

200D 13 J. v. d. Graaf

## Golfoordringing in het zeegat van Texel

**J.H. Andorka Gal**

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



**Dienst Getijdewateren**



Aan

Van

· J.H. Andorka Gal

Datum

· 23 november 1993

Onderwerp

· Golfrandvoorwaarden

Doorkiesnummer

· 070-374.4568

Bijlage(n)

Document nr.

· GWAO-93.157x

## Golfdoordringing in het zeegat van Texel

### Voorwoord

In 1992 is in opdracht van Rijkswaterstaat een gevoeligheidsstudie gestart naar de vertaling van golfcondities op diep water naar ondiep water, onder extreme stormcondities. Deze studie is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium in het kader van het projekt HYDRA (HYDraulische RAndvoorwaarden). De resultaten van deze gevoeligheidsstudie waren aanleiding voor een vervolgonderzoek. In dit rapport wordt een beschrijving gegeven van dit onderzoek, verricht door de Dienst Getijdewateren (RIKZ) afdeling Algemeen Onderzoek.

Met dank aan Hessel Voortman, praktikant van de Hogeschool Enschede, die een grote bijdrage heeft geleverd aan dit onderzoek.

<b>Samenvatting</b> .....	3
<b>1 Inleiding</b> .....	4
1.1 Algemeen .....	4
1.2 Probleemstelling .....	4
1.3 Doelstelling .....	4
<b>2 Beschrijving gebied en resultaten studie DH (1993)</b> .....	5
2.1 Het zeegat van Texel .....	5
2.2 Resultaten studie DH, 1993 .....	6
<b>3 Het onderzoek</b> .....	7
3.1 Inleiding .....	7
3.2 Opzet .....	7
3.3 Uitvoering .....	7
3.3.1 Inventarisatie golfmetingen .....	7
3.3.2 Golfmodel CREDIZ .....	9
3.3.3 Gevoeligheidsonderzoek HISWA .....	9
<b>4 Samenvatting en conclusies</b> .....	17
4.1 Samenvatting resultaten .....	17
4.2 Conclusies .....	19
<b>Literatuurlijst</b> .....	21

<b>Bijlage 1:</b> .....	Overzicht van het gebied & HISWA-rekenroosters
<b>Bijlage 2:</b> .....	Overzicht berekeningen
<b>Bijlage 3:</b> .....	Overzicht gebruikte bodems
<b>Bijlage 4:</b> .....	Berekeningen gevoeligheidsstudie
<b>Bijlage 5:</b> .....	Berekeningen A .. bathymetrie
<b>Bijlage 6:</b> .....	Berekeningen B .. rekenstappen
<b>Bijlage 7:</b> .....	Berekeningen C .. refractie
<b>Bijlage 8:</b> .....	Berekeningen D .. stroming
<b>Bijlage 9:</b> .....	Overige berekeningen
<b>Bijlage 10:</b> .....	HISWA-invoerfile's standaardsuperstorm (sss)

---

## **Samenvatting**

Dit rapport beschrijft de modelberekeningen die uitgevoerd zijn om te onderzoeken of de ongevoelige en lage significante golfhoogtes, onder extreme condities, zoals die zijn gevonden in 'Wave conditions along the Dutch coast' (Delft Hydraulics, DH, 1993), realistisch zijn.

Het rapport is als volgt ingedeeld: hoofdstuk 1 geeft een inleiding, hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van het gebied en de resultaten van de studie DH, 1993. Hoofdstuk 3 behandelt de gevolgde werkwijze en de resultaten van het uitgevoerde onderzoek. In hoofdstuk 4 ten slotte worden de resultaten samengevat en conclusies getrokken. Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat de resultaten die uit de studie DH, 1993 komen realistisch zijn bij de gebruikte parametervariaties. Er blijkt uit dit vervolgonderzoek dat het wel mogelijk is een grotere golfdoordringing in het zeevat van Texel te krijgen. Dit is het geval bij de combinatie westenwind en tegenstroom (ebstroom).

In de bijlagen staan de overzichten en berekeningsresultaten. De nummering van de tabellen in de bijlagen komen overeen met de nummering in de tekst.

---

## 1 Inleiding

.....

### 1.1 Algemeen

In 1992 is bij Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren (RIKZ) een gevoeligheidsstudie met het golfmodel HISWA gestart, in het kader van het project HYDRA (HYDraulische RAndvoorwaarden). Deze gevoeligheidsstudie is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium De Voorst 'Wave conditions along the Dutch coast' (DH, 1993). Het HYDRA project heeft tot doel de hydraulische randvoorwaarden vast te stellen, welke nodig zijn voor de nieuwe Wet op de Waterkering. Deze wet schrijft voor de gehele nederlandse kust een vijfjaarlijkse toetsing van de waterkeringen en de hydraulische randvoorwaarden voor, onder extreme condities (overschrijdingsfrequentie  $10^{-4}$ ), volgens een uniforme methodiek. De resultaten van het gevoeligheidsonderzoek in het zeevat van Texel (DH, 1993), waren aanleiding tot een vervolgonderzoek in dit gebied.

.....

### 1.2 Probleemstelling

Uit het onderzoek dat is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium blijkt dat een significante golfhoogte van 9.00 m op diep water afneemt tot ongeveer 1.35 m in het centrum van het zeevat van Texel. Naast deze sterke afname blijkt de golfhoogte van 1.35 m ongevoelig te zijn voor de belangrijkste parameter variaties. De vraag is of deze resultaten onder deze extreme condities wel realistisch zijn.

.....

### 1.3 Doelstelling

Het doel van deze studie is te onderzoeken of onder extreme condities de gevonden ongevoelige en lage significante golfhoogtes van 1.35 m in het zeevat van Texel realistisch zijn. Hiervoor zijn een groot aantal modelberekeningen verricht, waarbij gebruik is gemaakt van twee verschillende numerieke golfmodellen; HISWA en CREDIZ. Daarnaast is er een inventarisatie verricht naar alle beschikbare golfmetingen van stormen in en nabij het zeevat van Texel. De modelberekeningen die zijn uitgevoerd gaan uit van de modellen en instellingen zoals die zijn beschreven in de studie DH, 1993.

## 2 Beschrijving gebied en resultaten studie DH (1993)

In dit hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van het modelgebied, en een gedeelte van de resultaten gepresenteerd uit de studie 'Wave conditions along the Dutch coast' (DH, 1993). Voor uitgebreide informatie wordt naar deze laatst genoemde verwezen.

### 2.1 Het zeegat van Texel

Het zeegat van Texel is een gebied met een grillig verlopende bodem, het heeft diepe getijgeulen (NAP -50 m) en relatief hoog liggende zandbanken (Noorderhaaks NAP +1.5 m). De onderwatertaluds van de stroomgeulen zijn vrij steil (hellingen tot 1:2).

In het gebied zijn drie raaien gedefinieerd (zie figuur 1). De meest noordelijke raai in het zeegat loopt van noordwest naar zuidoost door het Molengat (raai Molengat). Deze raai eindigt op de zeedijk bij Den Helder. De middelste raai loopt van west naar oost, over de zandplaat het Noorderhaaks en door het Marsdiep (raai Marsdiep). De meest zuidelijke raai in het zeegat loopt van zuidwest naar noordoost (raai Breewijd).

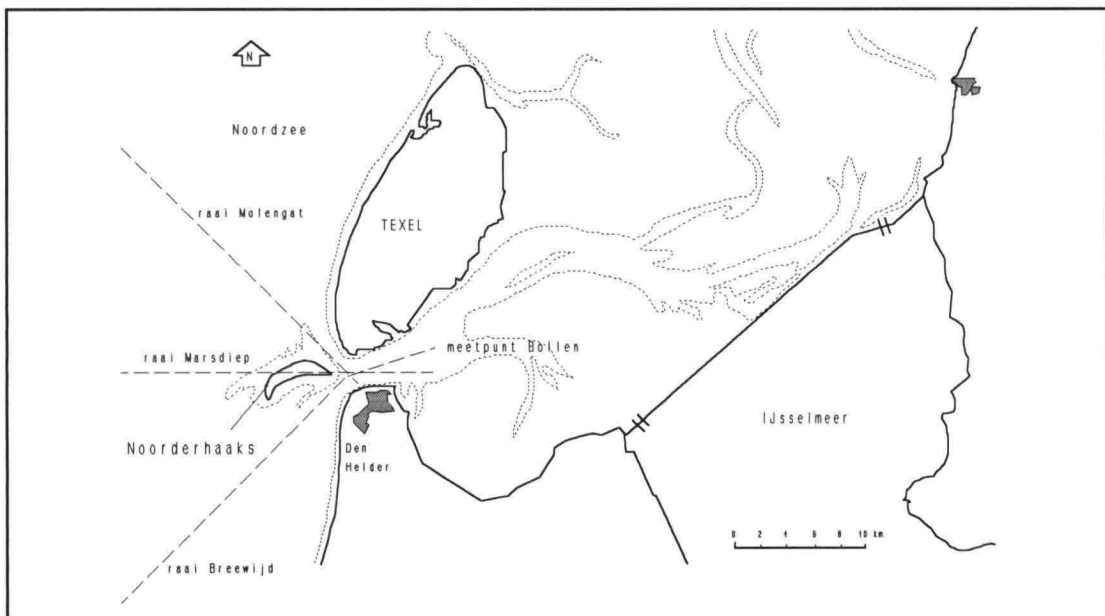


Fig. 1 Overzicht van gebied met raaien.

.....

## 2.2 Resultaten studie DH, 1993

In bijlage 4 staan enkele resultaten vermeld van de berekeningen die verricht zijn door Delft Hydraulics 1993. In de grafieken wordt het verloop van de significante golfhoogte  $H_s$  (m) en de gemiddelde golfperiode  $T_{m01}$  (s) in y-richting, uitgezet tegen de horizontale afstand (km) in x-richting (langs de raai). Als standaardgeval (code SSS) geldt een superstorm met de modelinstelling en randvoorwaarden volgens tabel 1. Alle berekeningen zijn met deze basisinstelling vergeleken.

In de grafieken in bijlage 4 is te zien dat de significante golfhoogtes van 9.00 m op diep water afnemen tot ongeveer 1.35 m in het centrum van het zeegat (km 27). Deze golfhoogtes zijn hier ongevoelig voor variaties in de parameters: golfhoogte, periode, waterstand, windrichting, richtingsspreiding, brekingscoëfficiënt en frequentieverandering door bodemwrijving ( $H_s = 1.35 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$ , km 26), en in iets mindere mate voor de variaties in de parameters: frequentieverandering door golfbreking, stroming, bodemwrijving ( $H_s = 1.35 \text{ m} \pm 0.15 \text{ m}$ , km 26) en voor de windsnelheid ( $H_s = 1.35 \text{ m} \pm 0.30 \text{ m}$ , km 26).

Standaard superstorm Zeegat van Texel (SSS)		
Waterstand (m+ NAP)	5.00	
Windrichting (° N)	315 (NW)	
Windsnelheid (m/s)	35	
Wrijvingscoëfficiënt	0.006	
Brekingscoëfficiënt	0.800	
Stroming	vloed	
$H_s$ (m)	8.10 IJmuiden	9.10 Eierlandse gat
$T_{m01}$ (s)	10.0 IJmuiden	10.9 Eierlandse gat
Richting (°N)	315	315
Richtingsspreiding (°)	24.9	24.9

**Tabel 1 :** modelinstelling/randvoorwaarden standaard superstorm (SSS)

---

## 3 Het onderzoek

.....

### 3.1 Inleiding

De resultaten van de studie DH, 1993 roept de volgende vraag op: zijn de ongevoelige en lage significante golfhoogtes onder deze extreme stormcondities in het zeegat van Texel realistisch? Dit onderzoek moet een antwoord geven op deze vraag. In paragraaf 3.2 wordt het plan van aanpak weergegeven en in paragraaf 3.3 de uitvoering van het onderzoek.

.....

### 3.2 Opzet

Er is gekozen voor een drietal benaderingen van het probleem uit 3.1. Ten eerste is een inventarisatie verricht naar alle beschikbare golfmetingen van stormen in en nabij het zeegat van Texel. Het doel hiervan is vast te stellen of er onder minder extreme stormcondities significante golfhoogtes in de orde van grootte van 1.35 m voorkomen in het zeegat. Als tweede is er naast HISWA met een ander numeriek golfmodel gerekend; CREDIZ. Het doel hiervan is een rechtstreekse vergelijking met de HISWA resultaten. En als laatste is er een nader gevoeligheidsonderzoek uitgevoerd met het HISWA model zelf. Hieruit moet naar voren komen welke effecten ervoor zorgen dat de golfhoogtes zo laag worden met HISWA in het zeegat, en waarom deze zo ongevoelig zijn voor aanzienlijke parameter variaties.

.....

### 3.3 Uitvoering

#### 3.3.1 Inventarisatie golfmetingen

Bij de inventarisatie van golfmetingen in en nabij het zeegat is gebleken dat er zeer weinig metingen gedurende stormcondities verricht zijn. Ook zijn er nimmer metingen verricht in het centrum van het zeegat. De enige geschikte metingen die gevonden zijn staan vermeld in tabel 2, en het overzicht van de meetlocaties in bijlage 1.



Code	plaats	tijd	Hs (m)	Tm (s)	windrichting (°N)	windsnelheid (m/s)
W	Westgat	17-01-1974	2.74	7.2	310	23
K	Kijkduin	17-01-1974	2.05	7.1	310	25
B	Boei	20-01-1976	1.31	4.9	290	26

**Tabel 2 :**      Overzicht meetlokaties (zie ook bijlage 1)

Naast deze golfmetingen is er ook een visuele waarneming beschikbaar (zelf verricht). Op 17 november 1992 was er een noordwester storm met windkracht 7 tot 8 (windsnelheden van ongeveer 14 m/s). Het aardige van deze storm is de windrichting, deze is gelijk aan die van het standaardgeval (SSS). Om die reden zijn er die dag tussen 15.00 uur en 16.00 uur visuele waarnemingen verricht in het zeegat van Texel bij Den Helder (baak), en aan de gesloten Noord-Hollandse kust bij Callantsoog en Petten. Uit deze waarnemingen blijkt dat de golfhoogten in het zeegat van Texel ter hoogte van Den Helder de halve meter niet overschreed ( $H_s < 0.5$  m). In het hele zeegat was een redelijk constant golfveld waar te nemen. Ter hoogte van Callantsoog en Petten waren in de brandingszone aanmerkelijk hogere golven waar te nemen, hoger dan drie meter ( $H_s = 1.5$  m tot 2.0 m).

Deze storm is doorgerekend met het model HISWA, waarbij voor het bepalen van de diepwater randvoorwaarden gebruik gemaakt is van metingen van de Directie Noordzee (zie bijlage 9). De modelinstellingen van HISWA zijn gelijk aan die in het standaardgeval uit de studie DH, 1993. De resultaten van de HISWA berekeningen worden weergegeven in een hoogtelijnen contourenplot van de significante golfhoogtes (bijlage 9). Te zien is dat de resultaten goed overeenstemmen met de eerder vermelde waarnemingen.

Naast deze zelf verrichte waarneming zijn in het verleden, door de plaatselijke bevolking en haven-autoriteiten, in het zeegat visueel ook nooit hogere significante golfhoogtes waargenomen dan 1.5 m.

### 3.3.2 *Golfmodel CREDIZ*

Als controle op HISWA is ook een berekening met het model CREDIZ verricht. CREDIZ is een golfmodel dat bij Rijkswaterstaat beschikbaar is. Het grootste verschil tussen HISWA en CREDIZ is, dat CREDIZ ook de diffractie berekent. De resultaten staan in de bijlage 9. Hierin is te zien dat de golfhoogtes die CREDIZ berekent, van de zelfde orde van grootte zijn als die met HISWA verkregen zijn. De significante golfhoogtes bij CREDIZ worden niet zo glad gesmeerd als bij HISWA, maar geven gemiddeld iets lagere waarden.

### 3.3.3 *Gevoeligheidsonderzoek HISWA*

#### Inleiding

Het gevoeligheidsonderzoek met HISWA is gericht op;

- A . . . . de bathymetrie,
- B . . . . de rekenstappen,
- C . . . . refractie,
- D . . . . de stroming

In de studie DH, 1993 is weinig of geen aandacht besteed aan deze aspecten. In tabel 3 staat een overzicht van de berekeningen die voor dit onderzoek verricht zijn. De nummering in de tabel komt overeen met de nummering in de bijlage. Een aantal van de HISWA berekeningen is gemaakt met een bodem die aangepast is met behulp van het GIS-pakket (Geografisch Informatie Systeem van ARC/INFO). Dit systeem biedt de mogelijkheid om een bodemkarakteristiek op elke gewenste manier te wijzigen.

Nr	Omschrijving	Waterstand (m+ NAP)	Stroming zeegat	Windrich- ting (°N)
1	bestaande bodem	10	vloed	315
2	bestaande bodem	10	vloed	270
3	bestaande bodem	10	eb	315
4	Noorderhaaks verlaagd tot 5 m- NAP	5	vloed	315
5	Noorderhaaks verlaagd tot 5 m- NAP	5	vloed	270
6	Noorderhaaks verlaagd tot 10 m-NAP	5	vloed	315
7	Noorderhaaks verlaagd tot 10 m-NAP	5	vloed	270
8	Vlakke bodem vanaf Noorderhaaks op 10 m- NAP	5	vloed	315
9	Vlakke bodem vanaf Noorderhaaks op 10 m- NAP	5	vloed	270
10	Vlakke bodem vanaf Noorderhaaks op 10 m- NAP	5	geen	315
11	Vlakke bodem vanaf Noorderhaaks op 10 m- NAP	5	geen	270
12	Vlakke bodem vanaf Noorderhaaks op 10 m- NAP	5	eb	315
13	Vlakke bodem vanaf Noorderhaaks op 10 m- NAP	5	eb	270
14	Rekenstapgroottes	5	vloed	315
15	Stapgrootte richting	5	vloed	315
16	Refractie uit	5	vloed	315
17	Refractie uit	5	vloed	270
18	Geen invallende golven	5	vloed	315
19	Tegenstroom	5	eb	270
20	Geen stroming	5	geen	225

**Tabel 3 :** HISWA berekeningen

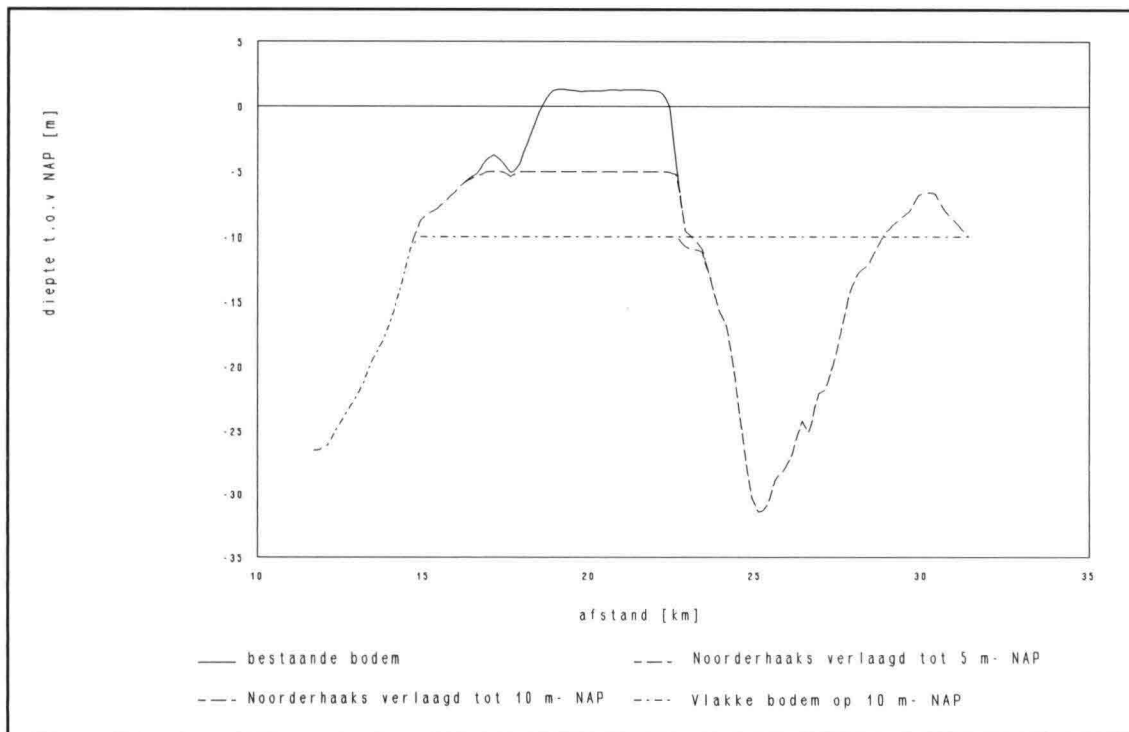
## A . . . . . Bathymetrie

De berekeningen 1 t/m 13 uit tabel 3 hebben allen te maken met de bathymetrie van het gebied. De eerste berekeningen zijn gemaakt met een extreem hoge waterstand van 10 m+ NAP (nr. 1 t/m 3). De achterliggende gedachte hierbij was dat er te weinig golfdoordringing plaats zou kunnen vinden vanwege het breken op diepte bij de zandplaat het Noorderhaaks. Een forse verhoging van de waterstand zou dan wel tot hogere golfhoogtes moeten leiden. Berekening 1 heeft een noordwestenwind en een vloedstroom, de significante golfhoogte in het zeegat wordt hier ongeveer tweeëneenhalve meter. Berekening 2 is gelijk aan berekening 1 alleen de wind komt hier uit het westen, Hs wordt hier ongeveer drie meter. Berekening 3 is gelijk aan berekening 1 maar nu met tegenstroom (ebstroom). Nu neemt de golfdoordringing wel toe ten opzichte van het standaardgeval. De toename varieert van een kleine halve meter op het uiteinde van de raai door het Breewijd, tot tweeëneenhalve meter op het zuidelijke einde van de raai door het Molengat. Kanttekening bij deze drie berekeningen is de onrealistisch hoge waterstand. Een hogere waterstand geeft minder breking op diepte, toch blijkt bij een extreme verhoging van de waterstand de golfdoordringing in het zeegat relatief gezien slechts weinig toe te nemen.

Bij de berekeningen 4 t/m 13 zijn een aantal bodemaanpassingen gepleegd (zie fig. 2). Eerst is het Noorderhaaks verlaagd tot vijf meter onder NAP, en daarna tot tien meter onder NAP. Bij elke aanpassing is gezorgd voor een gelijkmatig verlopende bodem. onder de aangepaste diepte is het natuurlijke verloop van de bodem in tact gelaten (zie bijlage 3). Ten slotte zijn de geulen in het zeegat verwijderd. Het resultaat is een vlakke bodem in het zeegat, en een constante diepte van 10 m- NAP. Buiten het zeegat is de bodem intact gelaten.

### *Noorderhaaks op vijf meter onder NAP*

Met deze bodem zijn twee berekeningen gemaakt (4 en 5). Berekening 4 met een windrichting noord-west en berekening 5 met westenwind. Beide berekeningen geven lokaal verhogingen van de significante golfhoogte tot drieëneenhalve meter. Dit treedt op ter plaatse van het verlaagde Noorderhaaks en op de plaats waar de raai door het Molengat de kust bereikt, hier breken minder golven. De golfhoogte in het zeegat (Marsdiep) neemt echter nauwelijks toe. De grootste golfdoordringing vindt plaats bij westenwind.



**Fig. 2**      Overzicht van de gebruikte bodems. Doorsneden door het Marsdiep.

*Noorderhaaks op tien meter onder NAP*

Met deze bodem zijn twee berekeningen gemaakt (6 en 7), met noordwestenwind en westenwind. De berekeningen geven lokaal, ter plaatse van de gewijzigde bodem en op de raai door het Molengat, een verhoging van de significante golfhoogte tot vijfeneenhalve meter. Van een toename van de golfhoogte in het zeevat (Marsdiep) is nauwelijks sprake.

*Vlakke bodem op tien meter onder NAP*

De berekeningen 8 t/m 13 zijn allen gemaakt met een volledig vlakke bodem in het zeevat. In deze situatie zijn drie stromingsvarianten doorgerekend. Elke variant is berekend met noordwestenwind en met westenwind.

In de gevallen met een vloedstroom (8 en 9) neemt de golfhoogte in het zeevat iets toe, maar veel minder dan te verwachten is bij deze bodem. Bij de berekeningen 10 en 11 is de stroming uitgeschakeld, nu is wel een duidelijk toename van de golfdoor-dringing zichtbaar, en neemt de significante golfhoogte in het zeevat toe tot viereneenhalve meter.

Ten slotte zijn de berekeningen 12 en 13 gemaakt met tegenstroom. Ook nu neemt de golfhoogte in het zeegat flink toe. In alle gevallen geldt dat de golfhoogte het sterkst toeneemt als de wind uit westelijke richting komt.

Bij het aanpassen van de bodem valt op dat het Noorderhaaks slechts een klein onderdeel vormt van een veel grotere ondiepte, die zuidelijk van Den Helder begint en noordelijk van Den Hoorn op Texel eindigt (zie bijlage 1 en 3). Opgemerkt dient te worden dat de gebruikte stromingsgegevens horen bij de bestaande bodem. De stromingen passen dus niet helemaal bij de gewijzigde bodems.

#### B . . . . . Rekenstappen

In berekening 14 zijn de stapgroottes in x- en y-richting verkleind. Deze variant geeft lokaal afwijkingen, met name in de omgeving van het Noorderhaaks. In grote lijnen is het resultaat gelijk aan het standaardgeval (SSS).

In berekening 15 is de stapgrootte in de rekensector verkleind. Ter plaatse van het Noorderhaaks treden opnieuw afwijkingen op maar ook nu is het resultaat gelijk aan het standaardgeval (SSS).

#### C . . . . . Refractie

In de berekeningen 16 en 17 zijn alle mogelijke refractie-effecten uitgeschakeld. Bij noordwestenwind (16) treedt nu na het Noorderhaaks een verhoging van de golfhoogte op. Bij westenwind (17) neemt de significante golfhoogte in het zeegat toe tot meer dan drie meter.

Berekening 18 is gemaakt zonder invallende golven op de buitenrand van het buitengebied. De golfhoogte op de Noordzee ter hoogte van het zeegat is dus veel lager dan in de andere gevallen. Tot het Marsdiep zijn de golven door de wind in staat te groeien tot bijna vergelijkbare golfhoogtes als in het standaardgeval (SSS).

#### D . . . . . Stroming

In voorgaande berekeningen is gebleken dat westenwind en tegenstroom, een gunstig klimaat geven voor een grote golfdoordringing in het zeegat. In berekening 19 zijn

deze twee factoren gecombineerd. Inderdaad blijken bij deze combinatie hogere golven op te treden in het zeegat dan in de afzonderlijke gevallen. De significante golfhoogte neemt toe tot twee meter.

Ten slotte is nog een berekening uitgevoerd met zuidwestenwind (nr. 20) De stroming is in deze berekening om technische redenen uitgeschakeld. De golfhoogtes in het Marsdiep zijn vergelijkbaar met de golfhoogtes die voorkomen bij westenwind.

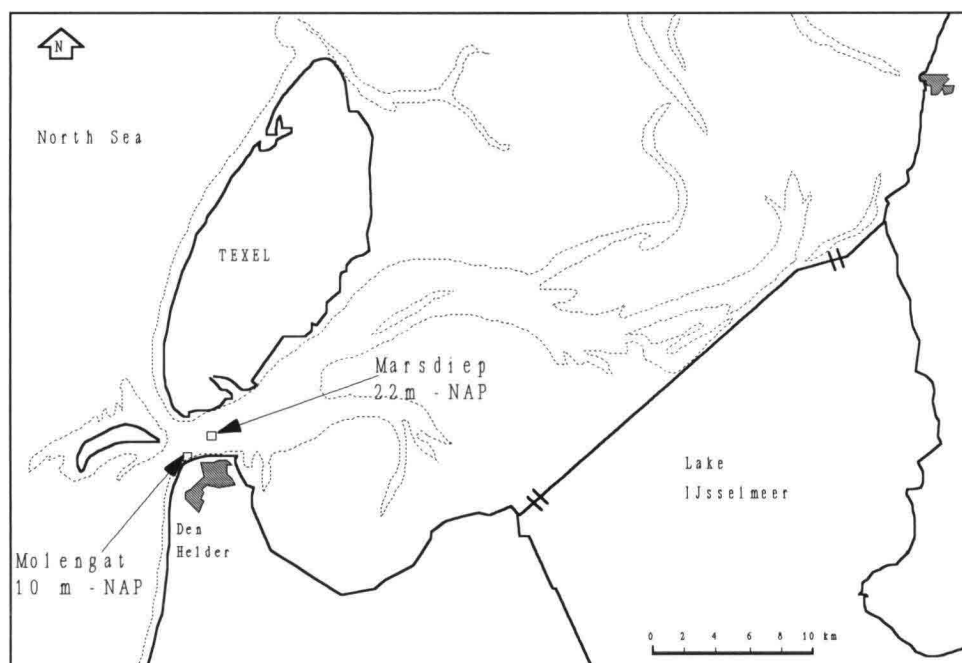
Pagina 15 en 16 bevatten een overzicht van deze resultaten op twee lokaties, op de 10 -NAP bij de dijk van Den Helder en in het centrum van het zeegat.

Hierin is:

rood	= >	standaard superstorm
geel	= >	bodemingrepen
groen	= >	windrichtingen
blauw	= >	stromingssommen
lichtblauw	= >	geen invallende golven
licht rood	= >	geen refractie

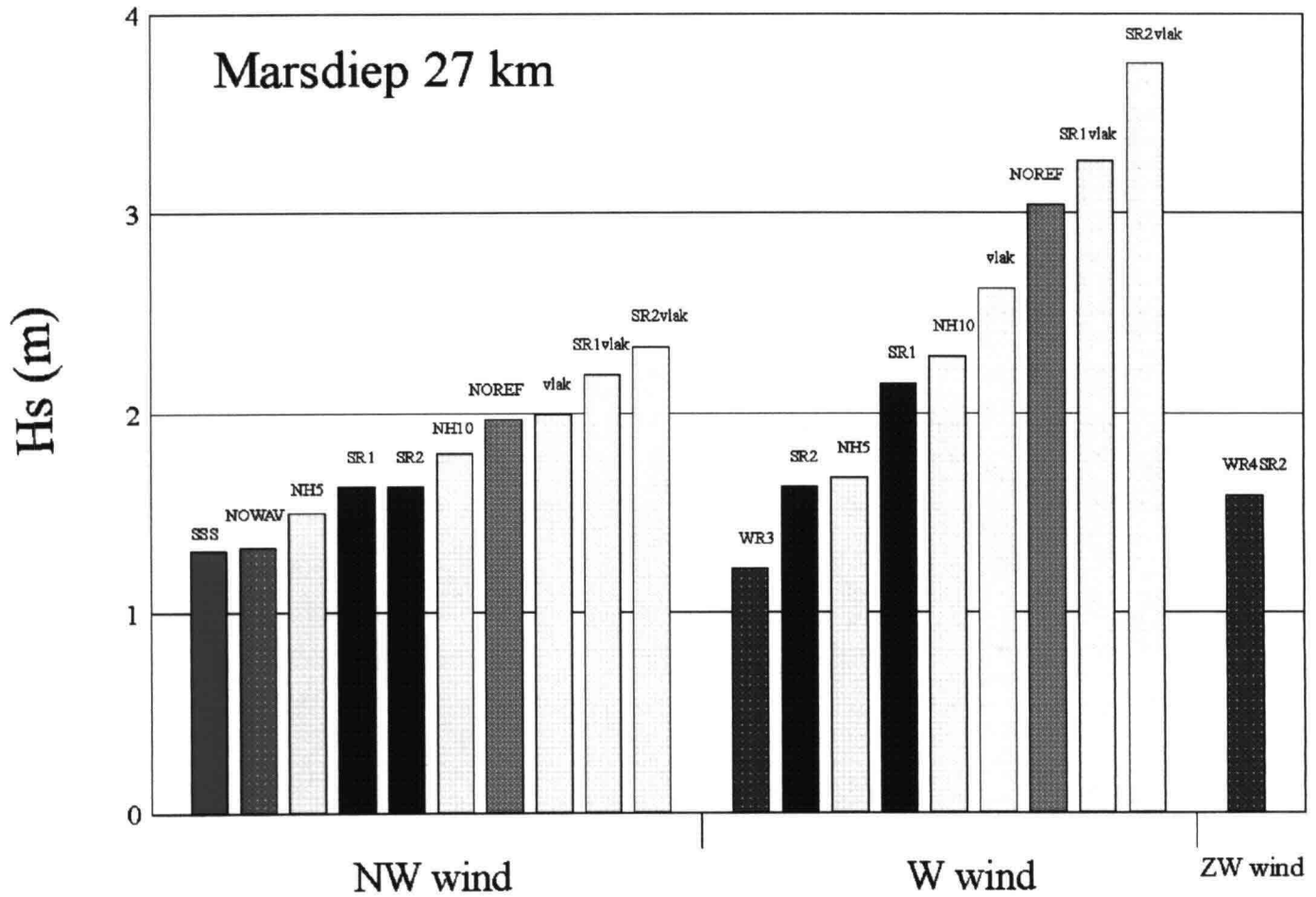
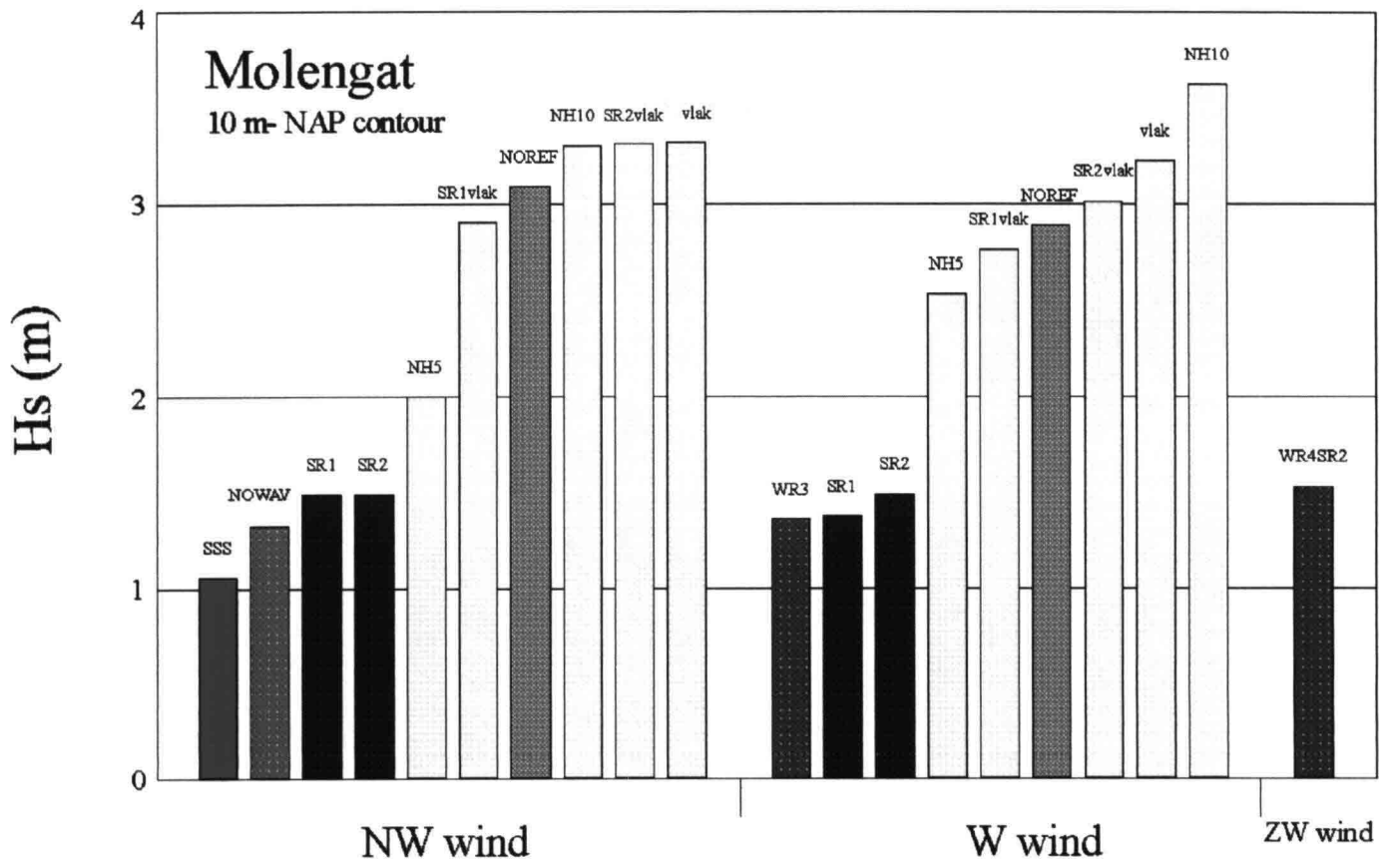






**Fig. 3** Overzicht lokaties (pagina 16)

Overzicht coderingen (pagina 16)		kleur
SSS	standaard superstorm (bodem A)	rood
NH5	Noorderhaaks verlaagd tot 5 m -NAP (bodem B)	geel
SR1vlak	ebstroom, vlakke bodem op 10 m -NAP (bodem D)	geel
SR2vlak	geen stroming, vlakke bodem op 10 m -NAP	geel
NH10	Noorderhaaks verlaagd tot 10 m -NAP (bodem C)	geel
vlak	vloedstroom, vlakke bodem	geel
NOWAV	geen invallende golven buitengebied	licht blauw
SR1	ebstroom (tegenstroom)	blauw
SR2	geen stroming	blauw
WR3	westenwind	groen
WR4	zuidwestenwind	groen
NOREF	uitgeschakelde refractie	licht rood



---

## 4 Samenvatting en conclusies

.....

### 4.1 Samenvatting resultaten

De gevallen met een extreem hoge waterstand geven, in het centrum van het zeegat, ten opzichte van het standaardgeval (SSS) alleen een aanzienlijke verhoging van de significante golfhoogte bij een tegenstroom. Bij tegenstroom ontstaat er een "tunnel-effect" waardoor de golven minder refracteren, hierdoor neemt de golfhoogte minder sterk af. Bij een vloedstroom is van verhoging nauwelijks sprake.

Van de berekeningen die gemaakt zijn met een verlaagd Noorderhaaks, kan gezegd worden dat ondanks ingrijpende maatregelen nauwelijks hogere golven doordringen in het zeegat bij noordwestenwind. Uitzondering vormt het gebied rond de raai door het Molengat, en het Noorderhaaks. Een grotere diepte geeft hier minder energiedissipatie door breking en dus hogere golfhoogtes.

Een vlakke bodem in het zeegat heeft bij een vloedstroom als resultaat dat de golfhoogte iets toeneemt ten opzichte van het standaardgeval. De geulen blijken dus niet zo'n grote invloed te hebben. Zonder stroming treedt een flinke golfdoordringing op. De golfhoogte in het zeegat bedraagt dan viereneenhalve meter. Bij tegenstroom blijft de golfdoordringing groot. In alle gevallen met vlakke bodem is de toename van de golfhoogte het grootst bij westenwind (270 °N).

Het verkleinen van de rekenstappen in HISWA heeft alleen lokaal effect, voornamelijk op het Noorderhaaks. Hier is de golfenergie en de bodemgradiënt groot en zijn dus de stapgroottes van grotere invloed dan verder het zeegat in.

Uitschakelen van refractie in HISWA heeft als gevolg dat de significante golfhoogte in het zeegat toeneemt. Bij westenwind is de toename het grootst. In het zeegat bedraagt de significante golfhoogte bij deze windrichting meer dan drie meter.

Wanneer aan de grens van het buitenmodel geen invallende golven opgegeven worden, is de golfhoogte buiten het zeegat (op de Noordzee) vanzelfsprekend lager. De situatie

in het zeegat is echter bijna vergelijkbaar met het standaardgeval, dit komt door het groeien van de golven door de lokale wind.

Op de bestaande bodem geeft de combinatie westenwind en tegenstroom een grote verhoging van de significante golfhoogte in het centrum van het zeegat; ruim twee meter. Westenwind is gunstig voor de golfdoordringing in het zeegat omdat het zeegat west-oost georiënteerd is en er dus weinig afscherming is van Texel of het vaste land.

Bij zuidwesten wind treedt in het centrum van het zeegat een verhoging van de significante golfhoogte op ten opzichte van het standaard geval met noordwesten wind. Uit het zuidwesten kunnen de golven door het brede Breewijd gemakkelijker doordringen dan vanuit het noorden.

De modellen CREDIZ en HISWA geven vergelijkbare resultaten. De invloed van diffractie is hier dus gering.

.....

## 4.2 Conclusies

Het doel van dit onderzoek was een antwoord te geven op de vraag: zijn de lage en ongevoelige significante golfhoogtes onder deze extreme condities in het zeegat van Texel realistisch?

Uit het onderzoek volgen de volgende conclusies en antwoorden:

- De metingen in het gebied zijn helaas beperkt, maar in het verleden zijn nooit hogere golfhoogtes gemeten of waargenomen dan de golfhoogtes die met HISWA gevonden zijn.
- Uit de vergelijking met het numerieke model CREDIZ volgen dezelfde resultaten als met HISWA. Dit geeft weliswaar geen garantie voor de juistheid van de HISWA resultaten, maar wel vertrouwen.
- Uit het gevoeligheidsonderzoek met HISWA blijkt dat de grootste energiedissipatie wordt veroorzaakt door de topografie van het zeegat.
  - Uit de berekeningen met een west georiënteerde wind- en golfrichting is de afscherming van het eiland Texel goed te zien.
  - De bodemtopografie van het zeegat zorgt ervoor dat golven sterk naar de kusten toe wordt gebogen (refractie). De resultaten met de instelling bodemrefractie uit laten zien dat de meeste golven wanneer ze de ondiepte (-10 m) al bereikt hebben refracteren op de keringen bij Den Helder en Texel. Dit effect wordt nog versterkt als de golfrichting gelijk is aan de stroomrichting (stroomrefractie). Zijn golfrichting en stroomrichting tegengesteld dan worden de golven in het zeegat beduidend hoger.
  - Een groot gedeelte van de golven breekt wanneer ze de ondiepe plaat bereiken voor het zeegat (diepte -10 m NAP). Op deze plaat ligt lokaal nog het Noorderhaaks, maar de berekeningen met bodemingrepen geven aan dat dit slechts een lokale invloed heeft op de golfhoogte en golfperiode.

Uit de resultaten van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat de lage en ongewone golfhoogtes ( $H_s \approx 1.35$  m) uit de studie DH, 1993 correct zijn bij de gebruikte parameter variaties. Er blijkt uit deze studie dat het wel degelijk mogelijk is hogere golfhoogtes in het zeegat van Texel te krijgen. Bij westenwind en tegenstroom is de significante golfhoogte twee meter in het zeegat (Marsdiep).

## **Literatuurlijst**

Delft Hydraulics, Wave conditions along the Dutch coast, report H1355, WL, prepared for Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren 1993.

Vogel, J.A., A.C. Radder, J.H. De Reus, Verification of numerical wave propagation models in tidal inlets. Rijkswaterstaat, Tidal Waters Division, 1989.

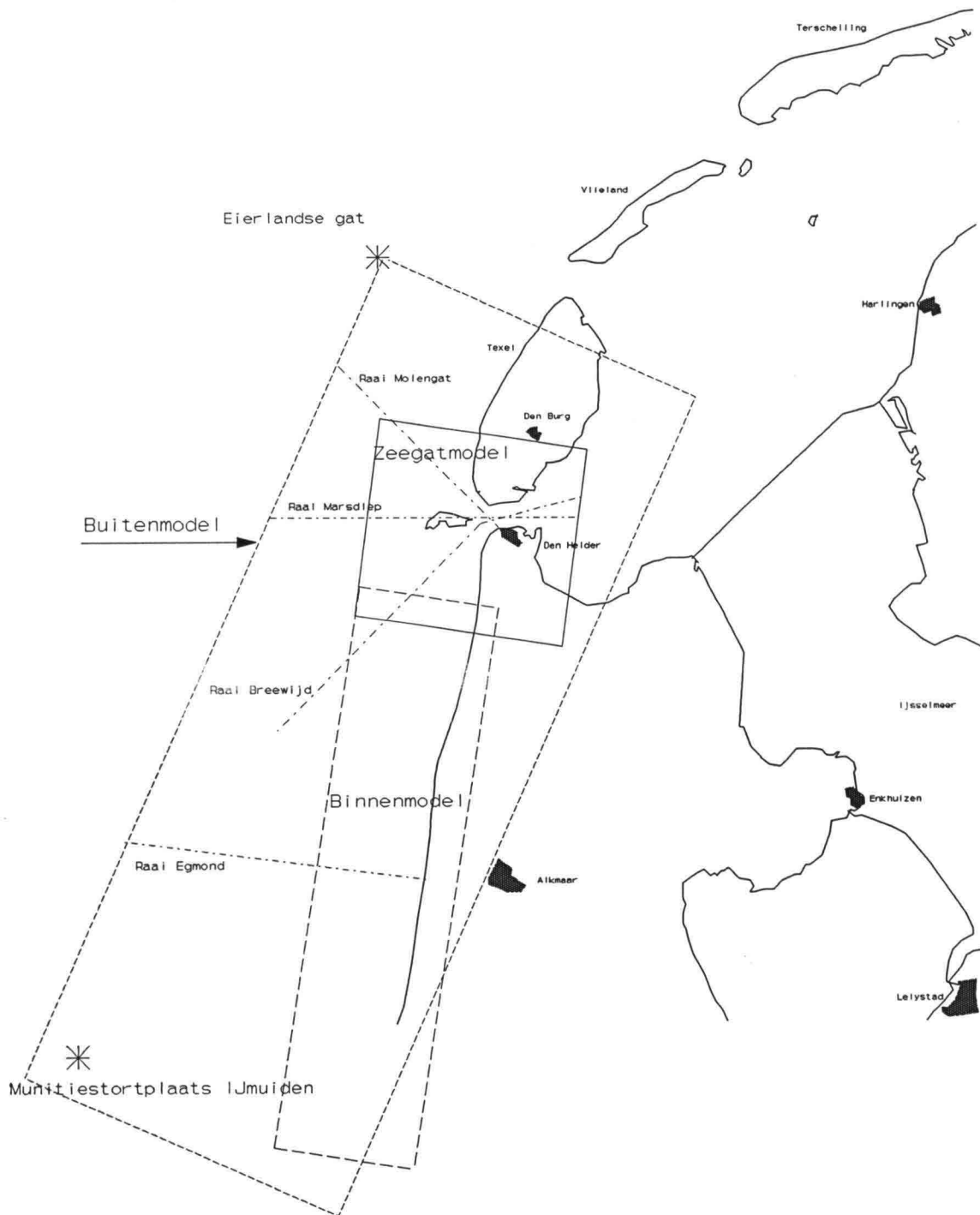
Holthuijsen, L.H., N. Booij, T.H.C. Herbers, A Prediction Model for Stationary, Short-crested Waves in Shallow Water with Ambient Currents. Coastal Engineering, Vol 13, pp 23-54, 1989.

# Bijlage 1:

Overzicht van het gebied & HISWA-rekenroosters







HISWA-rekenroosters (Buitenmodel, Binnenmodel en Zeegatmodel) en raaien



# Bijlage 2:

Overzicht berekeningen



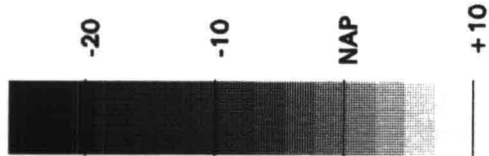
Nr	Omschrijving	Waterstand (m+ NAP)	Stroming zeegat	Windrich- ting (°N)
1	bestaande bodem	10	vloed	315
2	bestaande bodem	10	vloed	270
3	bestaande bodem	10	eb	315
4	Noorderhaaks verlaagd tot 5 m- NAP	5	vloed	315
5	Noorderhaaks verlaagd tot 5 m- NAP	5	vloed	270
6	Noorderhaaks verlaagd tot 10 m-NAP	5	vloed	315
7	Noorderhaaks verlaagd tot 10 m-NAP	5	vloed	270
8	Vlakke bodem op 10 m- NAP	5	vloed	315
9	Vlakke bodem op 10 m- NAP	5	vloed	270
10	Vlakke bodem op 10 m- NAP	5	geen	315
11	Vlakke bodem op 10 m- NAP	5	geen	270
12	Vlakke bodem op 10 m- NAP	5	eb	315
13	Vlakke bodem op 10 m- NAP	5	eb	270
14	Rekenstapgroottes	5	vloed	315
15	Stapgrootte richting	5	vloed	315
16	Refractie uit	5	vloed	315
17	Refractie uit	5	vloed	270
18	Geen invallende golven	5	vloed	315
19	Tegenstroom	5	eb	270
20	Geen stroming	5	geen	225
21	CREDIZ	5	geen	270
22	17 november storm 1992	0	geen	311
DH	WR1 windrichting 300°	5	vloed	300
DH	WR2 windrichting 285°	5	vloed	285
DH	WR3 windrichting 270°	5	vloed	270

Overzicht berekeningen

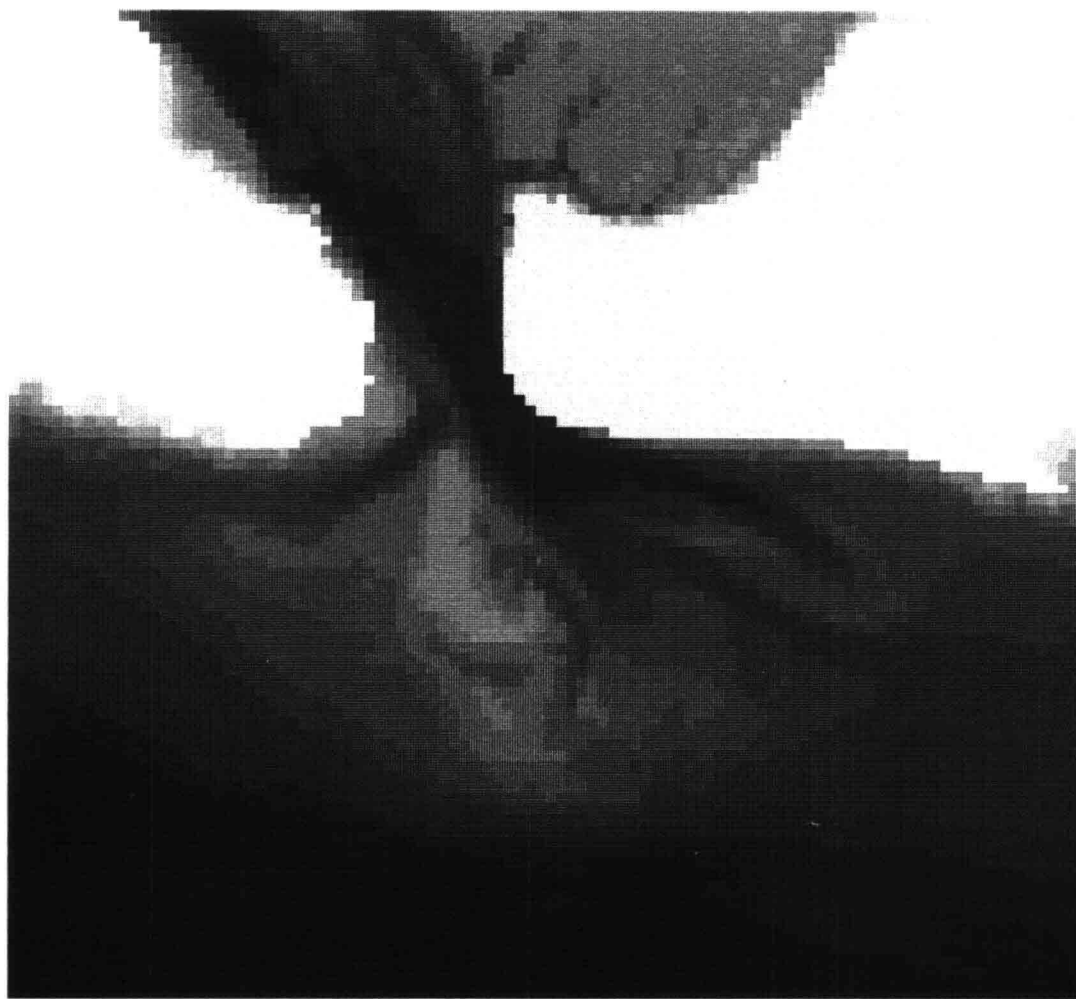
# Bijlage 3:

