

waterloopkundig laboratorium  
delft hydraulics laboratory

stormvloedkering Oosterschelde

evaluatie ontgroningen Stormvloedkering  
bouwvak 1985

notitie 2

---

R2417/Q60

januari 1986

R2417-2

## TABELLEN

- 1 Toegepaste maatgevende debieten
- 2 Toegepaste reductiefactoren
- 3 Invloed  $\gamma$

## FIGUREN

- 1 Plaatsingsschema dorpelbalken Schaar en Hammen
- 2 Verdeling  $\alpha$  en  $\alpha_1$
- 3 Getijcoëfficiënt
  
- 4 Maximale ontgrondingsdiepten bij verschillende tijdstappen

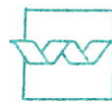
### Maximale ontgrondingsdiepten

- 5 Hammen vloed
- 6 Hammen eb
- 7 Schaar vloed
- 8 Schaar eb

### Maximale ontgrondingsdiepten na aanpassing $u_1$

- 9 Hammen vloed
- 10 Hammen eb
- 11 Schaar vloed
- 12 Schaar eb

- 13 Invloed ontgrondingsverloopcoëfficiënt



## EVALUATIE ONTGRONDINGEN STORMVLOEDKERING BOUWVAK 1985

### 1. Inleiding

In maart 1985 is in de Schaar de eerste dorpel geplaatst. Vervolgens zijn in de eerste helft van juli in de Hammen de dorpels H11..H15 en H1..H2 geplaatst. Vanwege de bouwvakvakantie zijn de volgende dorpelplaatsingen na 20 augustus uitgevoerd. In de Hammen is dientengevolge in de periode 18 juli - 19 augustus een (slapend) dorpelbalkfront aanwezig, waarbij aanzienlijke ontgrondingen kunnen optreden.

Vanaf 20 augustus tot 30 augustus zijn dorpels geplaatst in de Schaar (S1..S8), waarna van 2 september tot 16 september de resterende dorpels in de Hammen zijn geplaatst. In deze periode was er dus een dorpelbalkfront in de Schaar aanwezig.

In beide perioden zijn stroomsnelheidsmetingen langs de randen van de bodemverdedigingen uitgevoerd, terwijl ook uit de standaard uitgevoerde metingen het getij en het ontgrondingsverloop bekend zijn.

Het is hierdoor mogelijk voor beide dorpelbalkfronten een hindcast berekening uit te voeren waardoor het inzicht in de betrouwbaarheid van de ontgrondingsvoorspellingen toeneemt.

Figuur 1 geeft een overzicht van de onderzochte situaties.

Opdracht tot het onderzoek is verleend op 02-12-1985 per brief met kenmerk WT 894. Het onderzoek stond onder leiding van ing. J.J. Taat, en werd namens de Rijkswaterstaat begeleid door ir. J.L.M. Konter.

## 2. Konklusies

- \* De berekende ontgrondingen stemmen in het algemeen goed overeen met de in werkelijkheid opgetreden ontgroning na een goede keuze voor  $\alpha_1$ .  
Uitzondering is Hammen west. De oorzaak hiervoor is niet met zekerheid vast te stellen.
- \* Bij het voorspellen van de ontgrondingen met behulp van een  $\alpha_1$  dient de geometrische verdeling van  $\alpha_1$  gerelateerd te worden aan de verdeling van  $u_1/\bar{u}$  op de rand van de bodemverdediging.
- \* De grootte van de reductiefaktor is in het onderhavige onderzoek slechts van geringe invloed op de resultaten, zodat geen controle van het toegepaste reductie systeem mogelijk is.
- \* Gebleken is dat bij beginnende ontgrondingen de steilheid van de tijdontgrondingslijn ( $\gamma$ ) in het programma TYTEM kan afwijken van de gewenste steilheid, waardoor overschattingen van de ontgrondingen kan optreden.

### 3. Toegepaste koëfficiënten en grootheden

#### 3.1 Ontgrondingskoëfficiënt $\alpha$

De ontgrondingskoëfficiënt  $\alpha$  is voor de dorpelbalkplaatsingen bepaald in het onderzoek R 2160 [1] (figuur 2a). Thans wordt voor de berekeningen echter gebruik gemaakt van  $\alpha_1$ . De relatie tussen  $\alpha$  en  $\alpha_1$  is:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 u_1}{\bar{u}}$$

waarin:

$\alpha$	=	ontgrondingskoëfficiënt	(-)
$\alpha_1$	=	lokale ontgrondingskoëfficiënt voor de rand bodemverdediging	(-)
$u_1$	=	lokale stroomsnelheid voor de rand bodemverdediging	(m/s)
$\bar{u}$	=	gemiddelde stroomsnelheid = $Q/A$	(m/s)

Voor de dorpelbalkfronten is de verdeling en de grootte van  $\alpha_1$  bekend uit onderzoek [1,2].

De waarden van  $\alpha_1$  zijn gegeven in figuur 2c.

Opgemerkt moet worden dat de gegeven  $\alpha$  in figuur 2 geldt voor het tweedimensionale gedeelte tussen de koppen van het dorpelbalkfront, en dat voor de  $\alpha$  bij de koppen een reductie wordt toegepast op de  $\alpha$  (figuur 2b).

Op grond van de gemeten snelheidsverdelingen in het prototype is het dus mogelijk  $\alpha$  te berekenen uitgaande van de bekende  $\alpha_1$  verdeling.

#### 3.2 Ontgrondingsverloop koëfficiënt ( $\gamma$ )

Het ontgrondingsverloop wordt bepaald door de relatie

$$\frac{h}{\frac{1}{2}h_0} = \left(\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}\right)^\gamma \quad (1)$$

waarin:

$h$	=	ontgrondingsdiepte op tijdstip $t$	(m)
$\frac{1}{2}h_0$	=	halve waterdiepte rand bodemverdediging	(m)

- t = tijdsduur (uren/dagen)
- $t_{\frac{1}{2}}$  = tijdstip waarop de ontgrondingsdiepte gelijk is aan  $\frac{1}{2}h_0$  (uren/dagen)
- $\gamma$  = koëfficiënt (-)

De koëfficiënt  $\gamma$  kan variëren, waarbij voor de dorpelbalkfronten 0,45 is aangehouden en 0,55 voor de punten achter reeds geplaatste dorpels.

Het programma TYTEM zet de genoemde relatie (1) echter om in:

$$h = 10^a + b \sqrt{\log 10t} \quad (2)$$

waarbij de koëfficiënten a en b bepaald worden door de kleinste kwadraten methode met weging toe te passen op een aantal met (1) berekende diepten.

### 3.3 Getijkoëfficiënt $\zeta$

de ontgrondingssnelheid wordt bepaald door de relatie:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{k \Delta^{1,7} h_0}{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{(\alpha u - u_{kr})^{4,3}}{h(t)} dt} \quad (3)$$

waarin:

- $t_{\frac{1}{2}}$  = tijdstip waarop de ontgrondingsdiepte gelijk is aan  $\frac{1}{2} h_0$  (uren/dagen)
- k = koëfficiënt, afhankelijk van  $h_{\max}$  ( $k=330(\frac{h_{\max}}{h_0})^{2,53}$ ) (-)
- $\Delta$  = relatieve dichtheid bodemmateriaal (-)
- $h_0$  = waterdiepte t.o.v. NAP op de rand bodemverdediging (m)
- $\alpha$  = ontgrondingskoëfficiënt (-)
- $u_{kr}$  = kritieke stroomsnelheid bodemmateriaal (m/s)
- $h(t)$  = waterdiepte rand bodemverdediging, getij afhankelijk (m)
- T = periode getij (uren/dagen)
- $t_1 - t_2$  = getijperiode (uren/dagen)

Voor het berekenen van ontgrondingsdiepten bij een reeks verschillende achtereenvolgende getijden dienen of de ontgrondingen bij elke getijperiode afzonderlijk berekend te worden, of dienen de verschillende getijden tot één enkel maatgevend getij geschematiseerd te worden.

Beschikbaar voor schematisatie is een methode die beschreven is in M1000-IV [3]. Deze methode is echter nog niet getoetst, zodat dit een onderdeel is van de evaluatie.

de evaluatie.

