



Aan

Onderzoeksgroep WOV hydraulica

Van

Doorkiesnummer

Van A. Louws

316

Bijlage(n)

28 april 1992

3

Document nr.

Deiningsdoordringing in de Westerschelde GWWS-92.851X

1. Inleiding.

In notitie AX-91,052 (WOVHY-089) zijn de ontwerp golfrandvoorwaarden vastgelegd voor tracé 3. Deze golfrandvoorwaarden zijn bepaald op basis van lokaal opgewekte golven. De bijdrage van deining (golven afkomstig van de Noordzee) zijn hierbij niet afzonderlijk meegenomen.

Het doel van deze studie is in de eerste plaats aan de hand van metingen en berekeningen na te gaan of voor het ontwerp van de WOV ook rekening moet worden gehouden met deining welke afkomstig is van de Noordzee.

In de tweede plaats deining van de Noordzee te vertalen naar de aanvoertracé van tunnelelementen in het gebied tussen de Sloehaven en het tracé van de WOV.

In dit werkdocument worden de resultaten van deiningsberekeningen met HISWA gepresenteerd en vergeleken met metingen.

2. Deiningsdoordringing in de Westerschelde.

Golven welke hun oorsprong vinden in een zeegangsveld dat in de meer noordelijke Noordzee of Noorse Zee is opgewekt door een harde wind of storm met een richting tussen NW en NNO, ondergaan op hun reis via het zuidelijk gedeelte van de Noordzee geleidelijk aan veranderingen. De golfhoogte wordt n.l. kleiner en de golflengte wordt groter. Dergelijke golven welke niet meer onder invloed staan van de heersende wind wordt deining genoemd.

Bij de bestudering van golfspectra in de Westerscheldemond blijken de spectra nogal eens twee maxima te hebben, een laag frequent en een hoog frequent maximum.

Uit eerdere studies is bekend dat de energie rondom de laagfrequente top afkomstig is van de Noordzee (deining) en de energie rondom de hoogfrequente top afkomstig is van de plaatselijke wind boven het platen gebied van de Westerscheldemond.

Kortweg gezegd komt het hier op neer dat lange deiningsgolven bij ondiepten in de Westerschelde energie verliezen. Daarnaast zal energie van de lokale wind aan de golven toegevoegd worden en zullen nieuwe golven ontstaan. Deze laatsten hebben over het algemeen een relatief korte periode (hoog frequente energie).

De waterdiepte is dus sterk bepalend voor de deiningsdoordringing in de Westerschelde.

Ook zal de richting van deze deiningsgolven wijzigen door hellingen in de bodem (refractie), waardoor energie van de golven afneemt.

Als indicatie van de spectrale vorm van het golvenspectrum wordt gebruik gemaakt van de volgende parameters:

- TE1 golfenergie met periode < 5 sec.
- TE2 golfenergie met periode tussen 5 en 10 sec.
- TE3¹ golfenergie met periode tussen 10 en 30 sec.

3. Aanpak

Om inzicht te krijgen in de doordringing van deiningsgolven vanuit de Noordzee in de Westerschelde zijn een aantal gerichte HISWA-berekeningen uitgevoerd.

Hiervoor zijn de energie waarden TE2 en TE3 vertaald naar golfhoogtes HTE2 en HTE3, waarbij $HTE2 = 4\sqrt{TE2}$ en $HTE3 = 4\sqrt{TE3}$.

De berekeningen zijn te onderscheiden in:

- a) Doordringing van HTE2.
- b) Doordringing van HTE3.
- c) Doordringing van deining opgetreden op 16 februari 1992.

¹TE3 wordt in de literatuur ook wel aangegeven met E10.

In figuur 1. zijn schematisch de uitgevoerde berekeningen weergegeven met een letter.

ad a) In de eerste plaats is berekend wat de doordringing is van HTE2 bij een constante waterstand van NAP + 6,00 m en variabele HTE2 bij de DELO (berekening A t/m F). In de tweede plaats zijn de berekeningen F t/m J uitgevoerd waarbij de HTE2 bij DELO 1 m bedraagt en de waterstand variabel.

ad b) Vervolgens zijn met HISWA berekeningen uitgevoerd waarbij de doordringing van de HTE3 is bepaald. Ook hier is de deïningsdoordringing berekend met een constante waterstand van NAP + 6,00 m en variabele HTE3 bij DELO (berekening Ad t/m Fd). Daarna zijn de berekeningen Fd t/m Jd uitgevoerd waarbij de HTE3 1 m bedraagt en de waterstand variabel.

ad c) Na een selectie van opgetreden deining gedurende de maanden januari t/m maart 1992 in de Westerscheldemond, is het deingsgeval van 16 februari 1992 op het tijdstip 12.00 met HISWA gesimuleerd.

Op de plaatsen waar op dit moment waveriders uitliggen, zijn de uitkomsten van de waarden uitgeprint en zover mogelijk vergeleken met gemeten waarden.

4. Resultaten.

4.1 HISWA-berekeningen

De berekeningsresultaten van HISWA worden gecomprimeerd weergegeven op de bijlagen 2 t/m 5.

bijlage 2a: Golfhoogte op verschillende lokaties met constante HTE2 bij DELO en variabele waterstand (berekeningen F t/m J).

bijlage 2b: Isolijnen van golfhoogte en periode (berekening H).

bijlage 3a: Golfhoogte op verschillende lokaties met constante waterstand en variabele HTE2 bij DELO (berekeningen A t/m F).

bijlage 3b: Isolijnen van golfhoogte en periode (berekening D).

		Waterstand (m) t.o.v. NAP				
		6	4	2	0	-2
Golfhoogte deining (m) bij DELO	.10	A				
	.20	B				
	.40	C				
	.60	D				
	.80	E				
	1.00	F	G	H	I	J

fig. 1. Schematisatie berekeningen.

- bijlage 4a: Golfhoogte op verschillende lokaties met constante HTE3 bij DELO en variabele waterstand (berekeningen Fd t/m Jd).
- bijlage 4b: Isolijnen van golfhoogte en periode (berekening Hd).
- bijlage 5a: Golfhoogte op verschillende lokaties en constante waterstand en variabele HTE3 bij DELO. (berekening Ad t/m Fd).
- bijlage 5b: Isolijnen van golfhoogte en periode (berekening Dd).

Op de bijlagen 2 t/m 5 en in tabel 1 is te zien dat deining afkomstig van de Noordzee t.g.v. de ondiepe gedeelten in de Westerscheldemonk sterk uitdempt.

De piekperiode (HISWA geeft het actiegemiddelde $T_{m-1,0}$) neemt af naarmate de golven verder de Westerschelde binnendringen.

Tabel 1.