Overzicht gebruikte bodems

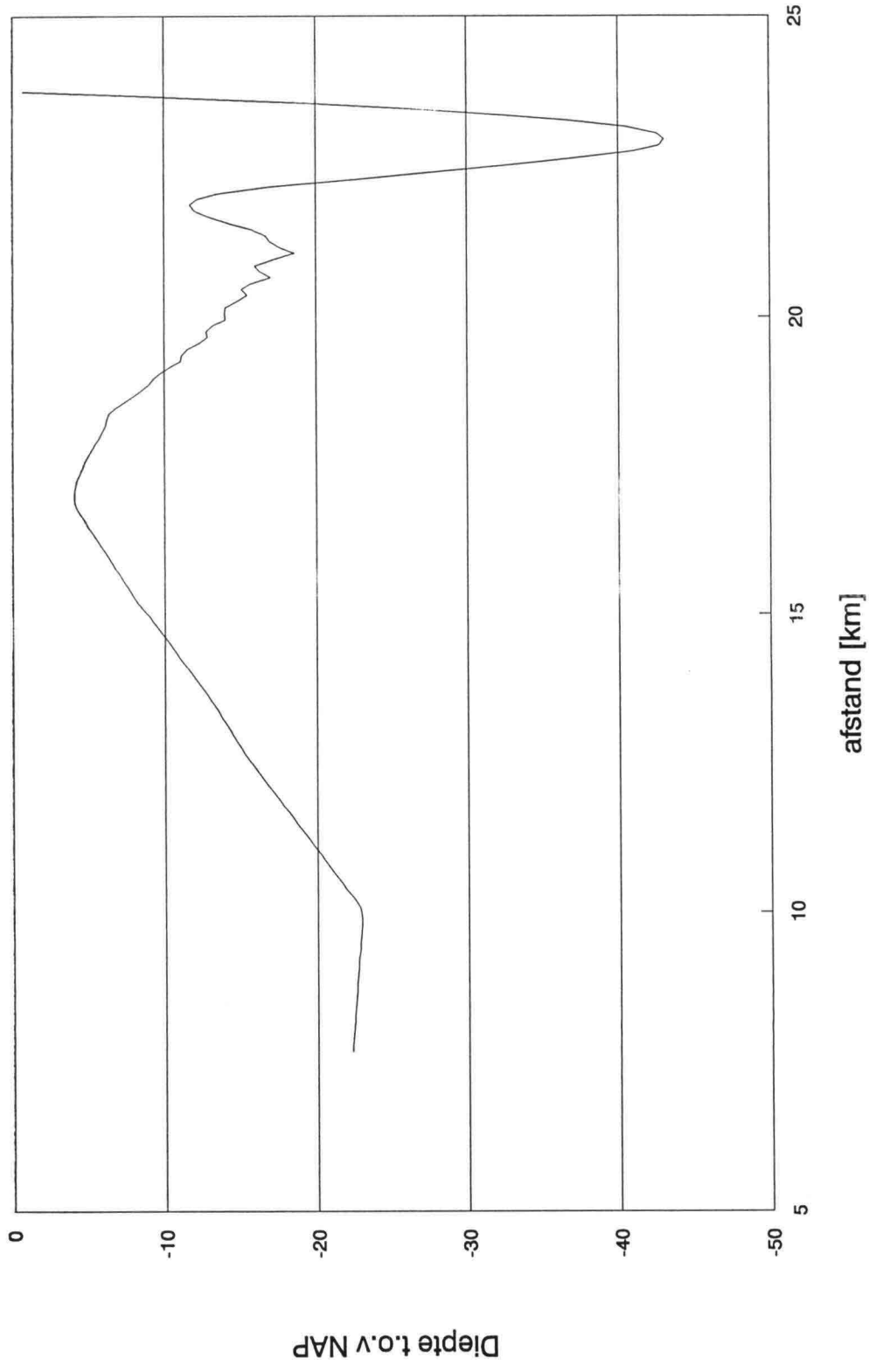
Legenda



Scale: 1:40000

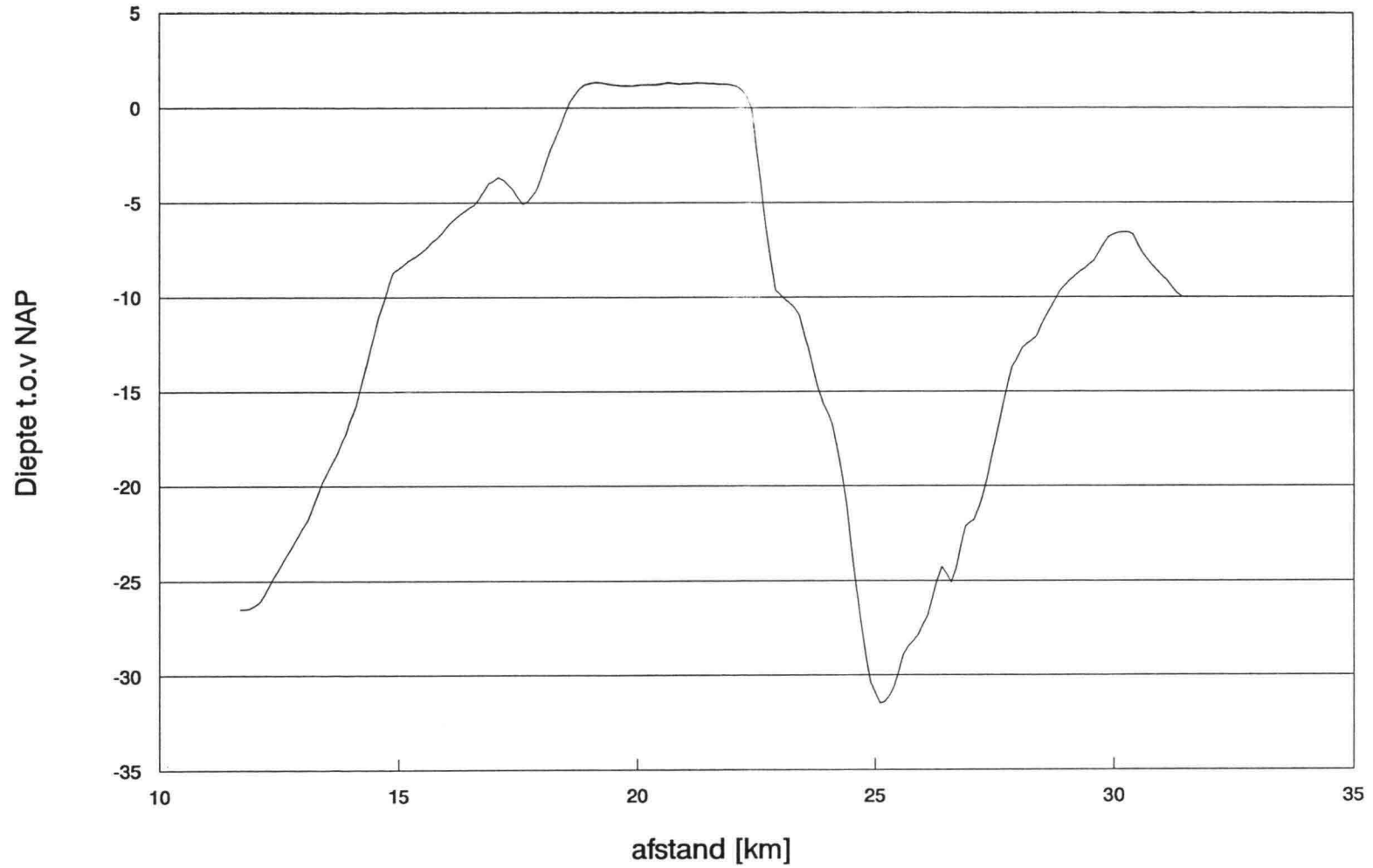


# Bodemprofiel raai Molengat

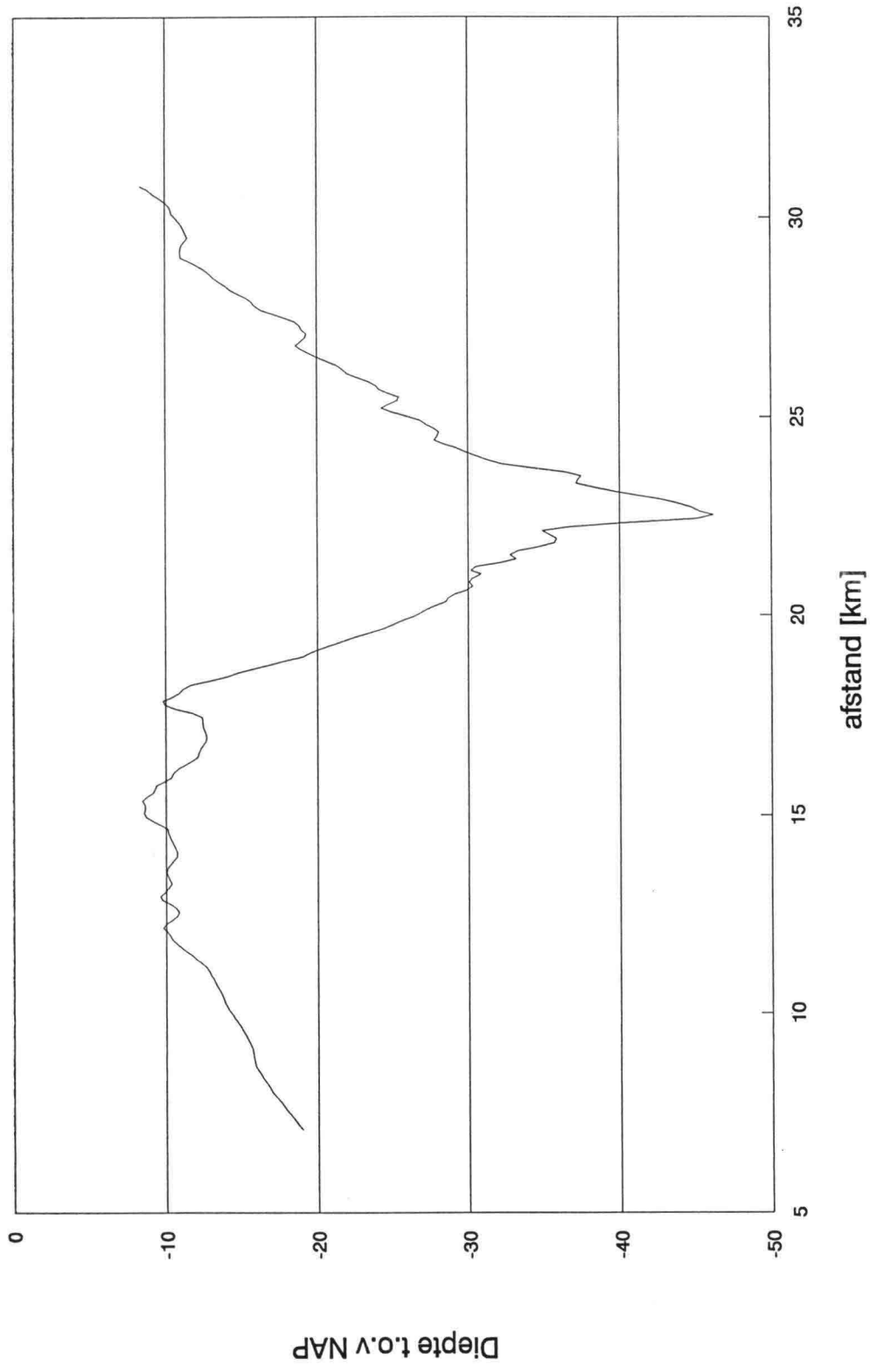




# Bodemprofiel raai Marsdiep

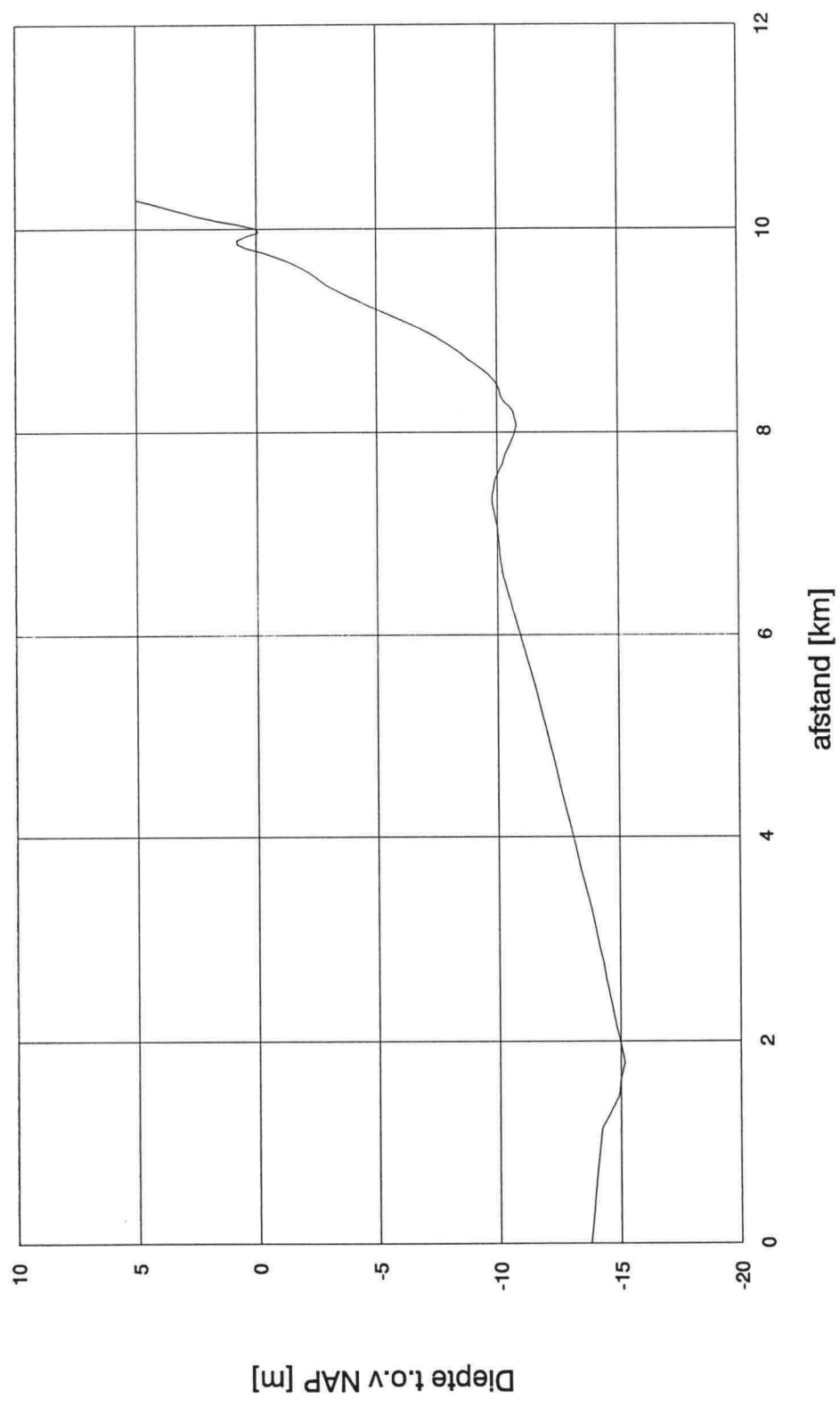


# Bodemprofiel raai Breewijd



# Bodemprofiel Raai Egmond

T.b.v berekening storm 17 november 1992



Noorderhaaks verlaagd tot 5 m beneden NAP

Legenda

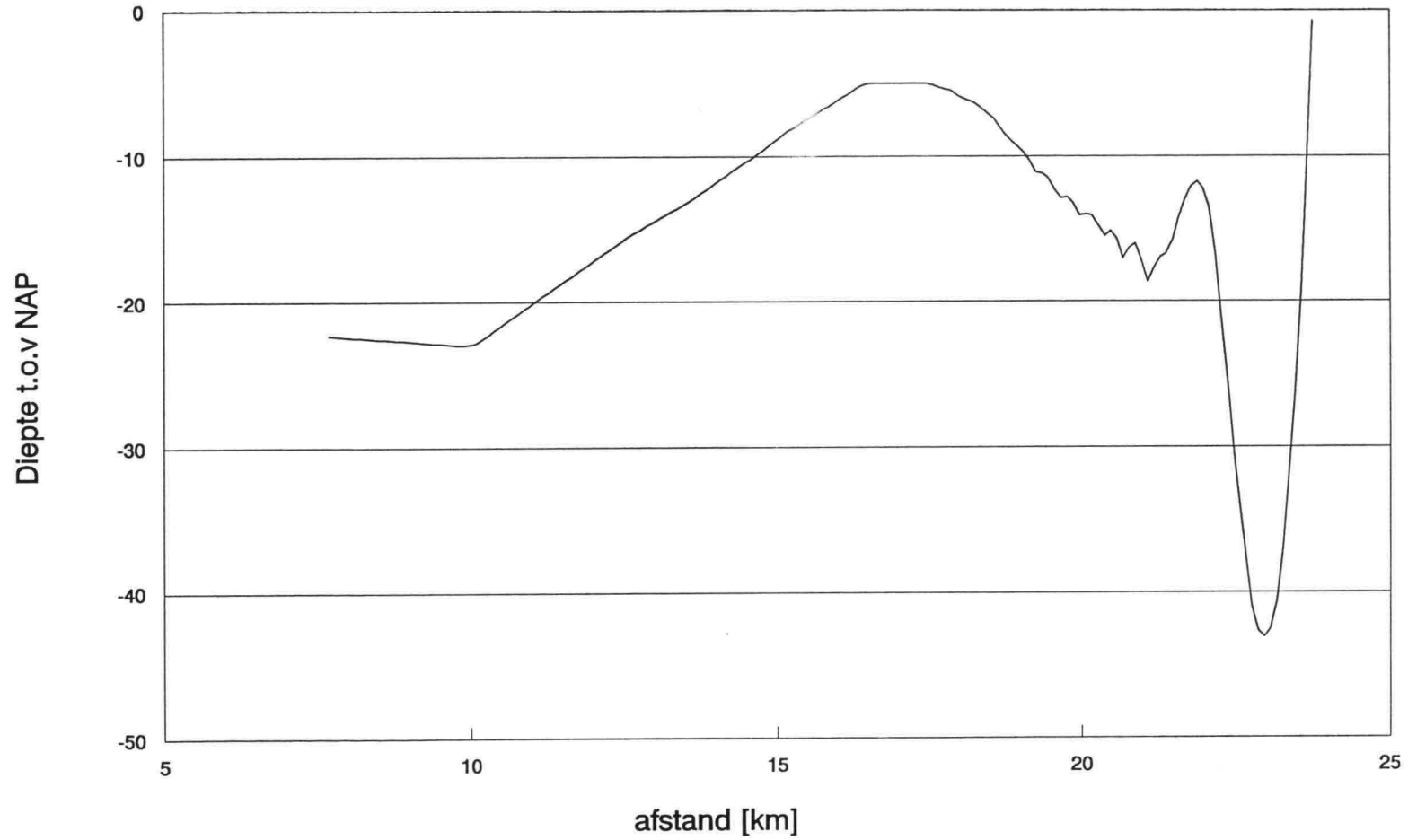


Scale: 1:40000



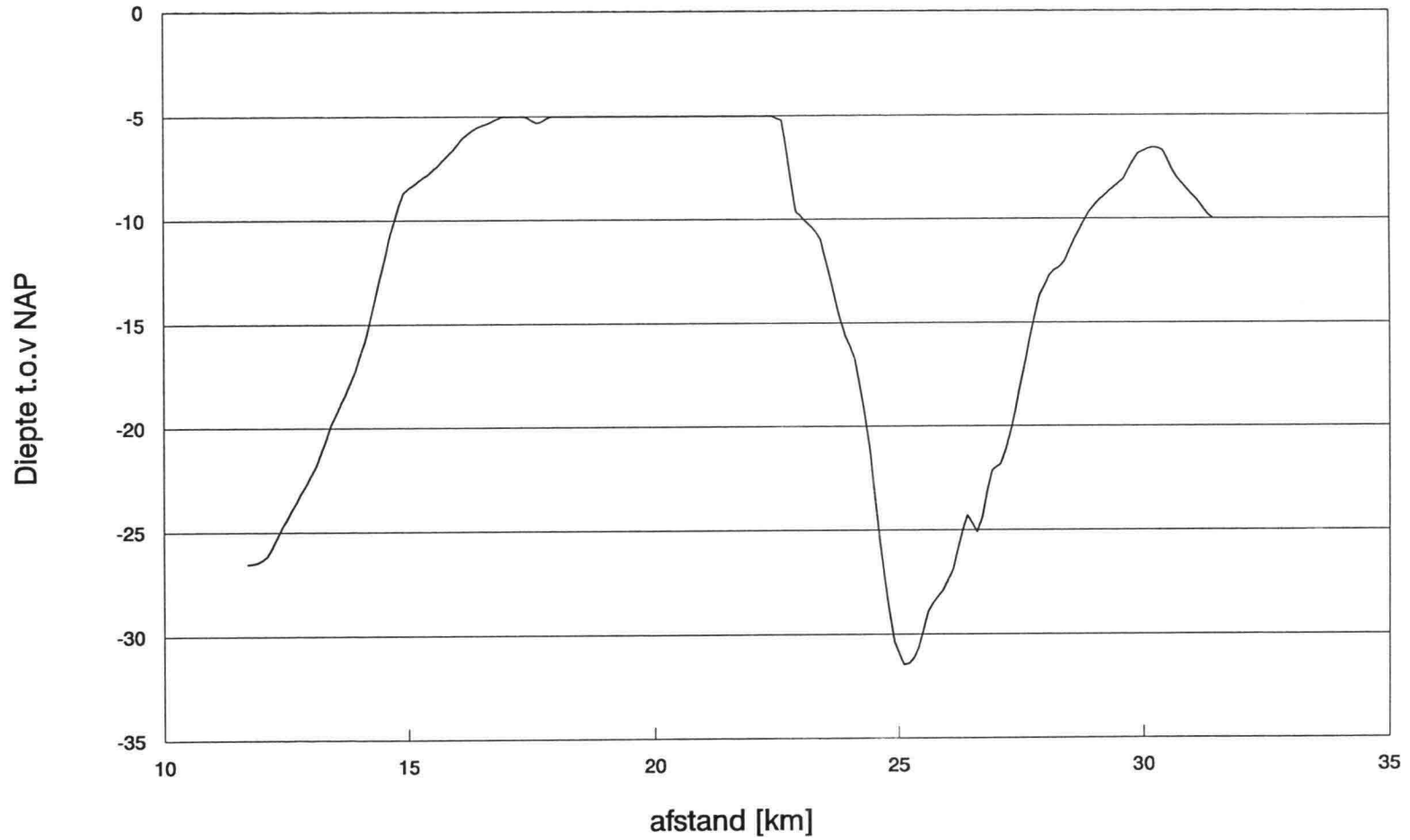
# Bodemprofiel raai Molengat

Noorderhaaks verlaagd tot 5 m- NAP



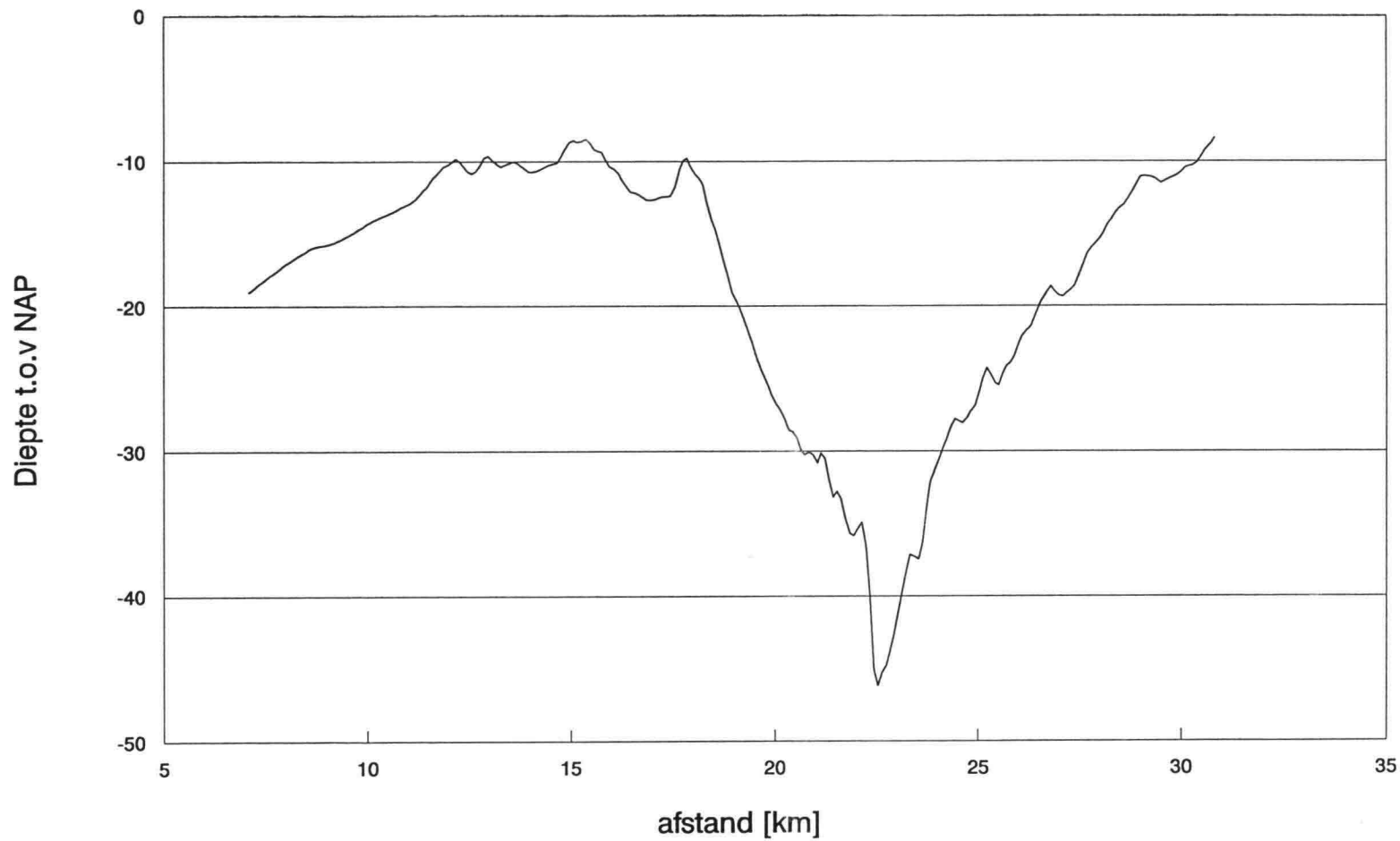
# Bodemprofiel raai Marsdiep

Noorderhaaks verlaagd tot 5 m- NAP



# Bodemprofiel raai Breewijd

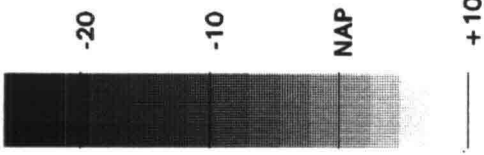
Noorderhaaks verlaagd tot 5 m- NAP



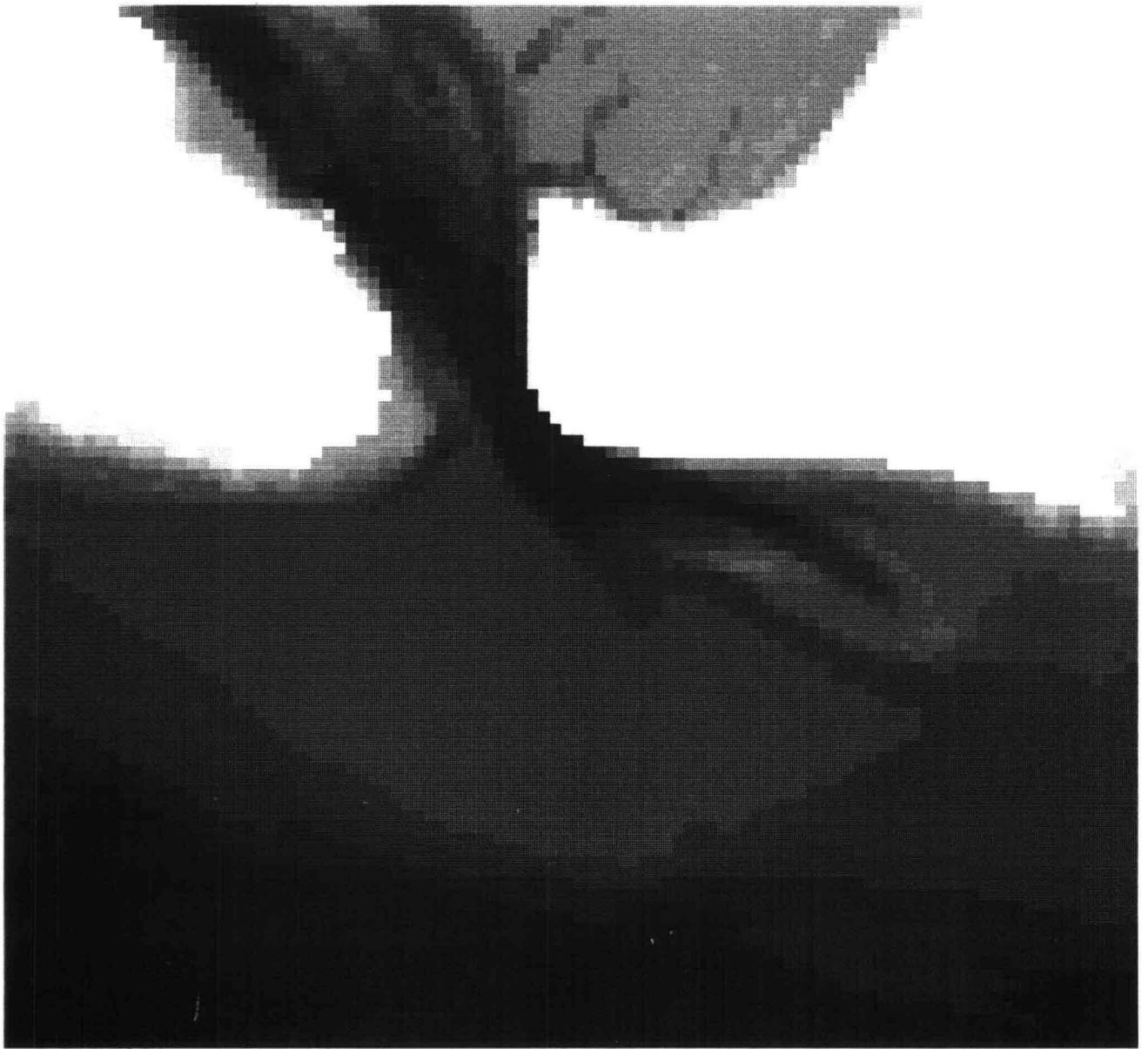


Noorderhaaks verlaagd tot 10 m beneden NAP

Legenda

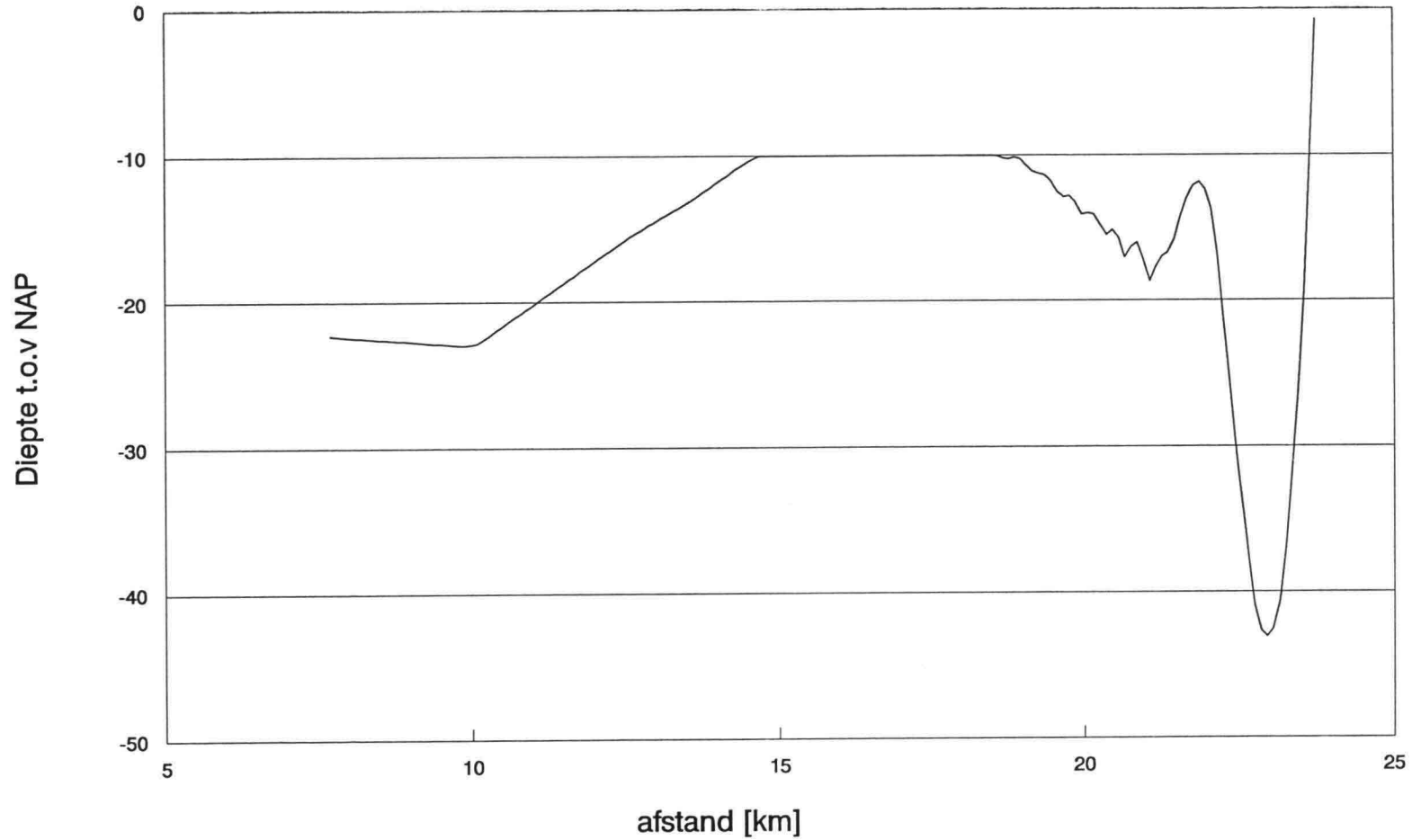


Scale: 1:145000



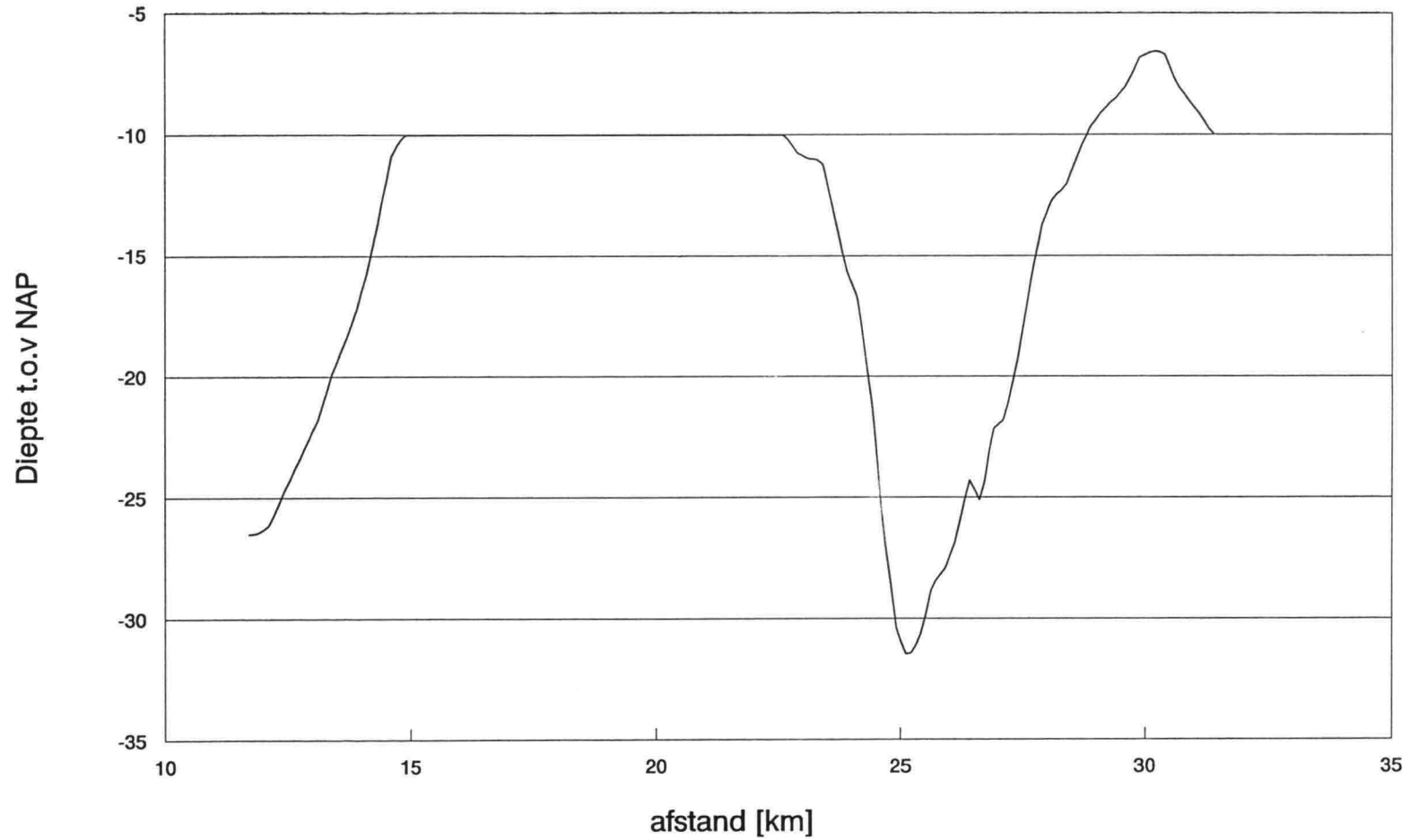
# Bodemprofiel raai Molengat

Noorderhaaks verlaagd tot 10 m- NAP



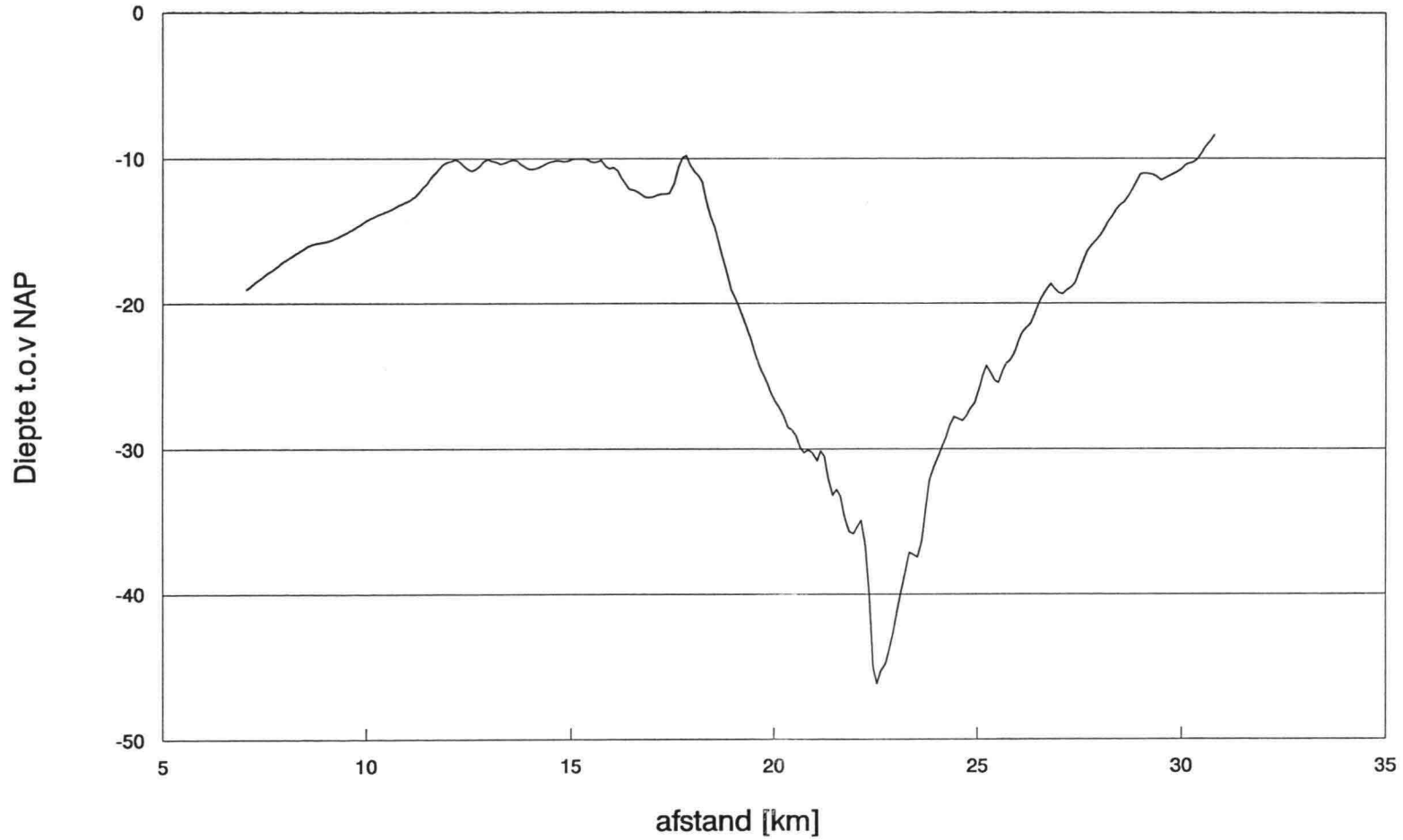
# Bodemprofiel raai Marsdiep

Noorderhaaks verlaagd tot 10 m- NAP



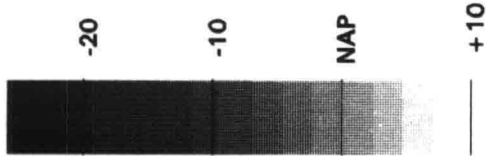
# Bodemprofiel raai Breewijd

Noorderhaaks verlaagd tot 10 m- NAP

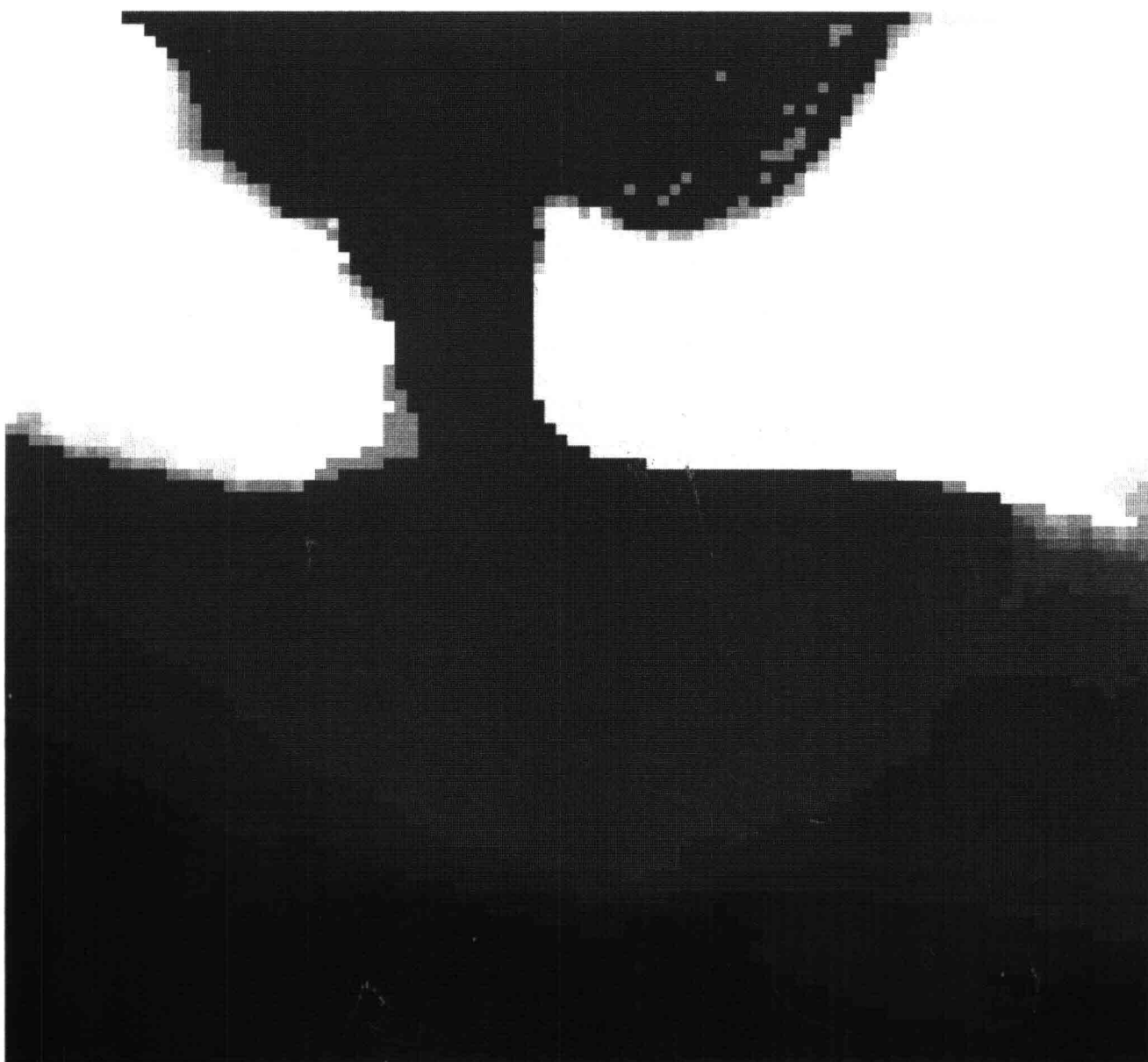


Vlakke bodem in het zeegat op 10 m beneden NAP

Legenda

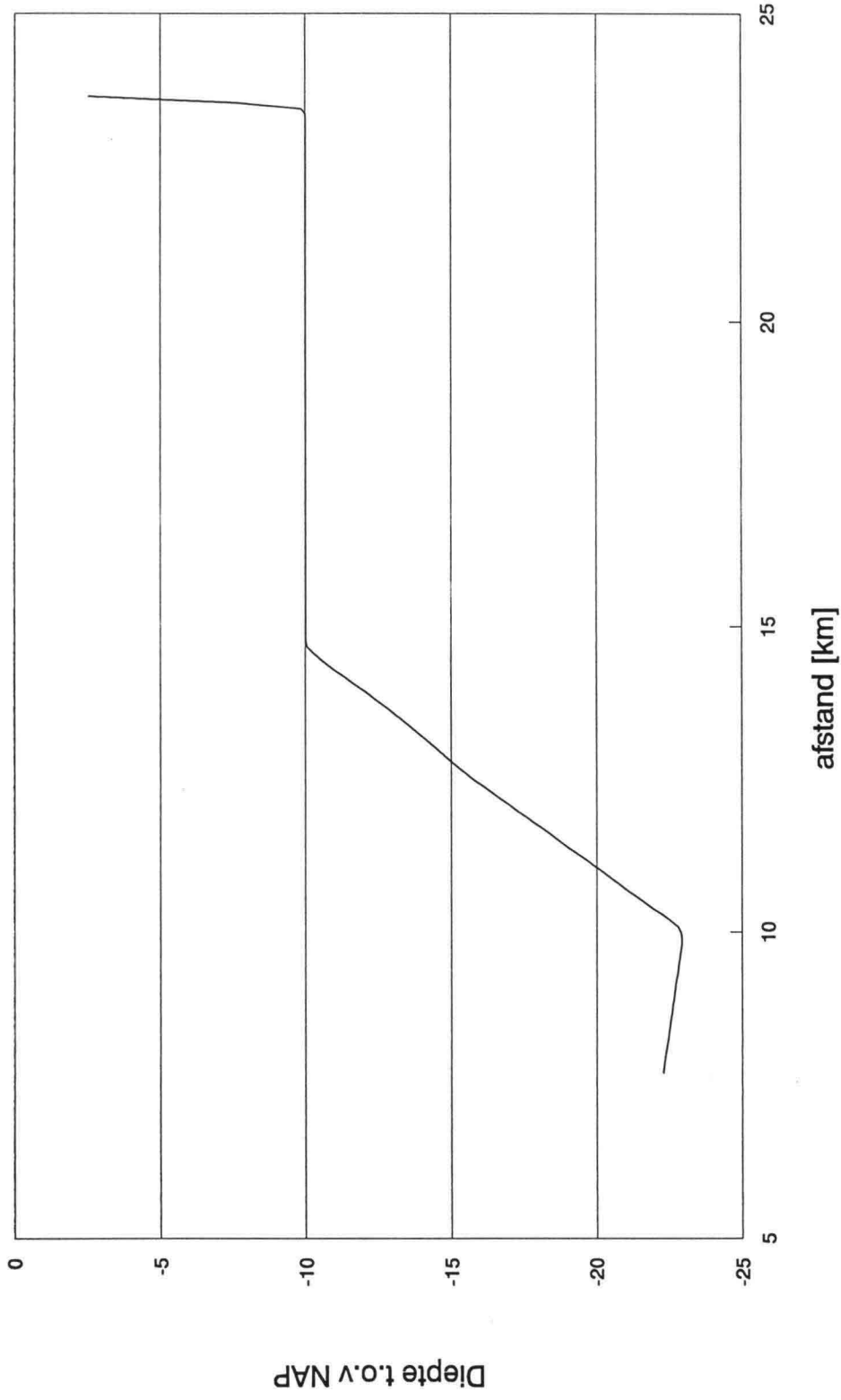


Scale: 1:144800



# Bodemprofiel raai Molengat

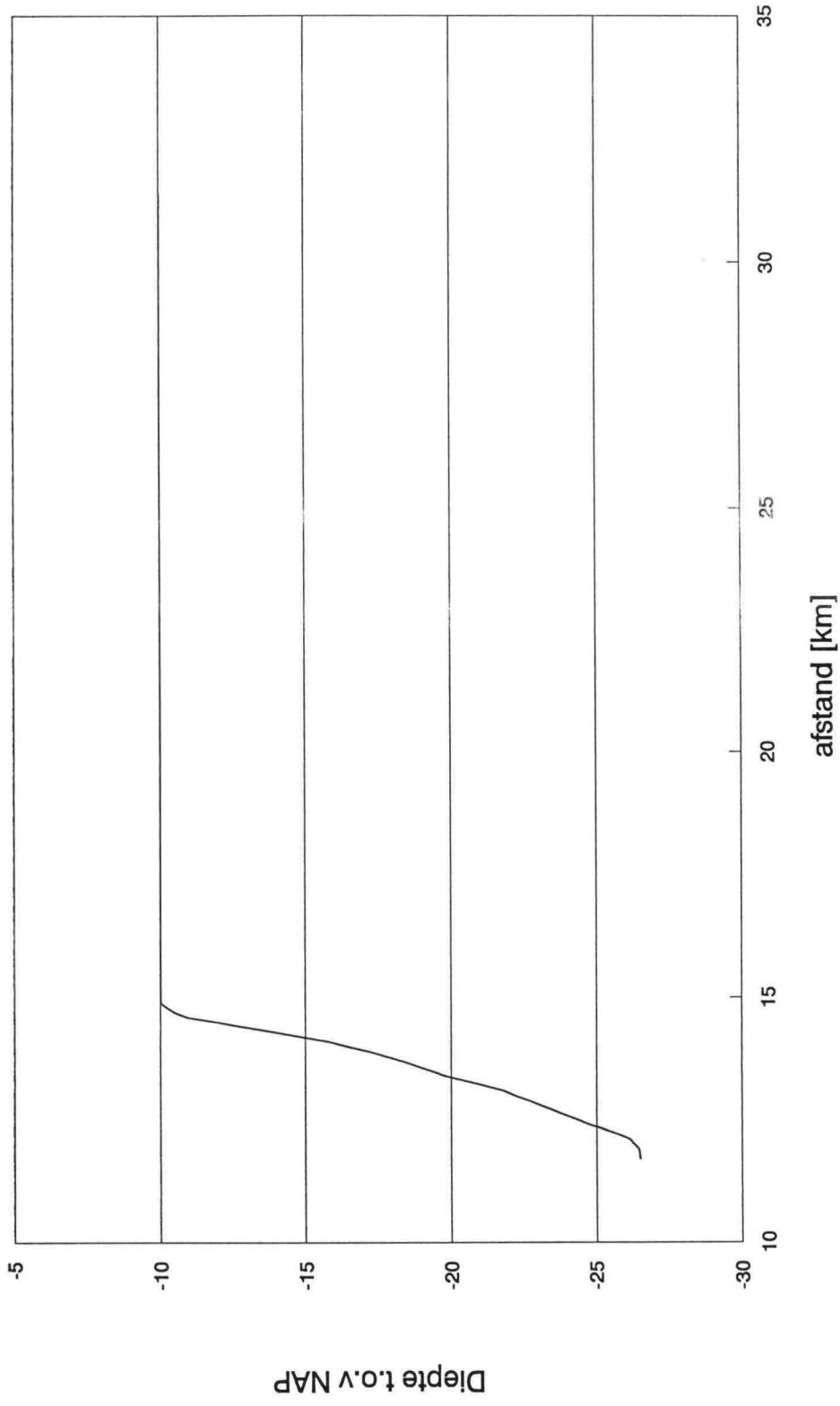
Vlakke bodem op 10 m- NAP





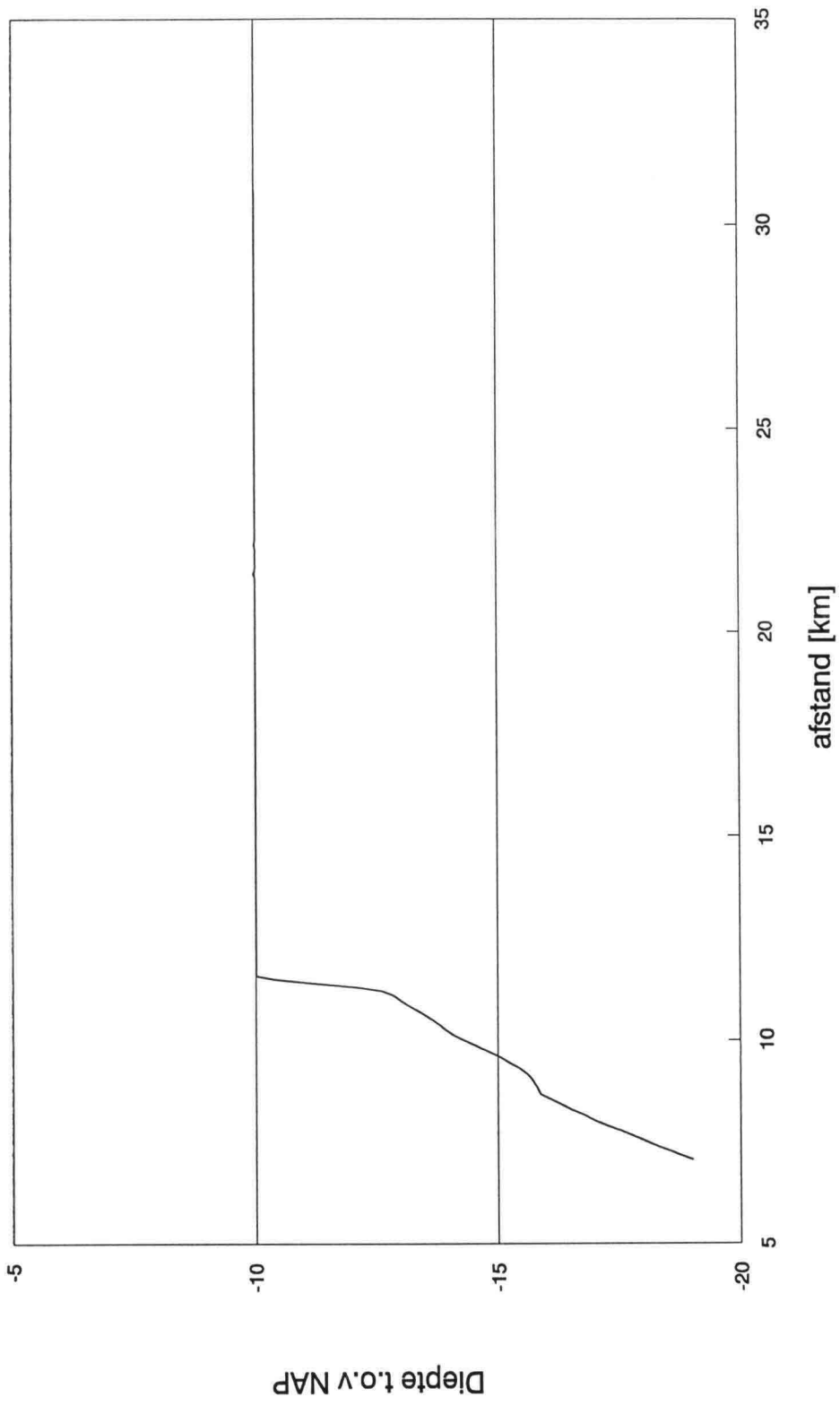
# Bodemprofiel raai Marsdiep

Vlakke bodem op 10 m- NAP



# Bodemprofiel raai Breewijd

Vlakke bodem op 10 m- NAP



# Bijlage 4:

Berekeningen gevoeligheidsstudie



DELFT HYDRAULICS

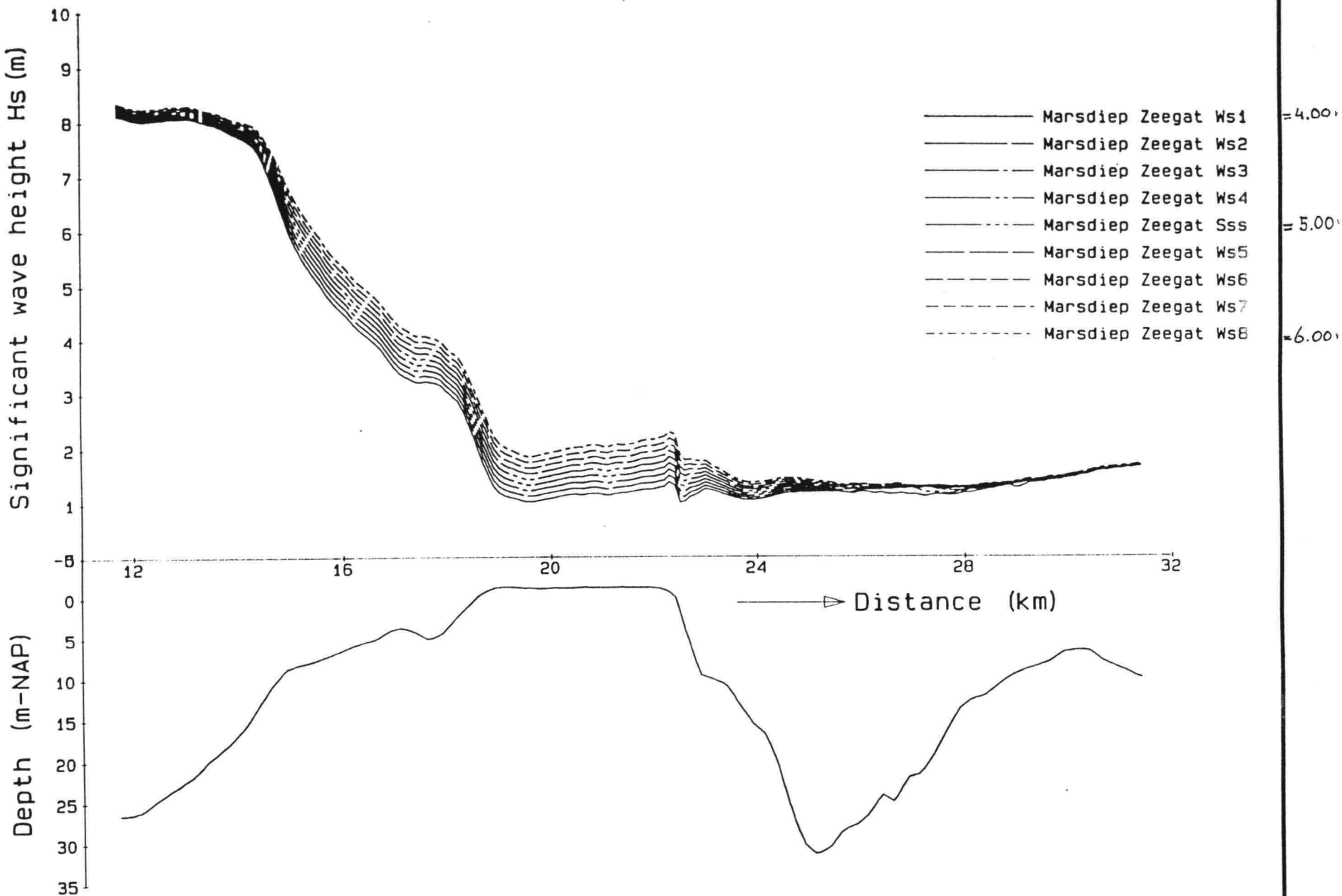
H1355

FIG. 4.25i

SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSДИEP PROFILE  
 VARYING WATER LEVEL

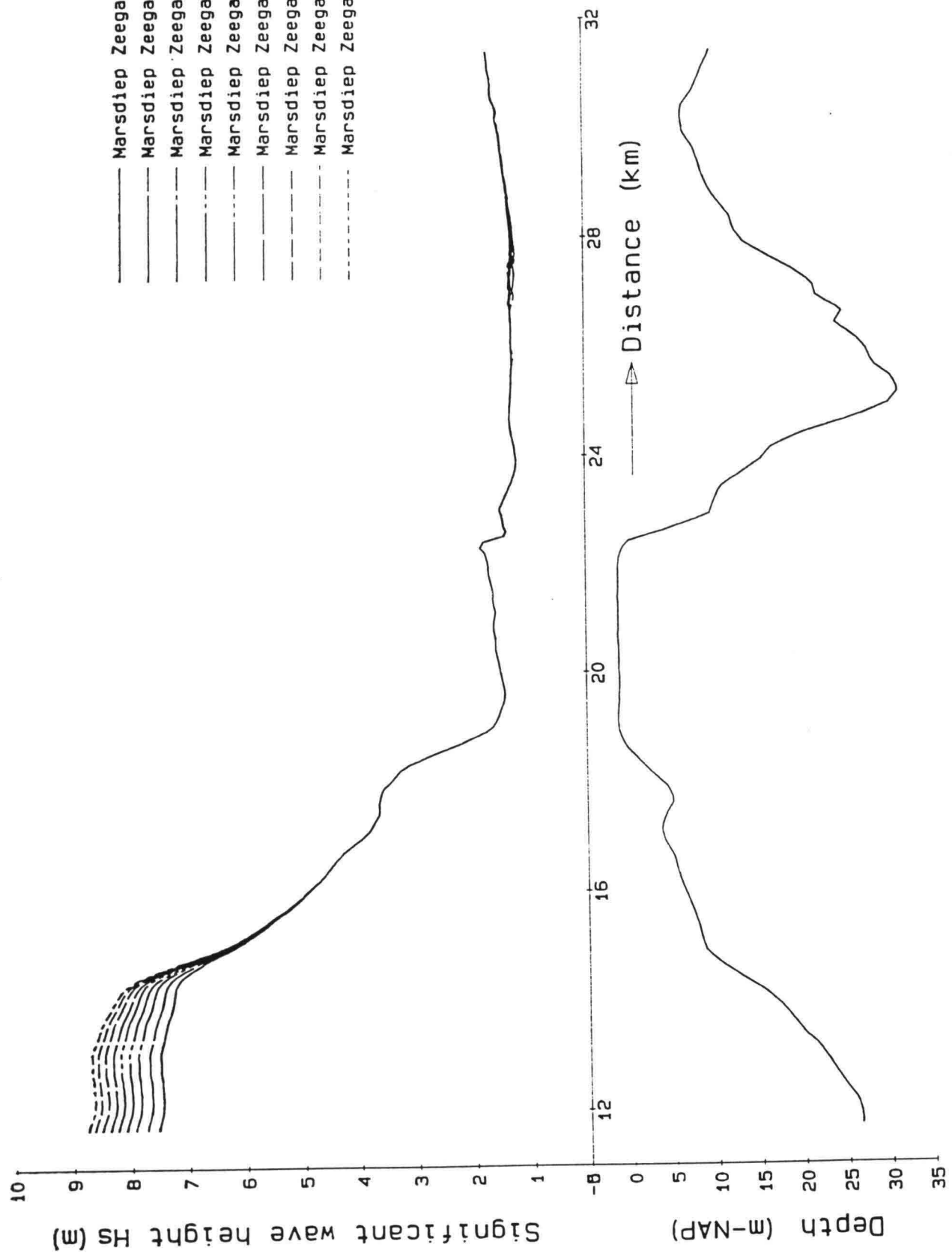
HYDRA-HISMA

WSZGMD



= 8.10 m  
 = 9.10 m  
 = 10.10 m

- Marsdiep Zeegat Hs1
- Marsdiep Zeegat Hs2
- Marsdiep Zeegat Hs3
- Marsdiep Zeegat Hs4
- Marsdiep Zeegat Sss
- Marsdiep Zeegat Hs5
- Marsdiep Zeegat Hs6
- Marsdiep Zeegat Hs7
- Marsdiep Zeegat Hs8



SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
 VARYING INCOMING WAVE HEIGHT

HYDRA-HISWA      HSZGMD

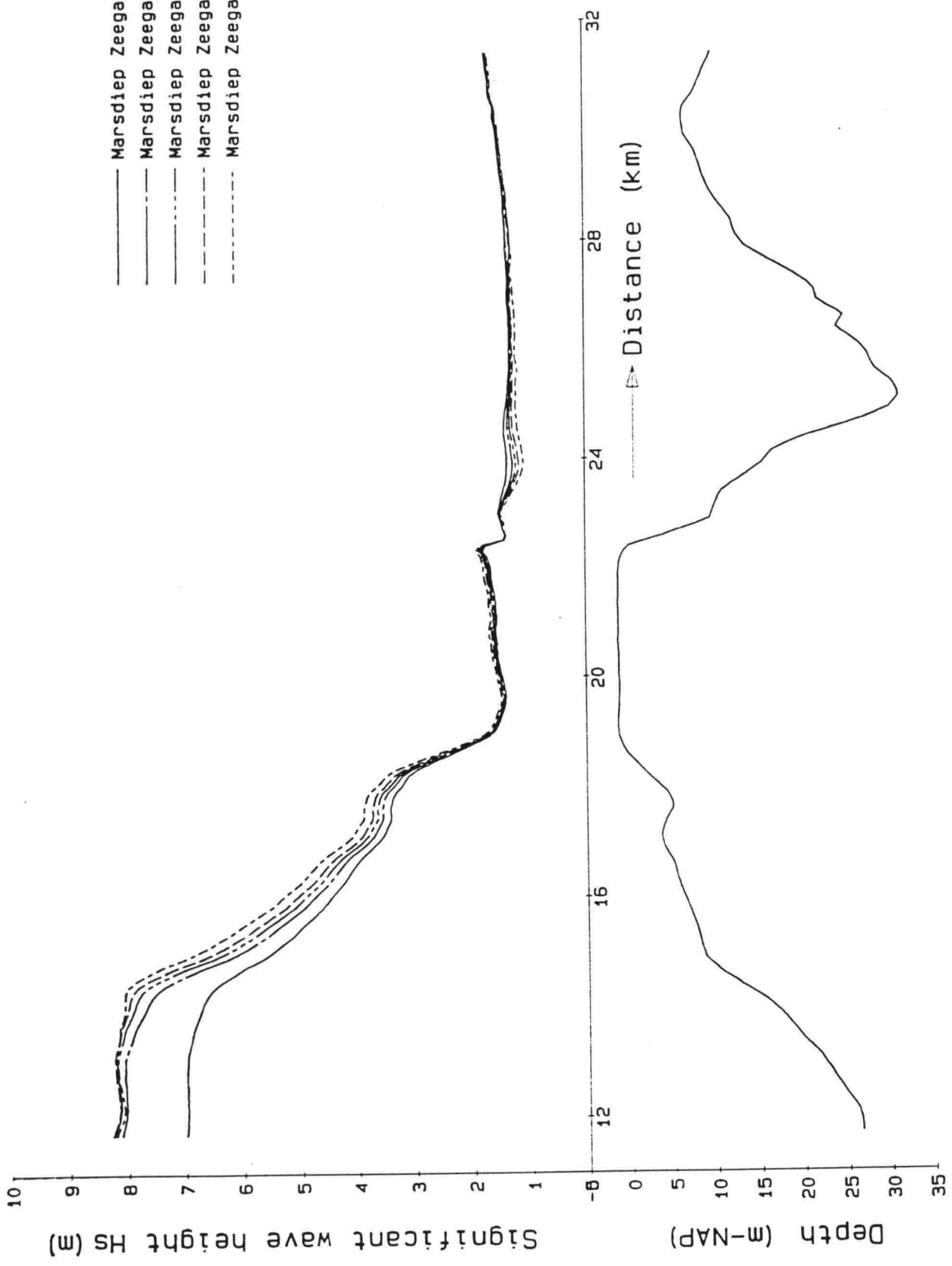
DELFT HYDRAULICS

H1355

FIG. 4.26i

= 7.9 s  
 = 10.9 s  
 = 13.9 s

Marsdiep Zeegat Tm1  
 Marsdiep Zeegat Tm2  
 Marsdiep Zeegat Sss  
 Marsdiep Zeegat Tm3  
 Marsdiep Zeegat Tm4



SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
 VARYING WAVE PERIOD

HYDRA-HISWA

TMZGMD

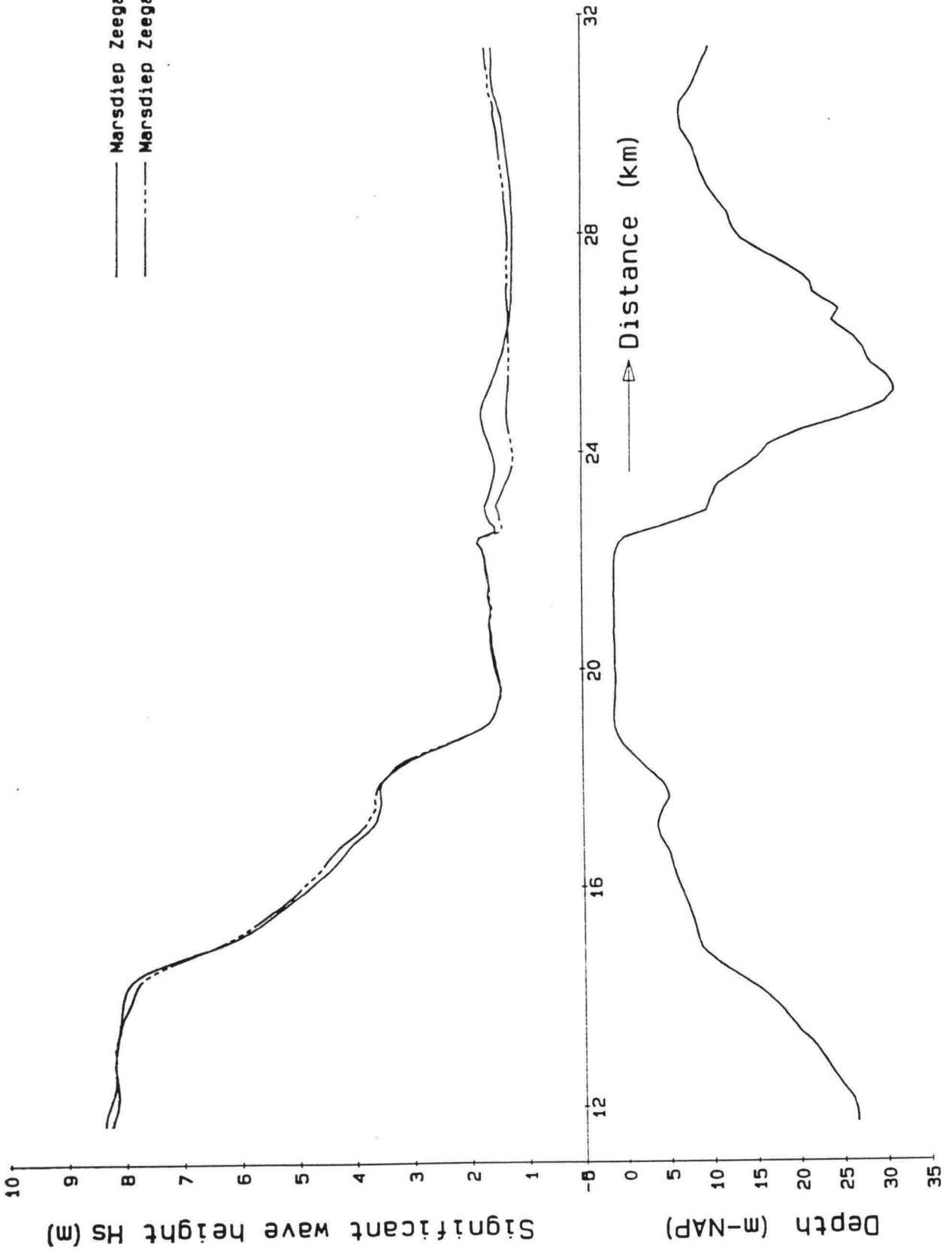
DELFT HYDRAULICS

H1355

FIG. 4.27k

= 270°  
= 315°

— Marsdiep Zeegat WR3  
- - - Marsdiep Zeegat Sss



SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
VARYING WAVE DIRECTION

HYDRA-HISWA

WR3ZGMD

DELFT HYDRAULICS

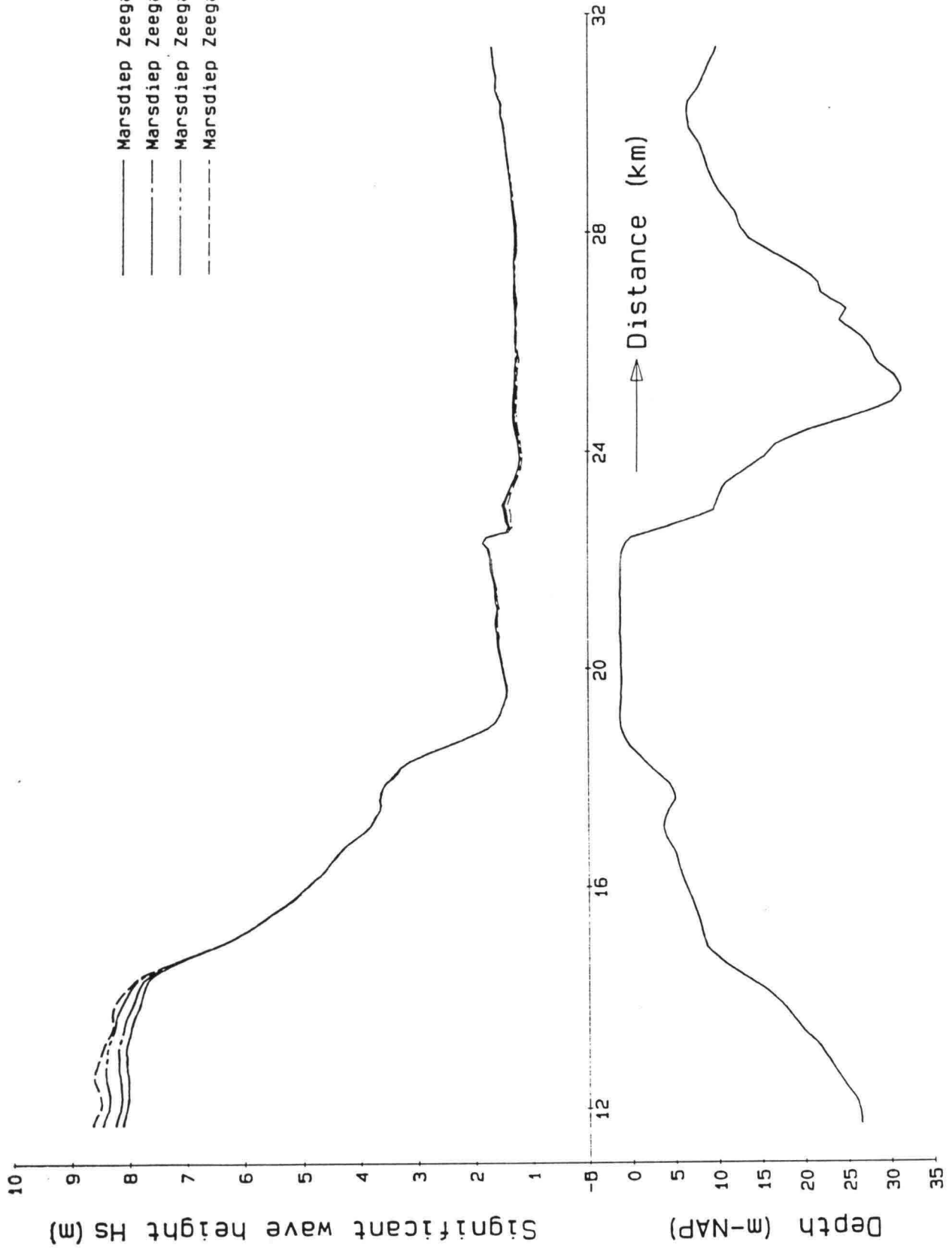
H1355

FIG. 4.28b



= 2  
= 4  
= 30

Marsdiep Zeegat Sd1  
Marsdiep Zeegat Sss  
Marsdiep Zeegat Sd2  
Marsdiep Zeegat Sd3



SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
VARYING DIRECTIONAL SPREADING

HYDRA-HISWA

SDZGMD

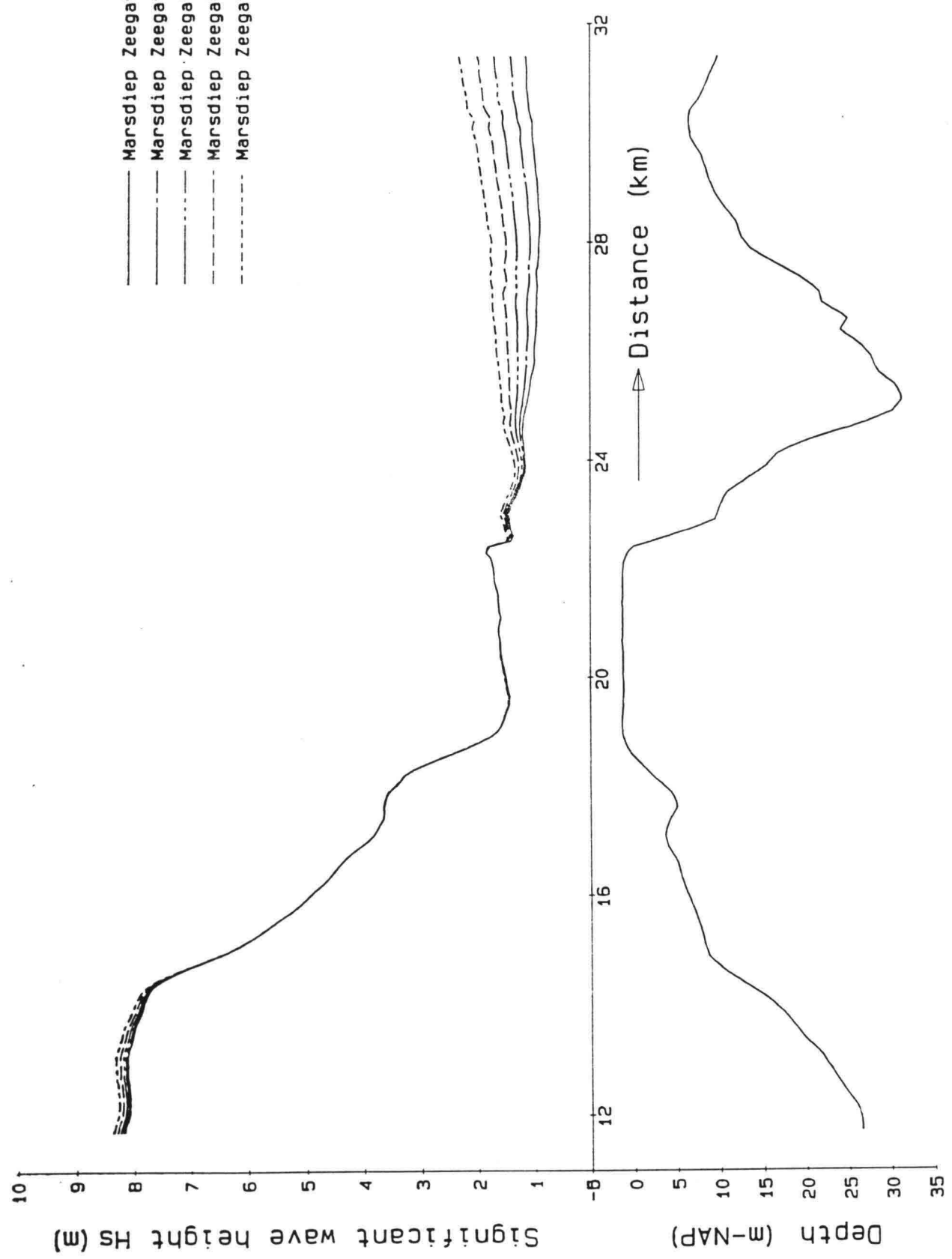
DELFT HYDRAULICS

H1355

FIG.4.29i

= 25 m/s  
 = 35 m/s  
 = 45 m/s

- Marsdiep Zeegat W11
- Marsdiep Zeegat W12
- Marsdiep Zeegat Sss
- - - Marsdiep Zeegat W13
- - - Marsdiep Zeegat W14

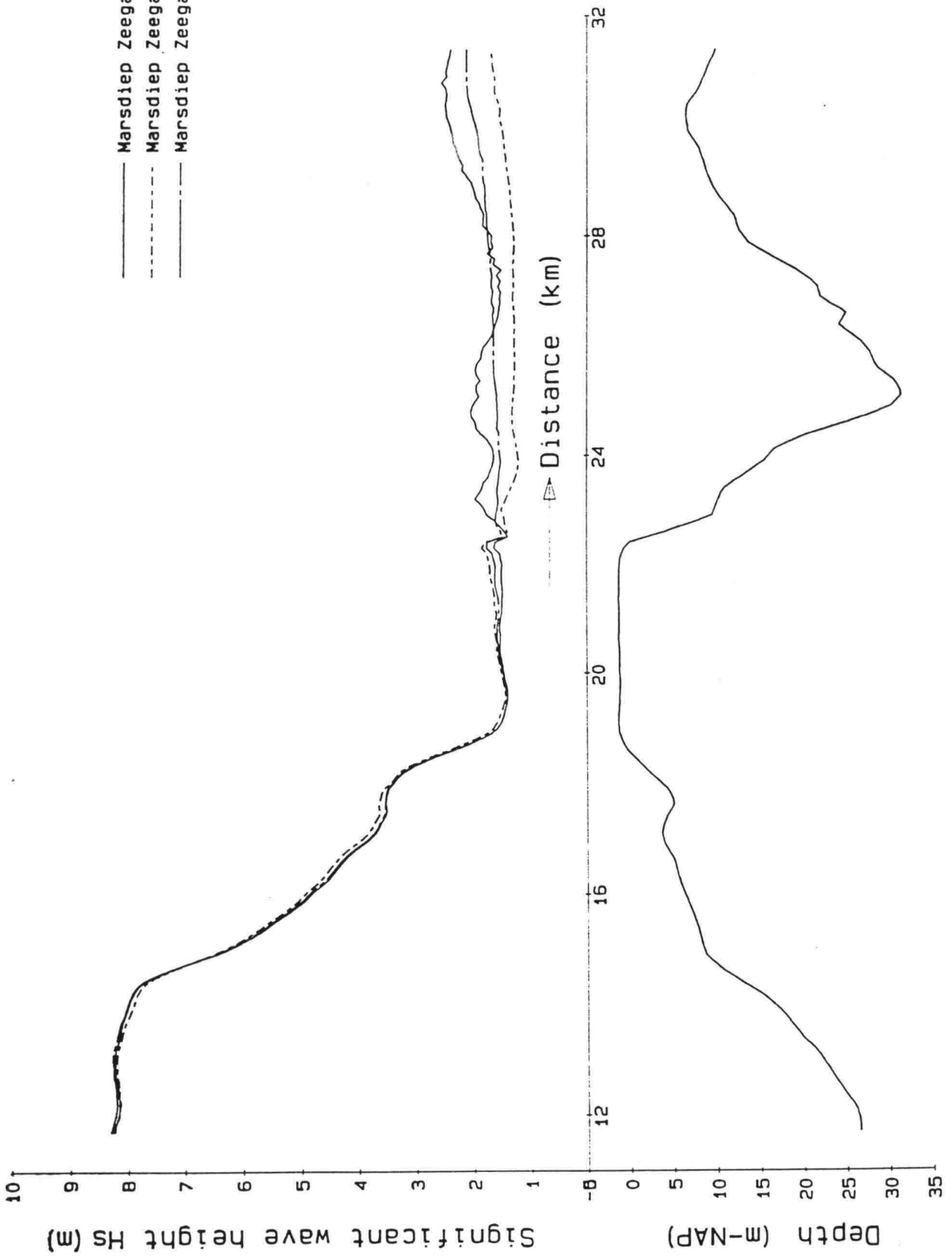


SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
 VARYING WIND SPEED

HYDRA-HISWA	WIZGMD
H1355	FIG. 4.30i

ebb  
flood  
no

— Marsdiep Zeegat sr1  
- - - Marsdiep Zeegat sss  
- - - Marsdiep Zeegat sr2

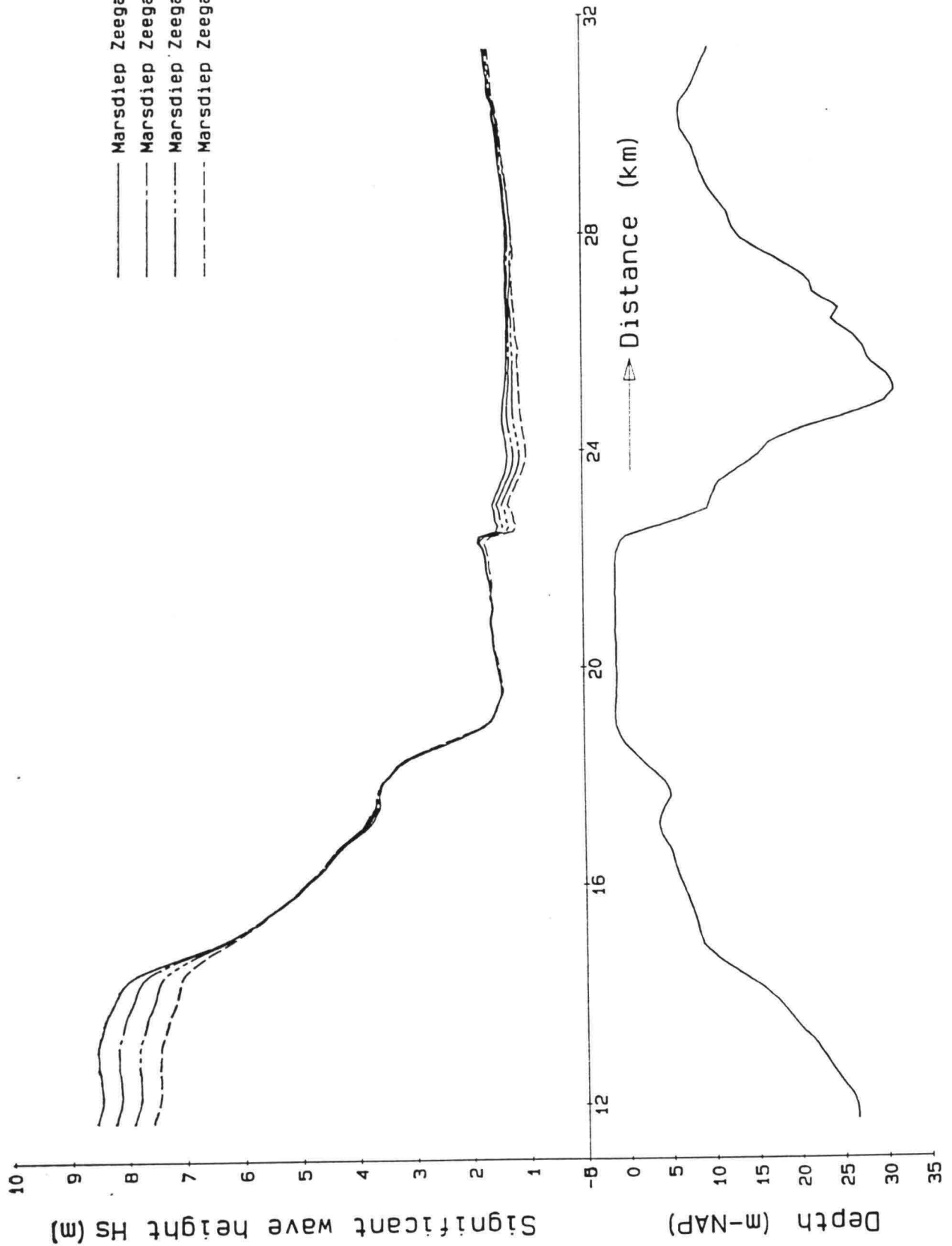


SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
VARYING CURRENT CONDITIONS

HYDRA-HISWA MDZGHS

Marsdiep Zeegat Bw1  
 Marsdiep Zeegat Sss  
 Marsdiep Zeegat Bw2  
 Marsdiep Zeegat Bw3

= 0.000  
 = 0.006  
 = 0.18



SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
 VARYING BOTTOM FRICTION COEFFICIENT

