

Hoge veiligheid voor lage landen

Randvoorwaarden ontwerp Pettemer Zeewering

Werkdocument: RIKZ/OS - 94.138x

H.G. Voortman
G.A.M. Vriezekolk

Ministerie van verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee/RIKZ
bibliotheek



Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ
bibliotheek

RIKZ/OS-
94.138X



Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ



RIKZ/OS-94.138X
915

Hoge veiligheid voor lage landen

Randvoorwaarden ontwerp Pettemer Zeewering

H.G. Voortman

G.A.M. Vriezekolk

Projectgroep Fluvius, WW4/CMT4, groep 5

Begeleider: ir. P.H.M. de Lange

Hogeschool Enschede, Sector Techniek

Afdeling Bouw- en Civiele Techniek

Hengelo, juni 1994



Projectgroep Fluvius

Voorwoord

Het vaststellen van ontwerprandvoorwaarden voor een zeewering is de basis voor alle verdere activiteiten in het ontwerpproces. Door projectgroep Fluvius is aan dit aspect dan ook ruimschoots aandacht besteed.

Het ontwerp van zeeweringen is nog steeds volop in ontwikkeling. Ook op het gebied van ontwerprandvoorwaarden komen steeds nieuwe methoden en gegevens beschikbaar. Projectgroep Fluvius heeft getracht daarop in te spelen door steeds gebruik te maken van de meest recente gegevens en rekenmethoden.

Op deze plaats bedanken wij iedereen die aan dit onderdeel heeft meegewerkt. Het zijn ir. H.D. Rakhorst (Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland), ir. J.G. de Ronde (Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee), ir. A.W. Kraak en ir. J.P.F.M. Janssen (beide Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde).

In het bijzonder zijn wij dank verschuldigd aan ir. J.H. Andorka Gal, projectbegeleider golven bij Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee en M. Husken, praktikan van de Hogeschool Enschede. Zij fungeerden voor de projectgroep als eerste aanspreekpunt en hebben daarmee in belangrijke mate bijgedragen aan een goed verloop van het project.

Ten slotte bedanken wij onze begeleider ir. P.H.M. de Lange, docent aan de Hogeschool Enschede, voor de prettige samenwerking binnen dit project.

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Verificatie HISWA-versies	6
2.1 Algemeen	6
2.2 Uitvoering	6
2.3 Resultaten	6
3 Randvoorwaarden volgens de oude methode	8
3.1 Algemeen	8
3.2 Werkwijze	8
3.3 Invoer	9
3.3.1 Oude basispeil	9
3.3.2 Nieuwe basispeil	11
3.4 Resultaten	12
3.5 Conclusies	14
4 Randvoorwaarden volgens de nieuwe methode	15
4.1 Algemeen	15
4.2 Werkwijze	15
4.3 Bepalen van de invoer	16
4.3.1 Waterstand	16
4.3.2 Significante golfhoogte	16
4.3.3 Golfperiode	17
4.3.4 Windsnelheid	17
4.4 Invoer voor het model	17
4.5 Rekenresultaten	19
4.6 Conclusies	21
Literatuur	23

Overzicht bijlagen:

Bijlage 1:	Procentueel verschil HISWA-versies
Bijlage 2:	Pascal programma t.b.v. setup-berekening
Bijlage 3:	Overzicht bodem en golfveld bij nieuw basispeil
Bijlage 4:	HISWA-resultaten op raai 21.00 volgens de oude methode
Bijlage 5:	Resultaten op de teen van de dijk volgens de oude methode
Bijlage 6:	Grafieken t.b.v. het bepalen van de modelinvoer voor de nieuwe methode
Bijlage 7:	HISWA-resultaten op raai 21.00 volgens de nieuwe methode
Bijlage 8:	Resultaten op de teen van de dijk volgens de nieuwe methode

1 Inleiding

In 1995 treedt de Wet op de Waterkering in werking (lit. 1, 11). Deze wet heeft invloed op de ontwikkelingen in het dijkontwerp. Er is onderzoek gaande naar uniforme rekenmethoden voor het ontwerpen en toetsen van waterkeringen. Waterkeringen zijn duinen, dijken en waterkerende kunstwerken.

Ook aan de koppeling tussen randvoorwaarden en dijkontwerp wordt aandacht besteed. In de praktijk blijkt deze koppeling niet optimaal. Dit wordt mede veroorzaakt doordat de verschillende fasen in het ontwerpproces bij verschillende rijkswaterstaatsdiensten is ondergebracht.

Het afstudeerwerk van projectgroep Fluvius heeft te maken met deze ontwikkelingen. De projectgroep doorloopt het hele ontwerpproces van randvoorwaarden tot het maken van een ontwerp. Het afstudeerwerk wordt uitgevoerd in het kader van de Case Studie Petten, een project van Rijkswaterstaat.

Voor het maken van een dijkontwerp is het noodzakelijk te beschikken over golfparameters aan de teen van de dijk. Voorbeelden zijn de significante golfhoogte en de golfperiode. In de praktijk wordt bij het vaststellen van deze parameters gebruik gemaakt van numerieke rekenmodellen. Het maken van modelberekeningen is noodzakelijk in verband met de complexe processen die het karakter van de golven aan de teen van de dijk bepalen. In het kader van het afstudeerwerk van projectgroep Fluvius is onderzoek verricht naar golfrandvoorwaarden aan de teen van de Pettemer zeewering. Hierbij is gebruik gemaakt van het numerieke golvenmodel HISWA.

Het vaststellen van de randvoorwaarden is volgens twee verschillende methoden uitgevoerd. De eerste betreft de methode die tot nu toe in de praktijk gebruikelijk is. Hierbij wordt één extreem veronderstelde wind- en golfrichting in beschouwing genomen. Dit resulteert in één modelberekening. Aan de hand van de rekenresultaten worden de ontwerpcondities vastgesteld. In dit verslag wordt deze werkwijze de *oude methode* genoemd.

Bij de tweede methode zijn de golfrandvoorwaarden vastgesteld aan de hand van modelberekeningen voor vijf verschillende windrichtingen. Elke windrichting is berekend bij een overschrijdingskans van 10^{-2} en 10^{-4} . In totaal zijn dus tien berekeningen gemaakt. Een overschrijdingskans houdt in dat de berekende situaties in dit geval een kans op optreden hebben van respectievelijk 1/100 of 1/10000 per jaar.

De golfrichting is in elke berekening gelijk gesteld aan de windrichting. De ontwerprandvoorwaarden worden bepaald door de modelresultaten op de teen te combineren. Deze methode wordt de *nieuwe methode* genoemd.

In het verdere verloop van het project zijn beide sets randvoorwaarden gebruikt. Zie voor details het rapport "Alternatievenstudie Pettemer zeewering" (lit. 12).

De opbouw van dit verslag is als volgt:

Hoofdstuk 2 behandelt de verificatie van de PC-versie van rekenmodel HISWA. Hierbij zijn rekenresultaten van deze HISWA-versie vergeleken met resultaten van de UNIX-versie.

Hoofdstuk 3 behandelt het vaststellen van de golfrandvoorwaarden op de teen van de Pettemer zeewering zoals is uitgevoerd volgens de oude methode.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het vaststellen van golfrandvoorwaarden volgens de nieuwe methode.

2 Verificatie HISWA-versies

2.1 Algemeen

Voor het uitvoeren van de modelberekeningen is gebruik gemaakt van een PC-versie van HISWA. Alvorens de berekeningen t.b.v. de randvoorwaarden uit te voeren is een berekening gemaakt waarvan de resultaten zijn vergeleken met die van een berekening met de UNIX-versie van HISWA. Dit is gedaan omdat een flink stuk onderzoek wordt uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RWS-RIKZ). Dit instituut maakt gebruik van de UNIX-versie. Om na te gaan of de PC-versie accuraat genoeg is, is de testberekening gemaakt.

De UNIX-versie draait op een HP 9000-870 van RWS-RIKZ. De PC-versie op een Switch 486 DX2 van de Hogeschool Enschede.

2.2 Uitvoering

Voor het vergelijken van de twee versies is de berekening volgens de oude methode met het nieuwe basispeil gebruikt (zie hoofdstuk 3). Deze berekening is met beide versies gemaakt, waarbij uitvoer is gegenereerd op de raaien 21.00 en 22.25 bij Petten (tek. RVW-001, fig. 3.1).

2.3 Resultaten

In de rekenresultaten zijn geen belangrijke verschillen tussen de twee versies geconstateerd. De afwijking van de PC-versie ten opzichte van de UNIX-versie bedraagt op geen enkel punt meer dan eenhonderdste procent (bijlage 1). Dit geldt op beide raaien voor de parameters significante golfhoogte, diepte, golfperiode en golfrichting.

Deze resultaten geven voldoende vertrouwen in de PC-versie om deze ook voor de overige berekeningen te gebruiken.

3 Randvoorwaarden volgens de oude methode

3.1 Algemeen

Golfparameters op diep water zijn voor het interessegebied beschikbaar (lit. 3, 5). Deze parameters zijn echter niet bruikbaar als ontwerprandvoorwaarden voor de Pettemer Zeewering. Een vertaalslag van diep water naar de teen van de dijk is noodzakelijk.

3.2 Werkwijze

Voor het maken van de vertaalslag van diep water naar de teen van de dijk is gebruik gemaakt van het numerieke golvenmodel HISWA. Bij de oude methode wordt uitgegaan van één extreme windrichting met bijbehorende waterstand en golven. De parameters waterstand en golven zijn samengesteld uit bijdragen van een aantal windrichtingen die statistisch zijn opgeteld.

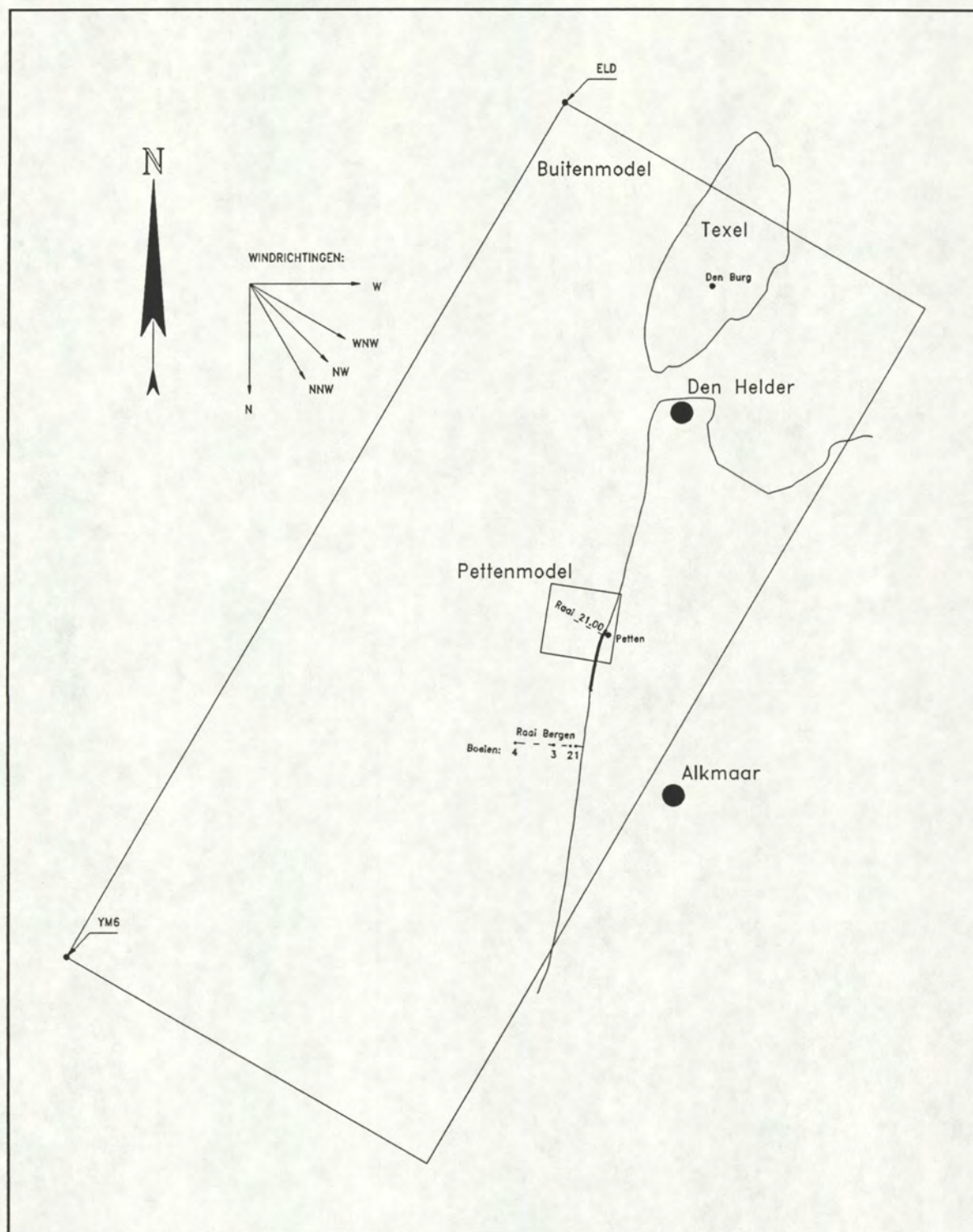
Begin 1994 zijn de basispeilen voor de Nederlandse kuststations gewijzigd (lit. 5). In verband hiermee zijn twee modelberekeningen gemaakt. De eerste berekening is gemaakt met het oude basispeil voor Petten. De tweede berekening is gemaakt met het nieuwe basispeil. In beide gevallen zijn de golfhoogtes en -periodes vastgesteld op basis van de waterstand.