HTE2 bij DELO 1,00 m.							HTE3 bij DELO 1,00 m.				
	WS	6	4	2	0	-2	6	4	2	0	-2
WOV1	Hs	0,20	0,16	0,13	0,12	0,16	0,14	0,11	0,09	0,09	0,10
	Tp	7,5	6,3	5,3	3,9	2,3	13,5	12,7	8,7	4,6	2,4
WOV2	Hs	0,21	0,17	0,13	0,12	0,14	0,15	0,13	0,12	0,11	0,13
	Tp	6,5	5,6	4,1	2,9	2,9	7,1	5,6	3,6	2,3	2,4

Uit de berekeningen valt het volgende op te maken:

- Opmerkelijk is de doordringing van de deining op de lokatie WOV5 in vergelijking met de nabijgelegen lokaties WOV3 en WOV4.
- De deiningendoordringing is, zoals verwacht, afhankelijk van de waterstand
- De demping van HTE3 is sterker dan voor HTE2.
- De golfdoordringing nabij de Sloehaven (lokaties WOV3 en WOV6) wordt bij de berekeningen met HISWA onderschat.

4.2 Metingen

Van het deininggeval op 16 februari 1992 zijn op bijlage 6a t/m 6d de spectra van de locaties DELO, WOV1, WOV2, WOV3, WOV4, WOV5, WOV6 en WIEL te zien met gegevens over: WSN - windsnelheid in m/sec.

WR - windrichting in ° t.o.v. N.

WST - waterstand t.o.v. NAP in cm.
STV - dummy.
Hs - significante golfhoogte.
E10 - TE3; golfenergie afkomstig van
golven met een periode groter
dan 10 sec.

Uit de spectra van de locatie WIEL op bijlage 6d en spectra welke niet in dit werkdocument worden weergegeven, is duidelijk te zien dat de opgetreden spectra twee-toppig zijn.

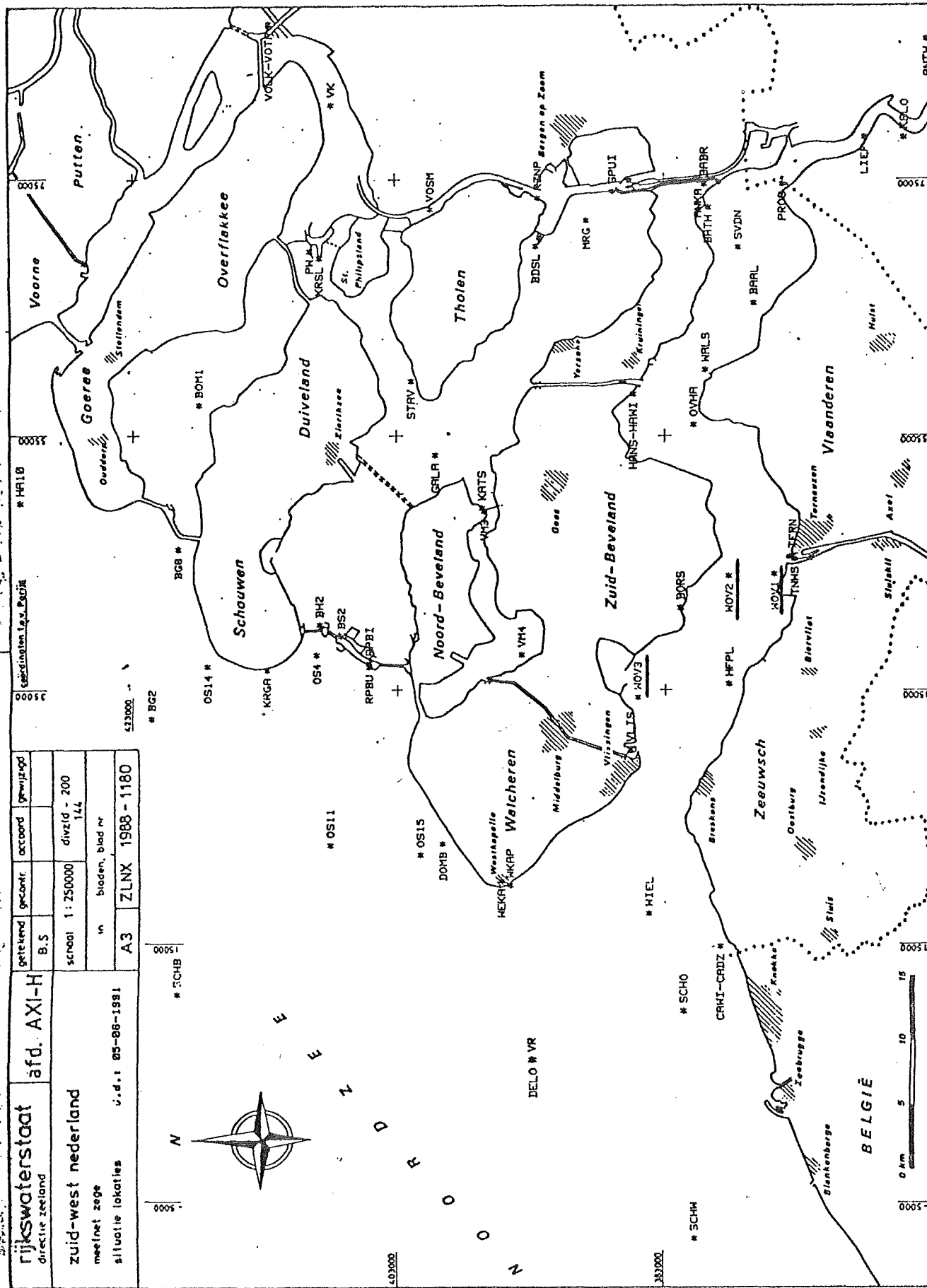
Ook is op bijlage 6a t/m 6d de vormverandering van de spectra voor verschillende lokaties in de Westerschelde te zien.

Uit de spectra valt het volgende op te maken:

- Naarmate de deiningsgolven verder de Westerschelde binnenkomen neemt de golfenergie af.
- Er vindt een verschuiving plaats, van golfenergie naar een hogere frequentie. Het proces wat hier plaats vindt wordt in de literatuur "niet-lineaire wisselwerking" genoemd. Het betekent dat golfenergie voorgesteld in een spectrum, overgaat van de ene frequentieband in een andere frequentieband. Wat er ter plaatse van het tracé van de toekomstige WOV overblijft is een ééntoppig, breed spectrum.
- Voor het beschouwde deininggeval wordt ter plaatse van het tracé geen deining meer waargenomen.
- Het merkwaardige verschil in golfhoogte tussen enerzijds WOV5 en anderzijds de lokaties WOV3 en WOV6, wat bij de HISWA-berekeningen naar voren kwam, is bij de metingen minder te zien.