Samengevat is de schematiseringsmethode als volgt:

a bepaal per getij het maximum debiet [4]

b bereken voor de beschouwde periode  $\sigma_Q$  en  $\bar{Q}$

c bereken  $\sigma = \frac{\sigma_Q}{\bar{Q}}$

d bepaal M met behulp van figuur 3

e bereken  $\zeta = M^{\frac{1}{4,3}}$

f bereken  $Q = \zeta \bar{Q}$

Voor eb en vloed dienen de getijcoëfficiënten uiteraard afzonderlijk bepaald te worden. Tabel 1 geeft een overzicht van de berekende  $\zeta$ .

### 3.4 Getijvorm

De toegepaste getijden (waterstands- en stroomsnelheidsverloop) zijn niet bekend uit de prototypemeting van de bouwvak. Gekozen is voor het toepassen van getijvormen volgens onderzochte bouwfasen van R 2160 planning 700 D [1]

### 3.5 Reduktiefactor

In de notitie evaluatie-ontgrondingen, reductiefactoren d.d. 11 oktober 1985 kenmerk R S4431/K3253 /Taa/ih is een overzicht gegeven van de reductiefactoren zoals deze zijn bepaald en berekend voor de bouwfase drempel gereed. Uitgaande van deze waarden zijn voor kaal sluitgat de reductiefactoren berekend volgens

$$RF_o = RF_{dg} \left( \frac{Q_o}{Q_{dg}} \right)^5$$

waarin:

$RF_o$	= reductiefactor kaalsluitgat	(m <sup>2</sup> /dag)
$RF_{dg}$	= reductiefactor drempel gereed	(m <sup>2</sup> /dag)
$Q_{dg}$	= debiet drempelgereed	(m <sup>3</sup> /s)
$Q_o$	= debiet kaalsluitgat	(m <sup>3</sup> /s)

De debieten zijn bepaald uit [4]

Het terugrekenen van de reductiefactoren naar de situatie kaal sluitgat is nodig omdat het programma TYTEM, uitgaande van de reductiefactoren en debieten bij kaal sluitgat, zelf de toe te passen reductiefactoren bepaald voor de bouwfasen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de gebruikte reductiefactoren.



#### 4. Resultaten

##### 4.1 Getijkoëfficiënt $\zeta$

De enige methode voor toetsing is één situatie geheel door te rekenen met tijdstappen variërend van 0,5 dagen (1 getij) tot de gehele periode. Hiervoor is gekozen de situatie Hammen vloed, waarbij de berekeningen zijn uitgevoerd voor de te onderzoeken periode van 35 dagen in 67, 5 en 1 tijdstappen.

De reductie faktor is hierbij op nul gehouden.

In figuur 4 is het resultaat van de berekende ontgrondingen gegeven.

De overeenkomst tussen de berekende ontgrondingen met verschillende tijdstappen is zeer goed, zodat is aangetoond dat de methode voldoet.

##### 4.2 Ontgrondingskoëfficiënt $\alpha$

Met behulp van de gegeven  $\alpha_1$  en met meer of minder geschematiseerde getijden zijn vervolgens voor de Hammen en de Schaar de ontgrondingen berekend.

Het resultaat is gegeven in de figuren 5..8.

Duidelijk is dat nabij de koppen van de fronten de berekende ontgrondingen aanzienlijk te groot zijn. De oorzaak hiervoor is dat de verdeling van  $\alpha_1$  en  $u_1$  niet met elkaar in overeenstemming zijn. Bij de vaststelling van  $\alpha_1$  is er van uitgegaan dat in de wervelstraat die bij de kop ontstaat een grotere  $\alpha_1$  moet worden toegepast dan in het meer tweedimensionale gedeelte tussen de koppen. Tevens is in het gebied buiten de kontraktie in de wervelstraat de  $u_1$  kleiner, waardoor de resulterende  $\alpha$  niet veel afwijkt van het tweedimensionale gedeelte. Geometrisch gezien is de  $\alpha_1$  gekoppeld aan de richting loodrecht op de as van het sluitgat. Uit de gegeven verdeling  $\frac{u_1}{u}$  in de figuren blijkt dat de stroming scheef door het sluitgat gaat, waardoor een grote waarde van  $\alpha_1$  gekoppeld wordt aan een grote waarde van  $\frac{u_1}{u}$ .

Hieruit kan worden gekonkludeerd dat de  $\alpha_1$  verdeling niet moet worden gekoppeld aan de sluitgat geometrie maar aan de snelheidsverdeling op de rand bodemverdediging.

Na aanpassing van de  $\alpha_1$  verdeling op de meest significante plaatsen, zodanig dat in de zone met grote  $\frac{u_1}{u}$  de  $\alpha_1$  niet is vergroot zijn de berekeningen opnieuw uitgevoerd (figuren  $\frac{u_1}{u}$  9..12).

Het resultaat is nu in drie gevallen goed tot zeer goed, alleen Hammen eb geeft nog een duidelijk afwijkend resultaat.

De oorzaak hiervoor is op dit moment nog niet bekend.

#### 4.3 Ontgrondingsverloopcoëfficiënt $\gamma$

Tijdens de berekeningen wordt de coëfficiënt  $\gamma$  normaal konstant gehouden. Uit modelproeven blijkt echter dat in het beginstadium van ontgrondingen de coëfficiënt vaak een grotere waarde heeft dan in een later stadium. Vanwege de meestal lange periode waarover de voorspellingen worden uitgevoerd is tot nu toe weinig aandacht geschonken aan het begin van de ontgrondingen. Het programma TYTEM biedt in principe de mogelijkheid de coëfficiënt te variëren met de diepte. Enkele proefberekeningen toonden echter aan dat een aanzienlijke variatie van  $\gamma$  vrijwel geen invloed had op de resultaten. De oorzaak hiervoor is dat, na het berekenen van  $t_{1/2}$  met relatie (3) voor een aantal diepten de prototype-tijden worden bepaald en vervolgens met de kleinste kwadraten methode de lijn (2)

$$h = 10^a + b \sqrt{\log_{10} t}$$

wordt gefit door deze berekende punten

Ten gevolge van deze procedure wordt aan kleine waarden van  $h$  en  $t$  weinig gewicht toegekend, en zijn de coëfficiënten  $a$  en  $b$  hoofdzakelijk bepaald door de diepere ontgrondingen (figuur 13).

Uit berekeningen waarbij niet is uitgegaan van relatie (2) maar van relatie (1) blijkt dat bij kleine aanvangsdiepten en korte voorspellingstijden gecombineerd met een grote  $\gamma$  er aanzienlijke verschillen kunnen optreden met benodigde reductiefactoren bepaald met een "normale"  $\gamma$ .

Uit tabel (3) blijkt dat, afhankelijk van de omstandigheden, de benodigde reductiefactor voor het al dan niet optreden van ontgrondingen zeer verschillend kan zijn. De verschillen treden alleen op bij een korte voorspellingstijd aanzien bij de berekeningsmethode alleen de  $\gamma$  wordt gebruikt die hoort bij de gerelateerde ontgrondingsdiepte en het gereduceerde ontgrondingsverloop niet stapgewijs wordt bepaald.

Gekonkludeerd kan worden dat de koëfficiënt  $\gamma$  bij de nu onderzochte situaties en berekeningsmethode geen duidelijke invloed heeft vanwege de onderzochte periode (tijdsduur in de orde van  $t\frac{1}{2}$ ) en een aanvangsdiepte  $\neq 0$

Opgemerkt wordt dat voor de bouwfases dorpelplaatsing goede gegevens over het verloop van  $\gamma$  bij kleine ontgrondingsdiepten ontbreken. Modeltechnische en financiële overwegingen leidden er tot dusverre toe dat in de beginfase van ontgrondingsproeven geen peilingen zijn uitgevoerd.