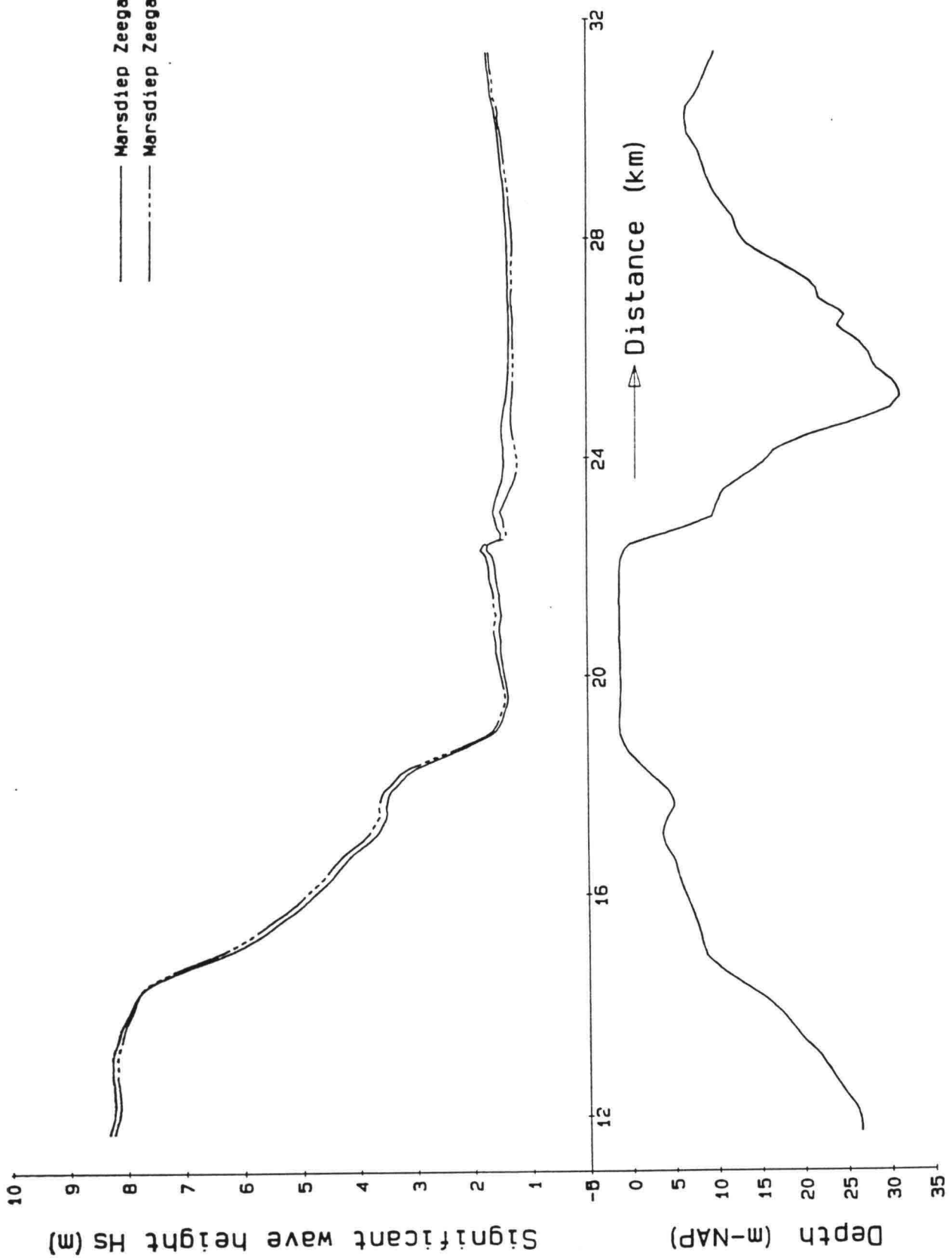
HYDRA-HISWA

BWZGMD

DELFT HYDRAULICS

H1355

FIG. 4.32i



— Marsdiep Zeegat Fv2  
 - - - Marsdiep Zeegat Sss

on  
 off

SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
 FREQUENCY CHANGE FRICTION ON/OFF

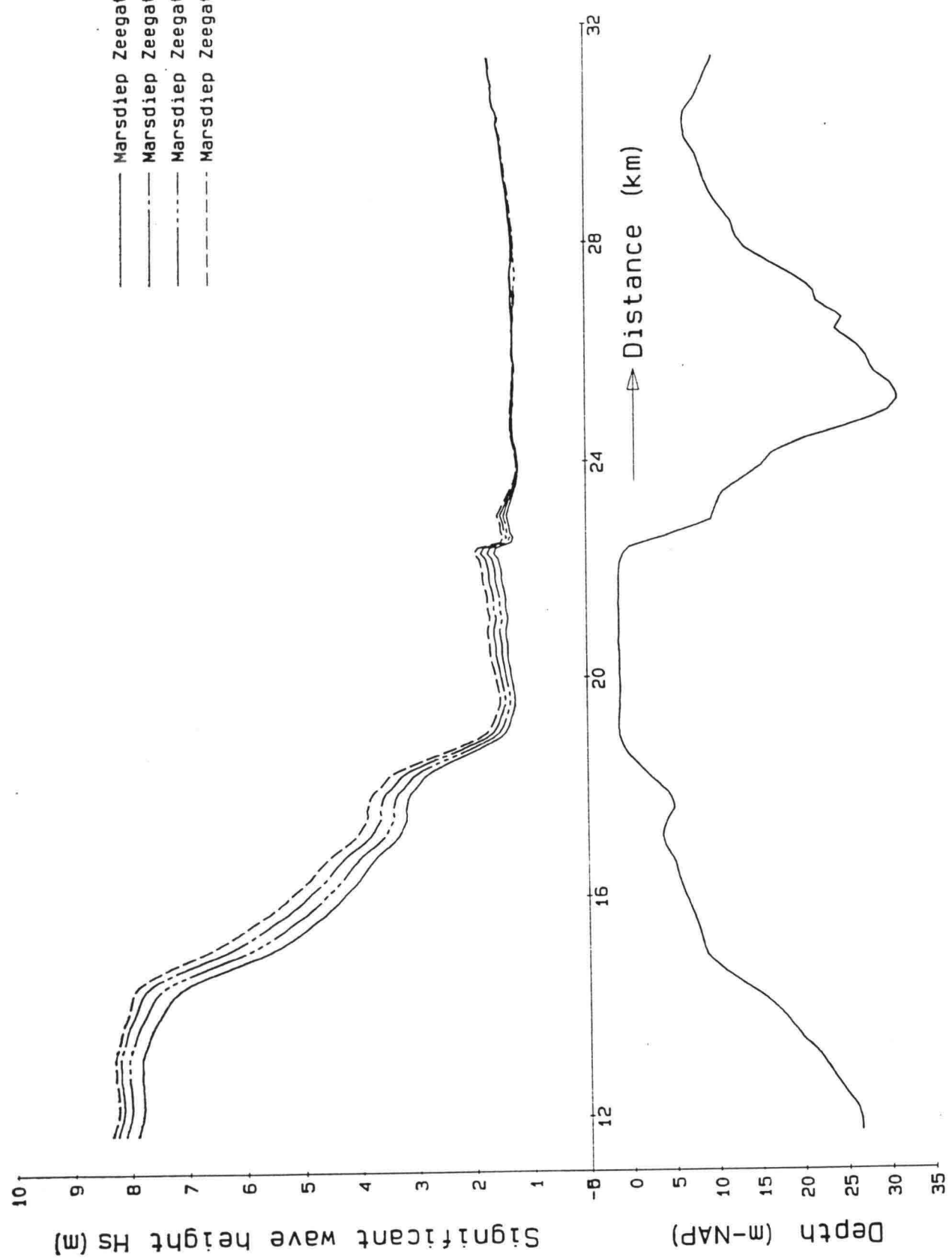
HYDRA-HISWA      FV2ZGMD

DELFT HYDRAULICS

H1355      FIG. 4.33e

= 0.100  
 = 0.800  
 = 0.850

Marsdiep Zeegat Bc1  
 Marsdiep Zeegat Sss  
 Marsdiep Zeegat Bc2  
 Marsdiep Zeegat Bc3

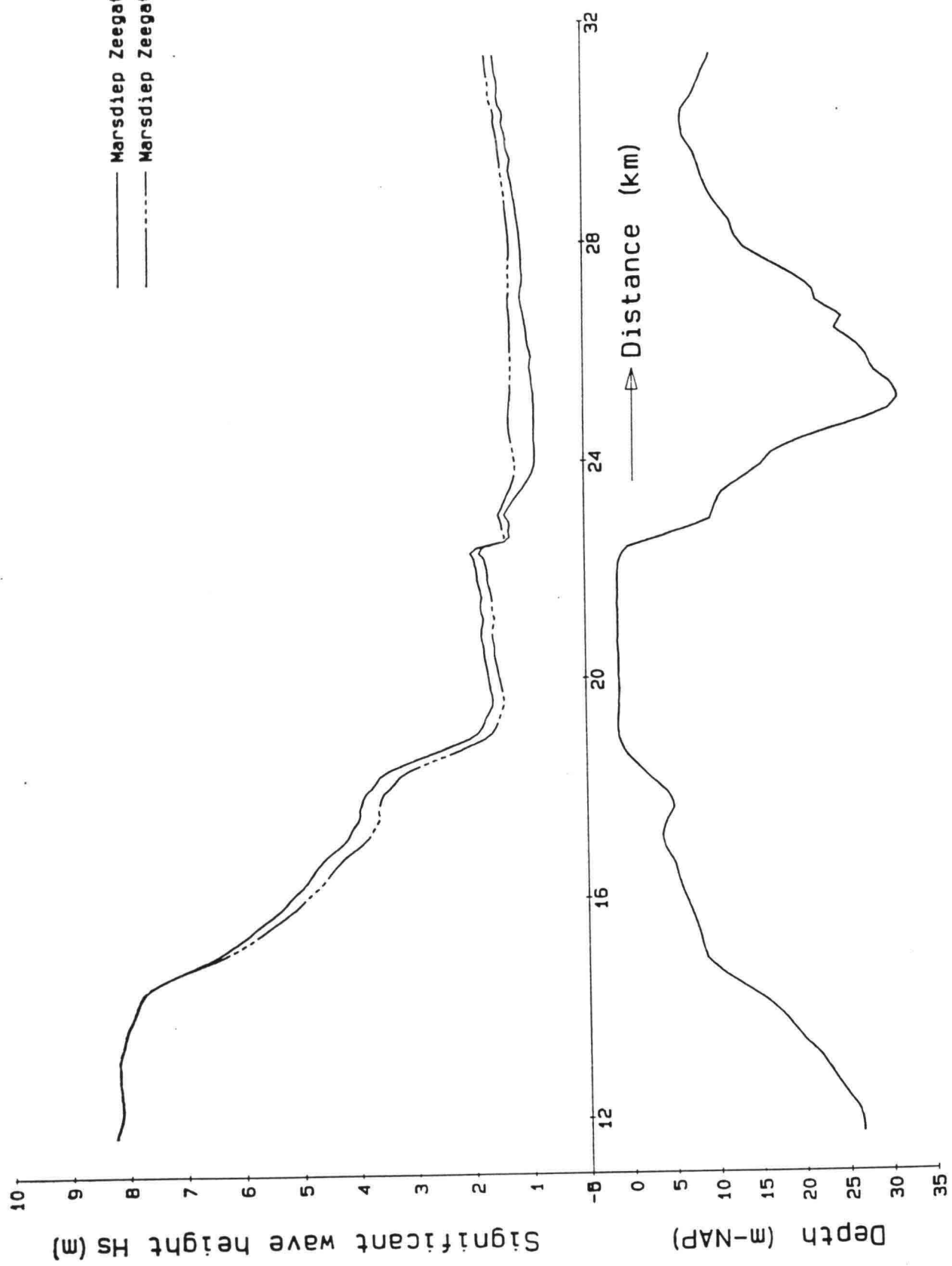


SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
 VARYING WAVE BREAKING COEFFICIENT

HYDRA-HISWA	BCZGMD
H1355	FIG. 4.34i

off  
on

— Marsdiep Zeegat Fv1  
- - - Marsdiep Zeegat Sss



SIGNIFICANT WAVE HEIGHT MARSDIEP PROFILE  
FREQUENCY CHANGE BREAKING ON/OFF

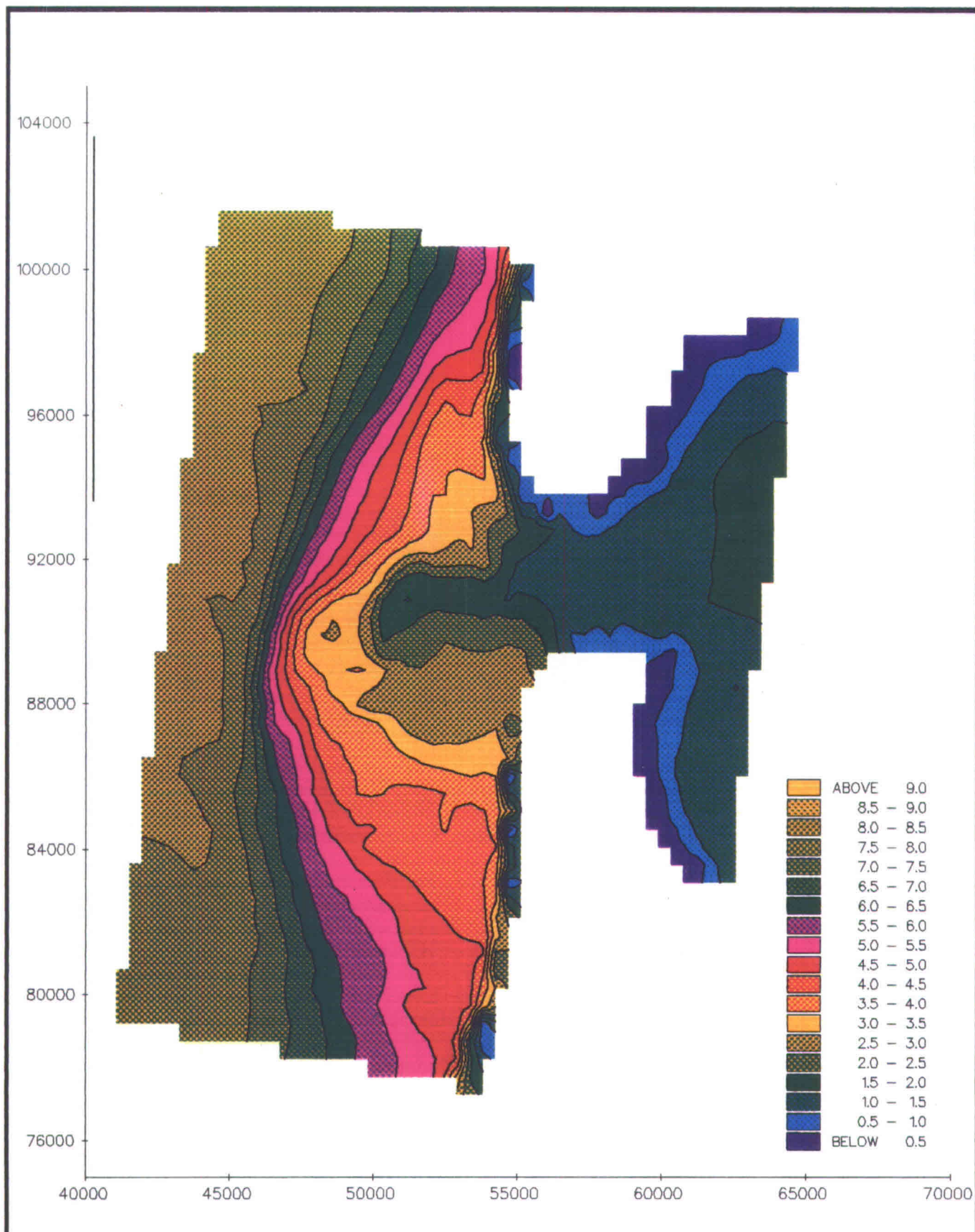
HYDRA-HISWA

FVZGMD

DELFT HYDRAULICS

H1355

FIG. 4.35i



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Standaardgeval (SSS)

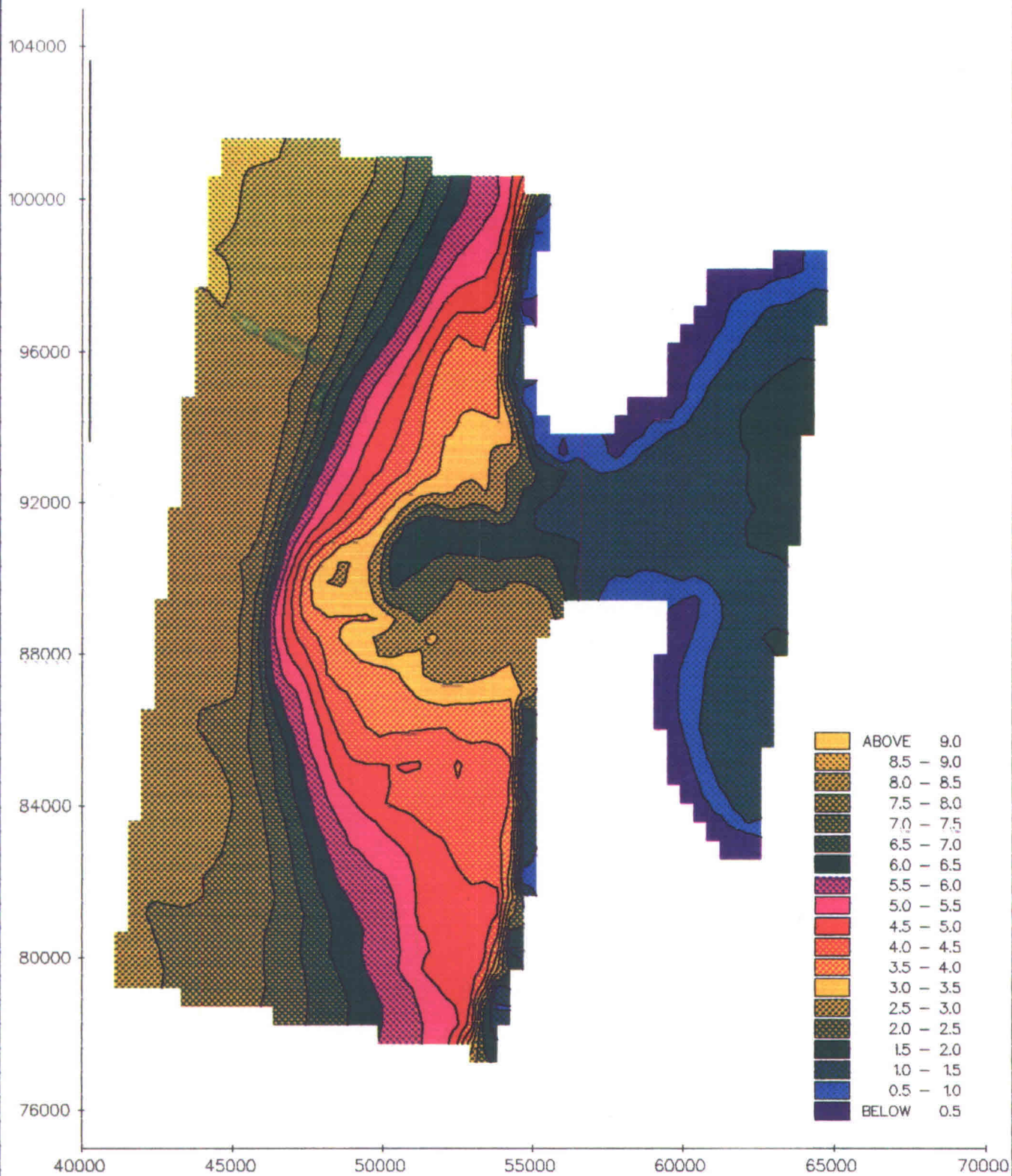
golfhoogte 22-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA** fig.





**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFFVELD  
 Berekening WR1

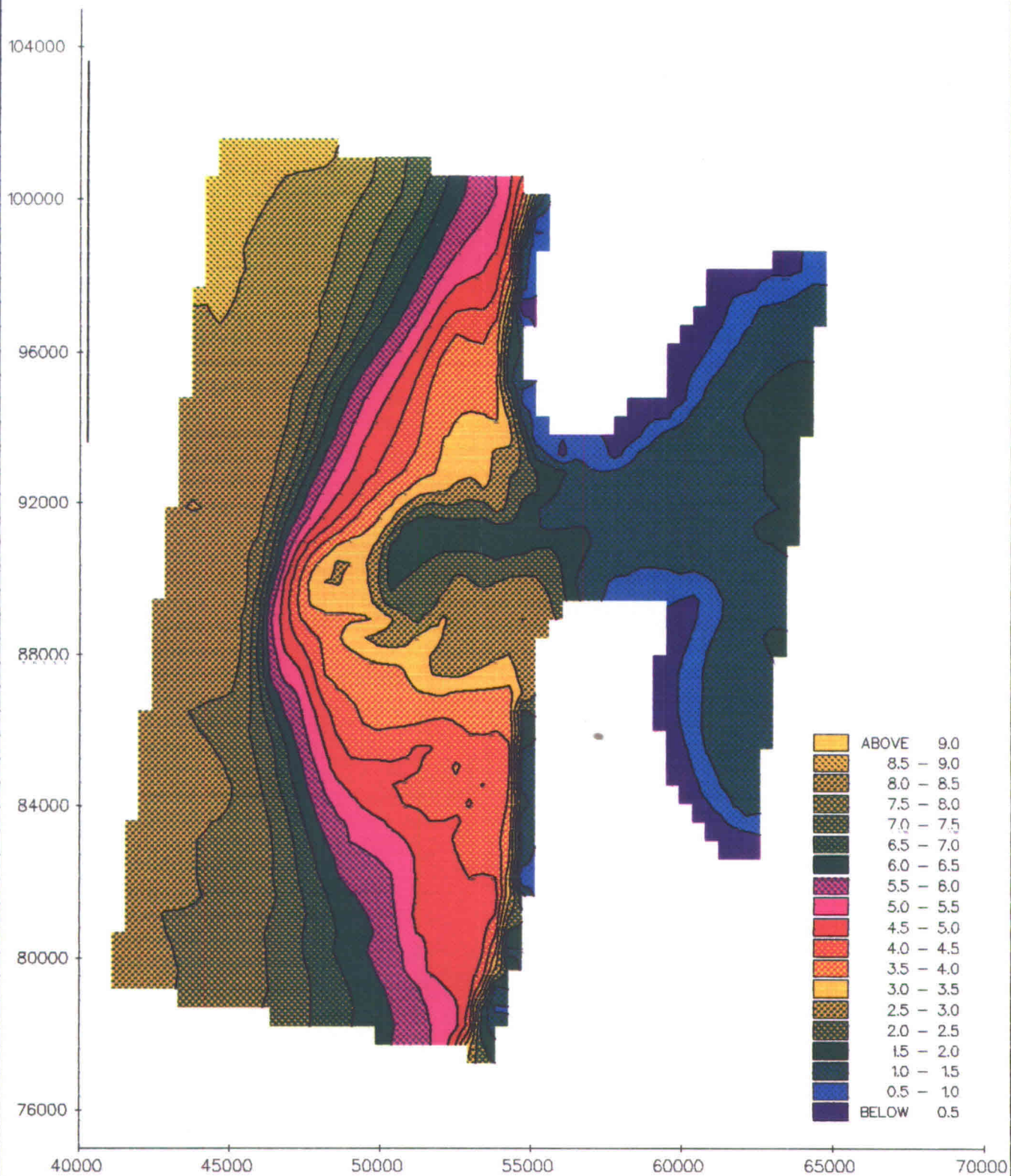
golffoogte 19-08-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

fig.



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening WR2

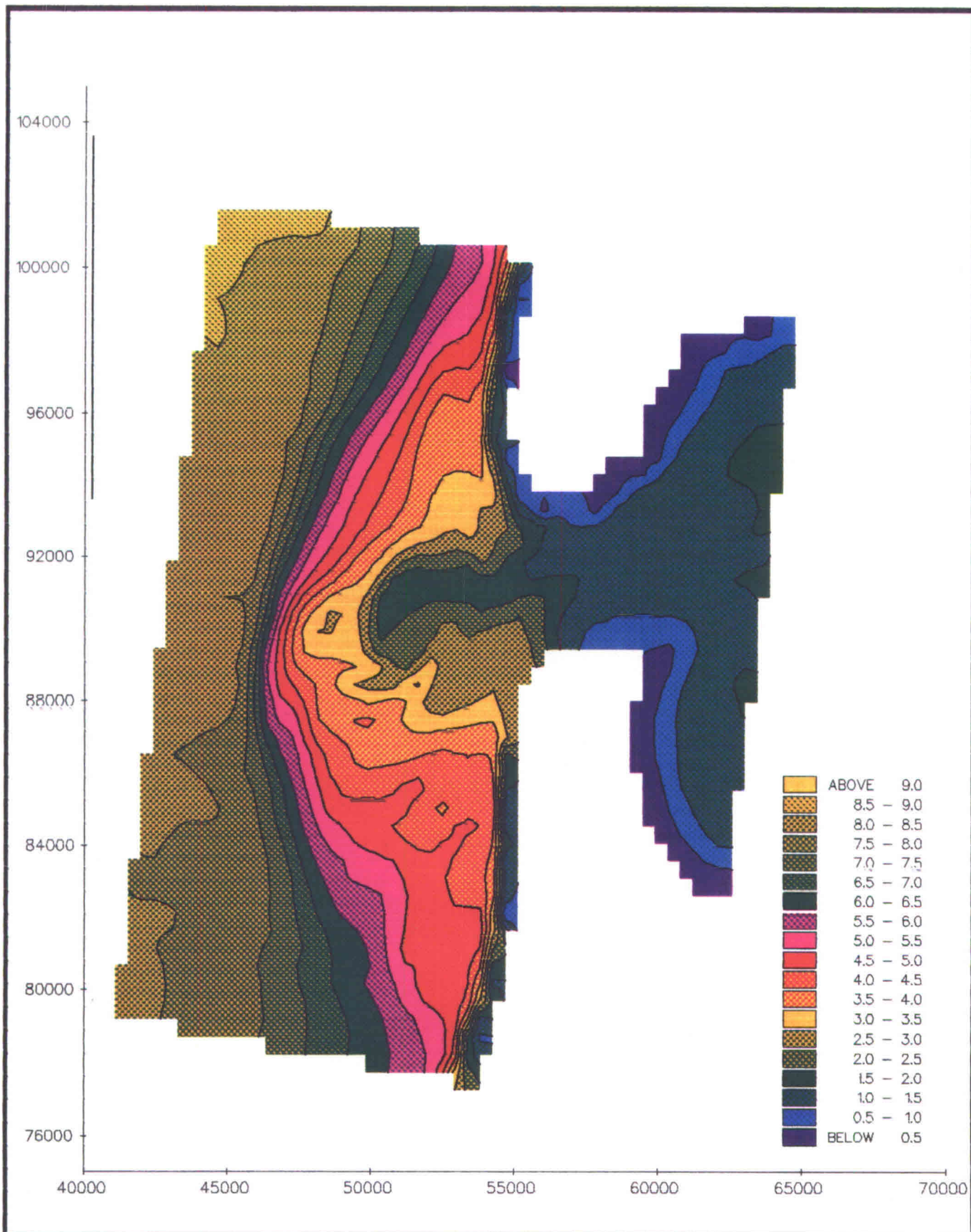
golfhoogte 19-08-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA

fig.



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening WR3

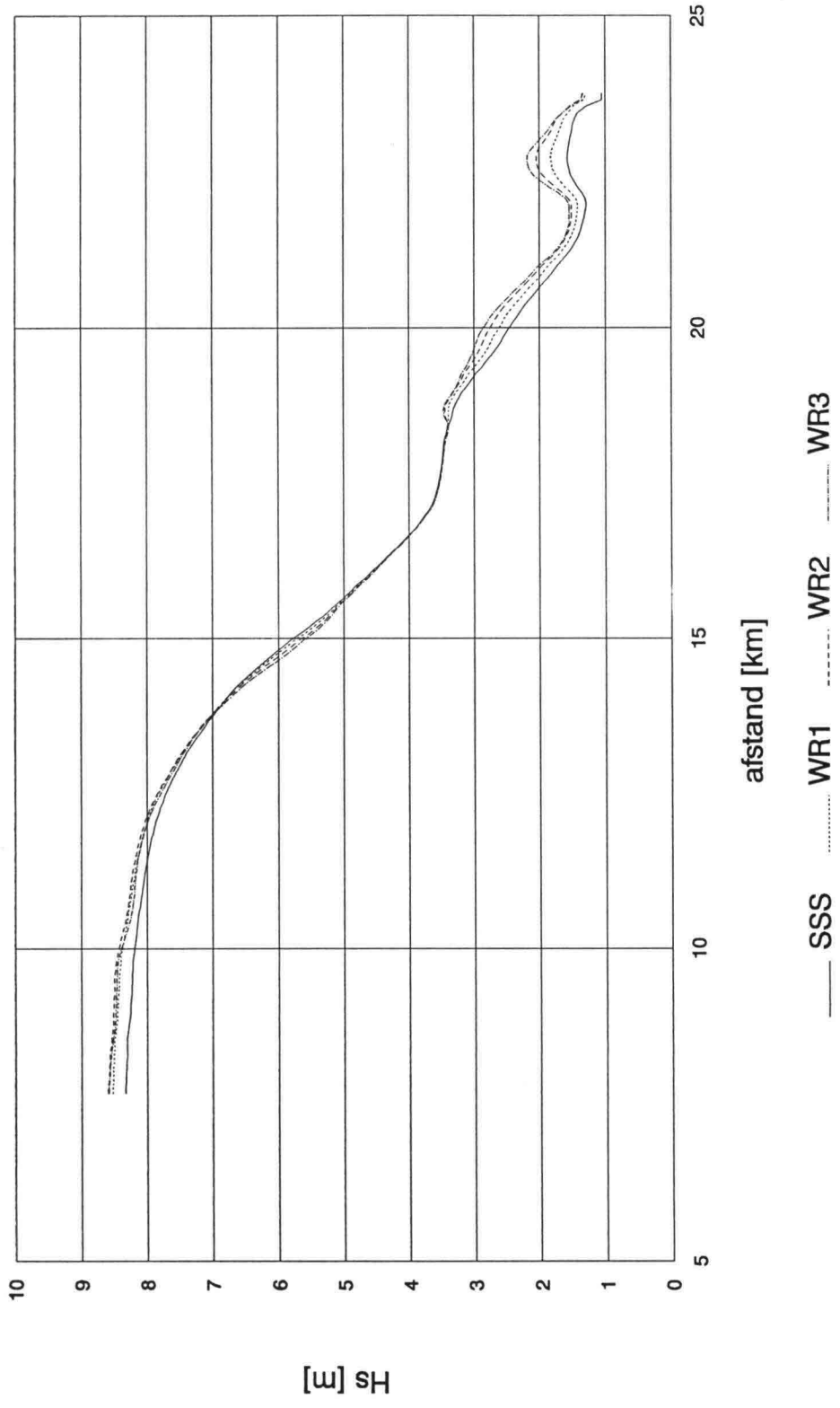
golfhoogte 19-08-92

**HISWA - uitvoer**

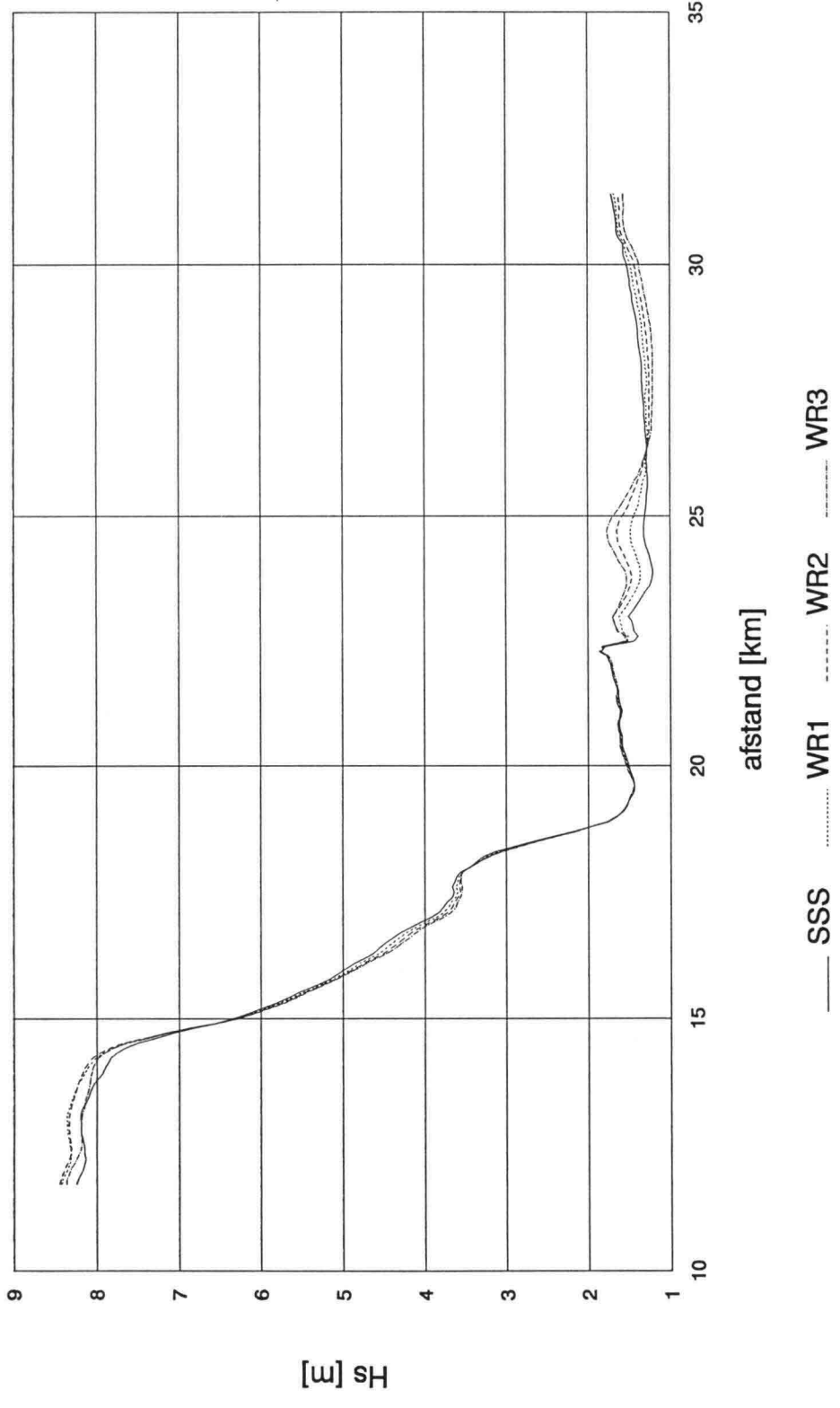
**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA fig.

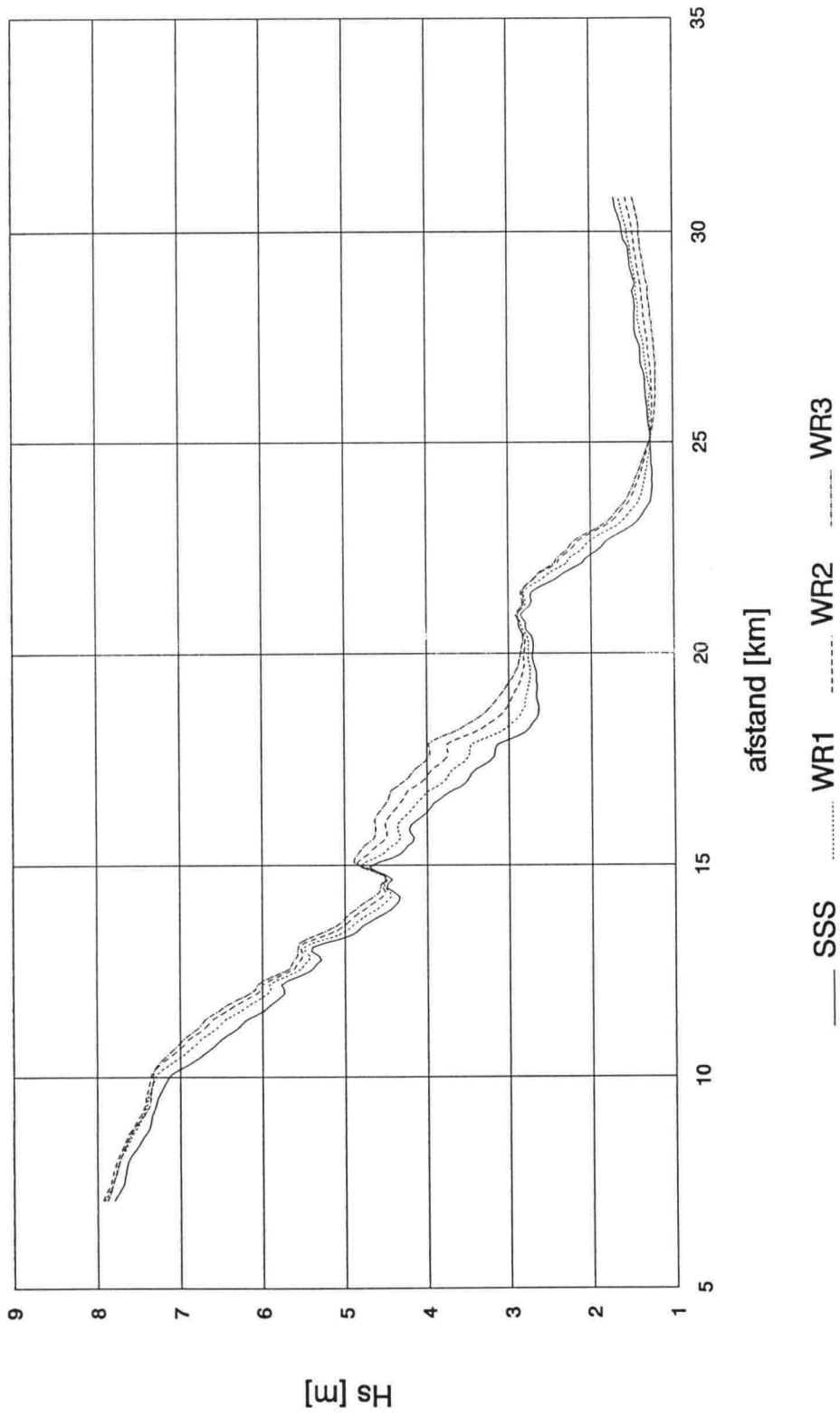
# Molengat Hs



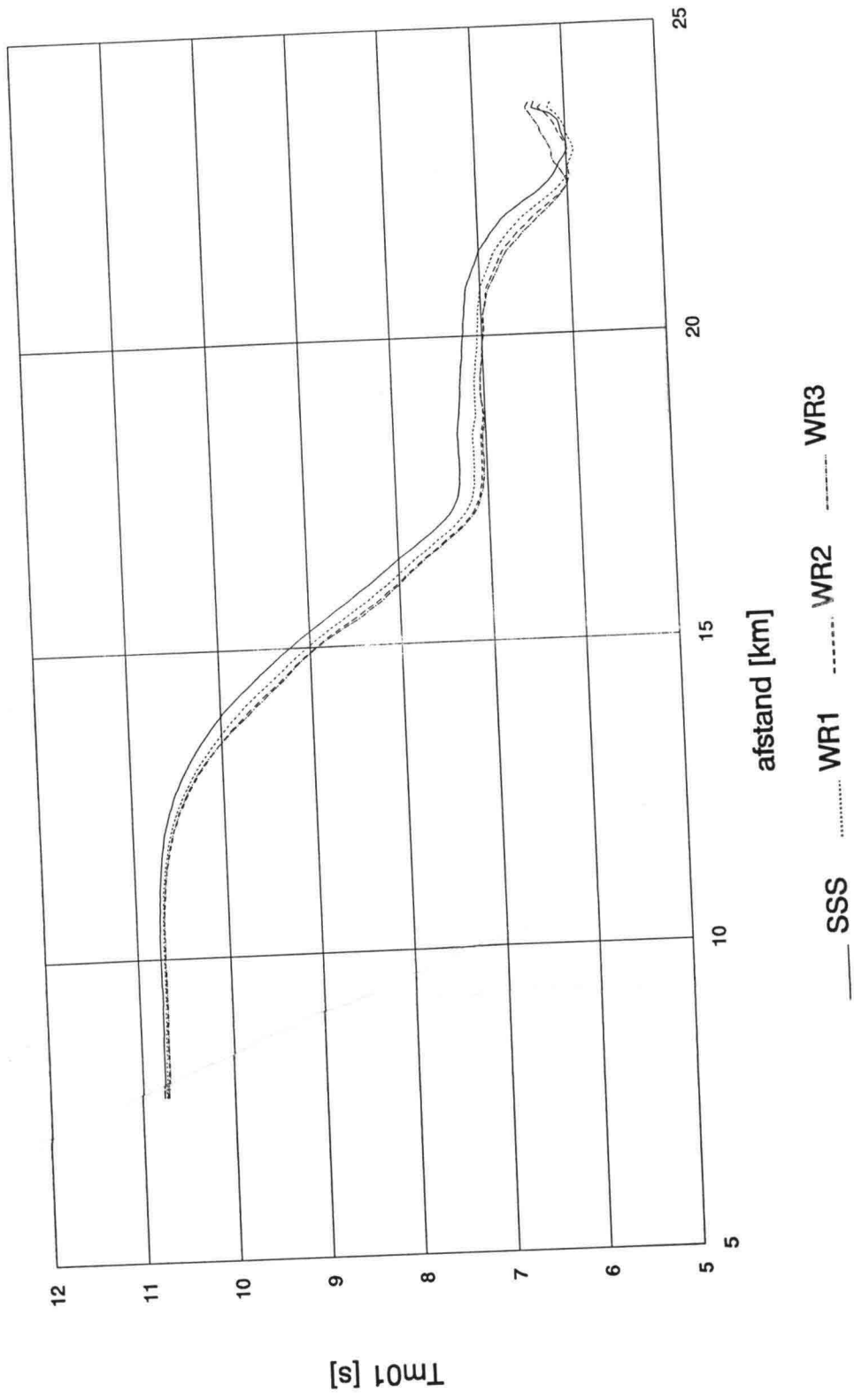
# Marsdiep Hs



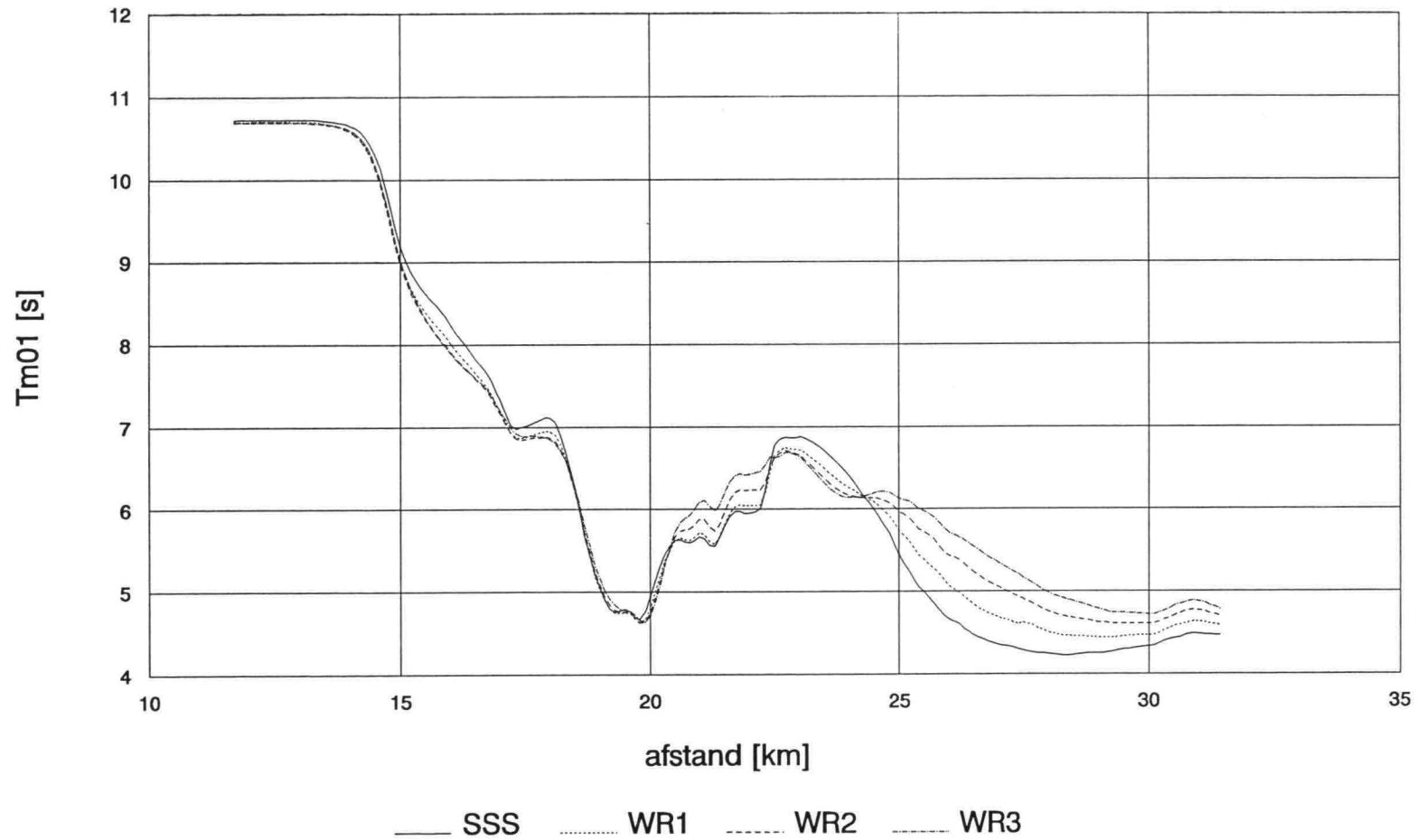
# Breewijd Hs



# Molengat Tm01

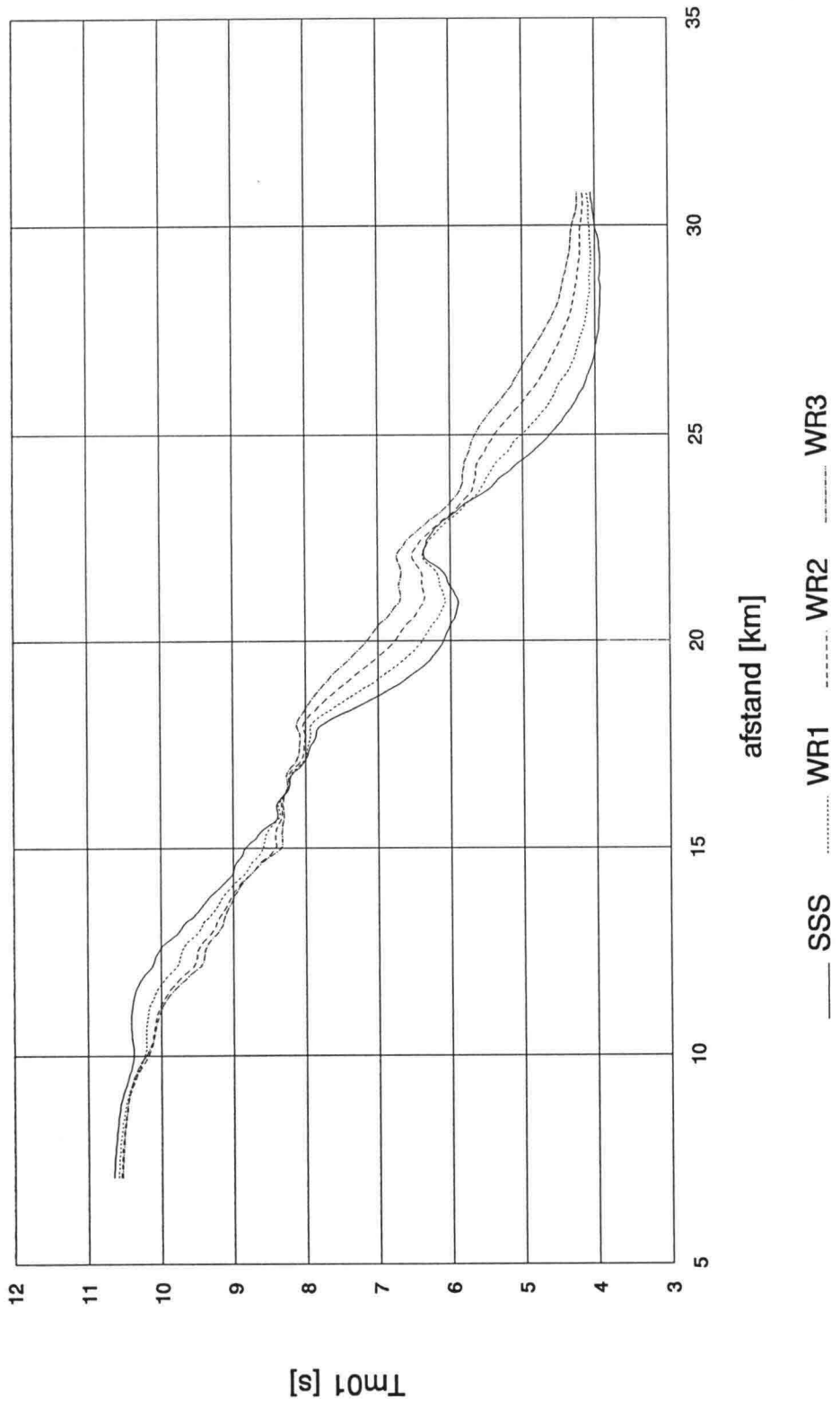


# Marsdiep Tm01



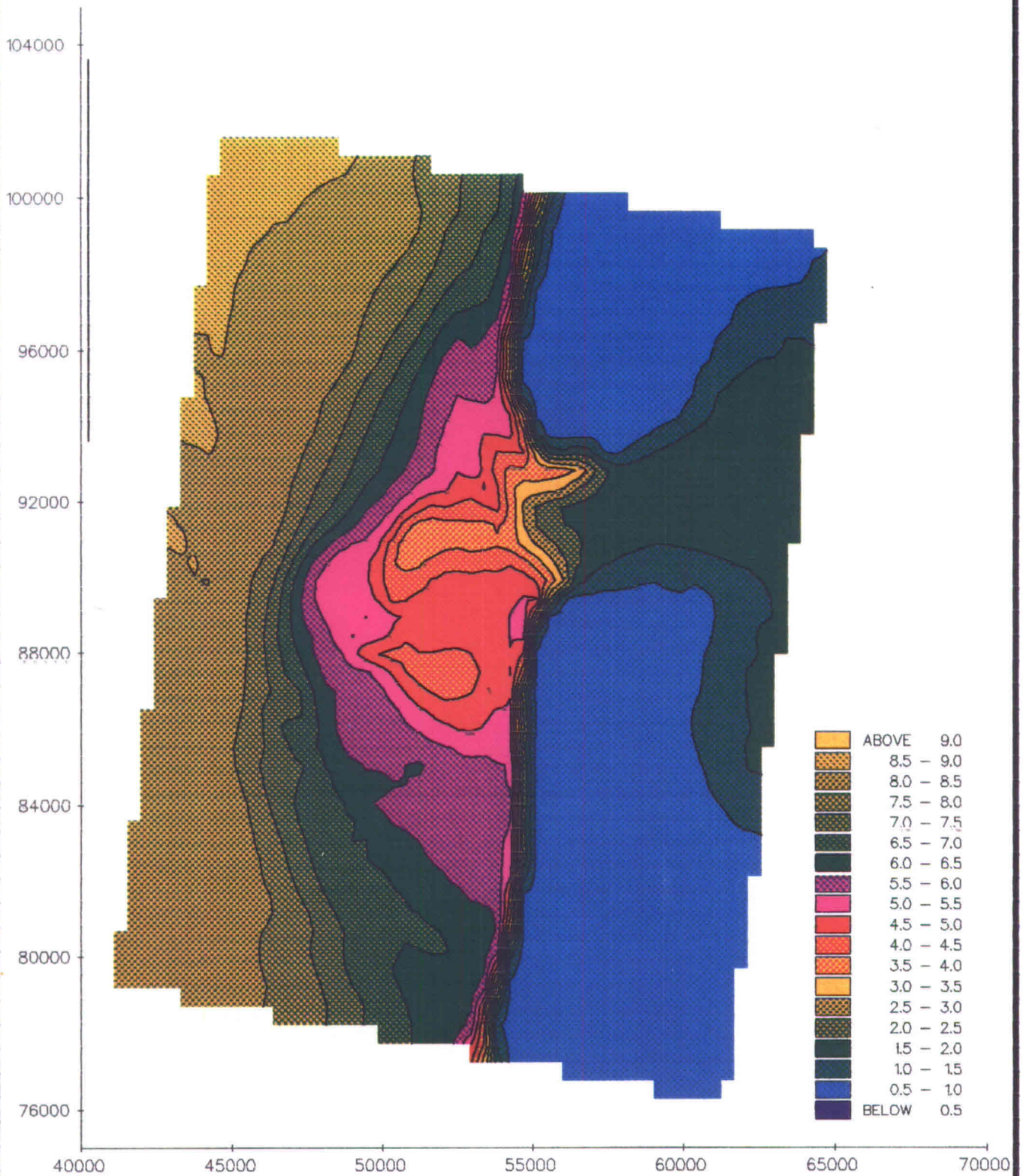


# Breewijd Tm01



# Bijlage 5:

Berekeningen A bathymetrie



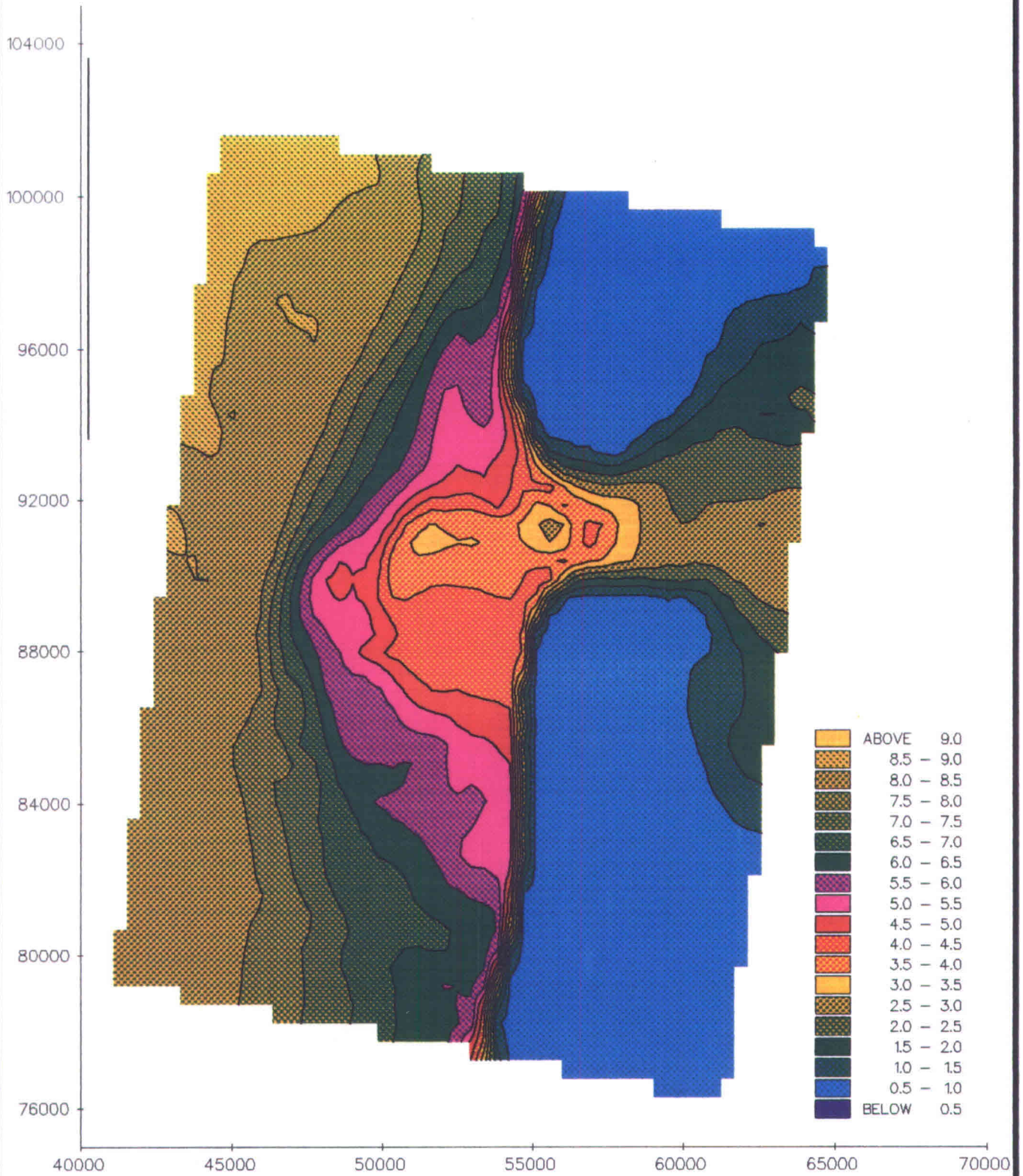
**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 1

golfhoogte 25-08-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA fig.



**ZBEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 3

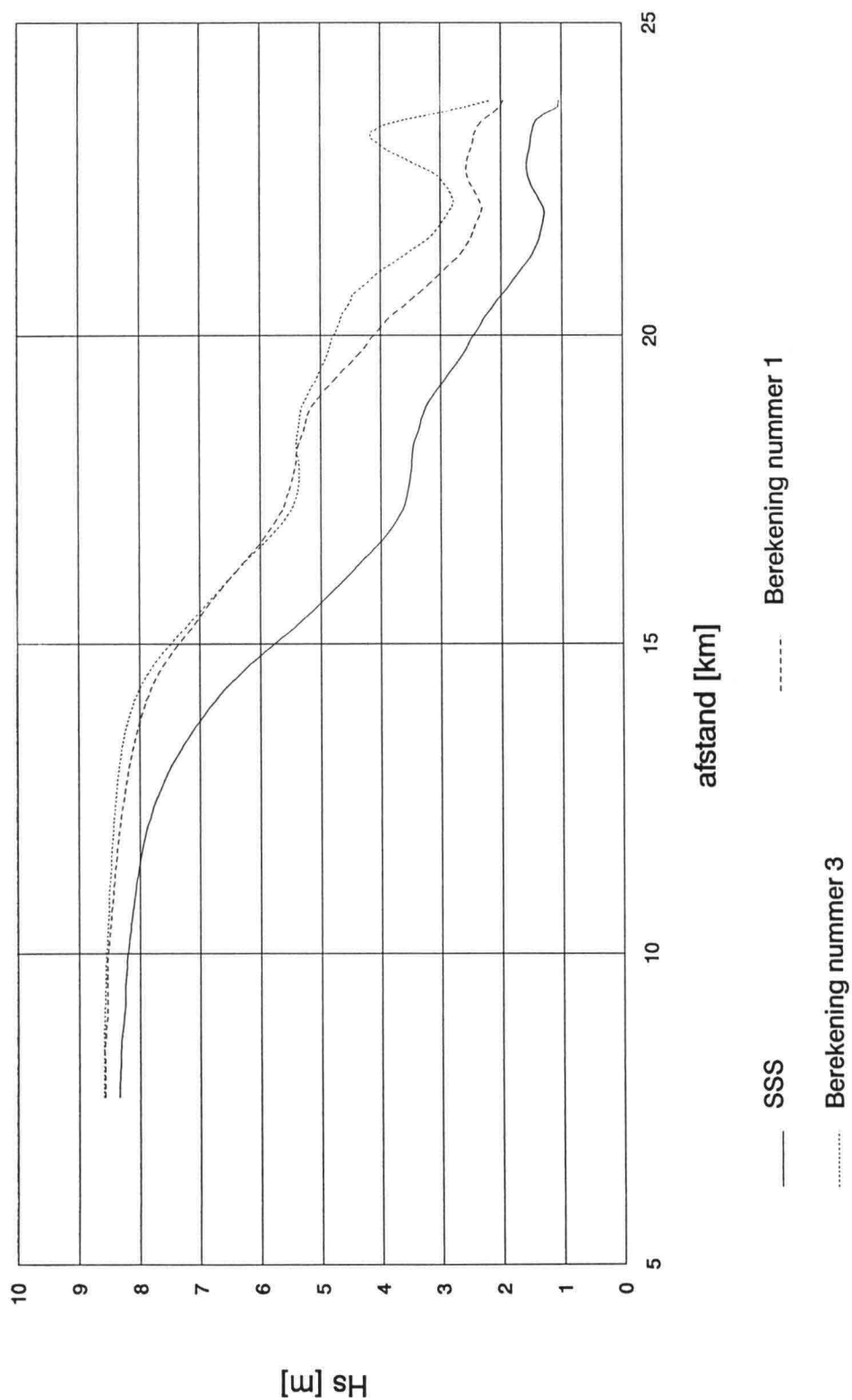
golfhoogte 08-09-92

**HISWA - uitvoer**

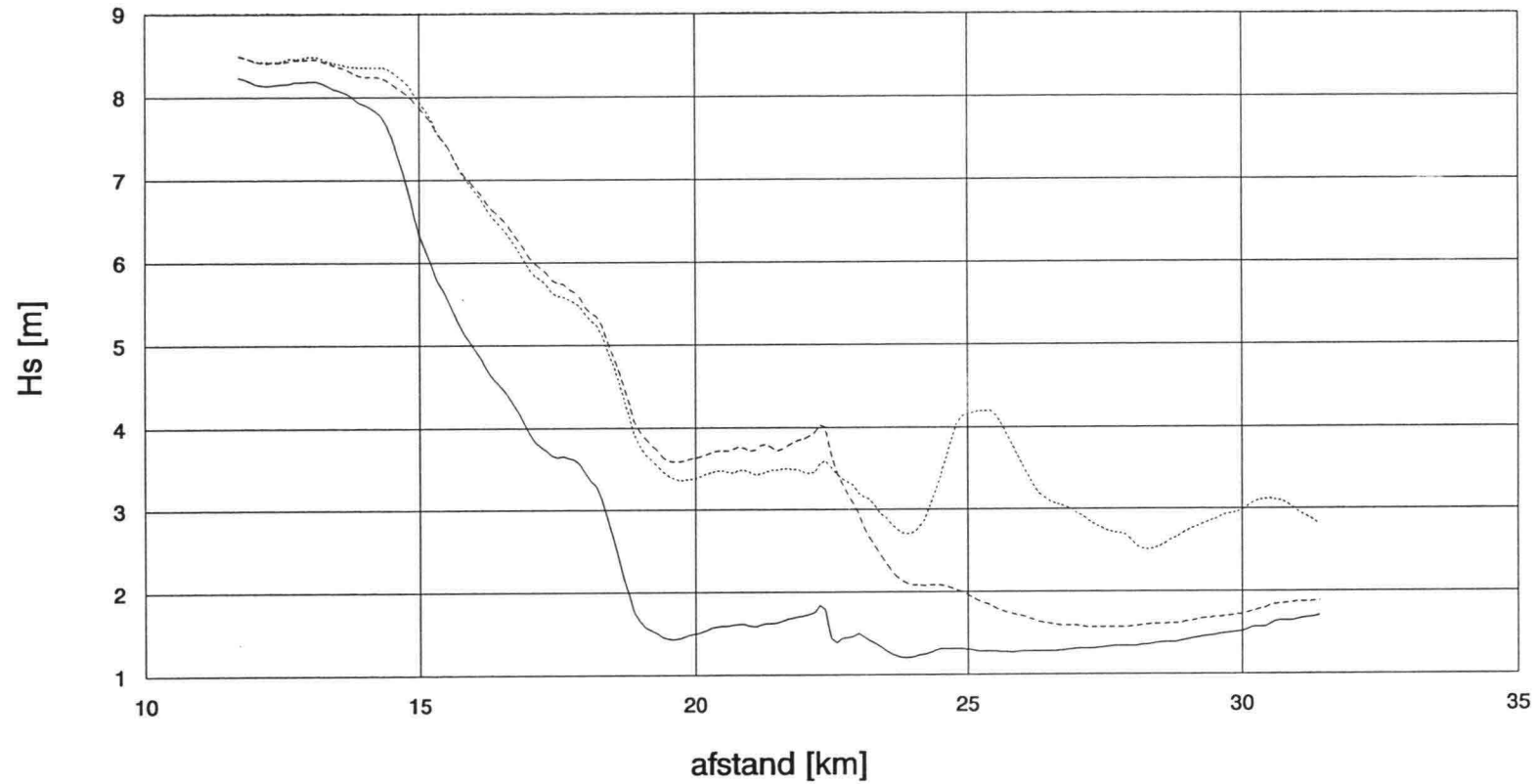
**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA** fig.

