

**DE BODEMMORFOLOGIE IN DE GEULEN
VAN HET OOSTELIJK DEEL VAN DE WESTERSCHELDE**

door Gerben Ruessink
Zeist, oktober 1991

INHOUDSOPGAVE

Titel	Pagina
Lijst van figuren.....	i
Lijst van tabellen.....	iii
Lijst van kaarten.....	iv
1. Inleiding.....	1
2. Werkwijze.....	2
3. Relatie tussen ribbelkarakteristieken en waterbewe- ging in een estuarium.....	6
4. Beschrijving van de ribbelparameters in het oostelijk deel van de Westerschelde.....	9
4.1. Inleiding.....	9
4.2. De Schaar van Waarde en de Zimmermangeul.....	9
4.3. De Schaar van Valkenisse.....	21
4.4. Het Zuidergat en de Overloop van Valkenisse.....	32
5. Verklaring van de voorkomende ribbelparameters.....	45
5.1. Inleiding.....	45
5.2. Relatie ribbelparameters met hydraulica.....	45
5.2.1. Snelheden bepaald met debietgegevens.....	45
5.2.2. Snelheidspuntwaarnemingen.....	46
5.3. Relatie ribbelparameters met het verloop van de bodemligging.....	47
6. Conclusies.....	52
Literatuurlijst.....	53

LIJST VAN FIGUREN

1. Ligging van het onderzoeksgebied.
2. Schematische weergave van de vaarassen ten opzichte van de centrale as
3. Relatie tussen ribbellengte (L) en waterdiepte (h)
4. Relatie tussen ribbelhoogte (H) en waterdiepte (h)
- 5a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelhoogte, doodtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, doodtij, negatieve zijde
- 6a. Idem: ribbelhoogte, doodtij, positieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, doodtij, positieve zijde
- 7a. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, positieve zijde
8. Schaar van Waarde, doodtij, negatieve zijde (474-898). Ribbelopeenvolging bij drempel
9. Schaar van Waarde, doodtij, negatieve zijde (572-649). Stortmateriaal (veen en klei)
- 10a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelhoogte, springtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, springtij, negatieve zijde
- 11a. Idem: ribbelhoogte, springtij, positieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, springtij, positieve zijde
- 12a. Idem: ribbelsteilheid, springtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbelsteilheid, springtij, positieve zijde
- 13a. Idem: doodtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte tegen springtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte
 - b. Als 13a met ribbellengte
 - c. Als 13a met ribbelsteilheid
- 14a. Schaar van Valkenisse: ribbelhoogte, doodtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, doodtij, negatieve zijde
- 15a. Idem: ribbelhoogte, doodtij, positieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, doodtij, positieve zijde
- 16a. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, positieve zijde

- 17a. Idem: ribbelhoogte, springtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, springtij, negatieve zijde
- 18a. Idem: ribbelhoogte, springtij, positieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, springtij, positieve zijde
- 19a. Idem: ribbelsteilheid, springtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbelsteilheid, springtij, positieve zijde
- 20. Schaar van Valkenisse. Springtij, positieve zijde (1725 - 2249). Ribbelopeenvolging bij drempel
- 21a. Schaar van Valkenisse, doodtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte tegen springtij-gewogen-gemiddelde-ribbelhoogte
 - b. Als 21a met ribbellengte
 - c. Als 21a met ribbelsteilheid
- 22a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse: ribbelhoogte, doodtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, doodtij, negatieve zijde
- 23a. Idem: ribbelhoogte, doodtij, positieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, doodtij, positieve zijde
- 24a. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, positieve zijde
- 25a. Idem: ribbelhoogte, springtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, springtij, negatieve zijde
- 26a. Idem: ribbelhoogte, springtij, positieve zijde
 - b. Idem: ribbellengte, springtij, positieve zijde
- 27a. Idem: ribbelsteilheid, springtij, negatieve zijde
 - b. Idem: ribbelsteilheid, springtij, positieve zijde
- 28a. Zuidergat, as 13. Springtij, negatieve zijde. Ebgeoriënteerde ribbels
 - b. Idem: vloedgeoriënteerde ribbels
- 29a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse, doodtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte tegen springtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte
 - b. Als 29a met ribbellengte
 - c. Als 29a met ribbelsteilheid
- 30a. Maximale ebstroom bij gemiddeld doodtij
 - b. Maximale vloedstroom bij gemiddeld doodtij
- 31a. Maximale ebstroom bij gemiddeld springtij
 - b. Maximale vloedstroom bij gemiddeld springtij

