NN31545.0459

OOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 459, d.d. 6 juni 1968

Samenvatting van resultaten van berekeningen uitgevoerd met grondwaterstanden zonder en met de invloed van een bronbemaling op de zuidelijke oever van de Maas

ir Ph.Th. Stol

BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.

543930

Inhoud

Deze nota bestaat uit twee analoge delen.

- In het eerste deel worden de resultaten behandeld, verkregen uit metingen over de periode van 19 - 23 maart 1963, zonder de bronbemaling in werking (Zuid-voor).
- In het tweede deel worden de resultaten behandeld, verkregen uit metingen over de periode van 24 - 27 november 1964, nu mét de invloed van de bronbemaling op de standen van het diepe grondwater (Zuid-na).
- Een onderlinge vergelijking tussen de situaties vóór en ná het in werking stellen van de bronbemaling zal afzonderlijk behandeld worden in combinatie met de uitkomsten van Noord-voor (nota 289) en Noord-na (nota 470).
- De beide delen hebben de volgende onderverdeling:

	deel I	deel II
	pag.	pag.
1. Inleiding	2	12
2. Het waterstandsbuizennet	2	12
3. Bewerkingsmethode	3	12
4. Karakterisering van de waterstanden	4	13
5. Toepassing van de methode Steggewenz	6	15
6. Samenhang tussen amplitude en fase	8	17
7. Conclusies en slotopmerkingen	10	17

Bij deze nota behoren de figuren: 68°75.1 tot en met 22/3.1

en de bijlagen 1 t/m 6 7 t/m 12

D E E L I

Z u i d - v ó ó r

Periode 19 - 22 maart 1963

Het gedrag van het diepe grondwater op de zuidelijke oever van de Maas vóór het in werking stellen van de bronbemaling

1. Inleiding

Aan de hand van de waterstandsmetingen, verricht ten behoeve van het onderzoek naar de gevolgen van de waterstandsverlagingen veroorzaakt ten behoeve van de bouw van de Benelux-tunnel en het nieuwe Feyenoord-dok, werden berekeningen uitgevoerd teneinde de onderlinge samenhang in waterstand te bestuderen.

In I.C.W.-nota 289: 'Een onderzoek naar de gedragingen van het diepe grondwater in de omgeving van het Benelux tunnelproject op de noordelijke oever van de Maas' werd van de metingen van vóór het in werking stellen van de bemaling verslag gedaan (Noord-vóór).

In het kort zullen in deze nota de toegepaste methode en de numerieke uitkomsten, worden vastgelegd. In een latere beschouwing die speciaal gericht zal zijn op de samenhang tussen de resultaten kan dan met een verwijzing naar deze documentatie worden volstaan.

In dit deel zullen de metingen van vóór het instellen van de bemalingen, uitgevoerd op de zuidelijke oever van de Maas, worden toegelicht.

2. Het waterstandsbuizennet

Op de zuidelijke oever werden metingen verricht in 16 meetpunten, gesitueerd volgens figuur 1. Het meetpunt 126 werd op een later tijdstip geplaatst en komt in de hier besproken bewerkingen dus verder niet voor. De metingen werden uitgevoerd van 19 maart 1963 te 7.00 uur tot 22 maart 1963 te 7.00 uur, met intervallen van 1/2 uur, in enkele meetpunten van 1/1 uur. De in de verdere bewerking gebruikte rivierstanden werden ontleend aan een peilschrijver, ongeveer 2500 m stroomafwaarts in de rivier aan de ingang van de Vlaardinger vaart gelegen.

Het meetpunt 50 was ten tijde van de genoemde data nog niet ingericht en werd daarom tijdens een drie-daagse meting van 7 tot en met 10 mei 1963 alsnog waargenomen. De resultaten van dit meetpunt werden grafisch bewerkt en voor zover mogelijk met de overige uitkomsten vergeleken. Aangezien niet tegelijkertijd het meetpunt 67 werd opgemeten, welke later als stambuis in de bewerking werd opgenomen, kon slechts een gedeeltelijke bewerking van dit meetpunt worden uitgevoerd.

Het meetpunt 54 tenslotte bleek te zijn verstopt.

1. [illegible]

3. Bewerkingsmethode

Op eenzelfde wijze als dit voor Noord-voor werd gedaan werd een berekening uitgevoerd waarbij de stijghoogten van het diepe grondwater werden beschreven met behulp van de rivierstand en een meetpunt dat de plaatselijke effecten zou kunnen representeren. Voor dit laatste geval werd gekozen peilbuis 67, die dicht genoeg bij het betrokken gebied ligt om tot dezelfde hydro-geologische situatie te behoren, doch zelf niet te sterk door de bronbemaling zal worden beïnvloed. Teneinde een duidelijk onderscheid te bewerkstelligen tussen rivier- en plaatseffect werden weer de waarnemingen van meetpunt 67 in verband gebracht met de rivierstand, zodat het zuivere plaatseffect verkregen werd door het gedempte en vertraagde riviereffect op de standen van 67 in mindering te brengen. Dat deze herleiding heeft plaatsgevonden wordt aangeduid met '67'.

De uitkomst hiervan luidde, met S voor Stambuis, P voor peilbuis en R voor Rivierstand:

$$S_{'67'} = P_{67} - 0.1018\ R - 65.05 \qquad (1)$$

waarbij alle 144 beschikbare gegevens werden benut om de constanten vast te stellen. De standaardafwijking van de parameters bedroeg respectievelijk 0.0020 en 0.41. De correlatie-coëfficiënt was r = 0.973 wat aangeeft dat er in feite weinig 'ruimte' meer is voor het optreden van plaatselijke effecten. Zie hiervoor figuur 2 waarin de verschillen $S_{'67'}$ uit (1) tegen de tijd staan uitgezet. Systematische effecten vallen hier niet meer te onderscheiden.

De faseverschuiving ten opzichte van de rivier bedroeg voor No 67 gemiddeld 33 minuten.

De waterstanden, gemeten in elk van de peilbuizen P, werden nu beschreven met behulp van de rivierstanden en de stambuis '67'. De toegepaste vergelijking luidtnu:

$$P(t - t_o) = b_1\ R(t) + b_2\ S_{'67'}(t) + b_o + \epsilon_i \qquad (2)$$

Hierin wordt met P steeds een van de peilbuizen in het gebied van

Abbildungsverzeichnis

onderzoek bedoeld terwijl R en $S_{'67'}$ reeds bij (1) gedefinieerd zijn. De coëfficiënten b_1 en b_2 hebben nu de betekenis van de amplitudeverhouding met respectievelijk de rivier en de plaatselijke effecten. De betekenis van b_1 is hiermede zonder meer duidelijk, terwijl de coëfficiënt b_2 aangeeft in welke mate de effecten die met '67' (fig. 2) beschreven worden in een ander meetpunt analoog - doch sterker of verzwakt indien respectievelijk $b_2 > 1$ of $b_2 < 1$ - plaatsvinden. Het verschil in gemiddeld niveau tussen de meetpunten onderling wordt verantwoord met de constante b_o terwijl ε_i de restterm van de i- de meting voorstelt. Deze rest- of toevalstermen worden geacht een gemiddelde waarde 0 te bezitten en een van i onafhankelijke variantie σ^2. De bewerking is dusdanig uitgevoerd dat de onbekenden in (2) te weten b_1, b_2 en b_o een waarde krijgen die maakt dat de berekende waarde van de variantie (s^2), minimaal werd.

De parameter t_o is een maat voor de faseverschuiving en werd empirisch bepaald door achtereenvolgende verschuivingen van 1/2 uur (resp. 1 uur) op de waarnemingsreeksen onderling toe te passen en daarna steeds een volledige berekening uit te voeren. De correlatie-coëfficiënt tussen gemeten en berekende waarden verschafte hierbij een indicatie van de mate van aanpassing. Die verschuiving van t_o werd als juiste aanvaard waarbij de correlatie-coëfficiënt maximaal was. Bij de waarde van t_o die hiermede correspondeerde werden de overige constanten in (2) bepaald.

4. Karakterisering van de waterstanden

In grote trekken kunnen de tijdstijghoogtelijnen van de waterstanden, tijdens de periode van meting geregistreerd, gekarakteriseerd worden als van zeer regelmatige gedaante met een overwegende invloed van de waterstanden op de rivier.

Enkele karakteristieke vormen worden weergegeven in figuur 3. In deze figuur zijn de stijghoogten van de meetpunten 51, 67 en 68 weergegeven en werden tevens de rivierstanden ingetekend. Grotere afstand tot de rivier betekent ook hier weer een sterkere demping van amplitude en grotere fasevertraging. De curven staan onderling op het juiste niveau ingetekend, zodat tevens een daling van het gemiddeld niveau wordt geïllustreerd. Alle meetpunten vertoonden eenzelfde aantal toppen als op de rivier voorkwam terwijl

de fasevertraging tot geringe waarden beperkt bleef.

Met behulp van een aantal numerieke waarden kunnen de waterstanden eveneens gekarakteriseerd worden waarvoor naar bijlage 1 wordt verwezen.

Uit deze bijlage blijkt dat de gemiddelde stand op de rivier 4 cm + N.A.P. is geweest gedurende de 3 dagen van meting. De stambuis 67 heeft een gemiddeld niveau van 85 cm - N.A.P. gehad terwijl dichter bij de rivier deze stand hoger was. Figuur 4 geeft een overzicht over deze gemiddelde waarden tijdens de periode van meting.

De amplitude van de golfbeweging van de waterstanden is geen constante grootheid, doch voor de rivier kan deze, als gemiddelde over de periode van meting, gesteld worden op 74 cm (zie ook fig. 3). Met behulp van de uitgevoerde berekeningen van formule (2) werd de amplitudeverhouding b_1 ten opzichte van de rivier vastgesteld. De uitkomsten staan geografisch weergegeven in figuur 5, terwijl figuur 6 de gemiddelde amplitude zelf, van de waterstandsbeweging in elk der meetpunten weergeeft. Uit beide figuren valt een duidelijke regelmatig toenemende demping van de fluctuatie te constateren naarmate de afstand tot de rivier groter wordt. Op een afstand van ongeveer 1200 m bedraagt de amplitude nog slechts 10 cm of ongeveer 14% van de amplitude op de rivier.

De fasevertraging zal toenemen naarmate de afstand tot de rivier groter wordt. Evenals dit op de noordelijke oever het geval was (nota 289), is het beeld thans veel grilliger dan met de amplituden werd verkregen. Het oostelijk gedeelte volgt nog een zekere regelmaat, het westelijk gedeelte nauwelijks (fig. 7). Op een afstand van 500 m van de oever kan de naijling reeds 1½ uur bedragen.

De coëfficiënten b_2 voor het verband met de stambuis vertonen uitkomsten die slecht interpreteerbaar zijn. De restwaarden (fig. 2) zijn slechts van de orde van enkele centimeters, terwijl de in rekening te brengen fractie b_2 in vergelijking (2) steeds veel kleiner dan 1 is, (bijlage 1). Bovendien vermeldt bijlage 2 dat vele van deze coëfficiënten niet significant van 0 afwijken.

De kritieke waarde voor afwijkingen ε uit (2) die met 1% kans naar één zijde (n.l. dieper dan verwacht) overschreden zullen worden staan in bijlage 3 vermeld. Tevens staan de berekende correlatie-coëfficiënten voor de verschillende onderdelen van de bewerking in deze bijlage vermeld.

In de eerste plaats valt op dat in het gebied van meting de rivierinvloed overheerst en dat eventuele andere invloeden hieraan volkomen ondergeschikt zijn. Om deze reden had het dan ook geen zin correlatie-coëfficiënten in kaart te brengen.

Wel werden de kritieke waarden, of, indien men een risico van 1% aanvaardbaar acht, de maximale afwijkingen die ten opzichte van de berekende waarden mogelijk zijn, geografisch weergegeven. Zie hiervoor figuur 8. Het risico heeft betrekking op het zeldzame voorkomen van waterstanden die dieper dan de kritieke waarde afwijken van de berekende waarden.

Met toenemende afstand tot de rivier neemt de kritieke waarde af aangezien door de geringere amplitude de waterstanden ter plaatse beter voorspelbaar zijn. Op afstanden van meer dan 300 meter is de kritieke waarde minder dan een decimeter.

5. Toepassing van de methode Steggewenz

Evenals dit gedaan werd voor de uitkomsten op de noordelijke oever, kunnen de gevonden parameters gebruikt worden voor het vastleggen van het verband tussen amplitudeverhouding en afstand, en fasevertraging en afstand (I.C.W. nota 289).

Bij de uitgevoerde analyse zijn die meetpunten opgenomen die een significante waarde van b_1 hadden.

Voor het weergeven van het verband tussen amplitudeverhouding b_1 en afstand D wordt gebruik gemaakt van de coördinaten

$$(x, y) = (D_r , \log b_1) \text{ resp. } (D_o , \log b_1)$$

waarin D_r de afstand tot de rivieroever voorstelt en wel loodrecht op de oever gemeten, terwijl D_o de afstand is tot het dichtst bij gelegen open water dat in verbinding met de rivier staat (fig. 1). Deze afstanden kunnen

aanmerkelijk verschillen zoals ook uit tabel 1 blijkt.

In figuur 9a, L zijn de amplitudeverhoudingen uitgezet tegen de afstand tot de rivieroever. Het blijkt hieruit dat het gebied in twee delen te splitsen valt, een westelijk gedeelte (raai II) en een oostelijk gedeelte (raai I) (zie fig. 1). De punten voldoen zeer goed aan de verwachte lineaire betrekking. Dit wordt anders indien de kortste afstand tot het - met de rivier in verbinding staand - open water wordt beschouwd (fig. 9a, R). Het gehele beeld vertoont nu een grotere spreiding waaruit, evenals bij Noordvoor in nota 289 is gedaan, de conclusie getrokken wordt dat uiteindelijk de afstand tot de rivieroever bepalend is voor de hydrologisch verschijnselen in het gebied.

Samenvattingen van de gebruikte gegevens bij deze bewerkingen zijn te vinden in de bijlagen 4 en 5. Zo blijkt de correlatie-coëfficiënt in het verband tussen amplitudeverhouding en afstand tot de rivier te bedragen - 0.996 (raai I) en - 0.935 (raai II). Beide waarden zijn op 1% risico-niveau significant afwijkend van 0, aangegeven door een onderstrepening (————). De correlatie tussen amplitudeverhouding en afstand tot open water bedraagt echter - 0.883 (raai I) en - 0.363 (raai II). Hierin is alleen het eerste getal afwijkend van 0 met 5% risico dat deze afwijking toch door toeval kan worden verklaard. Dit werd aangegeven met (---). Hierbij is het geringe aantal gegevens in een juiste keuze van het aantal vrijheidsgraden (n-2) verantwoord.

Samengevat worden de uitkomsten

	n	Correlatie-coëfficiënten	
		$\log b_1 = p \cdot D_r + q$	$\log b_1 = p \cdot D_o + q$
raai I	5	- 0.996	- 0.883
raai II	8	- 0.935	- 0.363

In het totaalbeeld vertoont meetpunt 67 een afwijkend gedrag (fig. 10), zodat in deze berekeningen dit meetpunt buiten beschouwing is gebleven.

De faseverschuiving of naijling 't_o' ten opzichte van de rivier vertoont in de theorie van Steggewenz een lineair verband wanneer gebruik wordt gemaakt van de coördinaten

$$(x, y) = (D_r , t_o) \text{ resp. } (D_o , t_o) \qquad (3)$$

zie figuur 9b, L en R.

Bij deze serie gegevens wordt dezelfde ervaring opgedaan als bij Noordvoor (nota 289) namelijk dat de mate van samenhang thans veel geringer is dan bij de analyse van de amplitudeverhoudingen. Uit de bijlagen 4 en 5 valt weer op te maken dat de correlatie-coëfficiënten zijn

	n	$t_o = p \cdot D_r + q$	$t_o = p \cdot D_o + q$
raai I	5	0.926	0.908
raai II	8	0.402	0.447

Een uitspraak over het feit welke betrekking als juist moet worden aanvaard is hier moeilijker te geven. De verschillen zijn tamelijk subtiel, de correlaties $r < 0.707$ bij 8 gegevens niet significant. De zeer duidelijke samenhang met de rivieroever die voor de amplitudeverhouding gevonden werd is aanleiding de oever als randvoorwaarde van de hydrologische verschijnselen te aanvaarden.

6. Samenhang tussen amplitude en fase

De wijze waarop amplitudedemping en fasevertraging met elkaar samenhangen kan bestudeerd worden door de afstand D uit de betrekkingen te elimineren volgens

$$\log b_1 = p_1 \cdot D + q_1 \qquad (4)$$

$$t_o = p_2 \cdot D + q_2 \qquad (5)$$

waaruit

$$\log b_1 = p_o \cdot t_o + q_o \qquad (6)$$

Hierin is

$$p_o = p_1/p_2$$

en

$$q_o = (p_2q_1 - p_1q_2)/p_2$$

Uit (4) en (5) is de afstand D geëlimineerd zodat het evenmin terzake doet of dit de afstand tot de rivieroever (D_r) of die tot het dichtst bij gelegen open water (D_o) betreft. Via de parameter voor afstand zijn nu de amplitudeverhouding b_1 en de faseverschuiving t_o met elkaar in verband gebracht.