Brekende golven veroorzaken aan de kust een verhoging van de waterstand. Dit verschijnsel wordt setup genoemd. HISWA kan de grootte van deze waterstandsverhoging niet berekenen. Wel is het mogelijk HISWA-resultaten in te voeren in een apart programma om de setup uit te rekenen. Dit programma is in FORTRAN aangeleverd door RWS-RIKZ en door de projectgroep omgezet naar Turbo Pascal 6.0 (bijlage 2). De omzetting is noodzakelijk om het programma op een PC te kunnen gebruiken.

3.3 Invoer

3.3.1 Oude basispeil

Het oude basispeil voor Petten bedraagt 5,00 m⁺ NAP. De significante golfhoogtes bij Eierlandse Gat (ELD) en IJmuiden Munitiestortplaats (YM6) bedragen bij deze waterstand respectievelijk 9,10 m en 8,10 m.



Figuur 3.1: Overzicht rekenroosters en invoerpunten

De golfhoogtes zijn bepaald op basis van de golfhoogte-waterstandsrelaties van ir.

Bruinsma (lit. 3), verder Bruinsma-grafiek genoemd. De bijbehorende periodes (T_{m01}) zijn bepaald volgens de relaties die gevonden werden door het Waterloopkundig Laboratorium "De Voorst" (lit. 3).

Deze relaties zijn als volgt:

Voor ELD: $T_{m01} = 3,6\sqrt{H_s}$

Voor YM6: $T_{m01} = 3,5\sqrt{H_s}$

De gevonden periodes (T_{m01}) bedragen 10,0 s voor YM6 en 10,9 s voor ELD. De windrichting is 315 °N (NW), wat overeen komt met -45 ° in HISWA. De golfrichting is gelijk gesteld aan de windrichting. De windsnelheid bedraagt 35 m/s. De richtings spreiding in het golfveld is volgens een $\cos^4\theta$ -verdeling. Bovenstaande invoerparameters zijn afkomstig uit de gevoeligheidsstudie met HISWA uitgevoerd door WL "De Voorst" (lit. 3).

3.3.2 Nieuwe basispeil

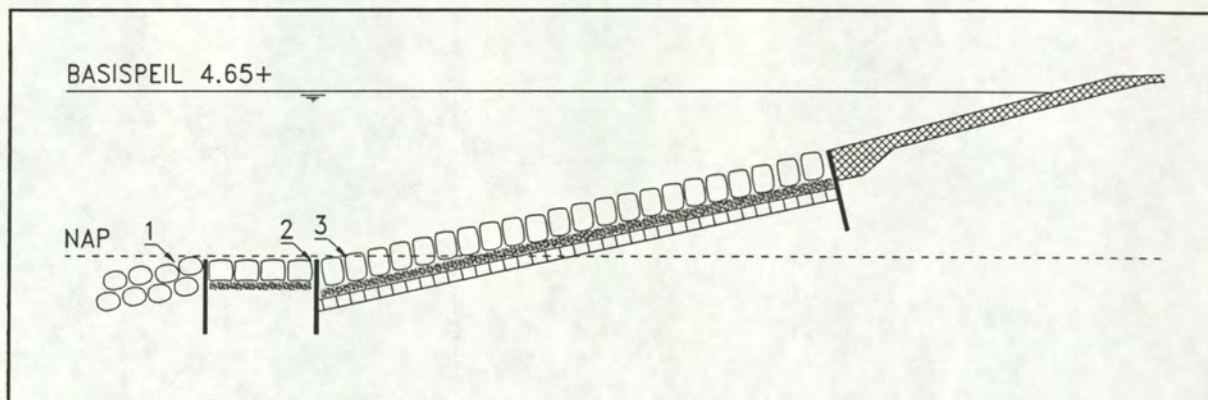
Het nieuwe basispeil voor Petten bedraagt 4,65 m⁺ NAP (lit. 5). De golfhoogtes en periodes worden op dezelfde wijze vastgesteld als bij het oude basispeil. Dit resulteert in een golfhoogte van 8,90 m bij ELD en een golfhoogte van 7,80 m bij YM6. De bijbehorende periodes bedragen respectievelijk 10,7 s en 9,8 s. De overige condities zijn gelijk aan die bij het oude basispeil.

De invoer voor de berekeningen volgens de oude methode staat samengevat in de tabel. Oude methode, overschrijdingskans 10^{-4} (invoer):

Station	Parameter	Basispeil	
		Oud	Nieuw
ELD en YM6	Waterstand [m ⁺ NAP]	5,00	4,65
ELD	H _s [m]	9,10	8,90
ELD	Tm01 [s]	10,9	10,7
YM6	H _s [m]	8,10	7,80
YM6	Tm01 [s]	10,0	9,8
ELD en YM6	Windsnelheid [m/s]	35	35
ELD en YM6	Windrichting [°N]	315	315
ELD en YM6	Golfrichting [°N]	315	315
ELD en YM6	Richtingsspreiding [cos ² θ]	x=4	x=4

3.4 Resultaten

Een overzicht van de bodem en het golfveld is opgenomen in bijlage 3. De uitvoer over raai 21.00 in bijlage 4. De resultaten van de HISWA-berekeningen worden besproken aan de hand van punt twee op de teen van de Pettemer zeewering. Dit punt is het snijpunt van raai 21.00 met de 0,10 m⁺ NAP-contour (fig. 3.2). De resultaten op de teen zijn opgenomen in bijlage 5.



Figuur 3.2: Teen van de dijk

De rekenresultaten staan samengevat in onderstaande tabel. Deze waarden gelden bij een overschrijdingskans van 10^{-4} per jaar.

Oude basispeil (uitvoer):

Parameter	Waarde
Diepte t.o.v. waterspiegel [m]	5,10
H_s [m]	3,46
T_{m01} [s]	10,73
Setup [m]	0,162
Golfrichting [$^{\circ}$ t.o.v. positieve x-as]	-31,17
Golfrichting [$^{\circ}$ N]	301,17

Nieuwe basispeil (uitvoer):

Parameter	Waarde
Diepte t.o.v. waterspiegel [m]	4,75
H_s [m]	3,25
T_{m01} [s]	10,55
Setup [m]	0,169
Golfrichting [$^{\circ}$ t.o.v. positieve x-as]	-31,23
Golfrichting [$^{\circ}$ N]	301,23

3.5 Conclusies

De gewijzigde basispeilen resulteren in een verlaging van de golfhoogtes en waterpeilen voor de Pettemer zeewering. De golfhoogte neemt op de teen af van 3,46 m naar 3,25 m. Deze verlaging wordt vooral veroorzaakt door de lagere golfhoogte op diep water. Van een toegenomen dissipatie door de lagere waterstand is nauwelijks sprake. Dit blijkt uit het verloop van de golfhoogte op raai 21.00. Gemiddeld is de golfhoogte bij het nieuwe basispeil 0,16 m lager.

De periode verandert niet in de modelberekening. De kortere periode op de teen bij het nieuwe basispeil is te wijten aan de lagere ingevoerde golven. De periode is berekend op basis van deze hoogte en is daarom lager.

De setup op de teen van de dijk neemt bij het nieuwe basispeil iets toe ten opzichte van het oude basispeil. Dit komt doordat setup veroorzaakt wordt door een netto impulsoverdracht die bij brekende golven voorkomt. Bij afnemende diepte neemt het percentage brekende golven, en daarmee de setup, toe.

4 Randvoorwaarden volgens de nieuwe methode

4.1 Algemeen

Het nadeel van het statistisch optellen van parameters op diep water is dat informatie per windrichting op de teen van de dijk niet beschikbaar is. Bovendien veronderstelt de projectgroep dat het te vroeg samenstellen van parameters resulteert in een overschatting van de randvoorwaarden op de teen van de dijk. Het resultaat hiervan is een overmaat aan veiligheid in het dijkprofiel. Economisch gezien is het van belang scherper naar de kruinhoogte toe te kunnen rekenen.

Ook bij het berekenen van elke windrichting afzonderlijk blijft de vertaalslag van diep naar ondiep water met een model noodzakelijk.

4.2 Werkwijze

Dit onderdeel van het vaststellen van de randvoorwaarden betreft een experiment, waarbij de invoer voor het model per windrichting wordt vastgesteld. De bij de waterstand behorende significante golfhoogtes worden eveneens afzonderlijk vastgesteld. De vertaalslag met het model wordt per windrichting gemaakt. Het resultaat van deze werkwijze is dat de verdeling van golfhoogte en waterstand naar de windrichting op de teen van de dijk bekend is. Vervolgens kunnen deze parameters gebruikt worden voor het bepalen van de kruinhoogte. De verwachting van de projectgroep is dat op deze wijze "scherper" naar de kruinhoogte toegerekend kan worden, met andere woorden: de overmaat aan veiligheid kan afnemen. Hierdoor wordt het mogelijk zeeweringen economischer te ontwerpen.

Om op de teen van de dijk overschrijdingslijnen te kunnen vaststellen is het noodzakelijk de berekeningen voor ten minste twee overschrijdingskansen te maken. Gekozen is voor de kansen 10^{-2} per jaar en 10^{-4} per jaar. Er wordt verondersteld dat de overschrijdingslijnen op logaritmische schaal rechte lijnen vormen.

4.3 Bepalen van de invoer

4.3.1 Waterstand

De maatgevende waterstand wordt bepaald aan de hand van het rapport "De basispeilen langs de Nederlandse Kust" (lit. 5). Hierin staat voor verschillende overschrijdingskansen voor (o.a) het station Petten-zuid de bijbehorende waterstand. In deze waterstand is de bijdrage van alle windrichtingen verwerkt door middel van een statistische optelling. Deze waterstand wordt verder *totale waterstand* genoemd.

De verdeling van de waterstand naar de windrichting is voor Petten niet bekend. Wel bekend is de verdeling voor Hoek van Holland (lit. 6). De waterstandsverdeling bij Petten wordt nu bepaald door de verdeling van Hoek van Holland om te zetten naar een verdeling voor Petten.

De werkwijze is als volgt (bijlage 6):

- Het basispeil voor Petten bedraagt $4,65 \text{ m}^+ \text{ NAP}$. Voor Hoek van Holland $5,15 \text{ m}^+ \text{ NAP}$. Deze waarden gelden bij een overschrijdingskans van 10^{-4} per jaar.
- Het procentuele verschil tussen de totaallijn voor Hoek van Holland en die voor Petten wordt bepaald. Met dit verschil worden de overige lijnen van Hoek van Holland verlaagd. Deze lijnen worden dan beschouwd als overschrijdingslijnen voor Petten. De gevonden waarden worden uitgezet op half-logaritmisch-papier. Door de kansen op te tellen (horizontaal) worden de uitkomsten gecontroleerd en zo nodig gecorrigeerd.

4.3.2 Significante golfhoogte

Uit de Bruinsma-grafiek (lit. 3) kunnen de significante golfhoogtes worden bepaald voor de totale waterstand. In dit geval wordt dat gedaan voor de stations YM6 en ELD. De waarden worden gemiddeld. De gemiddelde golfhoogte wordt beschouwd als de golfhoogte op diep water bij Petten. Deze waarde wordt uitgezet op half-logaritmisch-papier.

De verdeling van de significante golfhoogte naar de windrichting is voor Petten niet bekend. In dit geval is de golfstatistiek van meetpunt Europlatform gebruikt (lit. 8, 9). De werkwijze is analoog aan die bij de waterstand (bijlage 6).

Nu is de significante golfhoogte per windrichting voor de kust van Petten bekend. Voor gebruik in het model moet deze golfhoogte weer worden opgesplitst in één voor ELD en één voor YM6. Hiertoe wordt bij de twee overschrijdingskansen het procentuele verschil bepaald van de totale golfhoogte tussen ELD en Petten en tussen YM6 en Petten. Dit gebeurt aan de hand van de Bruinsma-grafiek. De gevonden bandbreedte wordt verondersteld te gelden voor alle richtingen bij een bepaalde overschrijdingskans. Met behulp van deze band kan de golfhoogte voor ELD en YM6 afgeleid worden uit die voor Petten.