#### 4.4 Reduktiefactor

De toegepaste reductiefactoren zijn niet of nauwelijks van invloed op de berekende ontgrondingen. Uit tabel (3) valt af te leiden dat voor het onderhavige onderzoek met de eerder beschreven reductie-methode waarbij  $au = 5$  met een aanvangsdiepte van circa 5 m de benodigde reductie-factor die nodig is om geen ontgrondingen te krijgen circa  $100 \text{ m}^2/\text{dag}$  bedraagt, hetgeen een orde groter is dan de optredende reductiefactor. Een toetsing van de reductiefactoren is derhalve in dit kader niet mogelijk. In een afzonderlijke notitie wordt ingegaan op een alternatieve reductie-methode.

## LITERATUUR

1. Stormvloedkering Oosterschelde, berekening ontgrondingen voor de bouwfases volgens planning 700 D en een variant.  
J. Driegen  
verslag berekeningen, R 2160, juni 1985.
2. Stormvloedkering Oosterschelde, berekening ontgrondingen door middel van schatten van  $\alpha$  met behulp van stroomsnelheidsverdeling  
J. Driegen.  
notitie berekeningen, R 2041, juni 1984
3. Afsluiting Oosterschelde, detailmodel sluitgaten, lengte bodemverdediging geleidelijke sluiting.  
R.A.H. Thabet en J. Driegen  
verslag modelonderzoek, M 1001-IV, november 1984.
4. Stroominformatie t.b.v. de afbouw Stormvloedkering, deel 1.  
Bouwfase snelheden in de as van de kering, planning 700 D  
Bestro-M-84.338

perioden	Hammen										Schaar									
	vloed					eb					vloed			eb						
	$\bar{Q}$	$\sigma$	$\xi$	Q	$\bar{Q}$	$\sigma$	$\xi$	Q	$\bar{Q}$	$\sigma$	$\xi$	$\bar{Q}$	$\sigma$	$\xi$	Q	$\bar{Q}$	$\sigma$	$\xi$	Q	
1 periode 35 dagen	15339	0,189	1,06	16260	13592	0,096	1,01	13728												
5 perioden 7 dagen	16516	0,123	1,02	16846	14177	0,056	1,00	14177												
	14735	0,122	1,02	15030	13264	0,053	1,00	13264												
	16435	0,156	1,01	17092	14223	0,073	1,01	14365												
	11912	0,181	1,05	12508	11906	0,090	1,01	12025												
3 perioden 6,6 en 7 dagen	17579	0,133	1,03	18106	14609	0,056	1,00	14609												
									17221	0,134	1,03	17704	17089	0,085	1,01	17260				
									11593	0,200	1,06	12323	13648	0,092	1,01	13784				
									18308	0,141	1,03	18876	17107	0,070	1,01	17278				

Tabel 1 Toegepaste maatgevende debieten\*

\* behalve Hammen vloed bij 61 perioden van 0,5 dagen

$\bar{Q}$ , Q (m<sup>3</sup>/s)

plaats	Hammen						Schaar										
	vloed			eb			vloed			eb							
	Qo	Qb	RFo	RFb	Qo	Qb	RFo	RFb	Qo	Qb	RFo	RFb	Qo	Qb	RFo	RFb	
m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup> /d	m <sup>2</sup> /d	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup> /d	m <sup>2</sup> /d	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup> /d	m <sup>2</sup> /d	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>2</sup> /d	m <sup>2</sup> /d	m <sup>2</sup> /d	
767	20715	15372	2,1	1,0	17618	15372	2,0	1,0	19190	19286	13,2	13,5	20272	19558	12,6	10,5	
772			3,1	1,5			3,0	1,5			15,6	16,0			12,0	10,0	
776			4,2	2,0			5,9	3,0			15,1	15,5			12,0	10,0	
781			6,2	3,0			7,9	4,0			13,7	14,0			11,4	9,5	
794			8,3	4,0			7,9	4,0			13,2	13,5			11,4	9,5	
799			8,3	4,0			7,9	4,0			13,2	13,5			11,4	9,5	
803			9,4	4,5			7,9	4,0			12,7	13,0			11,4	9,5	
808			9,4	4,5			8,9	4,5							10,8	9,0	
635																	
640																	
644																	
649																	
653																	
658																	
662																	

Qo = debiet kaal sluitgat

Qb = debiet bouwfase

RFo = reductiefactor kaal sluitgat

RFb = reductiefactor bouwfase

Tabel 2 Toegepaste reductiefactoren

voorspellingsperiode			$\gamma$				benodigde reductiefactor voor $h_{ger}=0$		
dagen			1	2	3	4	aanvangsdiepte		
1	10	30					$\pi$		
			$t_{\frac{1}{2}} = 30$ dagen				m <sup>2</sup> /dag	m <sup>2</sup> /dag	m <sup>2</sup> /dag
							$\pi$		
x			x				165	160	140
x				x			80	85	115
x					x		20	40	100
x						x	4	20	100
	x		x				125	125	125
	x			x			100	100	110
	x				x		80	85	110
	x					x	60	70	105
		x	x				120	120	120
		x		x			110	115	120
		x			x		110	110	115
		x				x	110	110	115
$t_{\frac{1}{2}} = 390$ dagen									
x			x				16	15	15
x				x			4	7	12
x					x		<1	2	10
x						x	<1	1	10
	x		x				13	13	13
	x			x			6	6	6
	x				x		1	2,5	8
	x					x	0,5	1,5	7,5
		50	x				12	11	11
		x		x			7	7	8
		x			x		4	4	8
		x				x	2	2,5	8,5
		180	x				10	9,5	9
		x		x			8	8	8,5
		x			x		9	8	9
		x				x	8	8	8,5

$h_{ger}$  = gereduceerde ontgrondingsdiepte  $h_{ong}$  = ongereduceerde ontgrondingsdiepte

$h_{ong}$	$0 - \frac{1}{8} h_o$	$\frac{1}{8} h_o - \frac{2}{8} h_o$	$\frac{2}{8} h_o - \frac{3}{8} h_o$	$\frac{3}{8} h_o - \infty$
$\gamma 1$	0,45	0,45	0,45	0,45
$\gamma 2$	0,55	0,55	0,55	0,55
$\gamma 3$	0,75	0,65	0,55	0,45
$\gamma 4$	1,00	0,75	0,55	0,45

$$h_o = 25 \text{ m}$$

$$\Delta = 1,6$$

$$u_k = 0,5 \text{ m/s}$$

$t_{\frac{1}{2}} = 30$  dagen:  $\alpha = 4$  kenmerkend voor situatie dorpelbalkfront

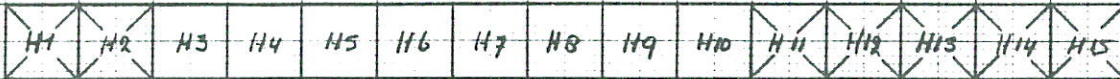
$$u_{max} = 1,25 \text{ m/s}$$

$t_{\frac{1}{2}} = 390$  dagen:  $\alpha = 3$  kenmerkend voor eindfase

$$u_{max} = 1,0 \text{ m/s}$$

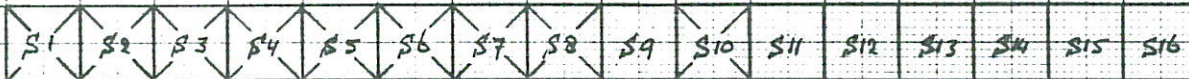
Tabel 3 invloed  $\gamma$

SITUATIE HAMMEN 17-07-85



DATUM VAN PLAATSING	DORPELNUMMER
04-07-'85	H 11
05-07-'85	H 12
09-07-'85	H 13
10-07-'85	H 15
12-07-'85	H 16
16-07-'85	H 1
17-07-'85	H 2

SITUATIE SCHAAR 18-09-85



DATUM VAN PLAATSING	DORPELNUMMER
16-03-'85	S 10
20-08-'85	S 2
22-08-'85	S 3
23-08-'85	S 4
24-08-'85	S 5
27-08-'85	S 1
28-08-'85	S 6
29-08-'85	S 7
30-08-'85	S 8