# Molengat Hs



# Marsdiep Hs

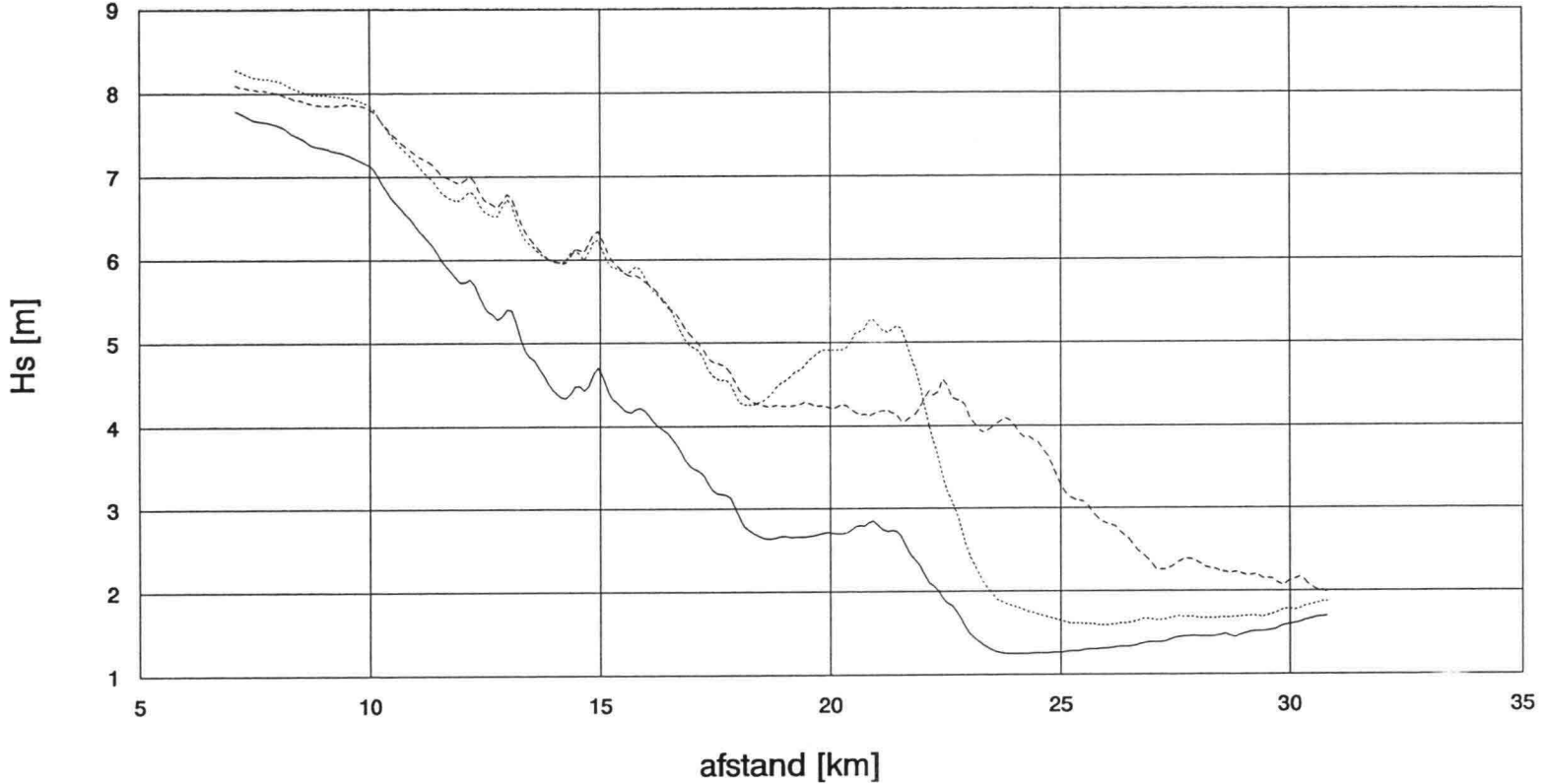


— SSS

- - - Berekening nummer 1

..... Berekening nummer 3

# Breewijd Hs

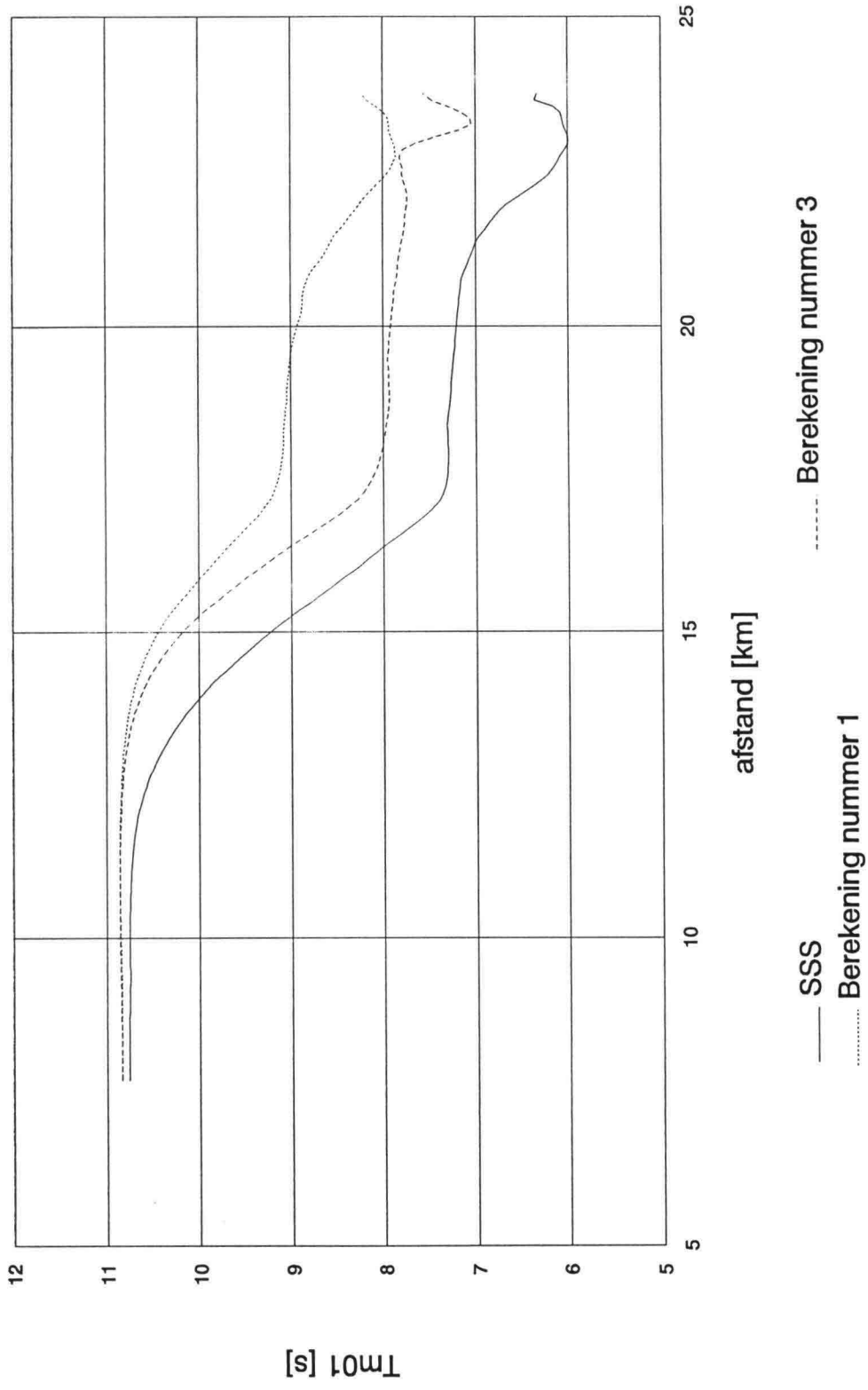


— SSS

..... Berekening nummer 1

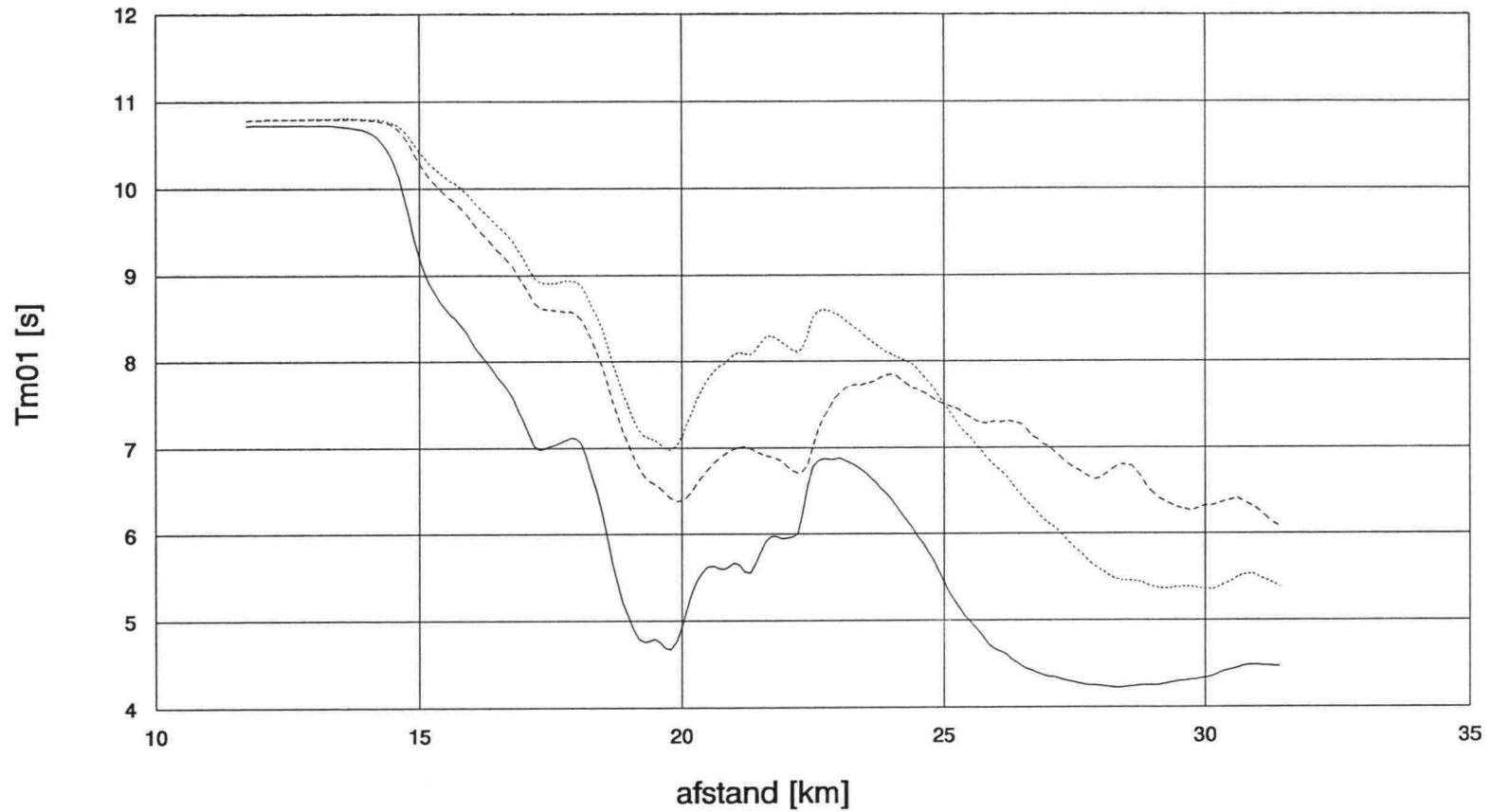
- - - - Berekening nummer 3

# Molengat Tm01





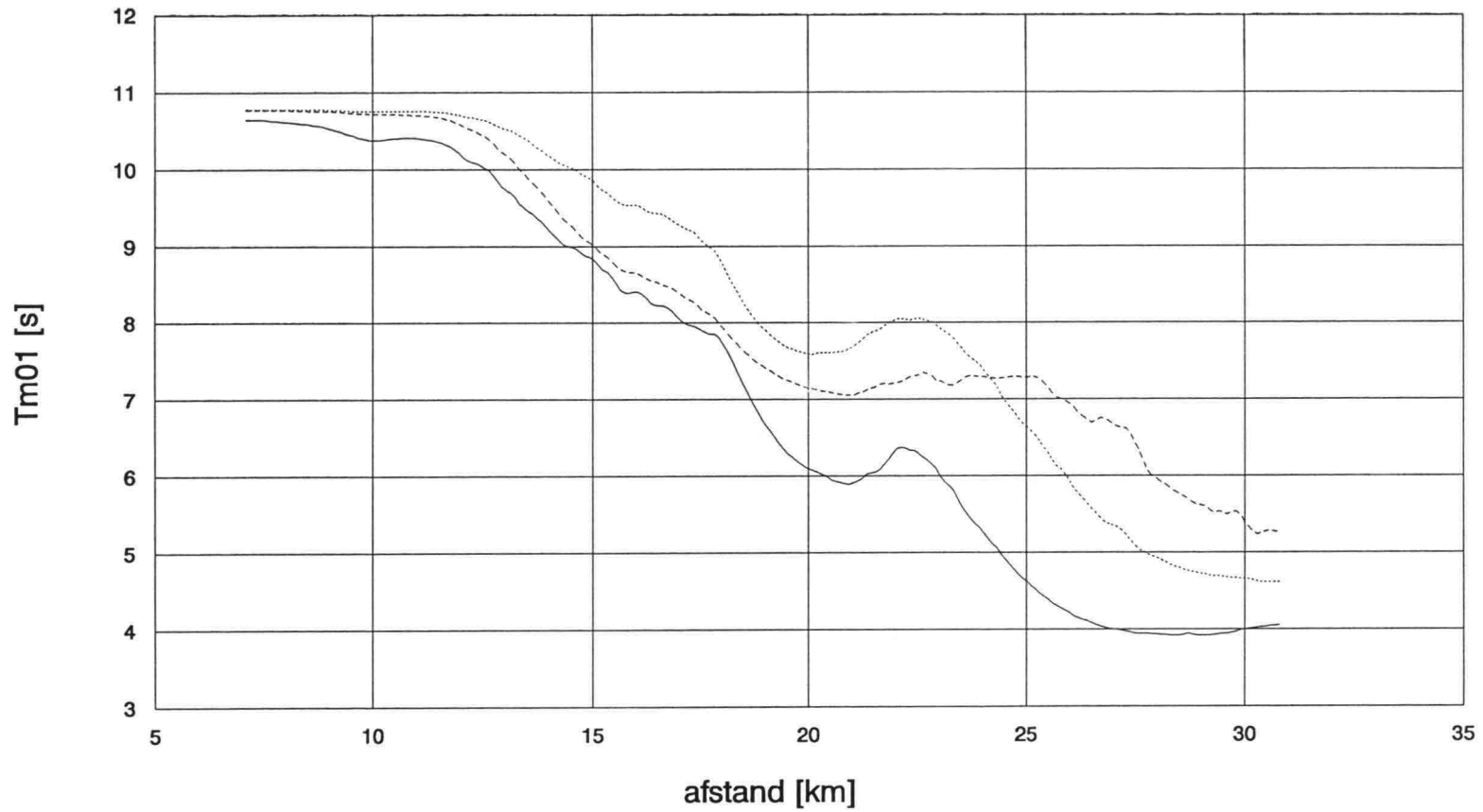
# Marsdiep Tm01



— SSS  
..... Berekening nummer 1

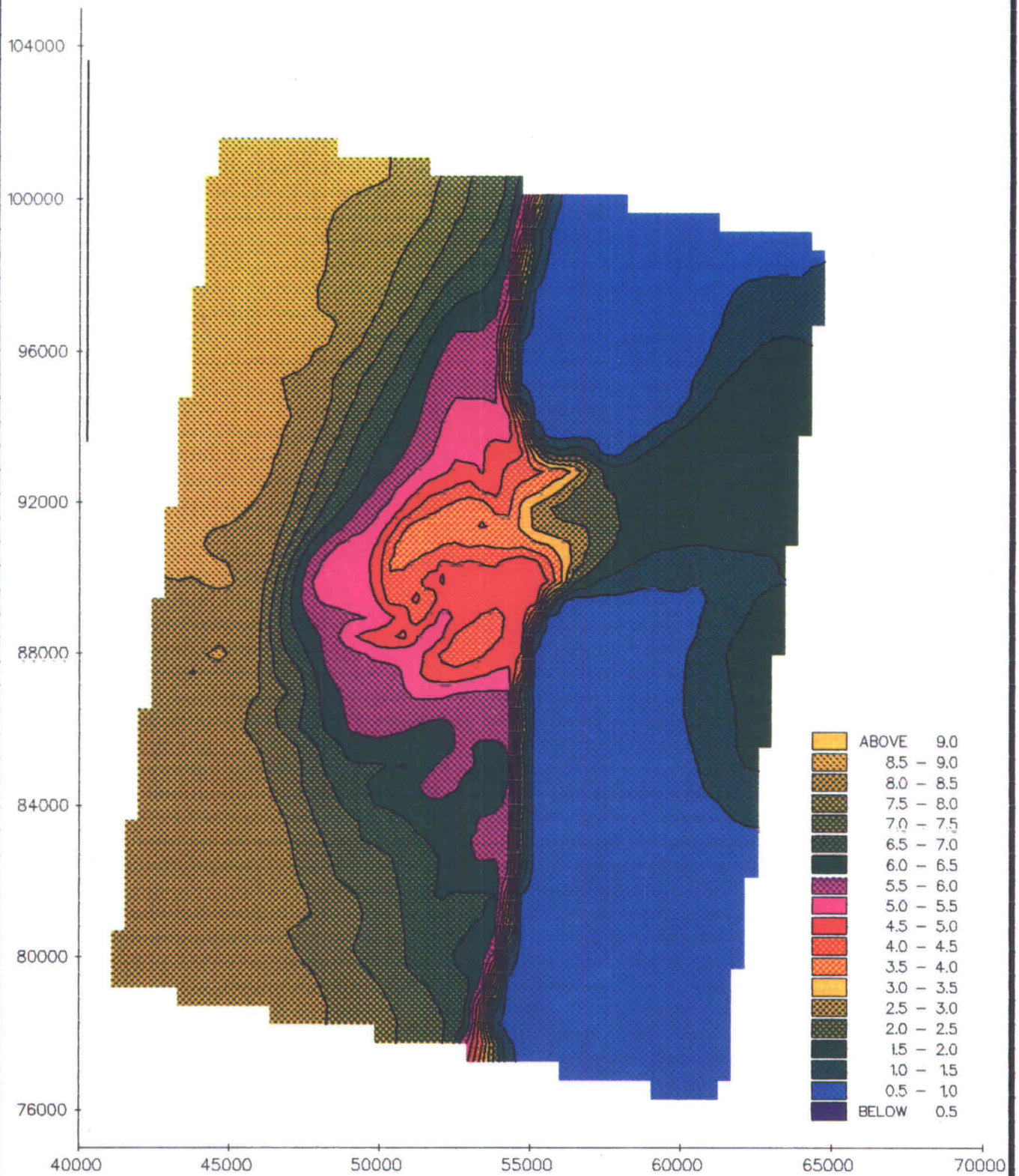
----- Berekening nummer 3

# Breewijd Tm01



— SSS  
..... Berekening nummer 1

----- Berekening nummer 3



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening nummer 2

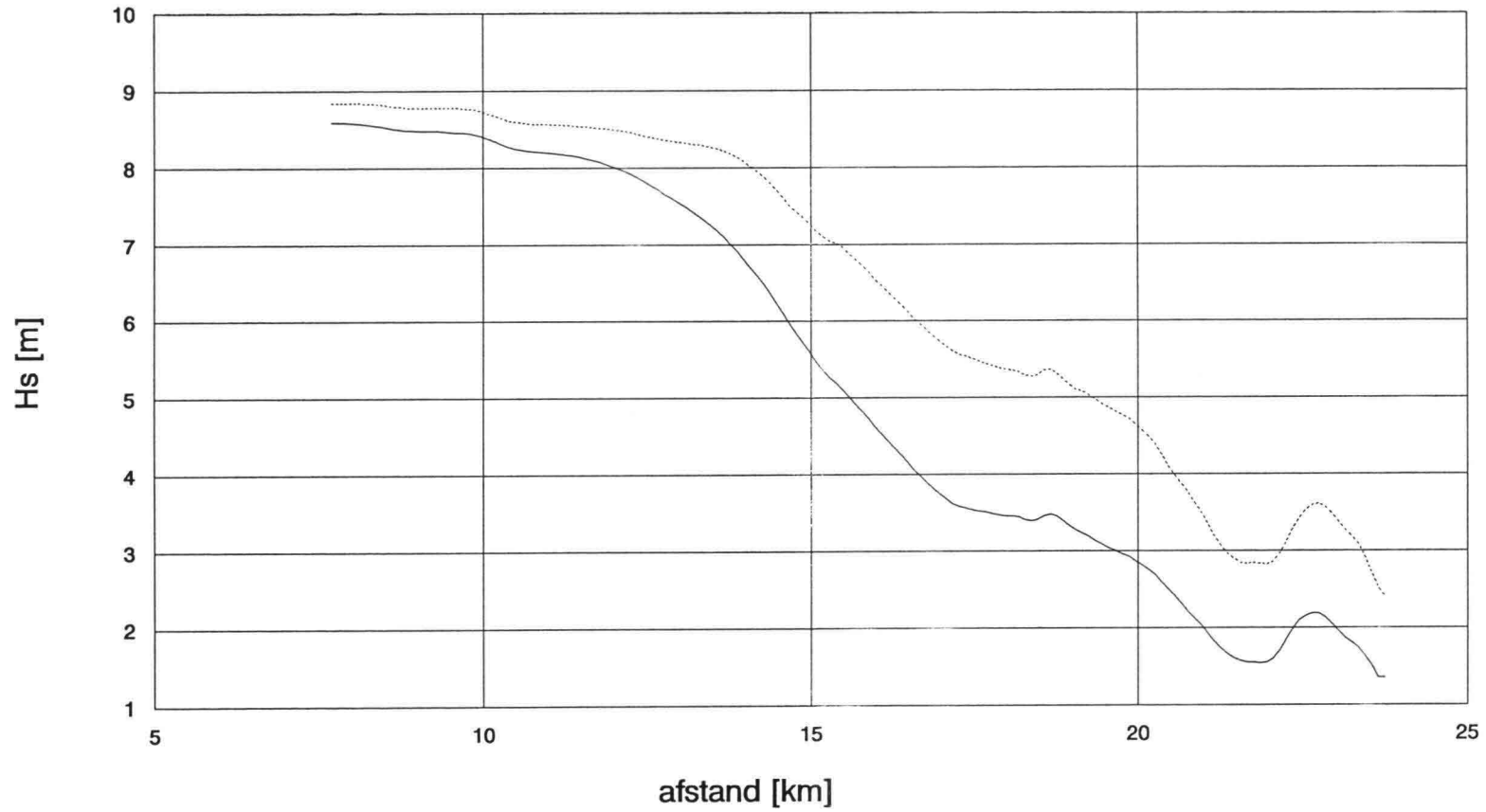
golfhoogte 25-08-92

DHISWA - uitvoer

**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA fig.

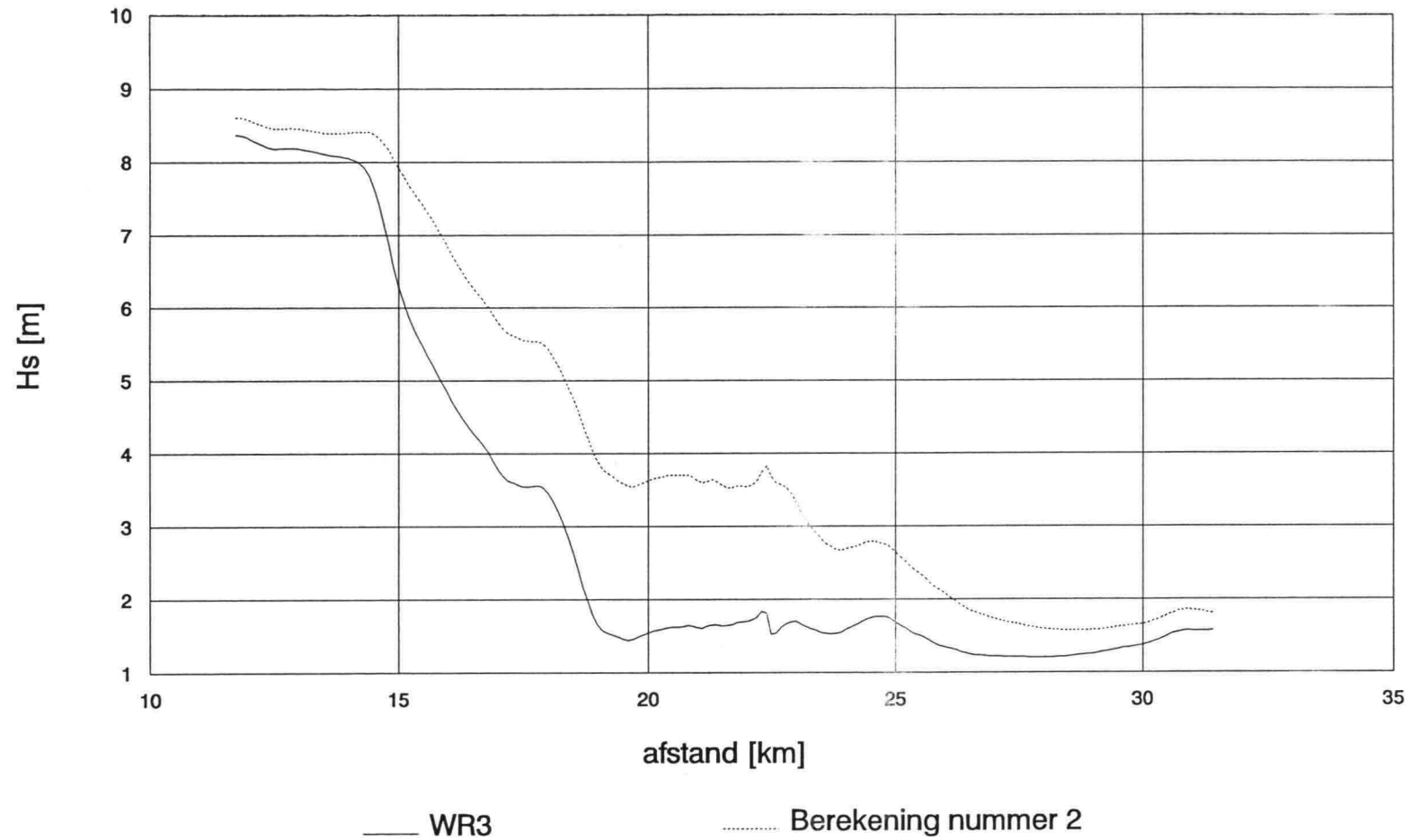
# Molengat Hs



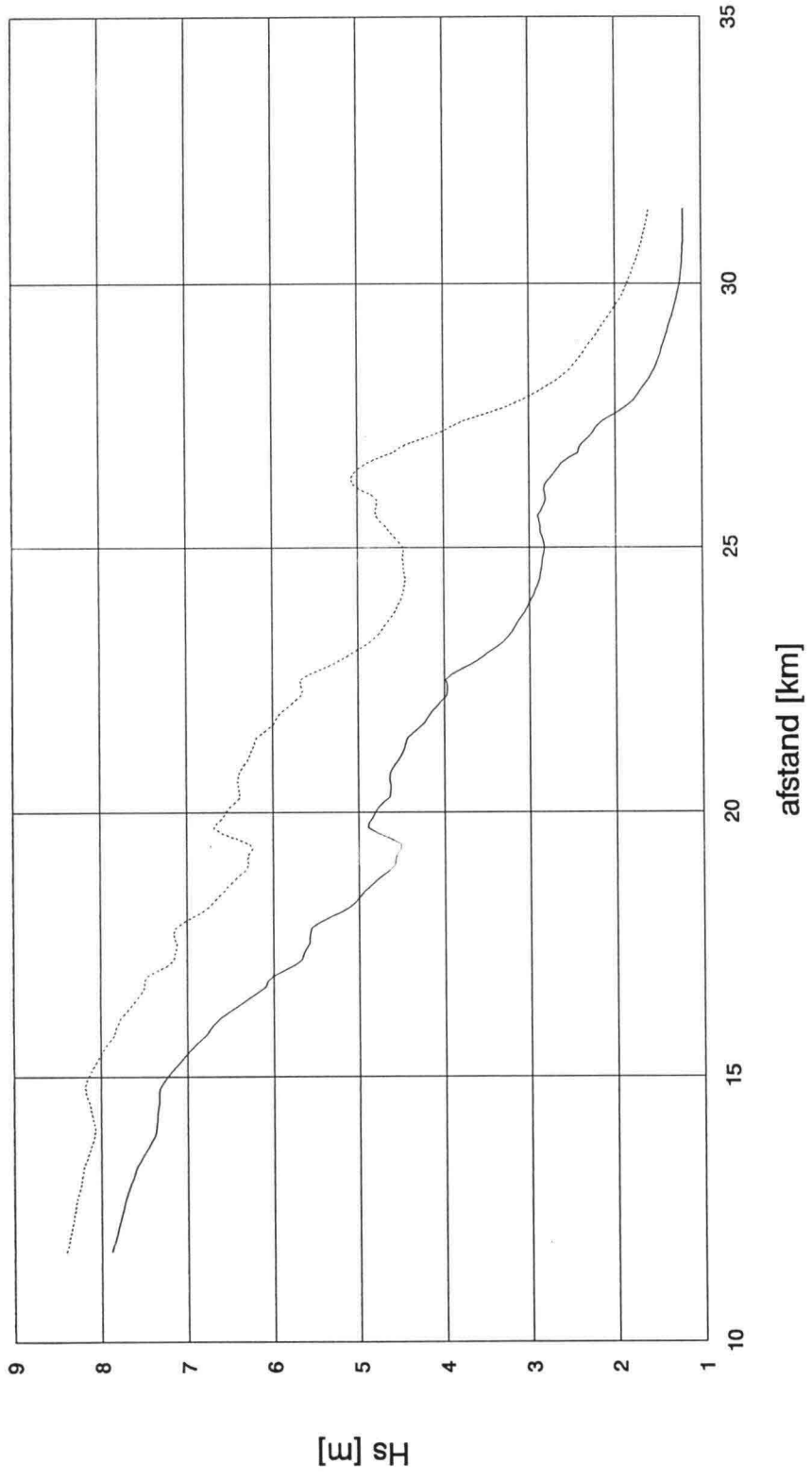
— WR3

..... Berekening nummer 2

# Marsdiep Hs



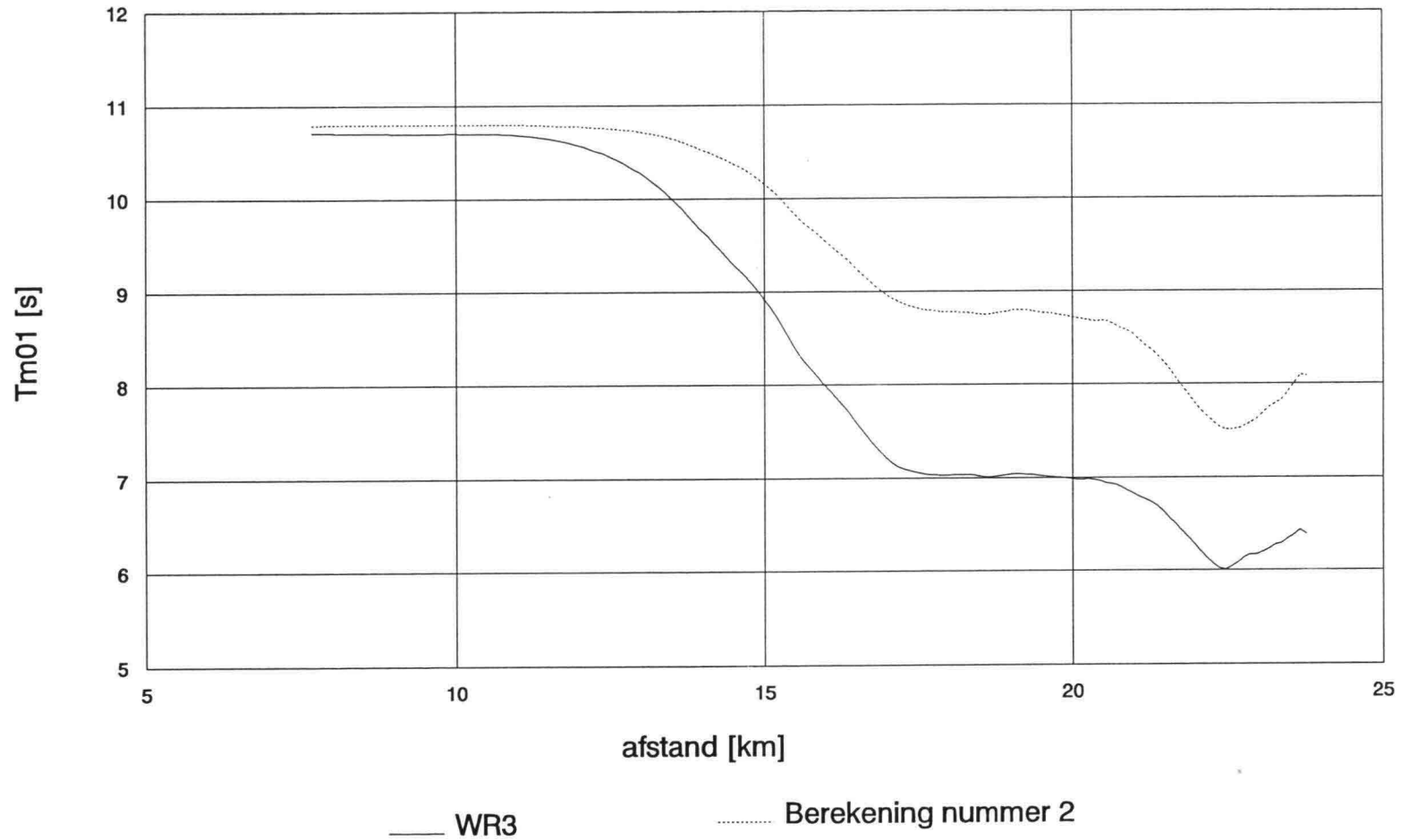
# Breewijd Hs



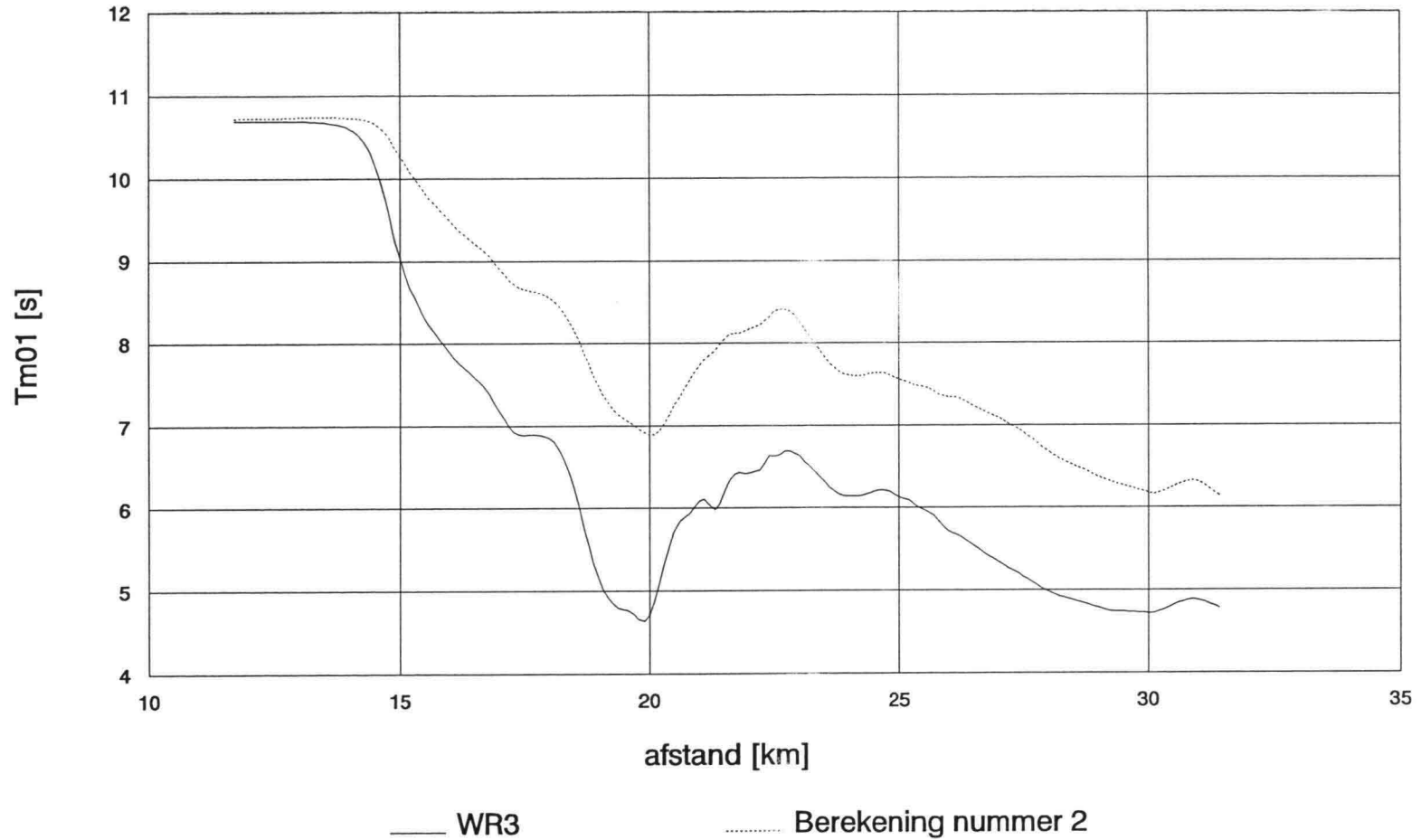
— WR3

..... Berekening number 2

# Molengat Tm01

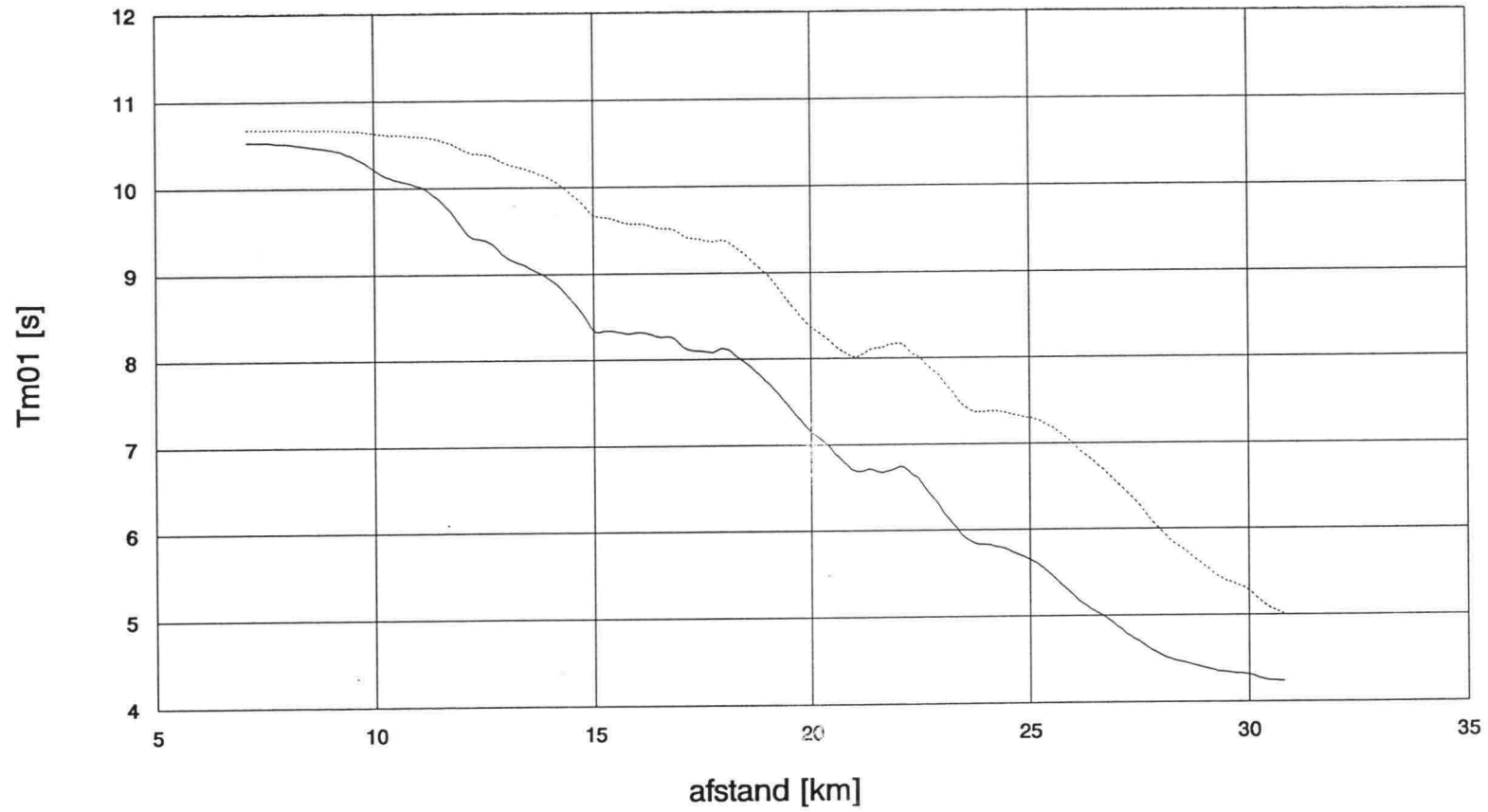


# Marsdiep Tm01





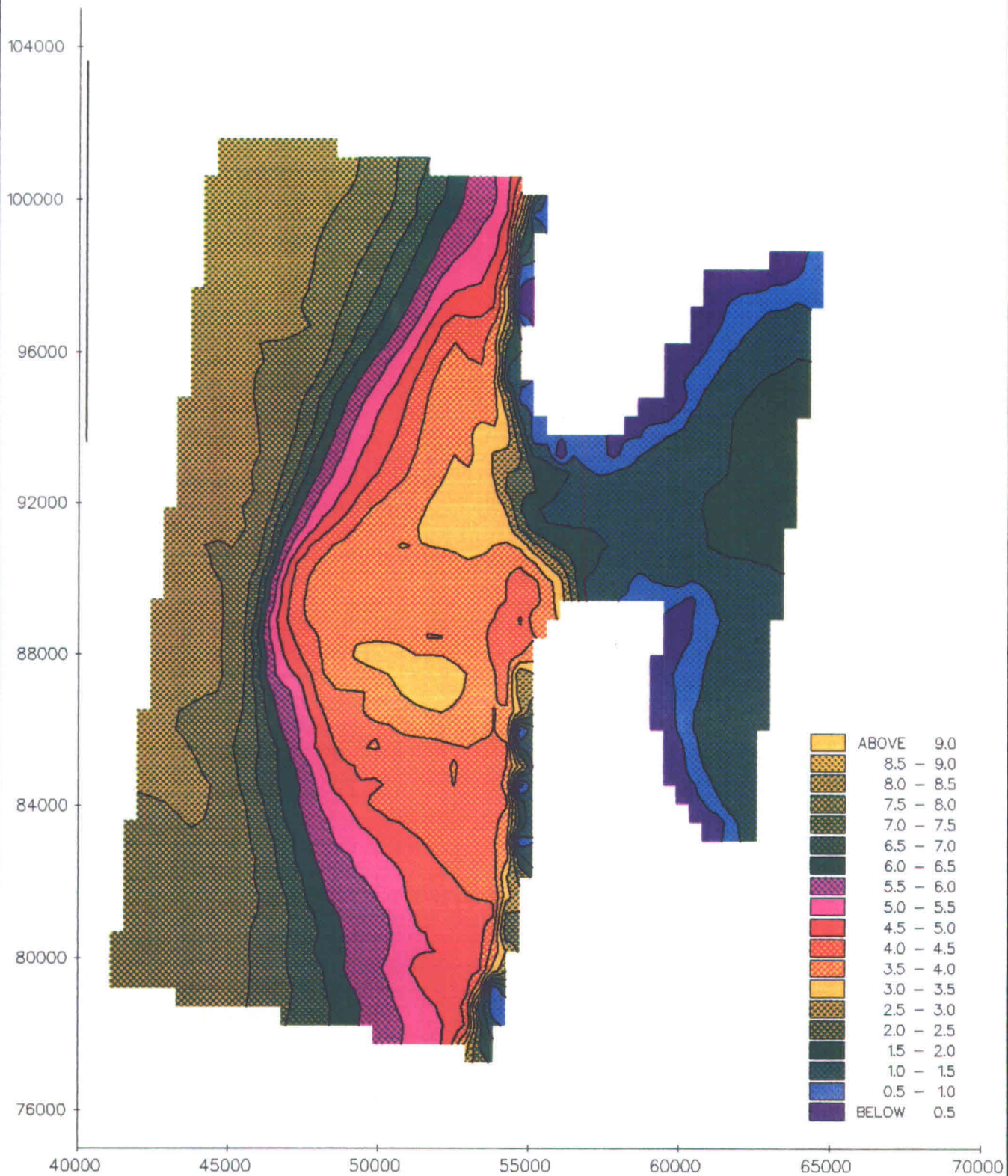
# Breewijd Tm01



— WR3

..... Berekening nummer 2

Berekeningen met verlaagd Noorderhaaks  
Nummers 4 t/m 7



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening nummer 4

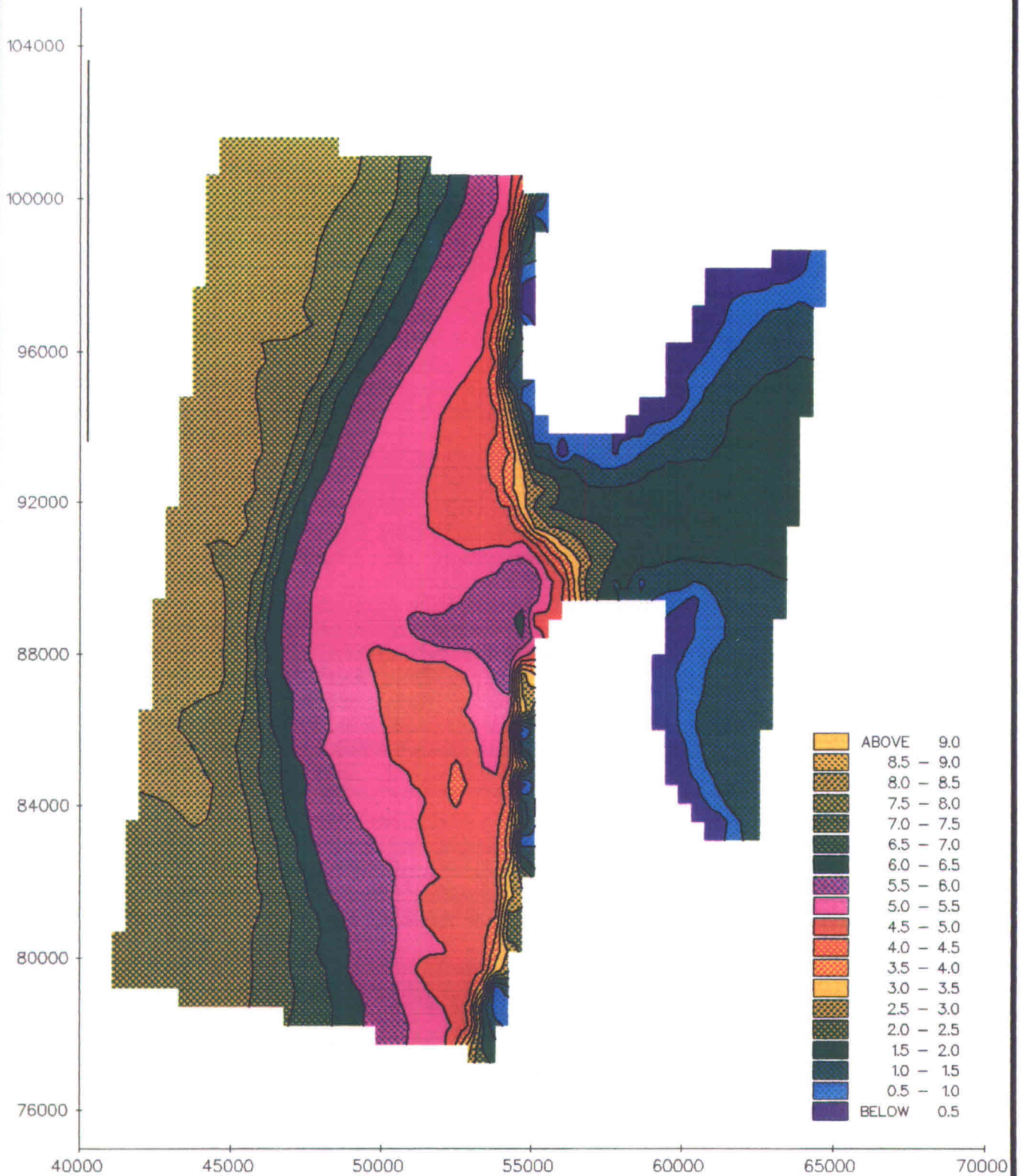
golfhoogte 09-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

fig.



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 6

golfhoogte 10-09-92

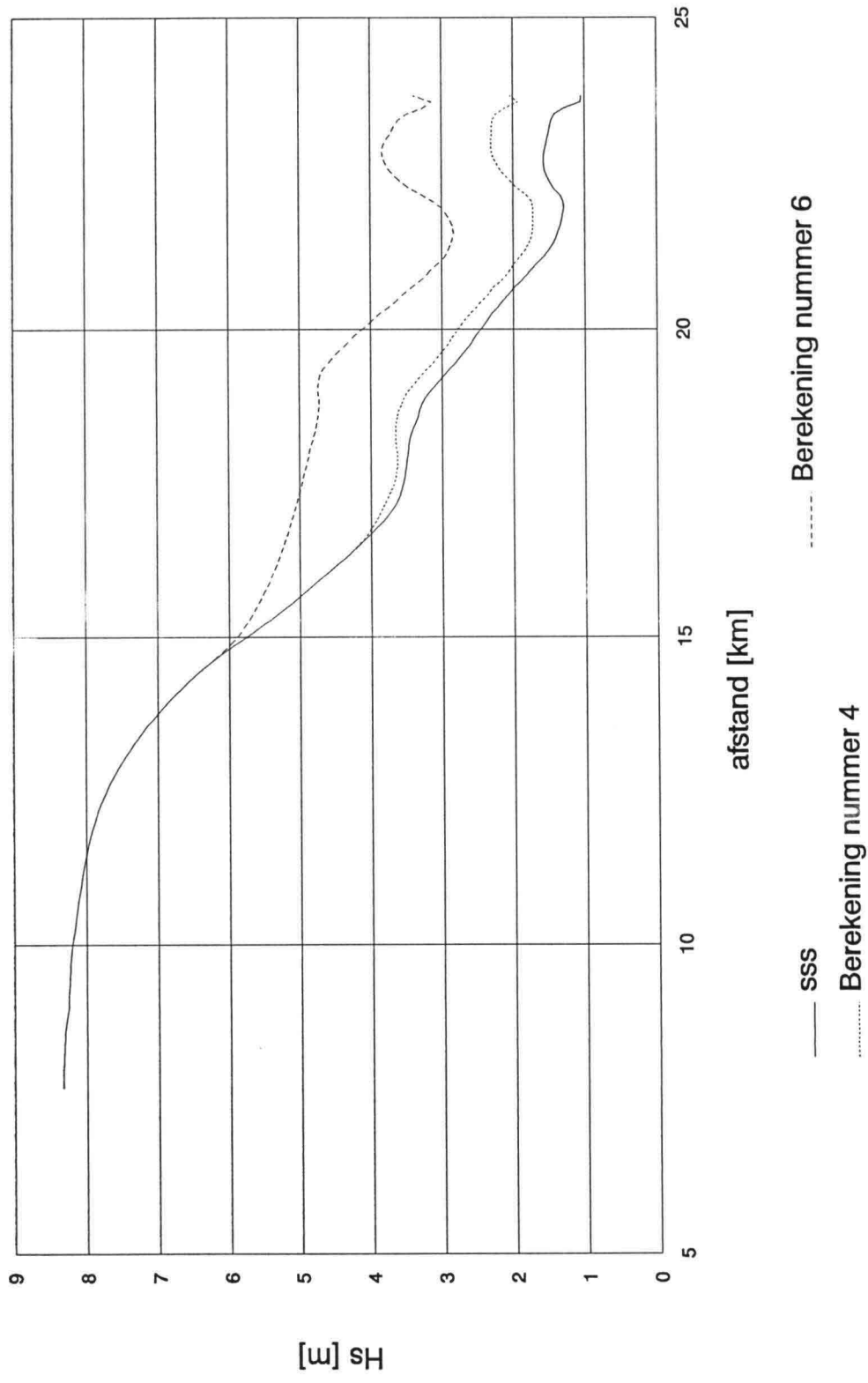
**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

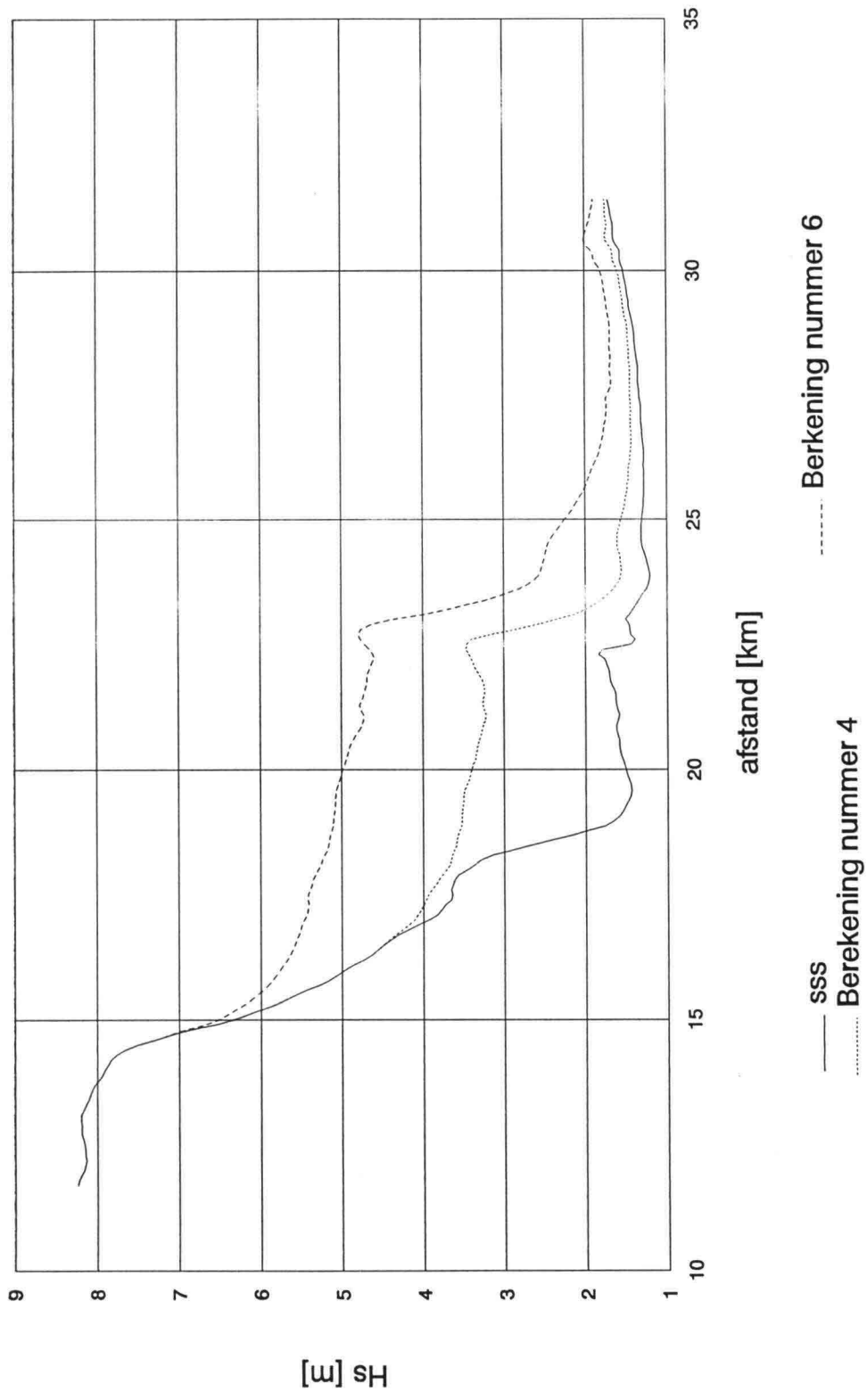
**HYDRA**

fig.

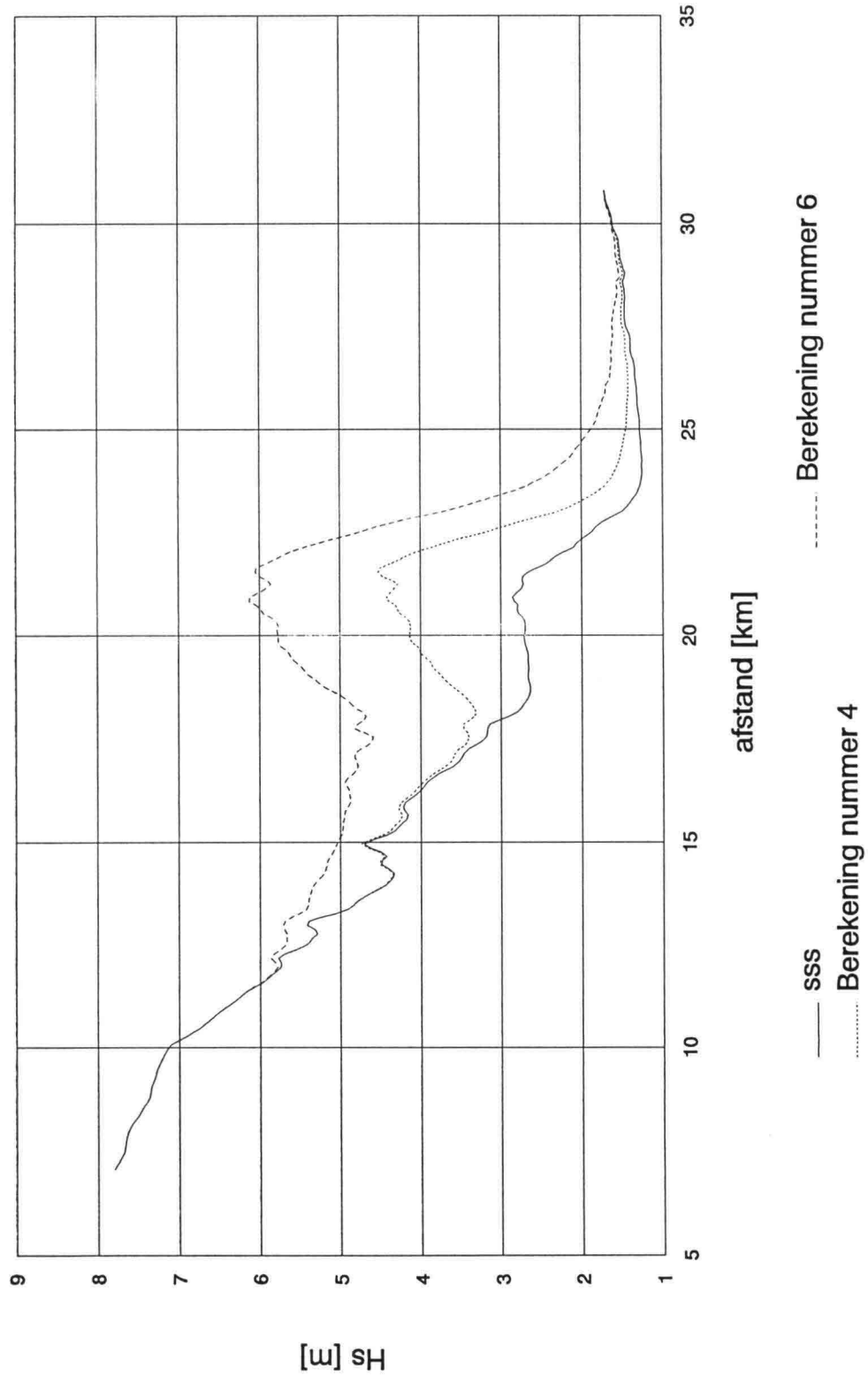
# Molengat Hs



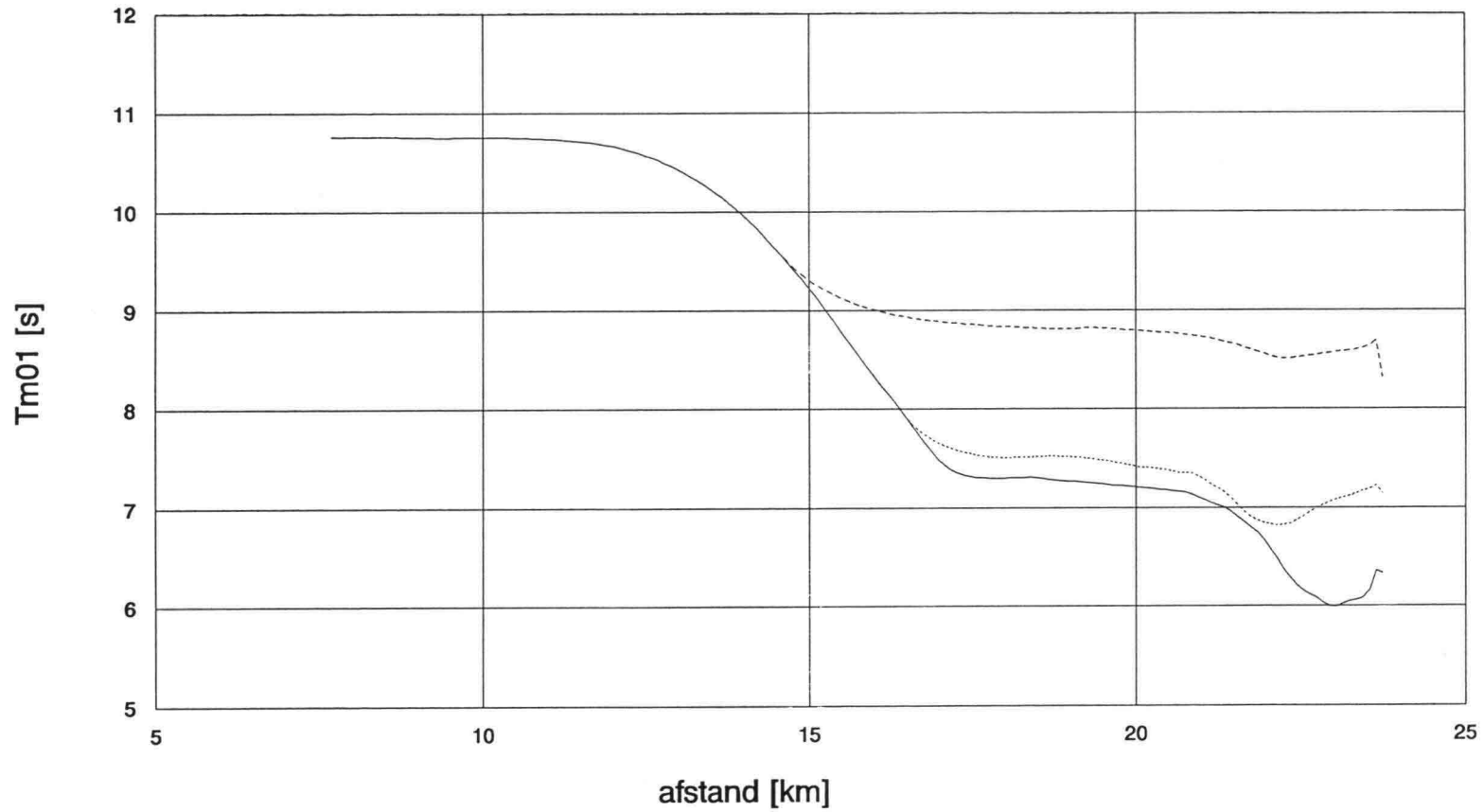
# Marsdiep Hs



# Breewijd Hs



# Molengat Tm01

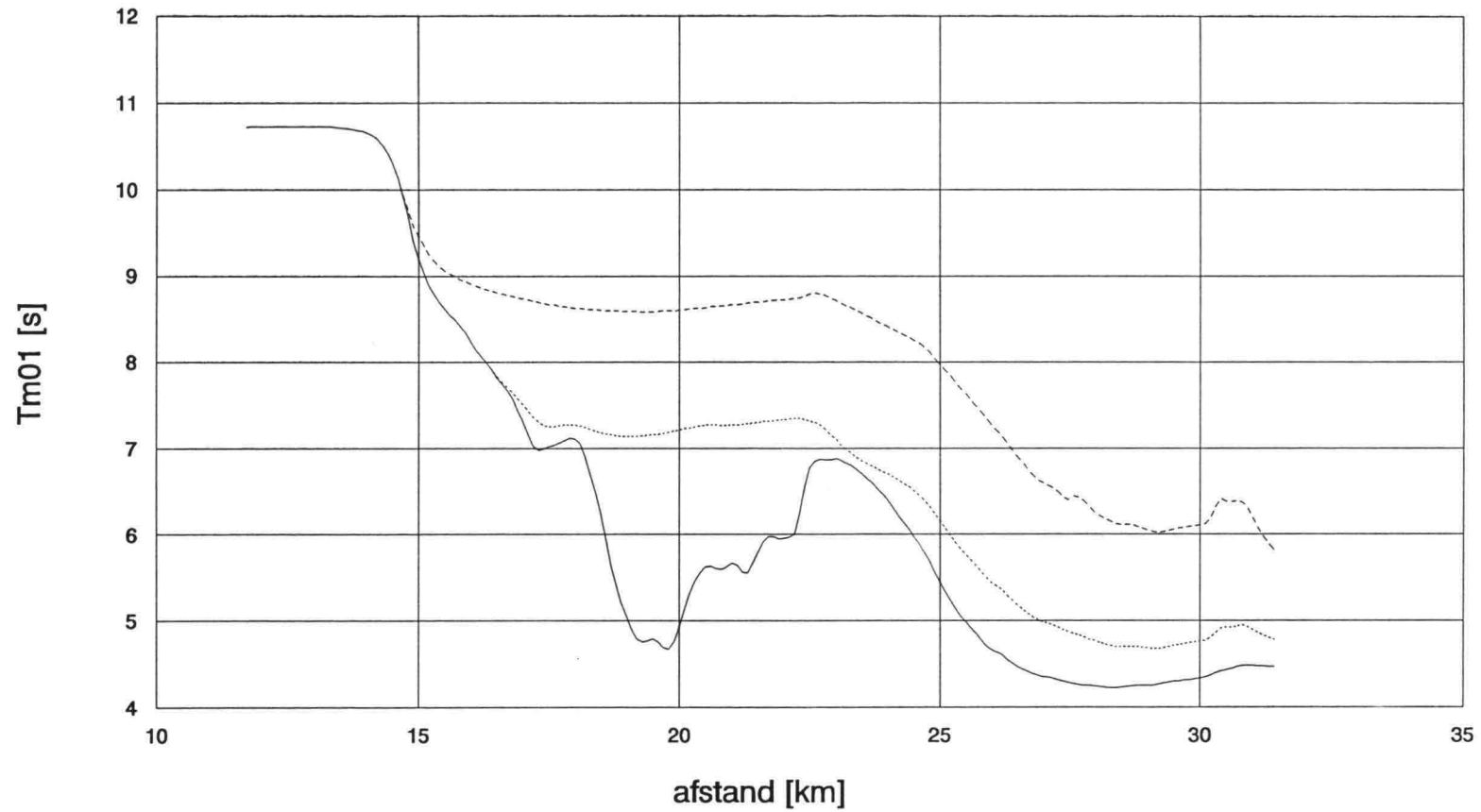


— SSS  
..... Berekening nummer 4

----- Berekening nummer 6



# Marsdiep Tm01

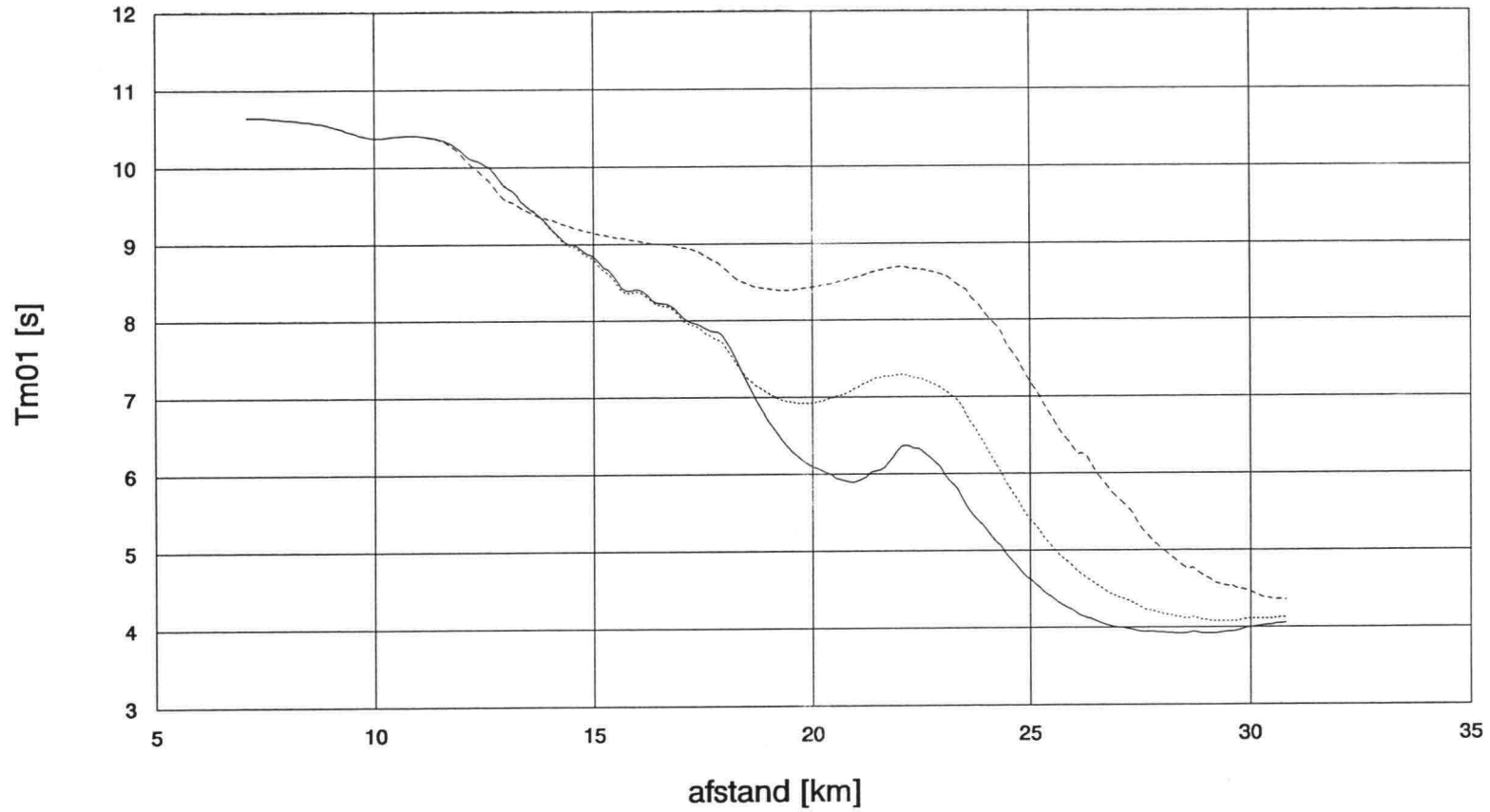


— sss

..... Berekening nummer 4

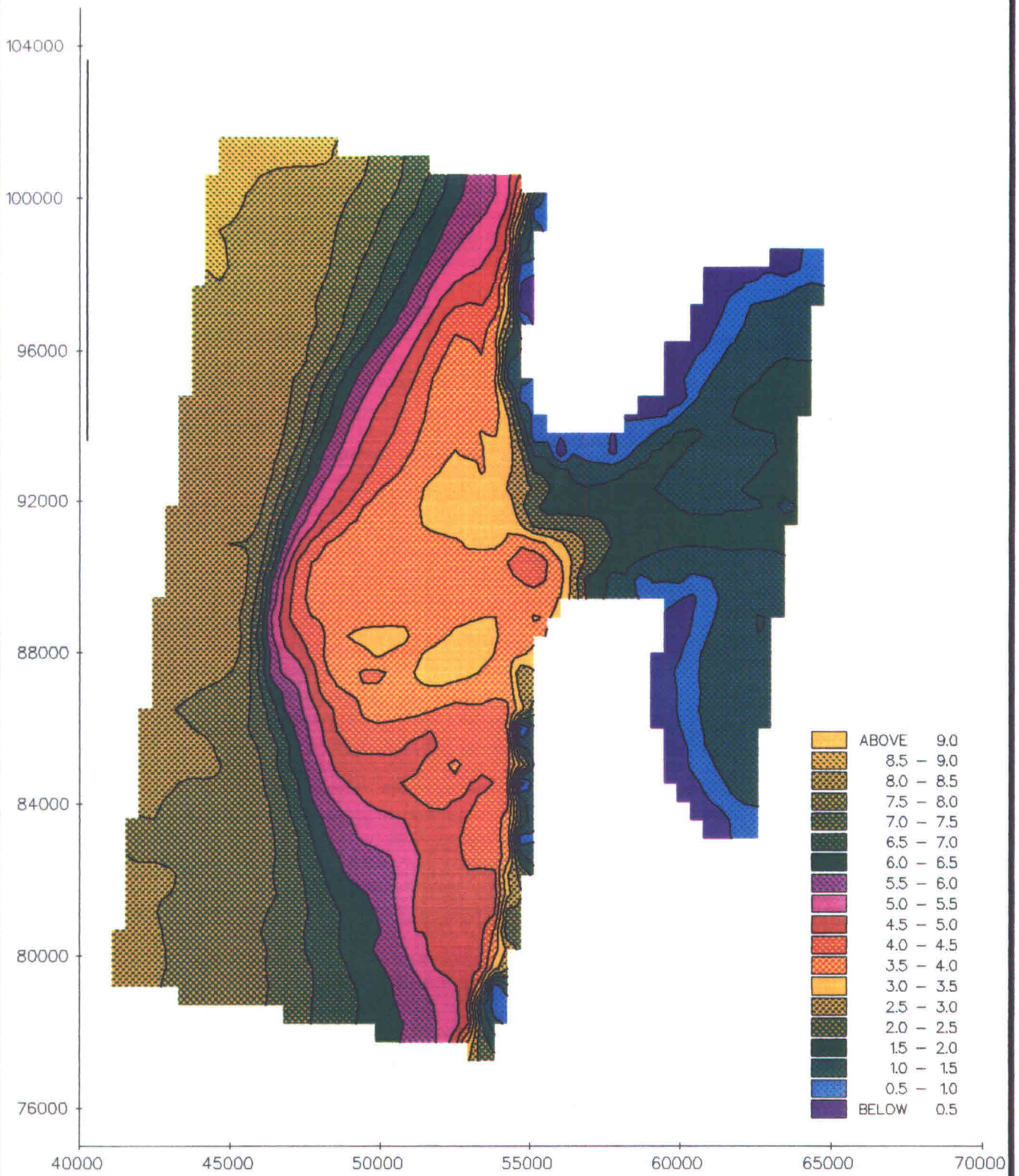
----- Berekening nummer 6

# Breewijd Tm01



— sss  
..... Berekening nummer 4

----- Berekening nummer 6



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 5

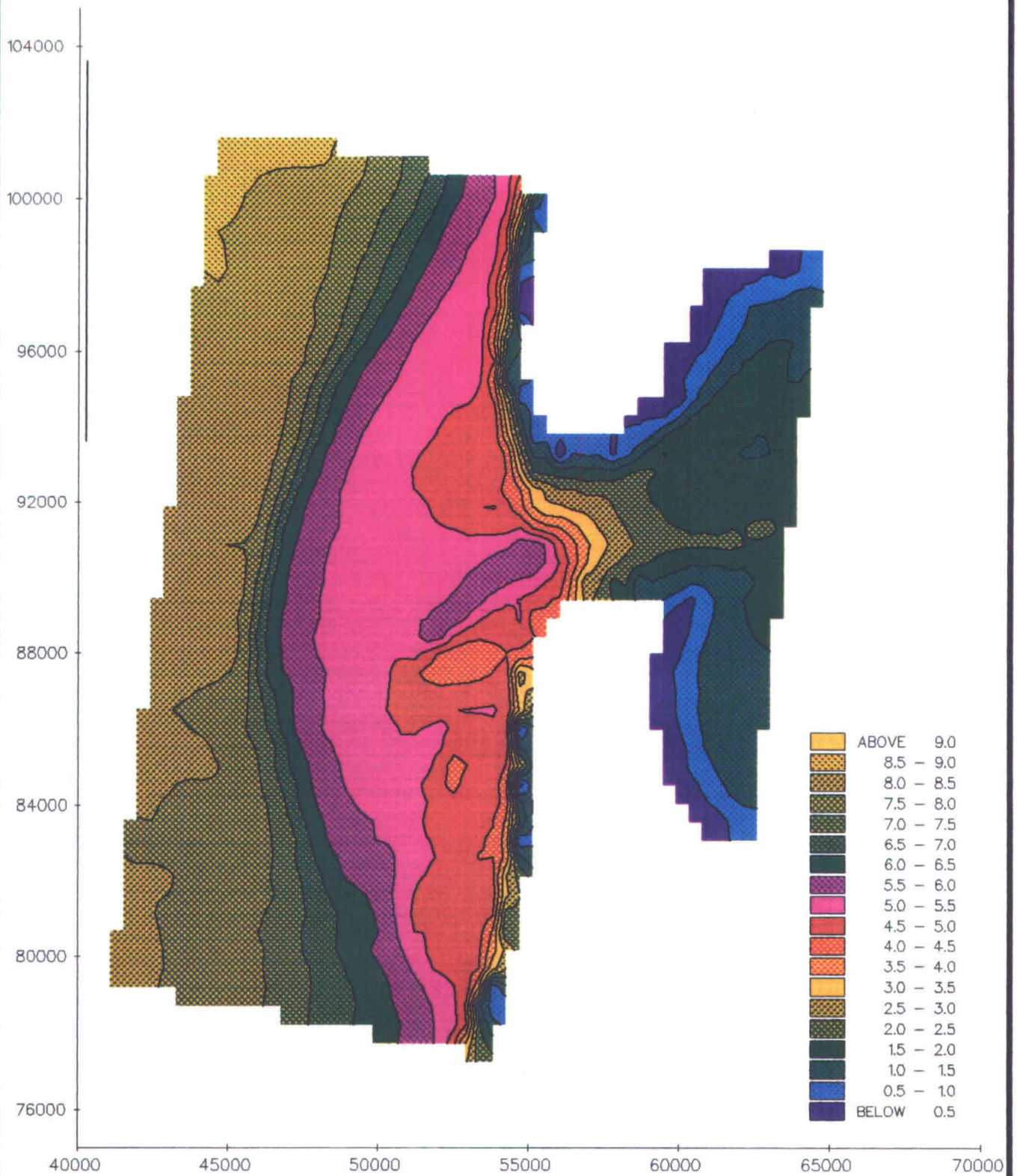
golfhoogte 14-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

fig.