Ondanks de spreiding wordt toch een aanwijzing verkregen dat aan (6) voldaan is. Uitgedrukt in correlatie-coëfficiënten is het overzicht van de mate van aanpassing (zie ook bijlagen 4 en 5 en figuur 10):

	n	Correlatie tussen $\log b_1$ en t_o
raai I	5	- 0.929
raai II	8	- 0.652

Het is in deze figuur dat het meetpunt 67 een uitzonderingspositie blijkt in te nemen, reden waarom dit meetpunt in de voorgaande berekeningen buiten beschouwing is gebleven en in de figuren met '?' werd geïndiceerd.

7. Conclusies en slotopmerkingen

De belangrijkste conclusies uit dit deel van het onderzoek luiden dat een duidelijke invloed van de waterstand op de rivier op de stijghoogten van het diepe grondwater valt waar te nemen. Met toenemende afstand tot de rivieroever treedt een demping van de amplitude en een fasevertraging op.

Andere invloeden die de grondwaterstanden mede kunnen bepalen zijn van ondergeschikte betekenis ten opzichte van de rivierinvloed. De randvoorwaarde voor de rivierinvloed ligt bij de rivieroever. De kortste afstand tot open water (havens) is voor wat de demping van de amplitude betreft, geen geschikte parameter. De uitkomsten met de fasevertragingen geven een veel minder duidelijke indicatie. Hier speelt een rol dat de waterstanden slechts om het half uur werden gepeild (sommige buizen om het uur, zie bijlage 3). Dit betekent dat een verschuiving in de waarnemingsreeks van één waarneming, eerst noodzakelijk wordt bij vertragingen van meer dan 15 minuten (resp. 30 min). De gevonden standaardafwijkingen sluiten goed bij deze waarden aan en bedragen (zie ook bijlagen 4 en 5):

	Standaardafwijking $s_{y.x}$ in min.	
	$t_o = f(D_r)$	$t_o = f(D_o)$
raai I	17.1	18.9
raai II	22.1	21.6

Bij de genoemde frequentie van waarneming is een betere aanpassing aan (3) dan ook niet te verwachten.

D E E L II

Z u i d - n á

Periode 24 - 27 november 1964

Het gedrag van het diepe grondwater op
de zuidelijke oever van de Maas geruime tijd
ná het in werking stellen van de bronbemaling

[illegible]

1. Inleiding

De waterstandsmetingen welke tijdens de drie-daagse ijking van 19 - 22 maart 1963 op de zuidelijke oever van de Maas werden verricht, hebben hun tegenhanger in de metingen welke tijdens de bronbemalingsperiode werden uitgevoerd.

In dit onderdeel van het verslag zullen eveneens in het kort de belangrijkste uitkomsten vermeld worden op eenzelfde wijze als in deel I is gedaan.

2. Het waterstandsbuizennet

De metingen werden verricht in 16 meetpunten, gesitueerd volgens figuur 1. De metingen werden uitgevoerd van 24 november 1964 te 7.00 uur tot 27 november 7.00 uur, met intervallen van 1/2 uur in enkele meetpunten van 1/1 uur. De in de verdere bewerking gebruikte rivierstanden werden ontleend aan de peilschrijver die zich ongeveer 2500 meter stroomafwaarts in de rivier bevindt aan de ingang van de Vhardinger vaart. Tijdens de periode van meting bleken de meetpunten 54 en 58 niet goed te hebben gefunctioneerd en een praktisch constante stand te hebben vertoond. Het meetpunt 66 kon niet meer worden waargenomen terwijl de nummers 50 en de automatische schrijver 126 thans normaal functioneerden.

3. Bewerkingsmethode

De wijze van bewerken van de gegevens vond plaats overeenkomstig aan die welke voor Zuid-voor werd toegepast. Ook nu werd het meetpunt 67 eerst herleid op de rivierstanden door te berekenen

$$S_{'67'} = P_{67} - 0.0883\ R - 253.6 \qquad (7)$$

waarbij 128 gegevens werden benut. De standaardafwijking van de parameters bedroeg respectievelijk 0.0028 en 0.52. De correlatie-coëfficiënt was $r = 0.941$. De resultaten zijn overeenkomstig aan die welke met Zuid-voor werden gevonden behalve dat het verschil in niveau thans 2½ meter bedraagt. De faseverschuiving bedroeg 50 minuten.

De verschilreeks (7) is in grafiek 11 uitgezet. De figuur is op dezelfde

schaal getekend als figuur 2: de verschilreeks vóór het in werking stellen van de bronbemaling. Het blijkt dat de stijghoogten van het diepe grondwater onder de gewijzigde omstandigheden (bronbemaling) een wat grilliger verloop hebben dan daarvoor het geval was. Ook figuur 11 toont aan dat de afwijkingen ten opzichte van de berekende curve thans groter zijn dan vóór het in werking stellen van de bemaling (fig. 2). Het bedrag van de afwijkingen is echter steeds kleiner dan 8 cm geweest en in absolute maat dus toch gering. Een zeker systematisch verloop valt in de reeks niet te ontkennen, doch de reeks is te kort om hieraan veel waarde te hechten.

Op analoge wijze als voor Zuid-voor werden de best passende waarden van de parameters bepaald te weten, de faseverschuiving t_o, en de amplitudeverhouding (regressie-coëfficiënt) b_1 met de rivier en met de stambuis b_2, en het intercept b_o, volgens

$$P(t - t_o) = b_1 R(t) + b_2 S_{,67},(t) + b_o + \varepsilon_i \qquad (8)$$

De resultaten worden in het kort besproken.

4. Karakterisering van de waterstanden

De algemene gedaante van de tijdstijghoogte-curven zijn sinusoïden die in sterke mate het getij op de rivier volgen doch meer onregelmatigheden vertonen dan vóór het in werking stellen van de bronbemaling het geval was.

Hiervoor kan figuur 3 (Zuid-voor), met figuur 12 en 13 (Zuid-na) vergeleken worden. Het gemiddelde niveau is uiteraard sterk gedaald tengevolge van de bronbemaling. De onderlinge verhoudingen tussen de waterstandsbewegingen en hun niveaus zijn in de figuren juist weergegeven en maken een onderlinge vergelijking mogelijk.

Ook nu geven de meetpunten 51, 67 en 68 het dempen van de amplitude en het vertragen van fase bij toenemende afstand tot de rivier te zien. Aangezien peilbuis 51 het dichtst bij het bemalingscentrum is gesitueerd ligt het gemiddelde niveau van dit meetpunt thans lager dan dat van de meetpunten 67 en 68 en wel ten tijde van de metingen op bijna 5 m - N.A.P.

De numerieke uitkomsten maken het mogelijk de waterstandsmetingen op verschillende wijzen te karakteriseren en vergelijkbaar te maken met de metingen die verricht zijn vóór het in werking stellen van de bronbemaling.

Een samenvatting van enkele van de belangrijkste uitkomsten wordt gegeven in bijlage 7 welke op dezelfde wijze is ingericht als bijlage 1.

Uit deze bijlage blijkt onder meer dat de gemiddelde stand tijdens de periode van meting in het centrum van onttrekking meer dan 7 m onder N.A.P. heeft gelegen. In figuur 14 staan deze gemiddelde waarden geografisch weergegeven. Zoals verwacht wordt het patroon van equipotentiaallijnen geheel beheerst door de verlaging tengevolge van de bronbemaling.

De amplitude van de golfbeweging van het diepe grondwater is een afspiegeling van hetgeen zich op de rivier afspeelt. Met toenemende afstand tot de rivier neemt de demping toe (fig. 15) en de amplitude bedraagt op ca. 1200 meter nog slechts 10% van de rivieramplitude. Bij een gemiddelde amplitude van 79 cm op de rivier ten tijde van de meting betekenen de gegeven verhoudingsgetallen dat langs de oever de amplitude in het diepe grondwater gemiddeld 30 cm heeft bedragen om tenslotte tot minder dan 1 decimeter uit te dempen (fig. 16).

De fasevertraging, voorgesteld in figuur 17, neemt in zuidelijke richting toe doch het gehele beeld is niet duidelijk interpreteerbaar. Vergelijk hiermee ook figuur 7. In het oostelijk deel van het gebied bedraagt de vertraging ten opzichte van de rivier - op ± 1200 meter - 2 uur, in het westelijk deel nog geen uur.

De coëfficiënten b_2 (bijlagen 7 en 8) blijken wat hogere waarden te hebben dan tijdens de metingen voordat bronbemaling werd toegepast (bijlagen 1 en 2). Dit moet verklaard worden uit het feit dat de kunstmatige ingreep in de waterstanden in het gebied tot beïnvloeding van de stijghoogten heeft geleid waarbij de stambuis niet onbeïnvloed is gebleven. De variaties in waterstand bleken grilliger van aard te zijn dan de variaties bij de oorspronkelijke, natuurlijke situatie, doordat het in de hand houden van het diepe peil, slechts met reguleringsafwijkingen kon plaatsvinden. Deze afwijkingen, die in alle buizen enigermate wordt teruggevonden, veroorzaakt een sterkere onderlinge samenhang tussen verschillende meetpunten en de stambuis. In de beschrijving van figuur 11, weergevend de verschilreeks $S_{,67,,}$ werd hierop

reeds bedoeld. Overigens blijven de variaties die niet uit de rivierstanden verklaard kunnen worden gering in grootte. De hoogste waarde van b_2 levert peilbuis 57 welke het dichtst bij de bouwput is gelegen en wel $b_2 = 1.57$. Bij een hoogste absoluut verschil $S_{,67,}$ van 8 cm betekent dit dat ter plaatse de maximale afwijkingen van dit type 12 cm kunnen bedragen en in alle andere gevallen minder dan 1 decimeter zullen zijn.

Ook deze uitkomst demonstreert dat uiteindelijk de variaties rond de gemiddelde stand overwegend uit de variaties van rivierstanden te verklaren zijn.

Uit bijlage 9 blijkt nu ook dat de correlatie met de rivier weliswaar iets lager is dan voor Zuid-voor (bijlage 3) doch in alle gevallen toch een hoge waarde heeft. De correlaties met $S_{,67,}$ zijn,zoals gememoreerd, tot wat hogere waarden opgelopen doch op zichzelf nog zo gering dat de multipele correlatie hierdoor niet noemenswaard verhoogd wordt.

De kritieke waarden voor de afwijkingen ε uit (4) die met een kans van 1%, eenzijdig, overschreden zullen worden staan eveneens in bijlage 9 vermeld. Gezien de voorgaande opmerkingen zal het duidelijk zijn dat iets grotere kritieke waarden verwacht kunnen worden, dan bij de natuurlijke situatie. In figuur 18 staan deze waarden weergegeven en het blijkt dat in het centrum van het gebied 10 à 15 cm diepere standen, dan de berekende waarden nog niet van toevallige afwijkingen te onderscheiden zijn. De verschillen met de in figuur 8 gegeven waarden zijn overigens niet groot.

5.Toepassing van de methode Steggewenz

Ook voor de nu verkregen uitkomsten werden grafieken gemaakt waarin amplitudedemping en fasevertraging met de afstand in verband werden gebracht. In figuur 19a en 19b staan beide grootheden weer uitgezet, zowel tegen de afstand tot de rivieroever (L) als tegen de afstand tot het dichtstbijzijnde open water (R) dat in verbinding met de rivier staat (voor topografie zie fig. 1).

Met betrekking tot de verkregen uitkomsten gelden overeenkomstige opmerkingen als in paragraaf I-5 werden gemaakt voor Zuid-voor. In het kort komt het hierop neer dat de amplitudedemping voor raai I het best gekarakteriseerd wordt met de afstand tot de rivieroever (fig. 19a, L), terwijl de

| | | |

fasevertraging in beide gevallen (fig. 19b, L en R) minder duidelijke tendensen vertoont.

De berekening van de bestpassende curven hadden uitkomsten tot resultaat welke in de bijlagen 10, 11 en 12 zijn samengevat.

De correlatie-coëfficiënten zijn, samengevat:

	n	$\log b_1 = p \cdot D_r + q$	$\log b_1 = p \cdot D_o + q$
raai I	4	- 0.995	- 0.801
raai II	7	- 0.721	- 0.761

Raai II, gelegen bij de bouwput van de zuidelijke afrit, geeft evenals bij Zuid-voor (II-5) lagere correlatie-coëfficiënten te zien die nu bij het gering aantal gegevens geen significante waarden opleveren.

Zoals nog zal blijken vallen de meetpunten 126 en 67 buiten het totaalbeeld zodat deze in de hierbij vermelde resultaten niet zijn opgenomen.

De faseverschuiving of naijling ten opzichte van de rivier vertoont ook nu een veel onregelmatiger beeld (fig. 19b). De correlatie-coëfficiënten worden hieronder weergegeven.

	n	$t_o = p \cdot D_r + q$	$t_o = p \cdot D_o + q$
raai I	4	0.916	0.548
raai II	7	0.603	0.860

Het onregelmatige beeld is een weergave van de topografisch niet duidelijke toename van de fasevertraging in figuur 17.

Overige resultaten worden vermeld in de bijlagen 10 tot en met 12.

Het gering aantal gegevens maakt het noodzakelijk de uitkomsten met die van de andere deelonderzoekingen te vergelijken en in verband te brengen. Dit vergelijkende onderzoek zal in een latere nota beschreven worden.

6. Samenhang tussen amplitude en fase

De wijze waarop amplitudedemping en fasevertraging met elkaar samenhangen kan weer geschieden door de afstand D te elimineren (zie I-6). Via deze parameter voor afstand zijn nu weer amplitudeverhouding b_1 en faseverschuiving t_o met elkaar in verband gebracht volgens

$$\log b_1 = \frac{p_1}{p_2} t_o + \frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{p_2} \qquad \text{(zie (6) in I-6)}$$

Ook nu blijkt door de resultaten uit beide raaien aan dit verband redelijk voldaan te zijn gezien de hoge waarden van de correlatie-coëfficiënt (zie fig. 20).

	n	Correlatie tussen $\log b_1$ en t_o
raai I	4	- 0.888
raai II	7	- 0.936

In deze figuur blijken nu de meetpunten 126 en 67 een uitzonderingspositie in te nemen reden waarom deze in de voorgaande berekeningen buiten beschouwing zijn gebleven en in de figuren met '?' werden geïndiceerd.

7. Conclusies en slotopmerkingen

Tengevolge van de toegepaste bemaling waren de stijghoogten van het diepe grondwater, in het centrum van de onttrekking, in de periode waarin de waterstanden werden gemeten tot gemiddeld 7½ m - N.A.P. verlaagd. De invloed van de waterstand op de rivier op de stijghoogten van het diepe grondwater bleef aanwezig al bleken grotere onregelmatigheden voor te komen. Dit maakte vooral het verband tussen fasevertraging en afstand tot het (open) water minder doorzichtig.

Overigens bleef ook nu, afgezien van de niveauverlaging door de bronbemaling, de waterstandsbeweging voornamelijk bepaald door de rivierstanden.

Bij de interpretatie van de uitkomsten moet ook nu weer bedacht worden dat de waterstanden slechts om het half uur werden gepeild (sommige buizen om het uur, zie bijlage 9). Dit betekende dat een verschuiving in de waarnemingsreeks van één waarneming, eerst noodzakelijk wordt bij vertragingen van meer dan 15 (resp. 30) minuten.

De gevonden standaardafwijkingen uit de verschillende berekeningen sluiten hierbij weer goed aan en bedragen:

	Standaardafwijking $s_{y.x}$ in min.	
	$t_o = f(D_r)$	$t_o = f(D_o)$
raai I	21.0	43.6
raai II	25.7	16.5

Het valt op dat er thans meer differentiatie in uitkomsten is verkregen dan bij Zuid-voor. Vooral bij raai I valt op dat de randvoorwaarde 'afstand tot rivier' een betere aansluiting bij de theorie geeft dan 'kortste afstand tot open water'. Bij raai II is dit juist niet het geval. De onderlinge verschillen zijn nu groter dan bij Zuid-voor gevonden werd (I-7).