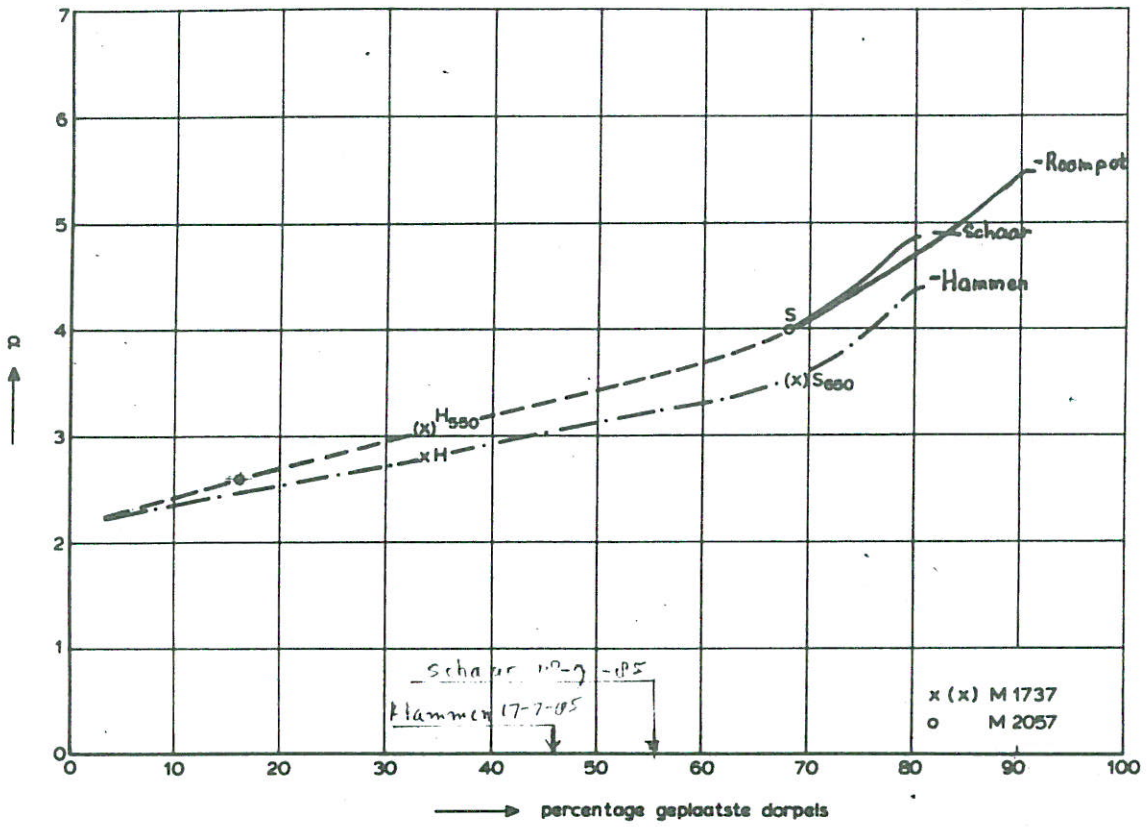
PLAATSINGSCHEMA DORPELBALKEN  
SCHAAR EN HAMMEN

PLANNING 300-9

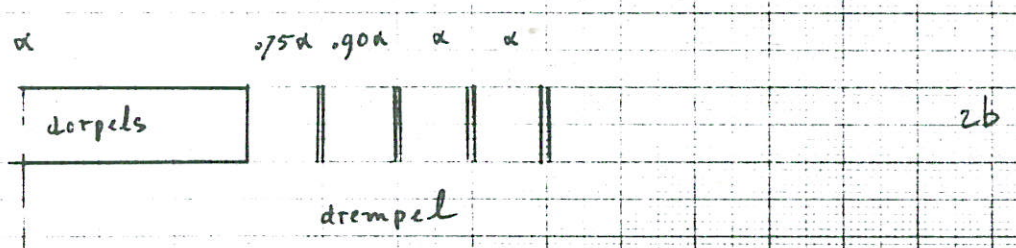
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R2417 FIG 1

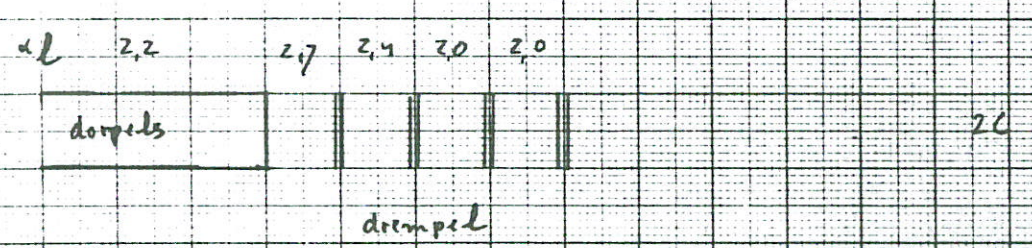




2a

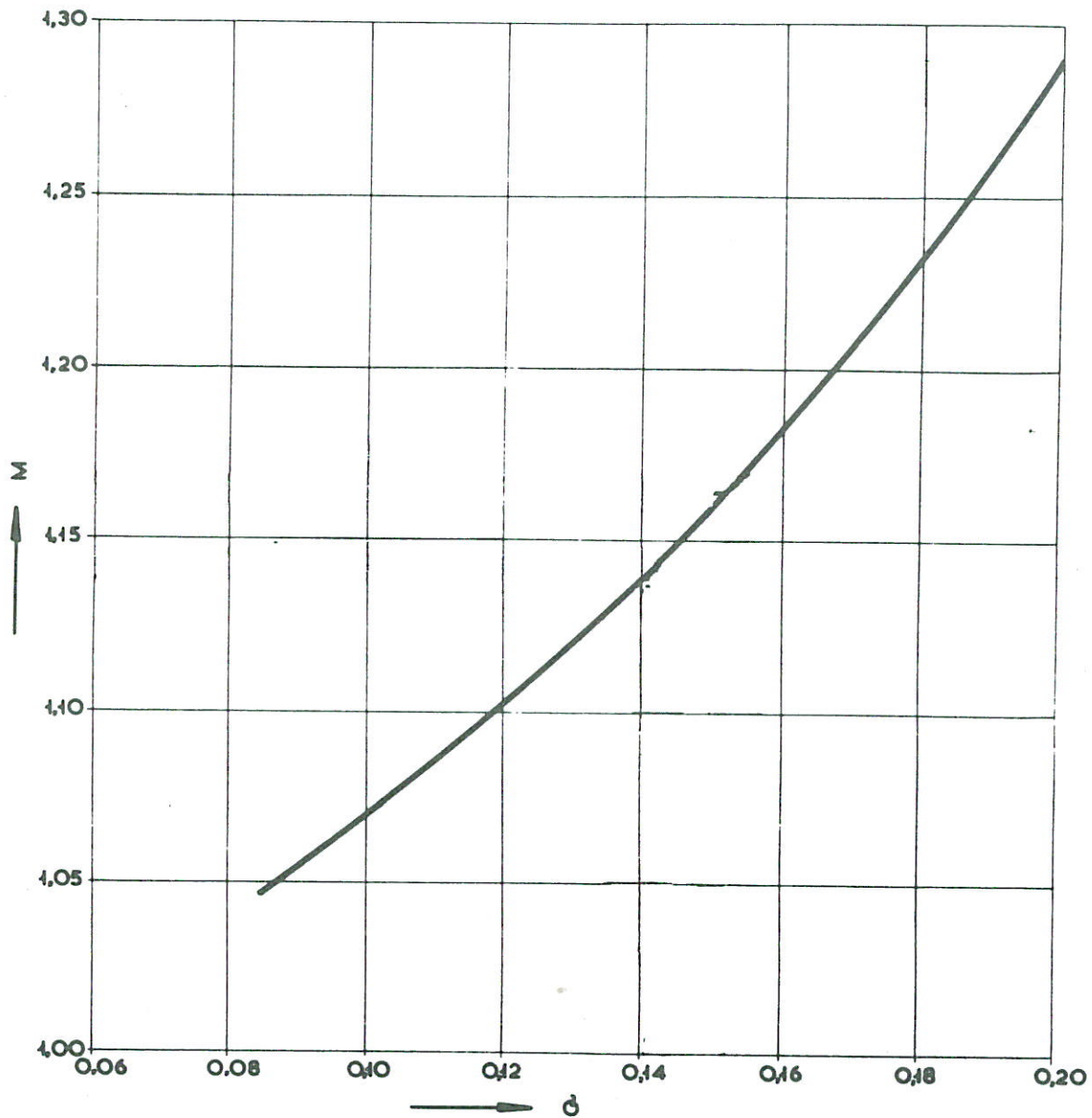


2b



2c

VERDELING  $\alpha$  EN  $\alpha_l$



$$t_1 = t_{1g} / M$$

$t_1$  = karakteristieke tijd voor ontgrondingen, maatgevend getij

$t_{1g}$  = karakteristieke tijd voor ontgrondingen, gemiddeld getij

$\sigma$  = standaardafwijking bij de normale verdeling ( van de tijverschillen )

$$M = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \int_{-3.4\sigma}^{3.4\sigma} (1+x)^{4.3} \cdot e^{-x^2/2\sigma^2} \cdot dx$$