4.3.3 Golfperiode

De golfperiode T_{m01} is bepaald met behulp van de relaties tussen T_{m01} en H_s die zijn gevonden door WL "de Voorst" (zie § 3.3.1).

4.3.4 Windsnelheid

Voor heel Nederland is de windsnelheid met een overschrijdingskans van 10^{-4} bekend (totale windsnelheid, lit. 7). Deze is voor Hoek van Holland 32 m/s. Voor Petten 35 m/s.

De verdeling naar de richting is alleen bekend voor Hoek van Holland. De verdeling voor Petten wordt nu gevonden door de windsnelheden van Hoek van Holland te vermenigvuldigen met een factor 35/32.

4.4 Invoer voor het model

De gevonden invoer voor het HISWA-model is samengevat in onderstaande tabellen. Richting totaal betreft de berekening met de totaal-parameters. Deze waarden komen, voor de overschrijdingskansen 10^{-4} , overeen met de berekening volgens de oude methode met

nieuw basispeil.

Overschrijdingskans 10^{-2} per jaar (invoer):

Station	Parameter	Windrichting [°N]					
		totaal (=315)	360	330	315	300	270
ELD en YM6	Waterstand [m ⁺ NAP]	3,41	2,22	2,75	3,20	3,1	2,90
ELD	H _s [m]	7,75	6,41	7,67	7,25	7,29	7,27
ELD	Tm01 [s]	10,0	9,1	10,0	9,7	9,7	9,7
YM6	H _s [m]	6,80	5,63	6,73	6,40	6,39	6,37
YM6	Tm01 [s]	9,1	8,3	9,1	8,9	8,9	8,8
ELD en YM6	Windsnelheid [m/s]	24,0	14,5	18,9	21,9	23,4	24,0
ELD en YM6	Golfrichting [°N]	315	360	330	315	300	270
ELD en YM6	Richtings-spreiding [cos ² θ]	x=4	x=4	x=4	x=4	x=4	x=4

Overschrijdingskans 10^{-4} per jaar (invoer):

Station	Parameter	Windrichting [°N]					
		totaal (=315)	360	330	315	300	270
ELD en YM6	Waterstand [m ⁺ NAP]	4,65	2,9	3,8	4,5	4,3	3,9
ELD	H _s [m]	8,9	8	8,8	8,7	8,6	8,4
ELD	Tm01 [s]	10,7	10	11	11	11	11
YM6	H _s [m]	7,8	7	7,7	7,5	7,5	7,4
YM6	Tm01 [s]	9,8	9,3	9,6	9,6	9,7	9,5
ELD en YM6	Windsnel- heid [m/s]	35	21	27	35	33	35
ELD en YM6	Golfrich- ting [°N]	315	360	330	315	300	270
ELD en YM6	Richtings- spreiding [cos ^x θ]	x=4	x=4	x=4	x=4	x=4	x=4

4.5 Rekenresultaten

Het verloop van de golfhoogte op raai 21.00 is gegeven in bijlage 7. Een overzicht van de rekenresultaten op de teen voor de verschillende richtingen is gegeven in de tabellen. Zie ook bijlage 8.

Overschrijdingskans 10^{-2} per jaar (uitvoer):

Parameter	Windrichting [°N]					
	tot (=315)	360	330	315	300	270
Windsnelheid [m/s]	24,0	14,5	18,9	21,9	23,4	24,0
Waterstand [m ⁺ NAP]	3,41	2,22	2,75	3,20	3,08	2,90
Setup [m]	0,19	0,16	0,2	0,19	0,21	0,23
H _s [m]	2,50	1,75	2,13	2,36	2,28	2,15
Tm01 [s]	9,77	8,9	9,73	9,50	9,47	9,38
Golfrichting [°N]	301,6	311,2	305,2	301,7	297,6	289,6

Overschrijdingskans 10^{-4} per jaar (uitvoer):

Parameter	Windrichting [°N]					
	totaal (=315)	360	330	315	300	270
Windsnel- heid [m/s]	35	21,2	26,7	35,4	32,8	35
Water- stand [m ⁺ NAP]	4,65	2,89	3,79	4,54	4,29	3,85
Setup [m]	0,17	0,18	0,18	0,17	0,19	0,22
H _s [m]	3,25	2,23	2,77	3,18	3,04	2,74
Tm01 [s]	10,6	10	10,3	10,4	10,4	10,2
Golfrich- ting [°N]	301,2	311	305	301	297	289

Deze parameters kunnen niet zonder meer samengesteld worden tot totaallijnen. Wel is het mogelijk per windrichting overslagdebiëten, kruinhoogtes en oploophniveaus te bepalen. Deze parameters kunnen wel samengesteld worden.

De berekening van overschrijdingslijnen voor kruinhoogte en dergelijke valt buiten het bestek van dit onderdeel. Het wordt behandeld in het verslag "Alternatieven-studie Pettemer zeewering" (lit. 12).

4.6 Conclusies

Windrichting noord-west levert de meest extreme golfhoogtes op aan de teen van de Pettemer Zeewering. De golfhoogte bedraagt voor de 10^{-2} situatie 2,36 m en voor de 10^{-4}

situatie 3,18 m. De golfhoogtes voor de totale windrichting bedragen 2,36 m en 3,25 m. De situatie met noordwesten wind benadert voor de golfhoogte het dichtst de maatgevende situatie.

Voor de setup is westen wind maatgevend. Aangezien setup toeneemt bij afnemende waterdiepte, is de setup bij westen wind zelfs hoger dan voor de berekening met totaalparameters. Voor de 10^{-2} situatie geldt een setup van 0,233 m voor west en 0,193 voor totaal. Voor de 10^{-4} situatie geldt 0,219 m voor west en 0,169 voor totaal.

De setup veroorzaakt door noorden wind gedraagt zich anders dan de andere windrichtingen. Hier is de setup voor de 10^{-4} situatie hoger dan voor de 10^{-2} situatie.

Literatuur

- 1) de Ronde J.G.
Projectplan HYDRA, Den Haag 1992, Dienst Getijdewateren
- 2) Andorka Gal J.H., Husken M.
Case studie Petten, Den Haag 1994, Rijksinstituut voor Kust en Zee
- 3) Booij N., Dekker J., Eldeberky Y.
Wave conditions along the Dutch coast; report H1355, 1993, Delft Hydraulics
- 4) Booij N., Holthuijsen L.H.
User manual for the program HISWA, Delft 1992, Delft University of Technology
- 5) Philippart M.E., Pwa S.T., Dillingh D.
De basispeilen langs de Nederlandse kust, De ruimtelijke verdeling van de basis- en ontwerppeilen (interimrapportage); rapport RIKZ/94-025, Den Haag 1993, Rijksinstituut voor kust en Zee
- 6) de Ronde J.G.
Windrichtingafhankelijke waterstand- en windsnelheidsstatistiek; nota GWA0-86.005, Den Haag 1986, Dienst Getijdewateren
- 7) de Ronde J.G. van Urk A.
Extreme windsnelheden langs de kust en in de estuaria, rapport RIKZ/OS-94.101x, Den Haag 1994, Rijksinstituut voor Kust en Zee
- 8) de Valk C.F, Otta A.K.
Robust estimation of exceedance frequencies of significant wave height; report H1817, 1993, Delft Hydraulics

- 9) de Valk C.F,
Selection of storm events and estimation of exceedance frequencies of significant wave height for five North Sea locations; report H1931, 1994, Delft Hydraulics
- 10) Groen P., Dorrestein R.
Zeegolven, Den Haag 1976
- 11) Voortman H.G., Vriezolk G.A.M.
Hoge veiligheid voor lage landen, vooronderzoek Hondsbosse zeewering, Hengelo 1994, Projectgroep Fluvius
- 12) Brussee W.J., Meijling A.L., Voortman H.G., Vriezolk G.A.M.
Hoge veiligheid voor lage landen, Alternatievenstudie Pettemer Zeewering; Hengelo 1994, Projectgroep Fluvius

Bijlage 1

Procentueel verschil HISWA-versies

Bijlage 2

Pascal programma t.b.v. setup-berekening


```
{ $A+,B+,D+,E+,F-,G-,I+,L+,N-,O-,R-,S+,V+,X- }
{ $M 16384,0,655360 }
```

```
program setup;
uses crt,util;
const grav :real = 9.81;
```

```
var fin,fout                                :text;
    x1,dep1,hs1,fx1,setup1,r1,             :real;
    x2,dep2,hs2,fx2,setup2                 :boolean;
    dry                                     :word;
    dummy,i
```

```
procedure leesfile(var v1,v2,v3,v4 :real);
const pos :array[1..8] of byte = (1,13,15,12,28,12,41,12);
var leesregel,xpstr,depstr,hsstr,forcestr :string;
```

```
begin
  { $I- } readln(fin,leesregel); { $I+ }
  iocontrole(0);
  val(copy(leesregel,pos[1],pos[2]),v1,dummy);
  if dummy <> 0 then v1 := 0;

  val(copy(leesregel,pos[3],pos[4]),v2,dummy);
  if dummy <> 0 then v2 := 0;

  val(copy(leesregel,pos[5],pos[6]),v3,dummy);
  if dummy <> 0 then v3 := 0;

  val(copy(leesregel,pos[7],pos[8]),v4,dummy);
  if dummy <> 0 then v4 := 0;
end;
```

```
procedure puntcomma(var reeks :string);
var teller :byte;
begin
  for teller := 1 to length(reeks) do
    if reeks[teller] = '.' then
      reeks[teller] := ',';
end;
```

```
procedure schrijffile(v1,v2,v3,v4,v5 :real);
var schrijfregel,v1str,v2str,v3str,v4str,v5str :string;
```

```
begin
  str(v1:9:2,v1str); puntcomma(v1str);
  str(v2:9:2,v2str); puntcomma(v2str);
  str(v3:9:2,v3str); puntcomma(v3str);
  str(v4:9:5,v4str); puntcomma(v4str);
  str(v5:9:3,v5str); puntcomma(v5str);
  schrijfregel := v1str+' '+v2str+' '+v3str+' '+v4str+' '+v5str;
  { $I- } writeln(fout,schrijfregel); { $I+ }
  iocontrole(0);
end;
```



```

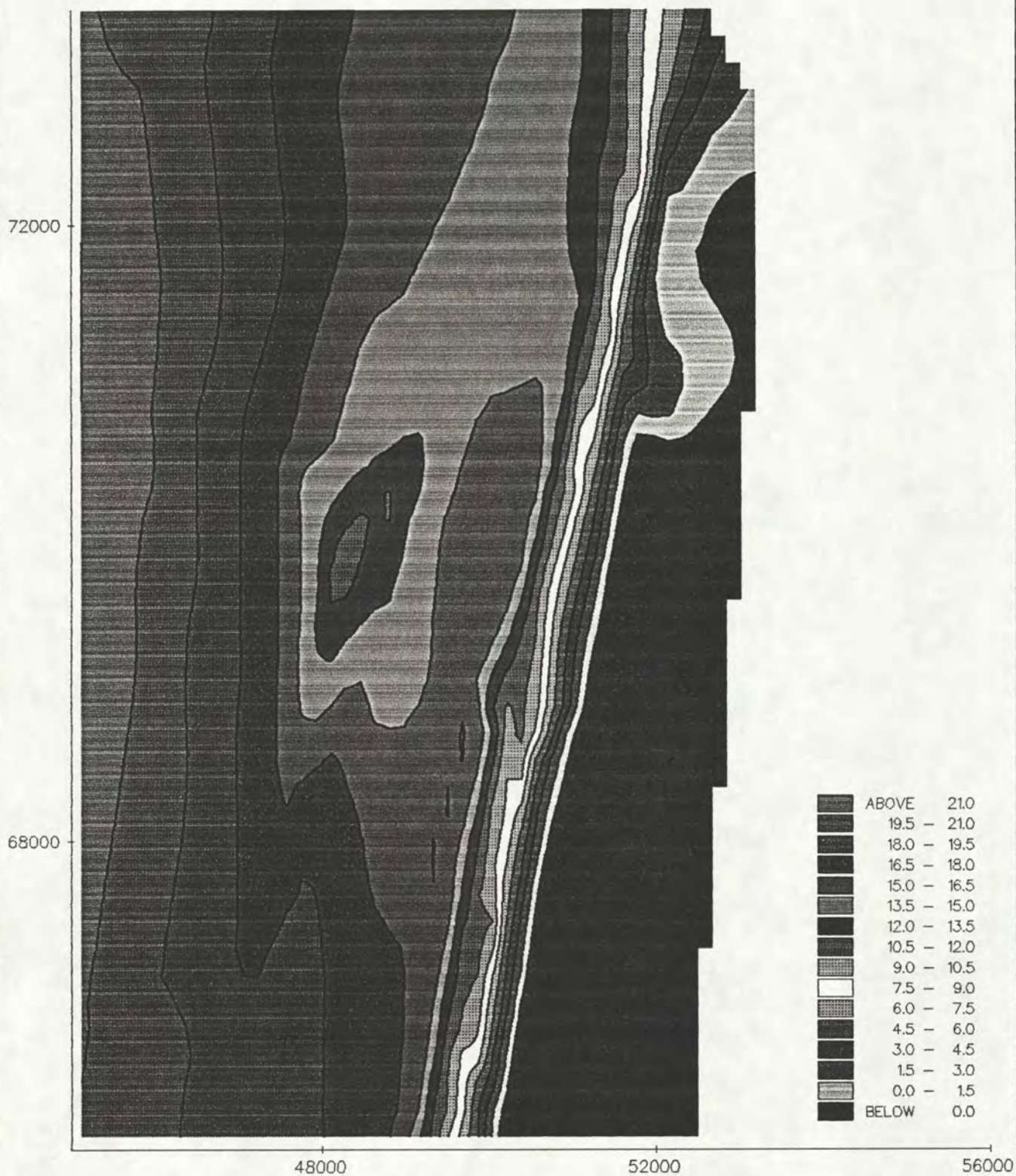
begin
  if paramcount <> 2 then
    begin
      writeln('Gebruik van SETUP:');
      writeln('SETUP <invoerfile> <uitvoerfile>');
      writeln;
      halt;
    end;
  writeln('Bewerking van: ',paramstr(1));
  assign(fin,paramstr(1));
  assign(fout,paramstr(2));

  dry := false;
  setup2 := 0;
  {$I-} reset(fin); {$I+}
  iocontrole(0);
  {$I-} reset(fout); {$I+}
  if ioresult=0 then
    begin
      writeln('De file ',paramstr(2),' bestaat al!');
      writeln;
      halt(1);
    end;
  {$I-} rewrite(fout); {$I+}
  iocontrole(0);
  i := 0;
  while not eof(fin) and not dry do
    begin
      inc(i);
      leesfile(x2,dep2,hs2,fx2);
      if dep2 <= 0 then
        begin
          dry := true;
          r1 := dep1/(dep1-dep2);
          x2 := x1 + r1*(x2-x1);
          fx2 := 0;
          dep2 := 0;
        end;
      if i > 1 then
        setup2 := setup1 + (x2-x1)*(fx1+fx2)/(1025*grav*(dep1+dep2));
      if i = 1 then
        begin
          {$I-} writeln(fout,'      xp      dep      hs      force      setup');
          writeln(fout); {$I+}
          iocontrole(0);
        end;
      schrijffile(x2,dep2,hs2,fx2,setup2);
      x1 := x2;
      dep1 := dep2;
      fx1 := fx2;
      setup1 := setup2;
    end;
  close(fin);
  close(fout);
end.