LIJST VAN TABELLEN

1. Begincoördinaten van de assen en de cumulatieve afstand
2. Getijdegegevens
3. Momenten van varen van de sonartracks
4. Gewogen gemiddelden van ribbelhoogte, -lengte en -steilheid
Schaar van Waarde en Zimmermangeul
5. Gewogen gemiddelden van ribbelhoogte, -lengte en -steilheid
Schaar van Valkenisse
6. Gewogen gemiddelden van ribbelhoogte, -lengte en -steilheid
Zuidergat en Overloop van Valkenisse
7. Doorsnede-gemiddelde maximale stroomsnelheden

LIJST VAN KAARTEN

1. Locatie assen. Project OostWest
2. Ribbelhoogte. Sonaropname oostelijk deel Westerschelde.
Doodtijsituatie 21 tot en met 23 maart 1990. Project OostWest
3. Ribbellengte. Sonaropname oostelijk deel Westerschelde.
Doodtijsituatie 21 tot en met 23 maart 1990. Project OostWest
4. Ribbelsteilheid. Sonaropname oostelijk deel Westerschelde.
Doodtijsituatie 21 tot en met 23 maart 1990. Project OostWest
5. Ribbelhoogte. Sonaropname oostelijk deel Westerschelde.
Springtijsituatie 25 tot en met 28 juni 1990. Project OostWest
6. Ribbellengte. Sonaropname oostelijk deel Westerschelde.
Springtijsituatie 25 tot en met 28 juni 1990. Project OostWest
7. Ribbelsteilheid. Sonaropname oostelijk deel Westerschelde.
Springtijsituatie 25 tot en met 28 juni 1990. Project OostWest

1. Inleiding

In mei, juni en juli 1991 heb ik in het kader van de studie Fysische Geografie aan de Rijks Universiteit Utrecht stage gelopen bij Rijkswaterstaat, Directie Zeeland te Middelburg.

Het doel van deze stage is het weergeven en het proberen te verklaren van de ribbelkarakteristieken in de stroomgeulen tussen Hansweert en de Westketel. Het onderzoeksgebied is weergegeven in figuur 1.