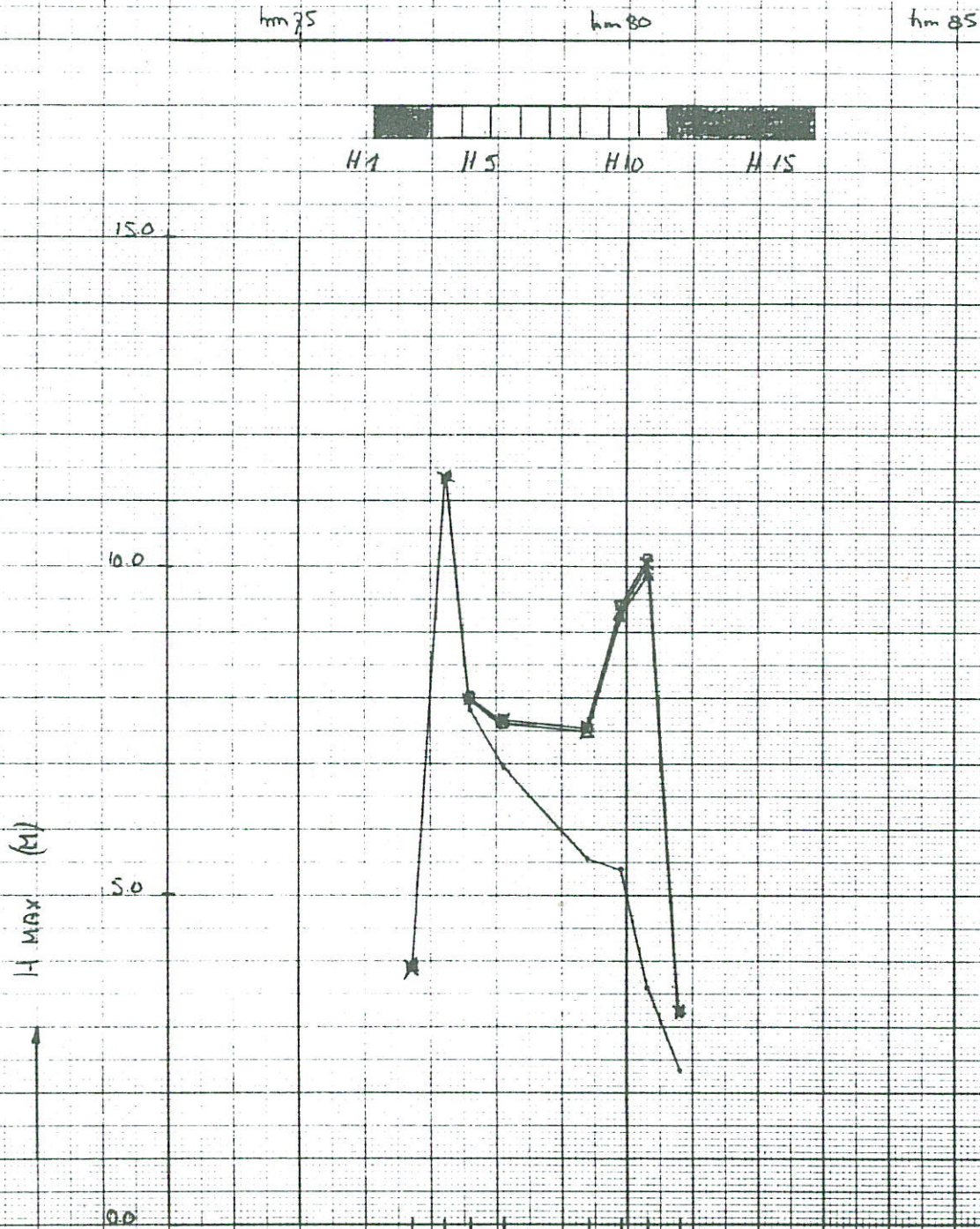
$$\epsilon_m = \text{getijcoëfficiënt maatgevend getij} = M^{1/4.3}$$

GETIJKOEFFICIENT

R2417

Figs

ONGEREDUCEERD



profielnummers

300 200 100 0 100 200 300

*	*	70705	begin ongr.		
*	*	00800	35 dagen in 1 stap	uitgevoerd	T2
*	*	200005	35	5 stappen	T3
*	*	200005	35	67	T1

MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEPTEN BY HAMMEN VLOED  
 VERSCHILLENDE TROSTAPPEN

WATERLOOPKUNDE LABORATORIUM R2417 FIG 4

hm 75

hm 80

hm 85



111

115

110

115

150

100

50

$h_{max}$  (m)

00

profielnummers

767

772

776

781

794

799

803

808

170785 begin ontgr.  
 200885 ber. ontgr.  
 220085 prot ontgr.