```


Bijlage 3

Overzicht bodem en golfveld bij nieuw basispeil



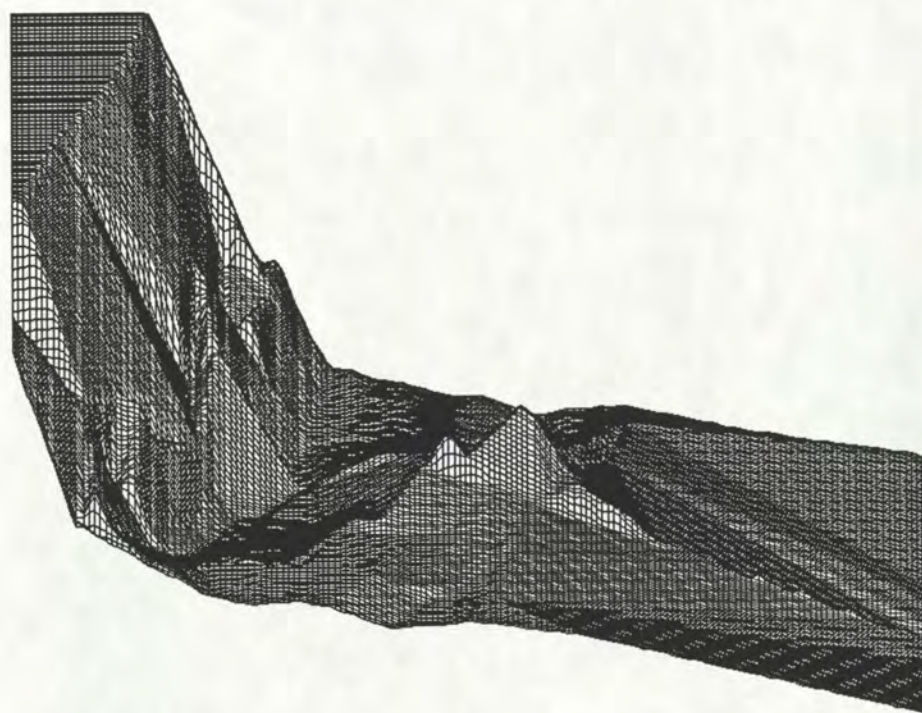
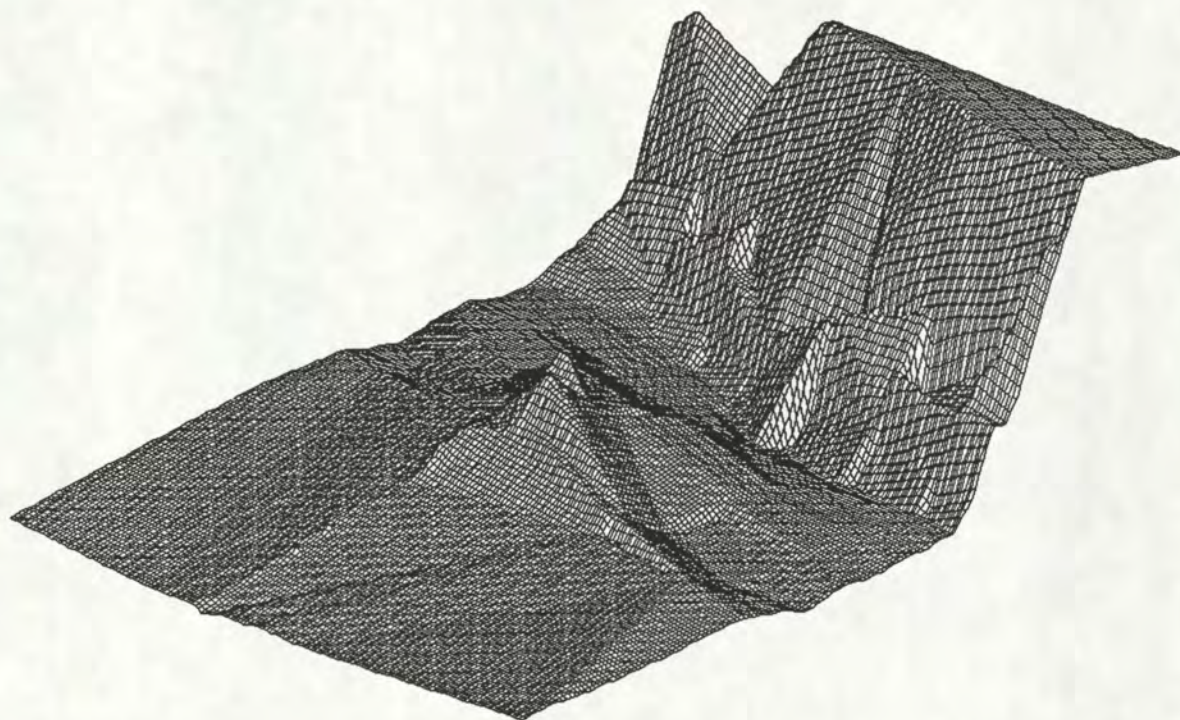
KUSTGEBIED PETTEN
OVERZICHT VAN DE BODEM
diepte t.o.v. NAP

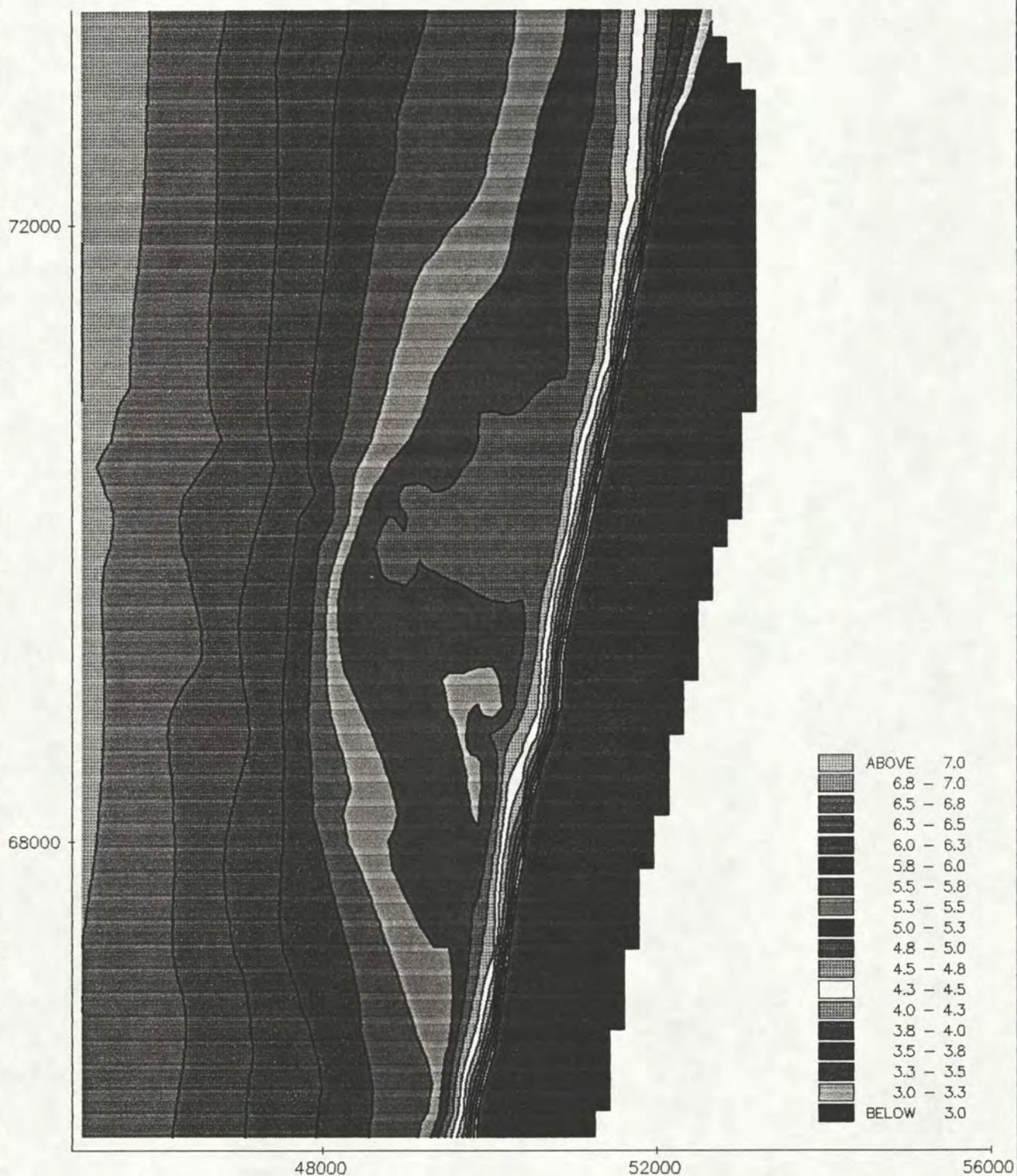
21-06-94

HISWA - uitvoer

PROJECTGROEP FLUVIUS

fig.