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening nummer 7

golfhoogte 14-09-92

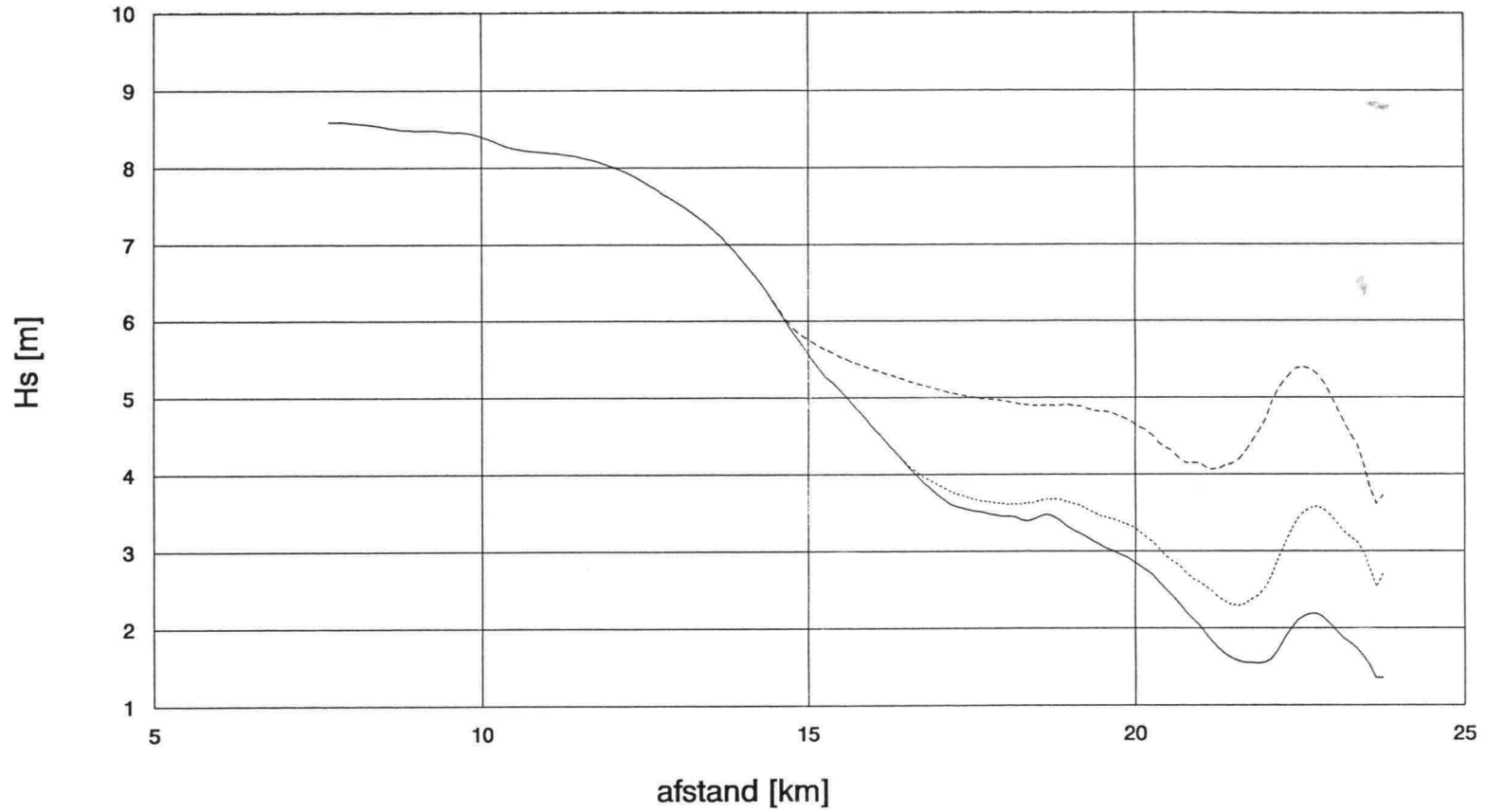
**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

fig.

# Molengat Hs

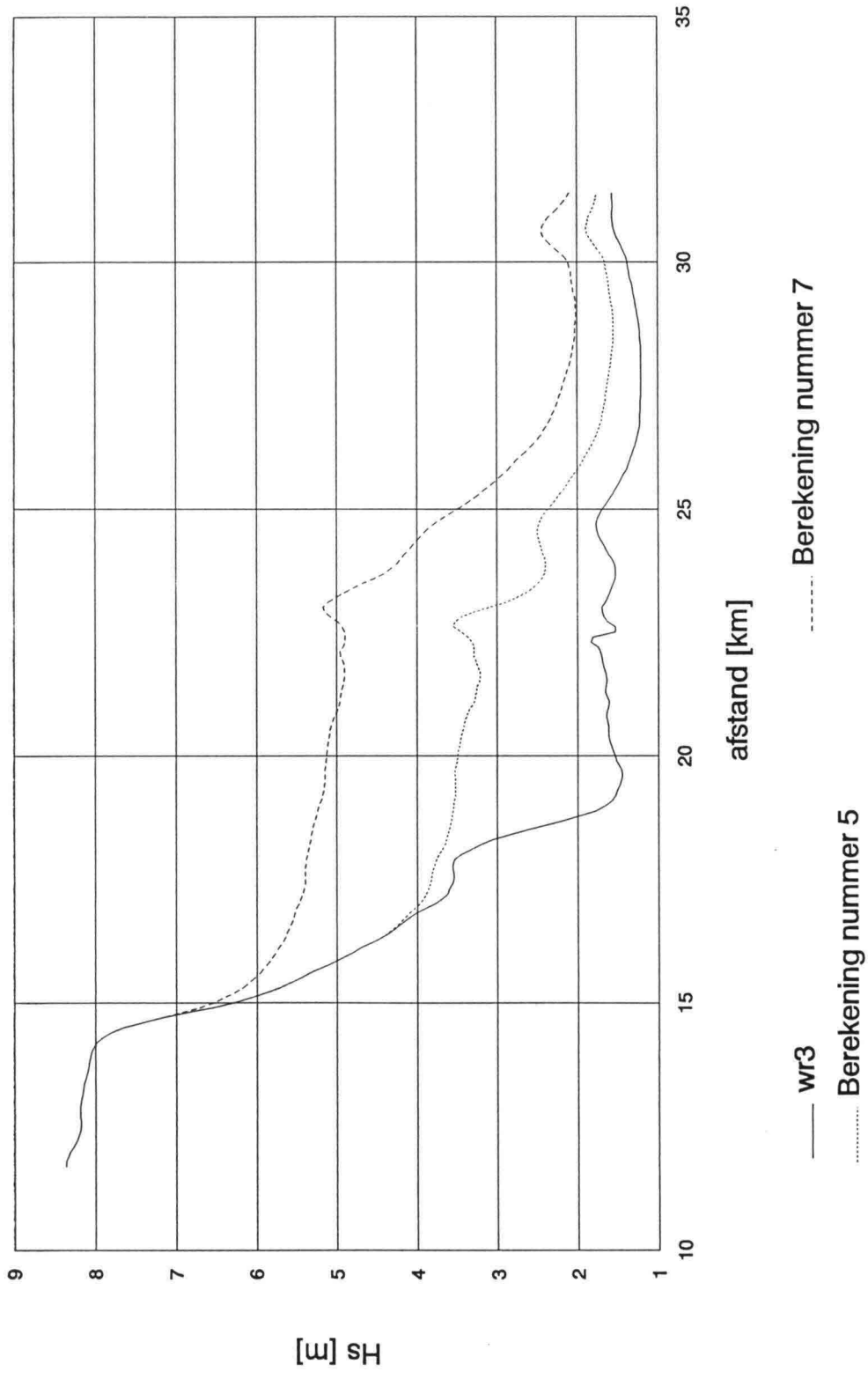


— wr3

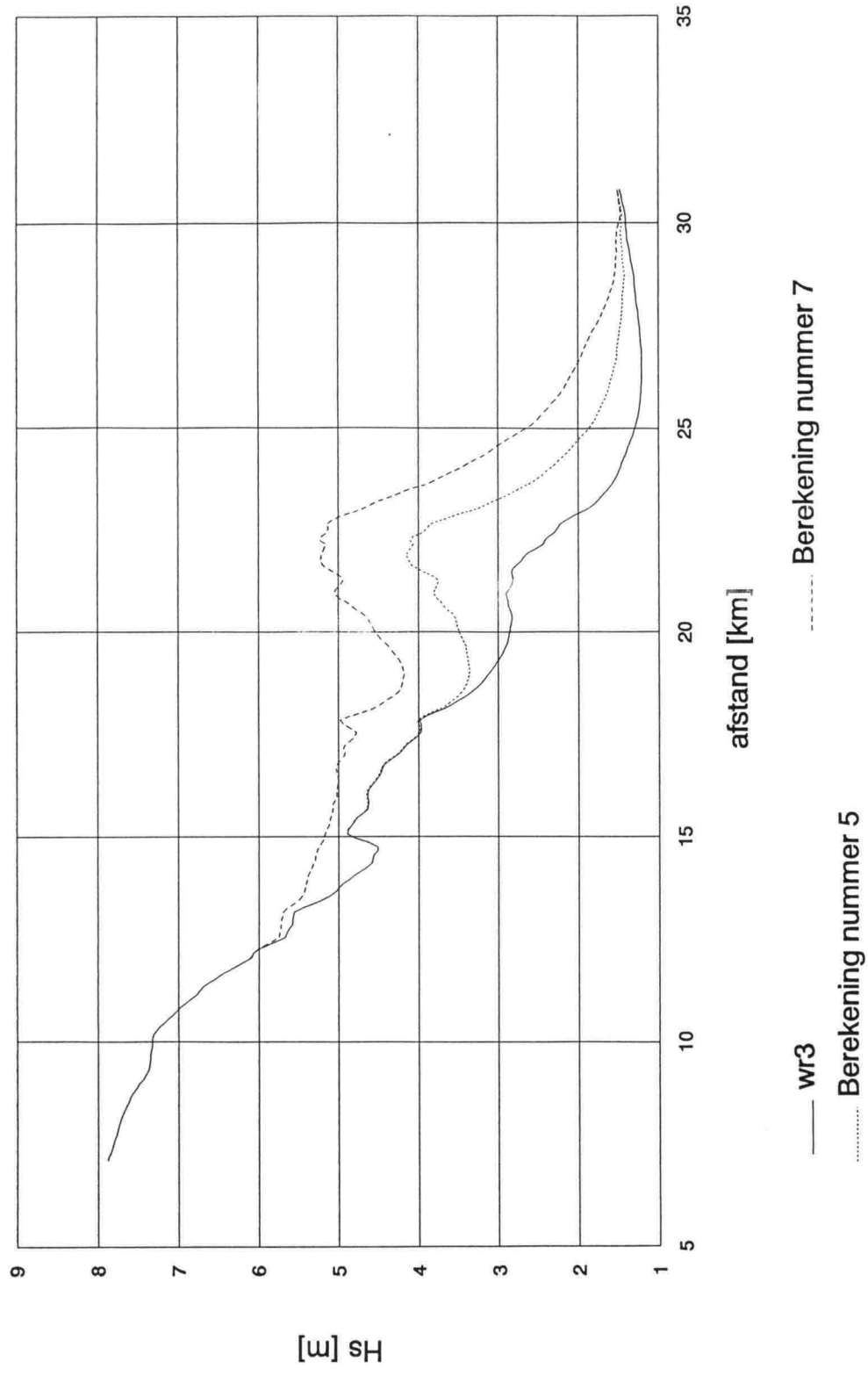
..... Berekening nummer 5

----- Berekening nummer 7

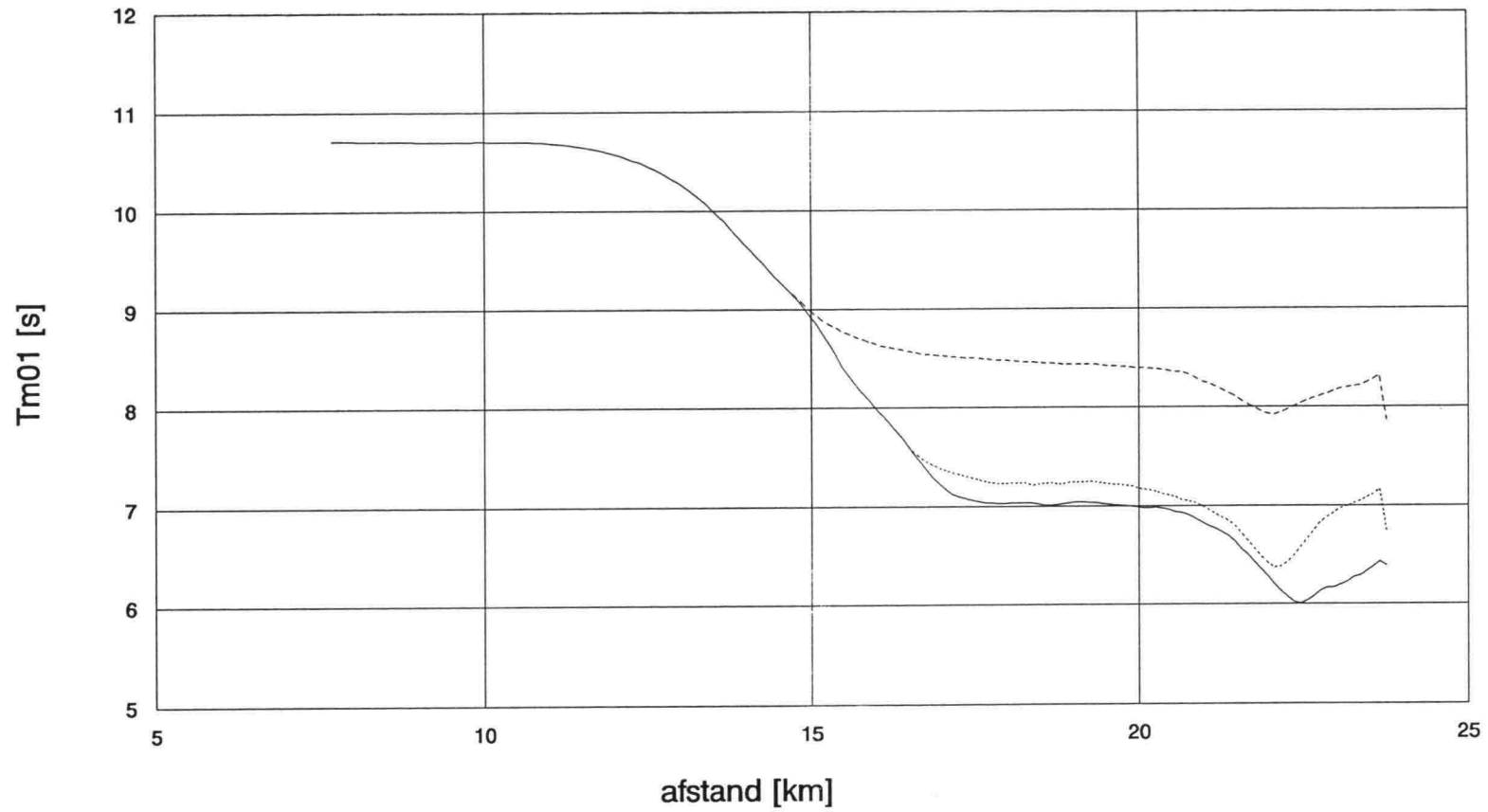
# Marsdiep Hs



# Breewijd Hs



# Molengat Tm01



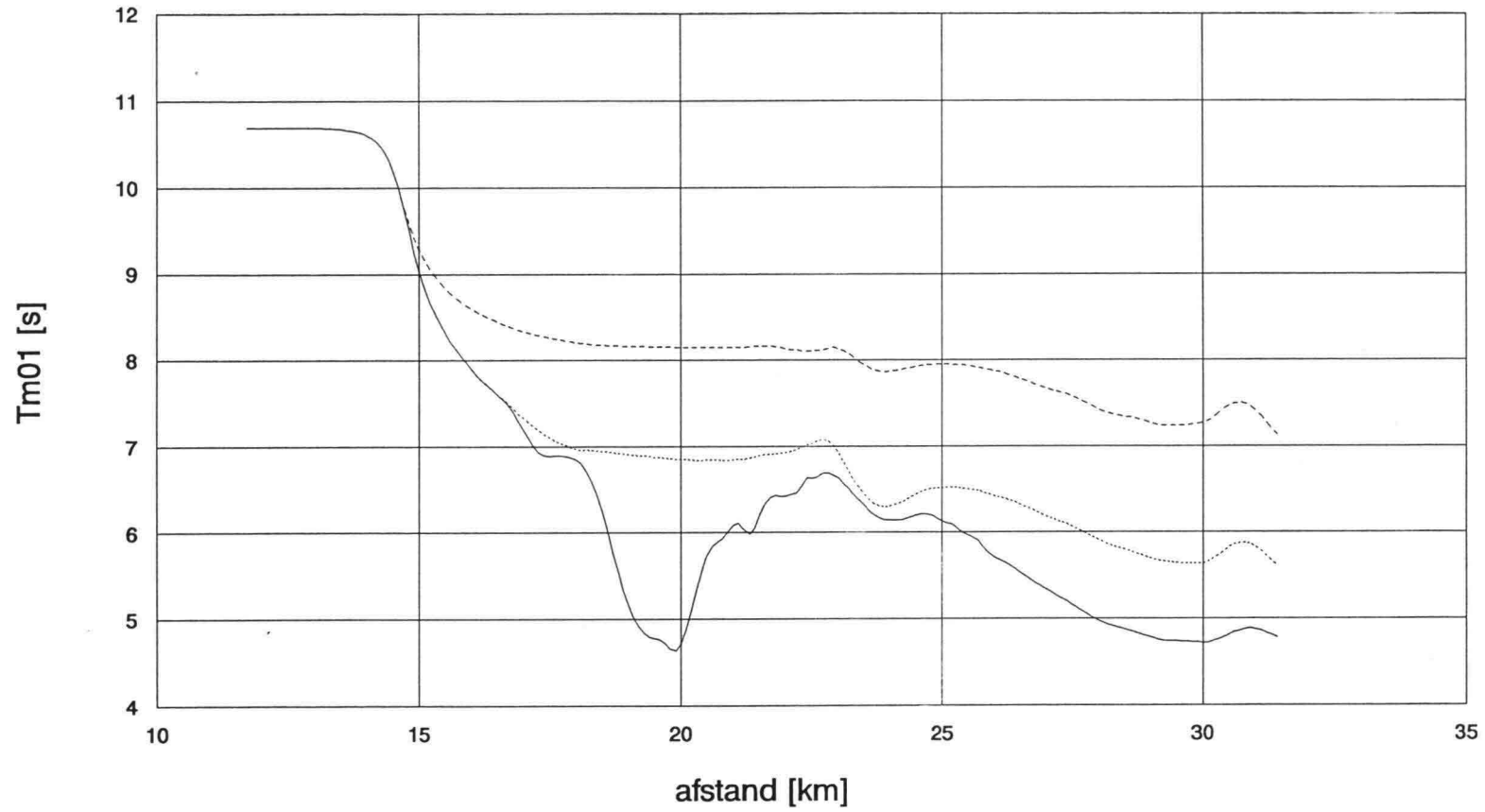
— wr3

..... Berekening nummer 5

----- Berekening nummer 7



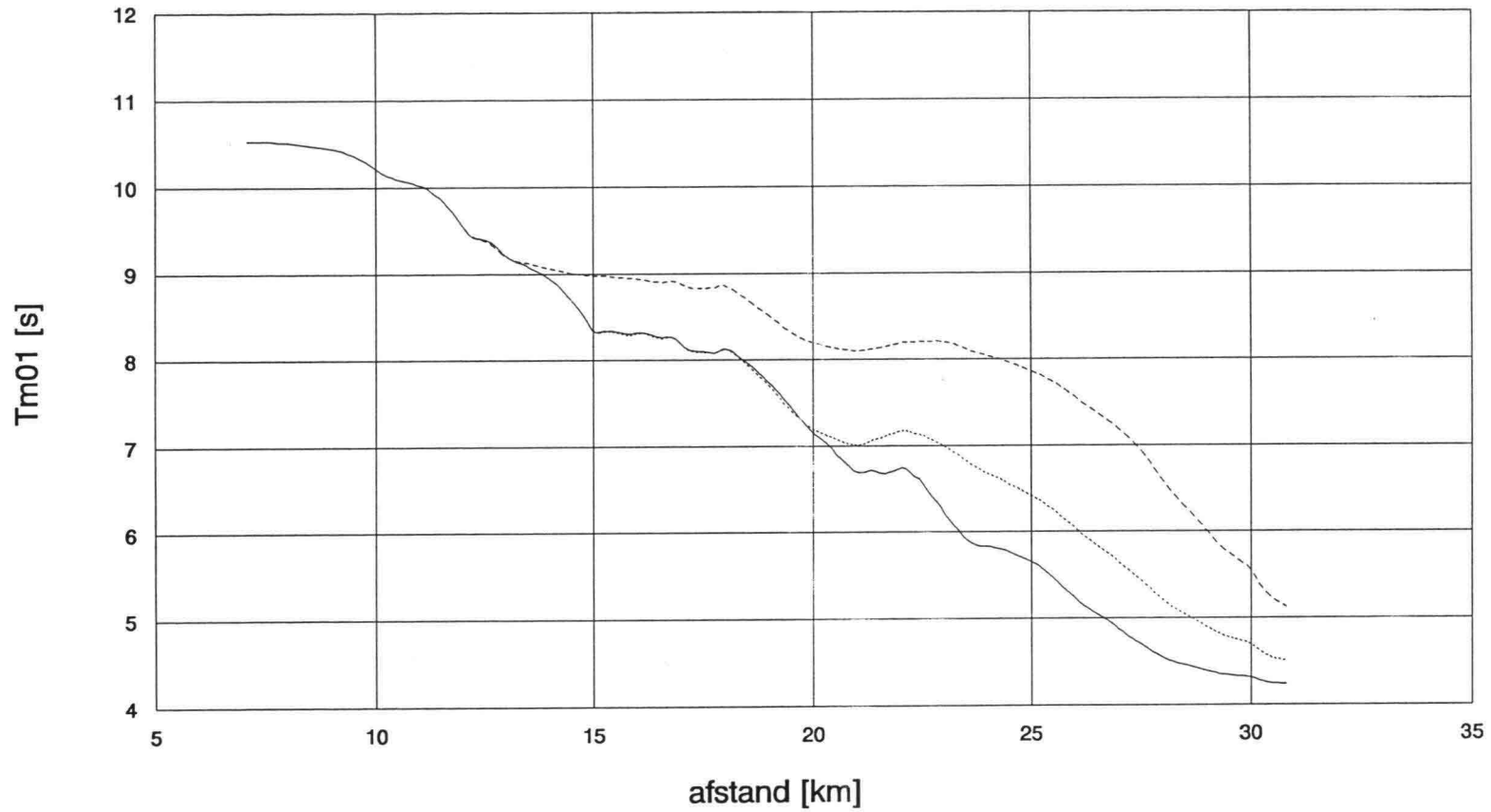
# Marsdiep Tm01



— wr3  
..... Berekening nummer 5

----- Berekening nummer 7

# Breewijd Tm01

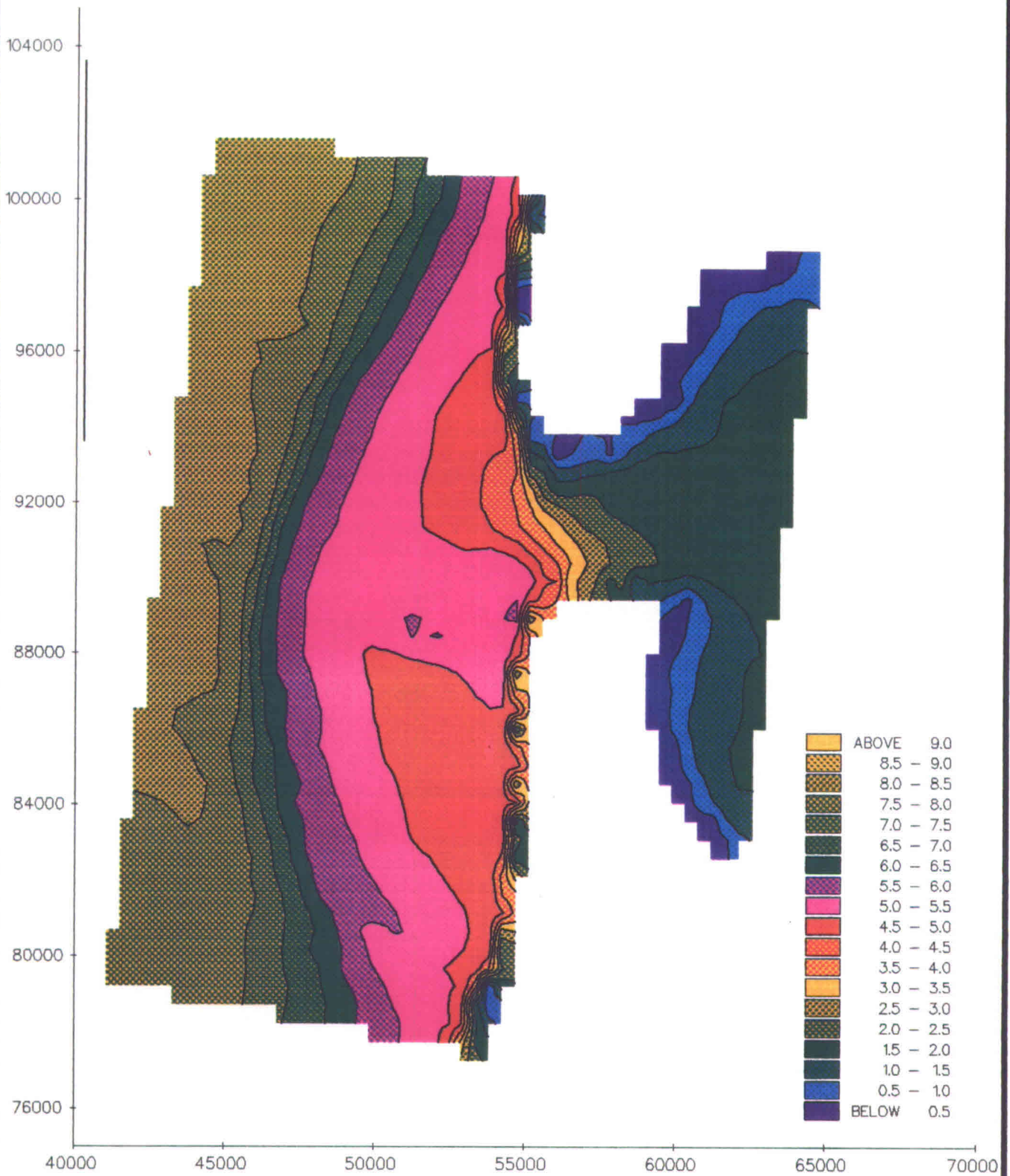


— wr3

..... Berekening nummer 5

----- Berekening nummer 7

Berekeningen met vlakke bodem op 10 m onder NAP  
Nummers 8 t/m 13



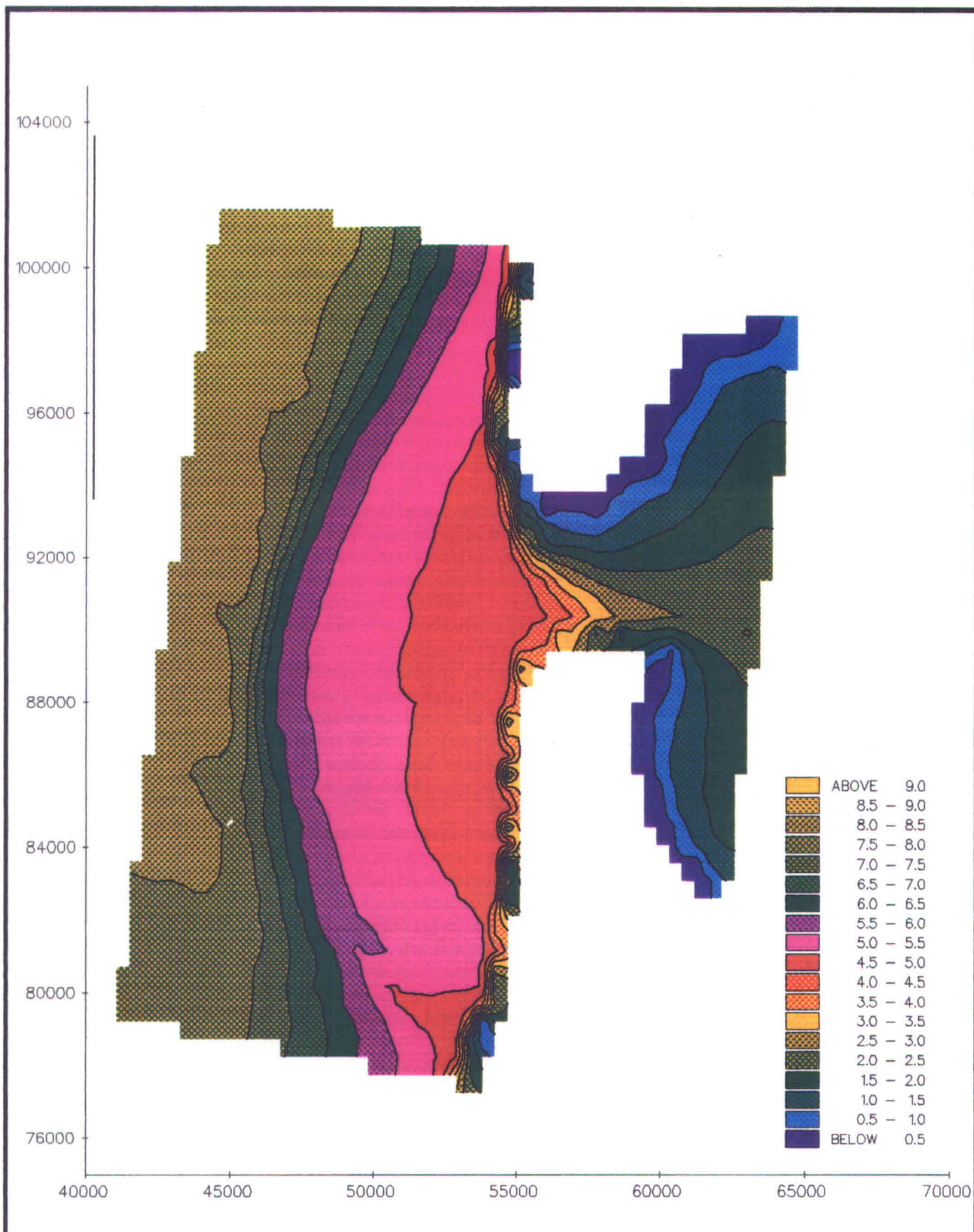
**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 8

golfhoogte 14-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA** fig.



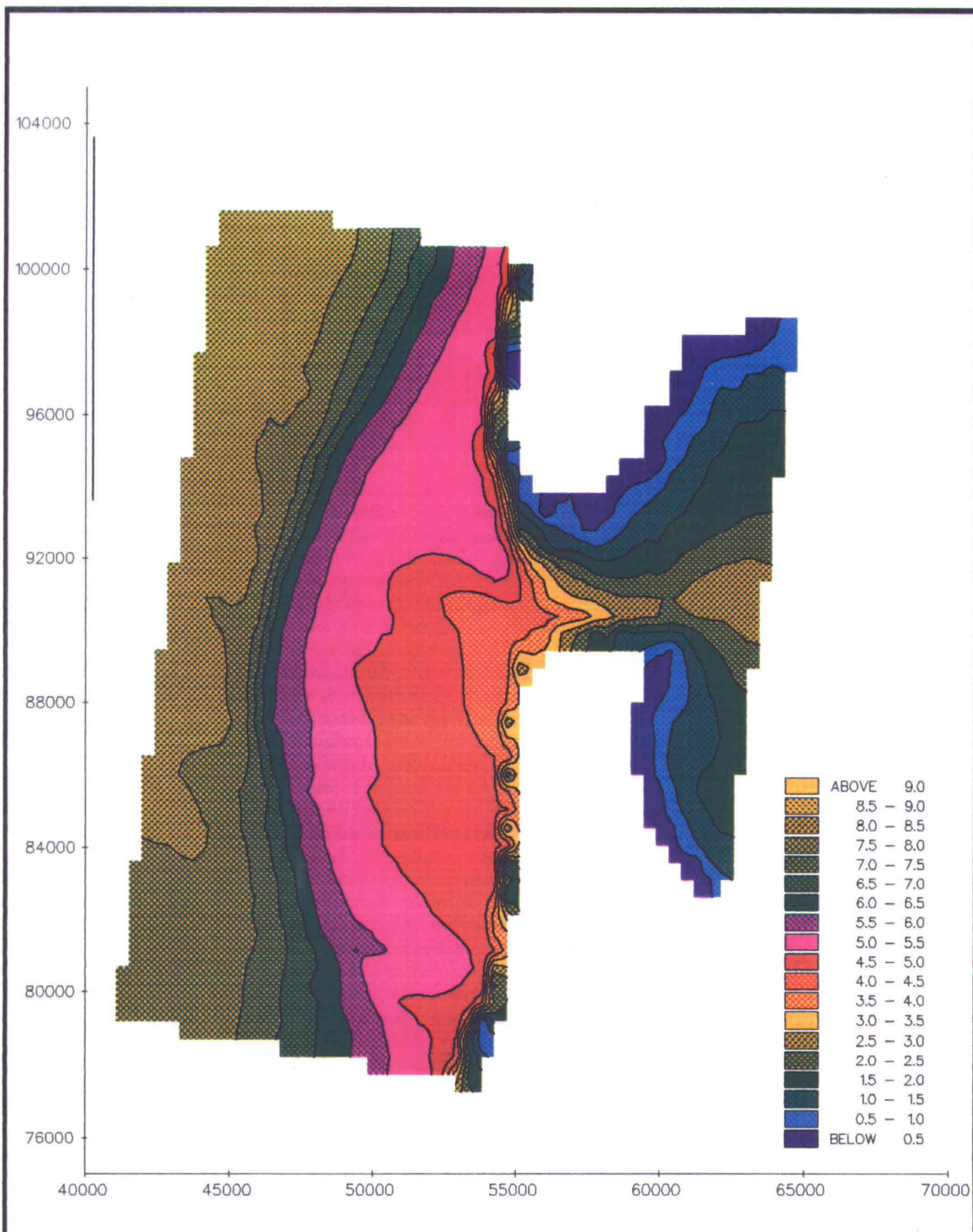
**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEVELD  
 Berekening nummer 10

golfhoogte 15-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA fig.



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening nummer 12

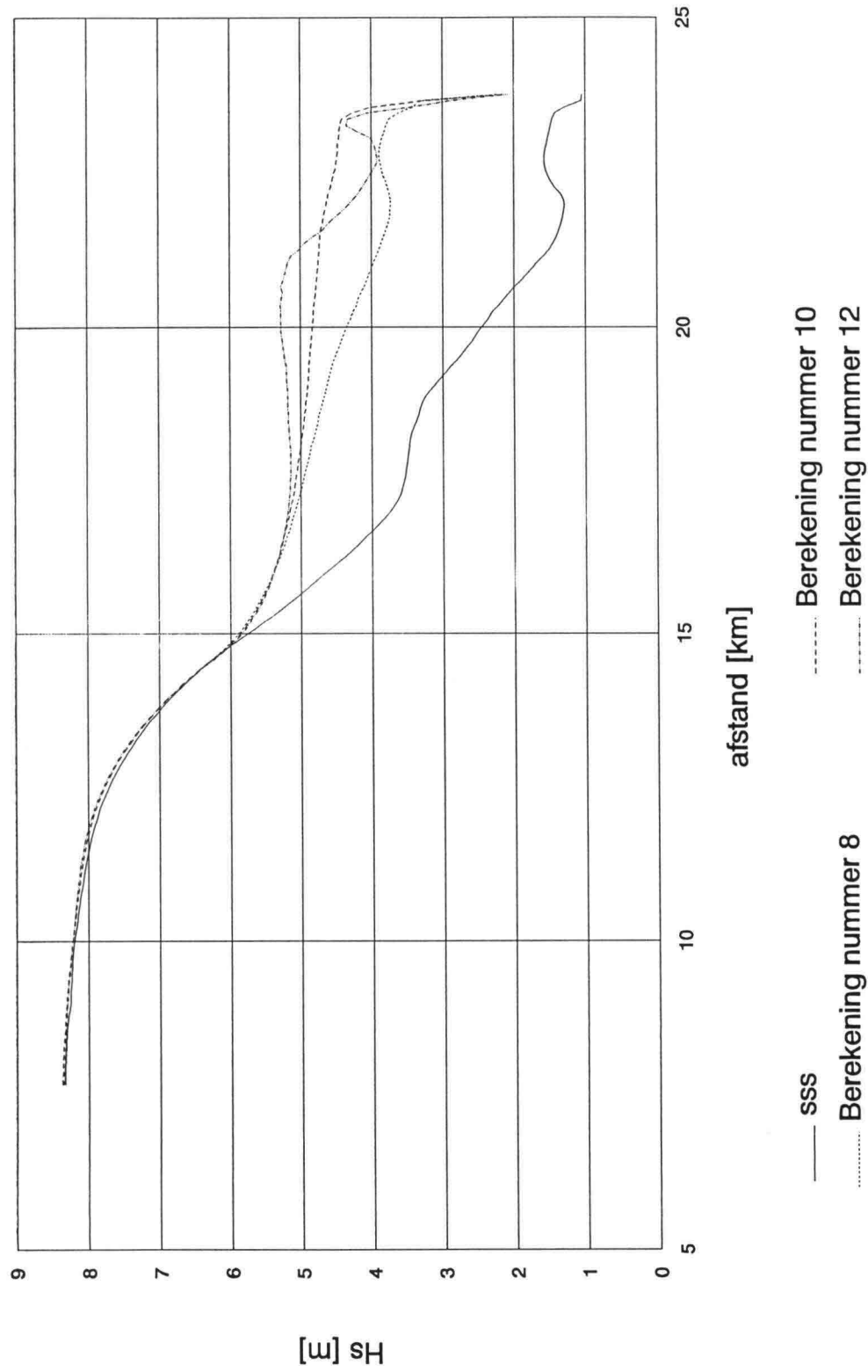
golfhoogte 17-09-92

**HISWA - uitvoer**

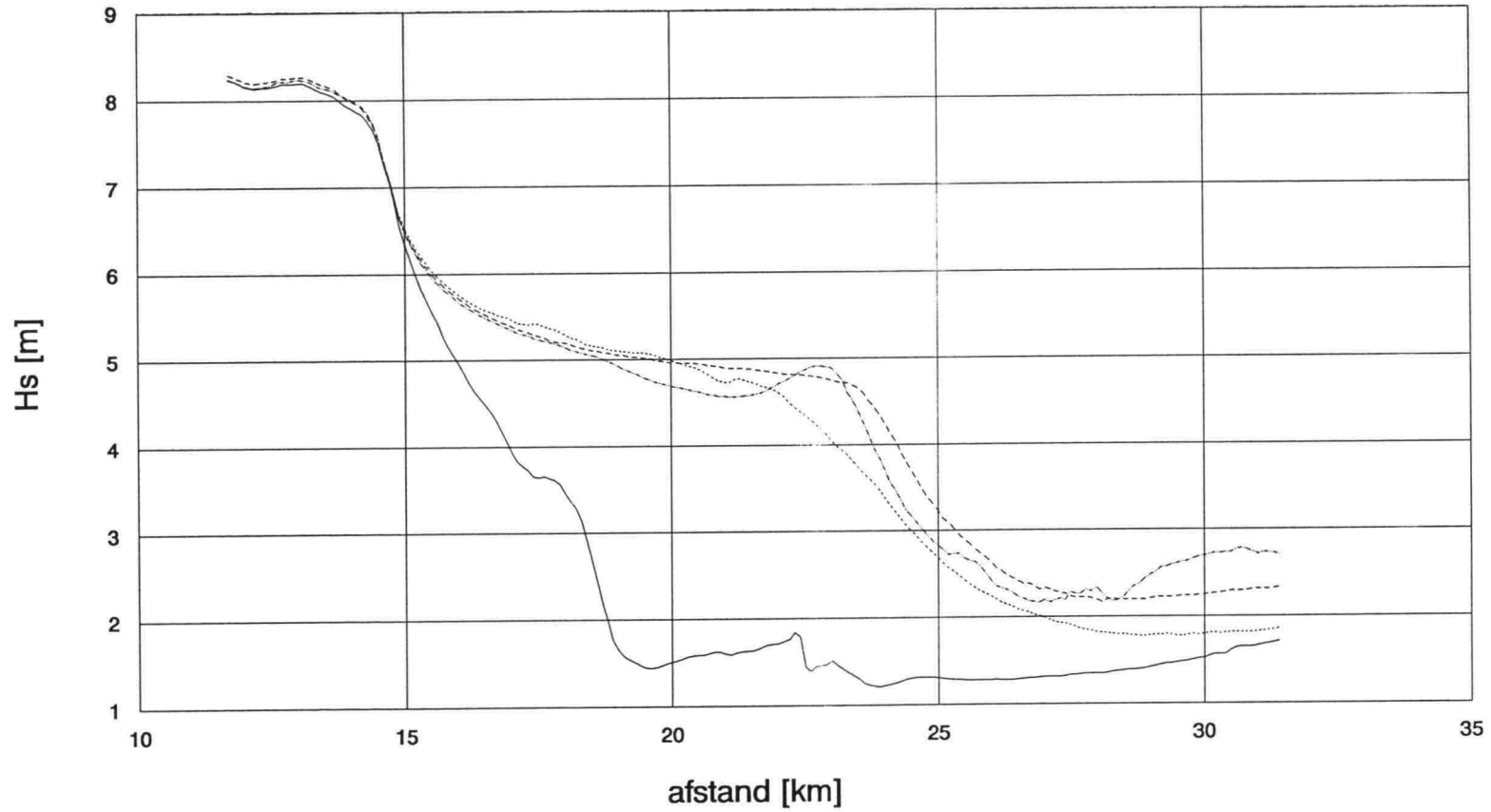
**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA fig.

# Molengat Hs



# Marsdiep Hs

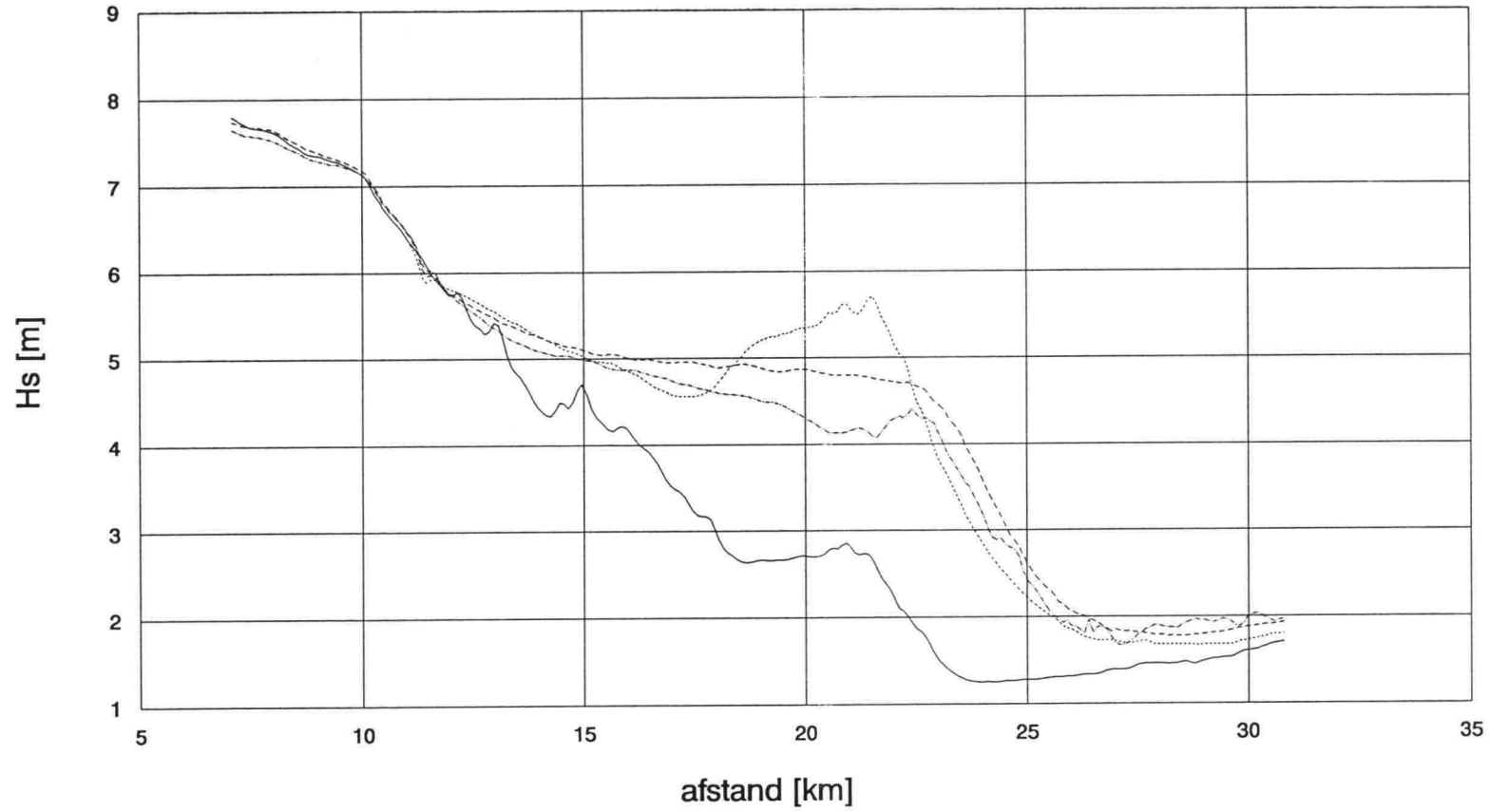


— sss  
..... Berekening nummer 8

----- Berekening nummer 10  
-.-.-.- Berekening nummer 12



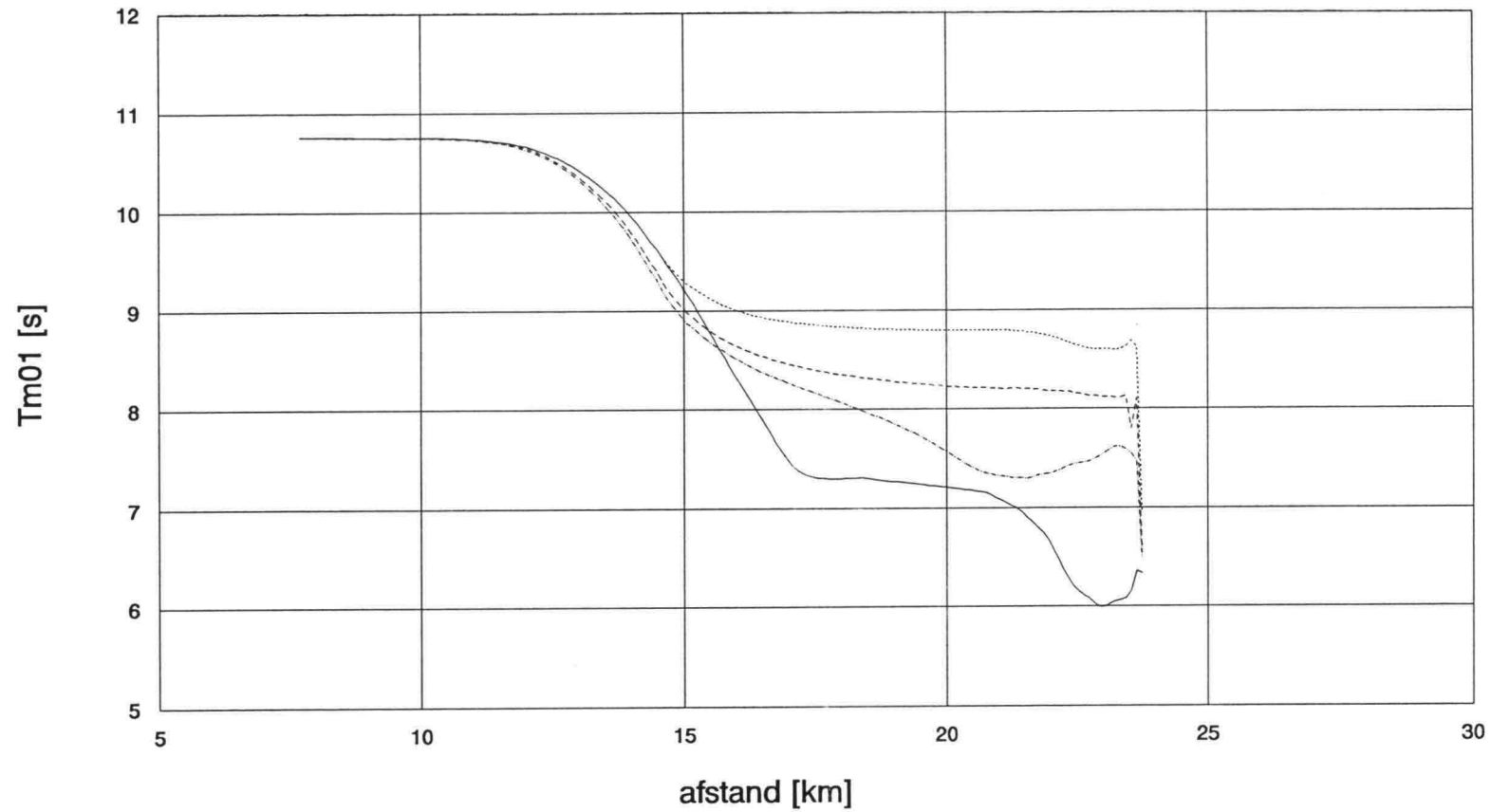
# Breewijd Hs



— SSS  
..... Berekening nummer 8

----- Berekening nummer 10  
- . - . Berekening nummer 12

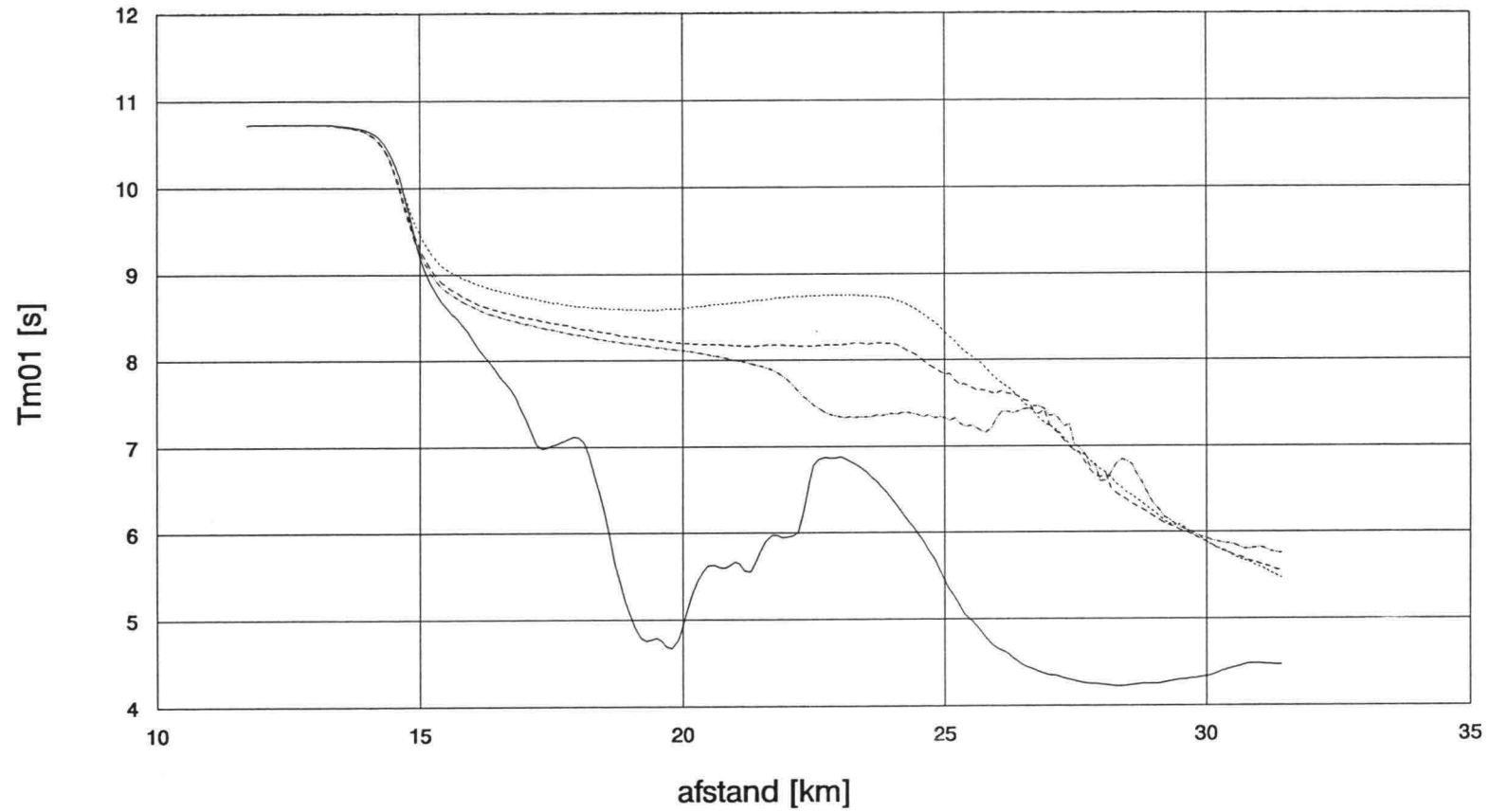
# Molengat Tm01



— SSS  
..... Berekening nummer 8

----- Berekening nummer 10  
-.-.-.- Berekening nummer 12

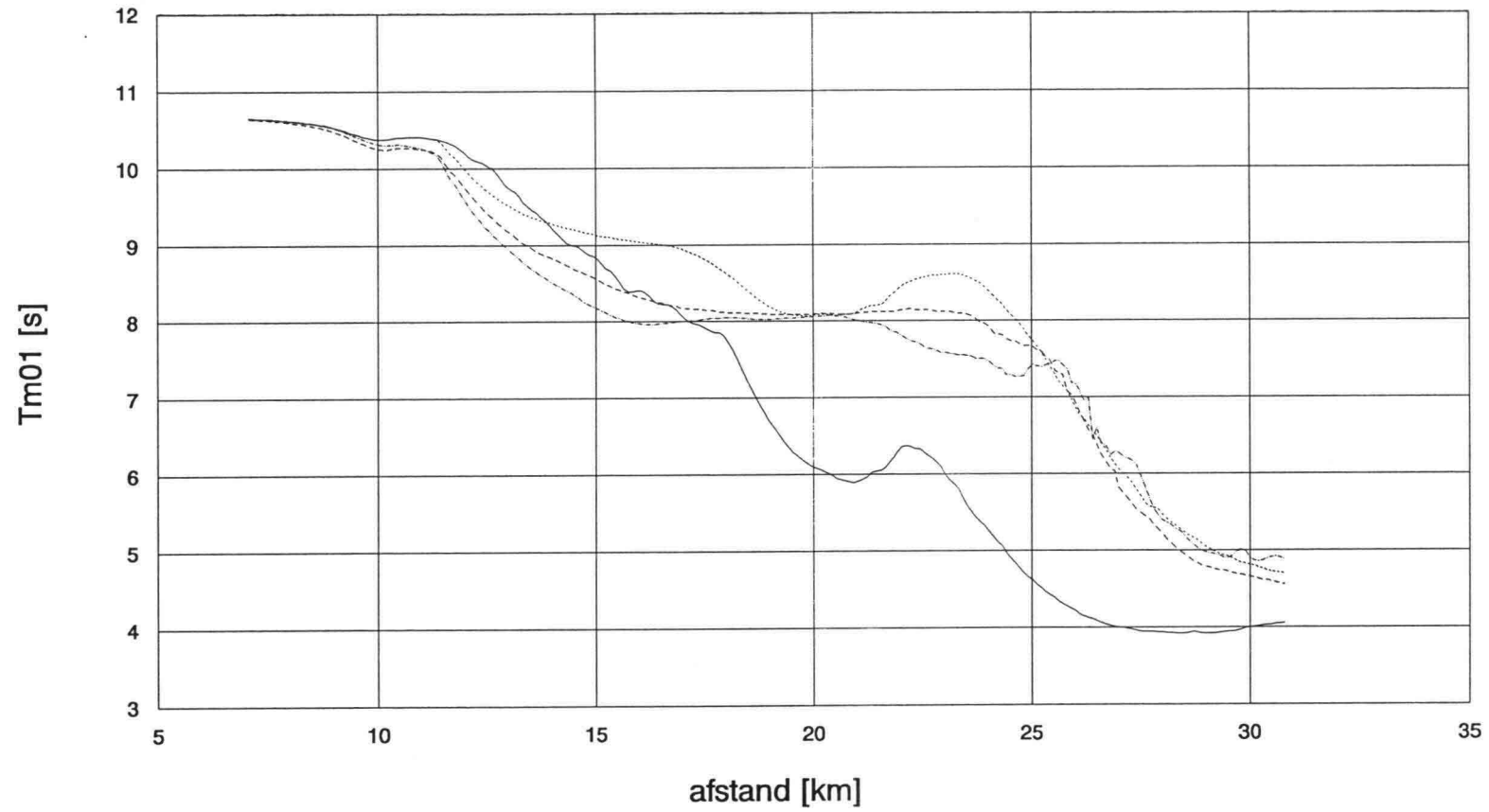
# Marsdiep Tm01



— SSS  
..... Berekening nummer 8

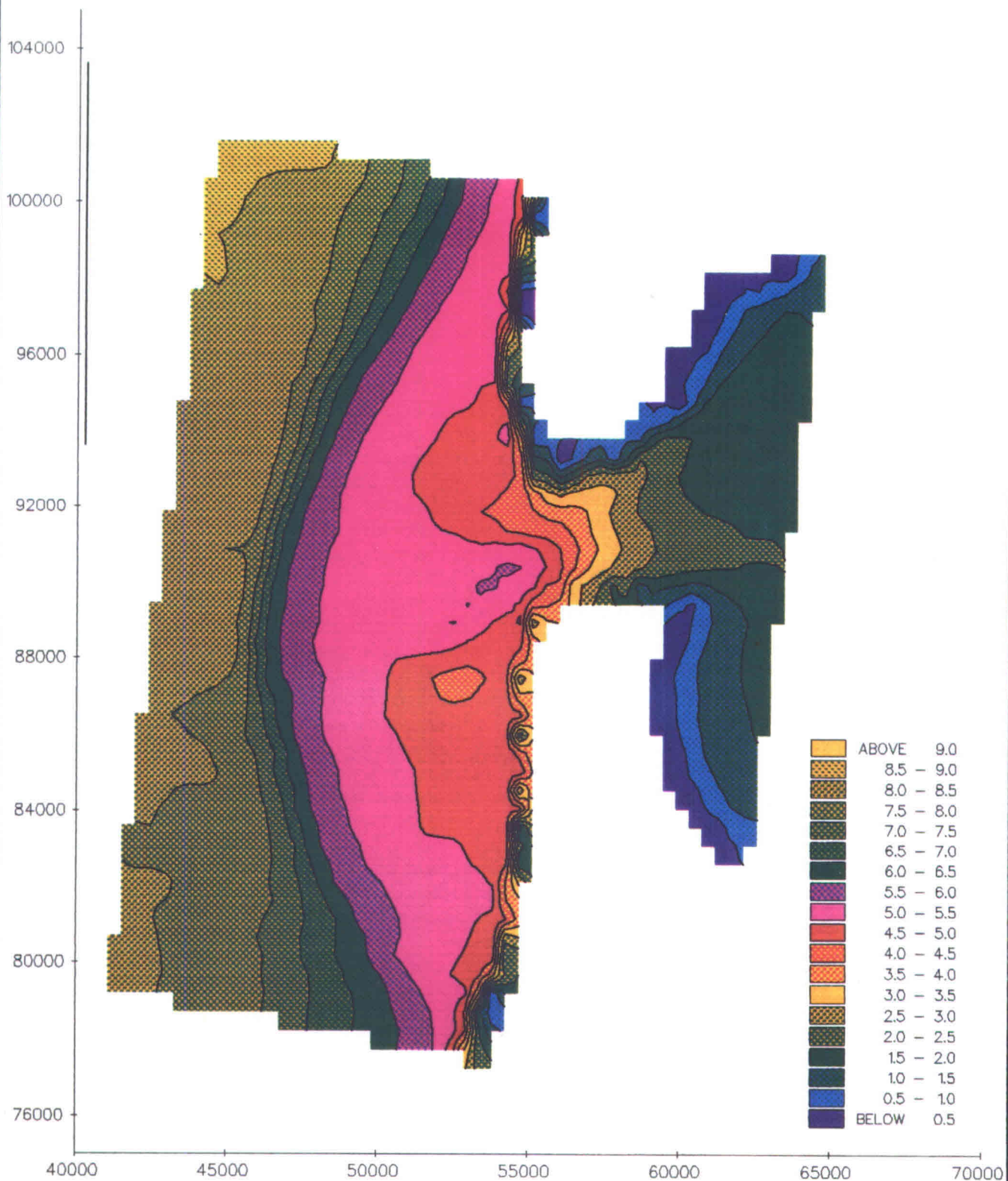
----- Berekening nummer 10  
-.-.-.- Berekening nummer 12

# Breewijd Tm01



— sss  
..... Berekening nummer 8

----- Berekening nummer 10  
-.-.-.- Berekening nummer 12



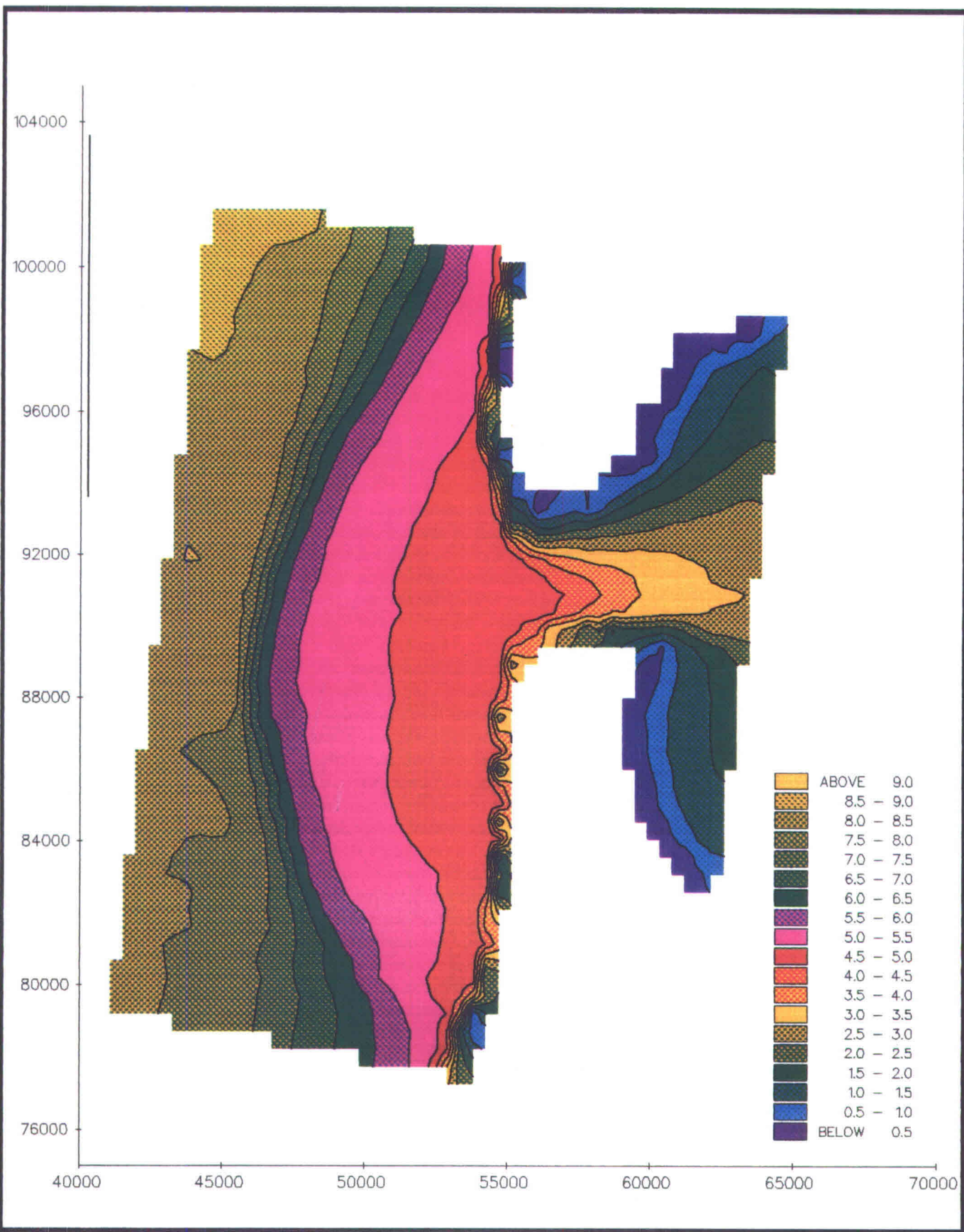
**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening nummer 9

golffhoogte 14-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA** fig.



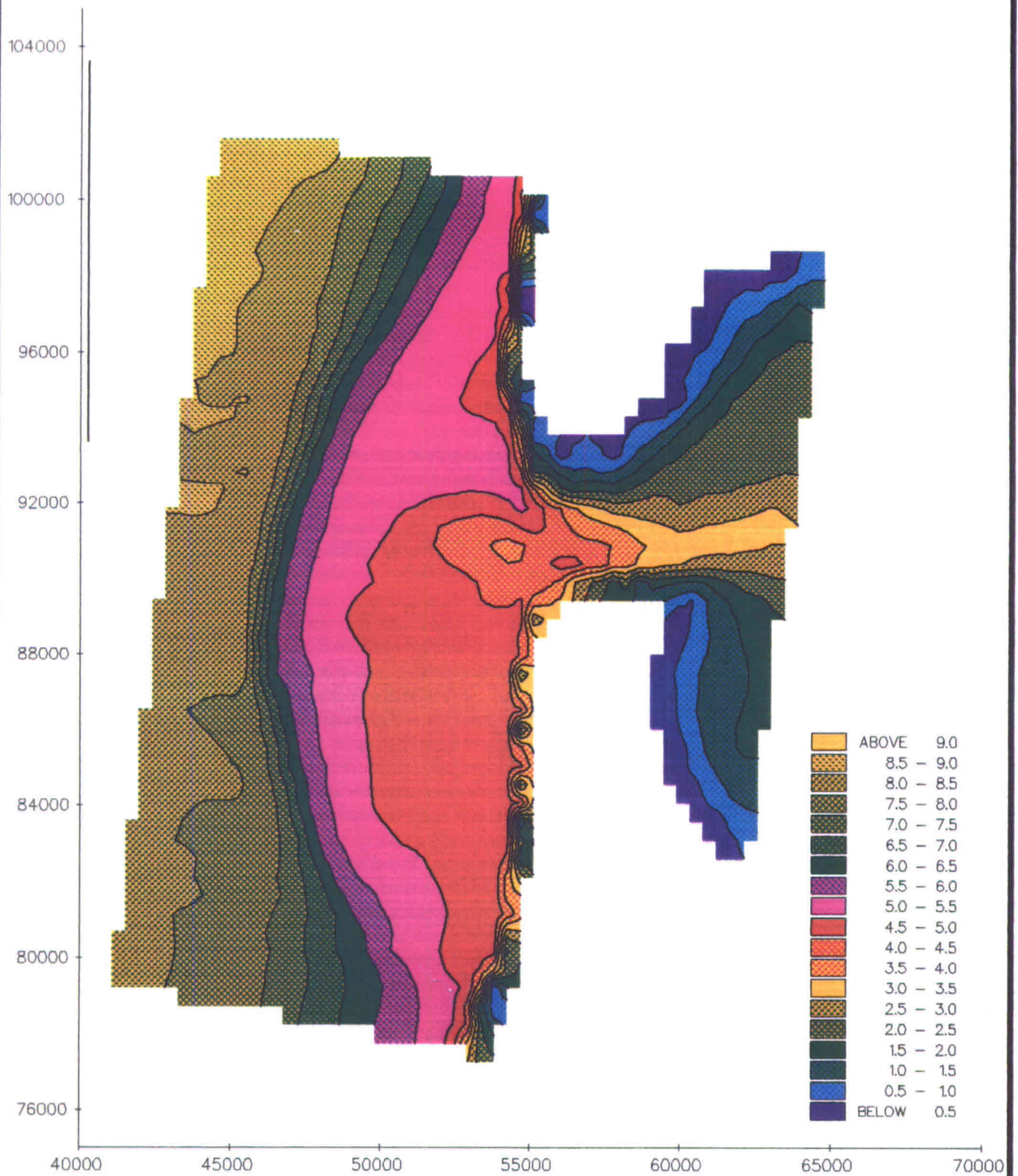
**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFFELD  
 Berekening nummer 11

golfhoogte 16-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA fig.



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 13

golfhoogte 16-09-92

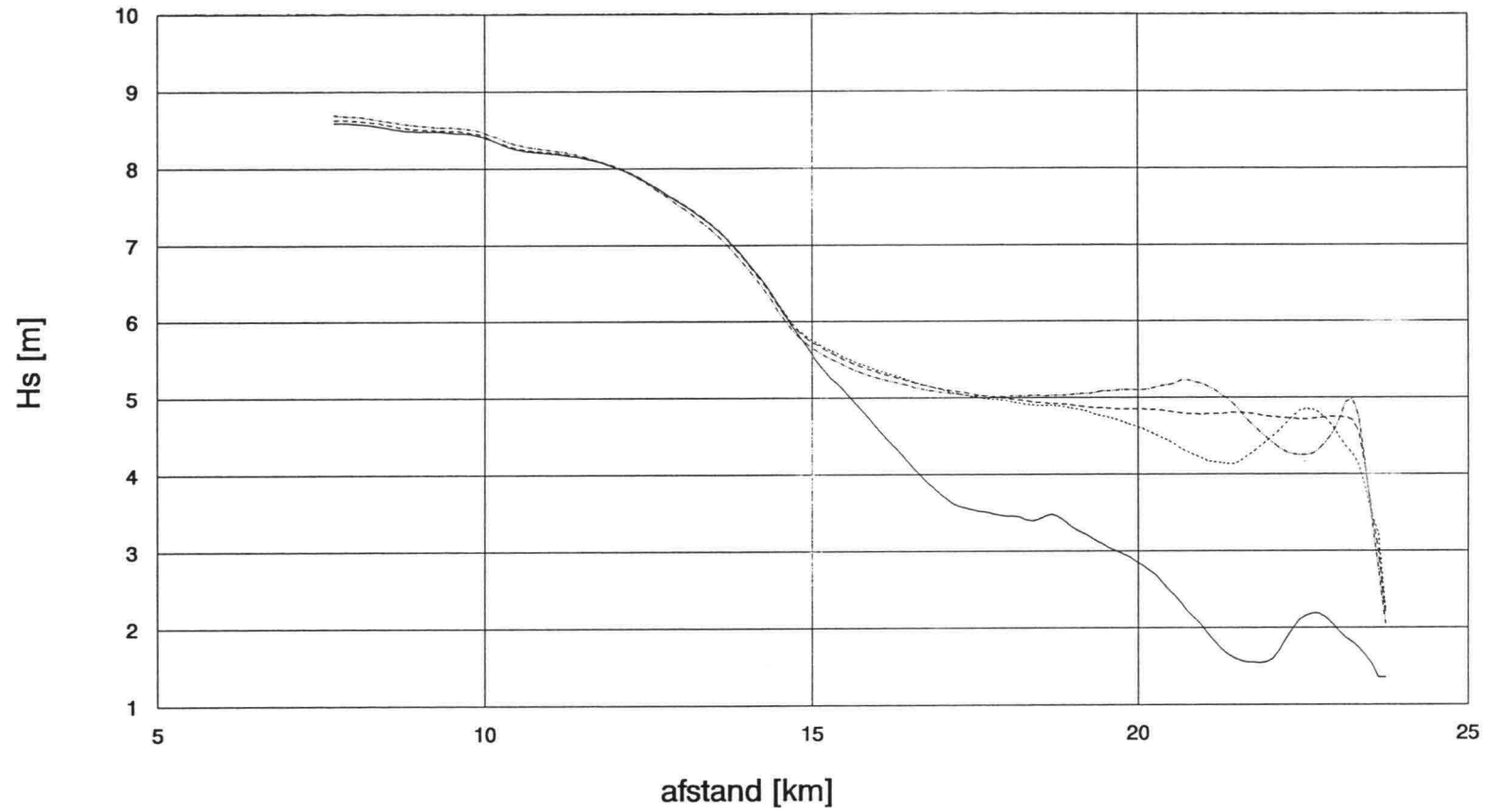
**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

fig.

