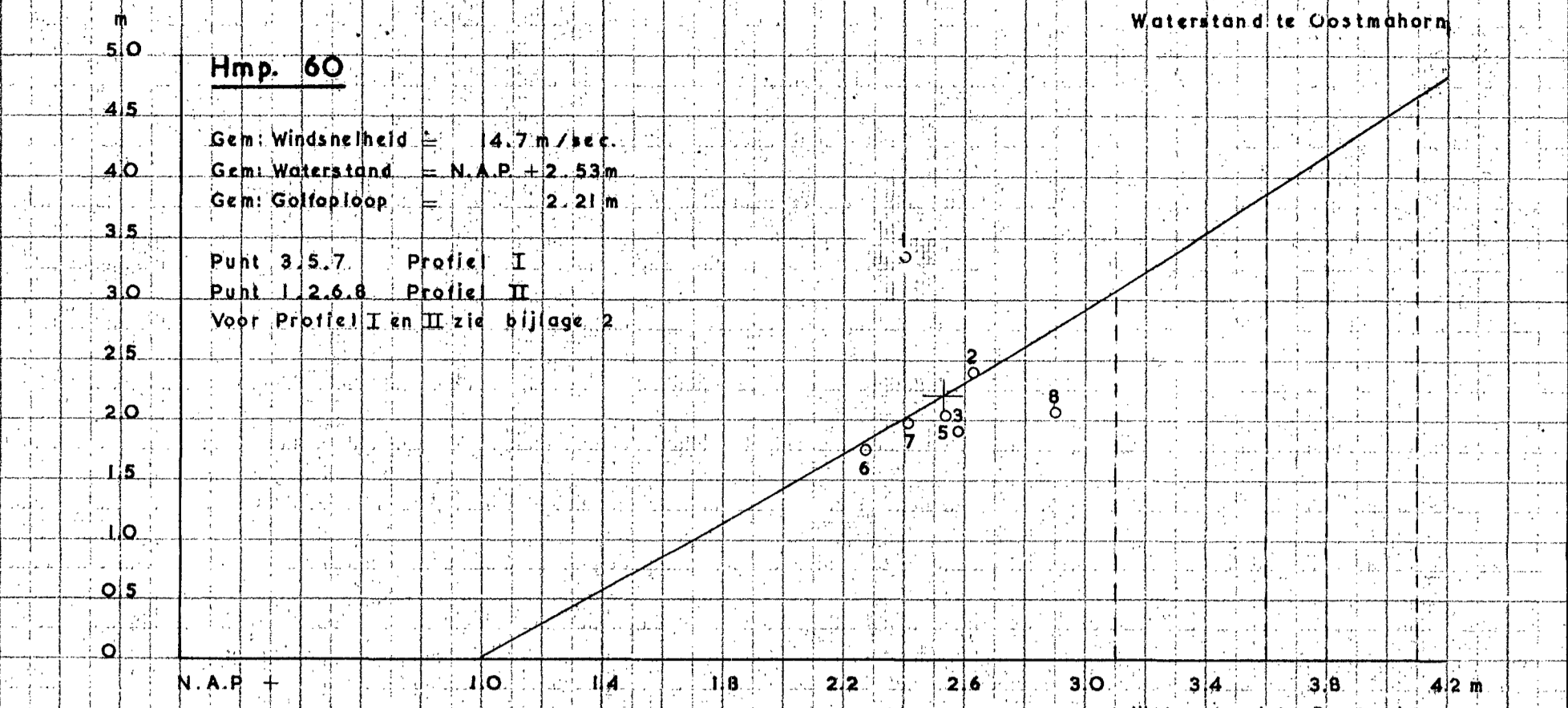
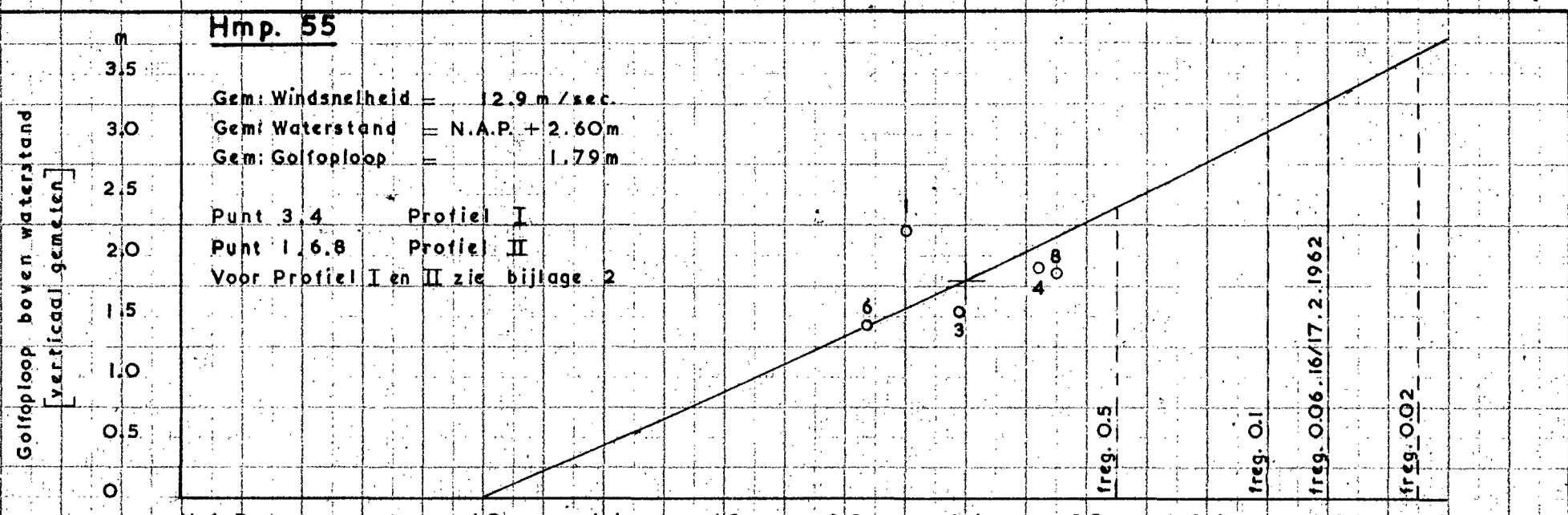
Punt 3.4.5.7 Profiel I
Punt 1.6.8 Profiel II
Voor Profiel I en II zie bijlage 2