KUSTGEBIED PETTEN
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD
 oude methode, nieuw basispeil

golfhoogte 21-06-94

HISWA - uitvoer

PROJECTGROEP FLUVIUS

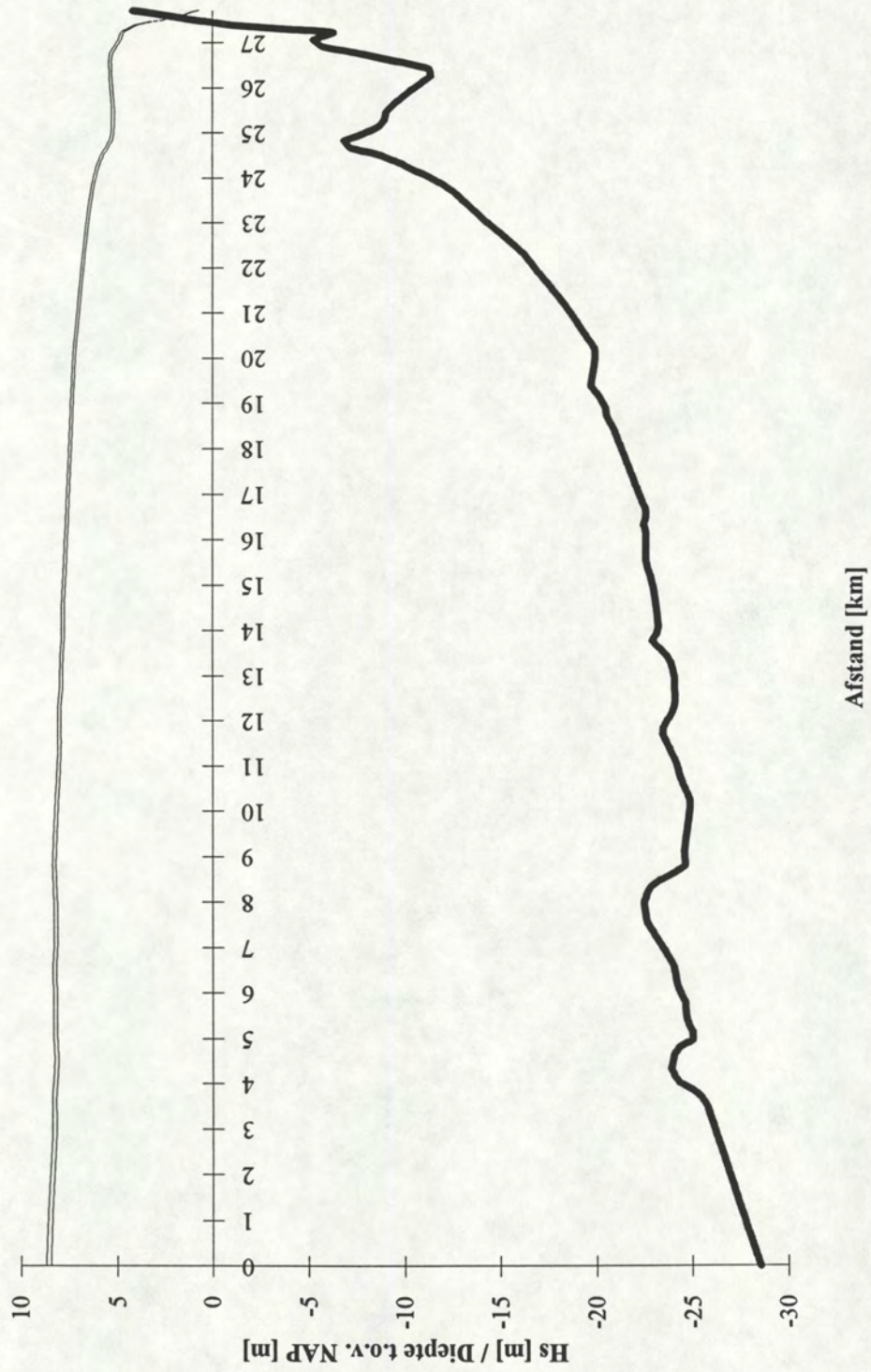
fig.

Bijlage 4

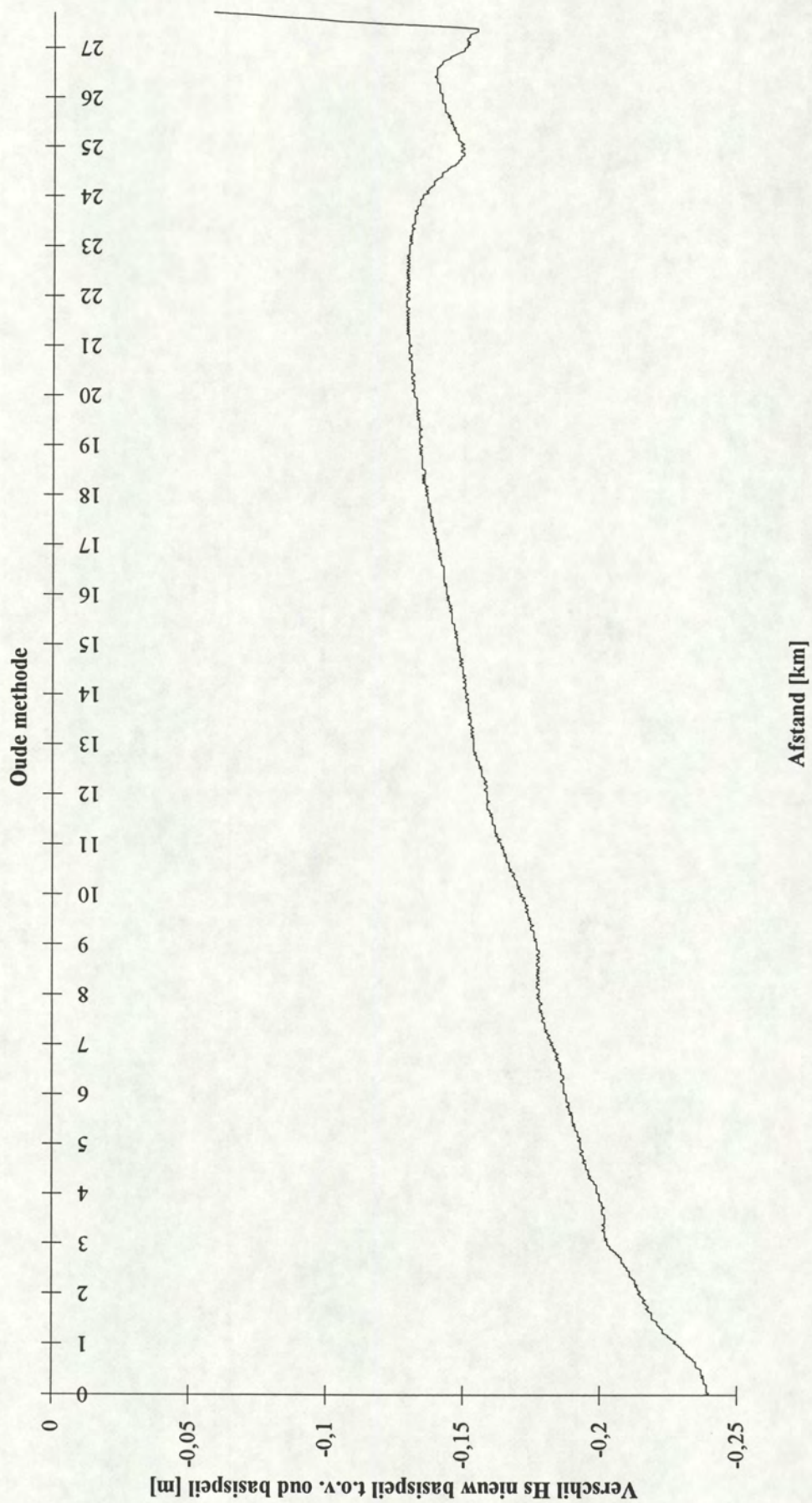
HISWA-resultaten op raai 21.00 volgens de oude methode

Hs raai 21.00 (buitenmodel)

Oude methode

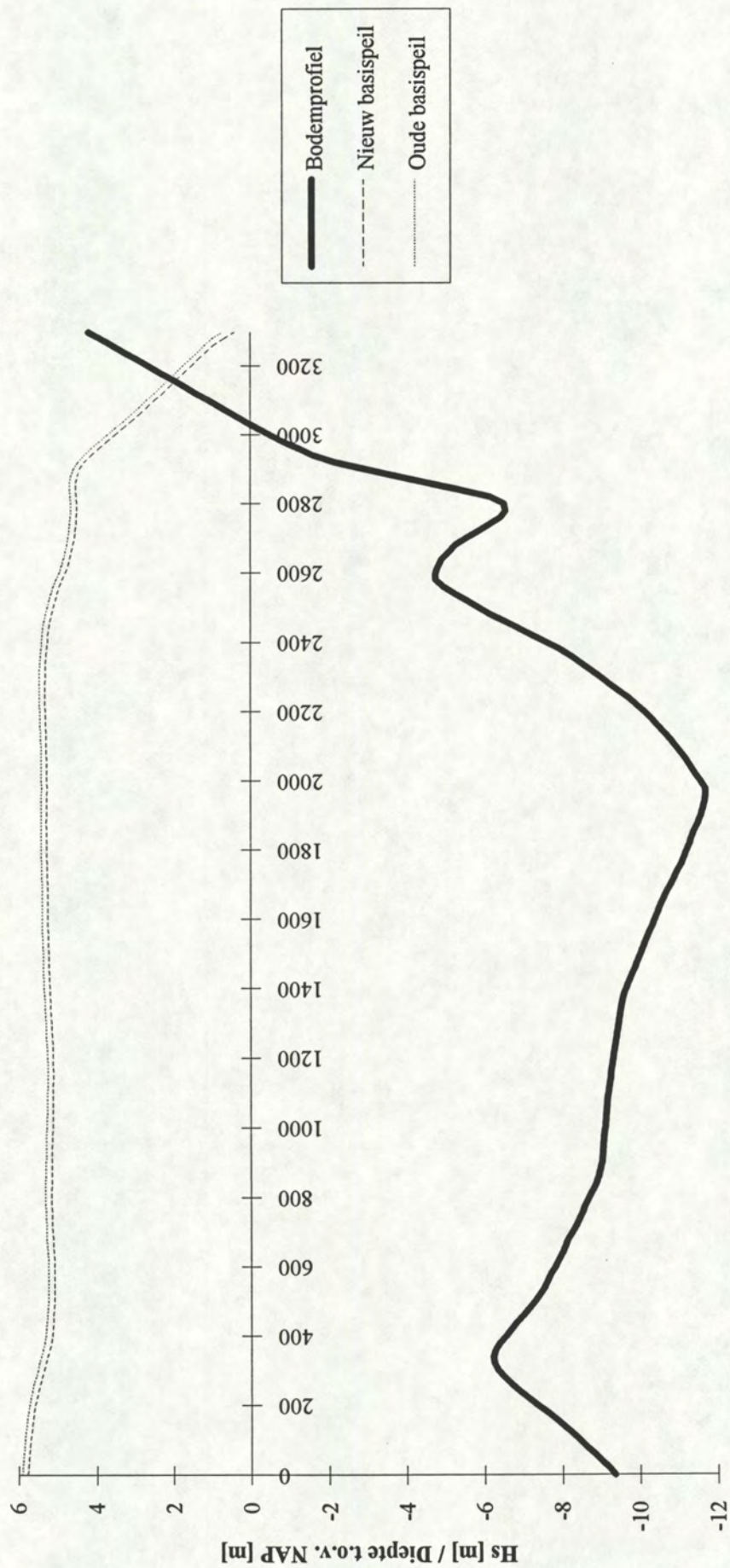


Verschil Hs raai 21.00 (buitenmodel)