# Molengat Hs

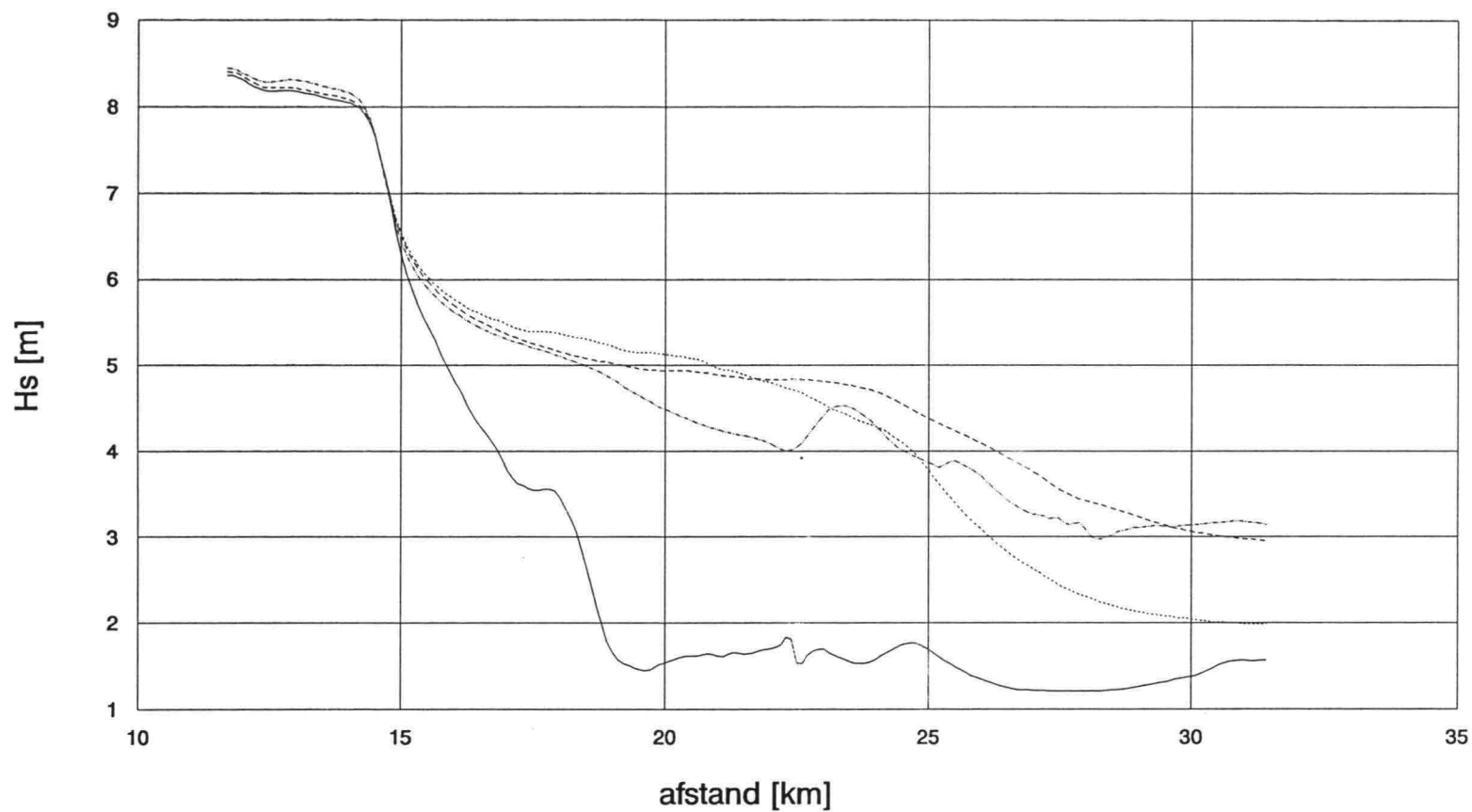


— wr3  
..... Berekening nummer 9

----- Berekening nummer 11  
-.-.-.- Berekening nummer 13

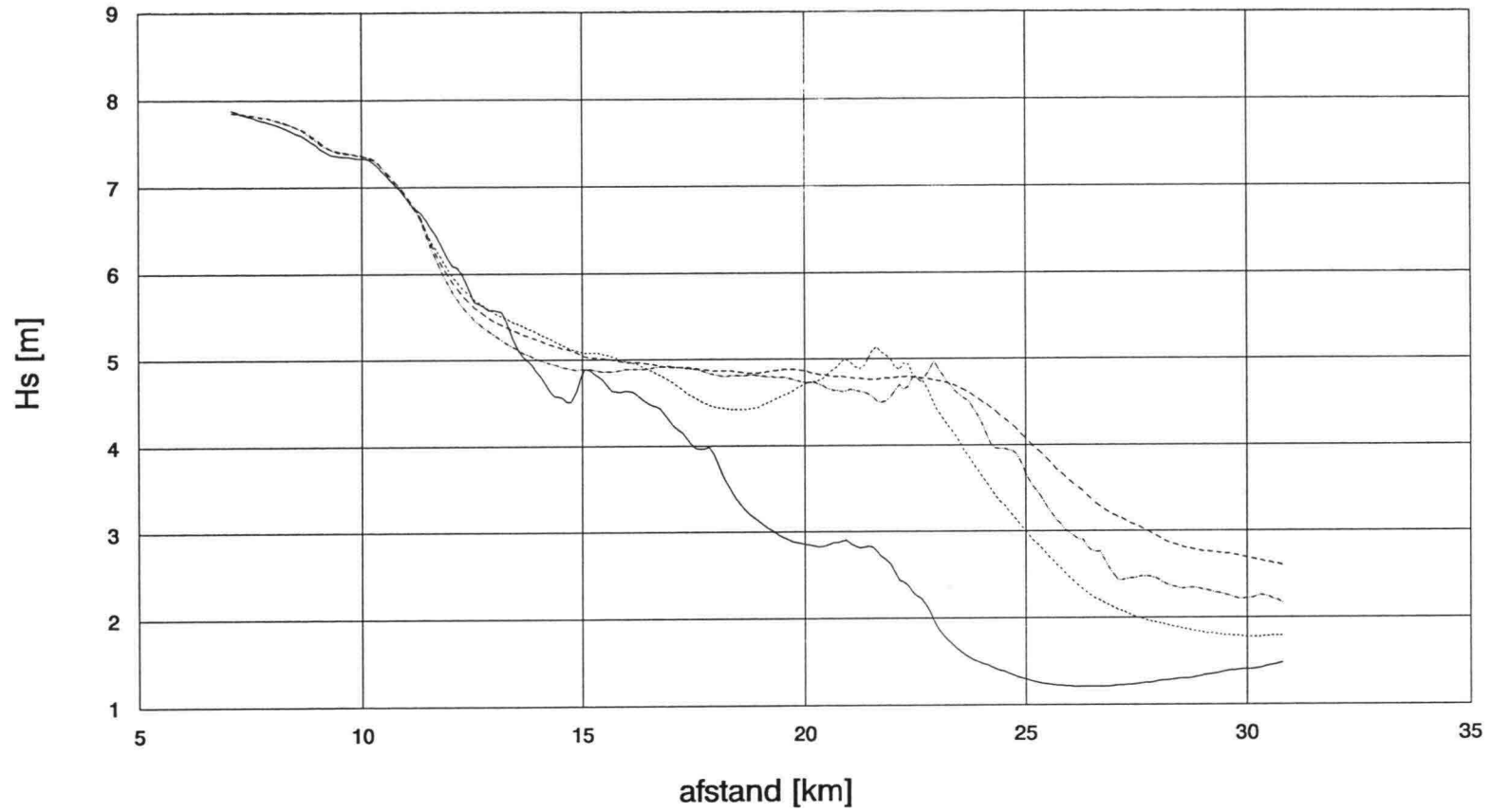


# Marsdiep Hs



— wr3  
..... Berekening nummer 9  
----- Berekening nummer 11  
-.-.-.- Berekening nummer 13

# Breewijd Hs



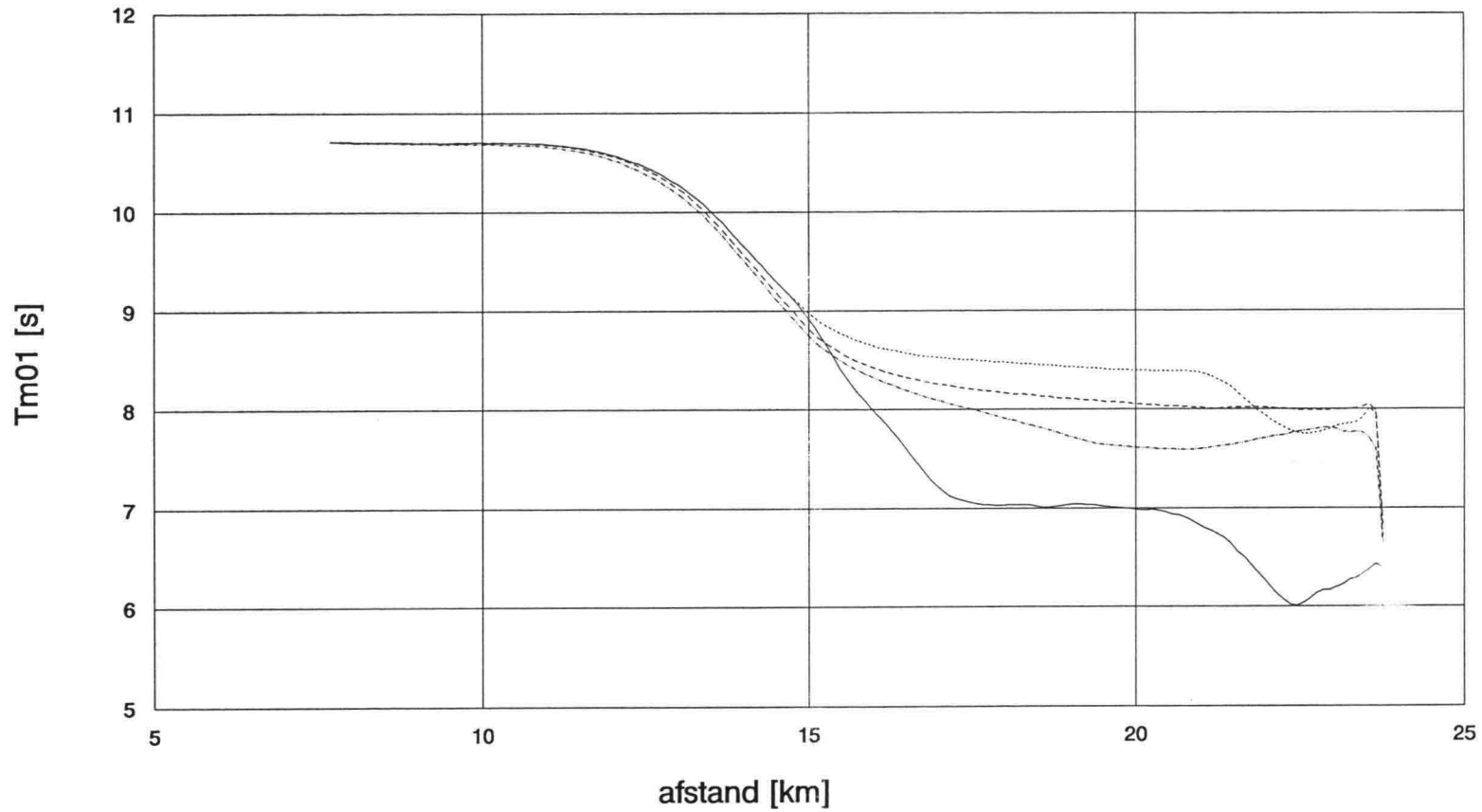
— wr3

..... Berekening nummer 9

----- Berekening nummer 11

- . - . Berekening nummer 13

# Molengat Tm01



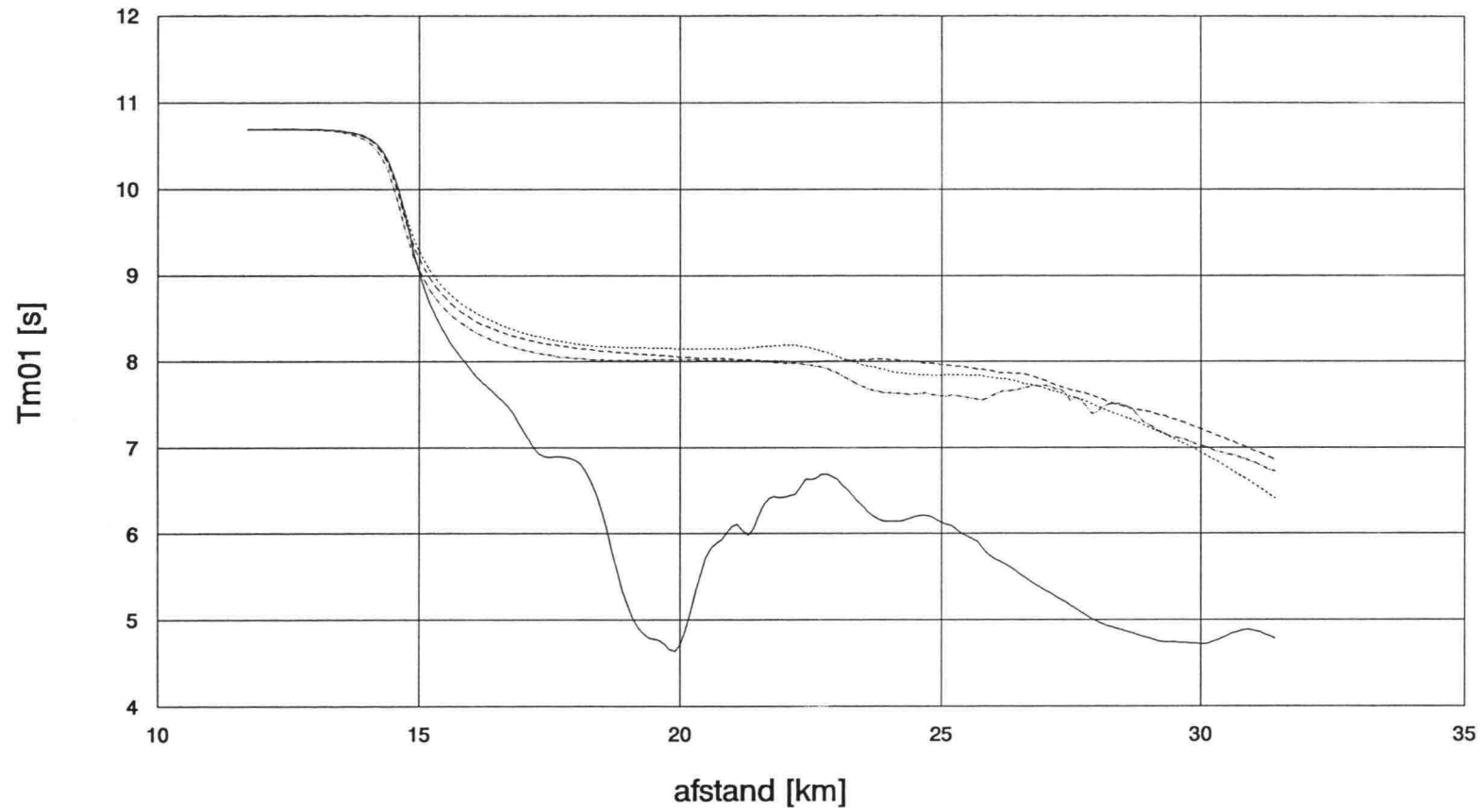
— wr3

..... Berekening nummer 9

----- Berekening nummer 11

----- Berekening nummer 13

# Marsdiep Tm01



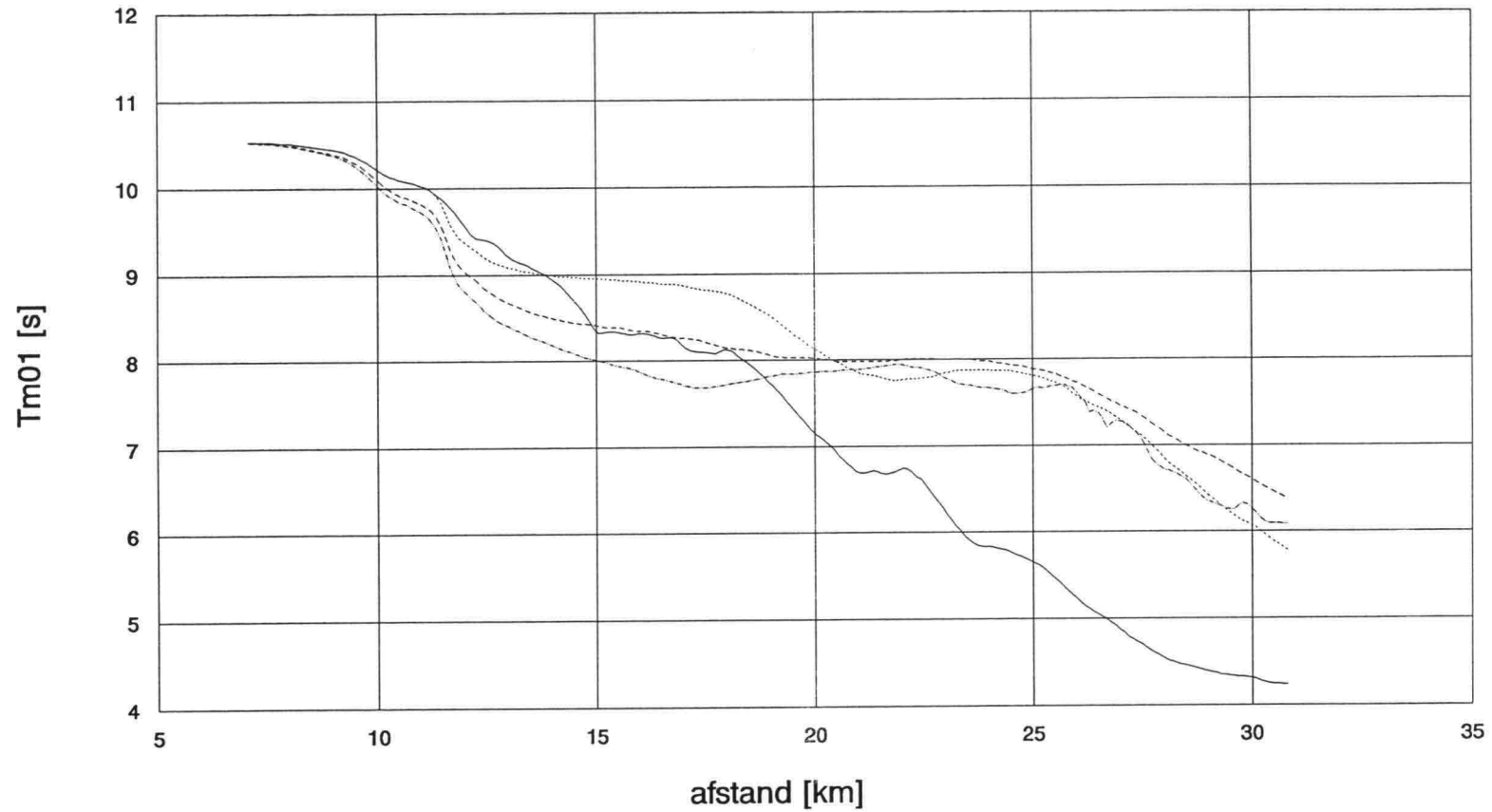
— wr3

..... Berekening nummer 9

----- Berekening nummer 11

- . - . Berekening nummer 13

# Breewijd Tm01



— wr3

..... Berekening nummer 9

----- Berekening nummer 11

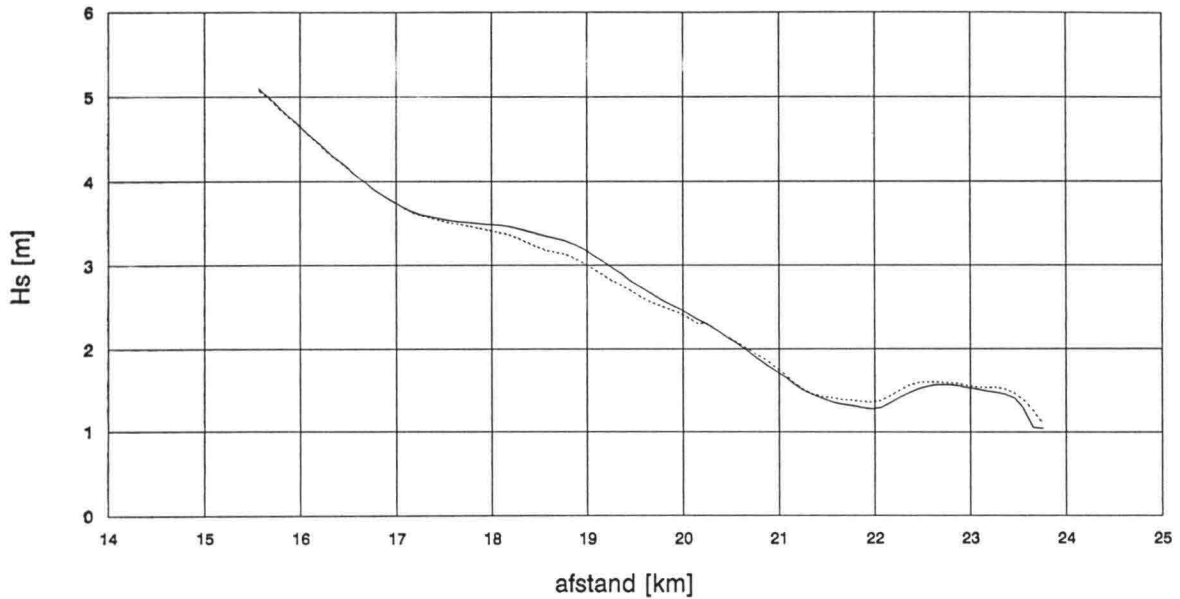
-.-.-.- Berekening nummer 13

# Bijlage 6:

Berekeningen B rekenstappen

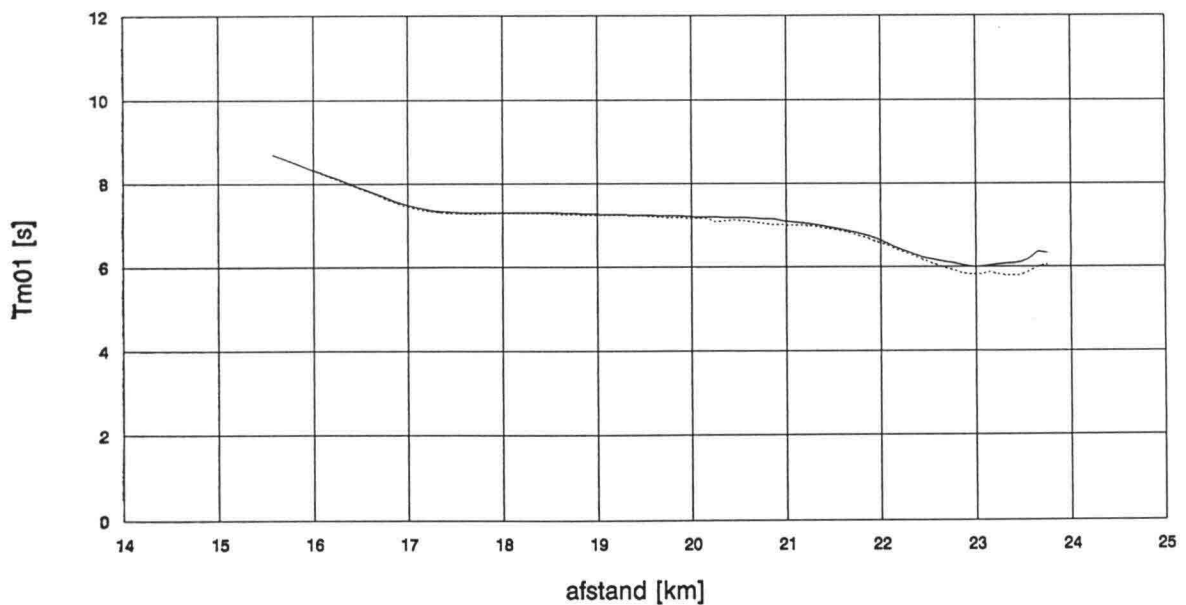


# Molengat Hs



.....  $MXC=1300, MYC=400, MDC=18$  (Berekening nr. 14)  
——  $MXC=975, MYC=336, MDC=18$  (SSS)

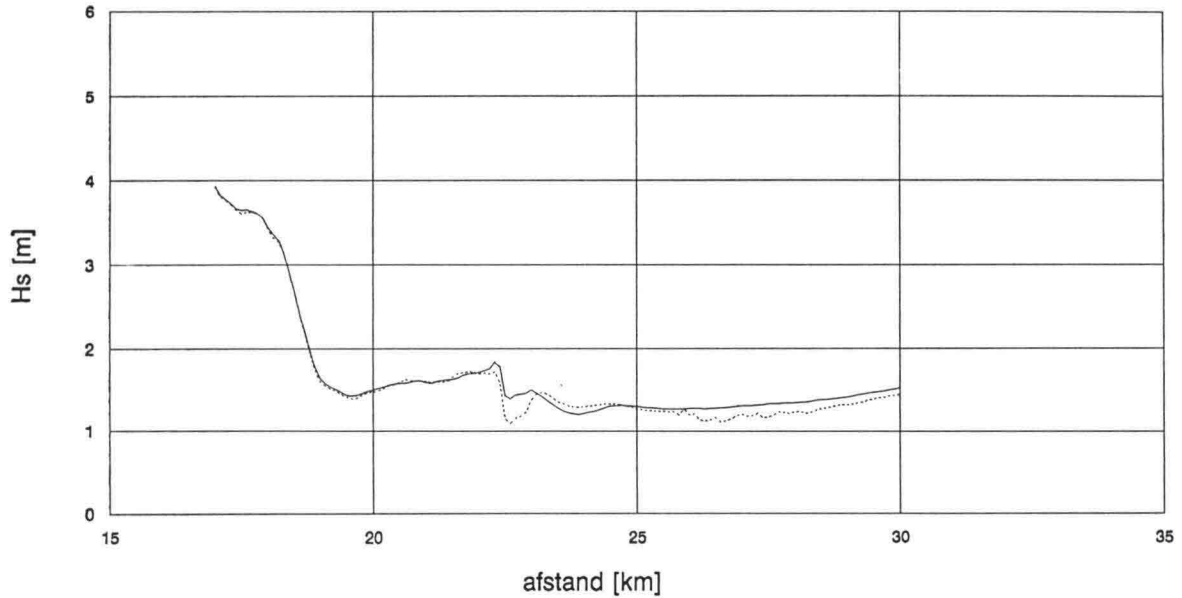
# Molengat Tm01



.....  $MXC=1300, MYC=400, MDC=18$  (Berekening nr. 14)  
——  $MXC=975, MYC=336, MDC=18$  (SSS)



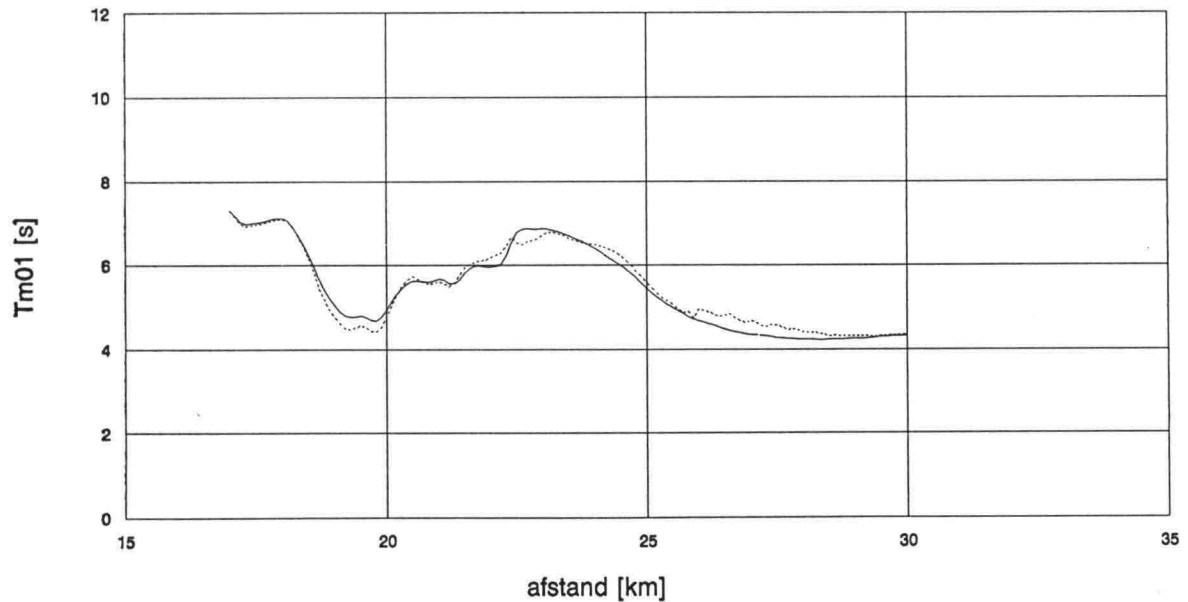
# Marsdiep Hs



..... MXC=1300, MYC=400, MDC=18 (Berekening nr. 14)

—— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

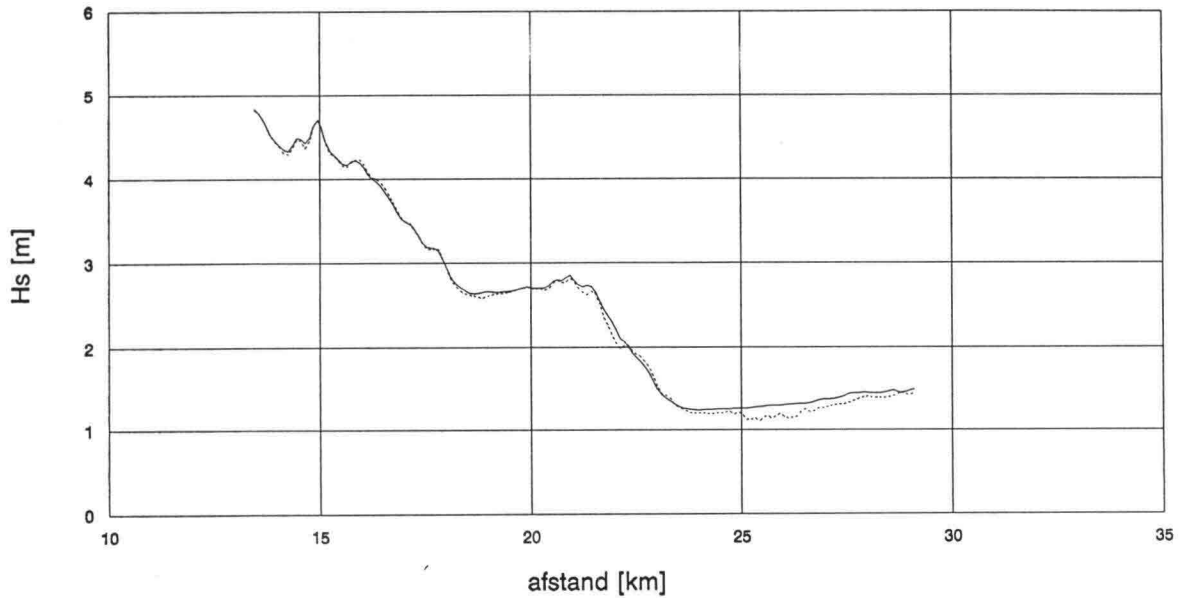
# Marsdiep Tm01



..... MXC=1300, MYC=400, MDC=18 (Berekening nr.14)

—— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

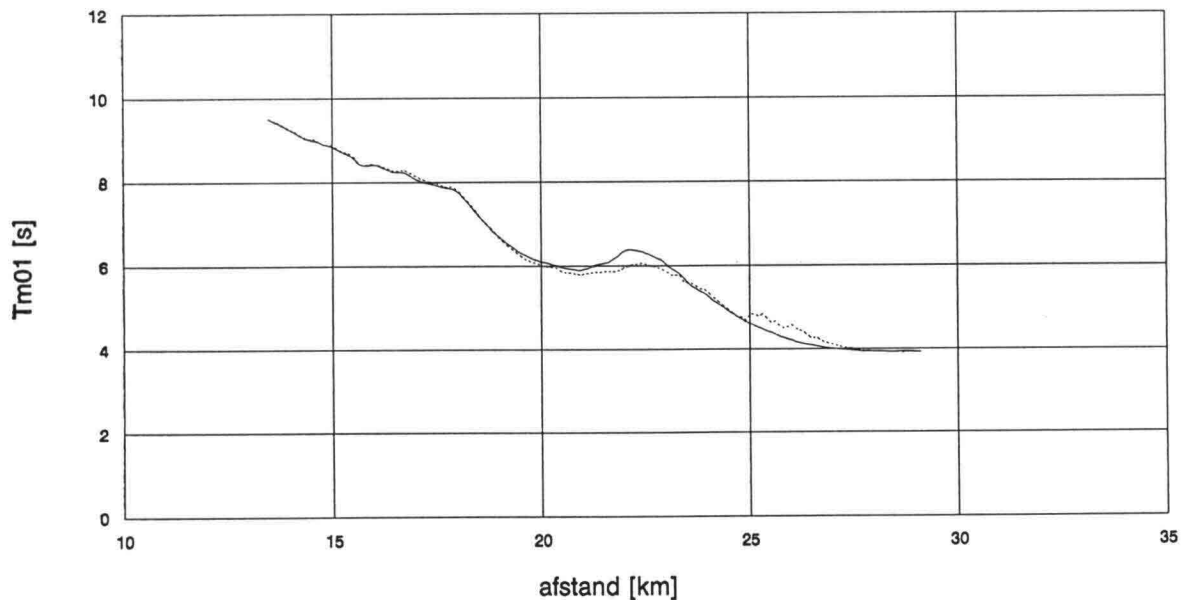
# Breewijd Hs



.....  $MXC=1300$ ,  $MYC=400$ ,  $MDC=18$  (Berekening nr. 14)

—  $MXC=975$ ,  $MYC=336$ ,  $MDC=18$  (SSS)

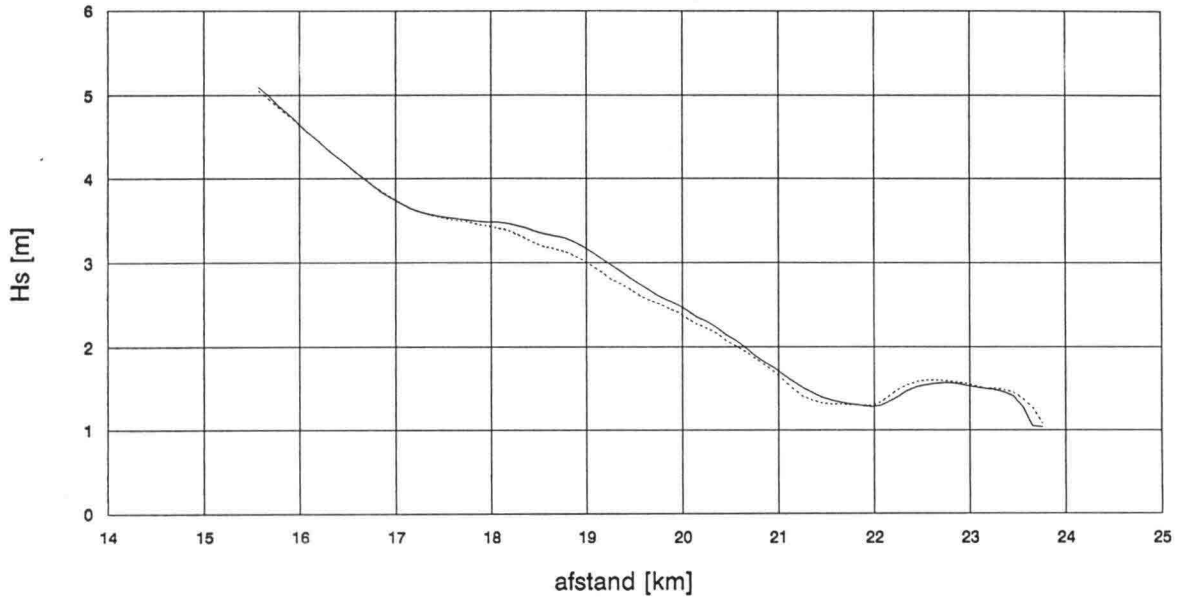
# Breewijd Tm01



.....  $MXC=1300$ ,  $MYC=400$ ,  $MDC=18$  (Berekening nr. 14)

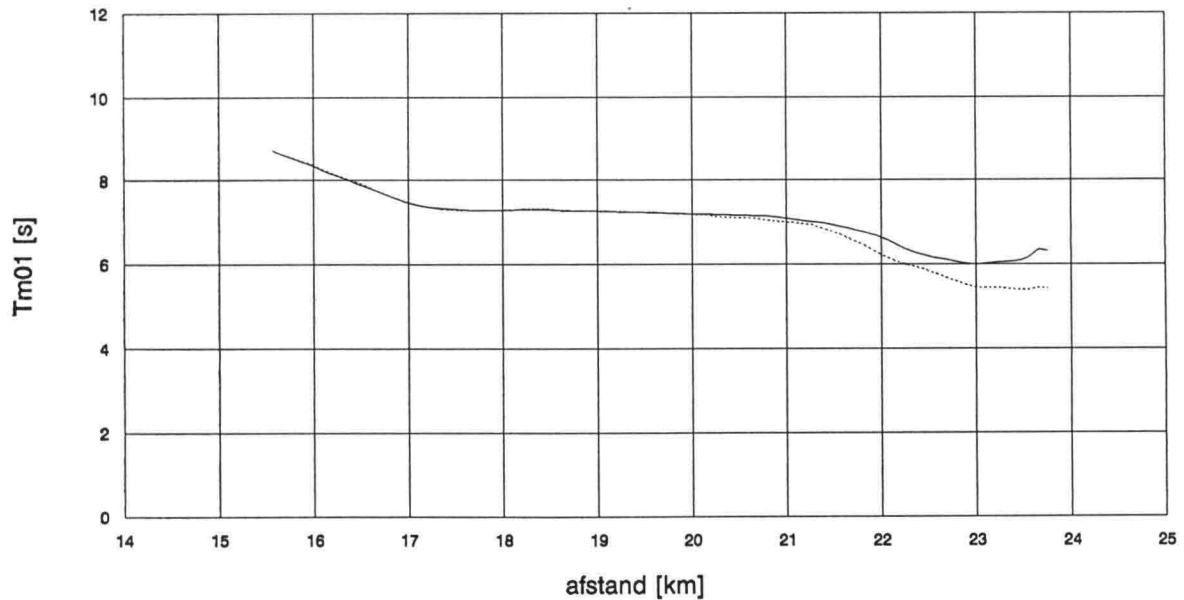
—  $MXC=975$ ,  $MYC=336$ ,  $MDC=18$  (SSS)

# Molengat Hs



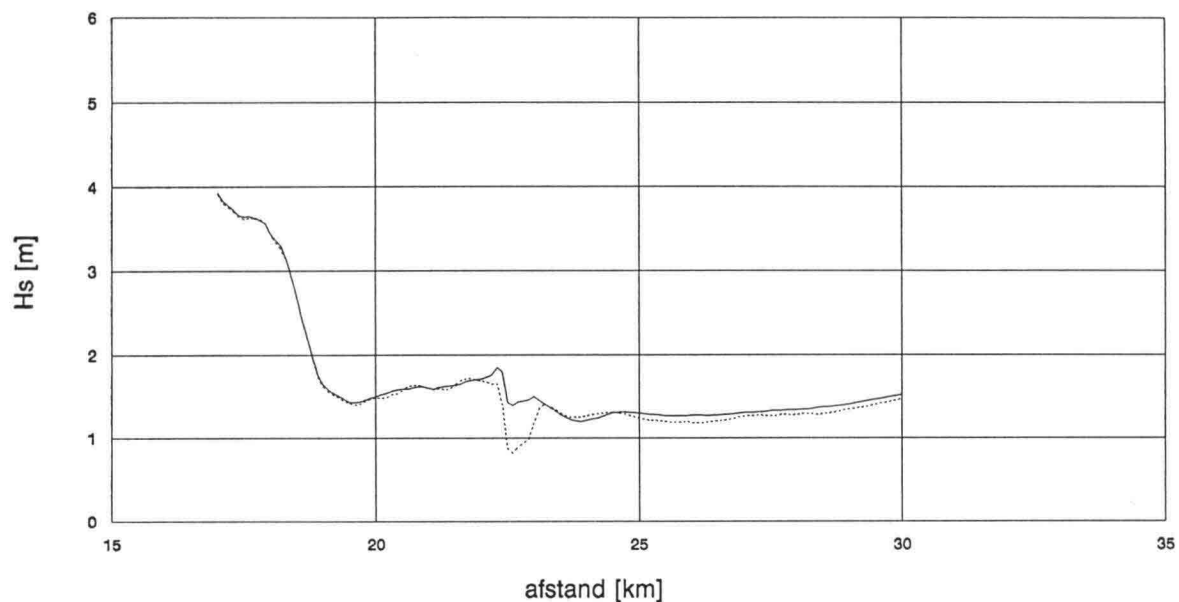
..... MXC=1000, MYC=300, MDC=45 (Berekening nr. 15)  
—— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

# Molengat Tm01



..... MXC=1000, MYC=300, MDC=45 (Berekening nr. 15)  
—— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

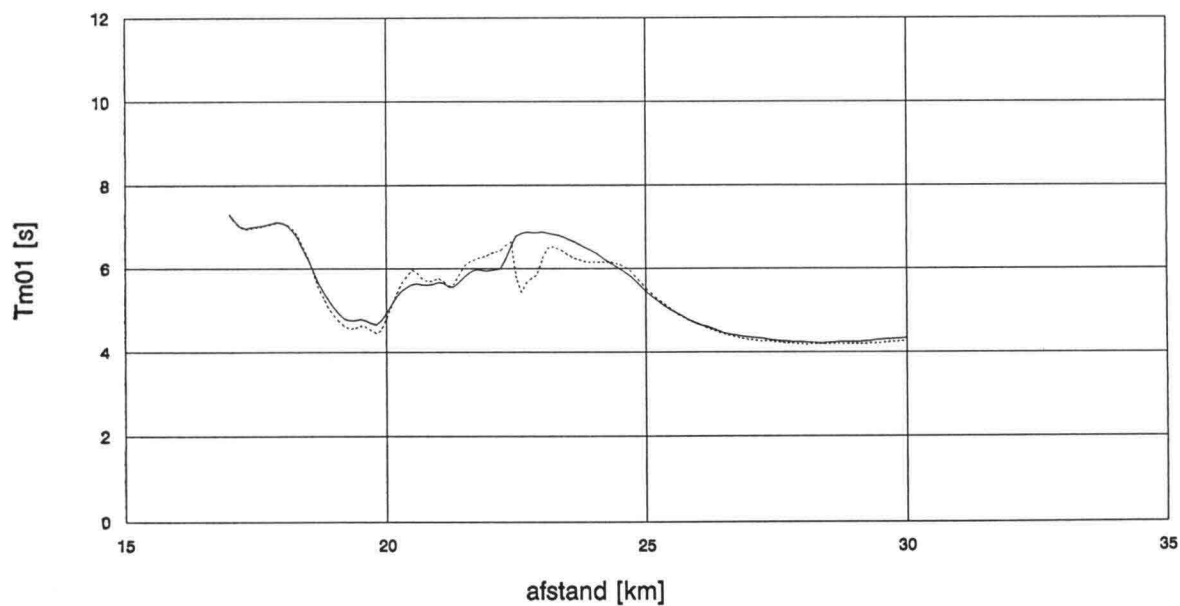
# Marsdiep Hs



..... MXC=1000, MYC=300, MDC=45 (Berekening nr. 15)

— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

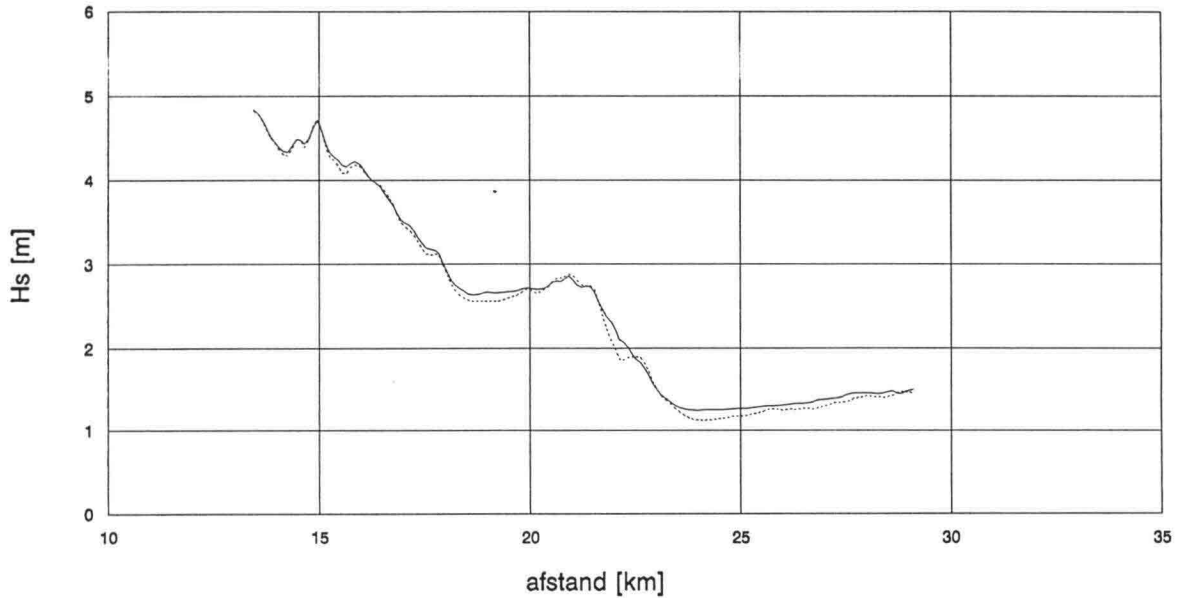
# Marsdiep Tm01



..... MXC=1000, MYC=300, MDC=45 (Berekening nr. 15)

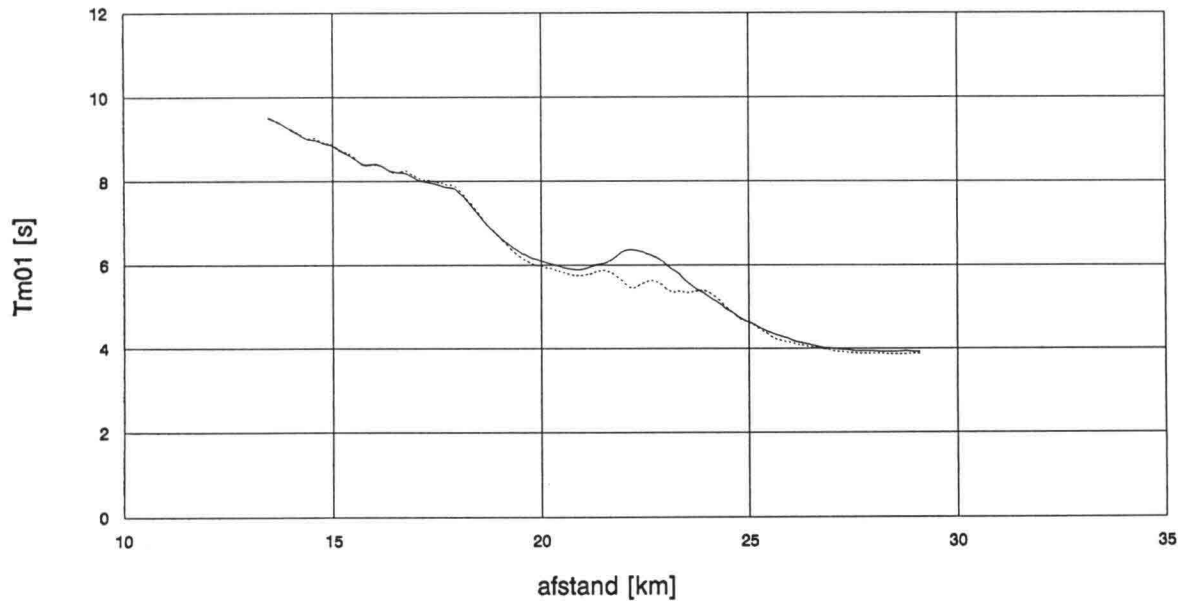
— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

# Breewijd Hs



..... MXC=1000, MYC=300, MDC=45 (Berekening nr. 15)  
—— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

# Breewijd Tm01

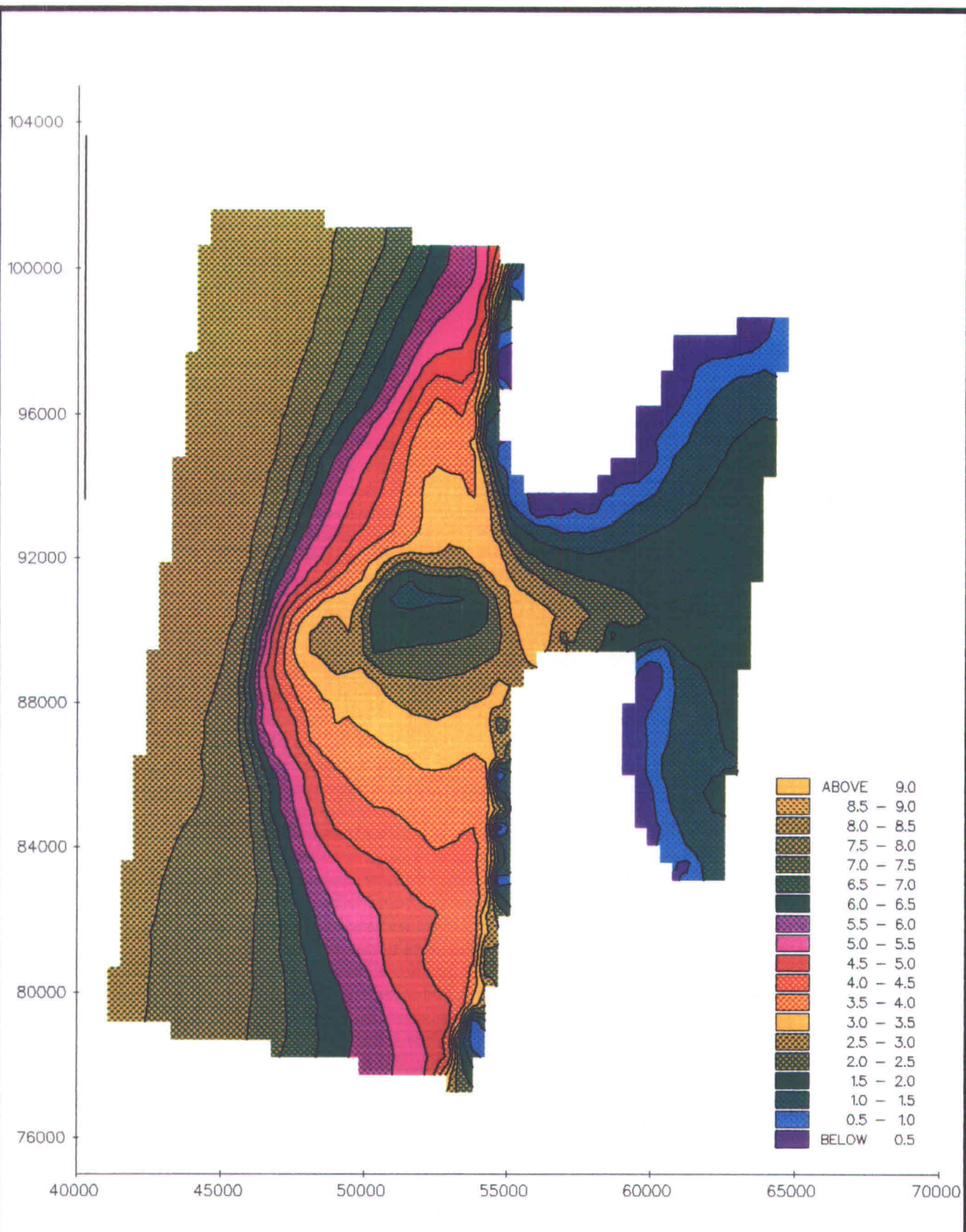


..... MXC=1000, MYC=300, MDC=45 (Berekening nr. 15)  
—— MXC=975, MYC=336, MDC=18 (SSS)

# Bijlage 7:

Berekeningen C refractie





**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening nummer 16

golfhoogte 18-09-92

**HISWA - uitvoer**

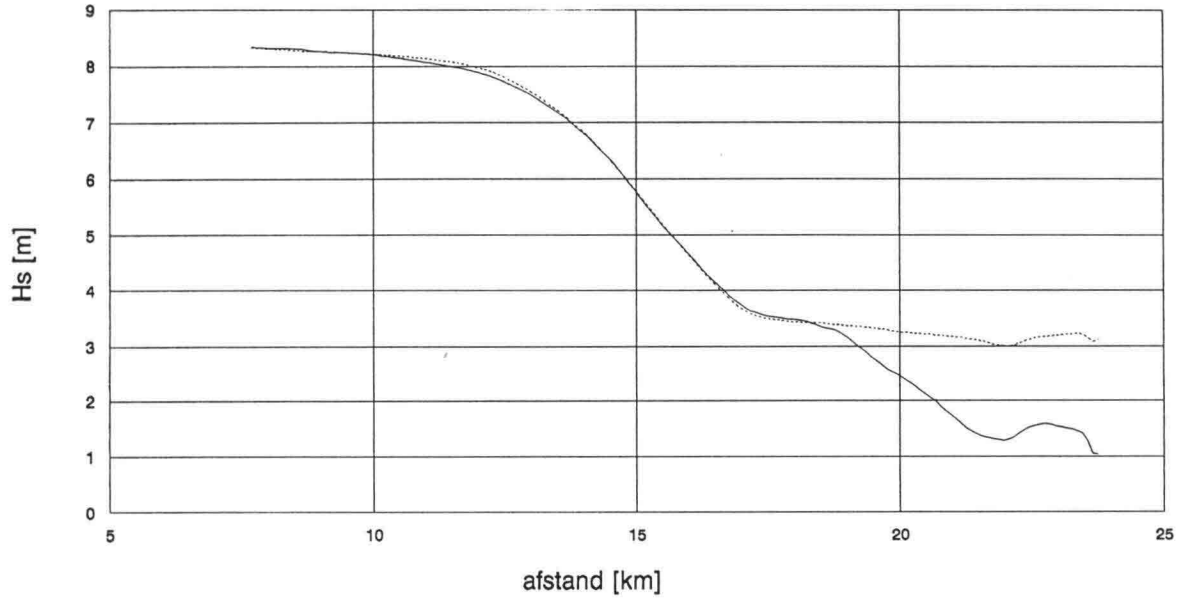
**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

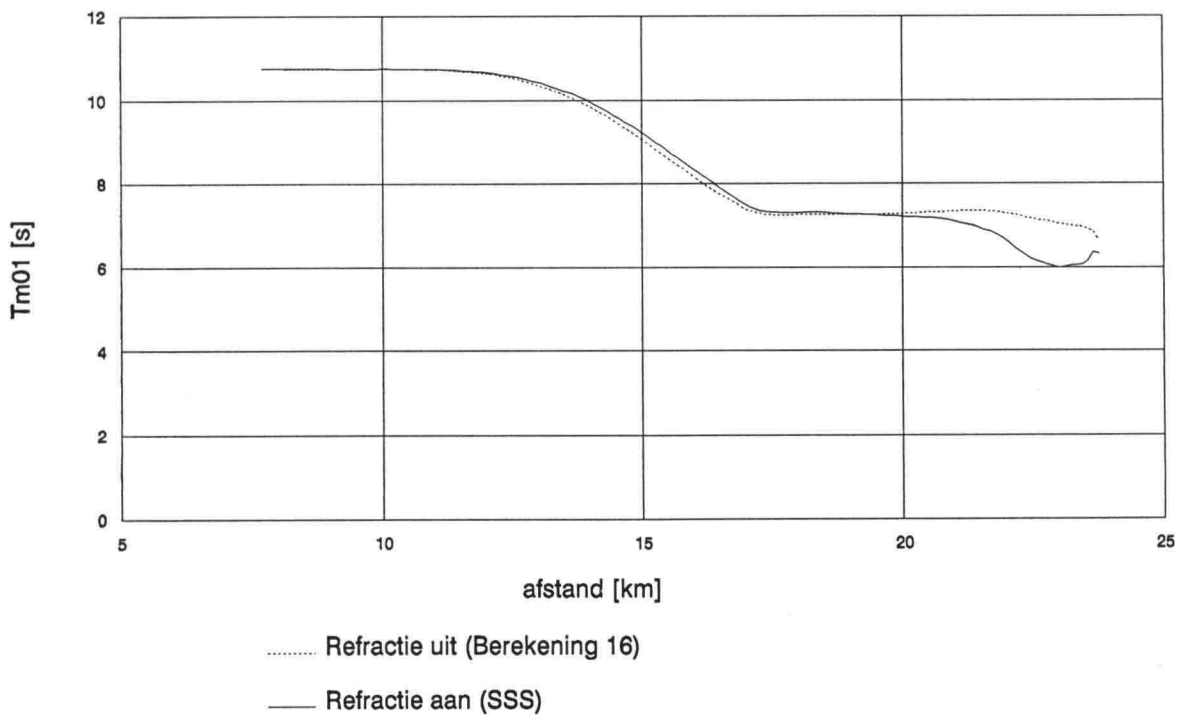
fig.



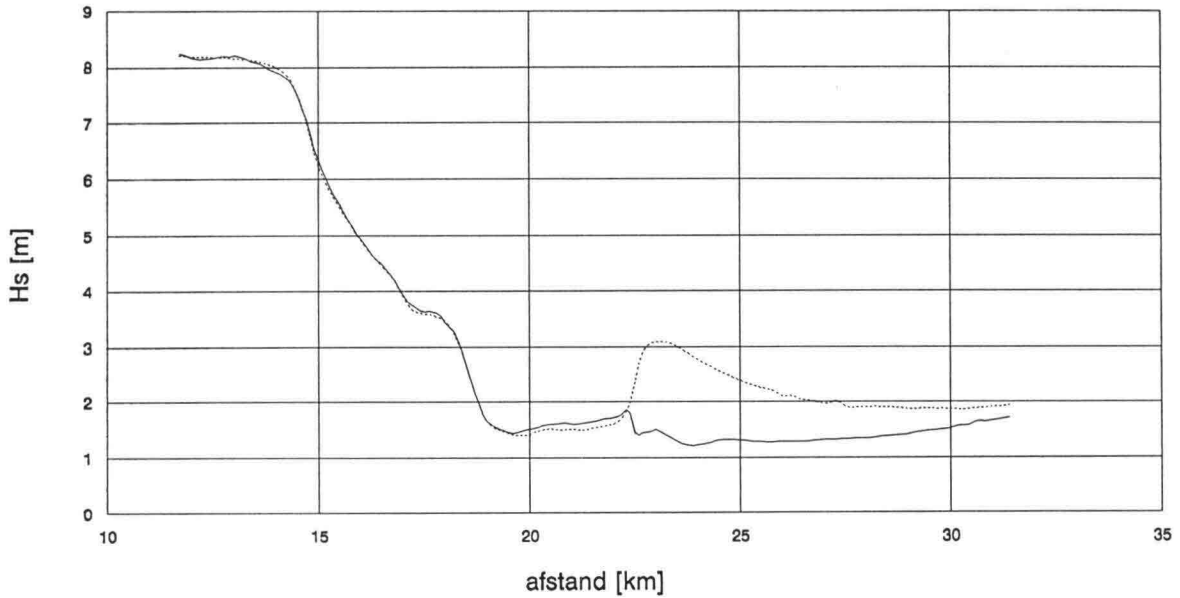
# Molengat Hs



# Molengat Tm01

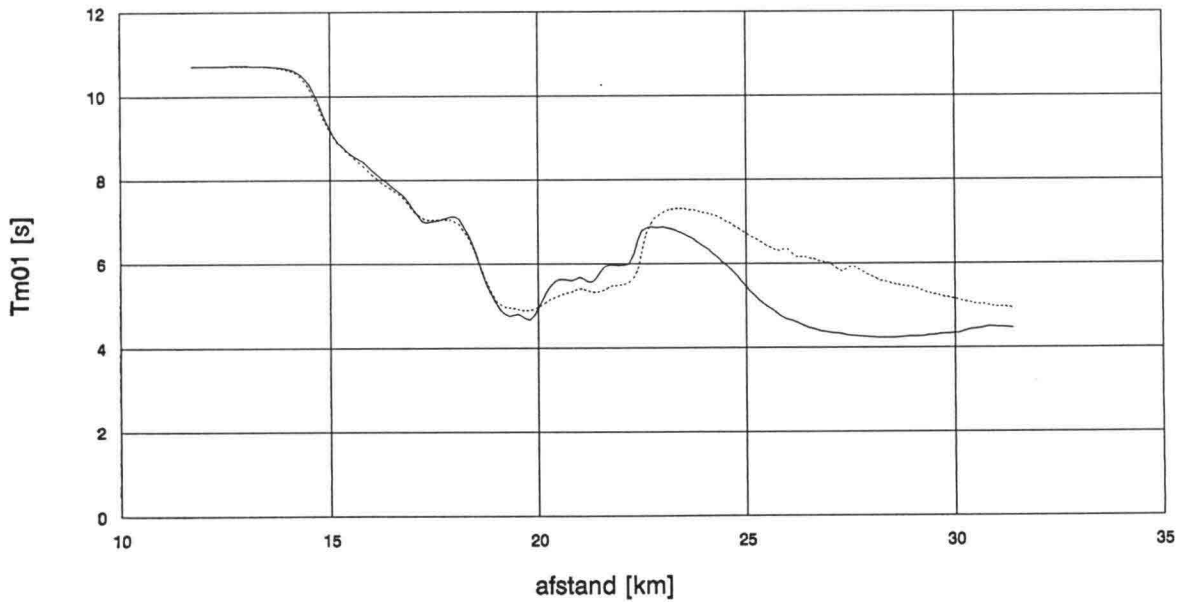


# Marsdiep Hs



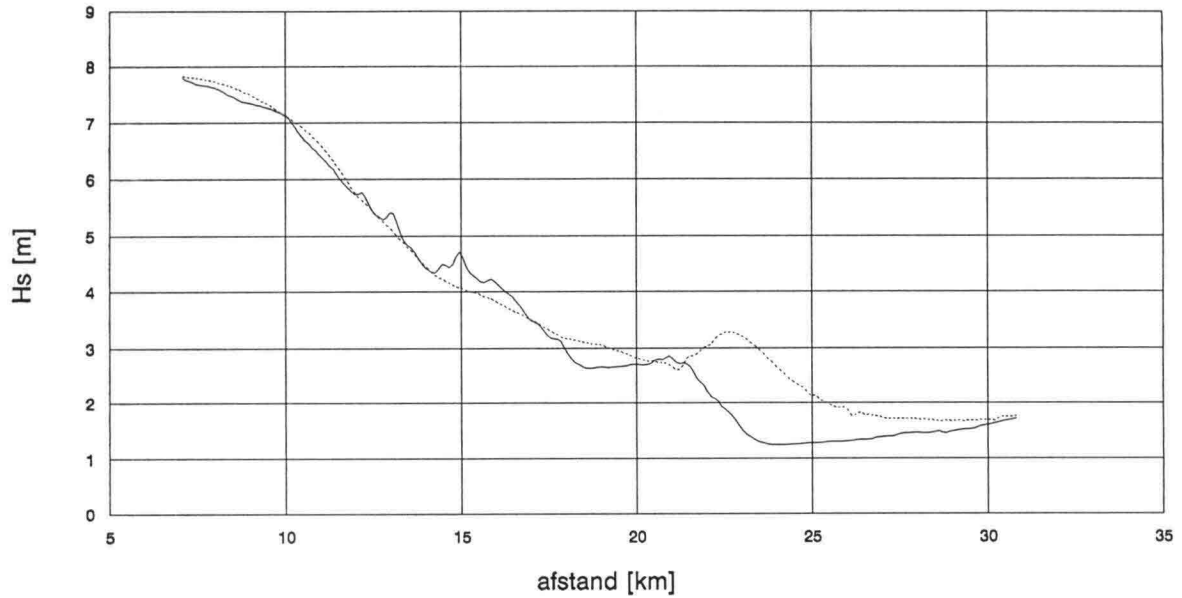
..... Refractie uit (Berekening nr. 16)  
— Refractie aan (SSS)

# Marsdiep Tm01



..... Refractie uit (Berekening nr. 16)  
— Refractie aan (SSS)

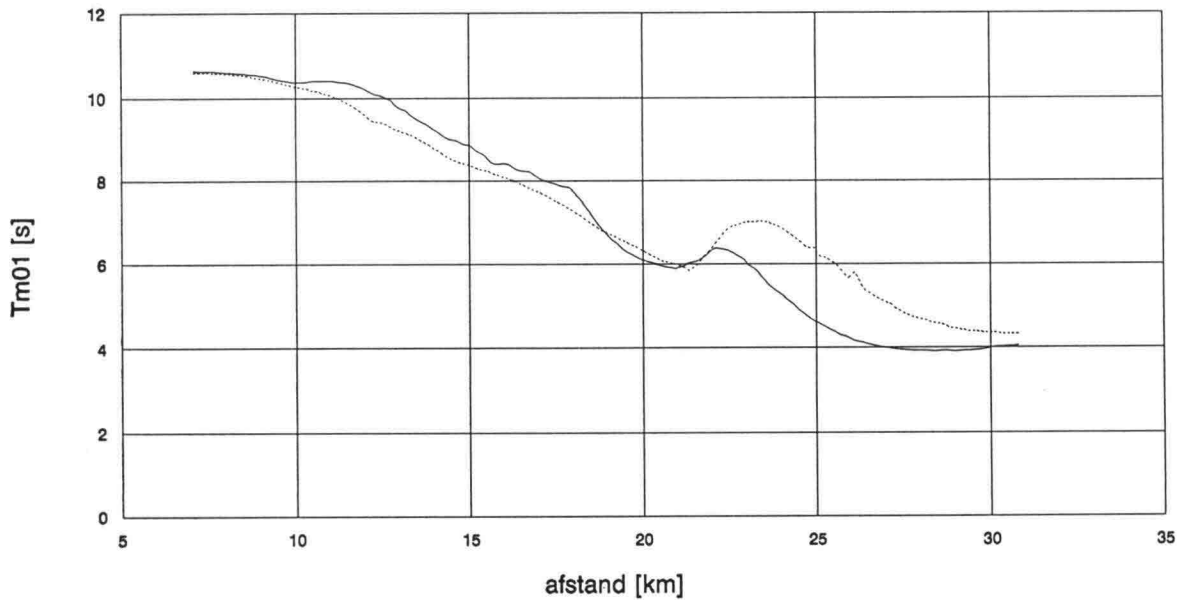
# Breewijd Hs



..... Refractie uit (Berekening nr. 16)

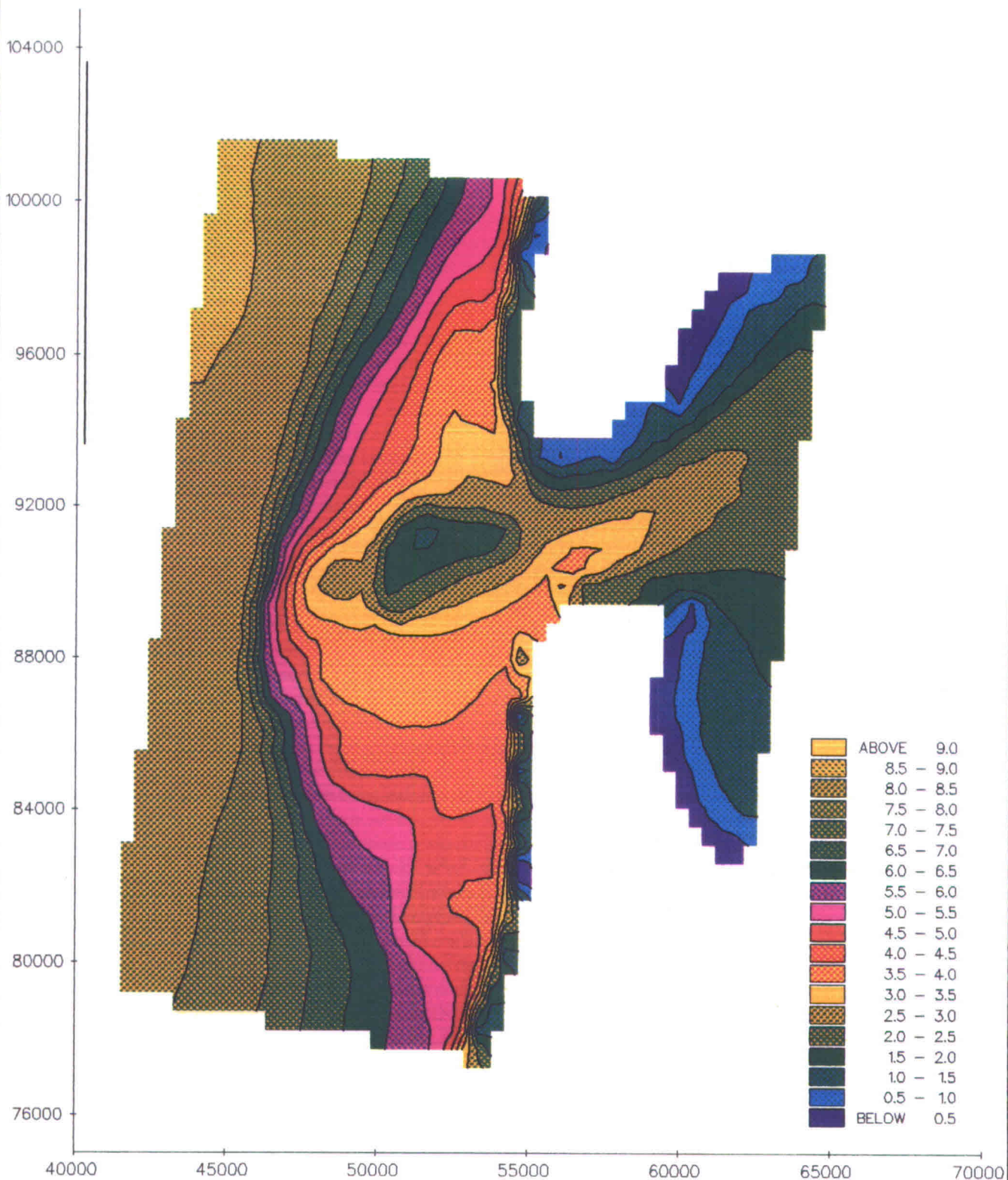
— Refractie aan (SSS)

# Breewijd Tm01



..... Refractie uit (Berekening nr. 16)

— Refractie aan (SSS)