Bijlage 1. Karakteristieken van tijdstijghoogtecurven berekend uit opnamen op de zuidelijke oever van de Maas
19 maart 1963 - 22 maart

(Z U I D - V O O R)

Formule: $P(t - t_o) = b_1 R(t) + b_2 S_{,67,}(t) + b_o$

Meetpunt nr	Gemidd. stand t.o.v. N.A.P. in cm	Vertraging t_o t.o.v. rivier in min.	Amplitudeverhouding ten opzichte van rivier '67'		Afstand ten opzichte van open water		Amplitude in cm
			b_1	b_2	oever in m	kortste in m	
Rivier	+ 4	0	1.00	-	0	0	74
51	- 44	3	0.49	0.72	175	50	35
52	- 49	31	0.43	0.47	175	150	32
54*)					400	350	
55	- 68	79	0.31	- 0.15	350	225	23
57	- 67	22	0.38	0.52	275	275	28
58	- 77	33	0.28	0.34	600	200	20
59	- 74	49	0.27	0.41	500	350	20
60	- 70	50	0.33	0.23	400	400	25
62	- 111	104	0.23	- 0.01	425	425	17
64	- 29	98	0.17	0.20	675	275	13
65	- 68	52	0.32	- 0.01	225	225	24
66	- 167	46	0.32	0.30	225	225	28
67	- 85	33	0,10	0.31	1500	400	8
68	- 125	140	0.08	0.41	1050	650	6
Rivier	- 5	0	1.00		0	0	84
50**)	- 63	41	0.28		500	50	23

*) verstopt

**) 7 - 10 mei 1963

Bijlage 2. Coëfficiënten en intercept (zie bijlage 1) waaronder vermeld de bijbehorende standaardafwijking

(Z U I D - V O O R)

Meetpunt nr	Amplitudeverhouding ten opzichte van		b_o	Meetpunt nr	Amplitudeverhouding ten opzichte van		b_o
	rivier b_1	'67' b_2			rivier b_1	'67' b_2	
51	.4867	.72	2.83	64	.1704	.201	- 12.36
	.0096	.32	1.07		.0028	.094	.31
52	.4323	.47	- 7.26	65	.318	- .01	- 37.5
	.0049	.16	.54		.015	.50	1.7
55	.3067	- .15	- 38.1	66	.3185	.30	- 136.68
	.0092	.31	1.0		.0041	.14	.46
57	.381	.53	- 30.4	67	.1049	.306	- 75.04
	.011	.35	1.2		.0019	.063	.21
58	.2745	.34	- 49.57	68	.0848	.414	- 117.02
	.0057	.18	.65		.0027	.084	.30
59	.2712	.41	- 48.26				
	.0065	.22	.72				
60	.3308	.23	- 38.63				
	.0050	.17	.55				
62	.2308	- .008	- 89.26				
	.0092	.31	1.0				

| | | |

Bijlage 3. Uitkomsten ter karakterisering van de betrouwbaarheid van de resultaten

Z U I D - V O O R

Meetpunt nr	Aantal waar-nemingen per uur	Variantie s^2	Kritieke waarde in cm bij 1% risico (n = 65) eenzijdig	Correlatie-coëfficiënt x 100 ten opzichte van		
				Rivier	'67'	Multipel
Rivier	2	-	-	100.0	↑	-
51	1	18.49	11	98.7		98.8
52	2	4.83	5	99.5		99.6
54*)	1	3.95	5	13.3*		55.3
55	1	16.84	10	97.4		97.4
57	1	22.53	11	97.6		97.7
58	2	5.34	6	98.9		98.9
59	1	8.41	7	98.2		98.3
60	1	4.95	5	99.3		99.3
62	1	16.88	10	95.4		95.4
64	1	1.60	3	99.1		99.2
65	1	44.95	16	93.7		93.7
66	2	3.41	4	99.4		99.5
67	2	0.73	2	98.6		99.0
68	2	1.26	3	96.1	↓	97.3

alle kleiner dan 9.0

*) Verstopt

| | | |

Bijlage 4. Gebruikte gegevens en uitkomsten bij het onderzoek naar de relatie tussen amplitudedemping, fasevertraging en afstand

Z U I D - V O O R ; R A A I I , O O S T

Nr	Afstand in m tot		Amplitude-verhouding	log idem	Fase-vertraging in min
	rivier	open water			
	D_r	D_o	b_1	log b_1	t_o
62	425	425	0.23	- 0.63827	104
64	675	275	0.17	- 0.76955	98
65	225	225	0.32	- 0.49485	52
66	225	225	0.32	- 0.49485	46
68	1050	650	0.08	- 1.09691	140

alle b_1 significant > 0, risico 1%

y = px + q	log b_1 = f(D_r)	log b_1 = f(D_o)	t_o = f(D_r)	t_o = f(D_o)
aantal	5	5	5	5
$\bar{y}$	- 0.69889	- 0.69889	88.00	88.00
antilog $\bar{y}$	0.200	0.200	-	-
$\bar{x}$	520.00	360.00	520.00	360.00
p	- 0.000713	- 0.00122	0.104	0.195
s_p	0.000038	0.00037	0.024	0.052
q	- 0.328	- 0.26	34.1	17.6
antilog q	0.470	0.55	-	-
s_q	0.023	0.15	14.8	20.6
r	- 0.996	- 0.883	0.926	0.908
$s_{y.x}$	0.027	0.14	17.1	18.9

Bijlage 5. Gebruikte gegevens en uitkomsten bij het onderzoek naar de relatie tussen amplitudedemping, fasevertraging en afstand

Z U I D - V O O R , R A A I II , W E S T

Nr	Afstand in m tot		Amplitude verhouding	log idem	Fase-vertraging in min	
	rivier	open water				
	D_r	D_o	b_1	$\log b_1$	t_o	
50	500	50	0.28	- 0.55284	41	
51	175	50	0.49	- 0.30980	3	
52	175	150	0.43	- 0.36653	31	
55	350	225	0.31	- 0.50864	79	
57	275	275	0.38	- 0.42022	22	
58	600	200	0.28	- 0.55284	33	
59	500	350	0.27	- 0.56864	49	
60	400	400	0.33	- 0.48149	50	
54	verstopt					
126	nog niet in bedrijf					
67	1500	400	0.10	- 1.00000	33	afwijkend gedrag

alle b_1 significant > 0, risico 1%

y = px + q	$\log b_1 = f(D_r)$	$\log b_1 = f(D_o)$	$t_o = f(D_r)$	$t_o = f(D_o)$
aantal	8	8	8	8
$\bar{y}$	- 0.47012	- 0.47012	38.50	38.50
antilog $\bar{y}$	0.339	0.339	-	-
$\bar{x}$	371.88	212.50	371.88	212.50
p	- 0.000568	- 0.00027	0.057	0.078
s_p	0.000088	0.00028	0.053	0.064
q	- 0.259	- 0.413	17.2	21.9
antilog q	0.55	0.39	-	-
s_q	0.035	0.069	21.3	15.6
r	- 0.935	- 0.363	0.402	0.447
$s_{y.x}$	0.036	0.096	22.1	21.6

Bijlage 6. Samenvatting uitkomsten lineaire betrekkingen

Z U I D - V O O R

Amplitudeverhouding b_1 en afstand D_r

r a a i I			r a a i II		
b_1	log b_1	D_r (m)	b_1	log b_1	D_r (m)
0.470	- 0.328	0	0.55	- 0.259	0
0.200	- 0.69889	520.00	0.339	- 0.47012	371.88
0.10	- 1.0000	942.50	0.10	- 1.0000	1304.58
0.01	- 2.0000	2345.02	0.01	- 2.0000	3065.14
	helling	-0.713×10^{-3}			-0.568×10^{-3}
	n	5			8
	r	- 0.996			- 0.935
	s	0.027			0.036

Fasevertraging t_o en afstand D_r

t_o (min)	D_r (m)		t_o (min)	D_r (m)	
34.1	0		17.2	0	
88.0	520.00		38.50	371.88	
120	825.96		120	1803.51	
180	1402.88		180	2856.14	
	helling	0.104			0.057
	n	5			8
	r	0.926			0.402
	s	17.1			22.1

Bijlage 7. Karakteristieken van tijdstijghoogtecurven berekend uit opnamen op de zuidelijke oever van de Maas
24 november 1964 - 27 november

(Z U I D - N A)

Formule: $P(t - t_o) = b_1 R(t) + b_2 S_{'67'}(t) + b_o$

Meetpunt nr	Gemidd. stand t.o.v. N.A.P. in cm	Vertraging t_o t.o.v. rivier in min.	Amplitudeverhouding ten opzichte van rivier '67'		Afstand ten opzichte van open water		Amplitude in cm
			b_1	b_2	oever in m	kortste in m	
Rivier	+ 33	0	1.00	-	0	0	79
126	- 488	0	0.16	0.55	575	325	13
50	- 224	30	0.28	0.70	500	50	22
51	- 492	4	0.39	0.48	175	50	31
52	- 595	12	0.32	0.35	175	150	25
54*)					400	350	
55	- 615	65	0.22	0.88	350	225	18
57	- 752	66	0.26	1.57	275	275	20
58*)					600	200	
59	- 538	74	0.21	0.50	500	350	16
60	- 646	68	0.24	0.74	400	400	19
62	- 592	59	0.20	- 0.18	425	425	15
64	- 392	123	0.15	0.85	675	275	12
65	- 552	73	0.28	1.30	225	225	22
67	- 268	50	0.09	0.67	1500	400	7
68	- 343	150	0.10	0.37	1050	650	8

*) verstopt

Bijlage 8. Coëfficiënten en intercept (zie bijlage 1) waaronder vermeld de bijbehorende standaardafwijking

(Z U I D - N A)

Meetpunt nr	Amplitudeverhouding ten opzichte van		b_o	Meetpunt nr	Amplitudeverhouding ten opzichte van		b_o
	rivier b_1	'67' b_2			rivier b_1	'67' b_2	
126	.1634	.55	- 477.45	62	.1952	- .18	- 578.89
	.0071	.19	.68		.0099	.26	.95
50	.2812	.70	- 204.75	64	.1480	.85	- 381.92
	.0043	.11	.41		.0086	.23	.83
51	.3893	.48	- 465.53	65	.2837	1.30	- 532.85
	.0073	.19	.70		.0099	.26	.95
52	.3162	.35	- 573.79	67	.0862	.672	- 262.52
	.0067	.18	.64		.0023	.060	.22
55	.2220	.88	- 599.94	68	.0969	.37	- 336.20
	.0072	.18	.69		.0075	.20	.72
57	.260	1.57	- 734.89				
	.012	.30	1.10				
59	.2069	.50	- 524.03				
	.0085	.22	.81				
60	.2406	.74	- 629.68				
	.0078	.21	.75				

Bijlage 9. Uitkomsten ter karakterisering van de betrouwbaarheid van de resultaten

Z U I D - N A

Meetpunt nr	Aantal waar-nemingen per uur	Variantie s^2	Kritieke waarde in cm bij 1% risico (n = 56) eenzijdig	Correlatie-coëfficiënt x 100 ten opzichte van		
				Rivier	'67'	Multipel
Rivier	2			100.0	01	
126	2	12.51	9	94.7	13	95.5
50	2	4.61	5	99.0	11	99.4
51	1	13.47	9	99.0	06	99.1
52	2	11.37	8	98.7	05	98.8
55	1	12.97	9	96.3	16	97.4
57	1	33.62	14	93.0	22	95.4
59	1	18.13	12	95.4	10	95.9
60	1	15.35	9	96.7	12	97.4
62	1	24.68	12	93.7	- 02	93.8
64	1	18.65	10	90.3	21	92.4
65	1	24.55	12	95.6	18	97.0
67	2	1.29	3	94.3	29	98.4
68	2	14.17	9	86.5	13	87.3

| | | |

Bijlage 10. Gebruikte gegevens en uitkomsten bij het onderzoek naar de relatie tussen amplitudedemping, fasevertraging en afstand

Z U I D - N A , R A A I I , O O S T

Nr	Afstand in m tot		Amplitude-verhouding	log idem	Fase-vertraging in min
	rivier	open water			
	D_r	D_o	b_1	$\log b_1$	t_o
62	425	425	0.20	- 0.69897	59
64	675	275	0.15	- 0.82391	123
65	225	225	0.28	- 0.55284	73
68	1050	650	0.10	- 1.00000	150
66	niet opgemeten				

alle b_1 significant > 0, risico 1%

$y = px + q$	$\log b_1 = f(D_r)$	$\log b_1 = f(D_o)$	$t_o = f(D_r)$	$t_o = f(D_o)$
aantal	4	4	4	4
$\bar{y}$	- 0.76893	- 0.76893	101.25	101.25
antilog $\bar{y}$	0.170	0.170	-	-
$\bar{x}$	593.75	393.75	593.75	393.75
p	- 0.000531	- 0.00080	0.110	0.12
s_p	0.000037	- 0.00042	0.034	0.13
q	- 0.454	- 0.46	36.2	53.1
antilog q	0.35	0.35	-	-
s_q	0.025	0.18	22.8	56.3
r	- 0.995	- 0.801	0.916	0.548
$s_{y.x}$	0.023	0.14	21.0	43.6

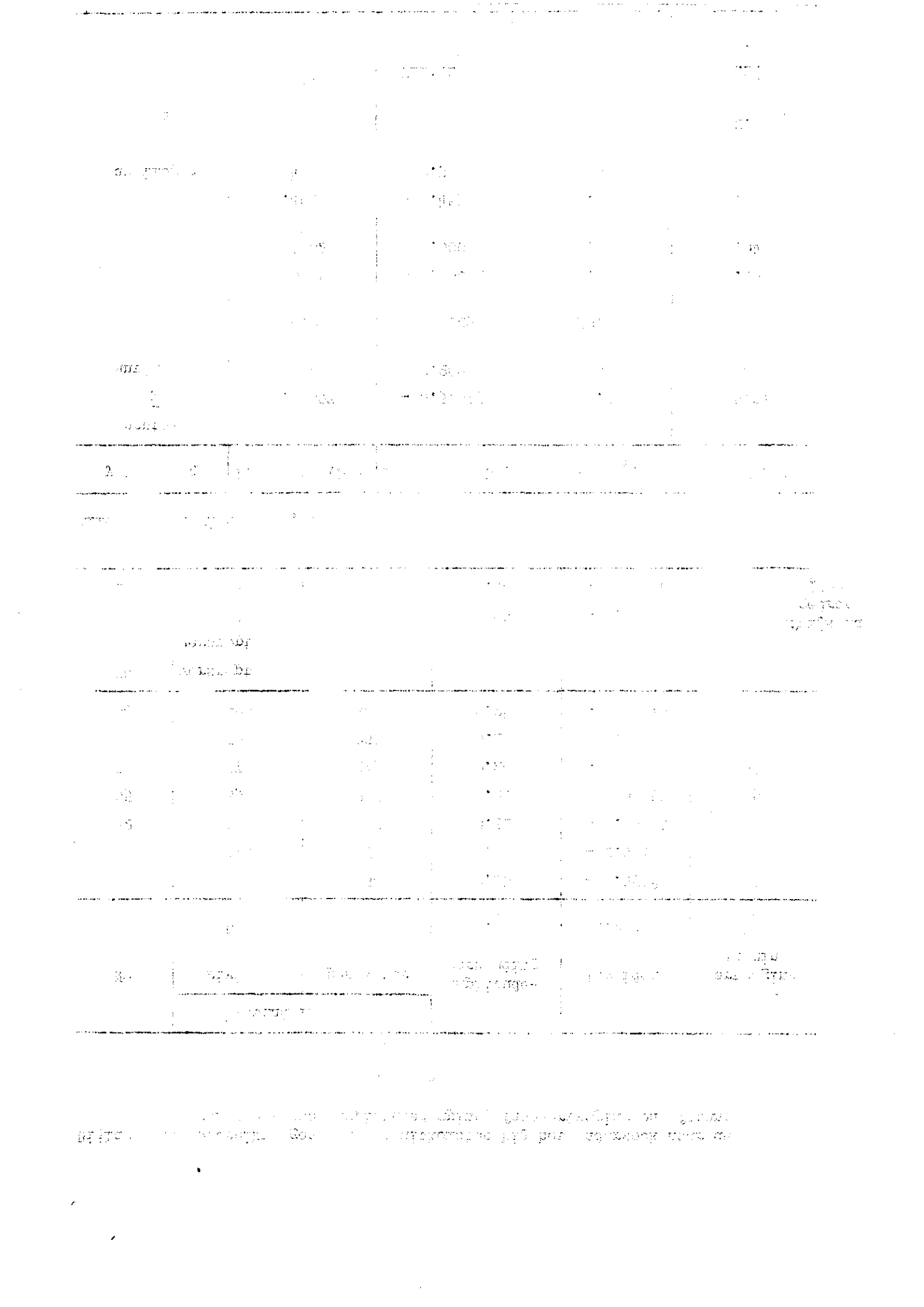
Bijlage 11. Gebruikte gegevens en uitkomsten bij het onderzoek naar de relatie tussen amplitudedemping, fasevertraging en afstand

Z U I D - N A , R A A I II , W E S T

Nr	Afstand in m tot		Amplitude-verhouding	log idem	Fase-vertraging in min	
	rivier	open water				
	D_r	D_o	b_1	$\log b_1$	t_o	
50	500	50	0.28	- 0.55284	30	
51	175	50	0.39	- 0.40894	4	
52	175	150	0.32	- 0.49485	12	
55	350	225	0.22	- 0.65758	65	
57	275	275	0.26	- 0.58503	66	
59	500	350	0.21	- 0.67778	74	
60	400	400	0.24	- 0.61979	68	
54	verstopt					
58	verstopt					
67	1500	400	0.09	- 1.04576	50	afwijkend gedrag
126	575	325	0.16	- 0.79588	0	idem

alle b_1 significant > 0, risico 1%

y = px + q	$\log b_1 = f(D_r)$	$\log b_1 = f(D_o)$	$t_o = f(D_r)$	$t_o = f(D_o)$
aantal	7	7	7	7
$\bar{y}$	- 0.57097	- 0.57097	45.57	45.57
antilog $\bar{y}$	0.269	0.269	-	-
$\bar{x}$	339.29	214.29	339.29	214.29
p	- 0.00050	- 0.00052	0.129	0.183
s_p	0.00021	0.00020	0.076	0.049
q	- 0.403	- 0.459	1.8	6.3
antilog q	0.40	0.35	-	-
s_q	0.077	0.050	27.7	12.1
r	- 0.721	- 0.761	0.603	0.860
$s_{y.x}$	0.072	0.067	25.7	16.5