5. Conclusies en samenvatting.

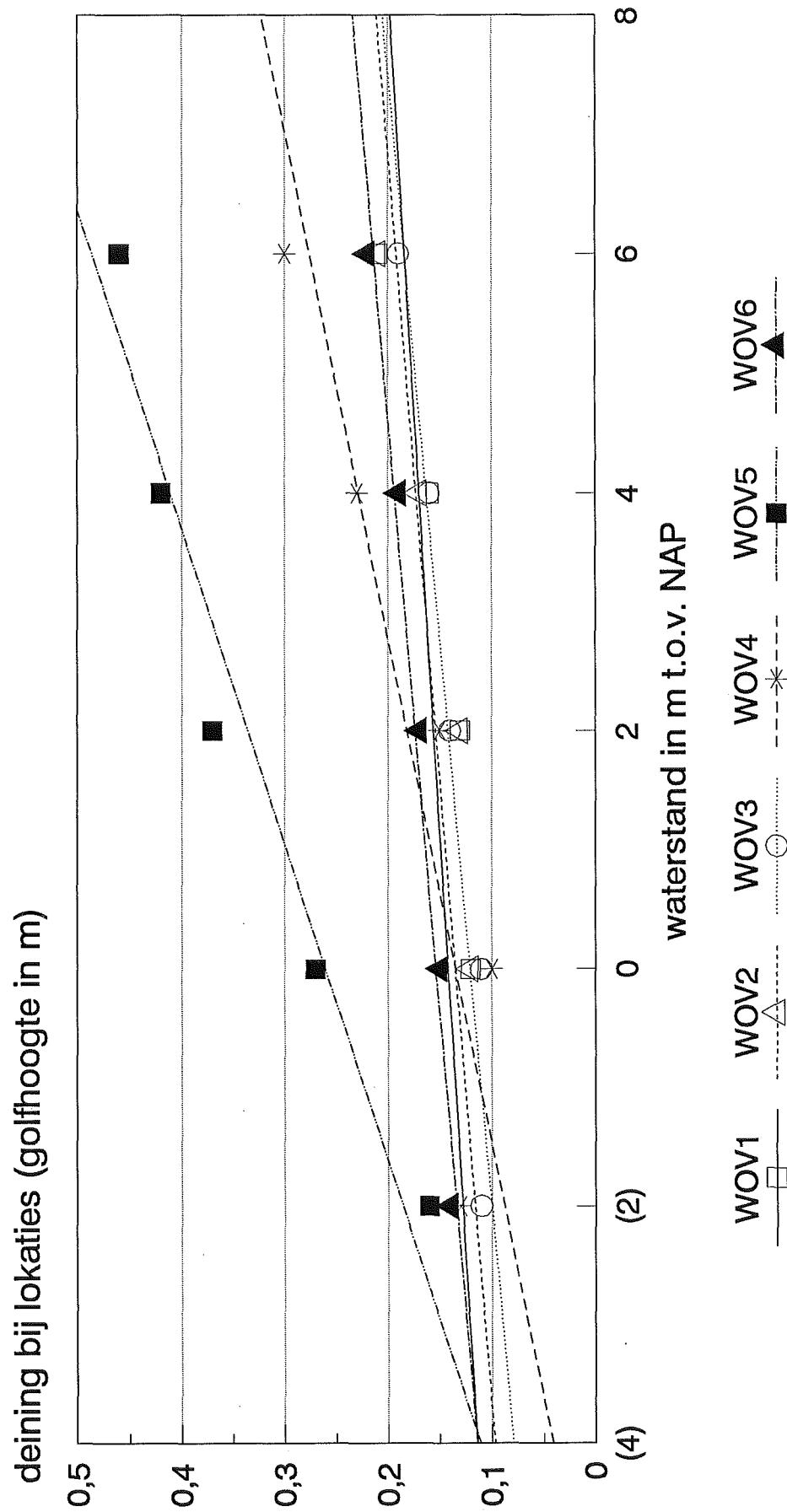
- Zowel uit berekeningen als uit metingen blijkt dat golven met een lange periode welke vanaf de Noordzee de Westerschelde binnendringen sterk worden gereduceerd.
- Deiningsgolven die de Westerschelde binnendringen zijn sterk afhankelijk van de waterstand.
- Uit berekeningen en metingen valt te concluderen dat tussen de Sloehaven en het tracé van de toekomstige WOV deining kan optreden.
- Uit de gemeten spectra blijkt dat er een verschuiving van golfenergie optreedt van de ene frequentieband naar een hogere frequentieband.
- Uit de HISWA berekeningen blijkt dat naarmate de deining de Westerschelde binnen komt, de golfperiode afneemt.
- Uit deze studie kan geconcludeerd worden, dat deining afkomstig van de Noordzee zeer sterk afneemt en dat ook de golfperiode kleiner wordt afneemt, zodat het aandeel van deining in de ontwerp golfhoogte ter plaatse van het tracé van de toekomstige WOV te verwaarlozen is.