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 17

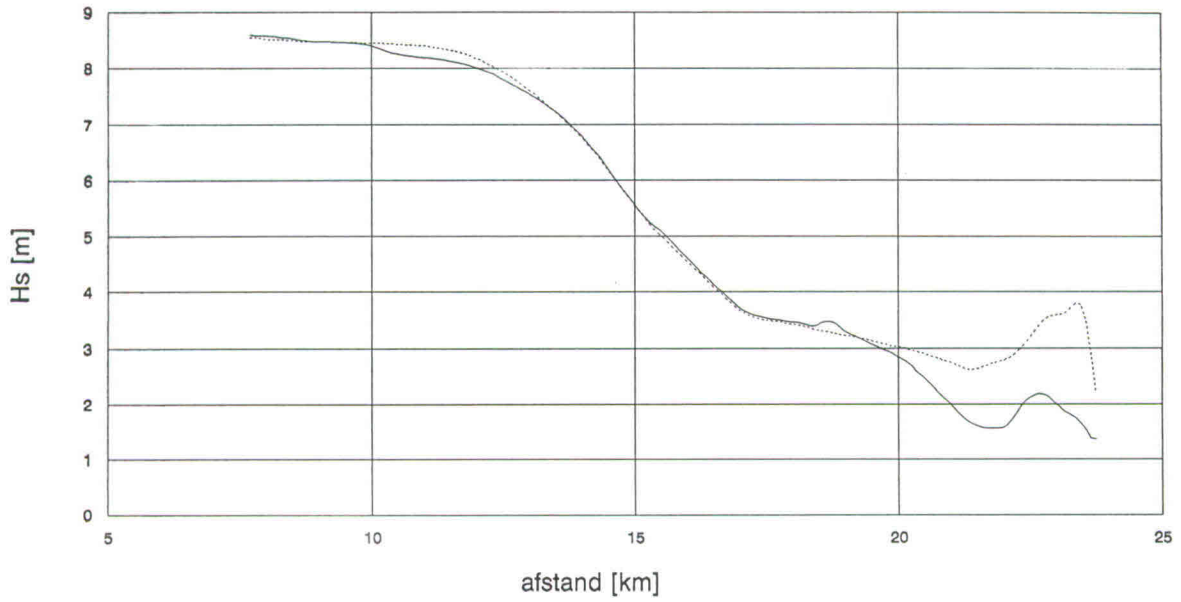
golfhoogte 21-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDEWATEREN**

**HYDRA** fig.

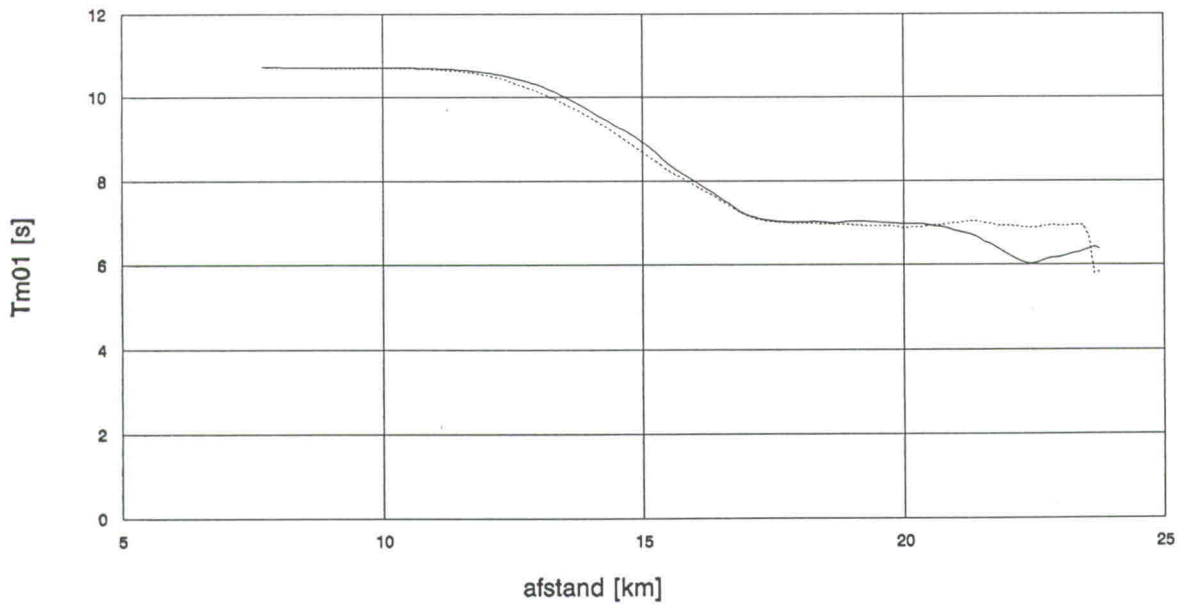
# Molengat Hs



..... Refractie uit (Berekening nr. 17)

— Refractie aan (WR3)

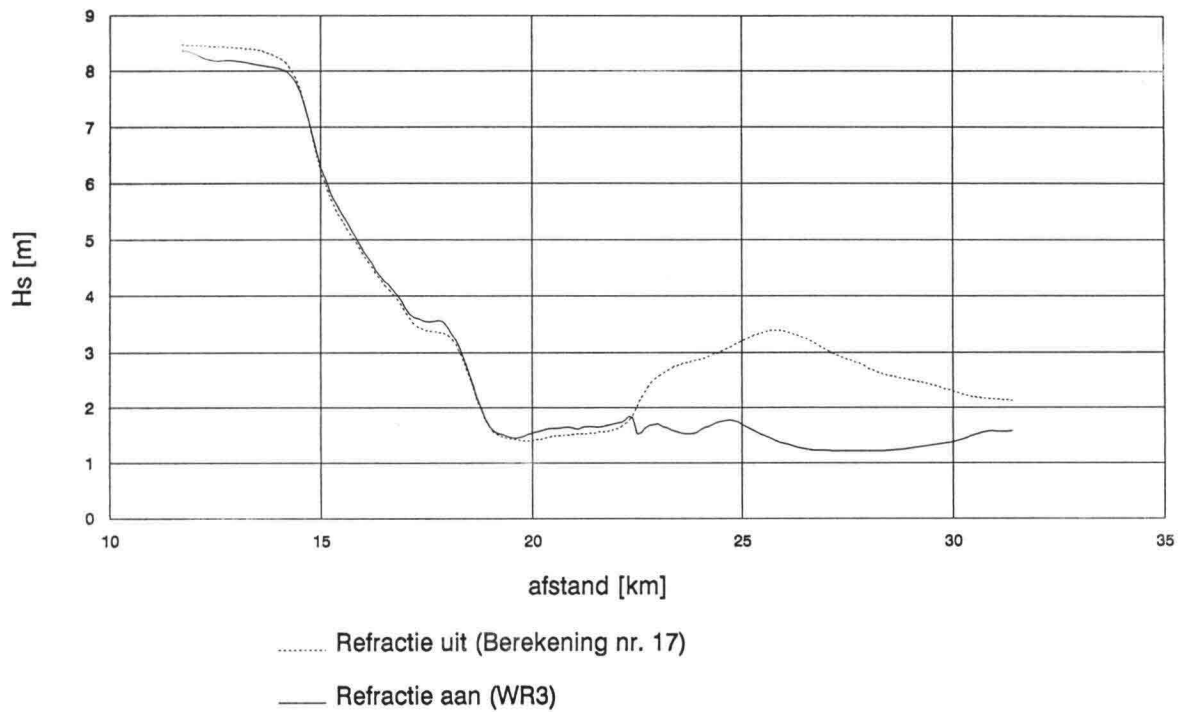
# Molengat Tm01



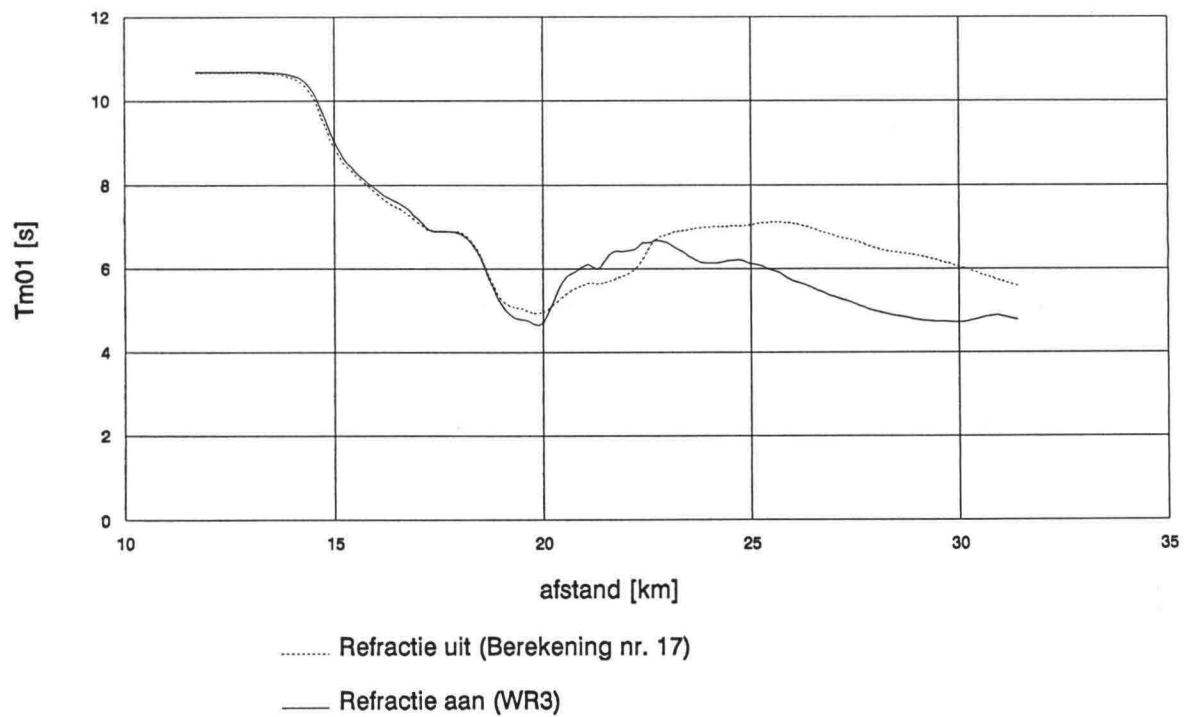
..... Refractie uit (Berekening nr. 17)

— Refractie aan (WR3)

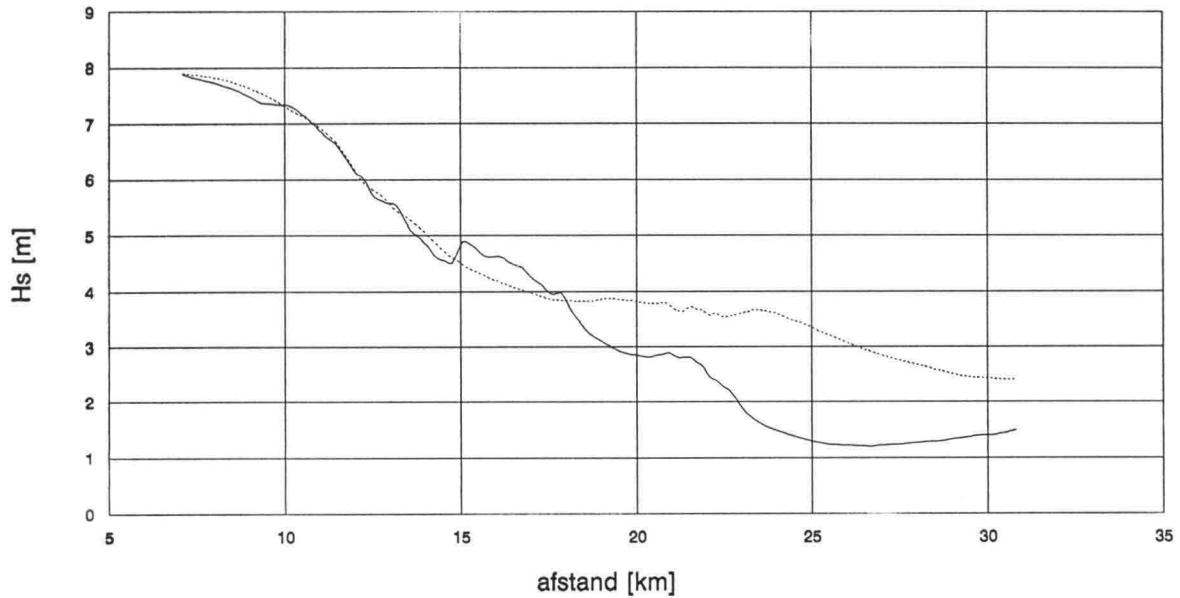
# Marsdiep Hs



# Marsdiep Tm01



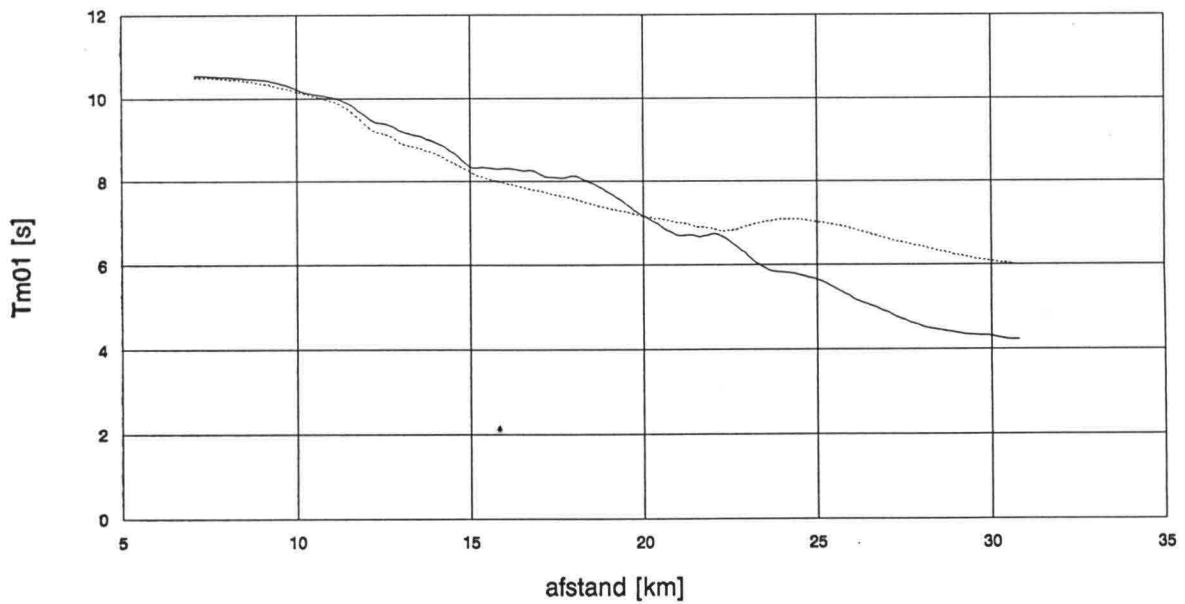
# Breewijd Hs



..... Refractie uit (Berekening nr. 17)

— Refractie aan (WR3)

# Breewijd Tm01

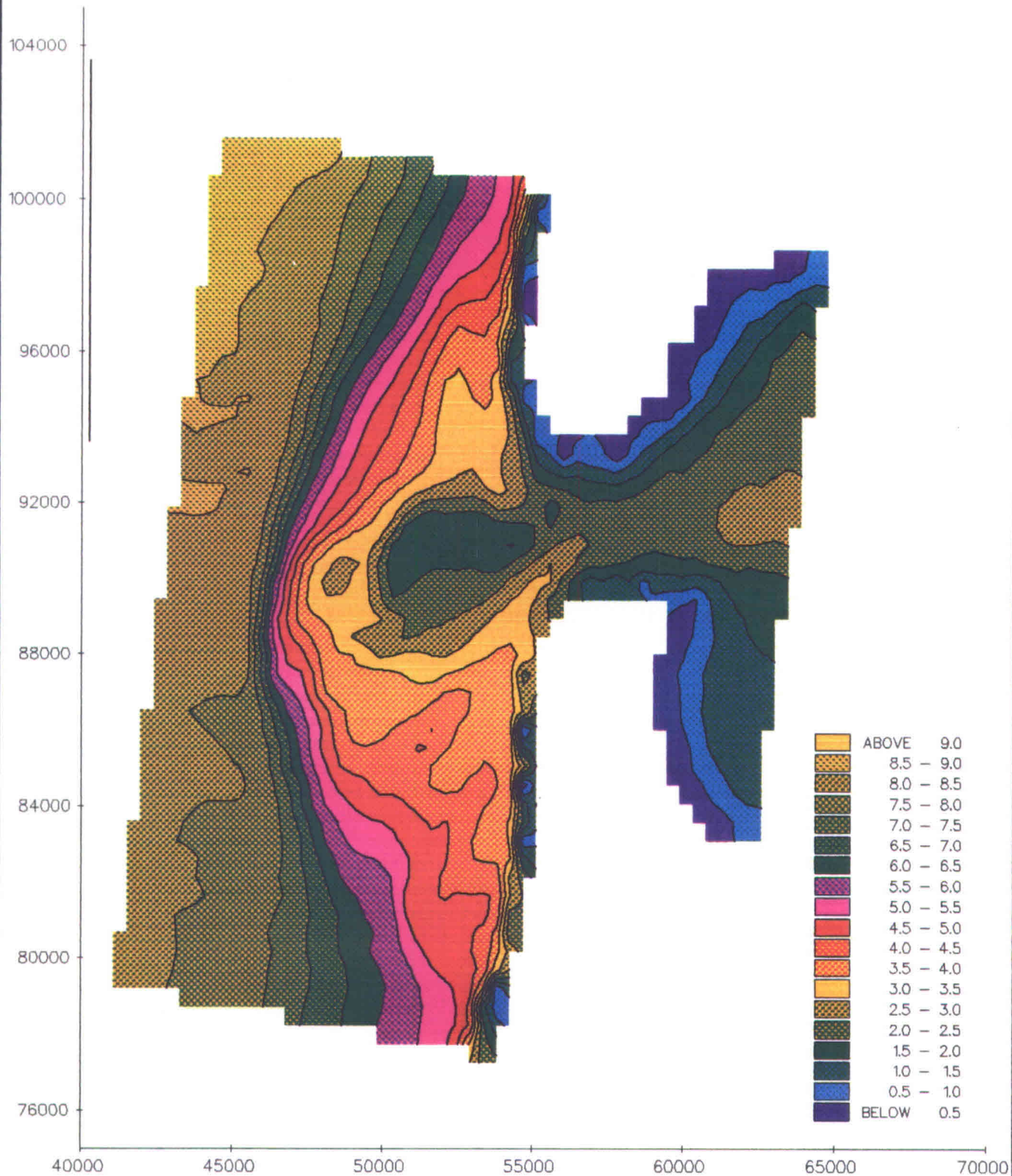


..... Refractie uit (Berekening nr. 17)

— Refractie aan (WR3)







**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFEELD  
 Berekening nummer 19

golfhoogte 21-09-92

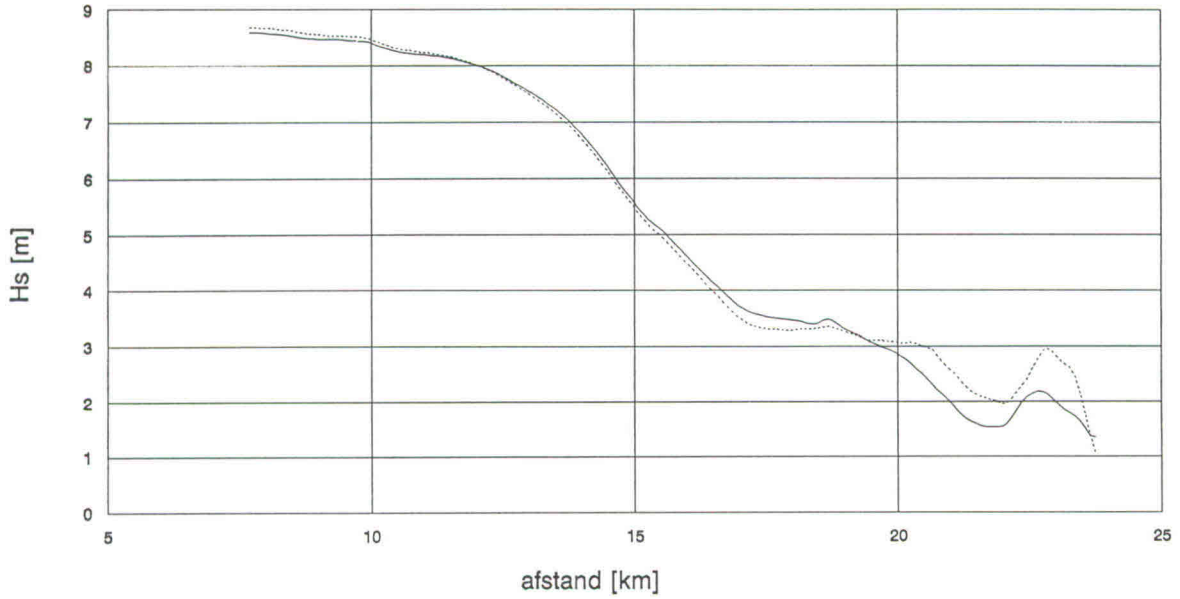
**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

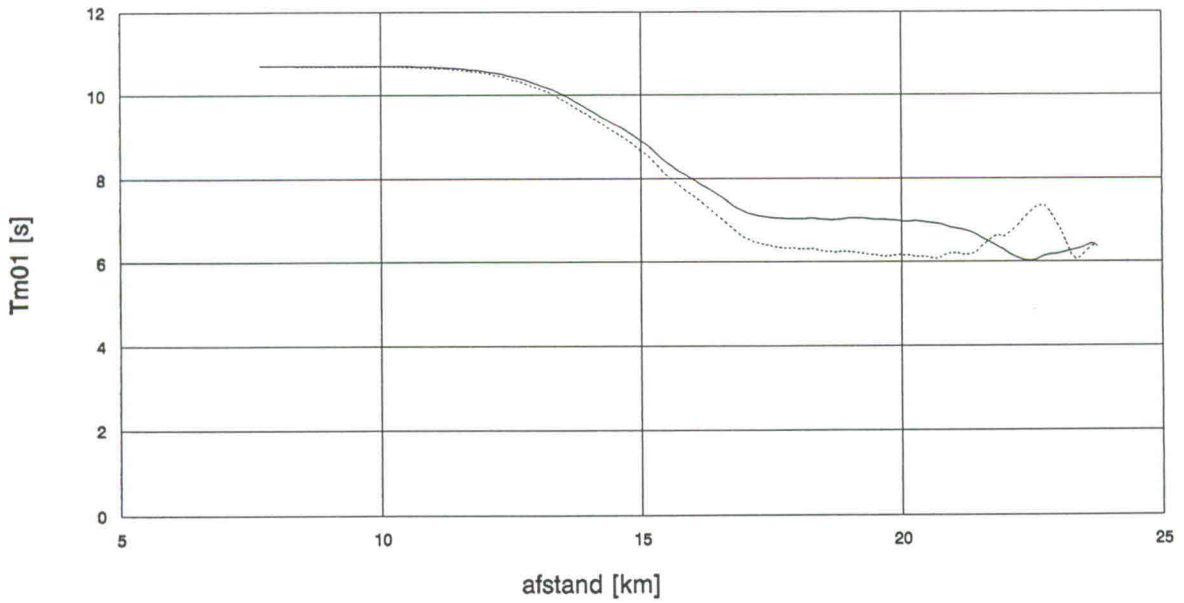
fig.

# Molengat Hs



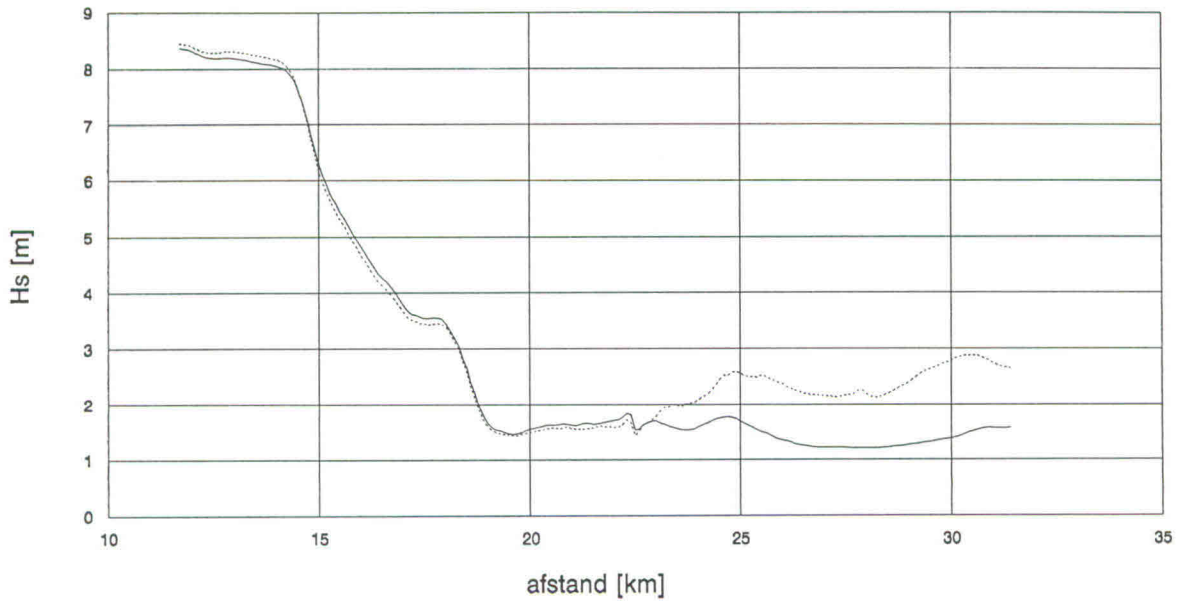
..... Berekening nummer 19  
—— WR3

# Molengat Tm01



..... Berekening nummer 19  
—— WR3

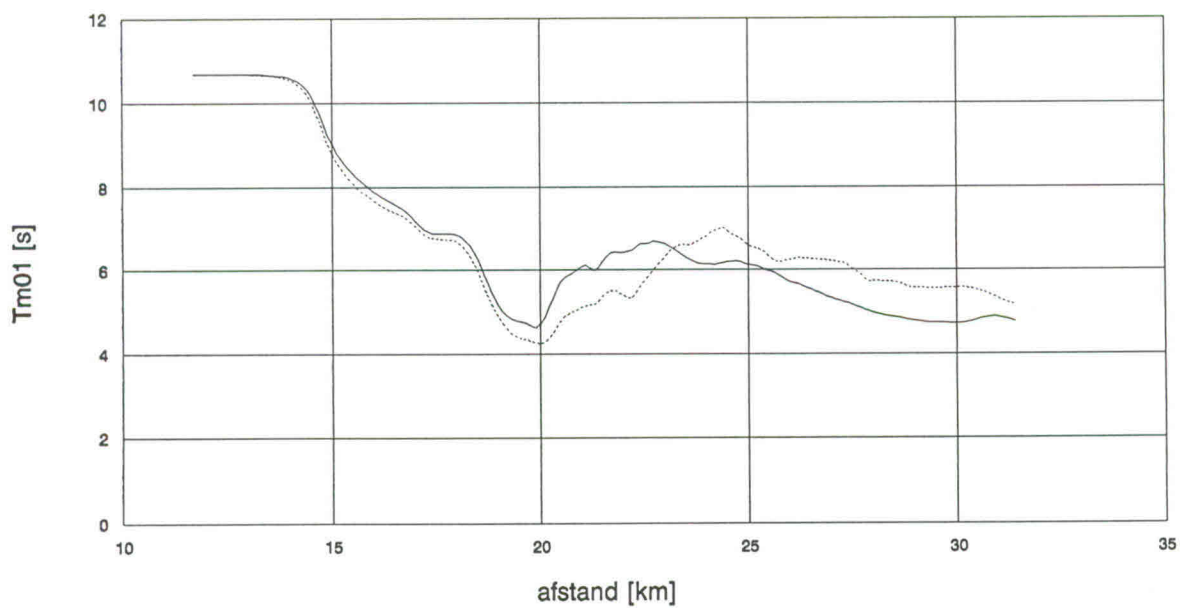
# Marsdiep Hs



..... Berekening nummer 19

— WR3

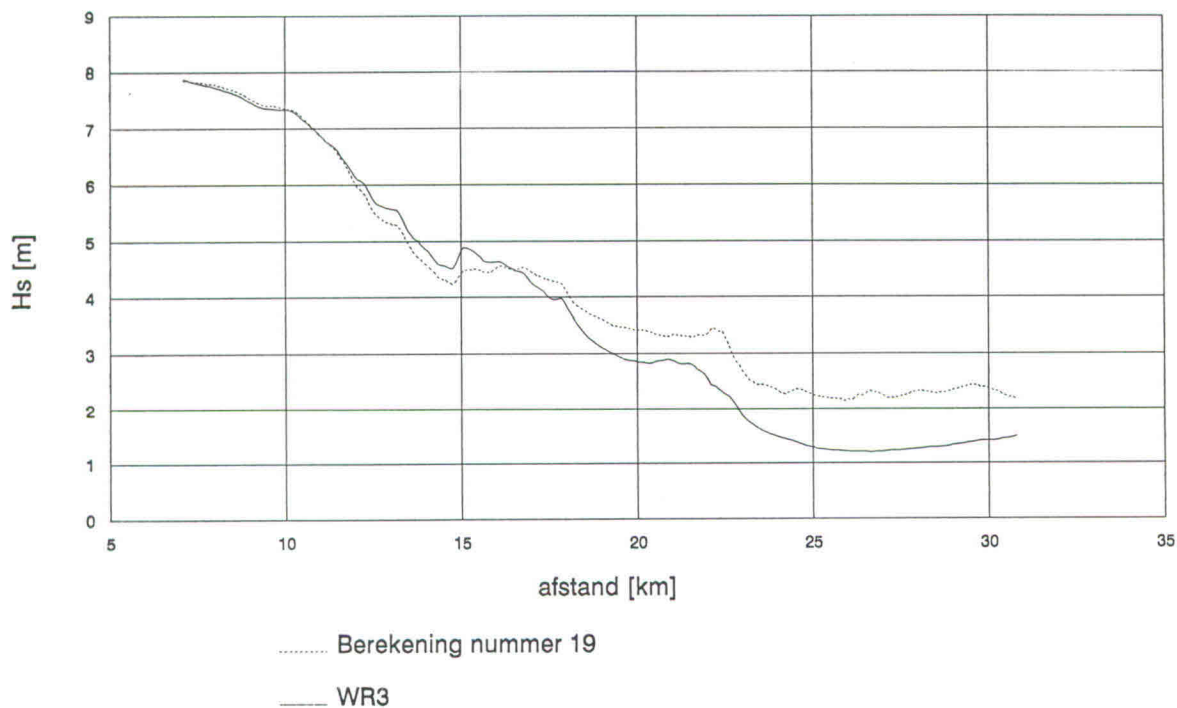
# Marsdiep Tm01



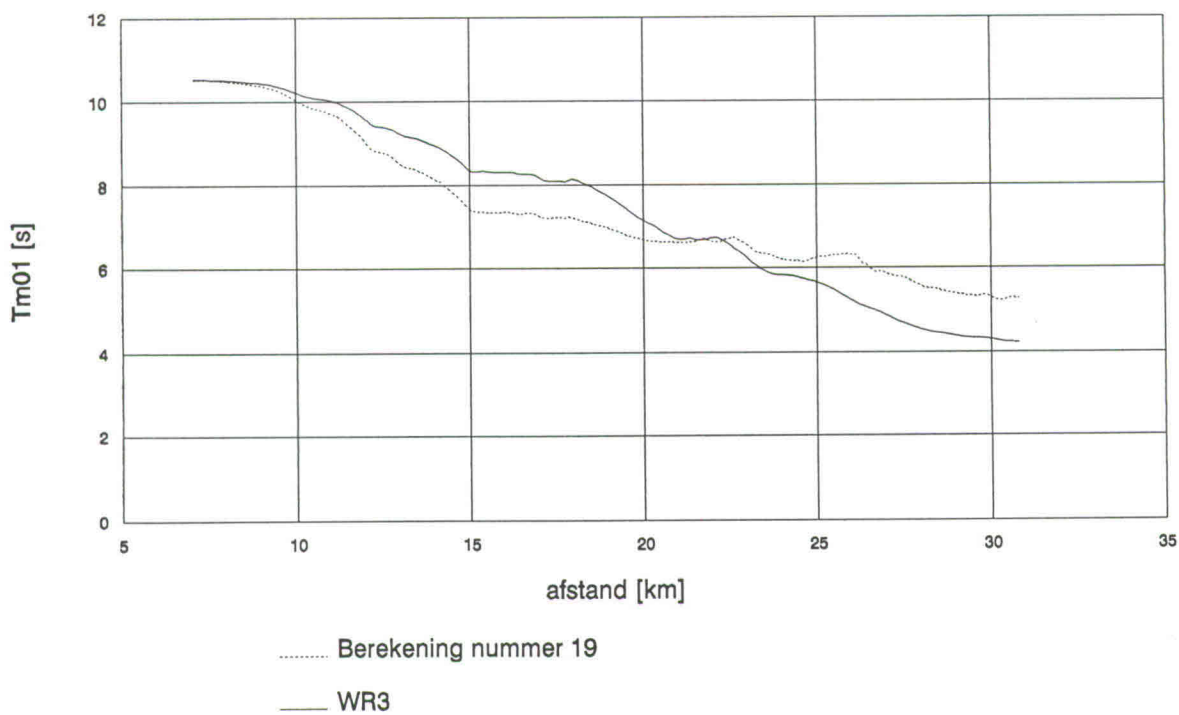
..... Berekening nummer 19

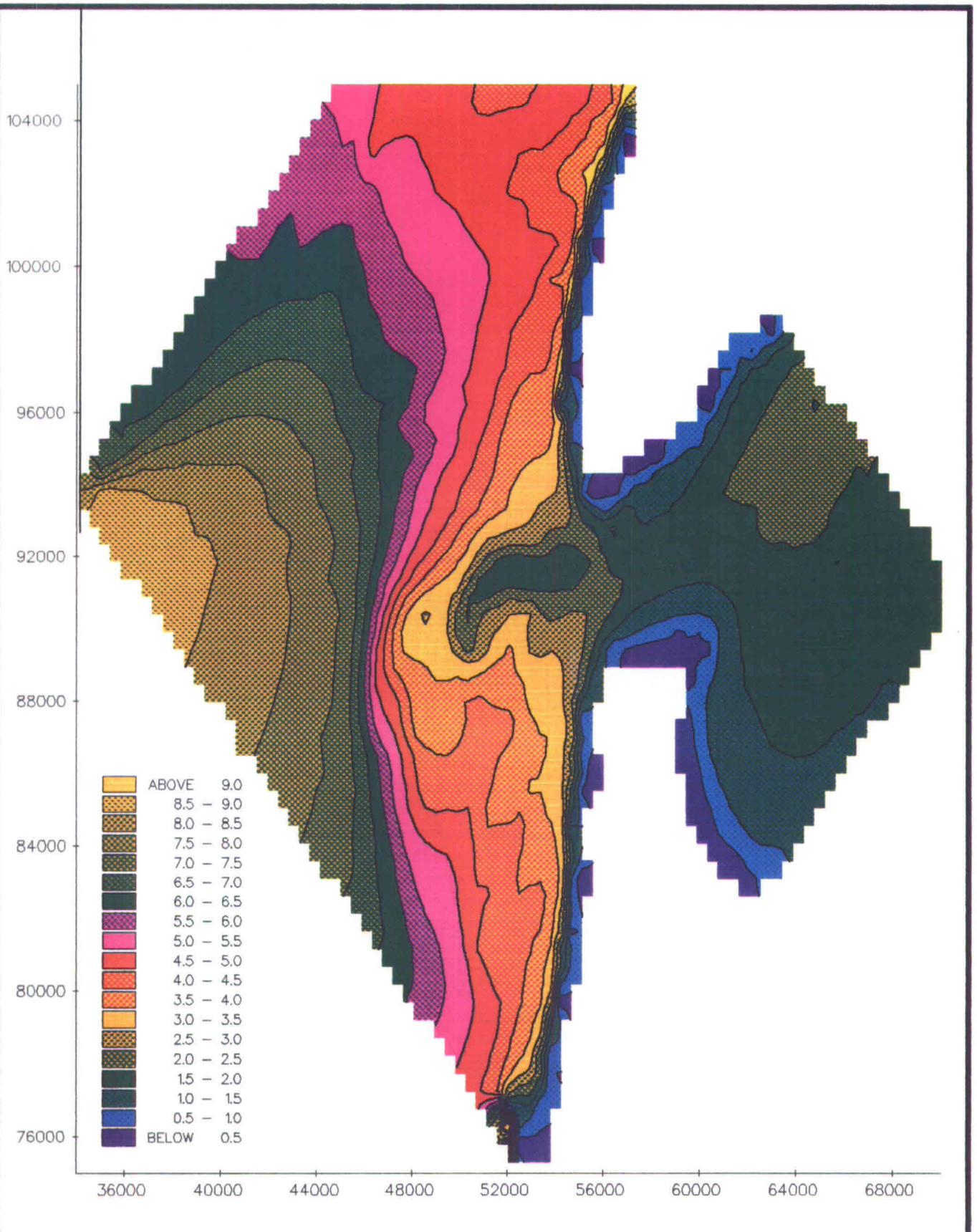
— WR3

# Breewijd Hs



# Breewijd Tm01





**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 20

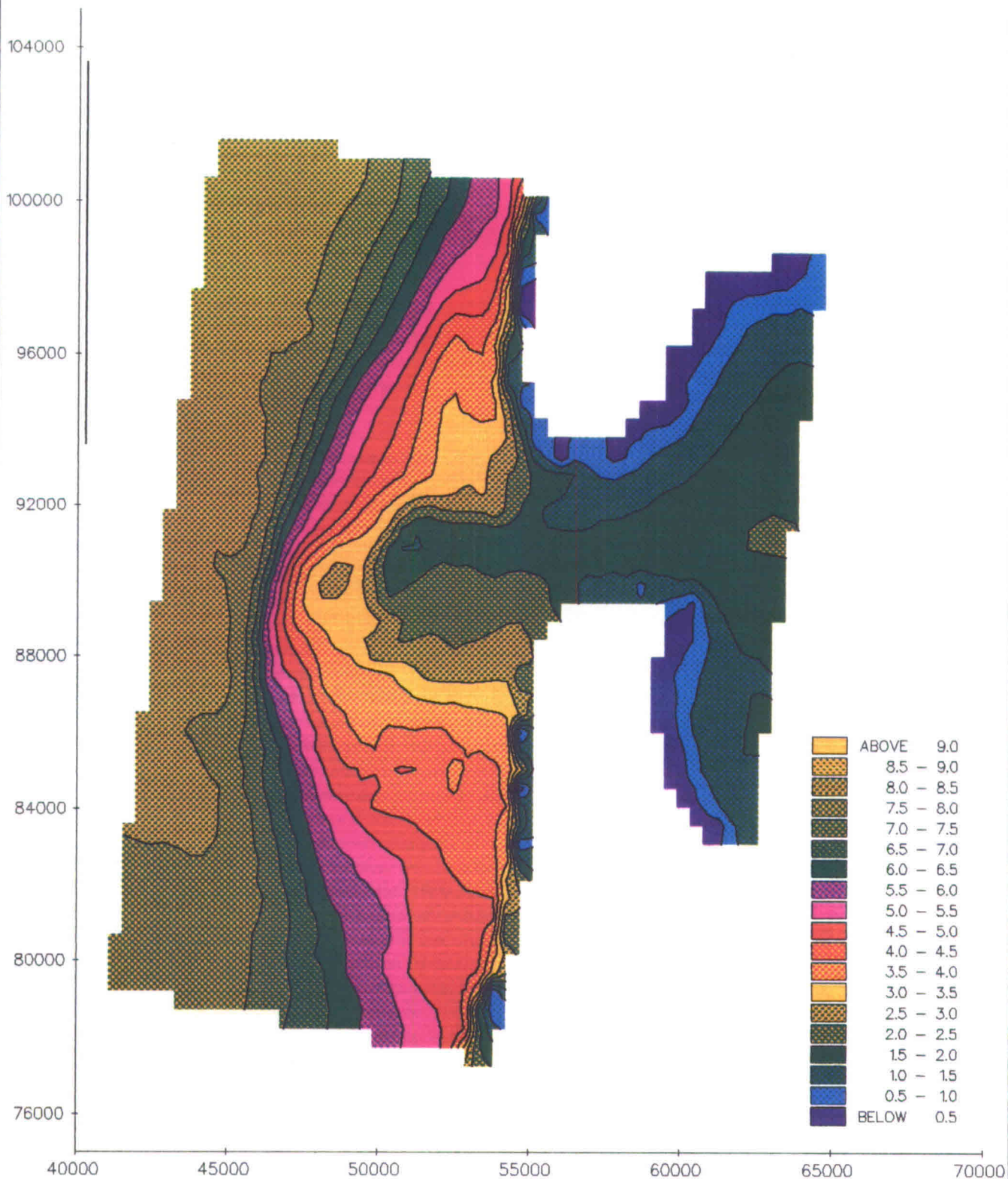
golfhoogte 23-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

fig.



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFFVELD  
 SSS zonder stroming

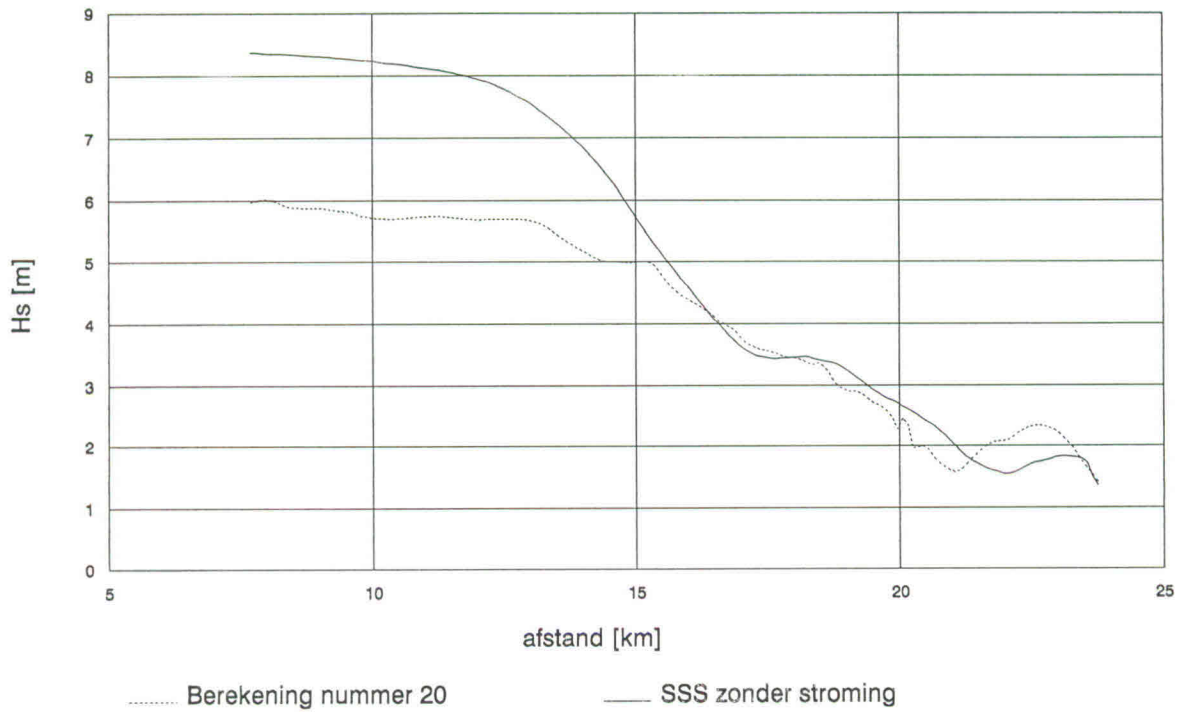
golffoogte 01-10-92

**HISWA - uitvoer**

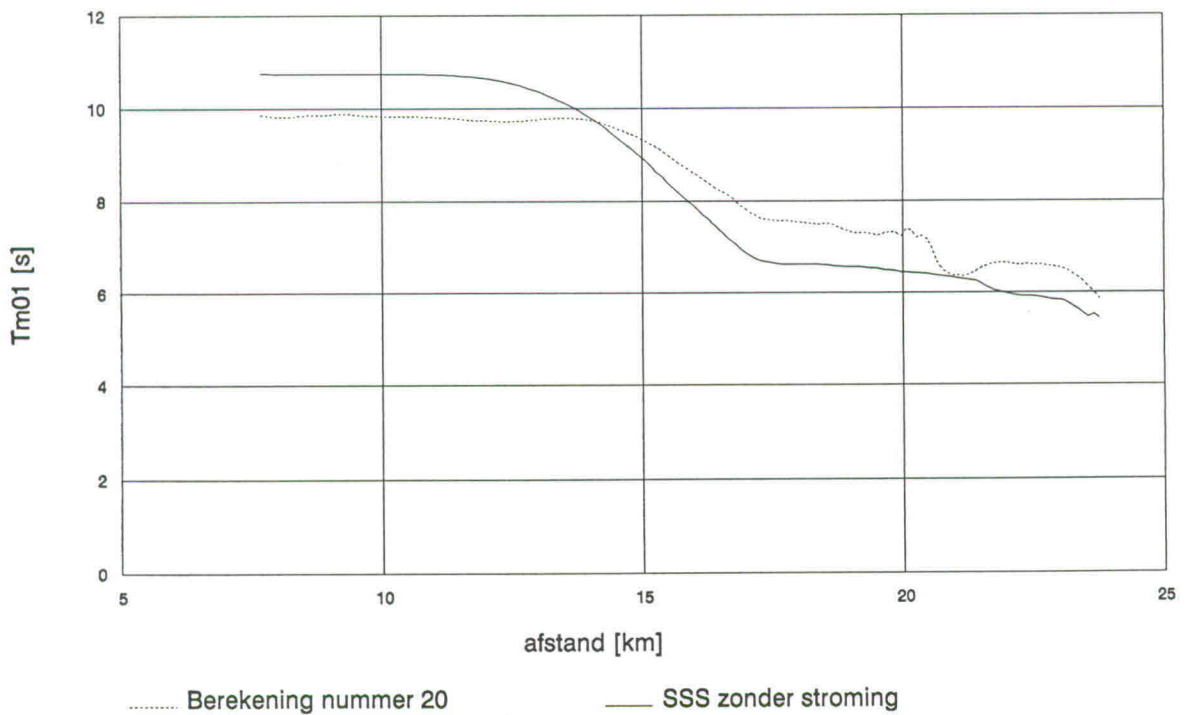
**DIENST GETIJDEWATEREN**

HYDRA fig.

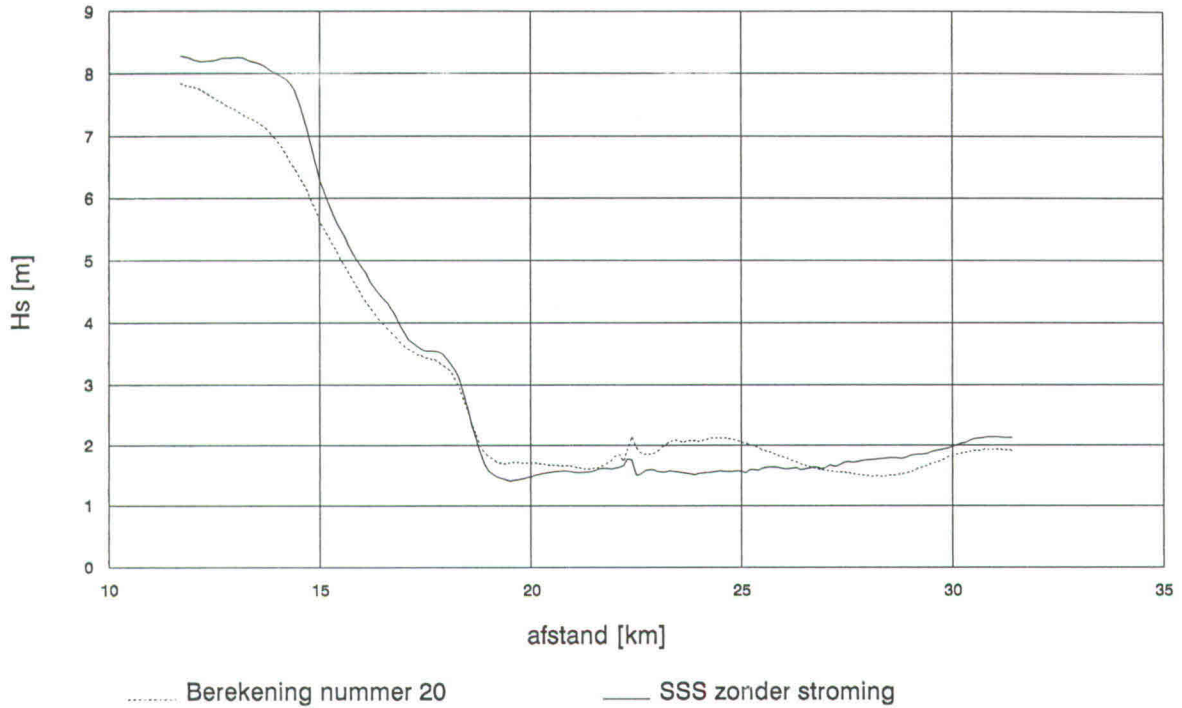
# Molengat Hs



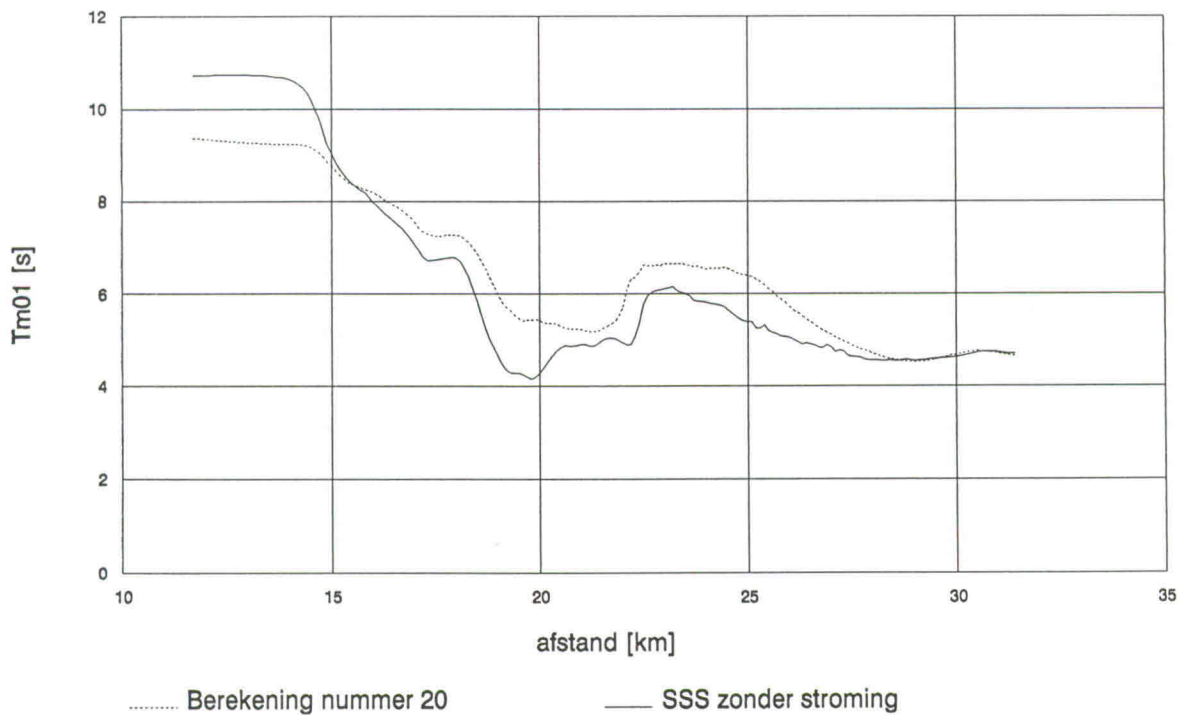
# Molengat Tm01



# Marsdiep Hs

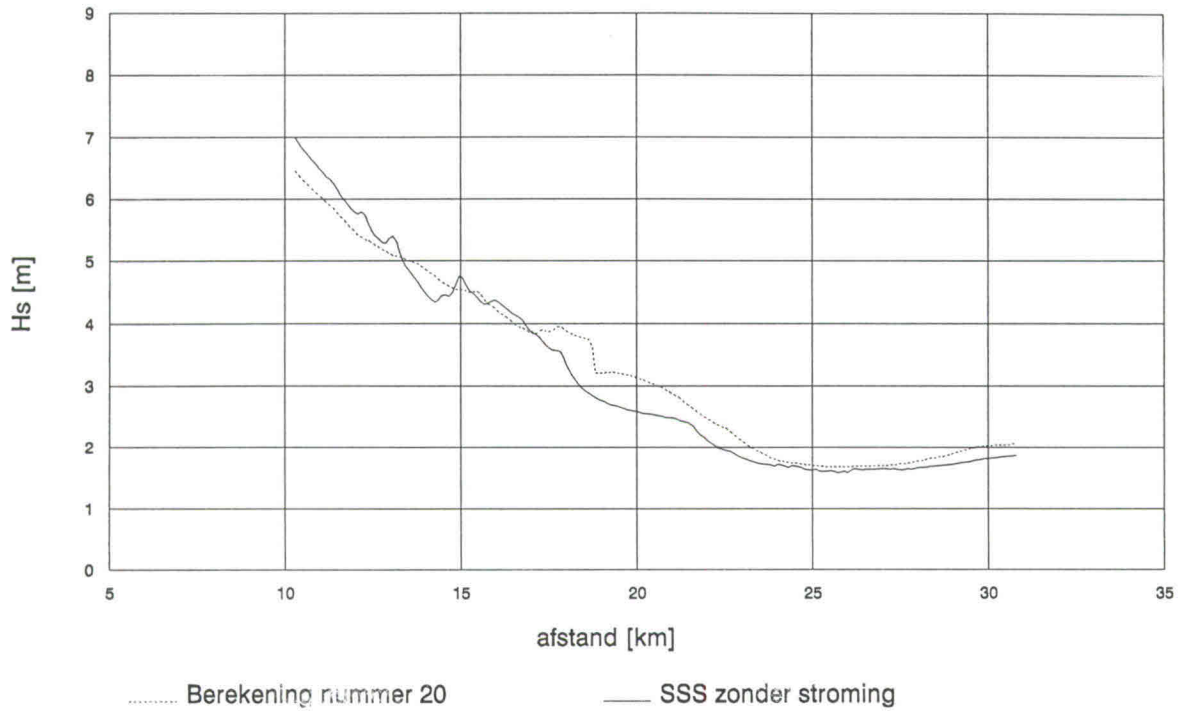


# Marsdiep Tm01

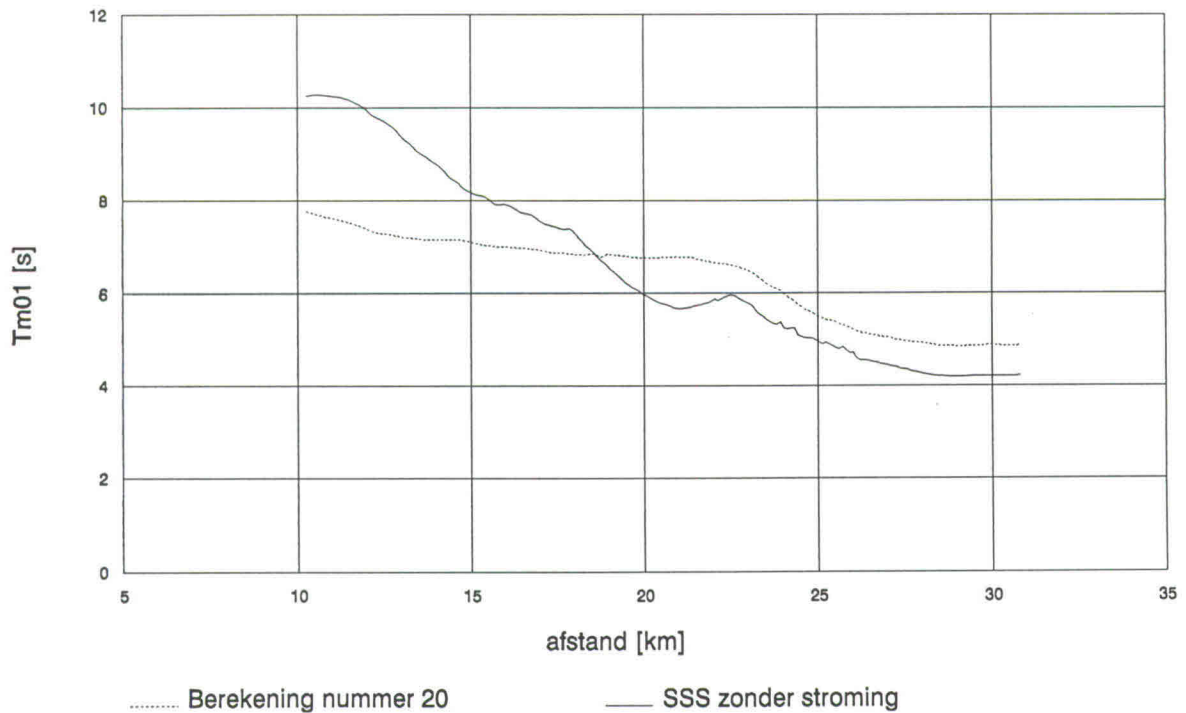




# Breewijd Hs



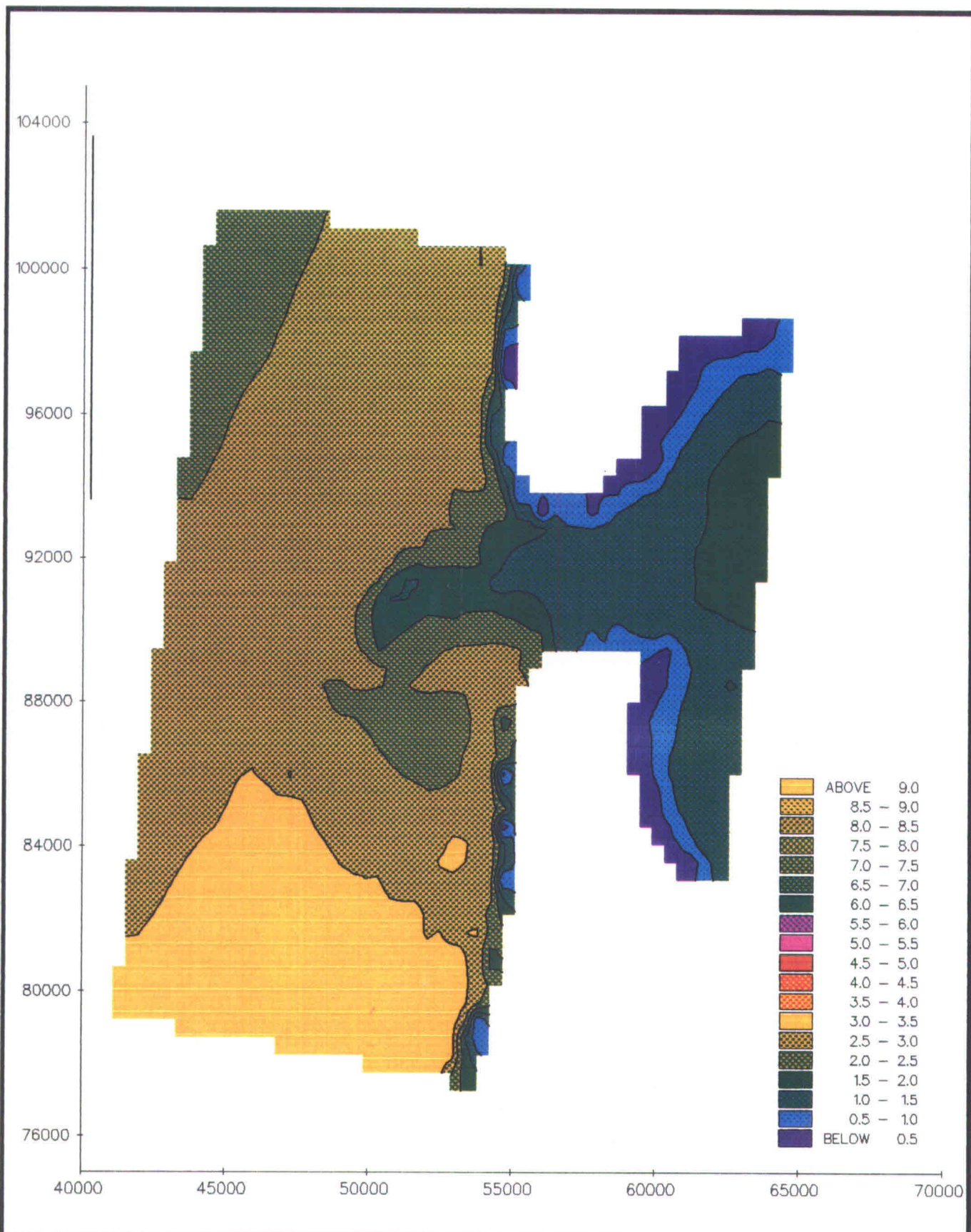
# Breewijd Tm01



# Bijlage 9:

Overige berekeningen





**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 Berekening nummer 18

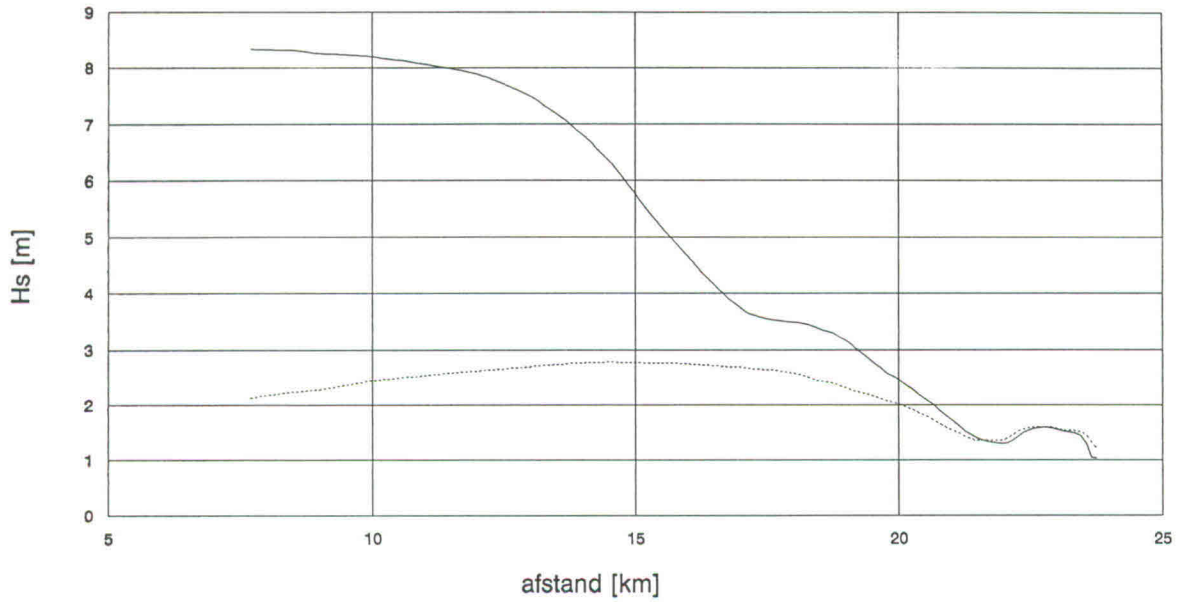
golfhoogte 18-09-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

HYDRA fig.