Bijlage 12. Samenvatting uitkomsten lineaire betrekkingen

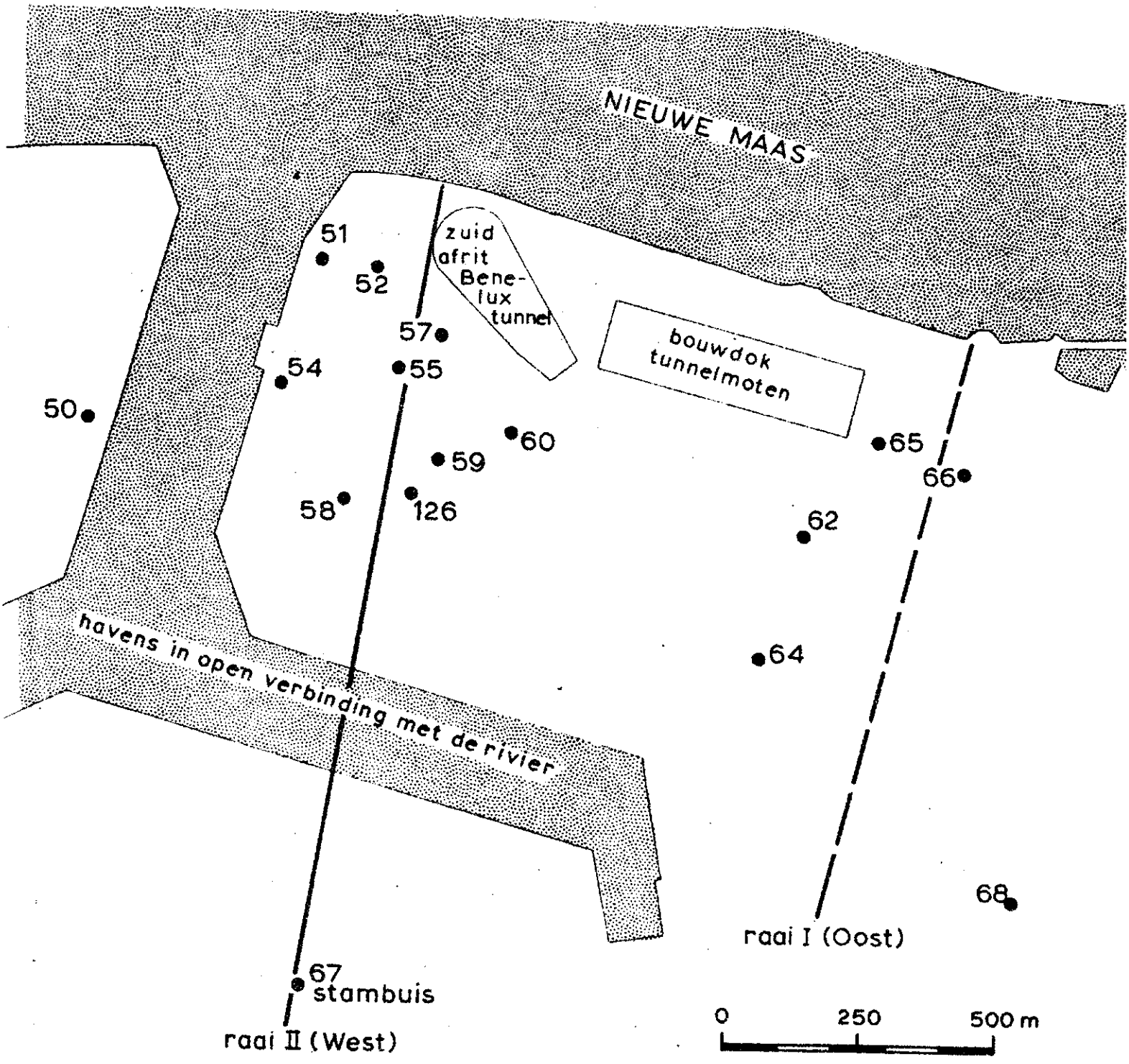
Z U I D - N A

Amplitudeverhouding b_1 en afstand D_r

r a a i I			r a a i II		
b_1	log b_1	D_r (m)	b_1	log b_1	D_r (m)
0.35	- 0.454	0	0.40	- 0.403	0
0.170	- 0.76893	593.75	0.269	- 0.57097	339.29
0.10	- 1.0000	1028.25	0.10	- 1.0000	1194.00
0.01	- 2.0000	2911.49	0.01	- 2.0000	3194.00
	helling	$- 0.53 \times 10^{-3}$			$- 0.50 \times 10^{-3}$
	n	4			7
	r	- 0.995			- 0.721
	s	0.023			0.072

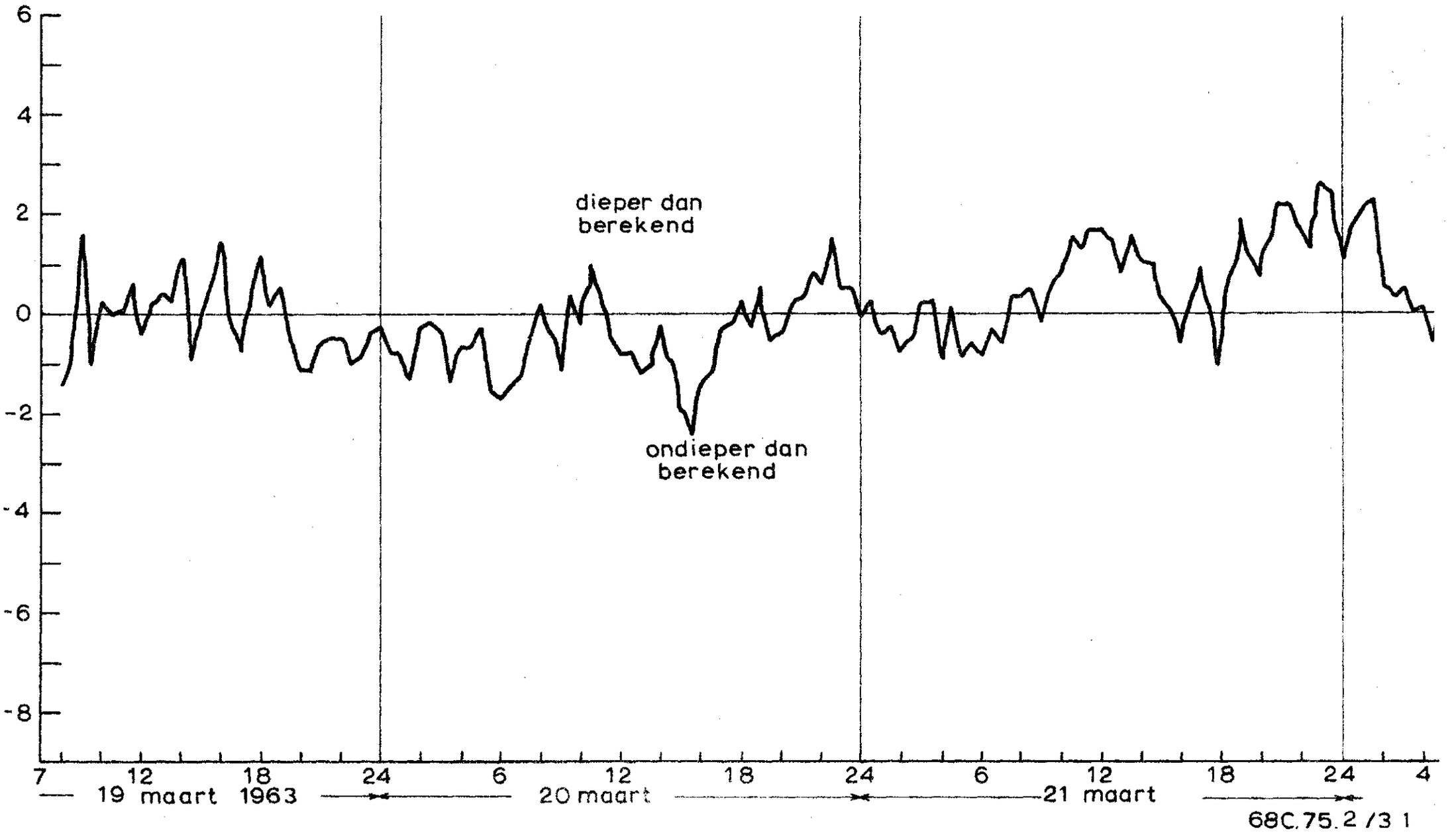
Fasevertraging t_o en afstand D_r

t_o (min)	D_r (m)		t_o (min)	D_r (m)	
36.2	0		1.8	0	
101.25	593.75		45.57	339.29	
120	761.82		120	916.28	
180	1307.27		180	1381.40	
	helling	0.110			0.129
	n	4			7
	r	0.916			0.603
	s	21.0			25.7



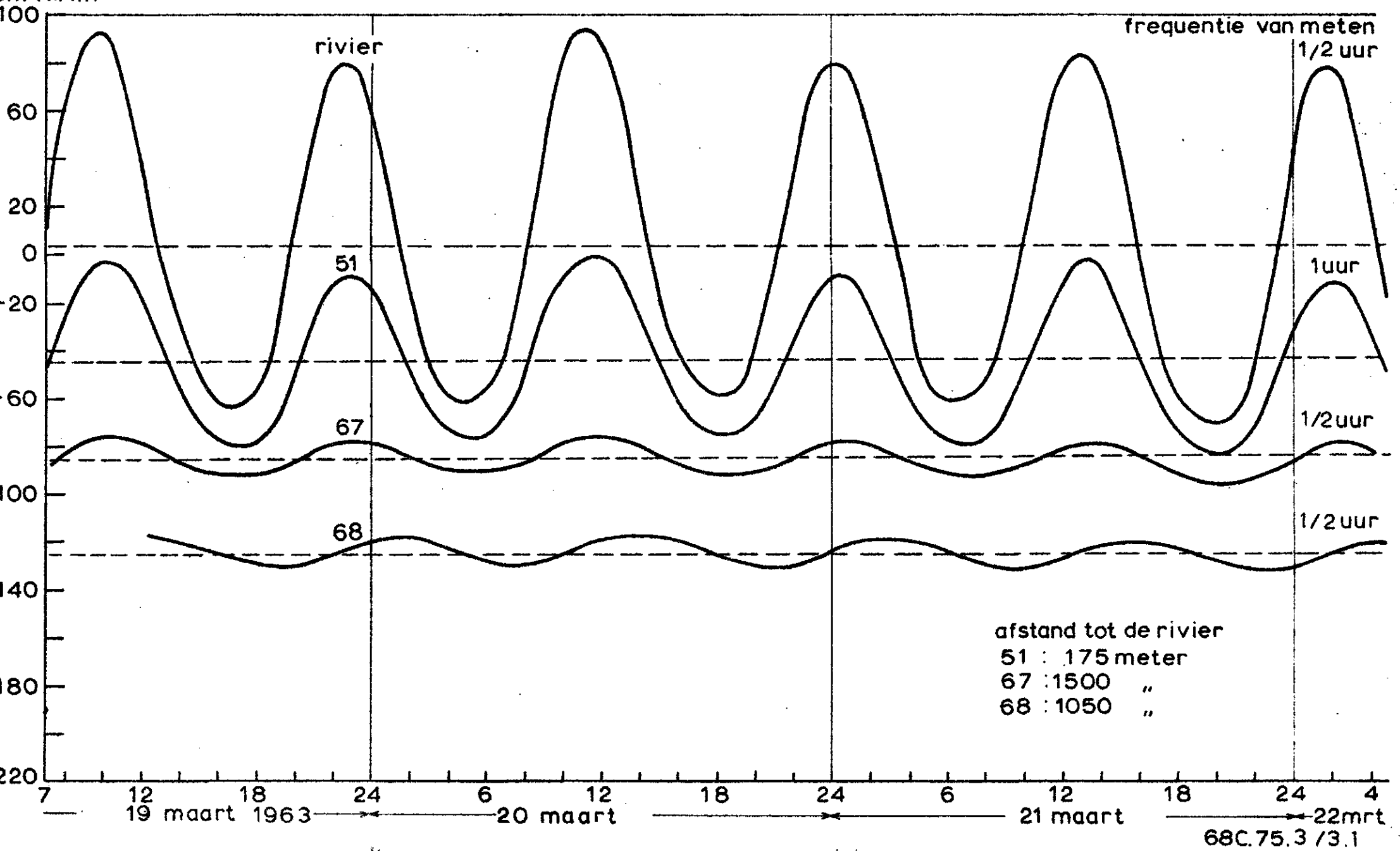
Overzicht waterstandsbuizennet op de zuidelijke Maas-oever

Verschillen tussen de gemeten waterstanden in peilbuis 67
en de met behulp van de rivierstanden berekende waarden
ZUID - VOOR