40

$\alpha_D$

$\alpha_D$

20

00

profielnummers

767

772

776

781

794

799

803

808

$\alpha_D$

$\frac{u}{L}$

MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEPTEN EN

HAMMEN

VLOED

$\alpha_D, \frac{u}{L}$  - VERDELING

- 2

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

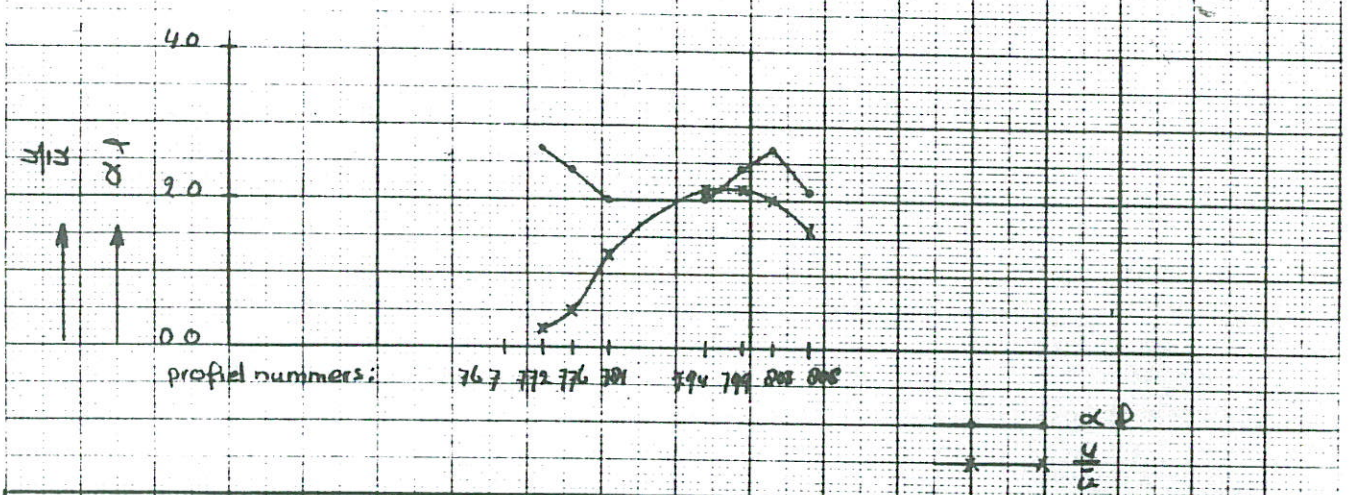
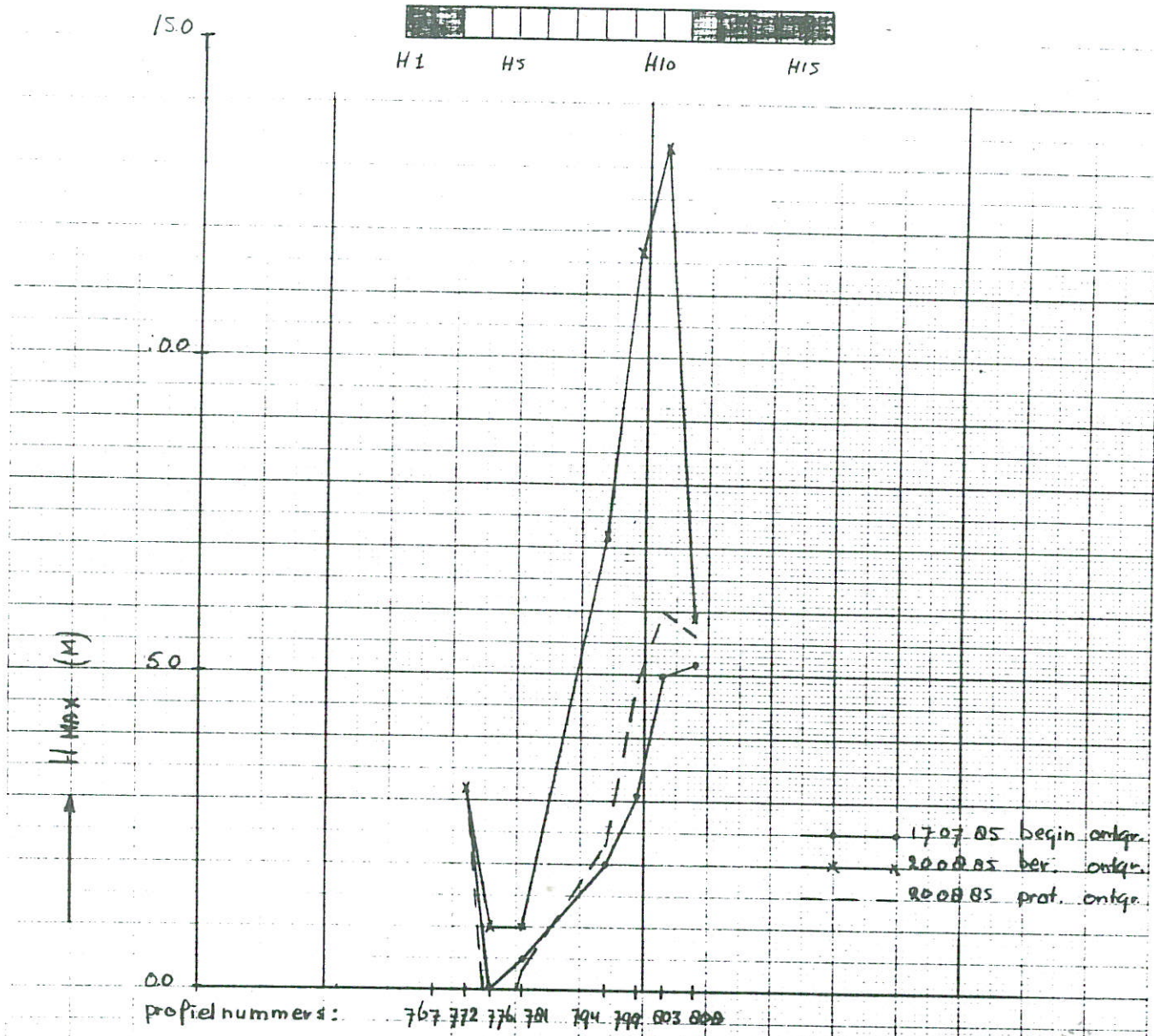
R2417

FIG 5

hm 75

hm 00

hm 05



MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEPTEN	HAMMEN	ES
EN $\alpha_1$ , $\frac{u}{\bar{u}}$ - VERDELING	T2	
WATERLOPKUNDIG LABORATORIUM	R2417	Fig 6

hm 60

hm 65

hm 70



5 1

5 5

5 10

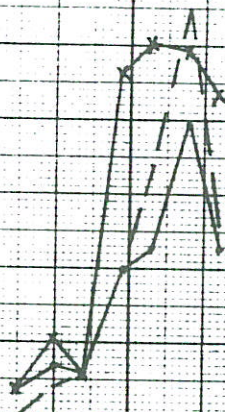
5 15

15.0

10.0

5.0

H Max (M)



300885 begin ontgr.  
 180985 ber. ontgr.  
 170985 prof. ontgr.

0.0

profielnummers:

635 640 645 650 655 660

4.0

3.5

3.0

2.0

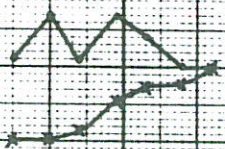
↑

↑

0.0

profielnummers:

635 640 645 650 655 660



3.5  
 3.0  
 2.0

MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEPTEN EN

SCHAAR

VEED

$\alpha_j$ ,  $\bar{u}$  - VERDELING

T 5

WATERLOOPKUNDDIG LABORATORIUM

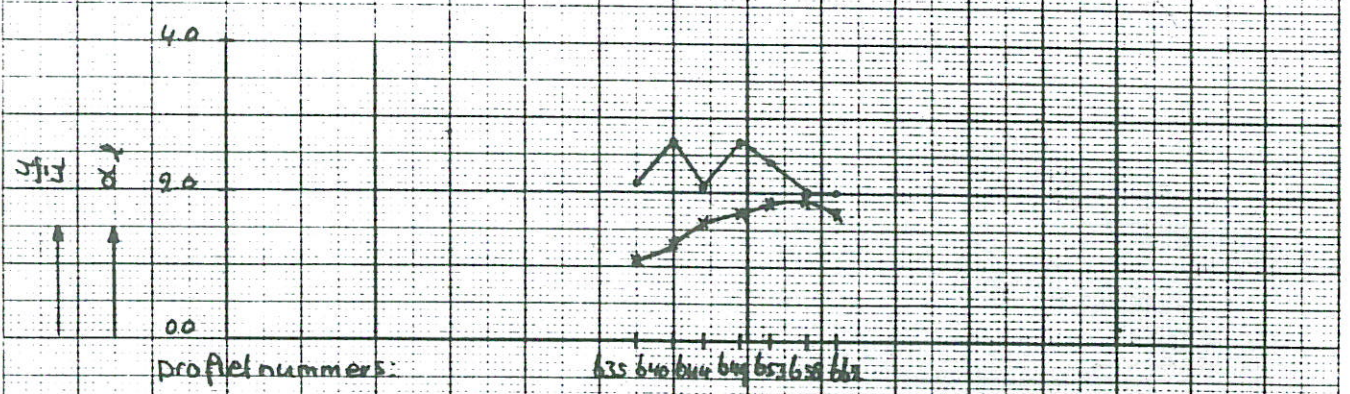
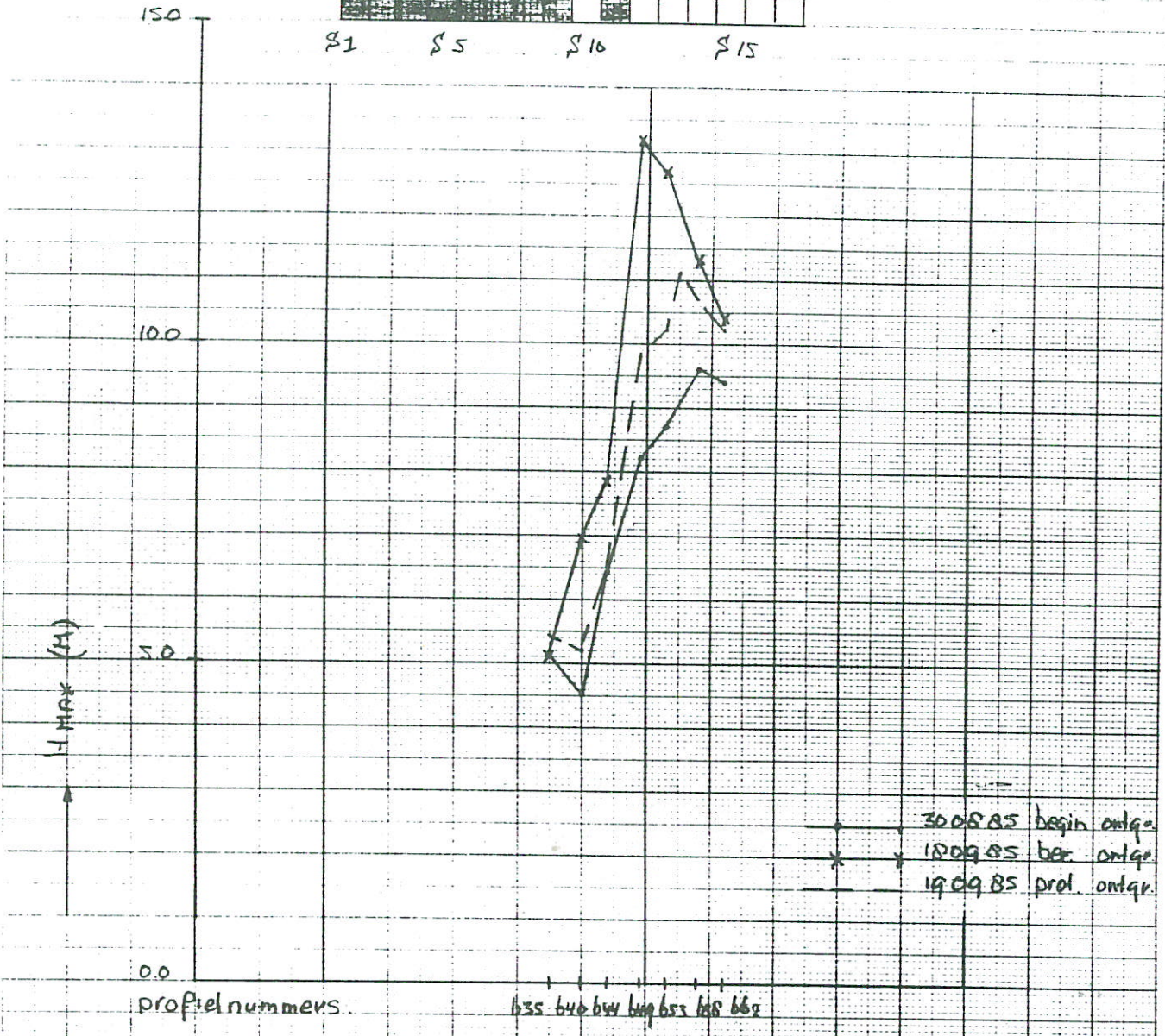
R 2417