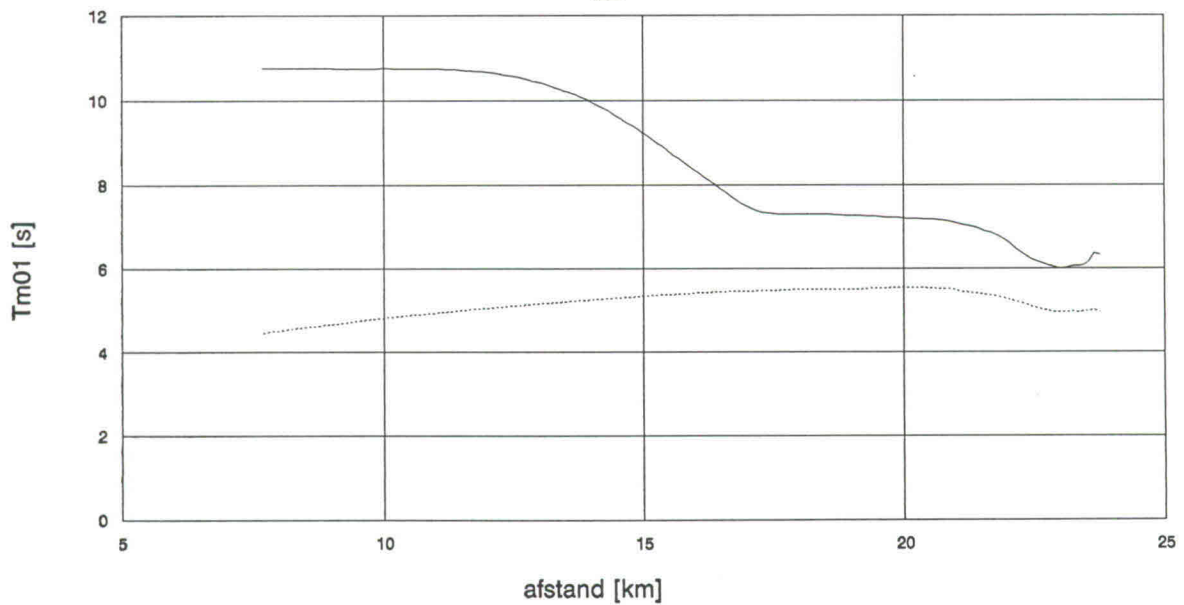
# Molengat Hs



..... Berekening nummer 18

— SSS

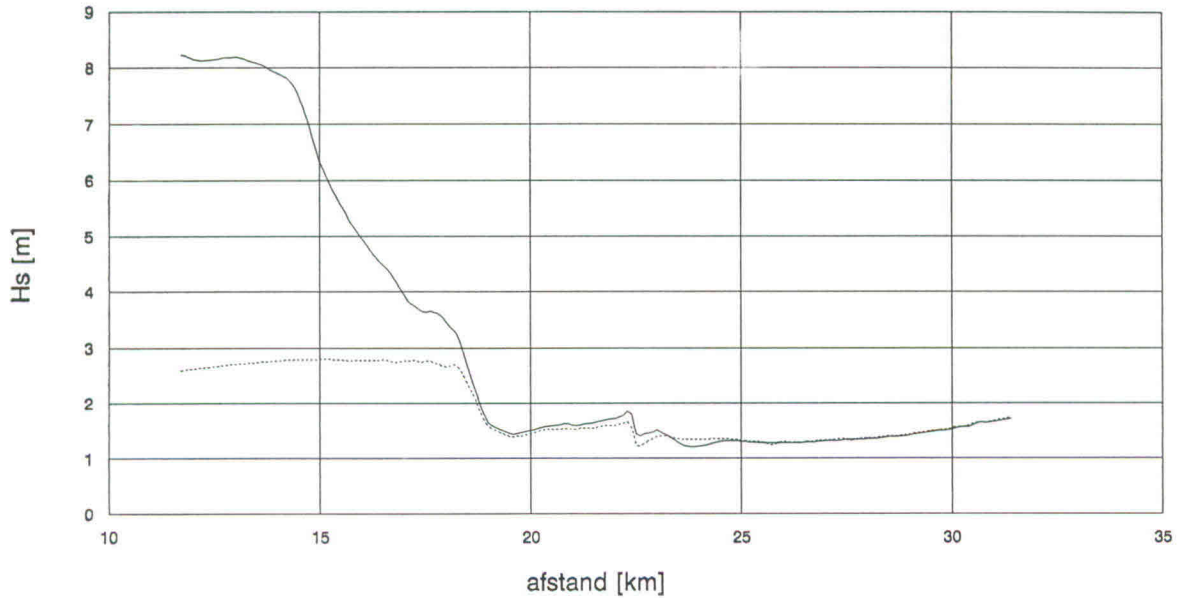
# Molengat Tm01



..... Berekening nummer 18

— SSS

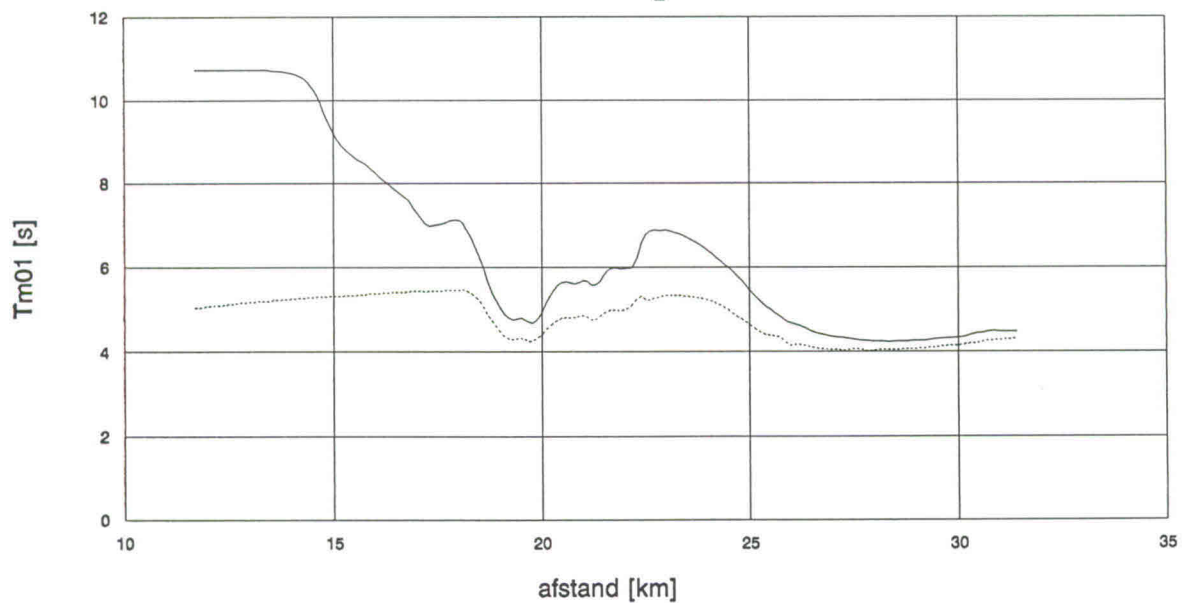
# Marsdiep Hs



..... Berekening nummer 18

— SSS

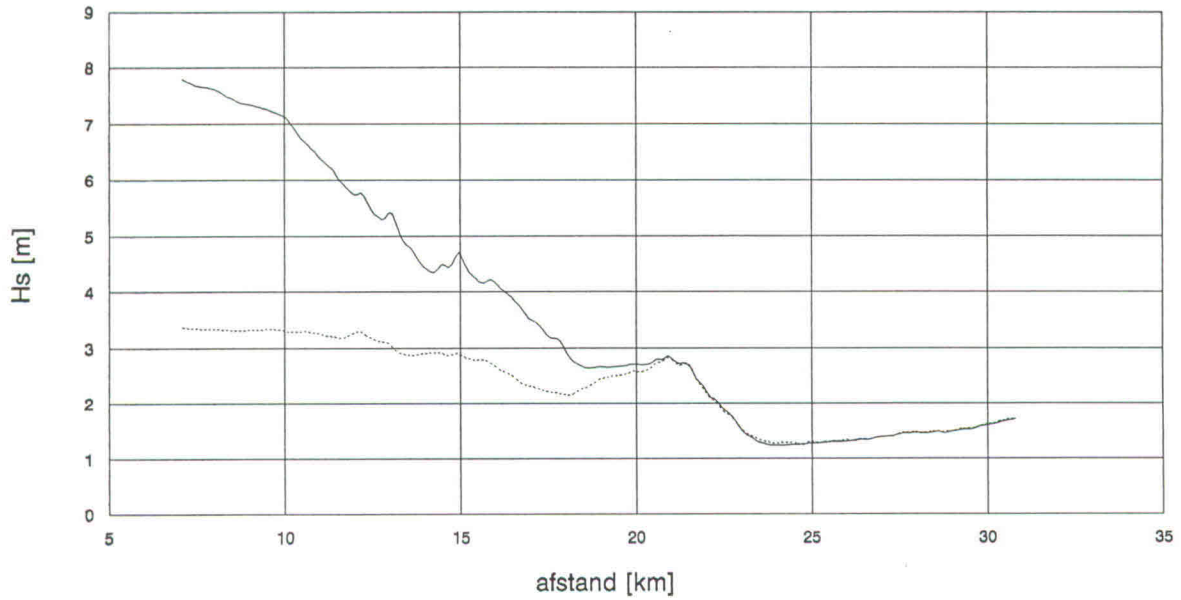
# Marsdiep Tm01



..... Berekening nummer 18

— SSS

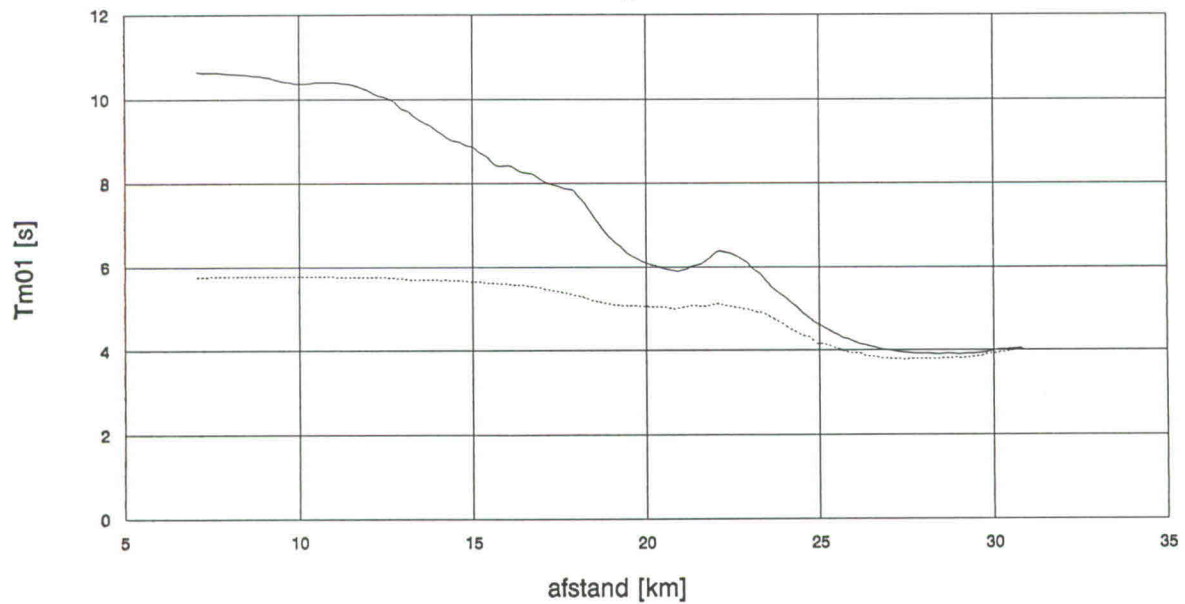
# Breewijd Hs



..... Berekening nummer 18

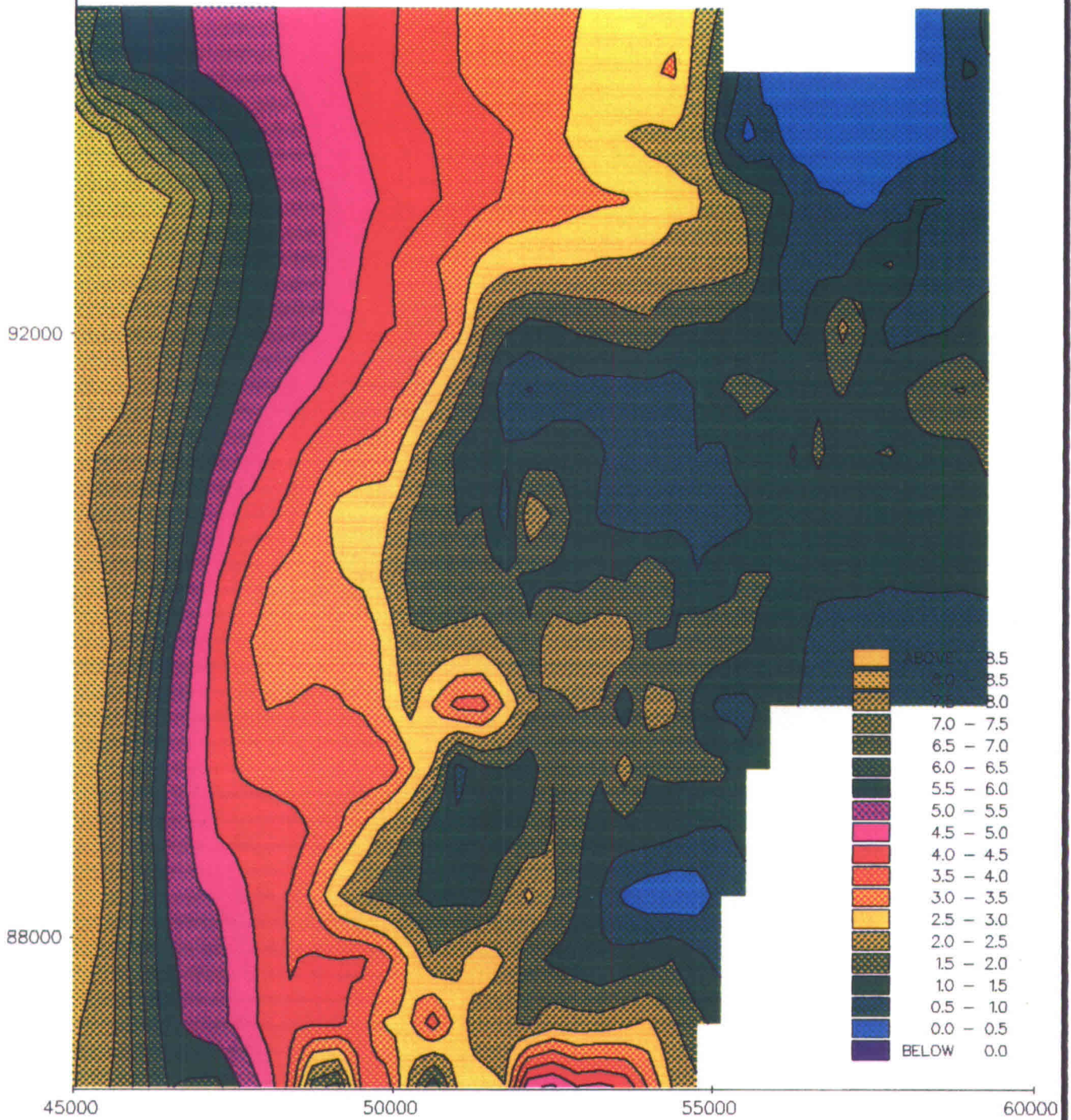
— SSS

# Breewijd Tm01



..... Berekening nummer 18

— SSS



**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 BEREKENING MET CREDIZ

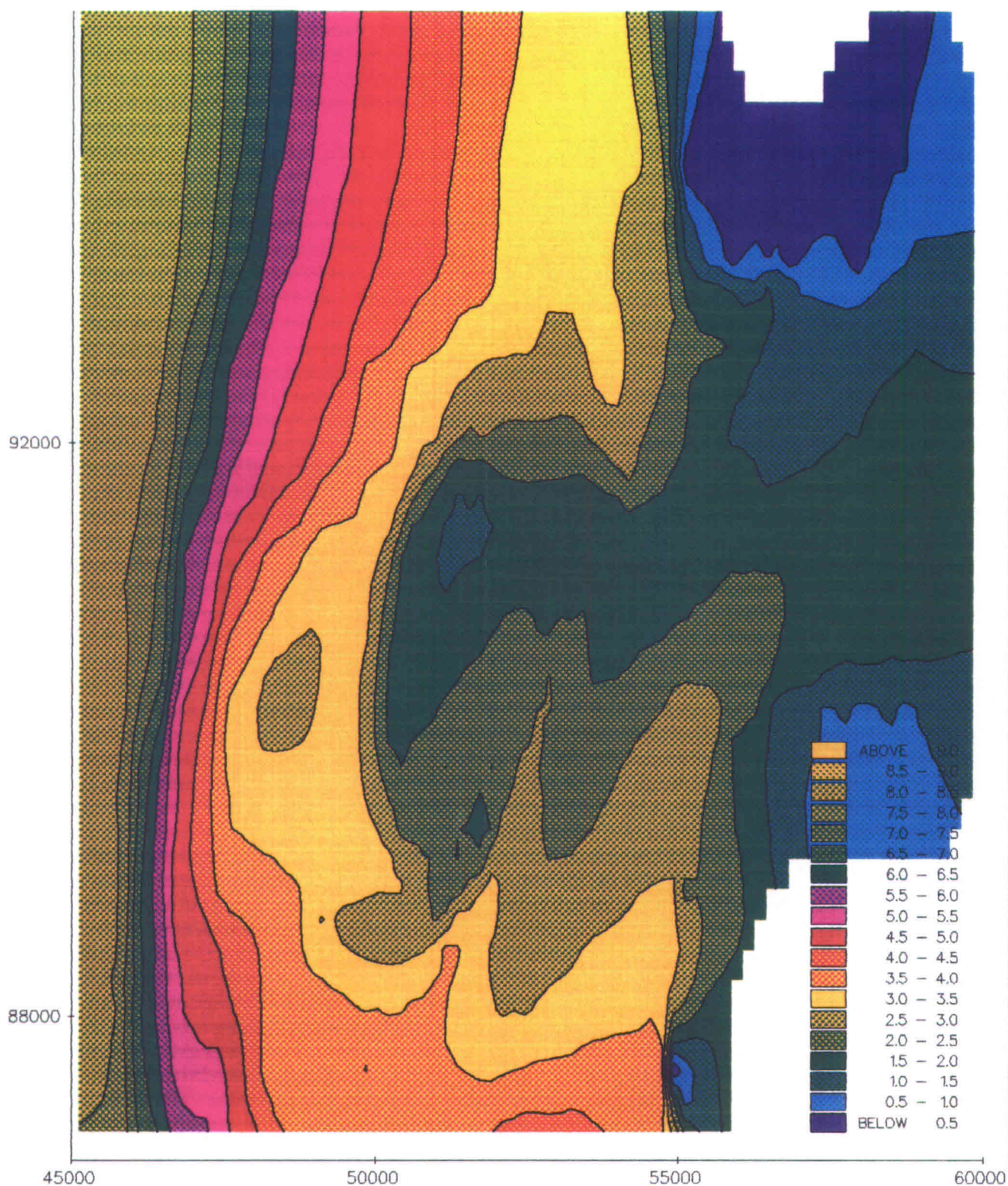
golfhoogte 03-12-92

**CREDIZ - uitvoer**

**DIENST GETIJDEWATEREN**

**HYDRA** fig.





**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFFVELD  
 Berekening met HISWA

golfhoogte 22-12-92

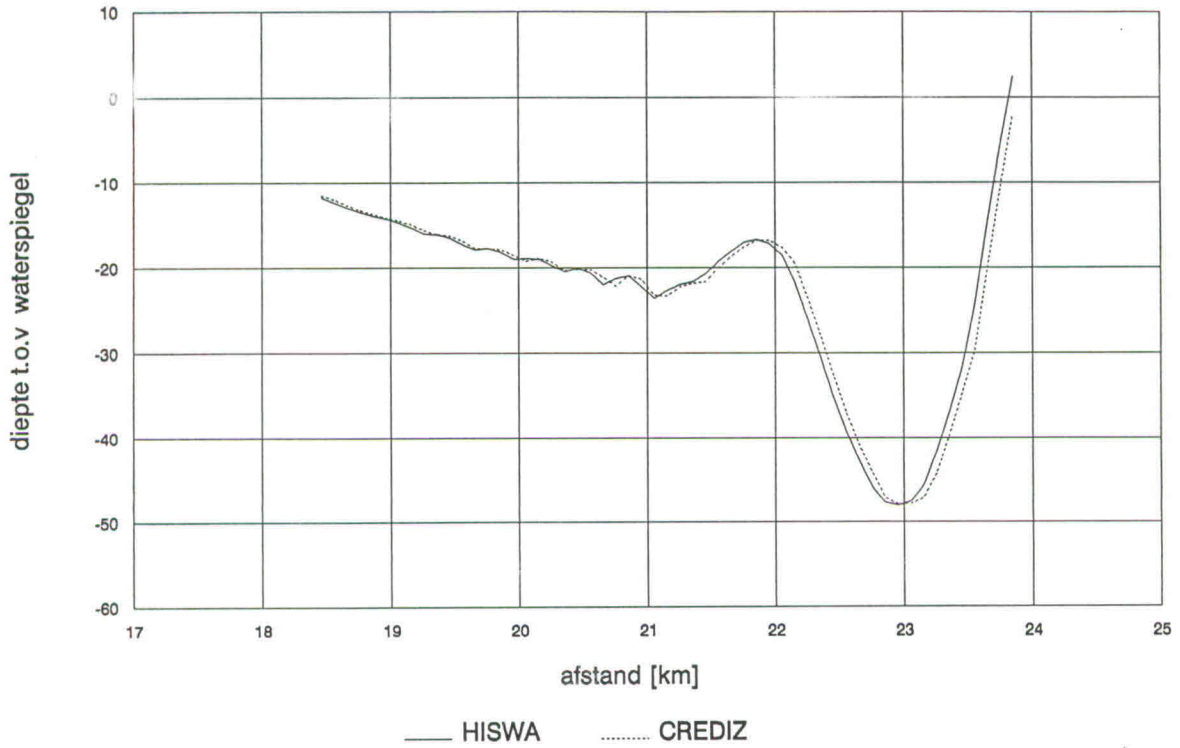
**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

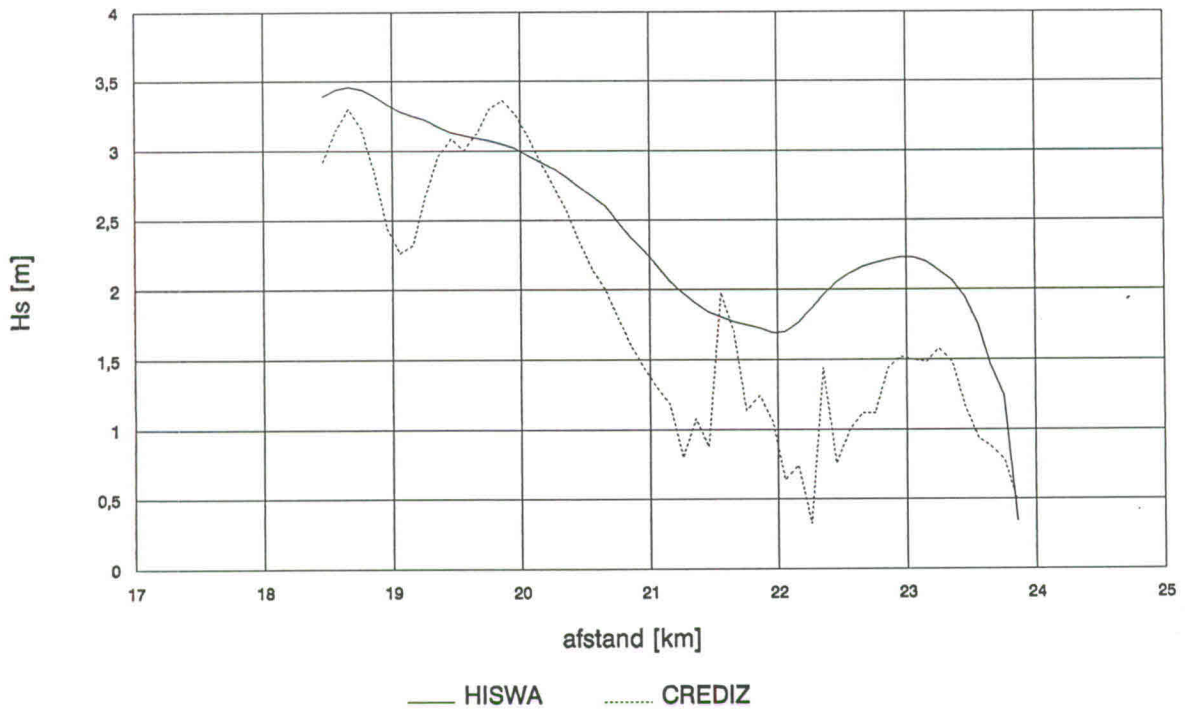
**HYDRA**

fig.

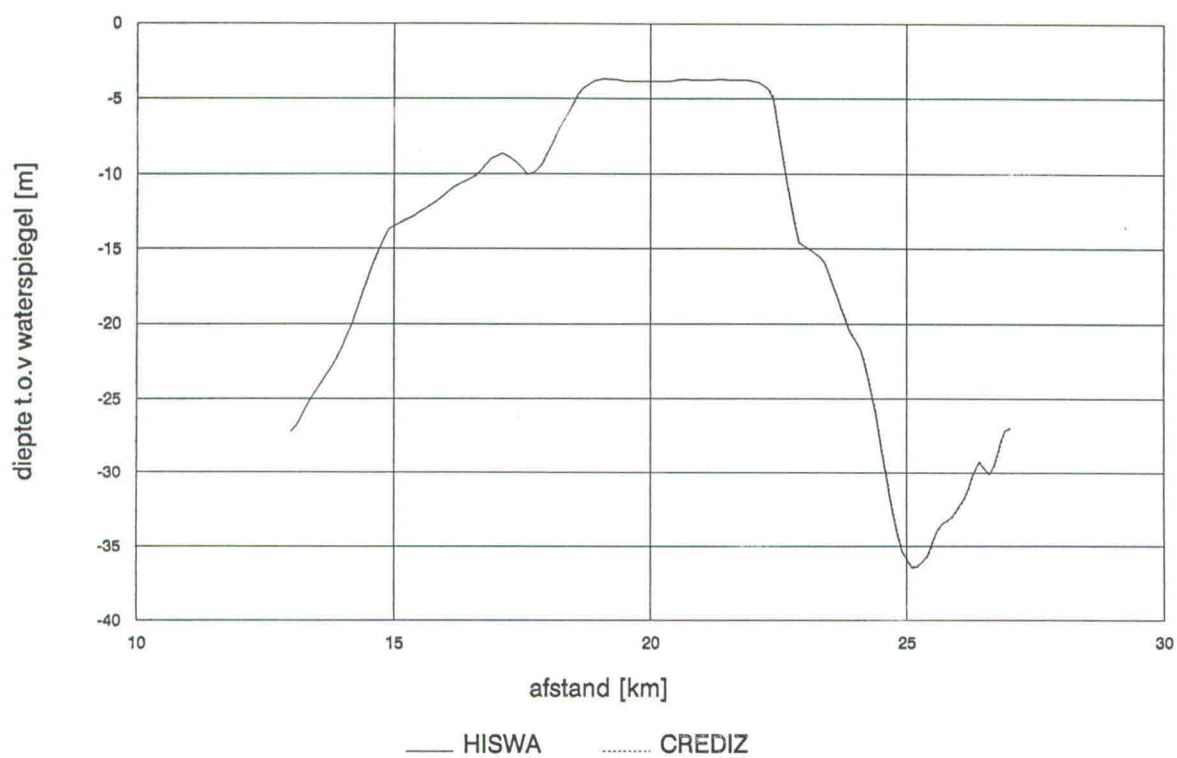
## Bodemprofiel Molengat



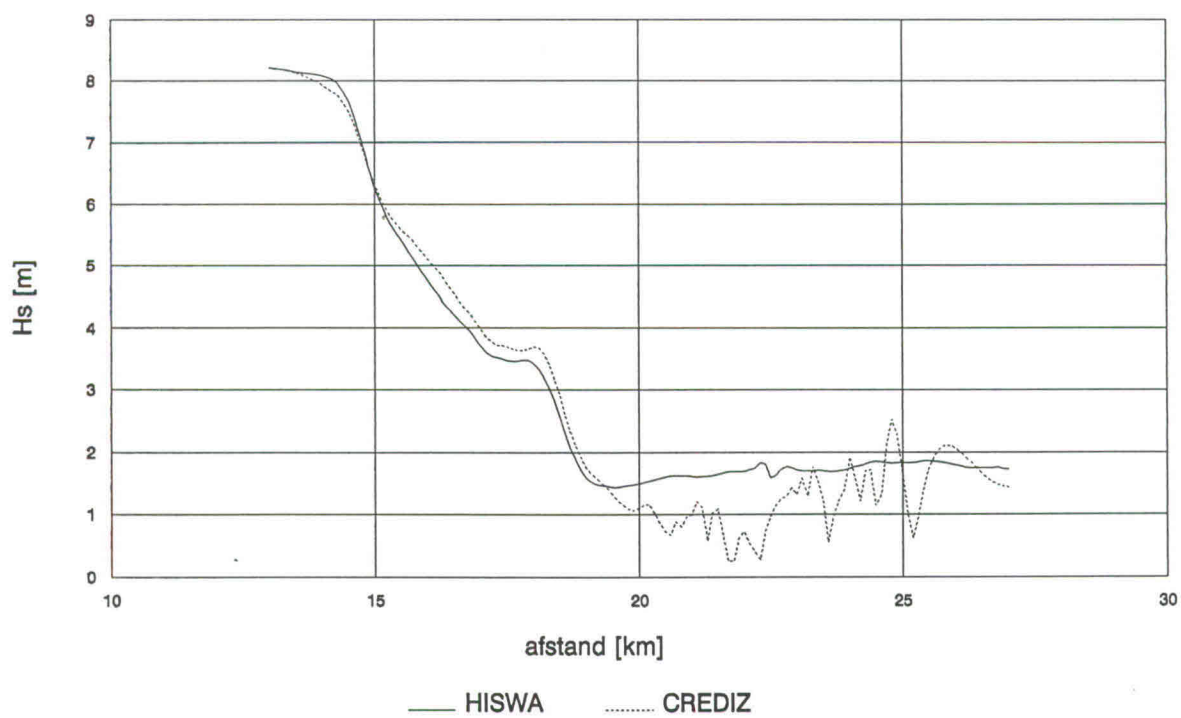
## Molengat Hs



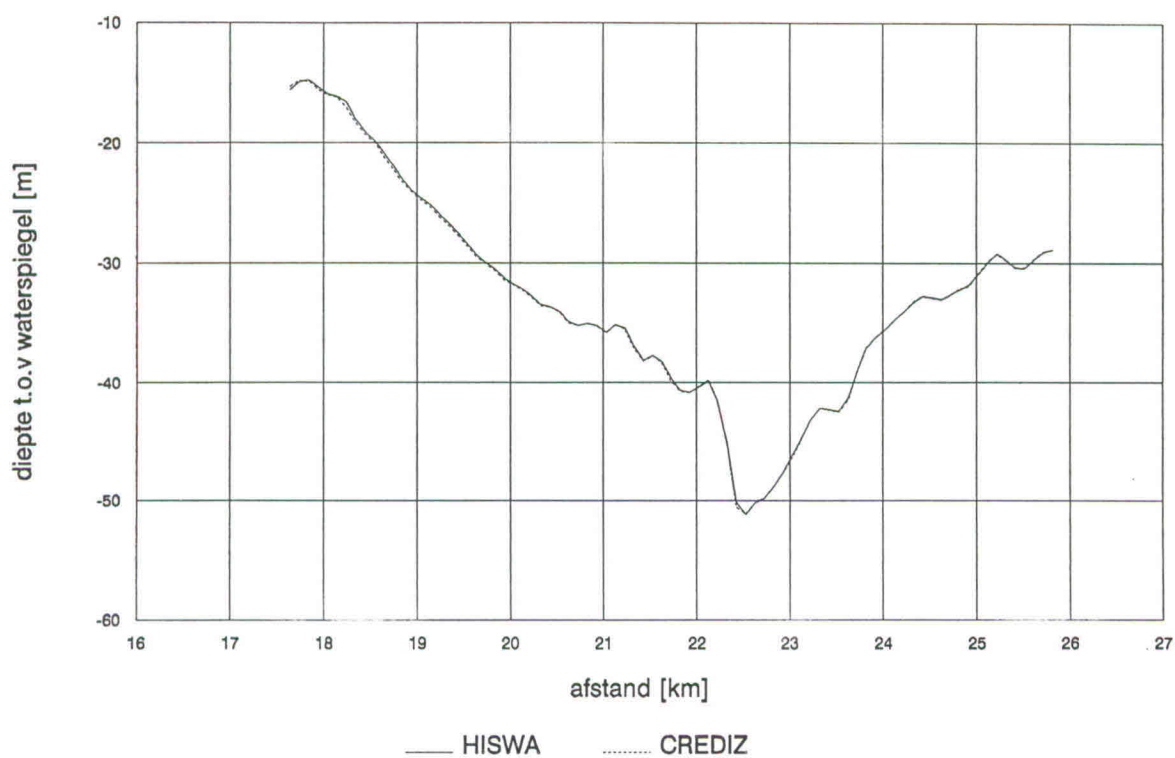
## Bodemprofiel Marsdiep



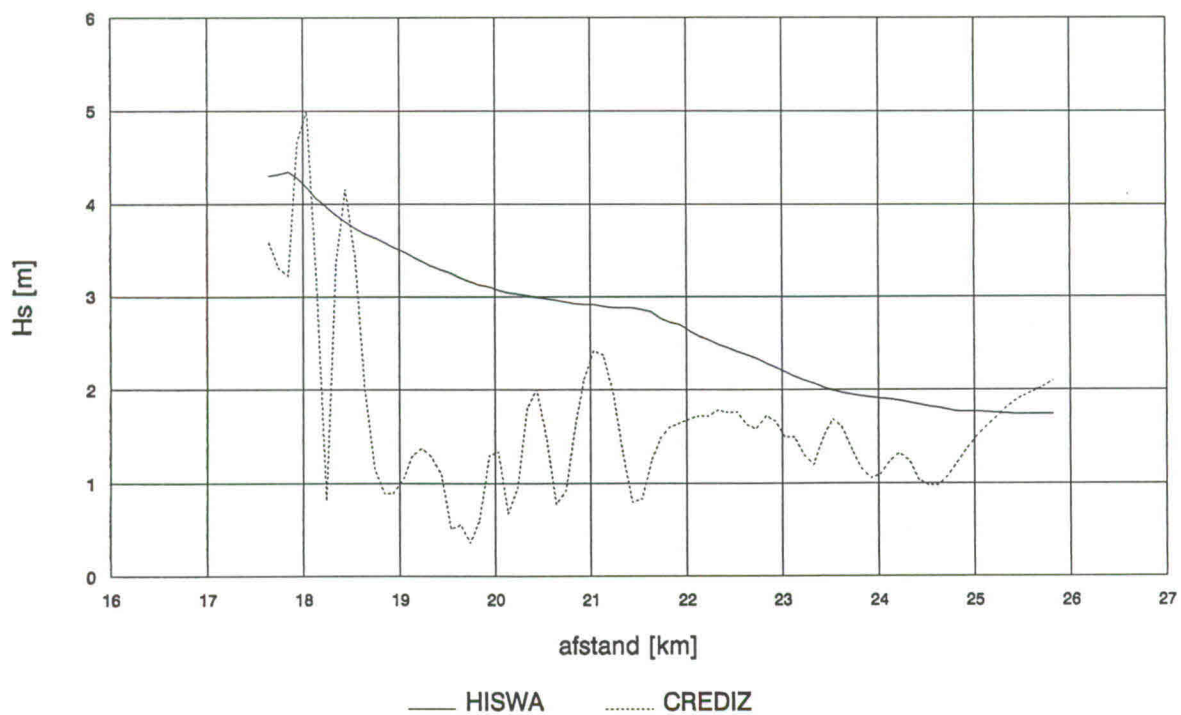
## Marsdiep Hs



## Bodemprofiel Breewijd

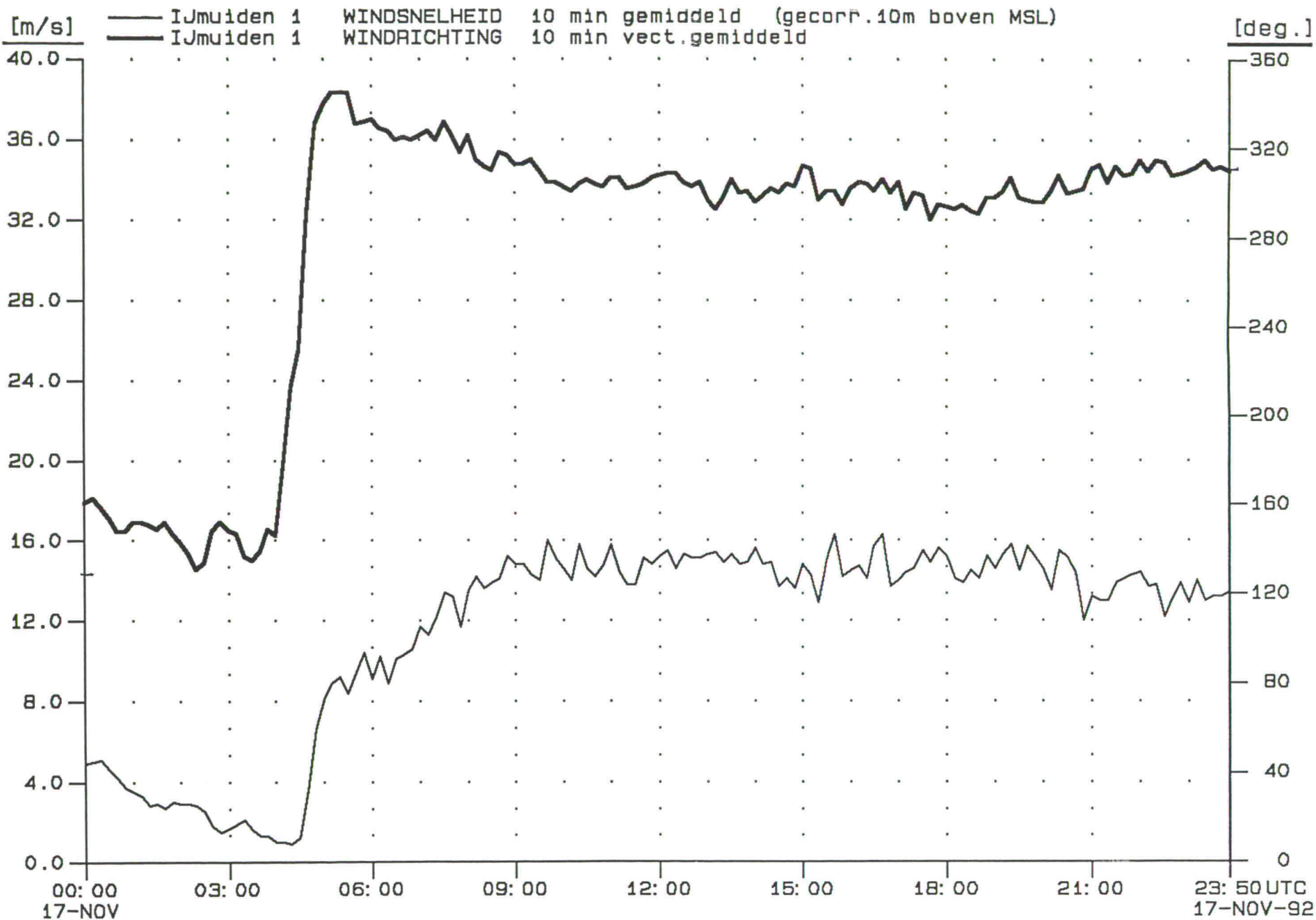


## Breewijd Hs



Storm 17 november 1992  
Nummer 22

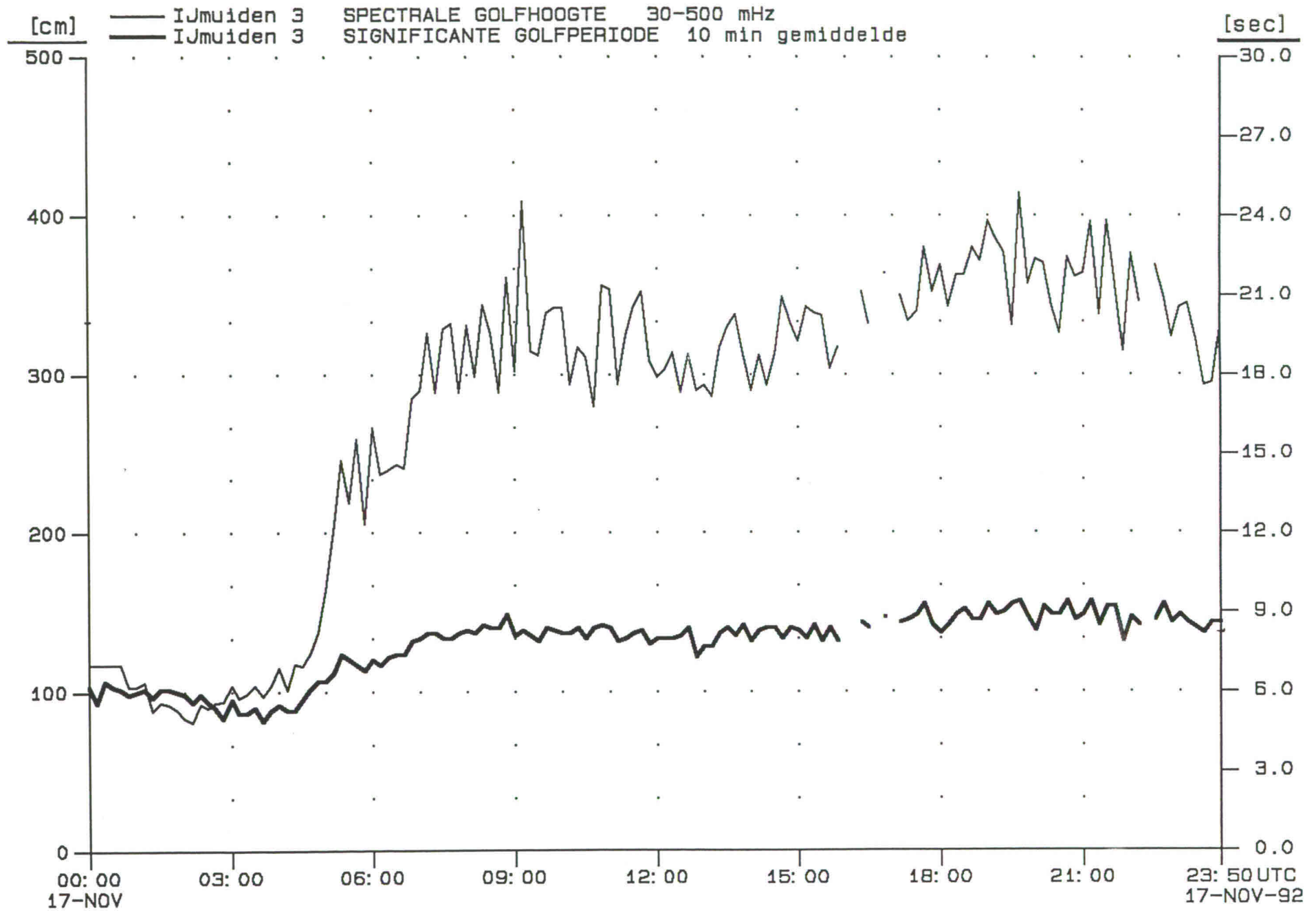
# DIRECTIE NOORDZEE - HYDRO-METEO ADVISERING



Metingen gebruikt voor het bepalen van de HISMA-invoer

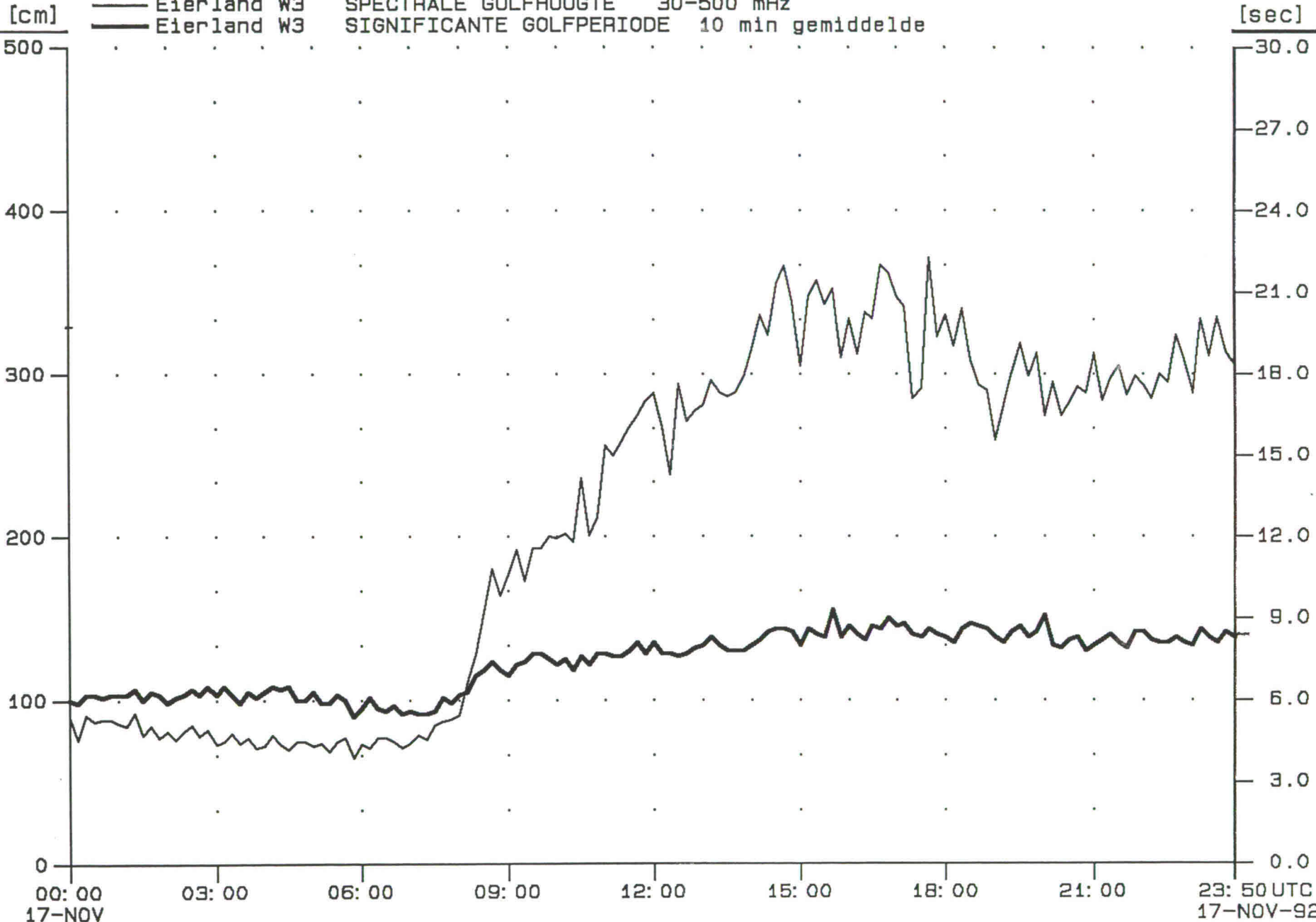
# DIRECTIE NOORDZEE - HYDRO-METEO ADVISERING

Metingen gebruikt voor het bepalen van de HISWA-invoer



# DIRECTIE NOORDZEE - HYDRO-METEO ADVISERING

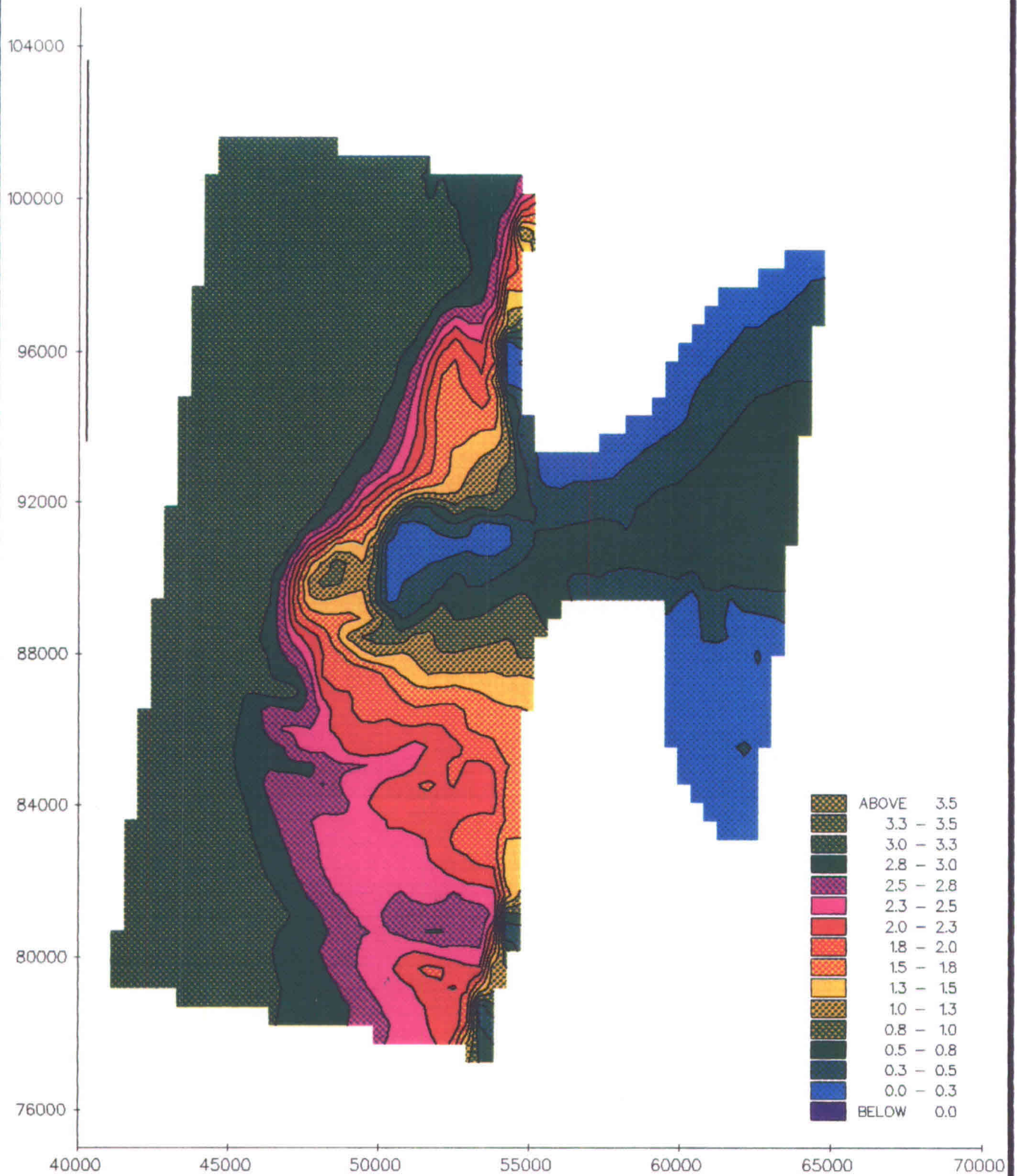
Eierland W3    SPECTRALE GOLFHOOGTE    30-500 mHz  
 Eierland W3    SIGNIFICANTE GOLFPERIODE    10 min gemiddelde



Metingen gebruikt voor het bepalen van de HISMA-invoer

00:00 03:00 06:00 09:00 12:00 15:00 18:00 21:00 23:50 UTC  
 17-NOV 17-NOV-92





**ZEEGAT VAN TEXEL**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 STORM 17 NOVEMBER 1992

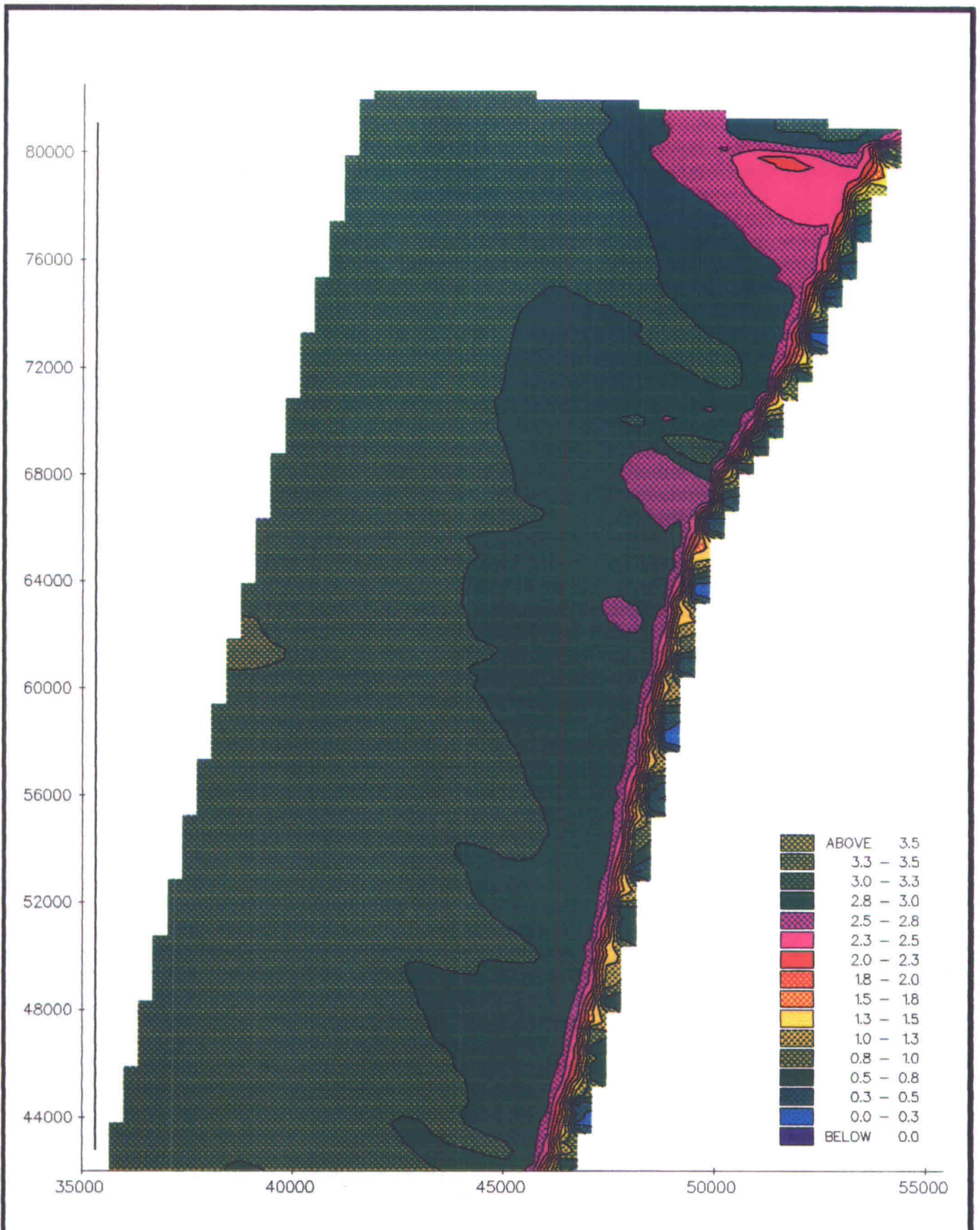
golfhoogte 27-11-92

**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA**

fig.



**BINNENMODEL (kust Noordholland)**  
 OVERZICHT VAN HET GOLFVELD  
 STORM 17 NOVEMBER 1992

golfhoogte 27-11-92

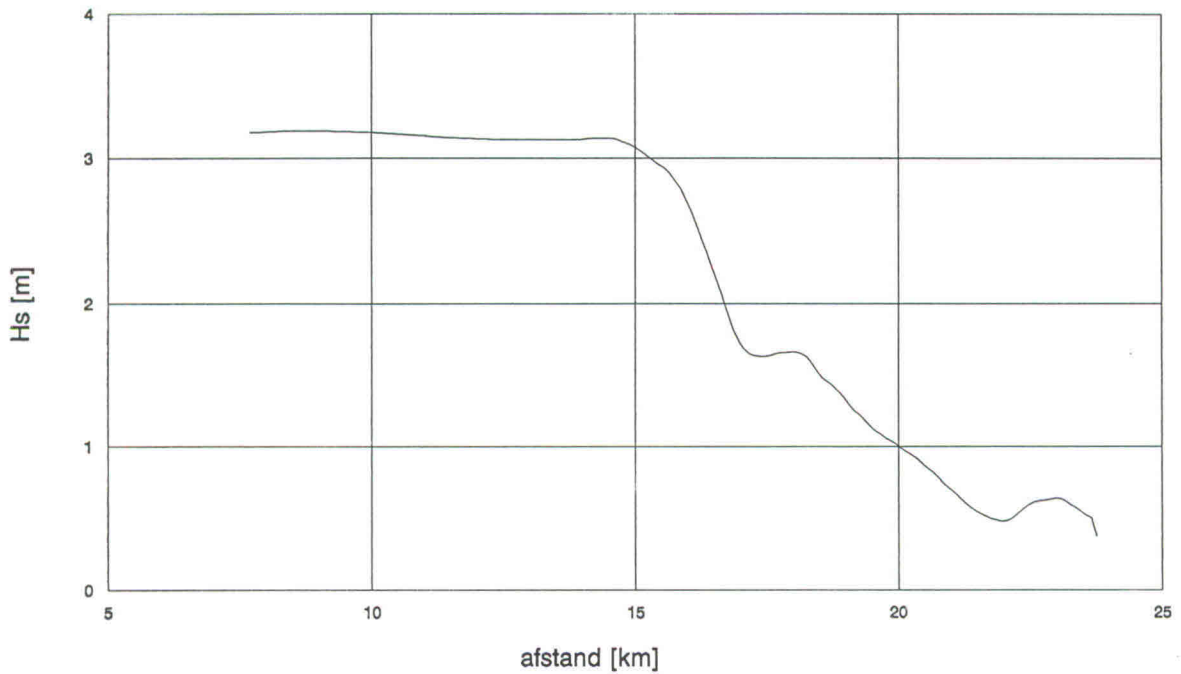
**HISWA - uitvoer**

**DIENST GETIJDWATEREN**

**HYDRA** fig.

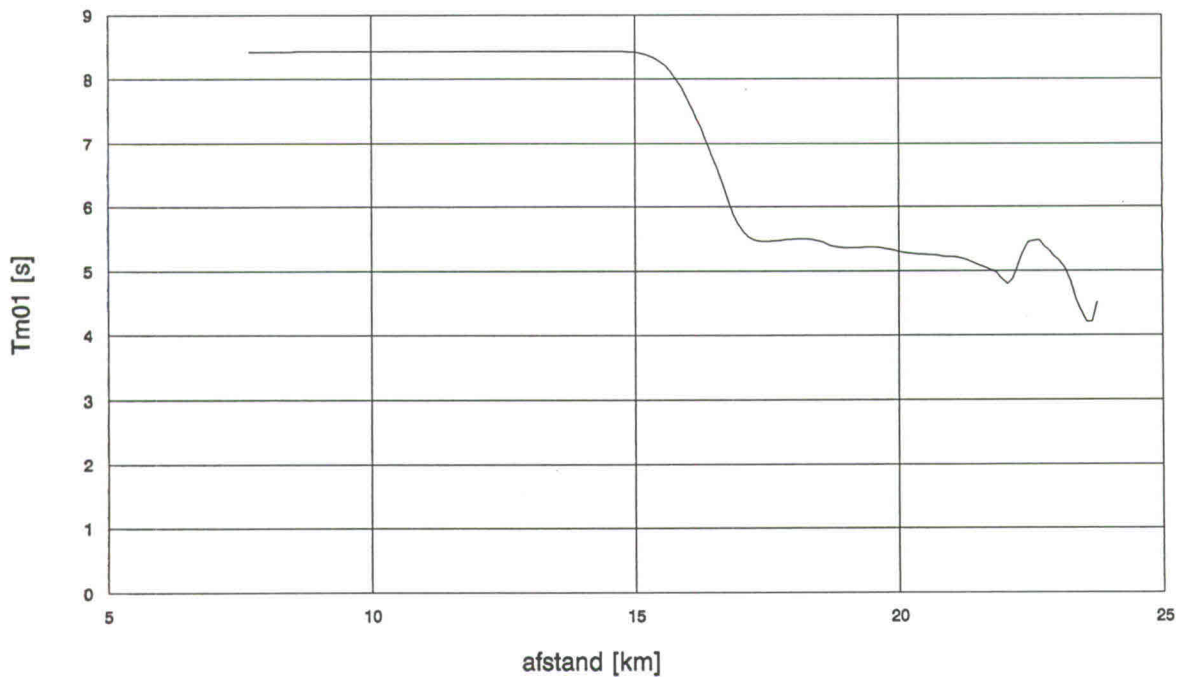
# Molengat Hs

Storm 17 november 1992



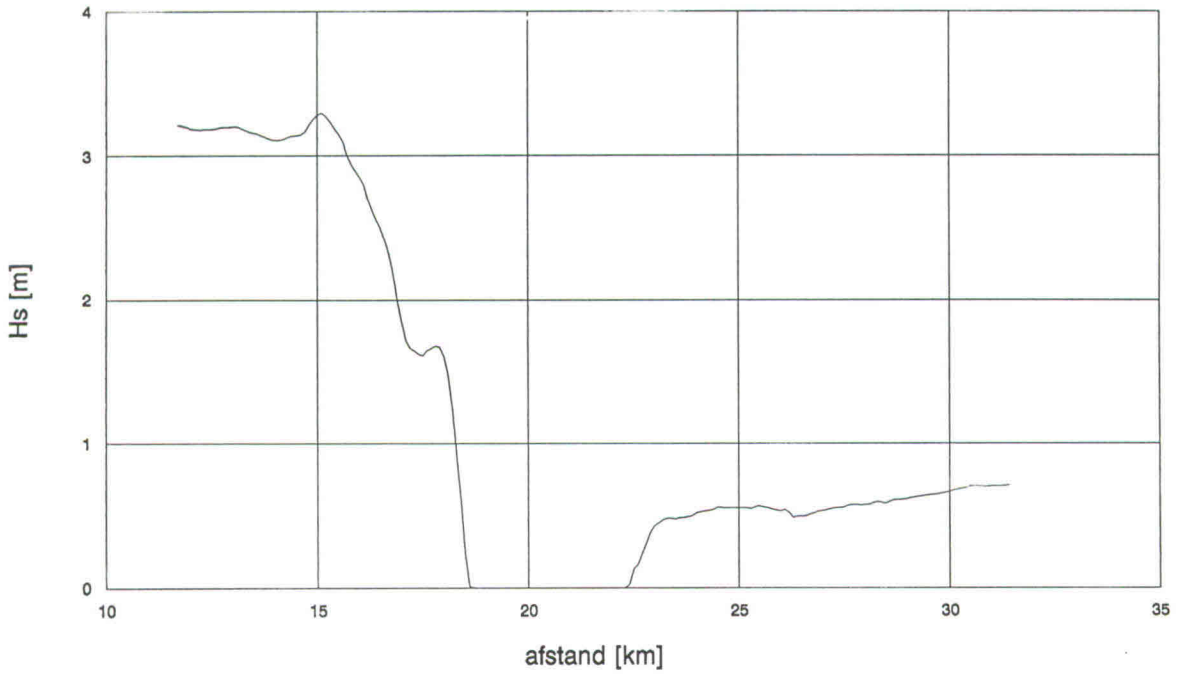
# Molengat Tm01

Storm 17 november 1992



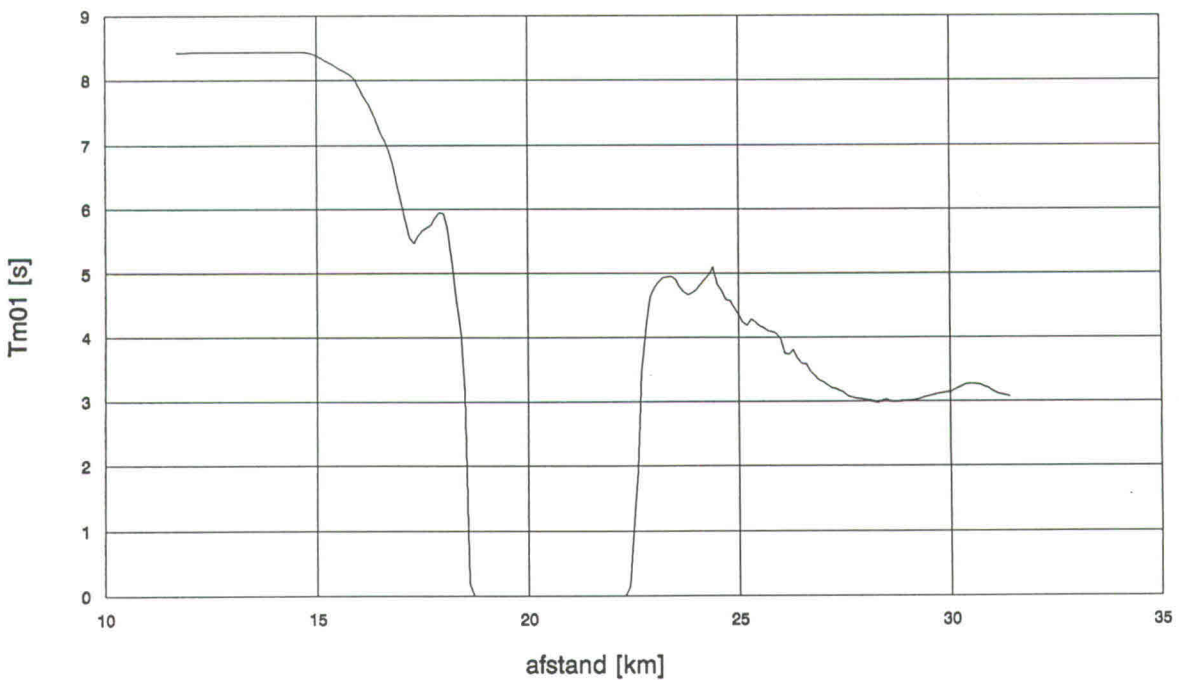
# Marsdiep Hs

Storm 17 november 1992



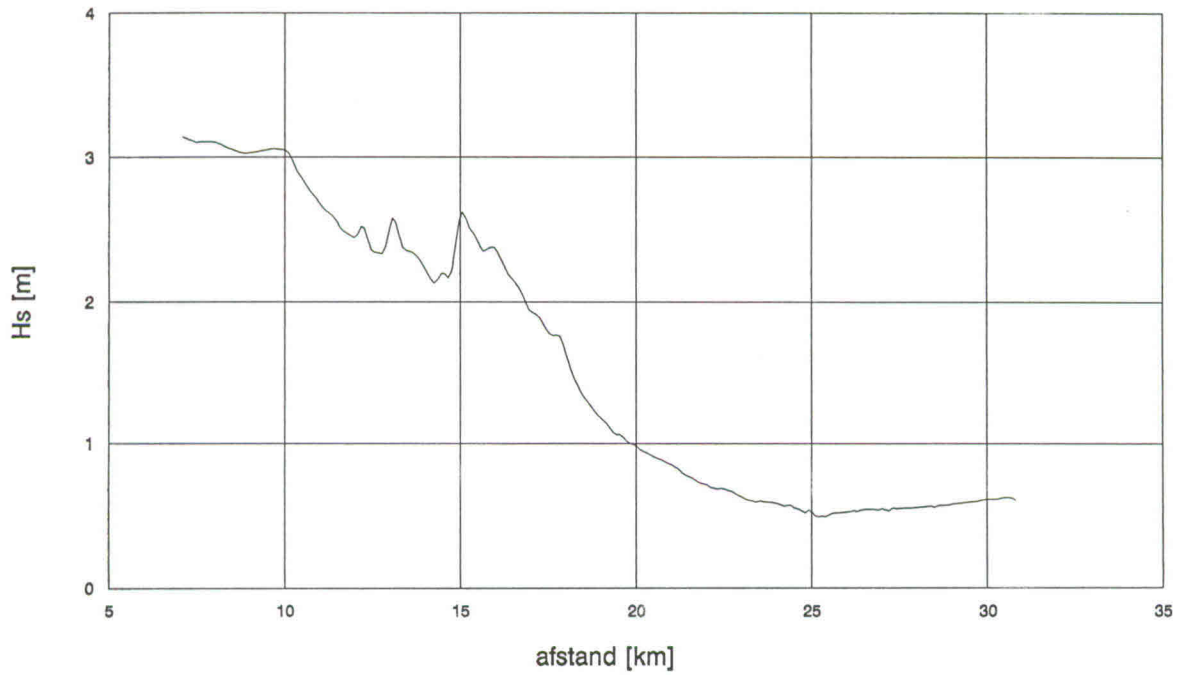
# Marsdiep Tm01

Storm 17 november 1992



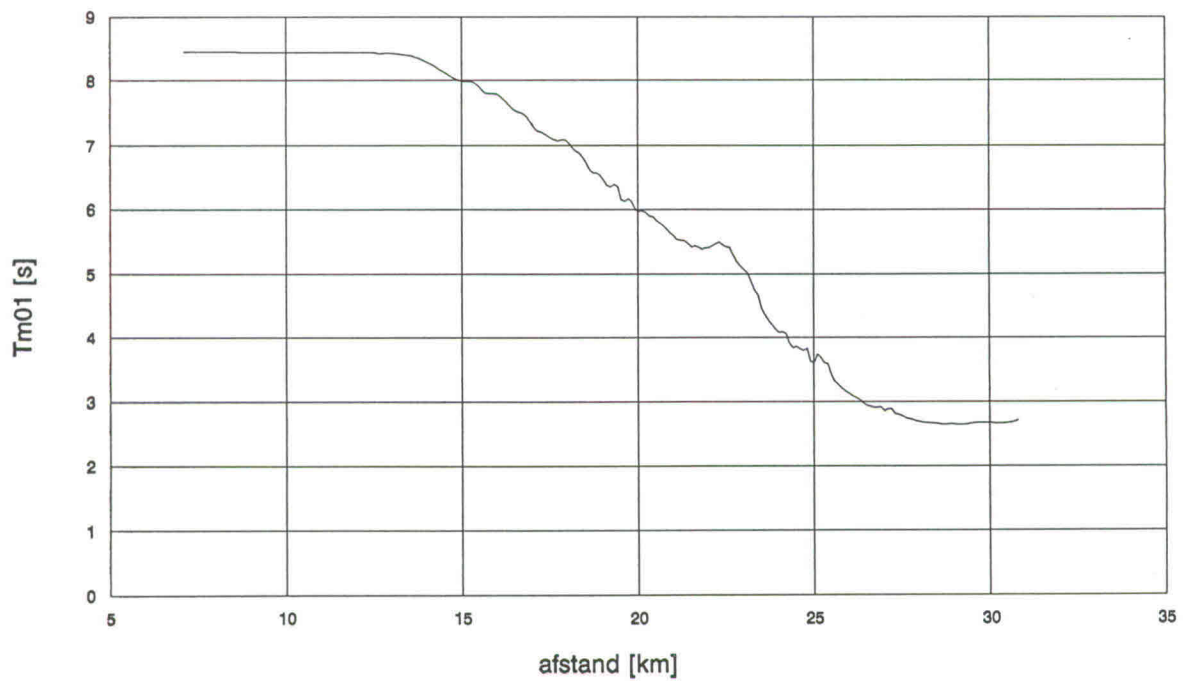
# Breewijd Hs

Storm 17 november 1992

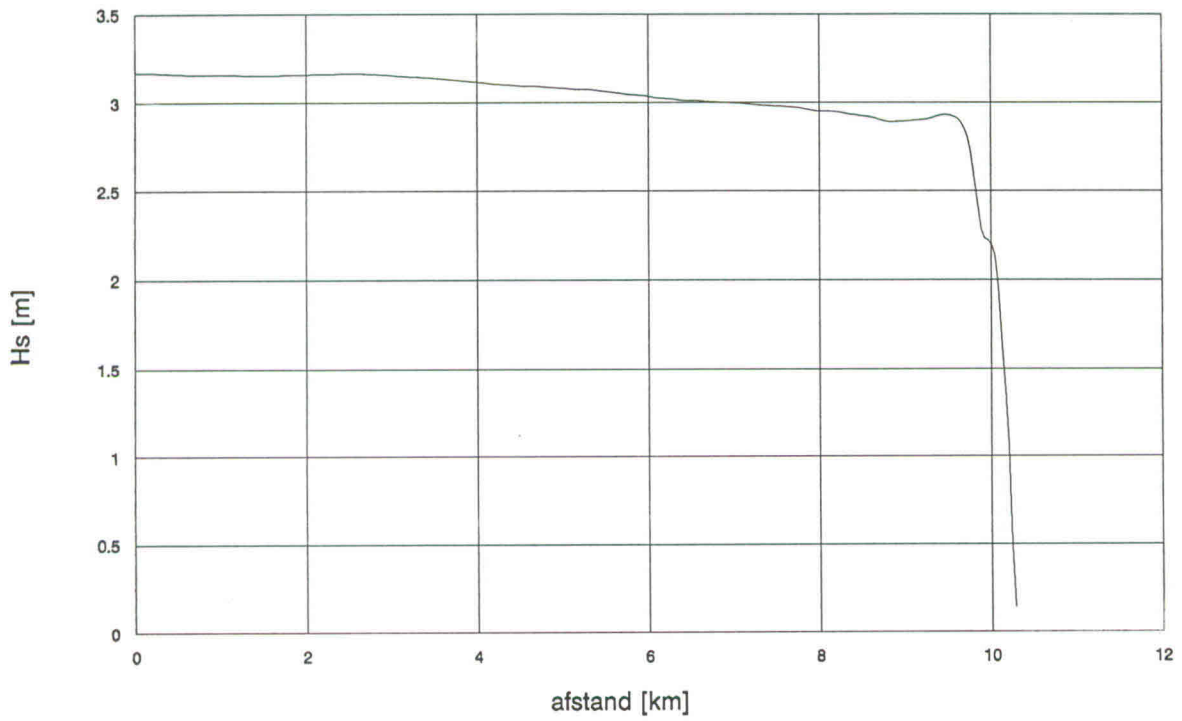


# Breewijd Tm01

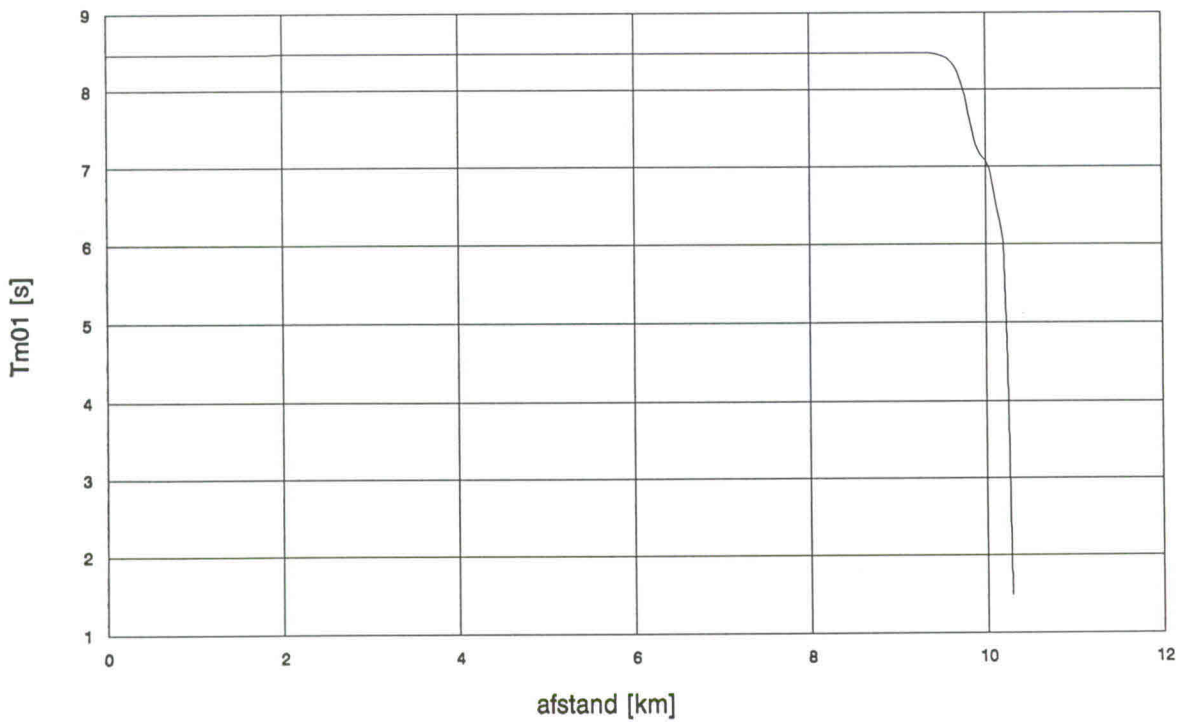
Storm 17 november 1992



# Egmond Hs



# Egmond Tm01



## Bijlage 10:

HISWA-invoerfile's standaardsuperstorm (sss)

PROJ 'H1355-HYDRA' 'BUITENGEBIED (FILENAAM=sssbu.his)'  
'STANDAARD SUPER STORM HOLLANDSE KUST '  
SET LEVEL=5.0 NEGME=9999  
GRID XCLN=37600. YCLN=90000. SECTOR=120. MXC=235 MYC=225 MDC=16 &  
FIXED XPC=-97850. YPC=39350. ALPC=-30.  
BOTTOM XPB=-97850. YPB=39350. ALPB=-30. MXB=925 MYB=890 DXB=40.&  
DYB=100.  
READ BOT 'een' FAC=-1. IDLA=4 NHED=0 FREE  
INC VAR YC=0. Hsig=8.1 PER=10.0 DIR=-45. MS=4. &  
YC=89000. Hsig=9.1 PER=10.9 DIR=-45. MS=4.  
WIND VEL=35. DIR=-45.  
BREAK GAMS=0.8 GAMD=1.13 FREQ  
FRIC CFW=0.006 CFC=0.005  
OFF BLK  
NGRID 'ZEEGAT ' XNLEN=19500. YNLEN=21840. SECTOR=135. MXN=975 MYN=336 &  
MDN=18 XPCN=-58076.92 YPCN=80000. ALPCN=-8.746  
NEST 'ZEEGAT ' 'sssnestzg '  
STOP



PROJ 'HYDRA' 'ZEEGAT' (FILENAAM=ssszg.his) 25-8-1992 '  
SET LEVEL=5.0 NEGMES=9999  
GRID XCLLEN=19500. YCLLEN=21840. SECTOR=135. MXC=975 MYC=336 MDC=18 &  
FIXED XPC=-58076.92 YPC=80000. ALPC=-8.746  
BOTTOM XPB=-97850. YPB=39350. ALPB=-30. MXB=925 MYB=890 DXB=40.&  
DYB=100.  
READ BOT 'twee' FAC=-1. IDLA=4 NHED=0 FREE  
BOUND NEST 'sssnestzg'  
WIND VEL=35. DIR=-45.  
BREAK GAMS=0.8 GAMD=1.13 FREQ  
FRIC CFW=0.006 CFC=0.005  
OFF BLK  
FRAME 'REKENZG' XFLLEN=19500. YFLLEN=21840. XPF=-58076.92 YPF=80000.&  
ALPF=-8.746 MXF=195 MYF=168  
CURVE 'MARSDIEP' -68000. 91500. &  
330 -35000. 91500.  
CURVE 'MOLENGAT' -60000. 107000. &  
248 -42500. 89500.  
CURVE 'BREEWIJD' -60000. 74500. &  
227 -44000. 90500. &  
82 -36450. 93620.  
TAB 'REKENZG' FILE 'ssszgrk.dat' XP YP DEP HS PER DIR  
TAB 'MOLENGAT' FILE 'ssszgmg.dat' DIST DEP HS PER DIR  
TAB 'MARSDIEP' FILE 'ssszgmd.dat' DIST DEP HS PER DIR  
TAB 'BREEWIJD' FILE 'ssszgbw.dat' DIST DEP HS PER DIR  
STOP