Golfloop boven waterstand
verticaal gemeten



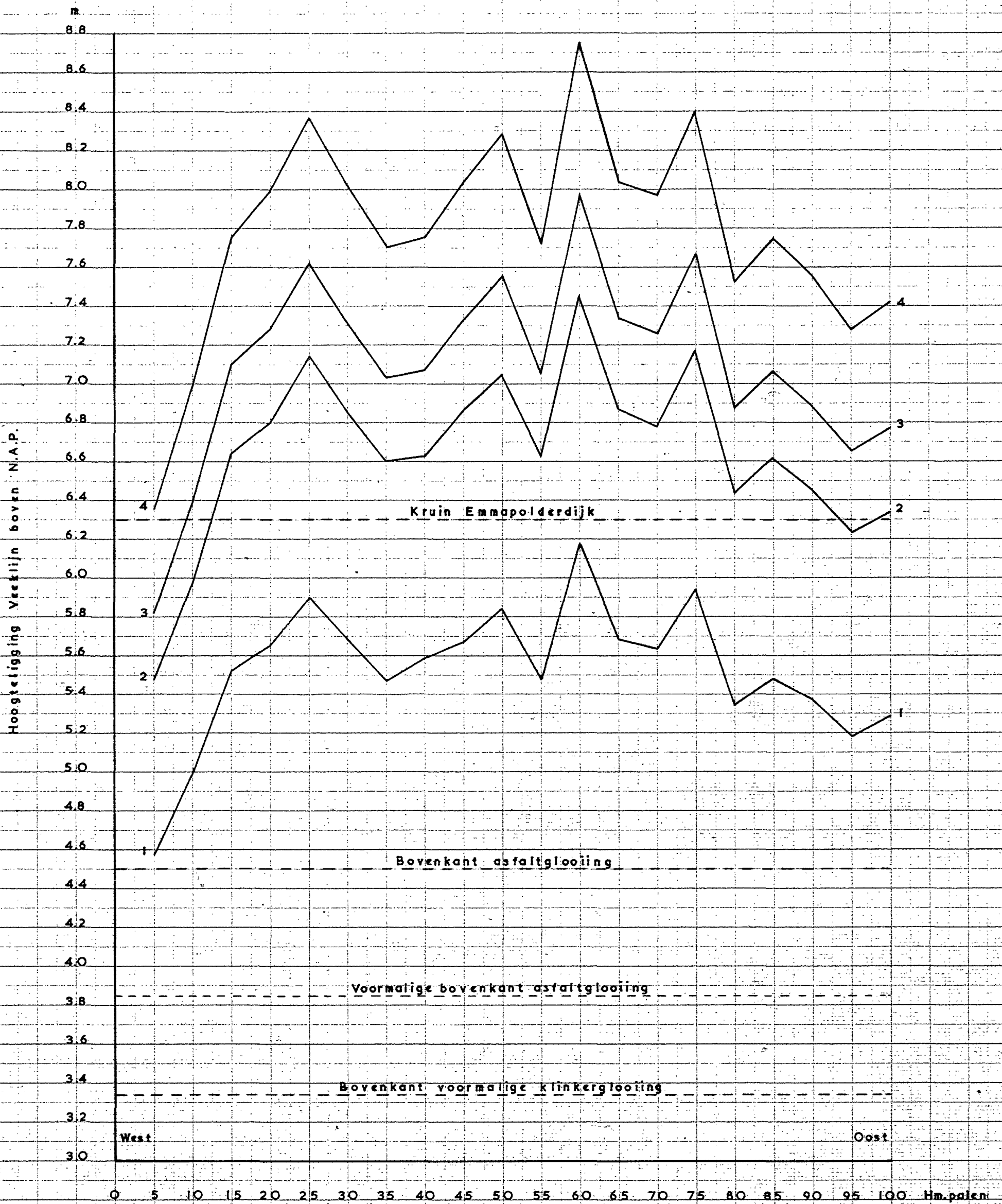
Golfloop en Waterstand van Veecklijn No 6 weergegeven op Bijlage I
Verband tussen Gem. Golfloop en Gem. Waterstand

| | |
|--|--|
| Rijkswaterstaatsdirectie Groningen | |
| Landaanwinningwerken in Friesland en Groningen | |
| ZEEDIJK EMMAPOLDER | |
| Verband tussen golfloop en waterstand | |
| Get. 10/10 1962 | Bijlage 3a Nota Golfloop AS 62247 |
| Get. 7 | |
| Get. | |



o Golfloop en Waterstand van Veelijn N° 6 weergegeven op Bijlage 1
 + Verband tussen Gem. Golfloop en Gem. Waterstand

| | |
|--|--|
| Rijkswaterstaat directie Groningen Landaanwinningwerken in Friesland en Groningen | |
| Z E E D I J K E M M A P O L D E R | |
| Verband tussen golfloop en waterstand | |
| Get. 19/5/62 | Bijlage 3b Nota Golfloop A5 62248 |
| Gez. 1/6/62 | |
| Gez. 1/6/62 | |
| Gew. 1/6/62 | |



- 1 Waterstand N.A.P. + 3.1m: frequentie 0.5 /jaar [Grenspeil]
- 2 Waterstand N.A.P. + 3.6m: frequentie 0.1 /jaar
- 3 Waterstand N.A.P. + 3.8m: frequentie 0.05/jaar [Stormvloed 16/17.2.1962]
- 4 Waterstand N.A.P. + 4.1m: frequentie 0.02/jaar

| | |
|--|--|
| Rijkswaterstaat-directie Groningen | |
| Landaanwinningwerken in Friesland en Groningen | |
| ZEEDIJK EMMAPOLDER | |
| Veeklijnen bij verschillende Waterstanden | |
| Get. 16/5 '62 <i>h</i> | Bijlage 4 Nota Golfloop A2 62249 |
| Gez. | |
| Gew. | |
| Gew. | |