FIG 7

hm 60 hm 65 hm 70



§1 §5 §10 §15



MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEDTEN EN  
 $\alpha_p, \frac{u}{u}$  - VERDELING

SCHAAR FB  
 T5

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R2417 FIG 8

hm 75

hm 80

hm 85

15.0

H1

H5

H10

H15

10.0

h<sub>lmax</sub> (M)

5.0

0.0

profielnummers:

767 772 776 781 794 799 803 808

170785 begin ontgr.  
 200885 ber. ontgr.  
 220085 prof. ontgr.

4.0

3.13 x 8

profielnummers

767 772 776 781 794 799 803 808

$\alpha$   
 $\alpha D$   
 $\frac{1}{4}$

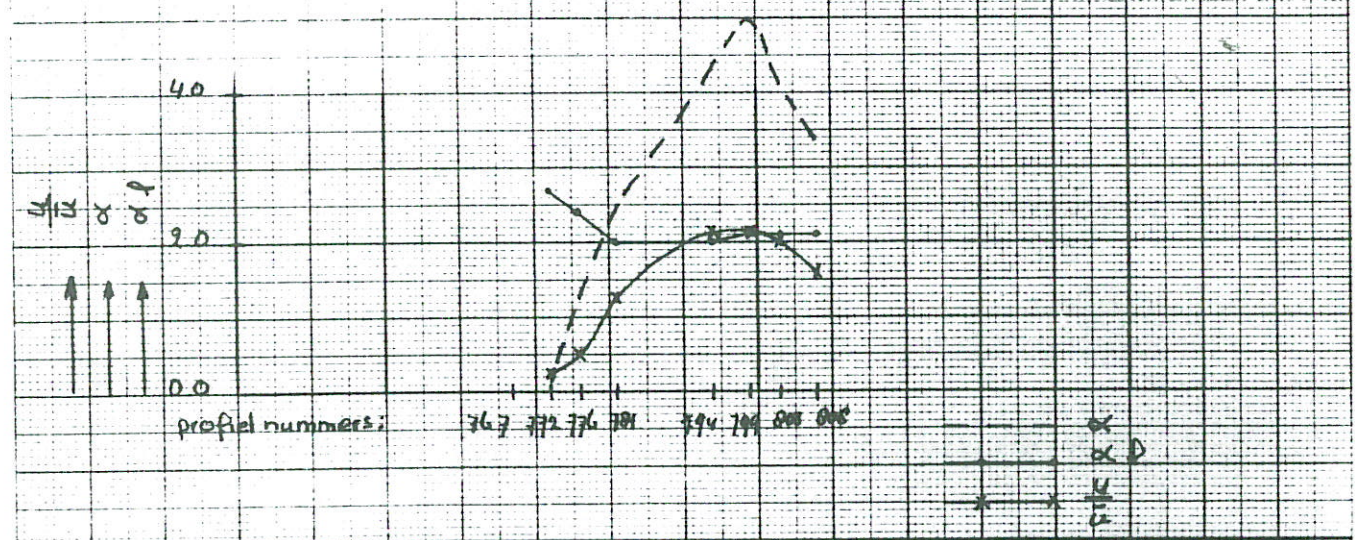
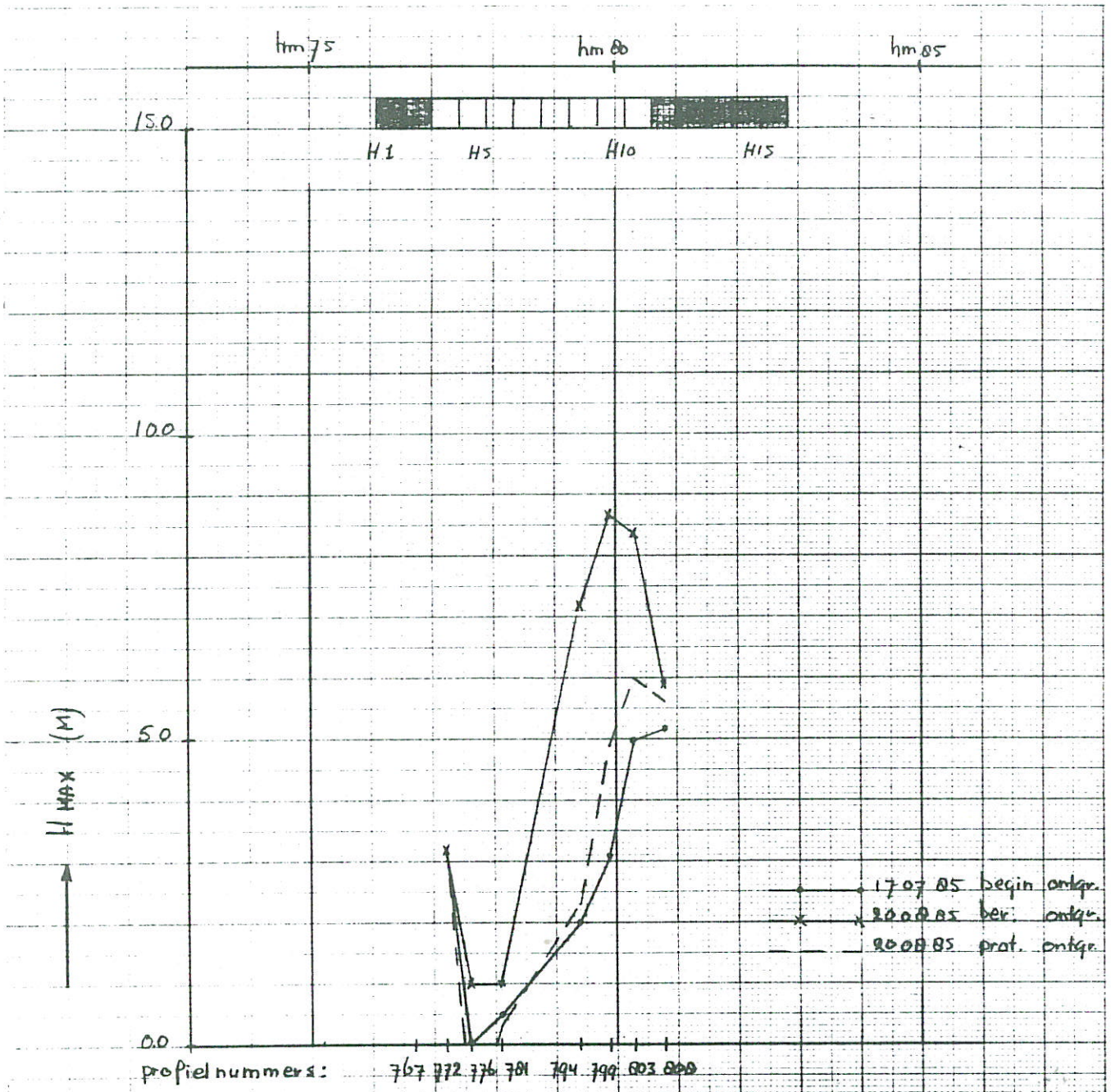
MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEPTEN NA  
 AANPASSING  $\alpha L$