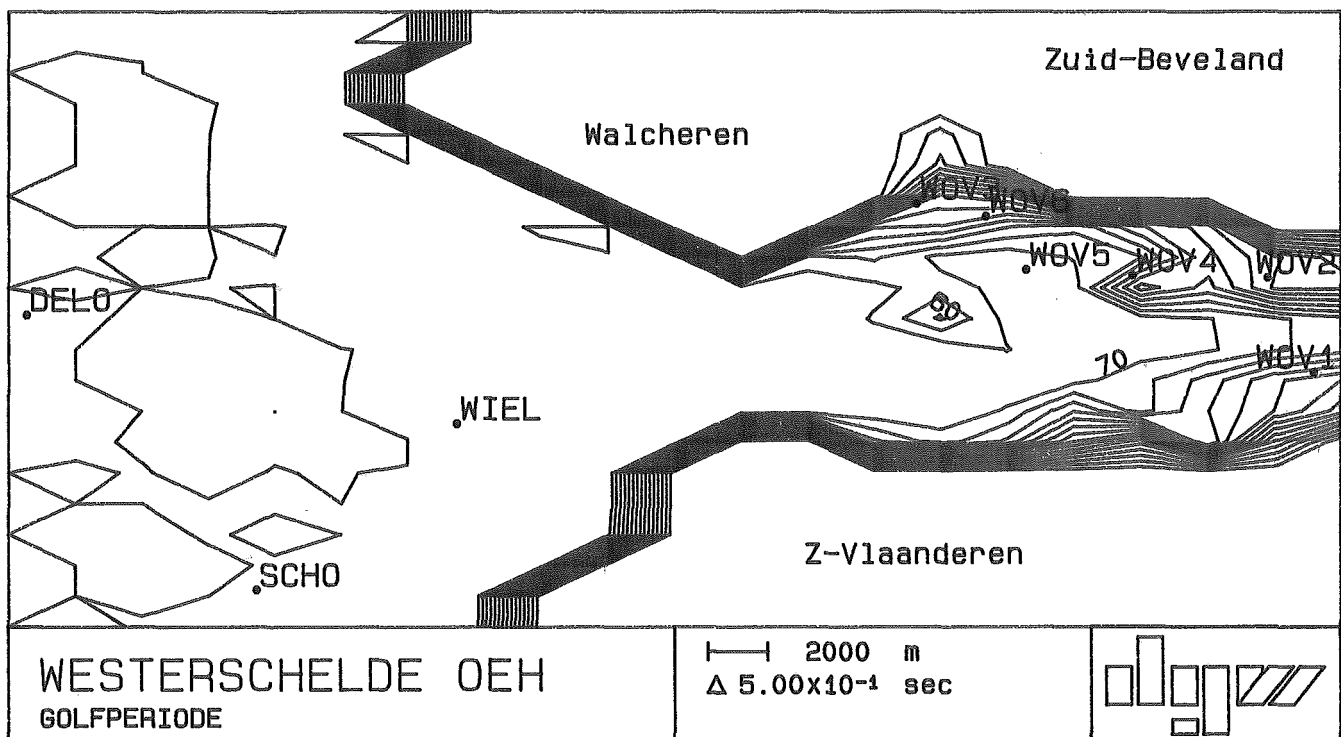
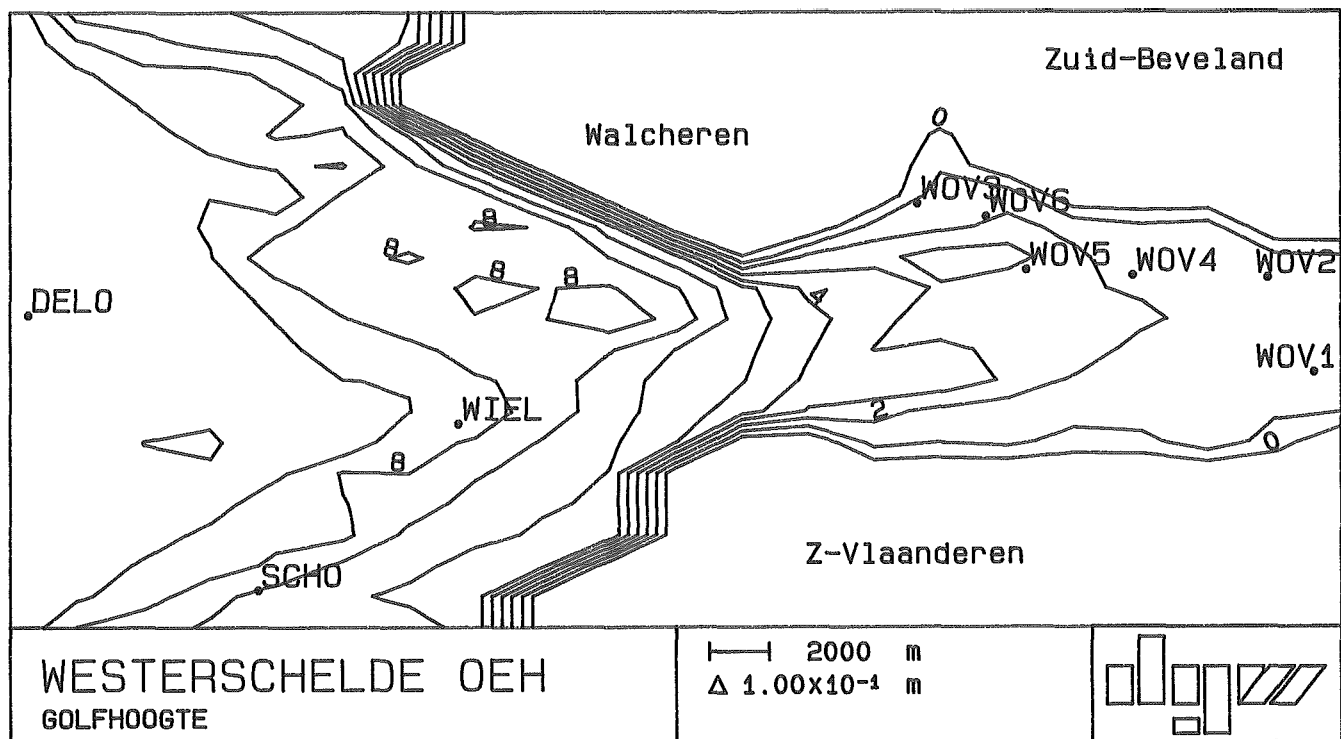


WESTERSCHELDE

HISWA-RESULTATEN

DEINING BIJ DELO (HTE2 = 1 M)