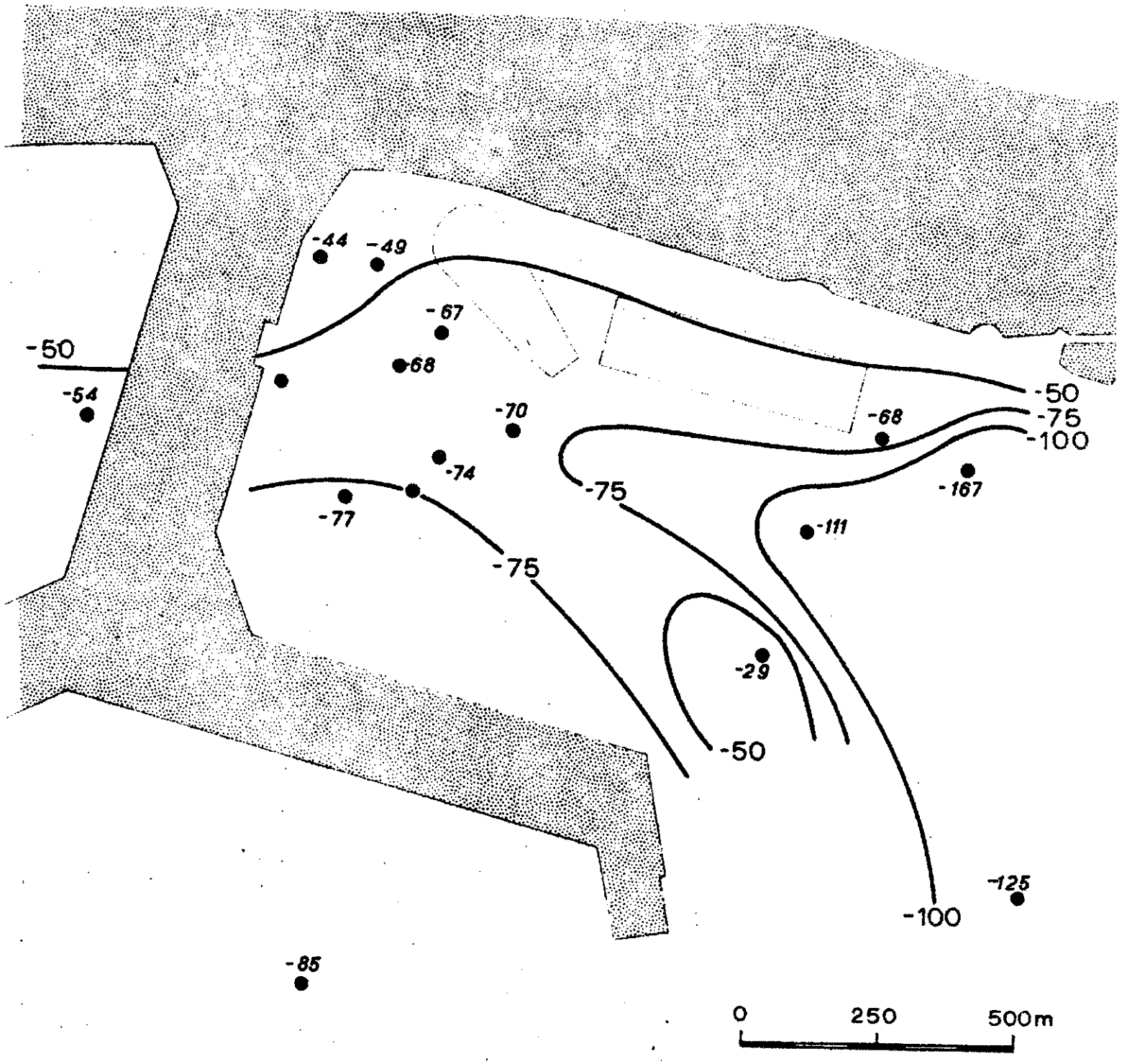
68C.75.2/31

Rivierstand en stijghoogten van het diepe grondwater
ZUID - VOOR



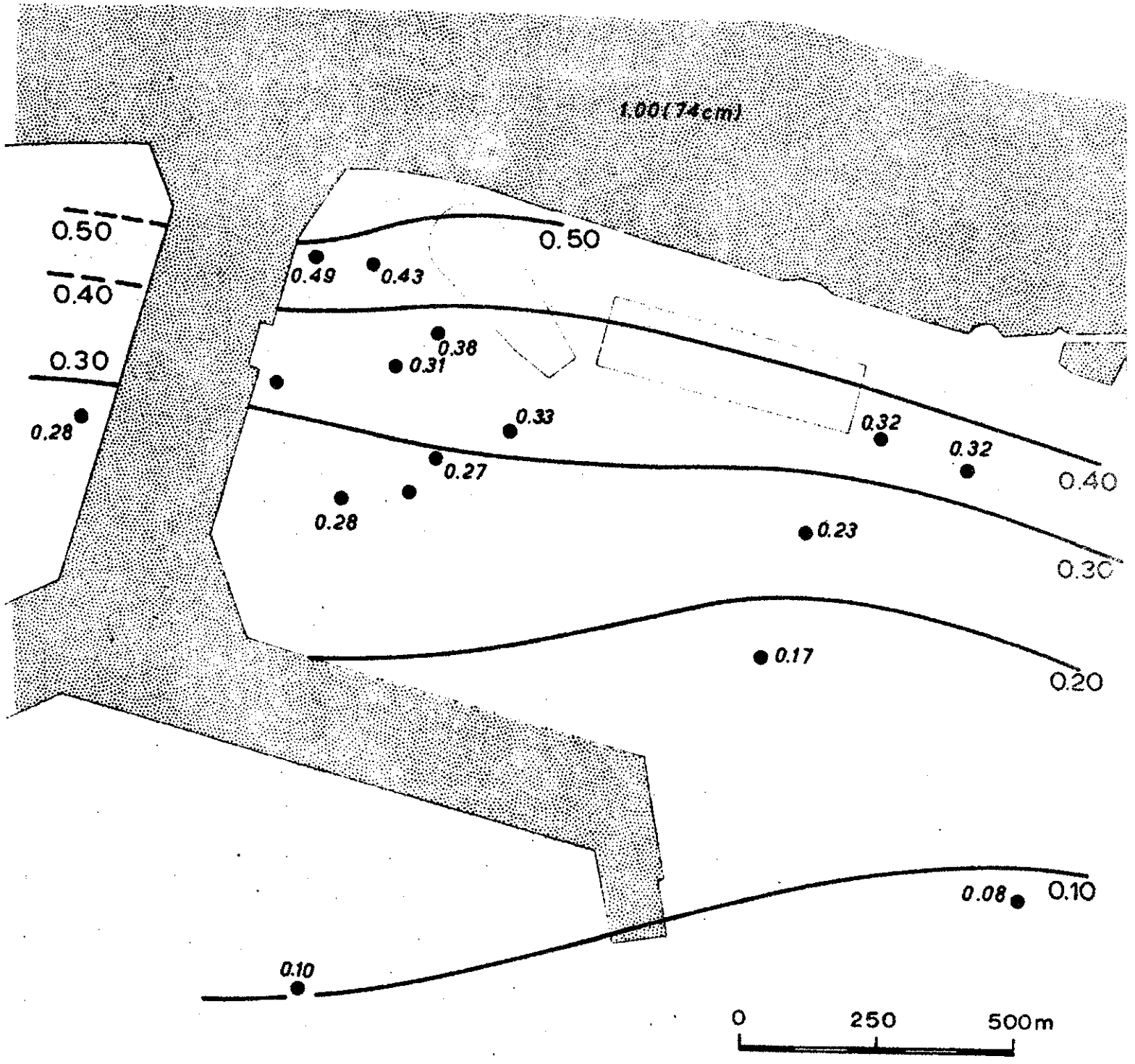
68C.75.3 /3.1

fig. 4
ZUID – VOOR



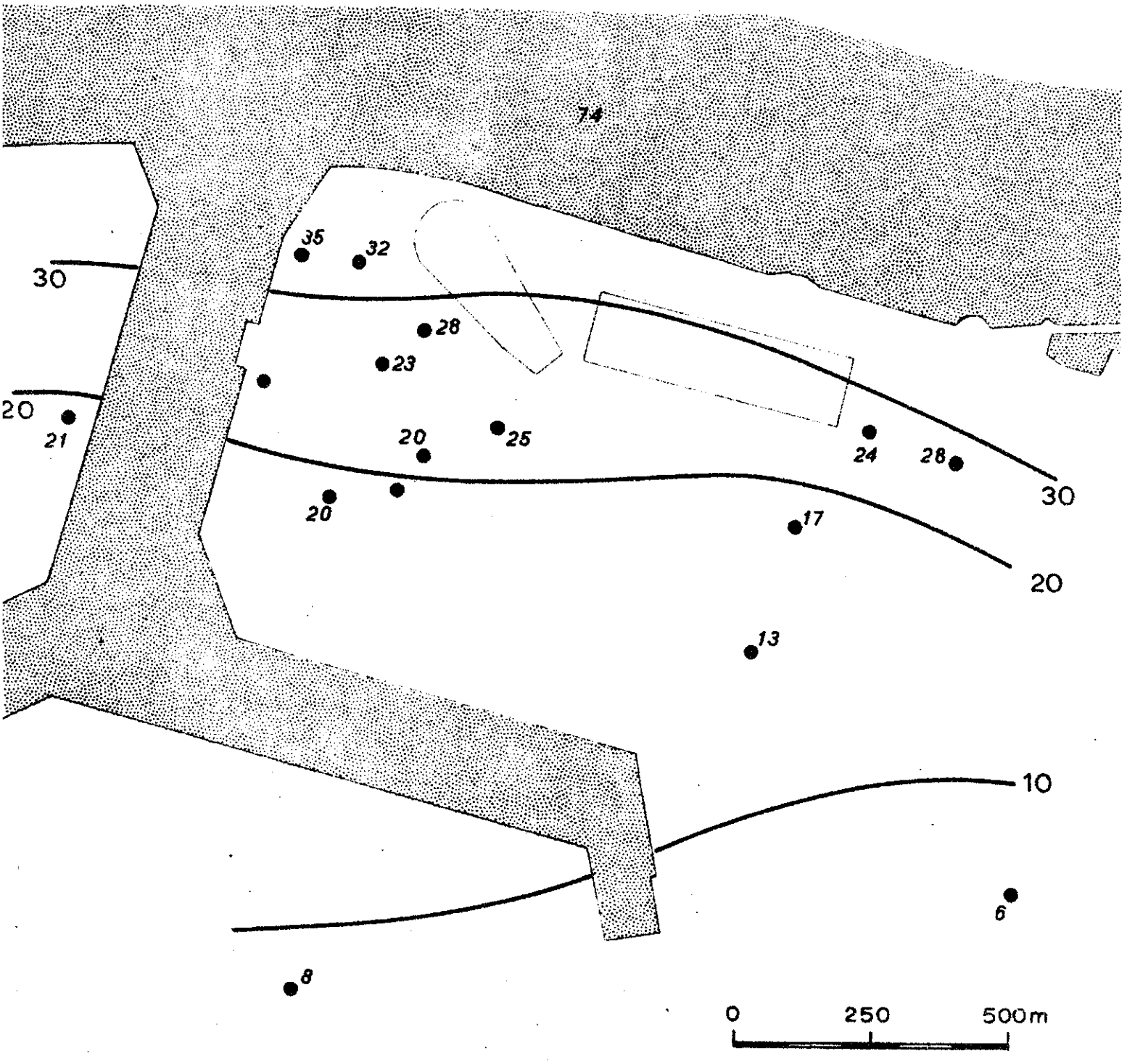
Gemiddelde stijghoogten van het diepe grondwater in cm t.o.v. N.A.P.
periode 19 - 22 maart 1963

fig. 5
ZUID - VOOR



Amplitudeverhouding met de rivier
periode 19 - 22 maart 1963

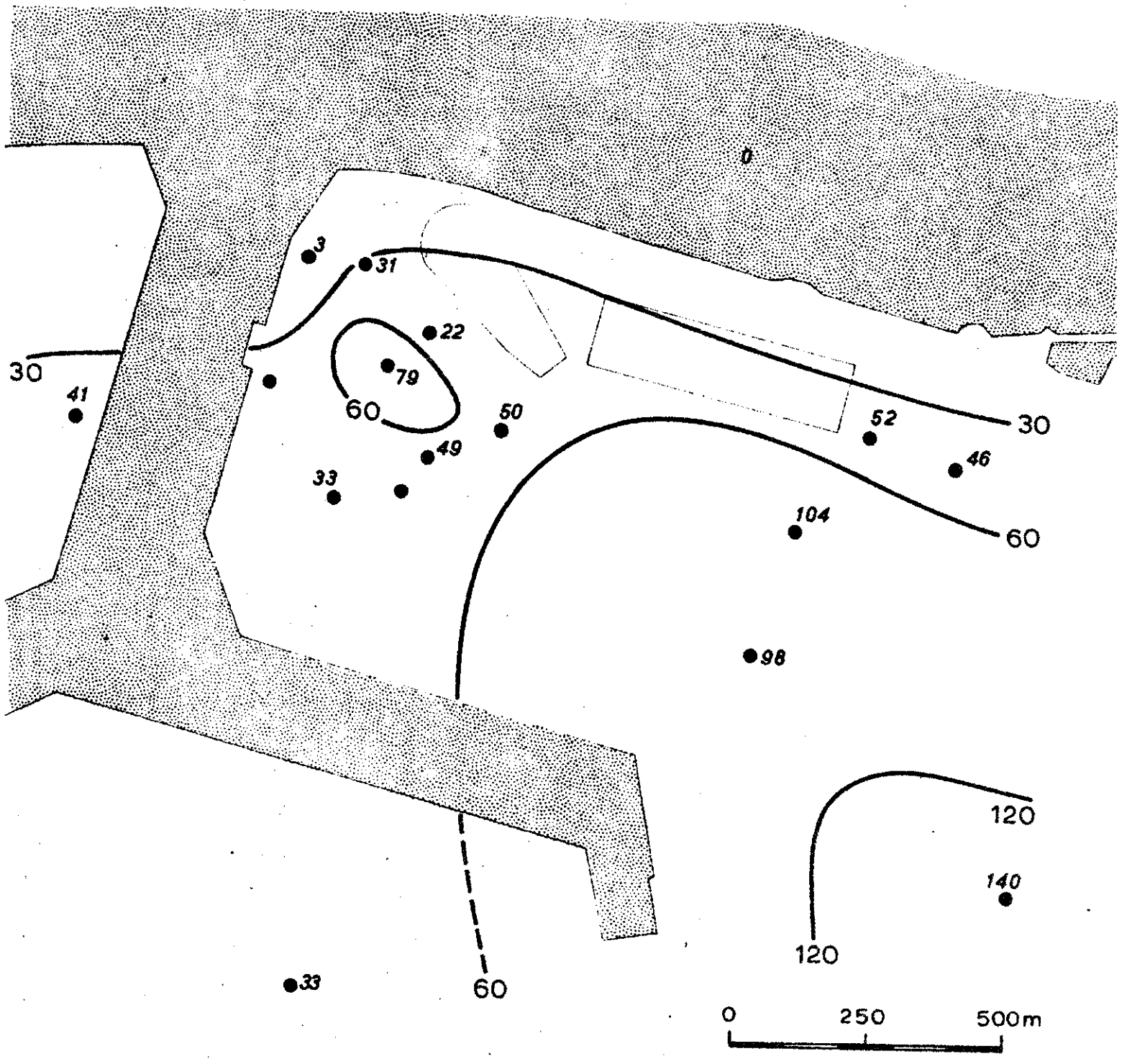
fig. 6
ZUID - VOOR



Gemiddelde amplitude in cm
periode 19 - 22 maart 1963

68C. 75.6 / 3.1

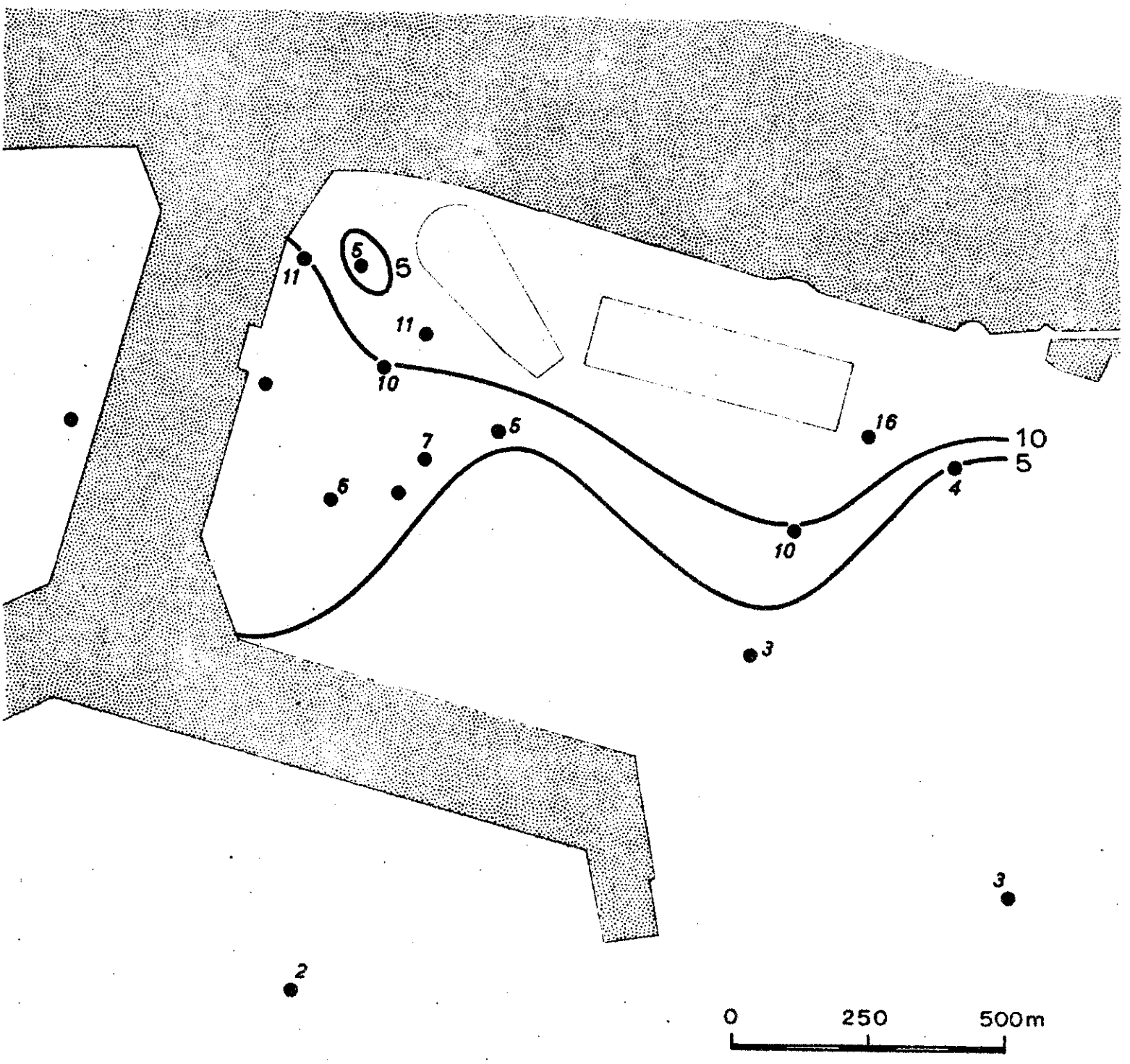
fig. 7
ZUID - VOOR



Vertraging in min. van de waterstandsbeweging t.o.v. de rivier
periode 19 - 22 maart 1963