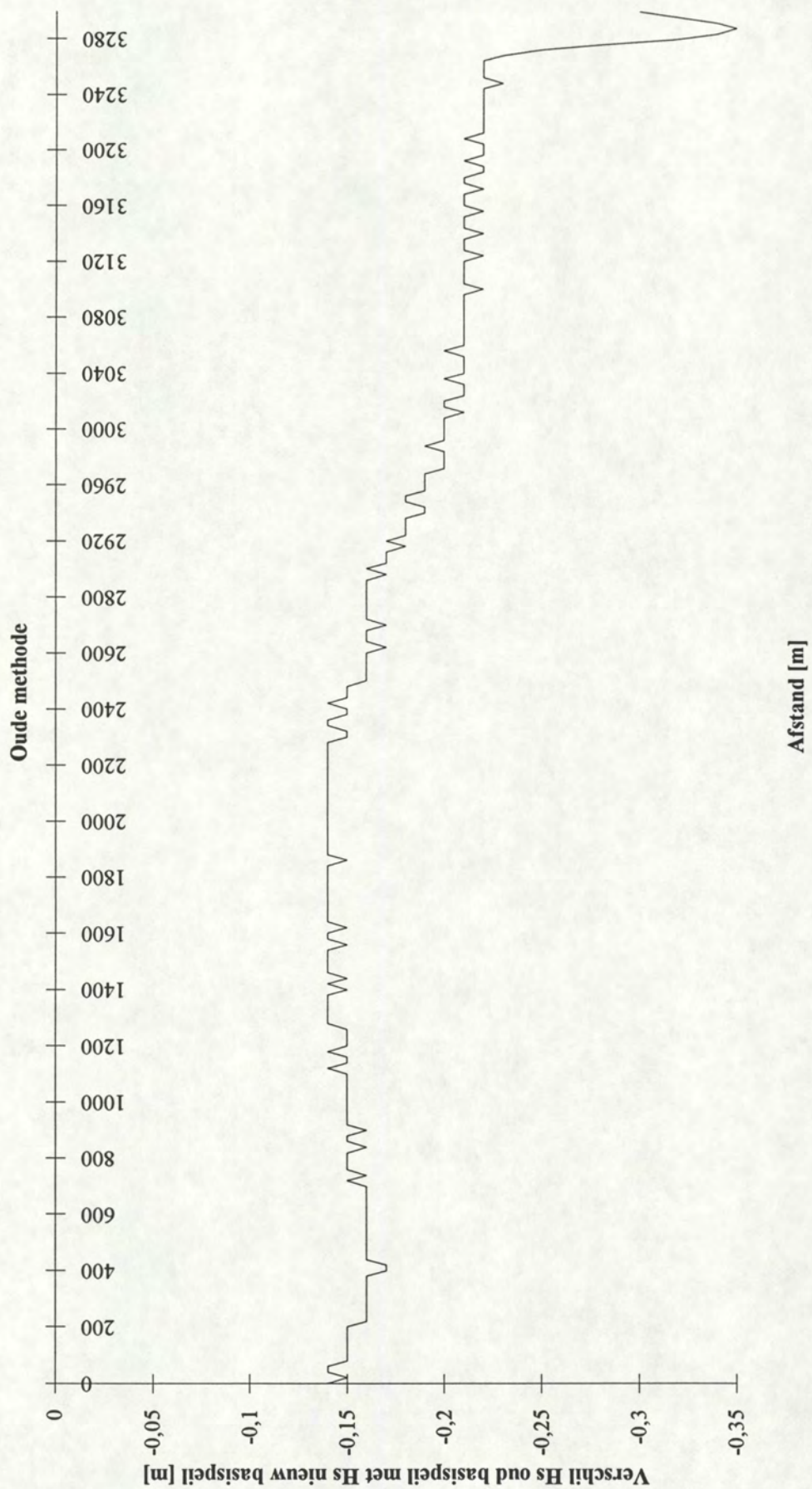


Hs raai 21.00 (Pettenmodel)

Oude methode



Verschil Hs raai 21.00 (Pettenmodel)

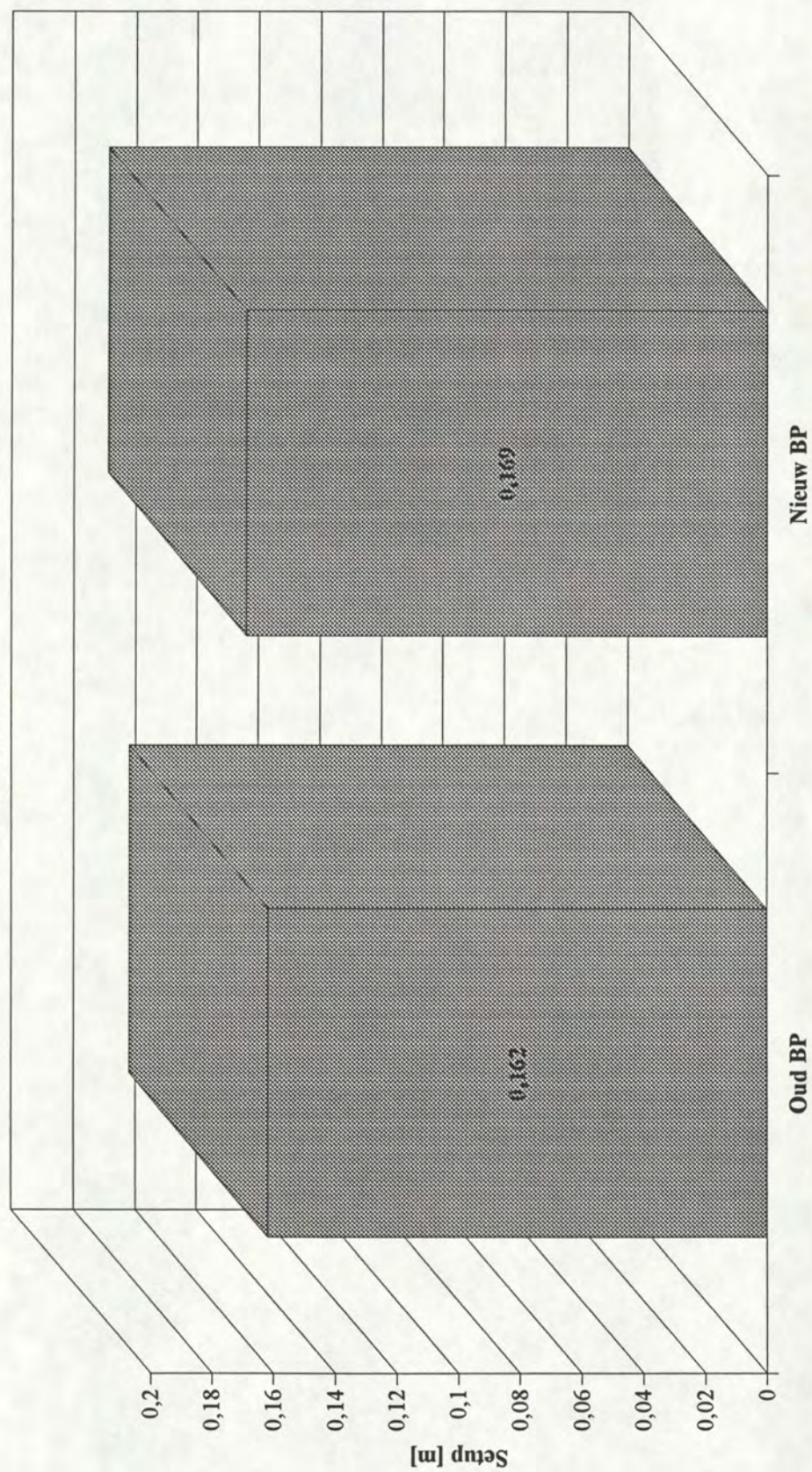


Bijlage 5

Resultaten op de teen van de dijk volgens de oude methode

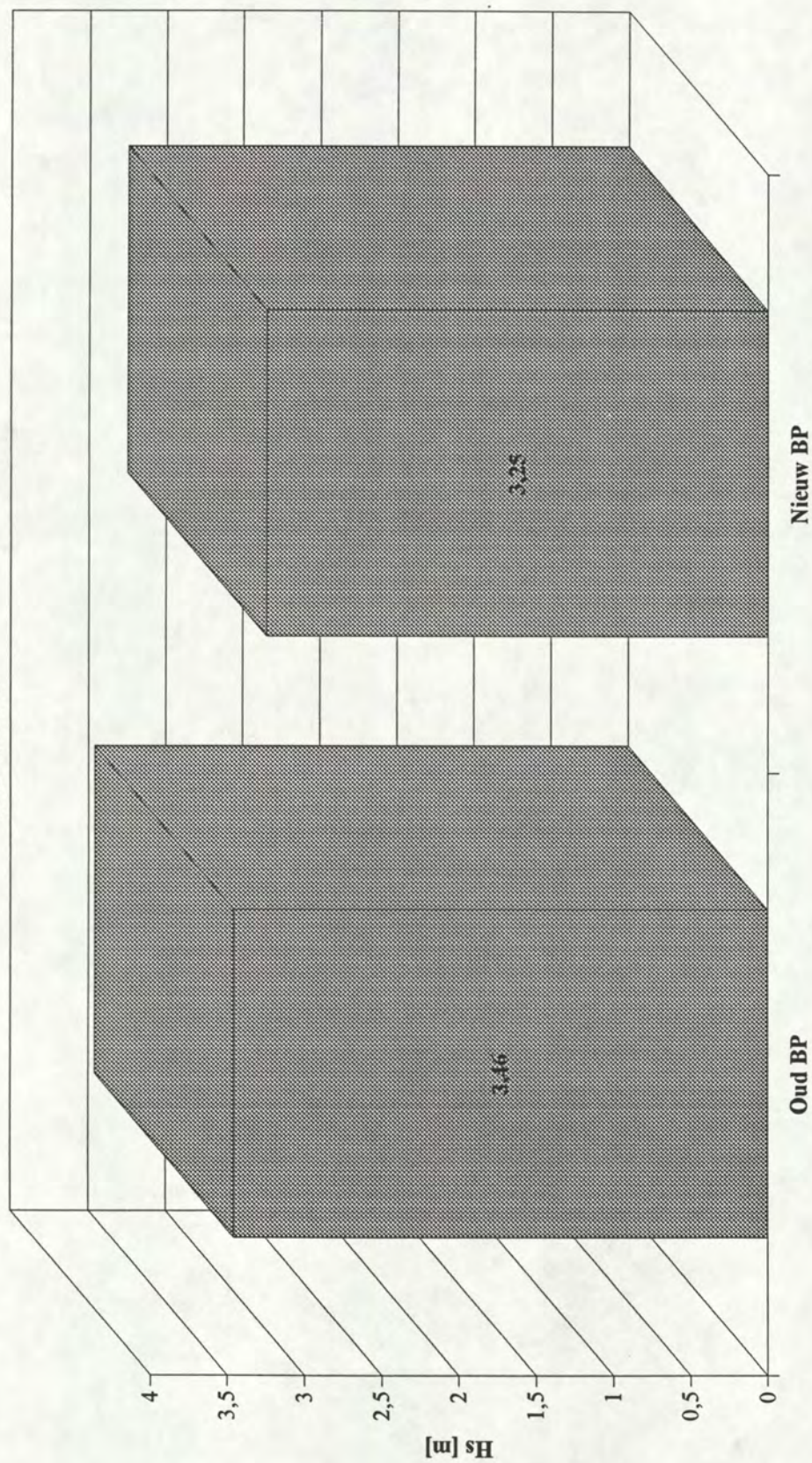
Setup op de teen

Oude methode



Hs op de teen

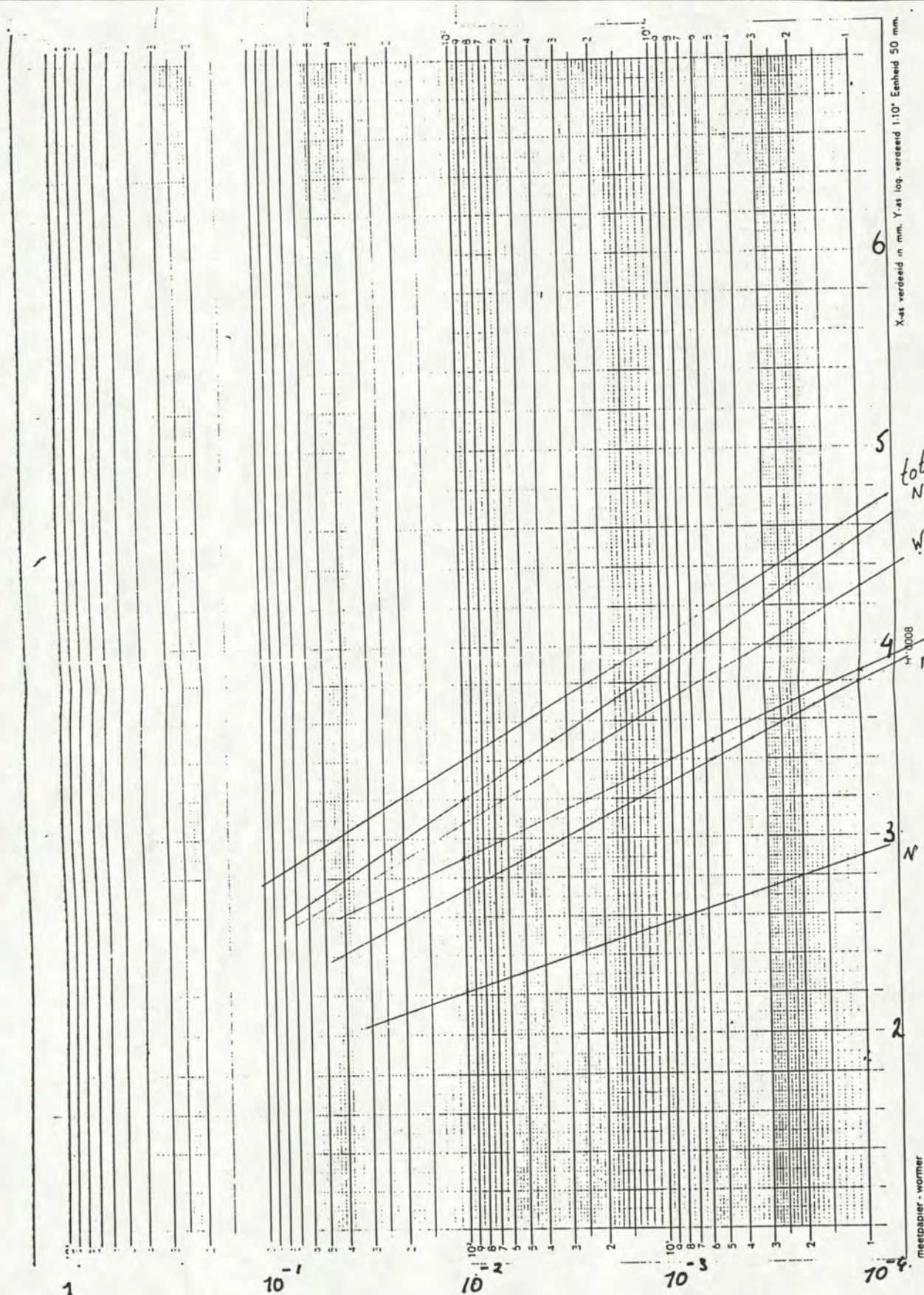
Oude methode



Bijlage 6

Grafieken t.b.v. het bepalen van de modelinvoer voor de nieuwe methode

waterstaand [m NAP]