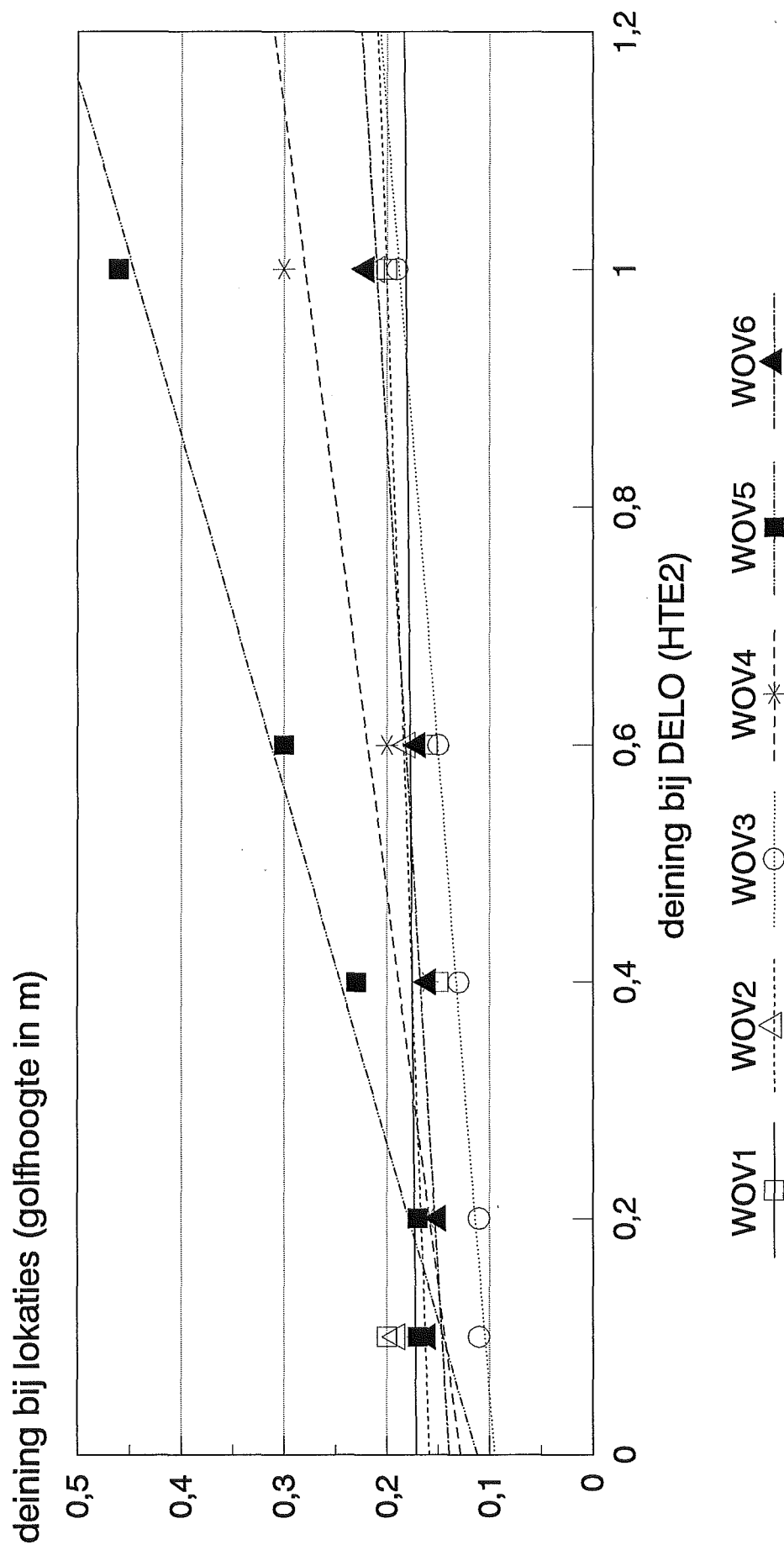


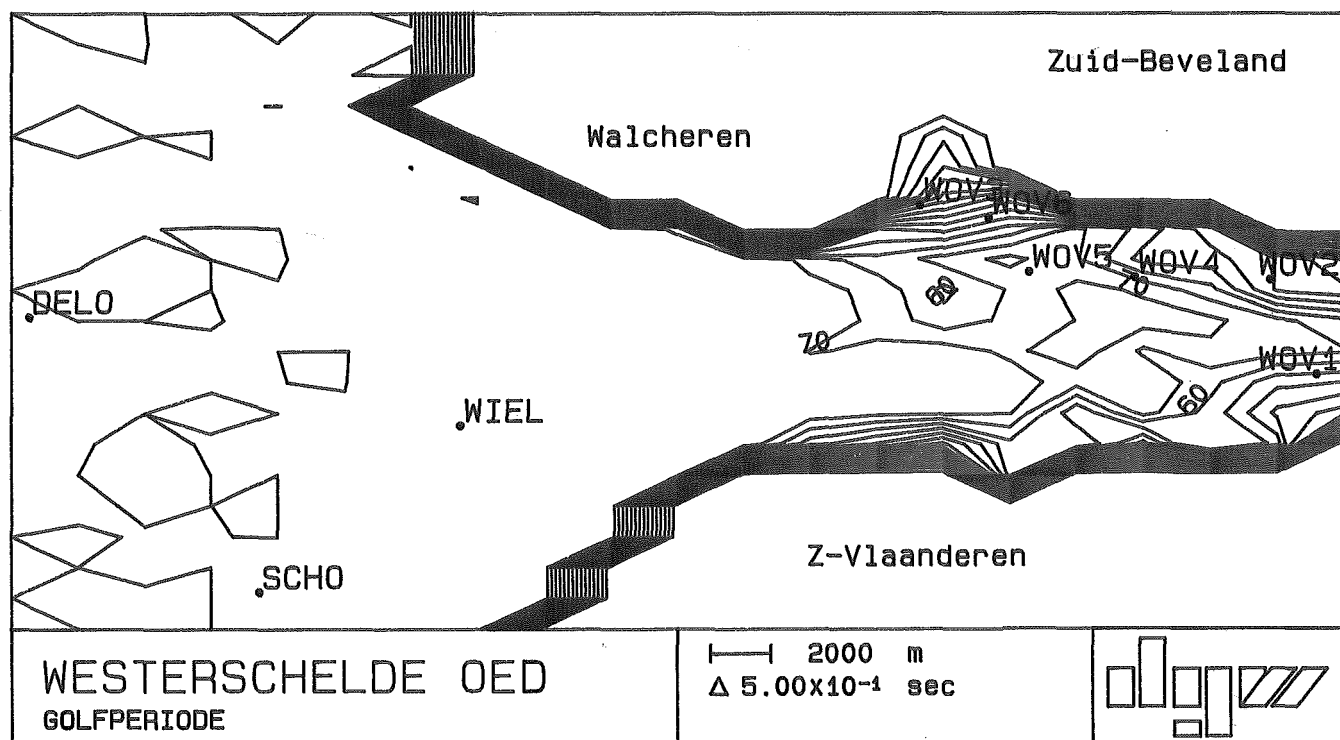
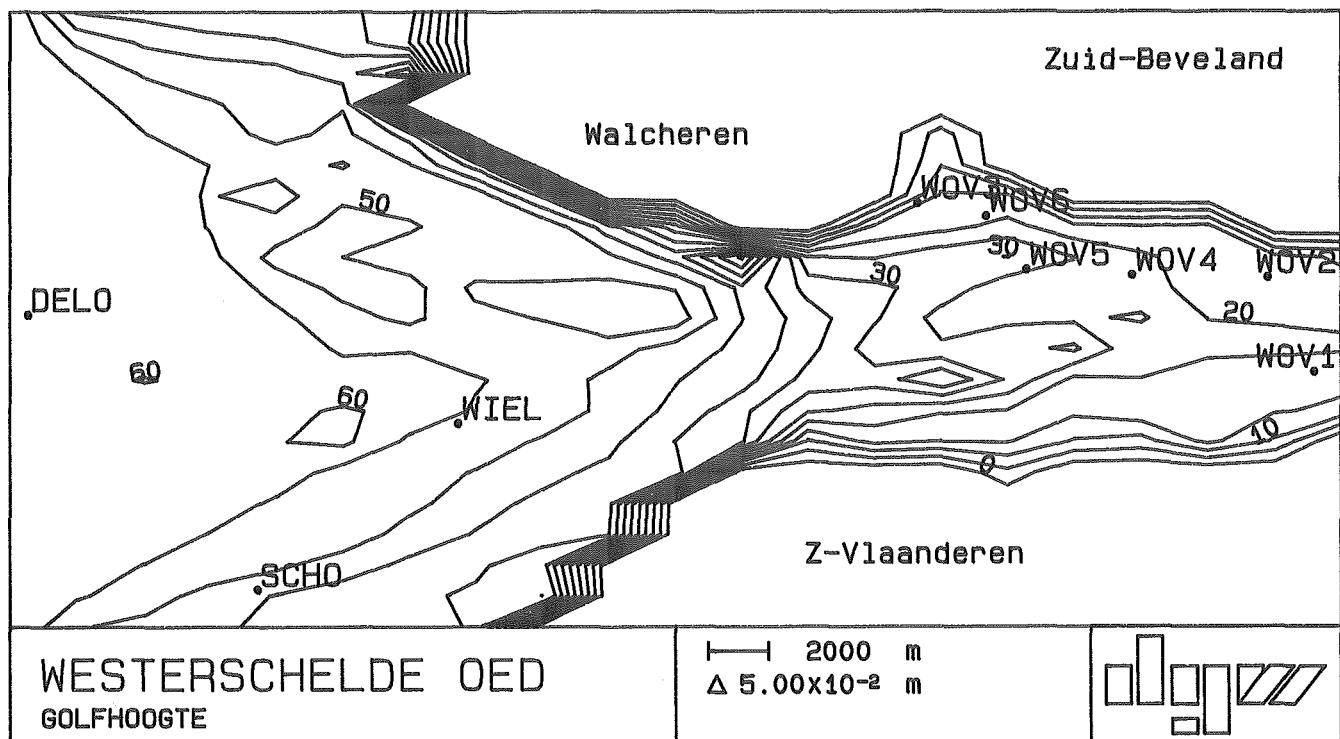
1WINDRICHTING 300 t.o.v. N (deining)
 MAAS 200*200 M RICHTINGSSPREIDING 120 graden
 HTE2=1,00 TM=7,5 TETA=W VW=5,0 m/sec WS = NAP+2,00 m