68C. 75.7 / 3.1

fig.8
ZUID - VOOR

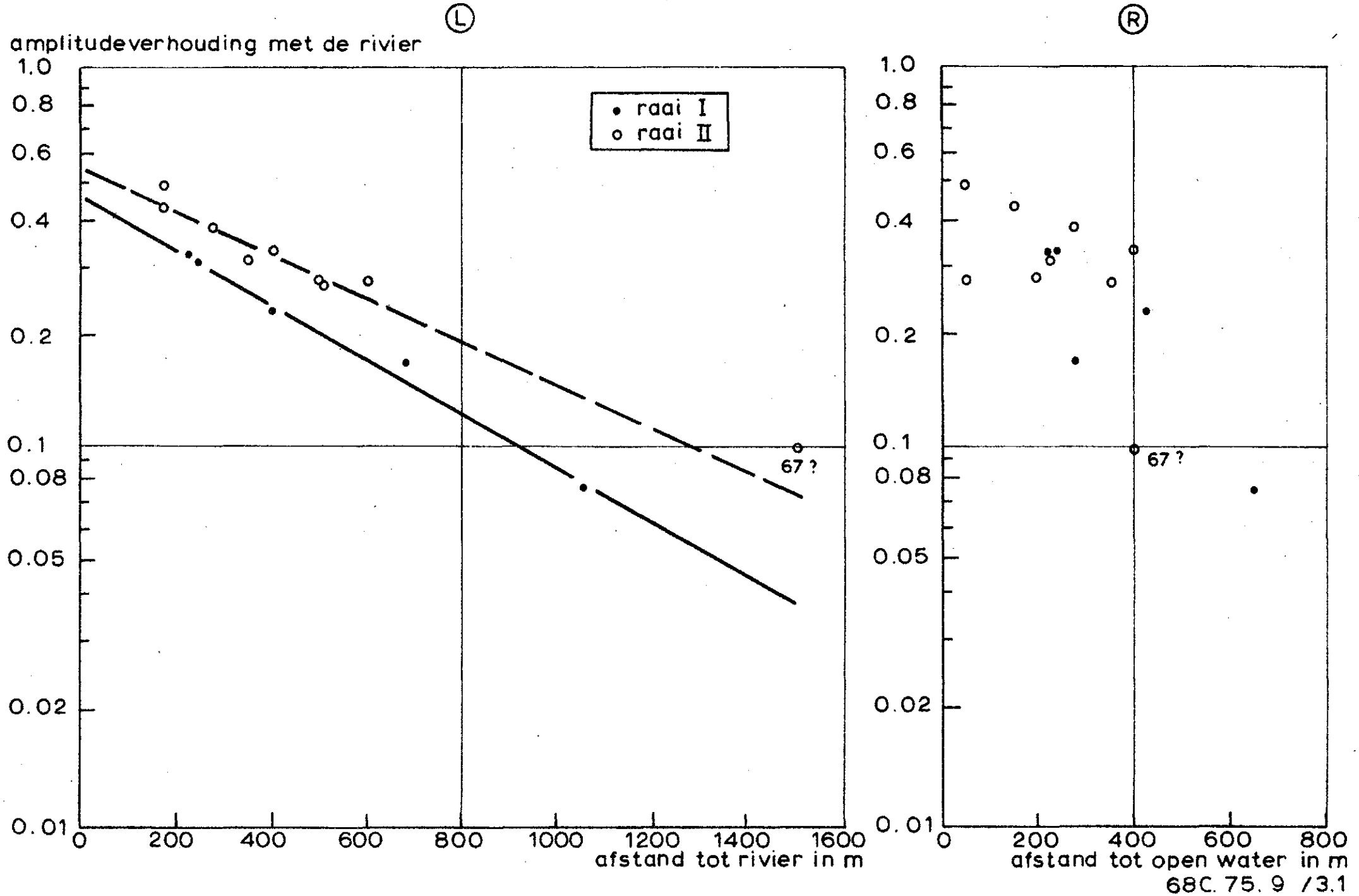


Verschillen in cm tussen gemeten en berekende stijghoogten die met een kans van 1 °/o (eenzijdig) overschreden worden

fig. 9a

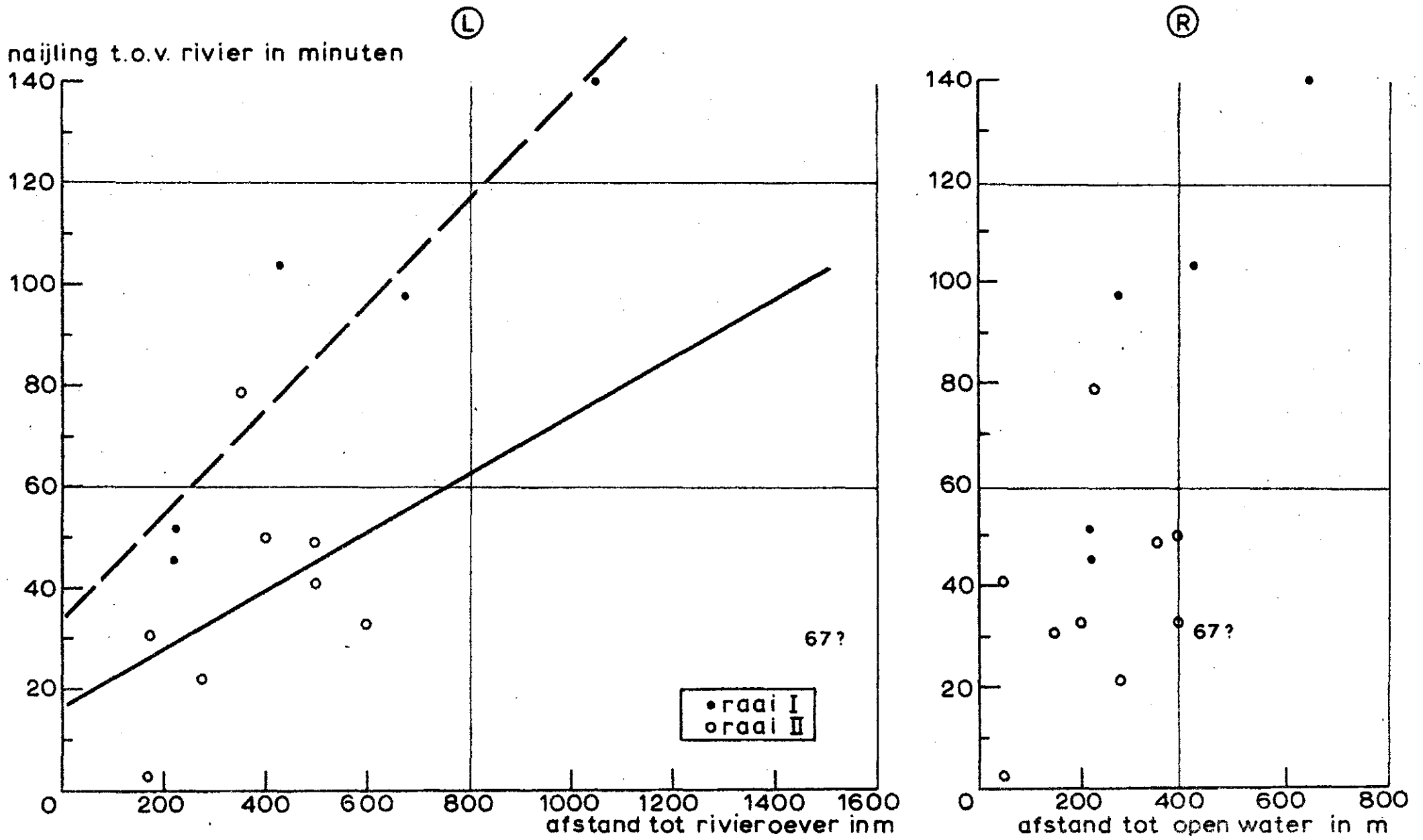
ZUID-VOOR Periode 19 - 22 mrt. 1963

Het verband tussen amplitudeverhouding en afstand



68C. 75. 9 /3.1

ZUID- VOOR. Periode 19 - 22 mrt 1963
Het verband tussen naijling en afstand



68C. 75.21/3.1

Het verband tussen amplitudeverhouding en naijling
ZUID - VOOR

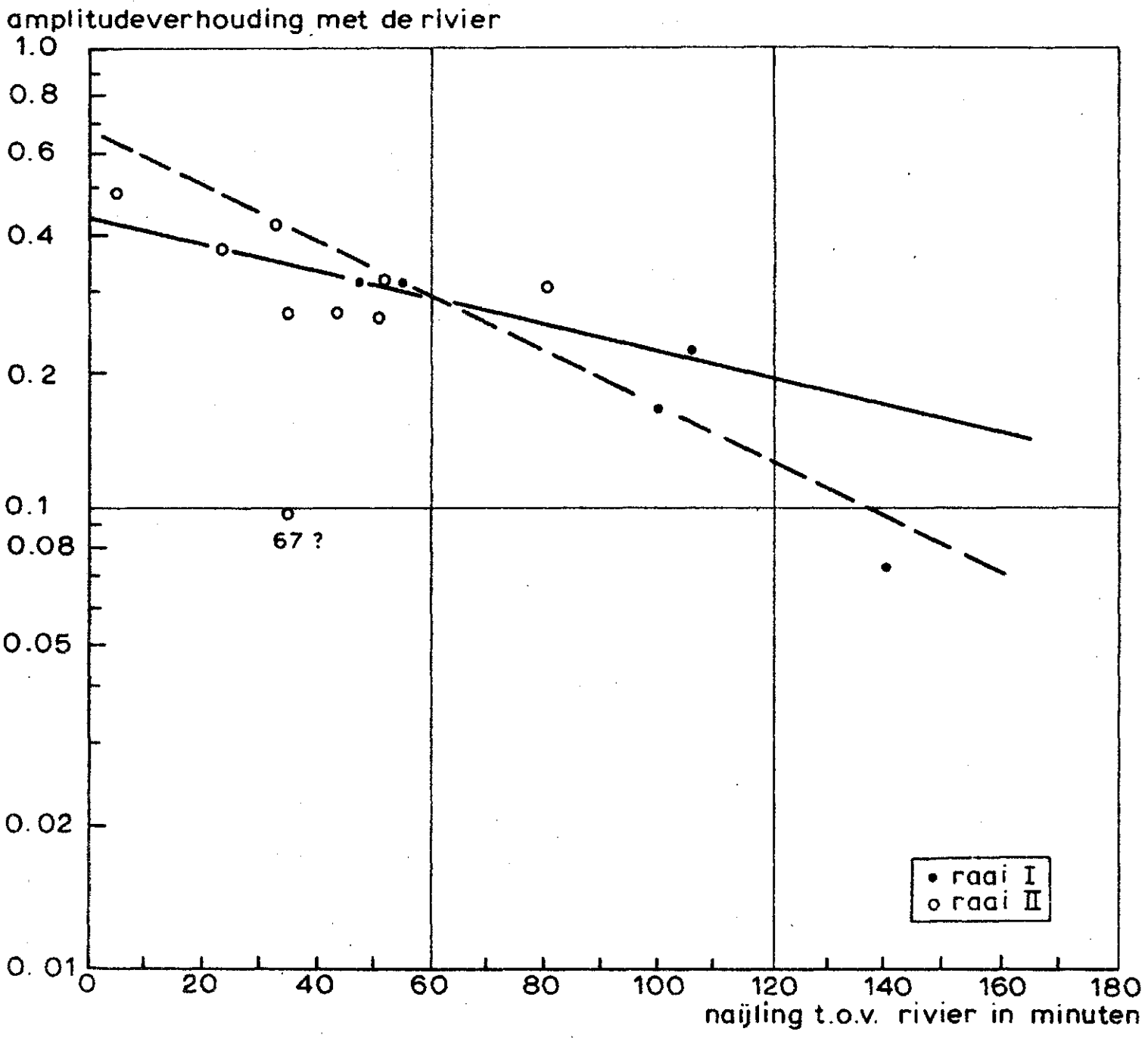
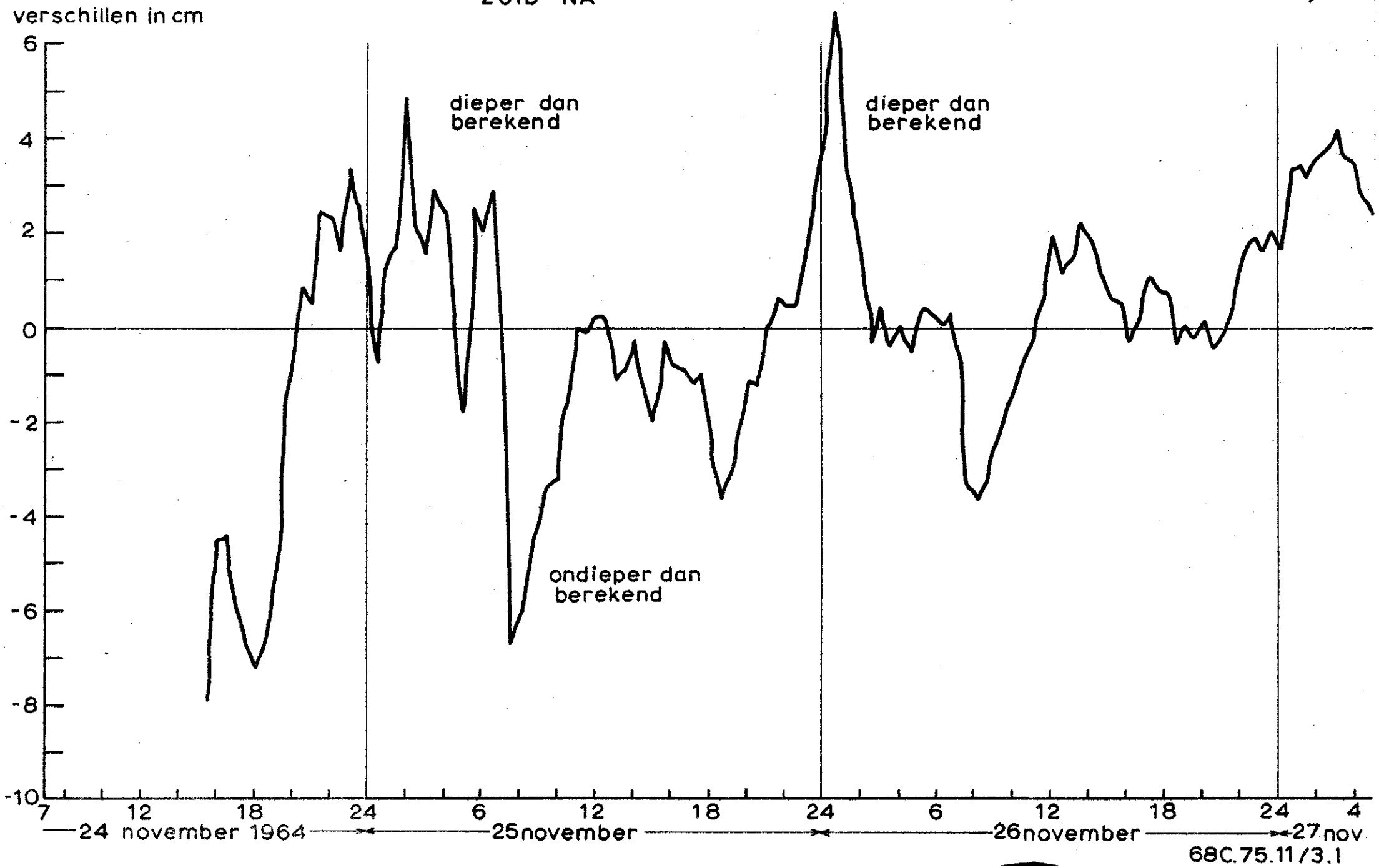


fig. 11

Verschillen tussen gemeten waterstanden in peilbuis 67
en met behulp van de rivierstanden berekende waarden
ZUID - NA