HAMMEN VLOED  
 T 2

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R2417 FIG 9





MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEPTEN  
 NA AANPASSING  $\alpha$

HAMMEN EB  
 T2

WATERLOPKUNDIG LABORATORIUM

R2417 Fig 10

hm 60

hm 65

hm 70

15.0

S 1

S 5

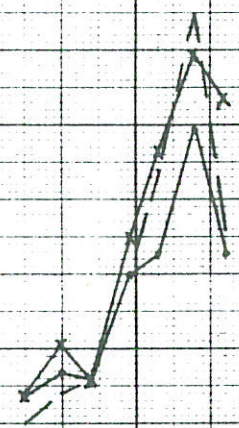
S 10

S 15

10.0

H MAX (M)

5.0



300885 begin ontgr.  
 180985 ber. ontgr.  
 170905 prot. ontgr.

0.0  
profielnummers:

635 640 644 649 653 658 662

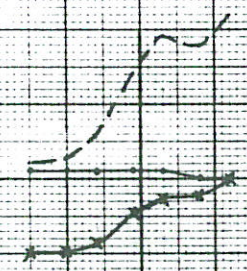
4.0

0.15 0 0 0.0



0.0  
profielnummers:

635 640 644 649 653 658 662



α  
 β  
 γ  
 δ

MAXIMALE ONTGRONDINGS DIEPTEN NA

SCHAAR

VLOED

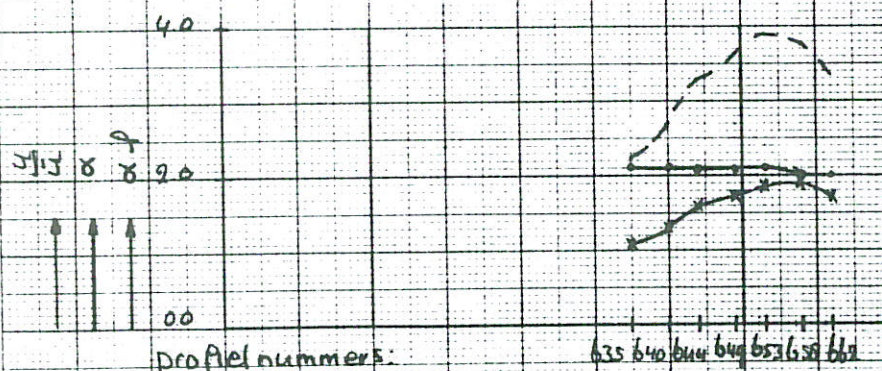
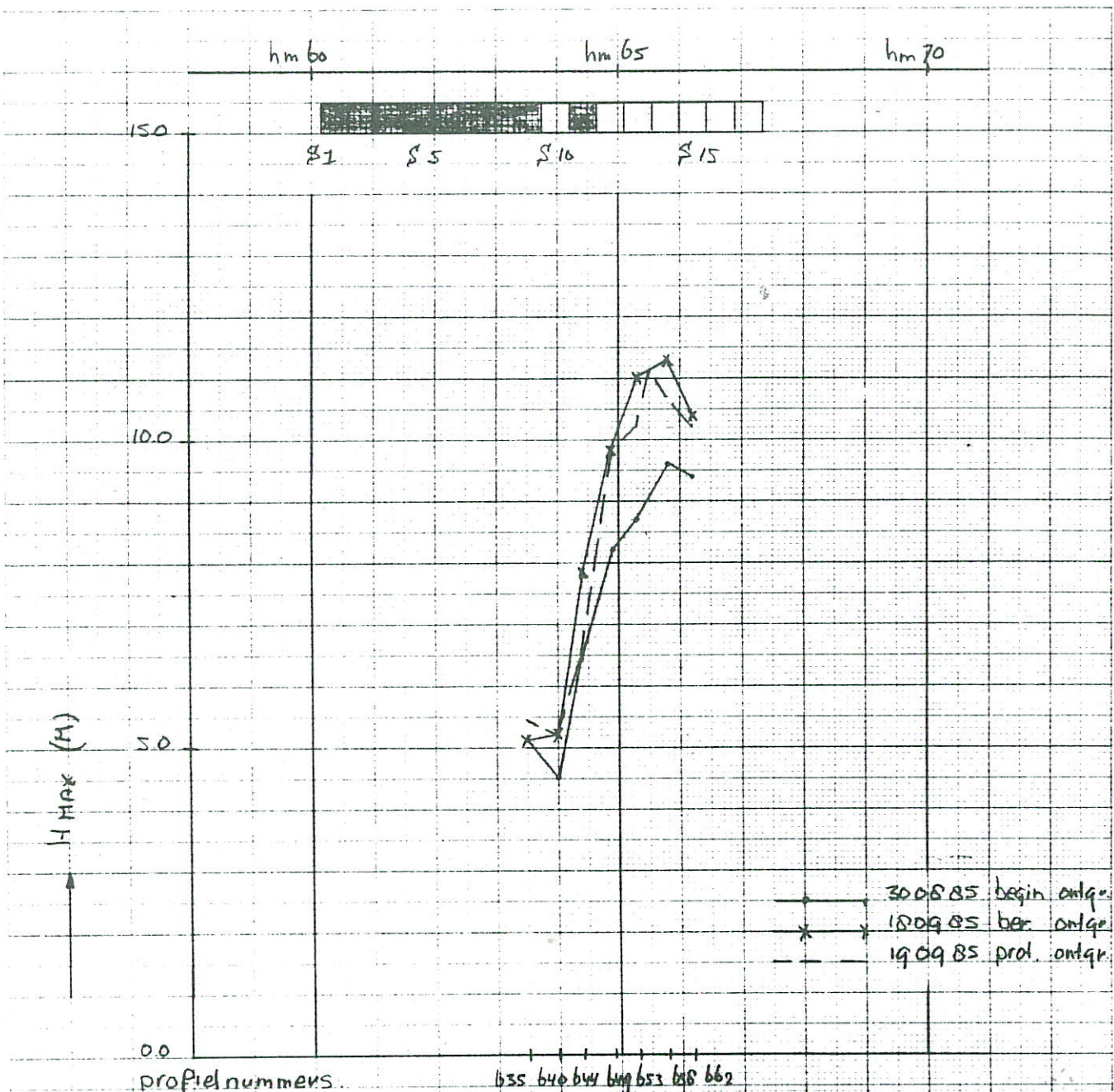
AANPASSING 28

T5

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R2417

FIG 11



MAXIMALE ONTGRONDINGS DIESTEN NA  
AANPASSING KL

SCHAAR EB  
TJ

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

R2417 FIG. 12