WESTERSCHELDE

HISWA-RESULTATEN

WATERSTAND NAP + 6 m



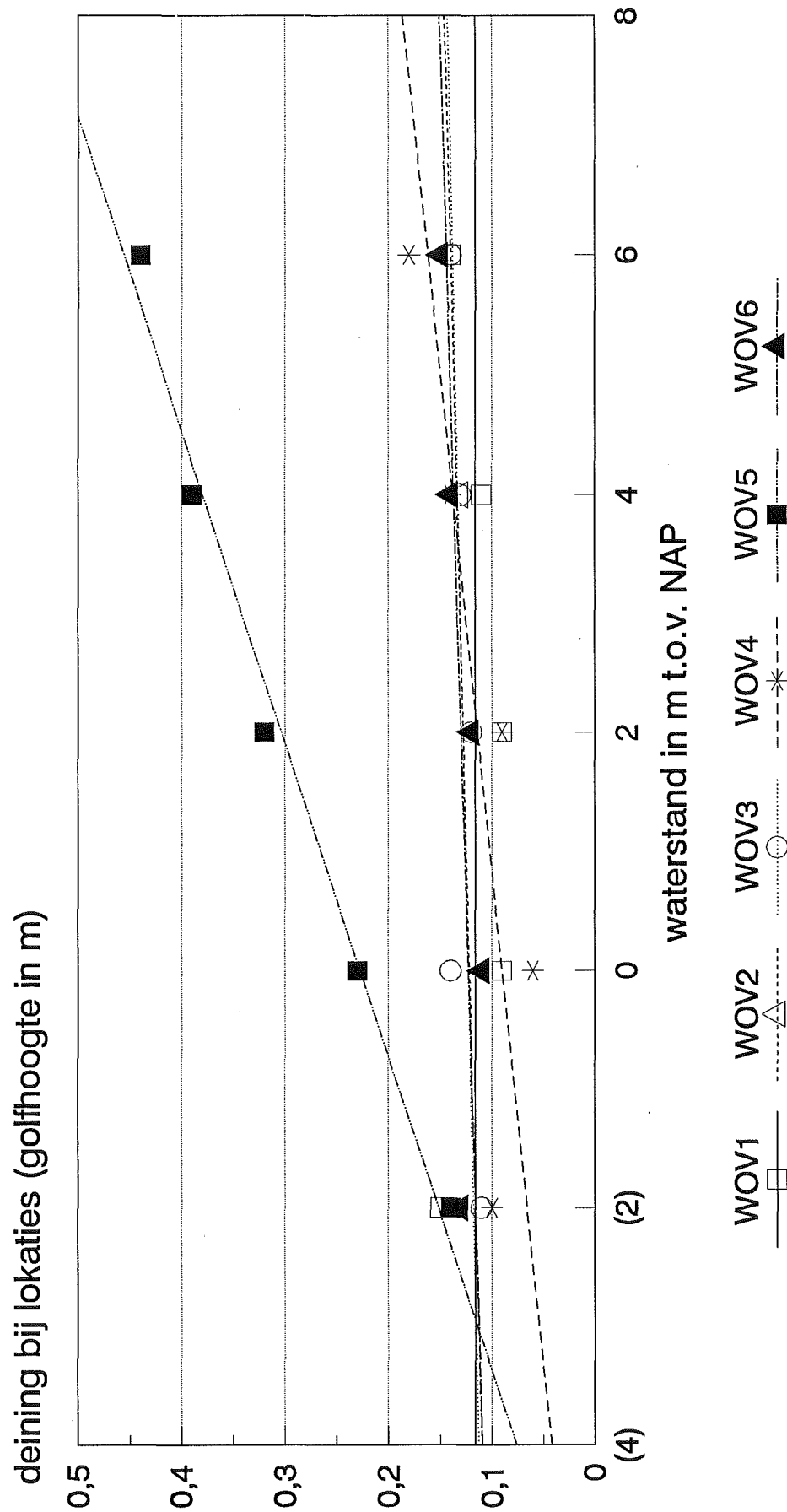


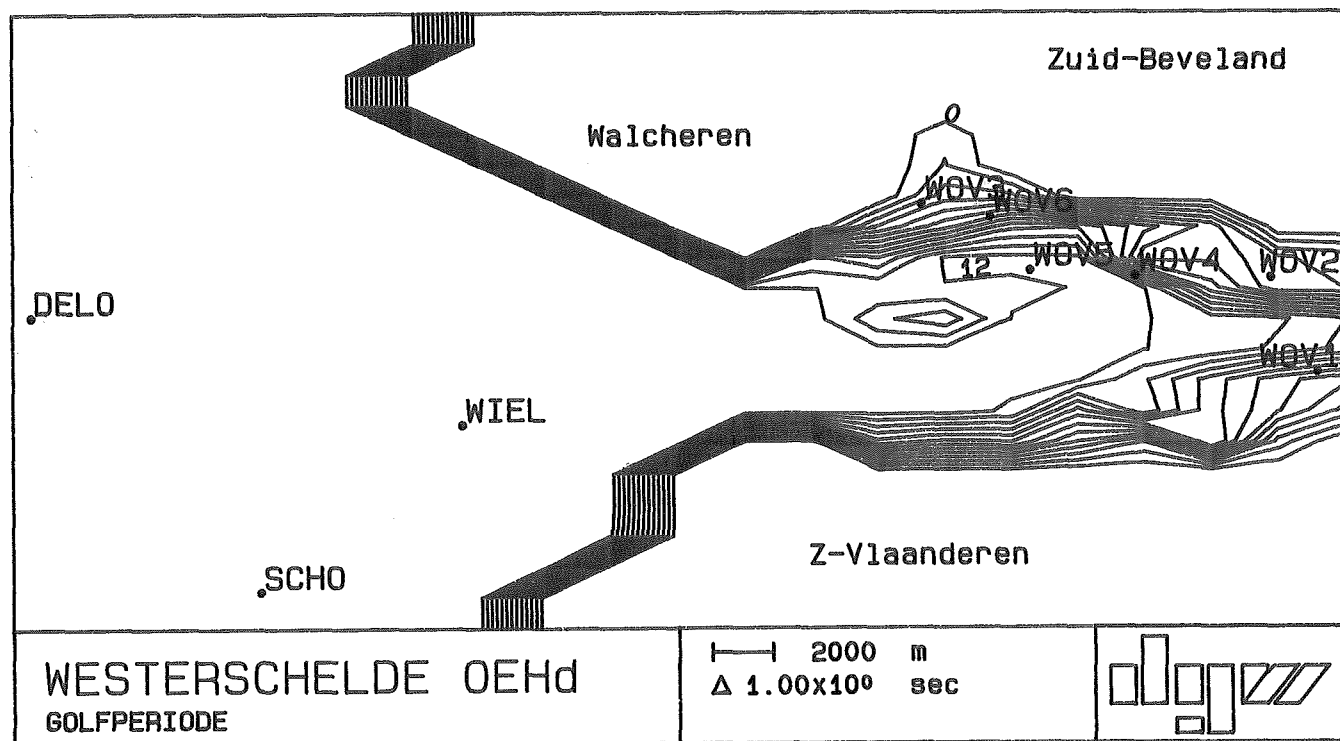
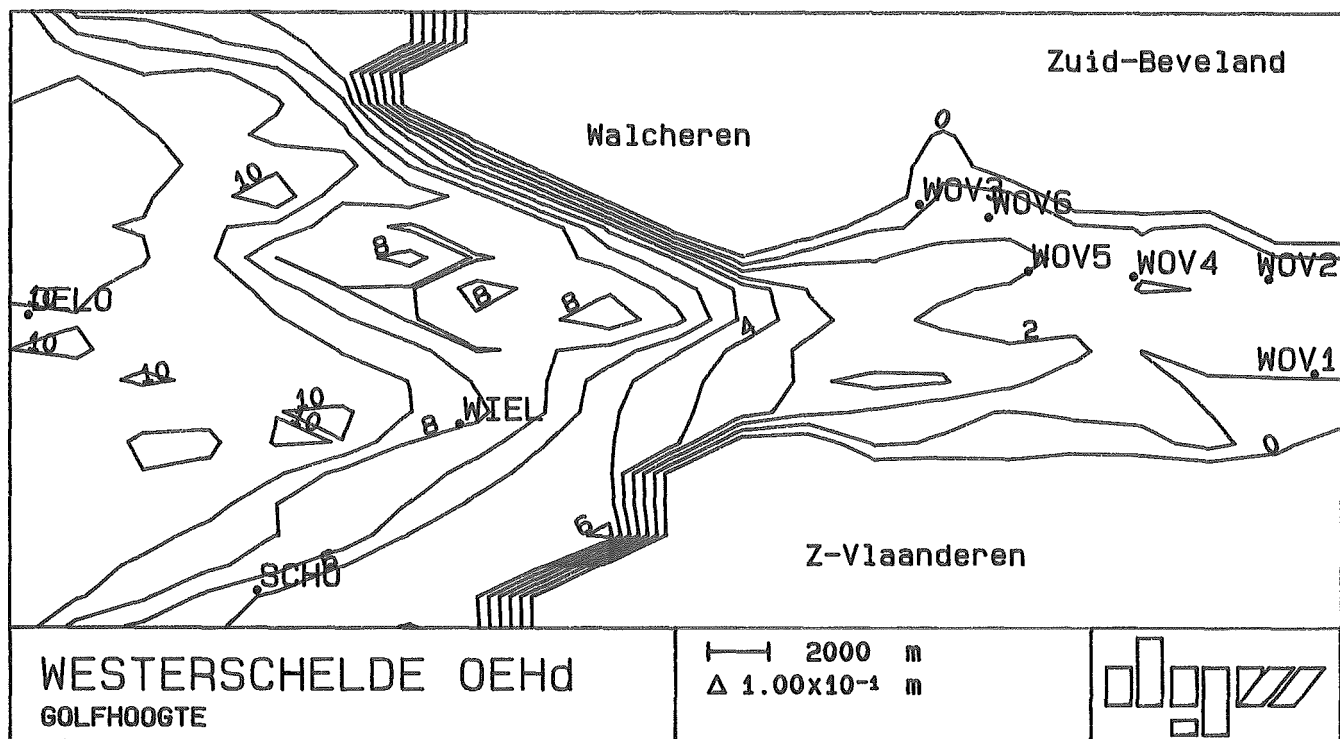
1 WINDRICHTING 300 t.o.v. N (deining)
 MAAS 200*200 M RICHTINGSSPREIDING 120 graden
 HTE2=0,60 TM=7,5 TETA=W VW=5,0 m/sec WS = NAP+6,00 m