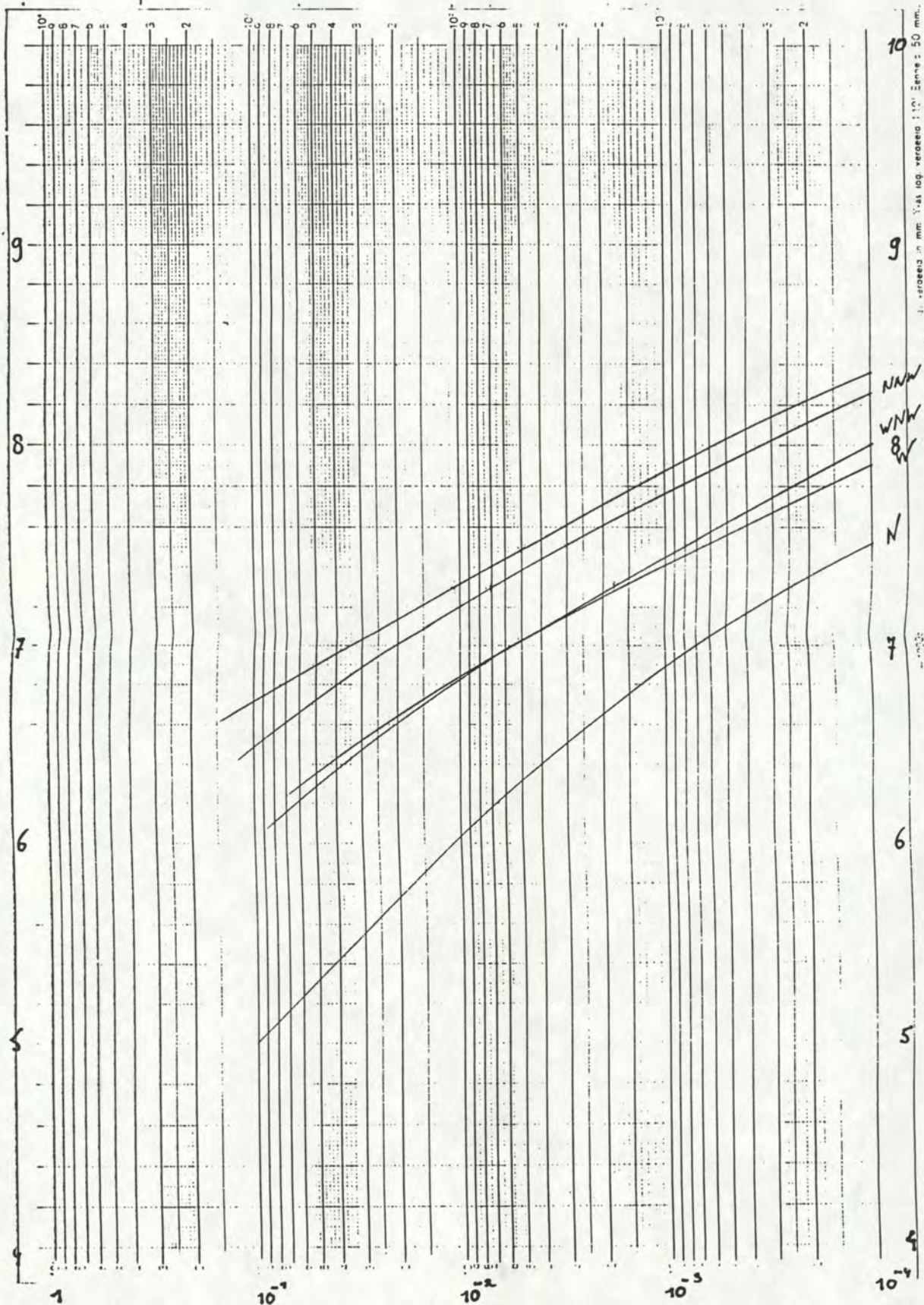


X-as verdeeld in mm. Y-as log. verdeeld 1:10. Eenheid 50 mm.

meetpapier - wörm

overschrijdingsfrequentie
per jaar.

15 ↑
=



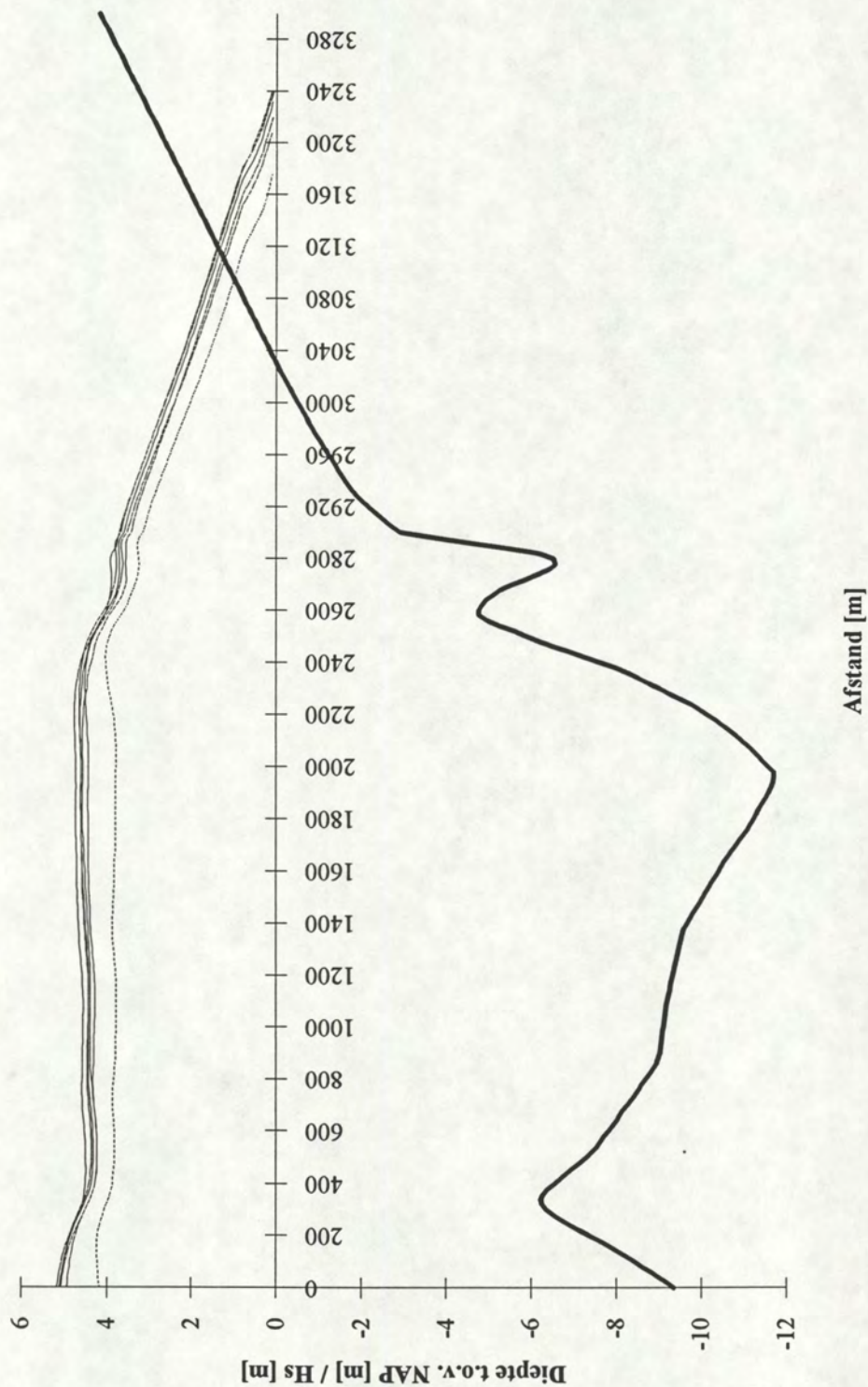
overschrijdingskans
per jaar

Bijlage 7

HISWA-resultaten op raai 21.00 volgens de nieuwe methode

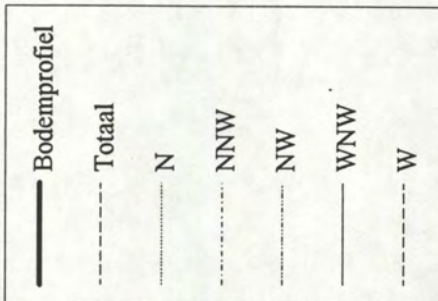
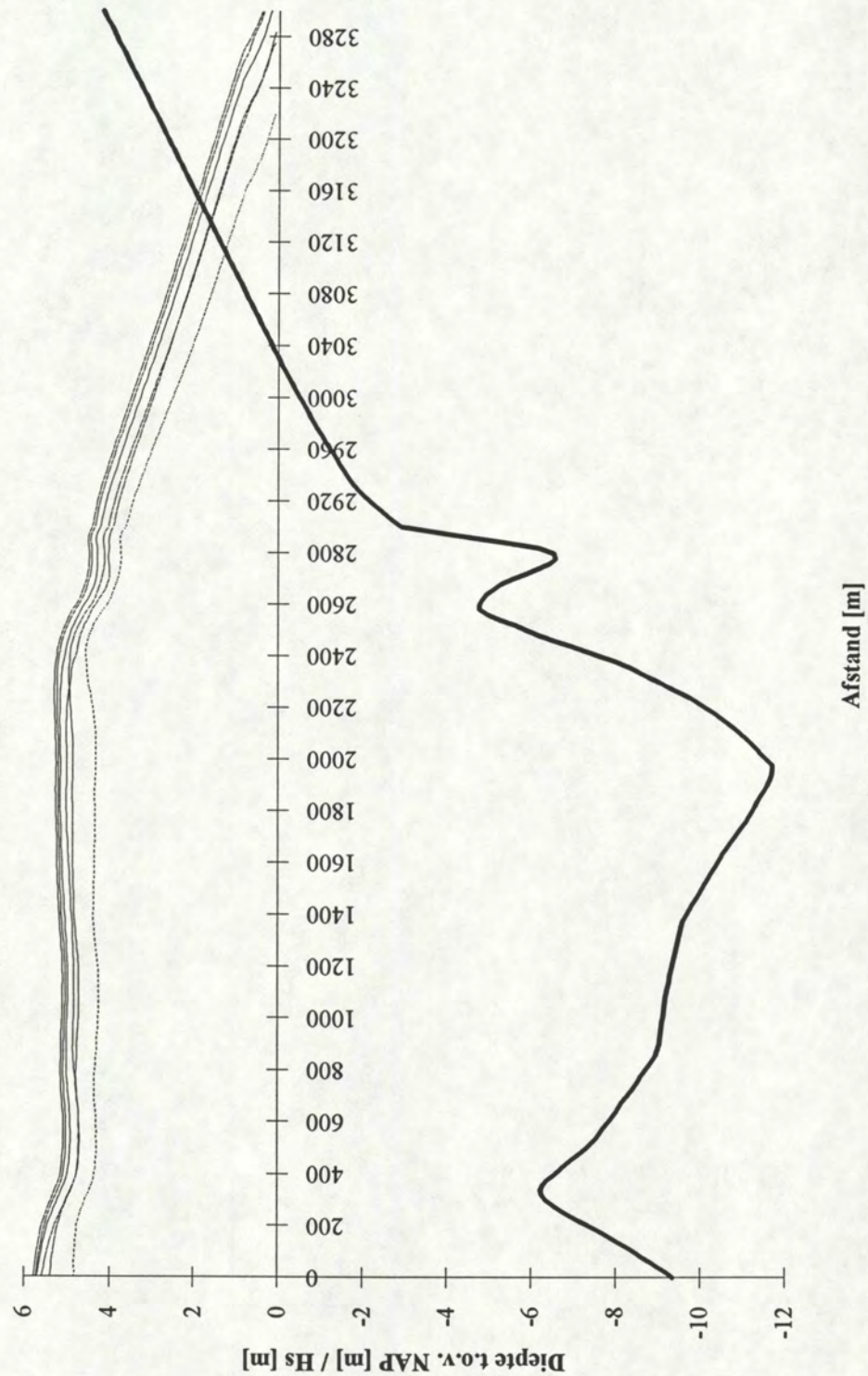
Hs raai 21.00 (Pettenmodel)