68C.75.11/3.1

Rivierstand tijdens metingen van nov. 1964
ZUID - NA

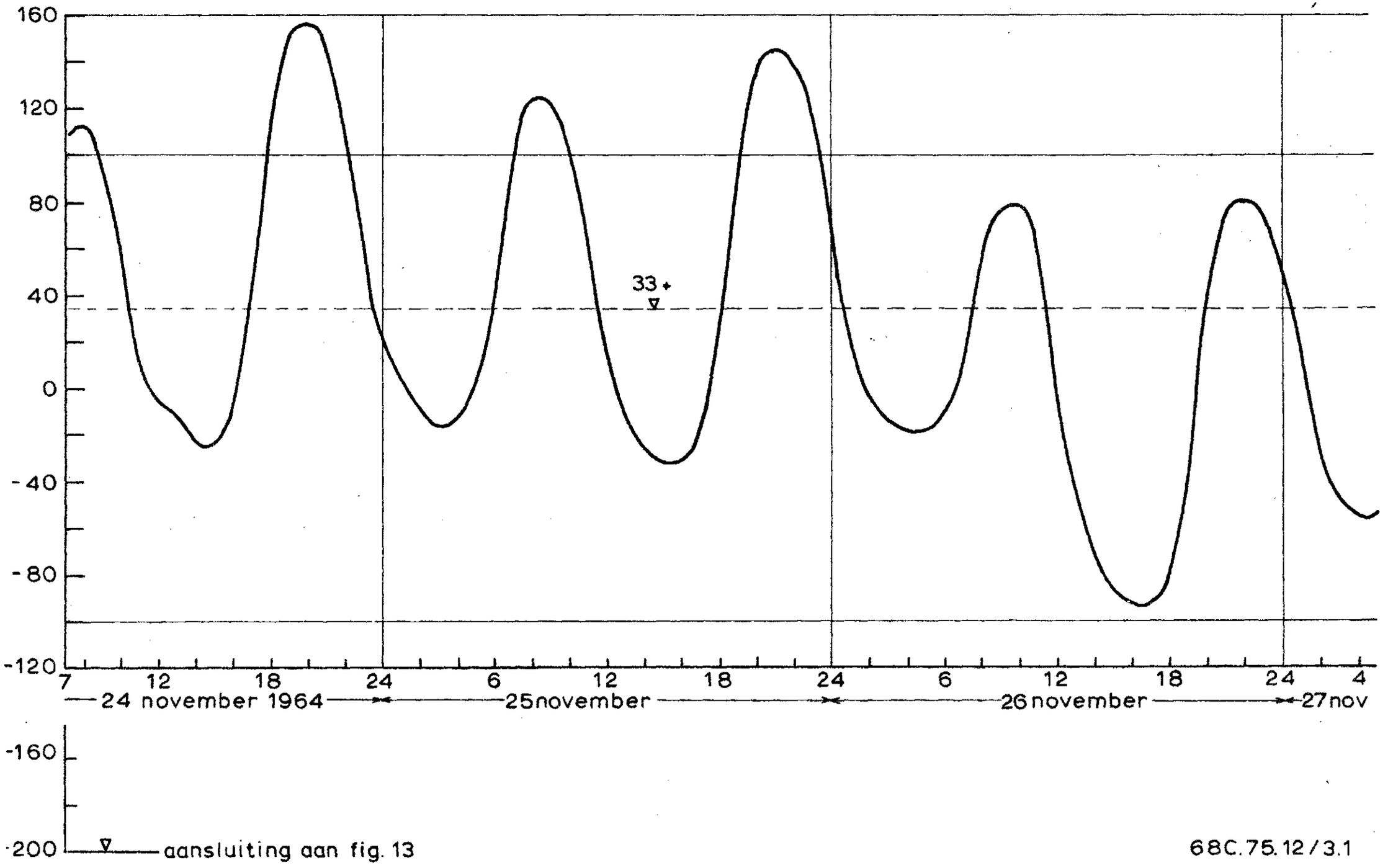
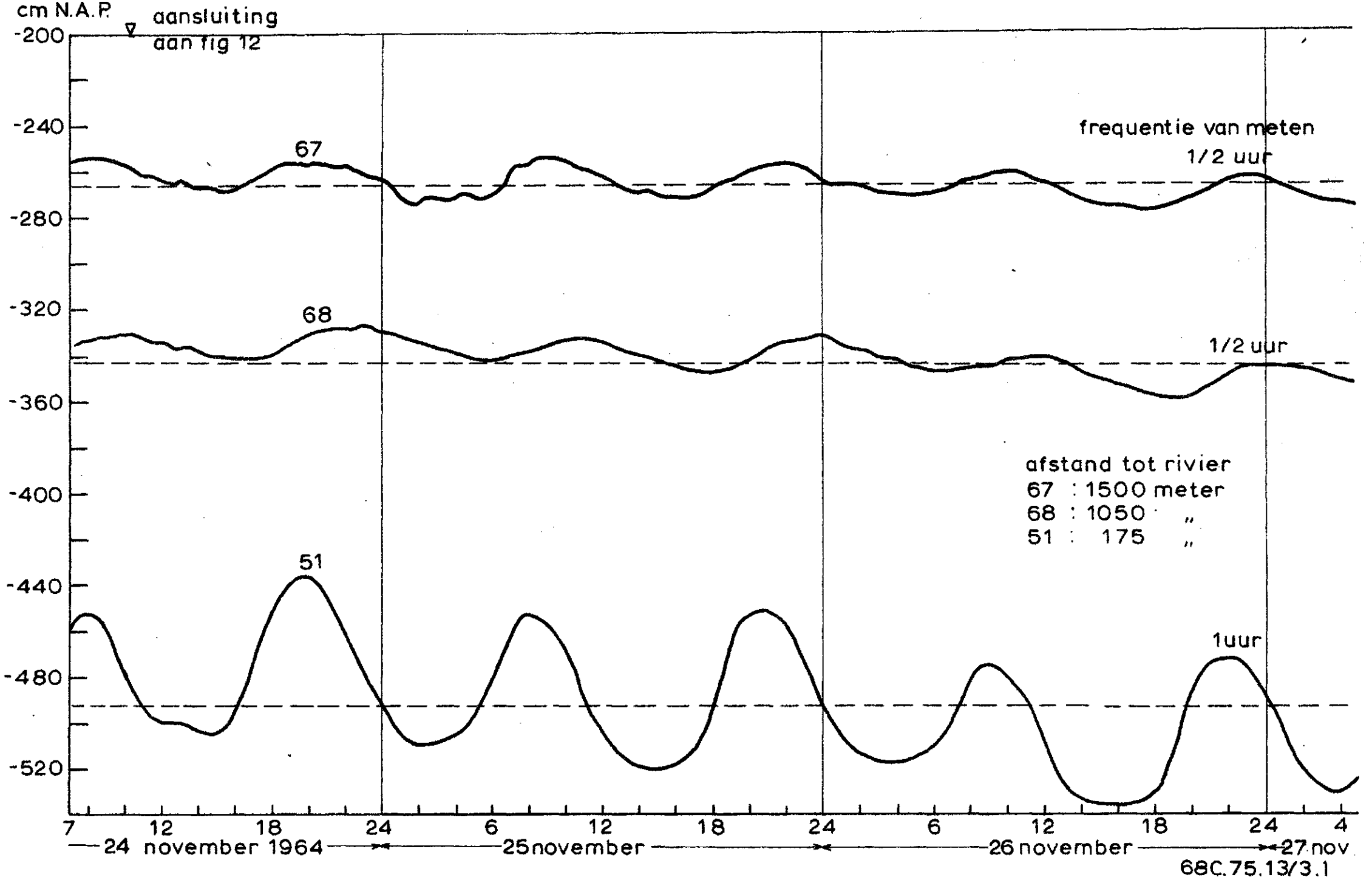


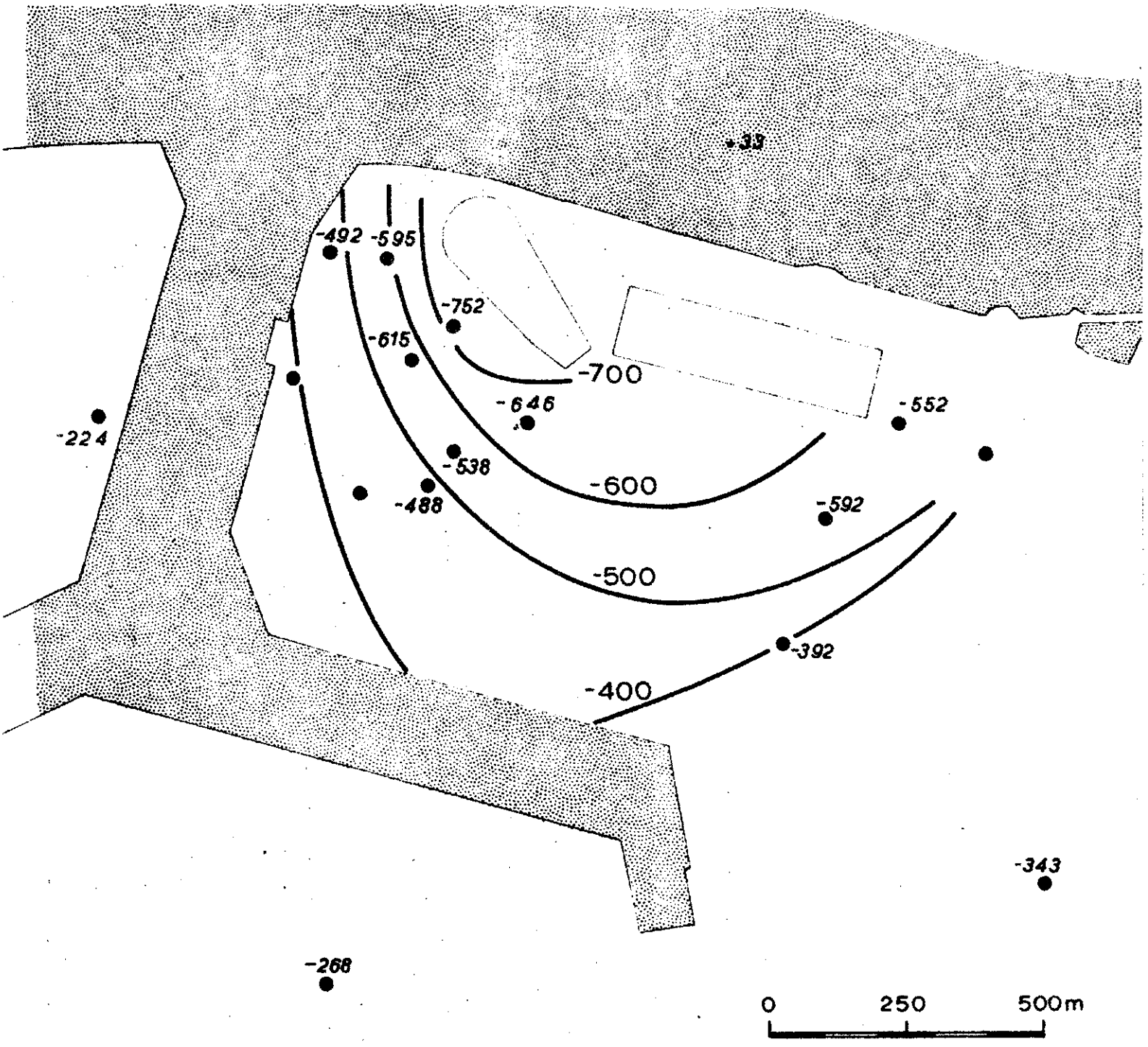
fig. 13

Stijghoogten van het diepe grondwater
ZUID - NA



68C.75.13/3.1

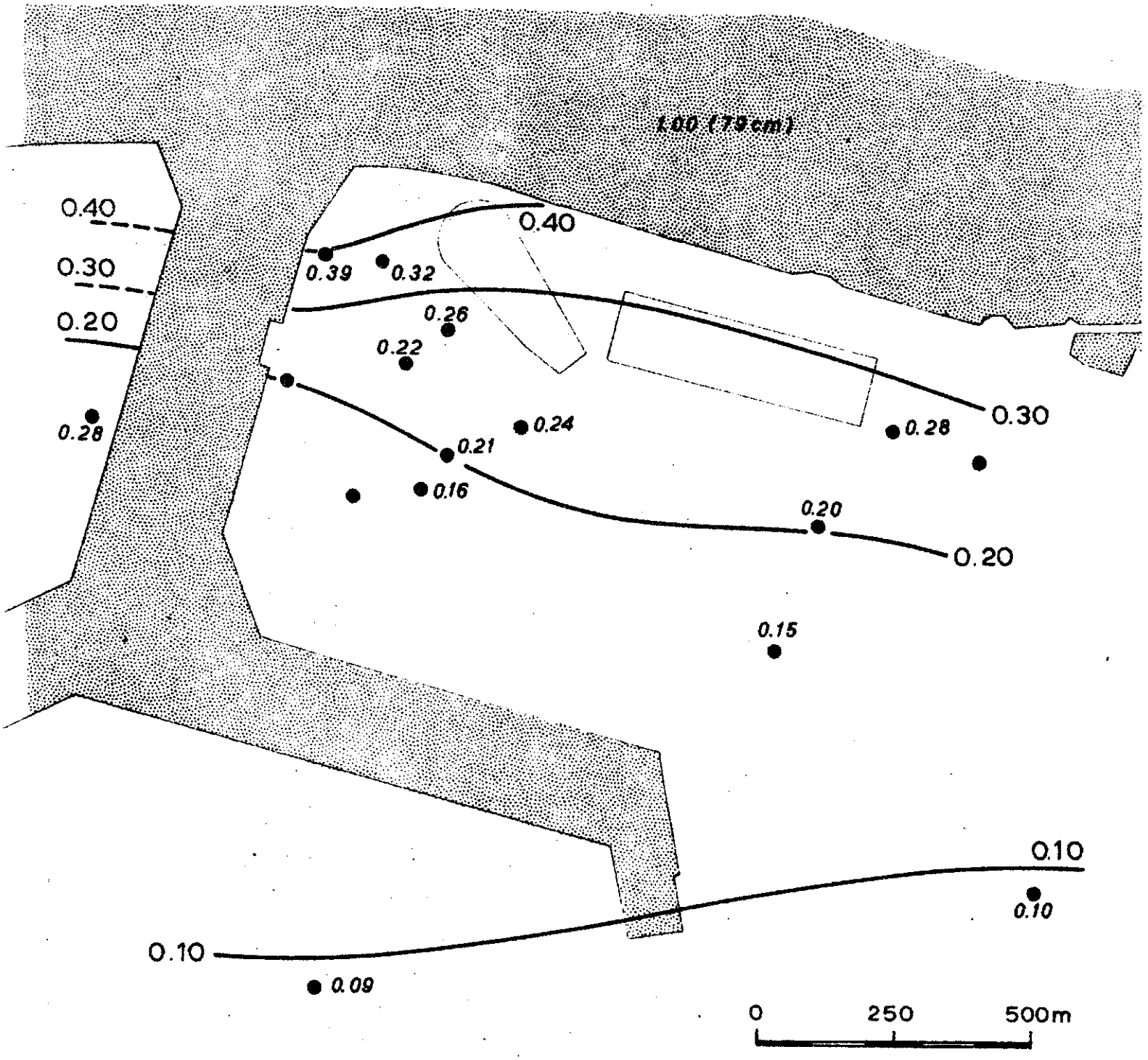
fig. 14
ZUID - NA



Gemiddelde stijghoogten van het diepe grondwater in cm t.o.v. N.A.P.
periode 24 - 27 november 1964