WESTERSCHELDE

HISWA-RESULTATEN

DEINING BIJ DELO (HTE3=1M)



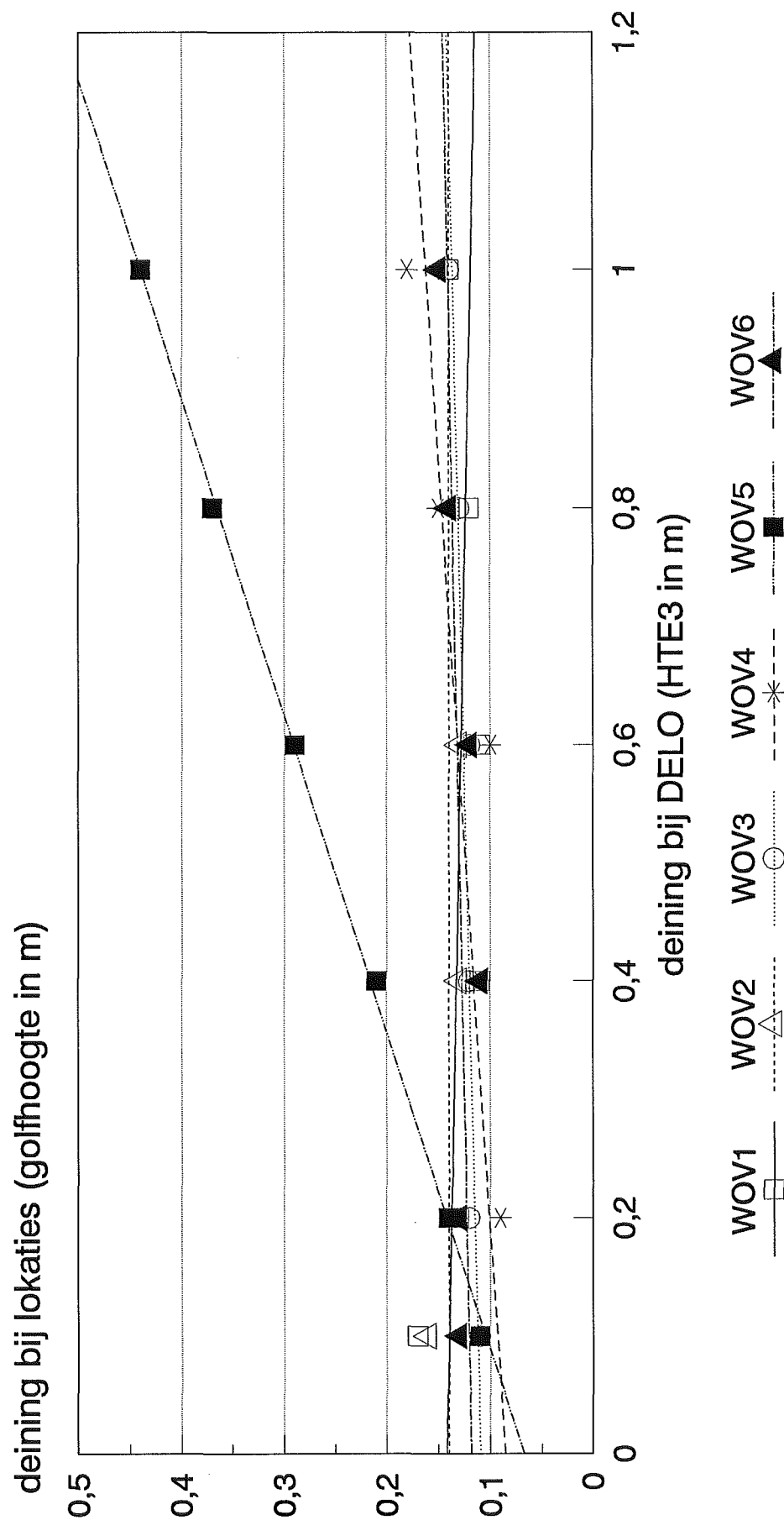


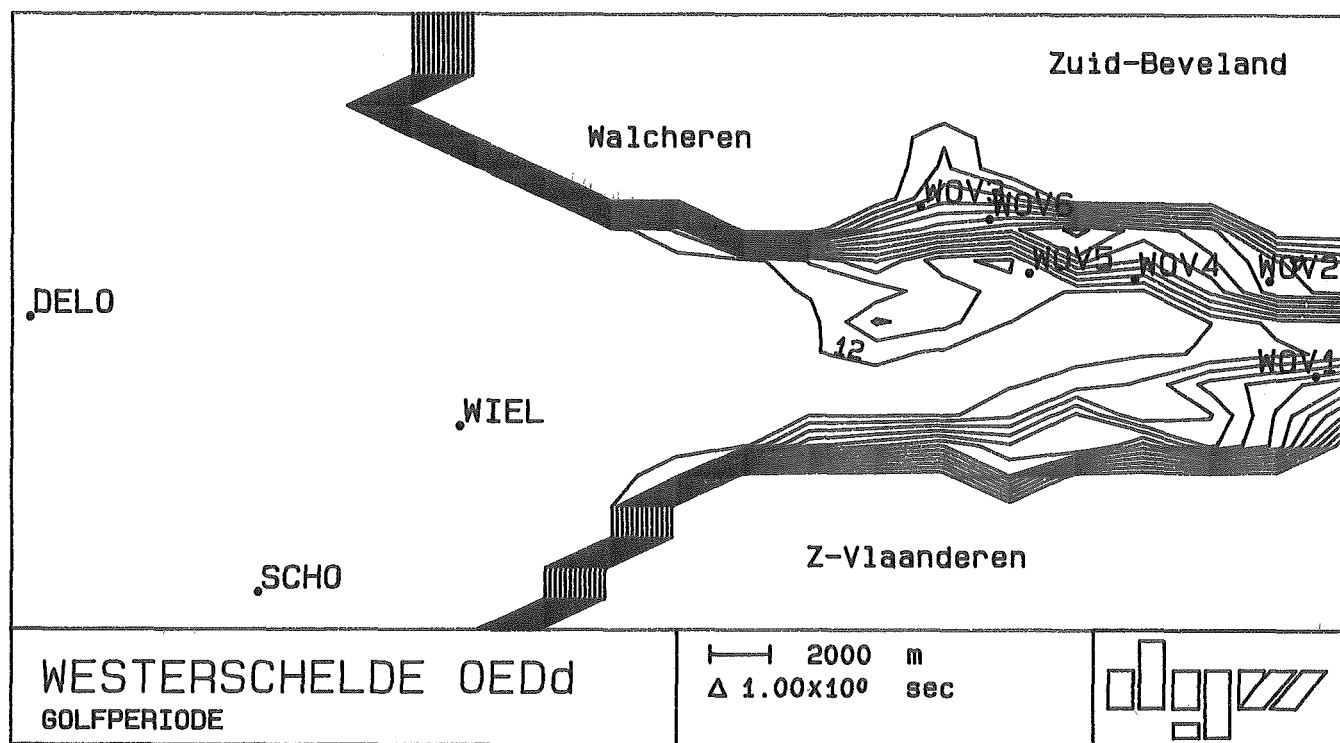
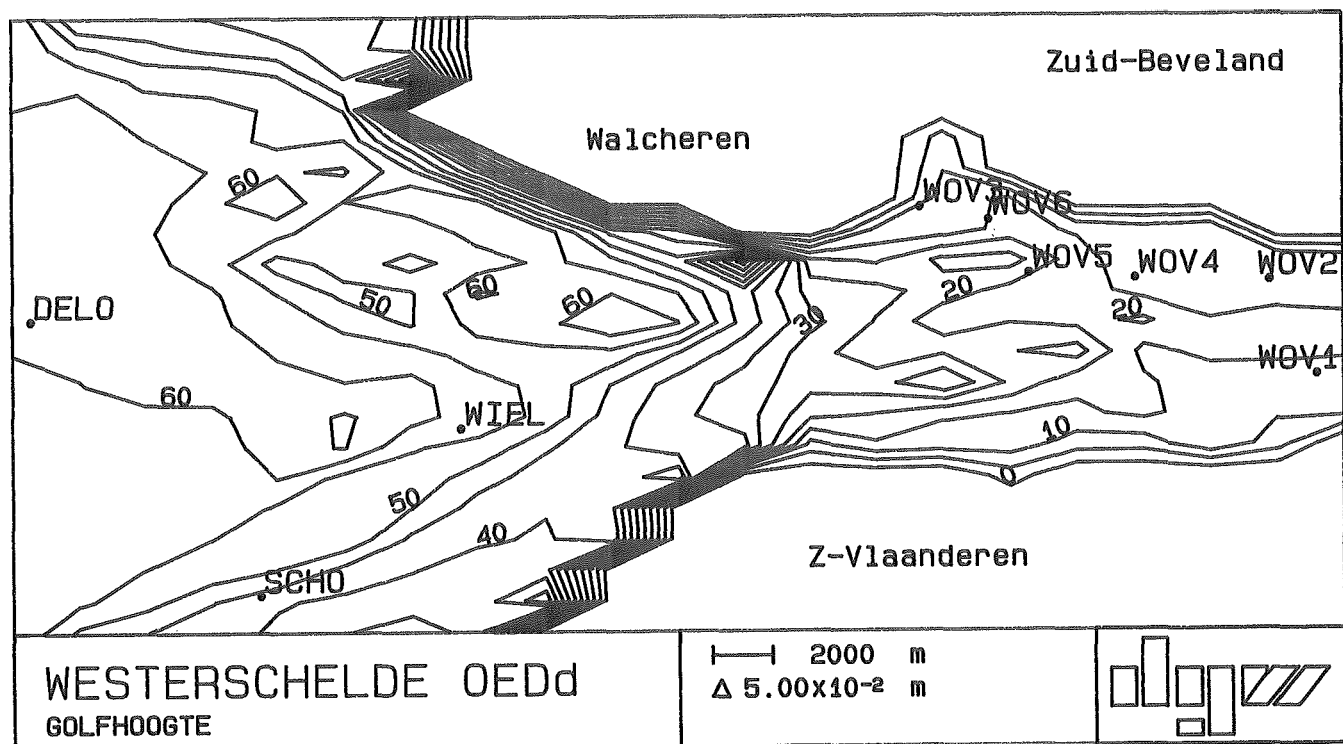
1WINDRICHTING 300 t.o.v. N (deining)
 MAAS 200*200 M RICHTINGSSPREIDING 120 graden
 HTE3=1,00 TM=12,5 TETA=W VW=5,0 m/sec WS = NAP+2,00 m

WESTERSCHELDE

HISWA-RESULTATEN

WATERSTAND NAP + 6m





.2900E+00 -.3106E+02 .1214E+02
 1WINDRICHTING 300 t.o.v. N (deining)
 MAAS 200*200 M RICHTINGSSPREIDING 120 graden
 HTE2=0,60 TM=12,5 TETA=W VW=5,0 m/sec WS = NAP+6,00 m