Nieuwe methode, overschrijdingskans 10-2 (vertrokken schaal vanaf 2800 m)



Hs raai 21.00 (Pettenmodel)

Nieuwe methode, overschrijdingskans 10-4 (vertrokken schaal vanaf 2800 m)

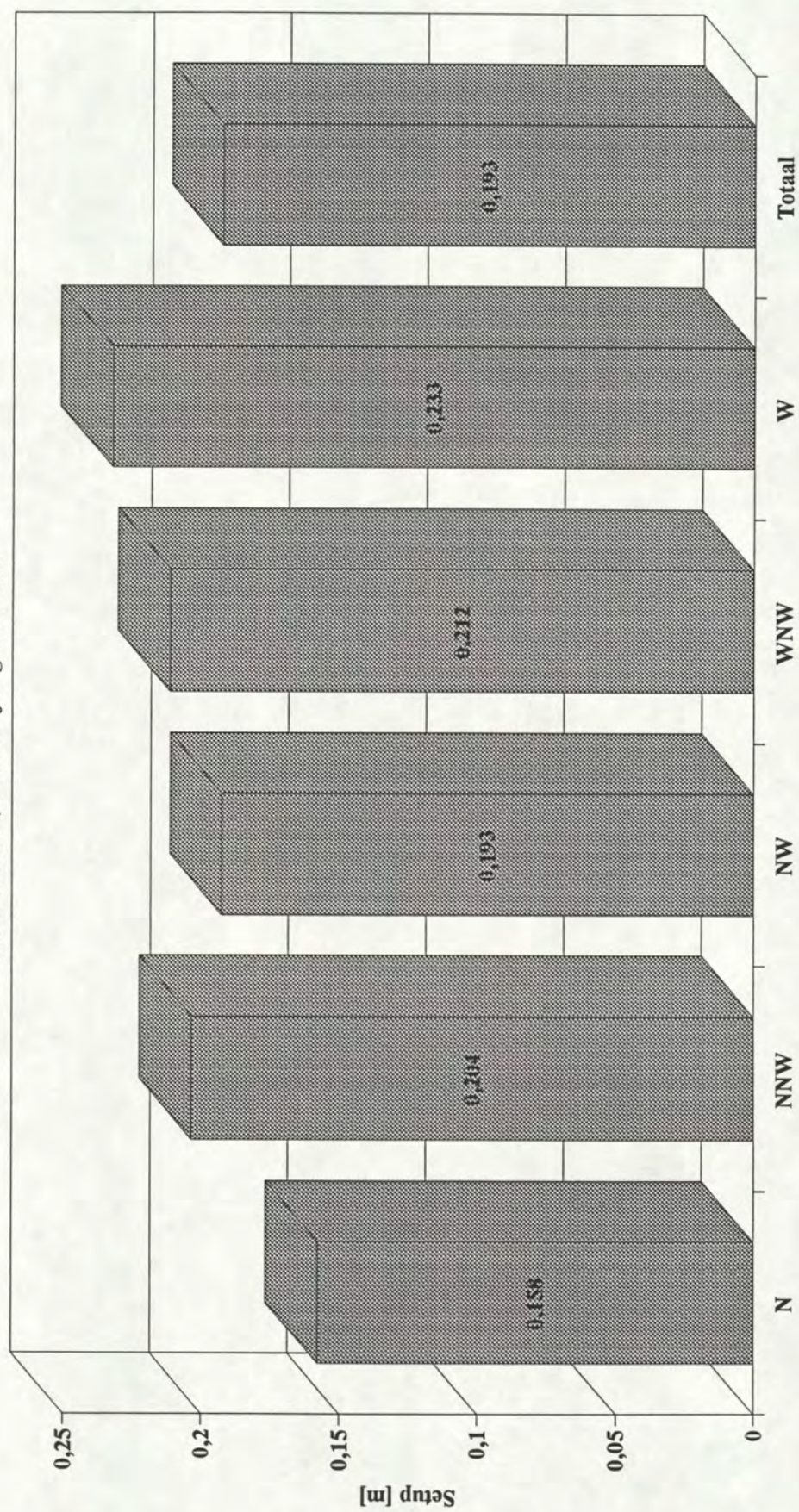


Bijlage 8

Resultaten op de teen van de dijk volgens de nieuwe methode

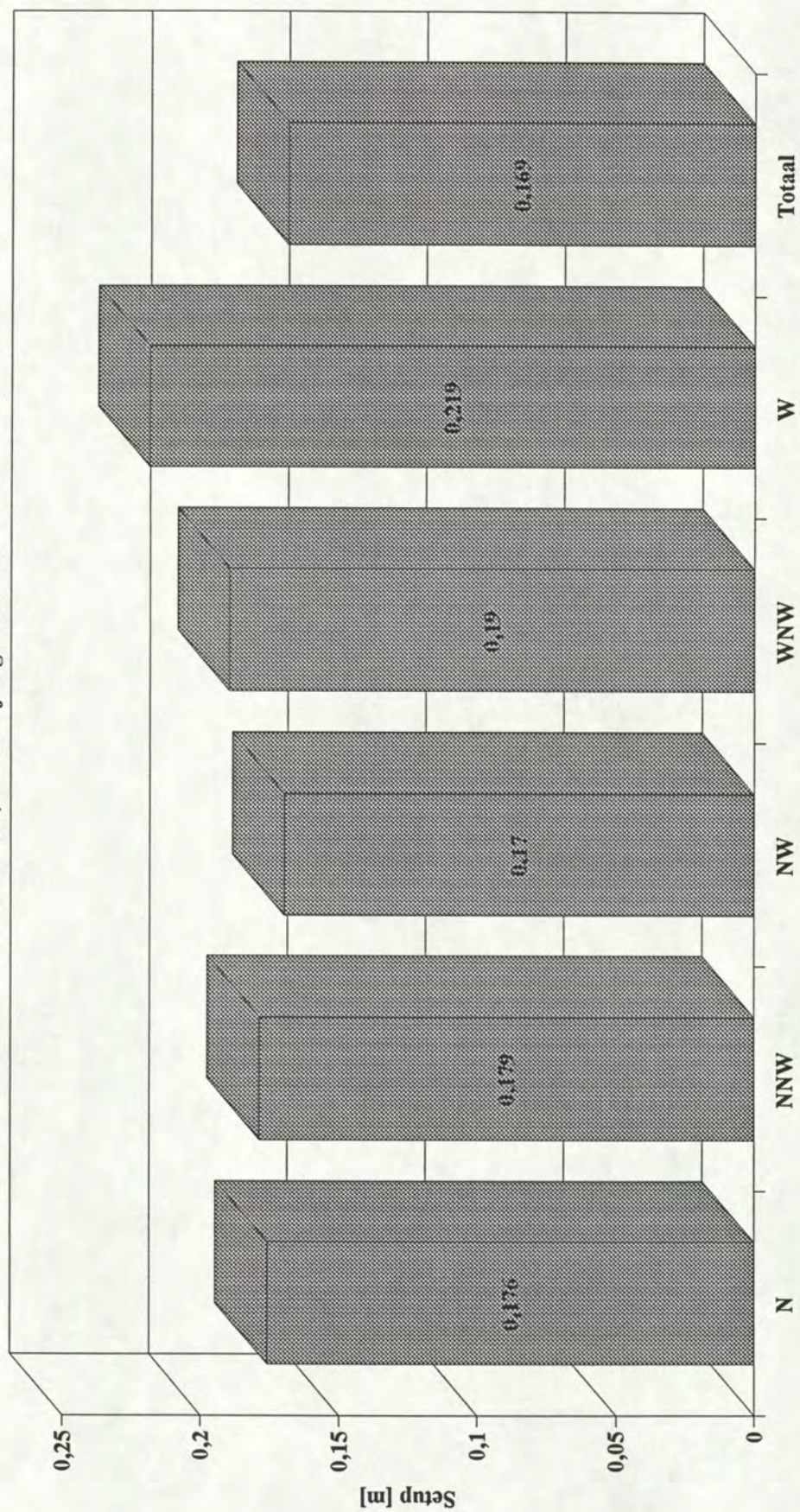
Setup op de teen

Nieuwe methode, overschrijdingskans 10-2



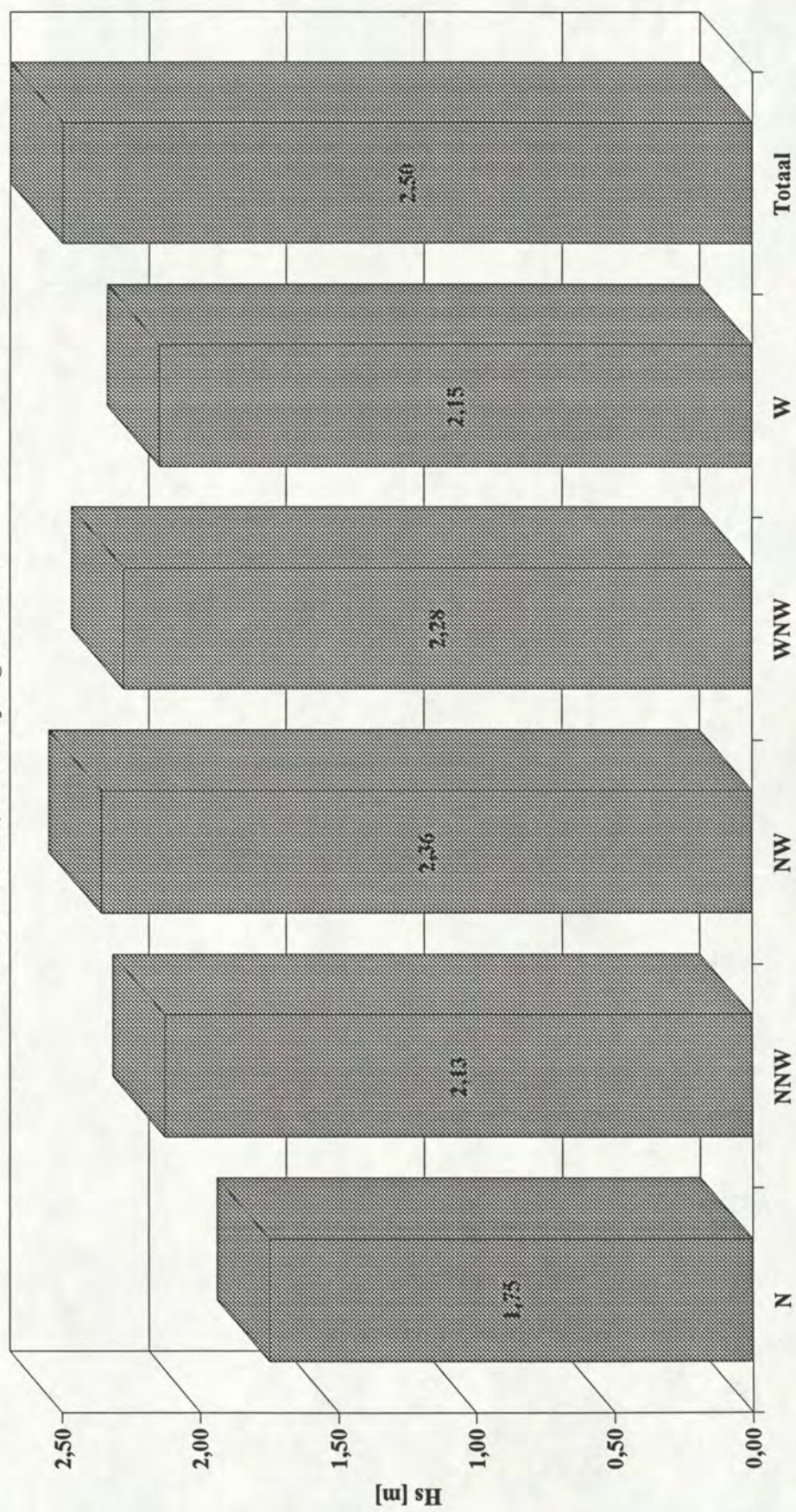
Setup op de teen

Nieuwe methode, overschrijdingskans 10-4



Hs op de teen

Nieuwe methode, overschrijdingskans 10-2



Hs op de teen

Nieuwe methode, overschrijdingskans 10-4