68C. 75.14 / 3.1

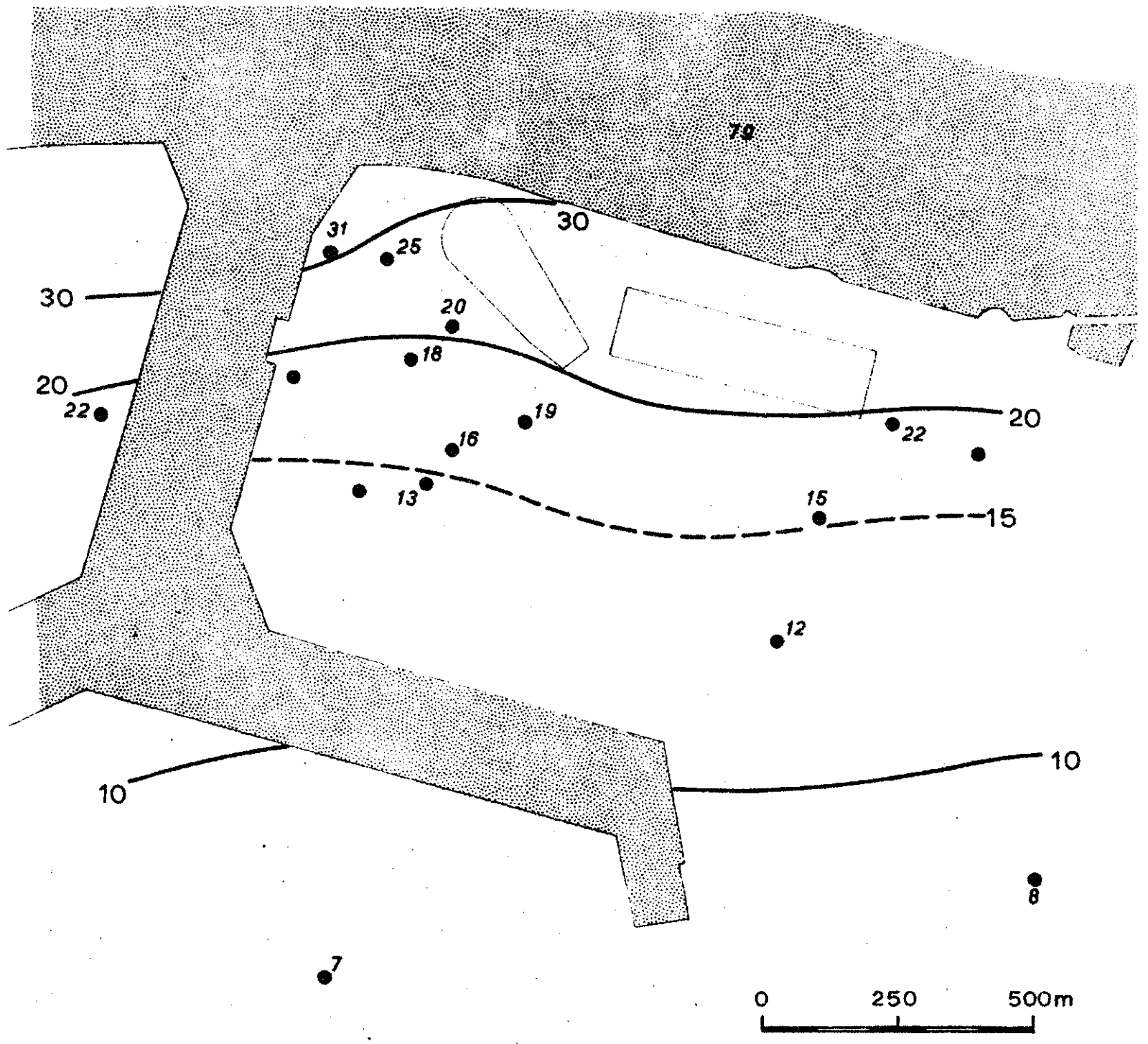
fig. 15
ZUID – NA



Amplitude verhouding met de rivier
periode 24 – 27 november 1964

68C. 75.15/ 3.1

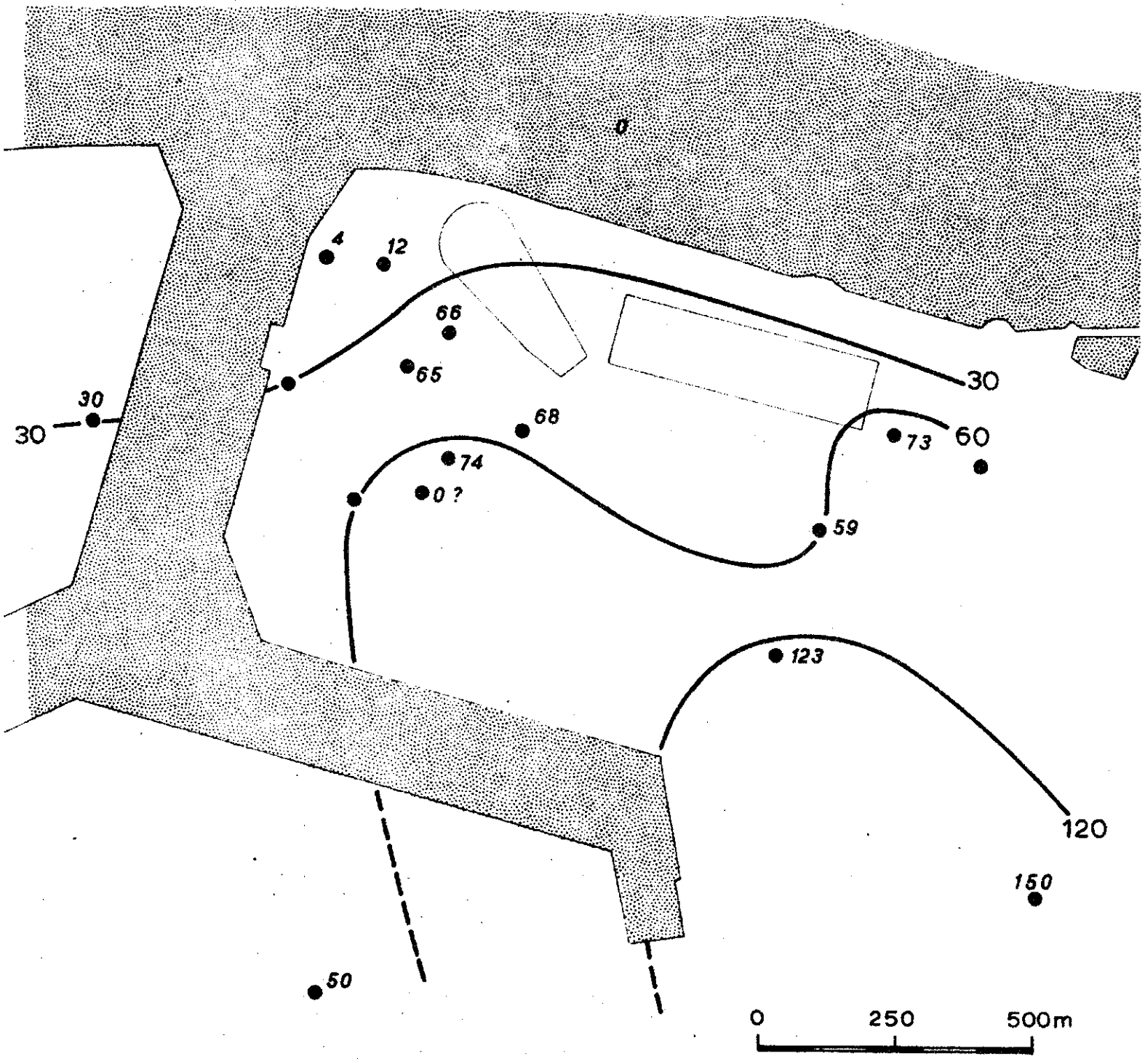
fig.16
ZUID - NA



Gemiddelde amplitude in cm
periode 24-27 november 1964

68C. 75.16/3.1

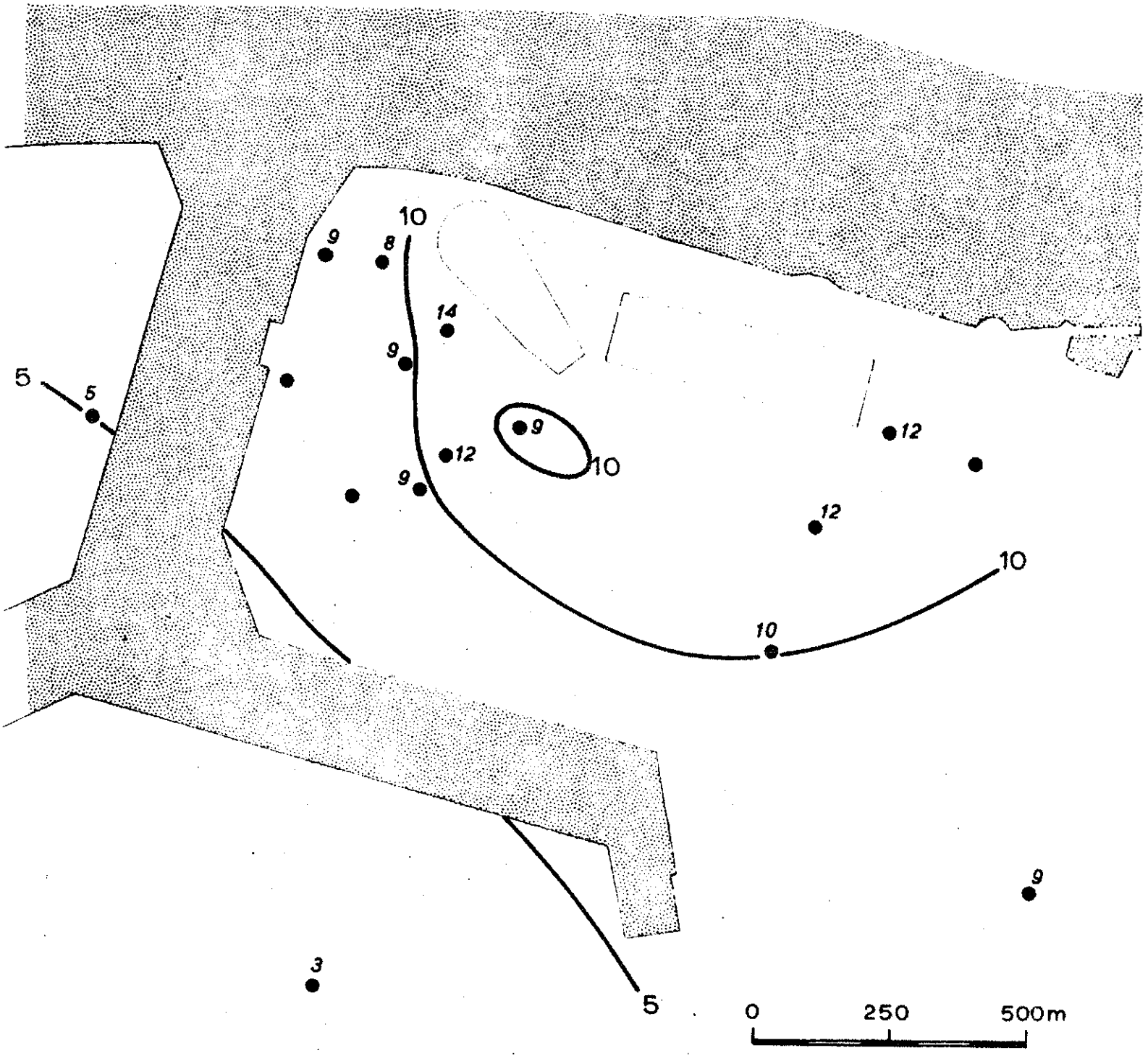
fig.17
ZUID - NA



Vertraging in min van de waterstandsbeweging t.o.v de rivier
periode 24 - 27 november 1964

68C. 75.17/3.1

fig.18
ZUID - NA



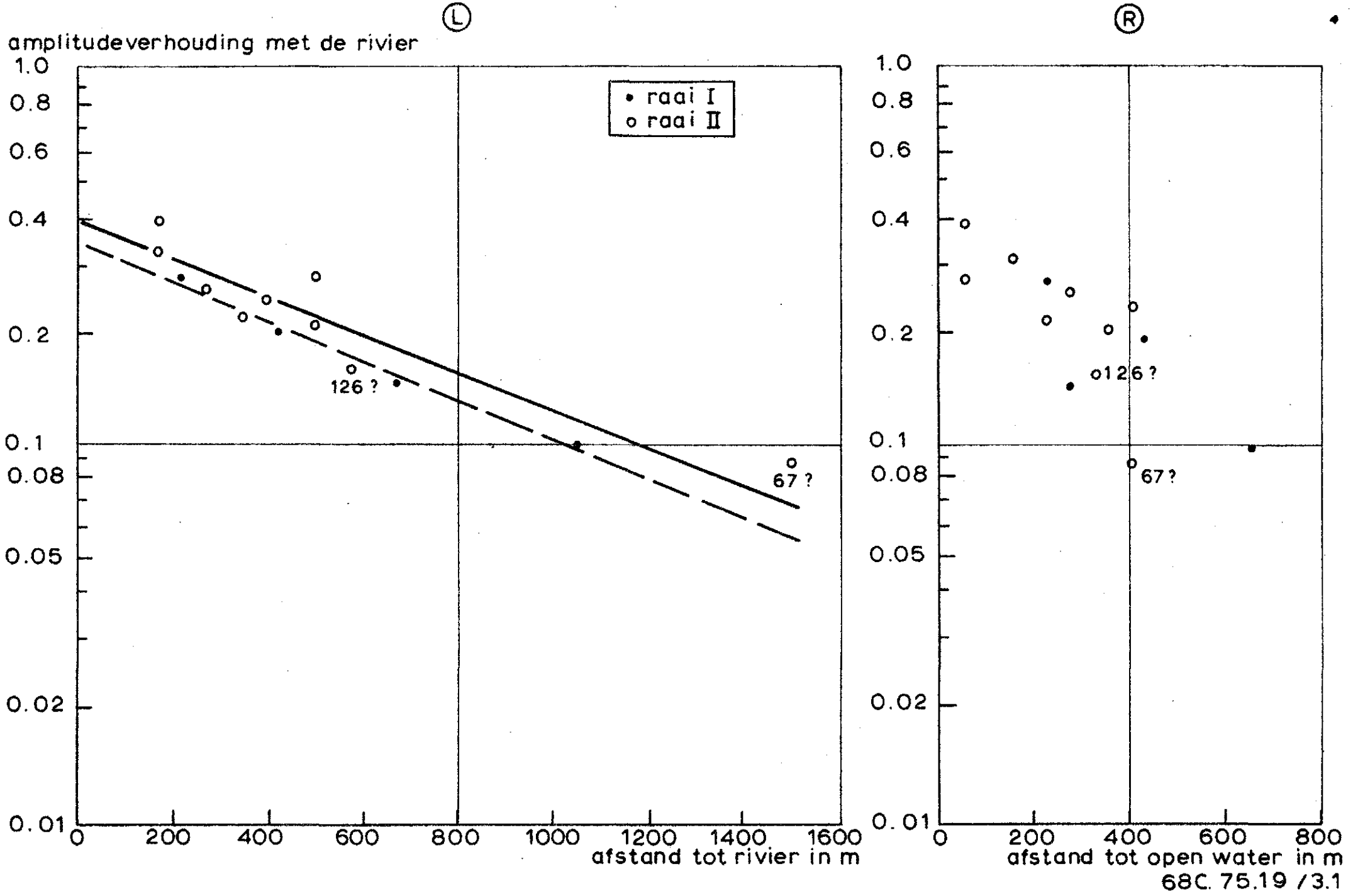
Verschillen in cm tussen gemeten en berekende stijghoogten die met een kans van 1°/o (eenzijdig) overschreden worden

68C. 75.18/3.1

fig.19a

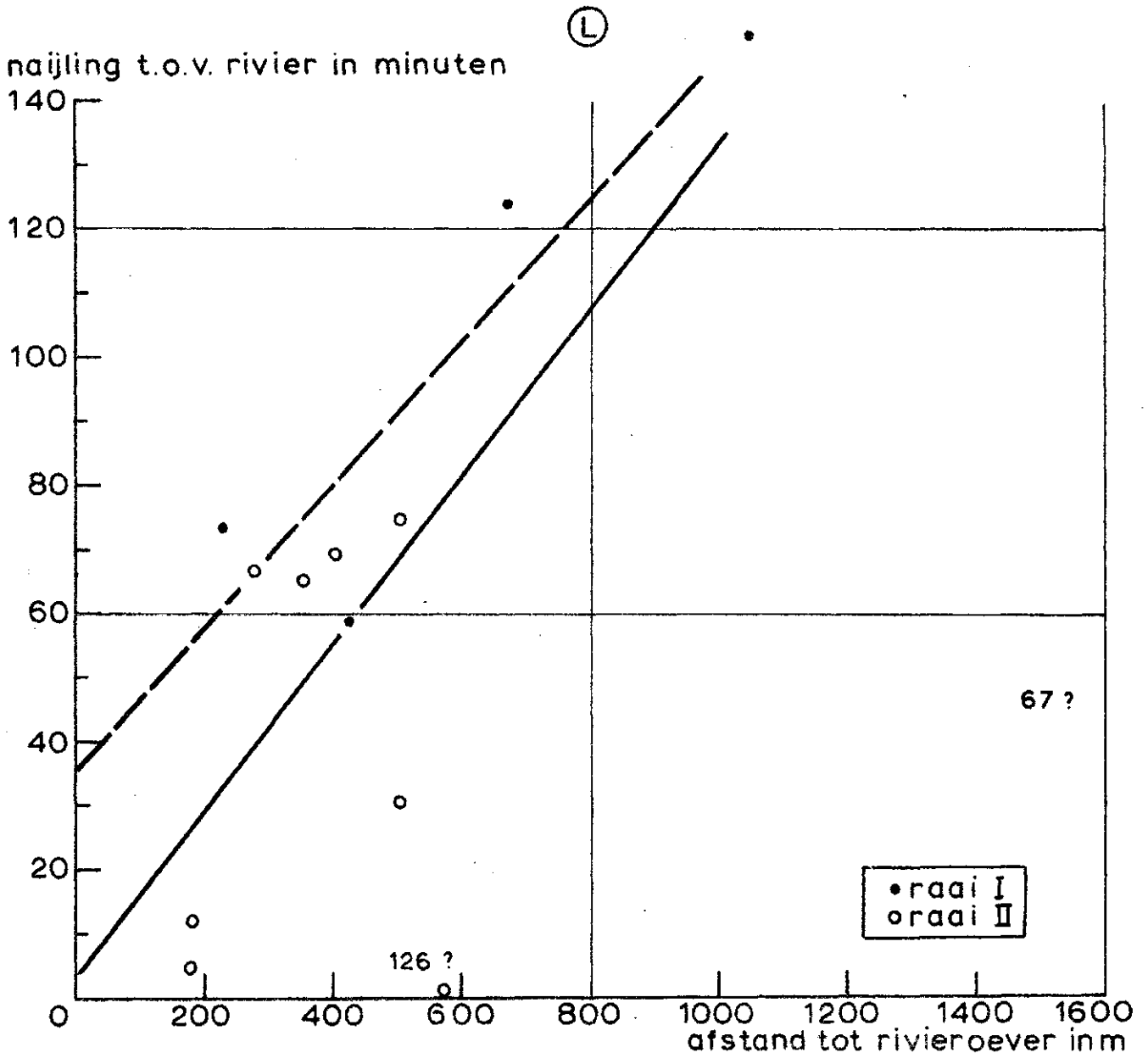
NA Periode 24 - 27 november 1964

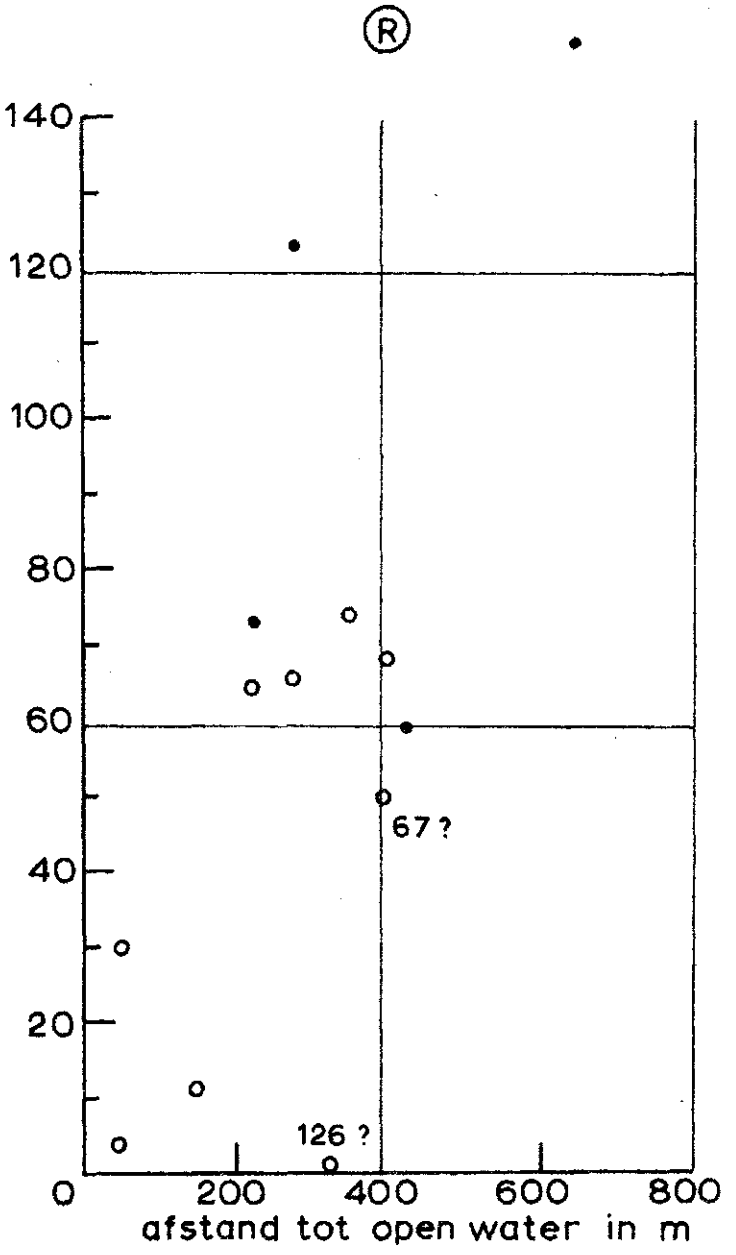
Het verband tussen amplitudeverhouding en afstand



68C. 75.19 /3.1

ZUID- NA Periode 24 27 november 1964
Het verband tussen naijling en afstand





68C. 75.22/3.1

Het verband tussen amplitudeverhouding en naijling
ZUID - NA