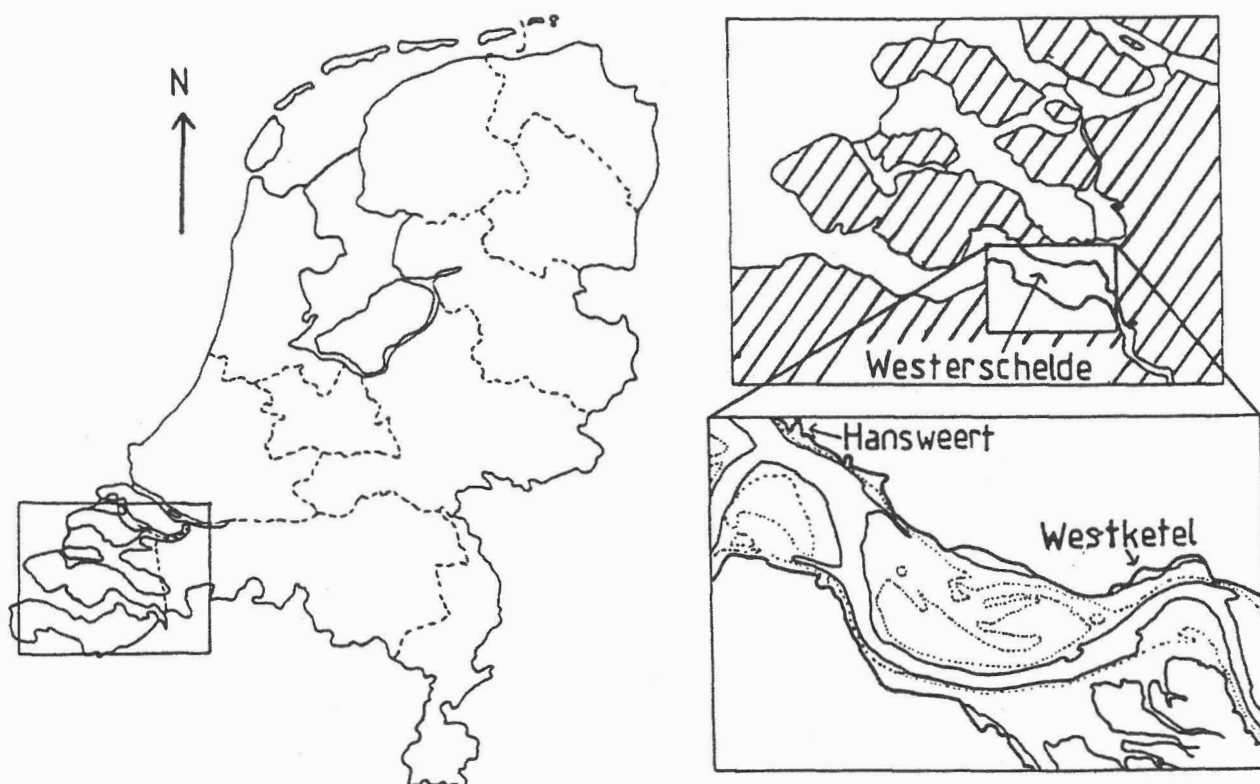


Fig. 1. Ligging van het onderzoeksgebied

De ribbelkarakteristieken zijn verkregen aan de hand van sonar-opnamen, die van 21 tot en met 23 maart 1990 (doodtij) en van 25 tot en met 28 juni 1990 (springtij) in de genoemde stroomgeulen gemaakt zijn. De sonaropnamen zijn uitgevoerd in het kader van het project OostWest.

Aan de hand van de sonarregistraties en een literatuurstudie wordt getracht bovenbeschreven doelstellingen te verwezenlijken.

2. Werkwijze

In de stroomgeulen zijn in totaal 16 assen uitgezet. De ligging van de assen is weergegeven in Kaart 1. Er zijn 3 groepen assen te onderscheiden:

1. as 1 tot en met as 6: Schaar van Waarde en Zimmermangeul
 2. as 7 tot en met as 10: Schaar van Valkenisse
 3. as 11 tot en met as 16: Zuidergat en Overloop van Valkenisse.
- De begincoördinaten en de cumulatieve afstanden langs de assen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1 Begincoördinaten van de assen en de cumulatieve afstand			
Asnummer	Begincoördinaten		Cumulatieve afstand (m)
	X	Y	
1	60750	383200	0
2	62060	381480	2162
3	64040	379900	4695
4	65200	379160	6071
5	67220	379440	8110
6	68470	378950	9453
7	60630	382620	0
8	61590	381260	1665
9	63320	379470	4154
10	66070	377210	7713
11	60530	383120	0
12	60990	378470	4672
13	61770	377260	6111
14	64840	376280	9333
15	67430	376500	11936
16	68870	377030	13457

Evenwijdig aan elke as is op een afstand van 75 m, zowel links als rechts van de as een track gevaren. Per track is een gebied van 100 m breed onderzocht. Links van de centrale as (stroomopwaarts gezien) wordt negatief genoemd, rechts positief. Dit is schematisch weergegeven in figuur 2.

De ribbelhoogte, ribbellengte en de migratierichting van alle gevaren tracks zijn vermeld in de notities ZLMD-90.N.037 en ZLMD-90-N.066. De getijdegegevens van bovengenoemde periodes zijn weergegeven in tabel 2.

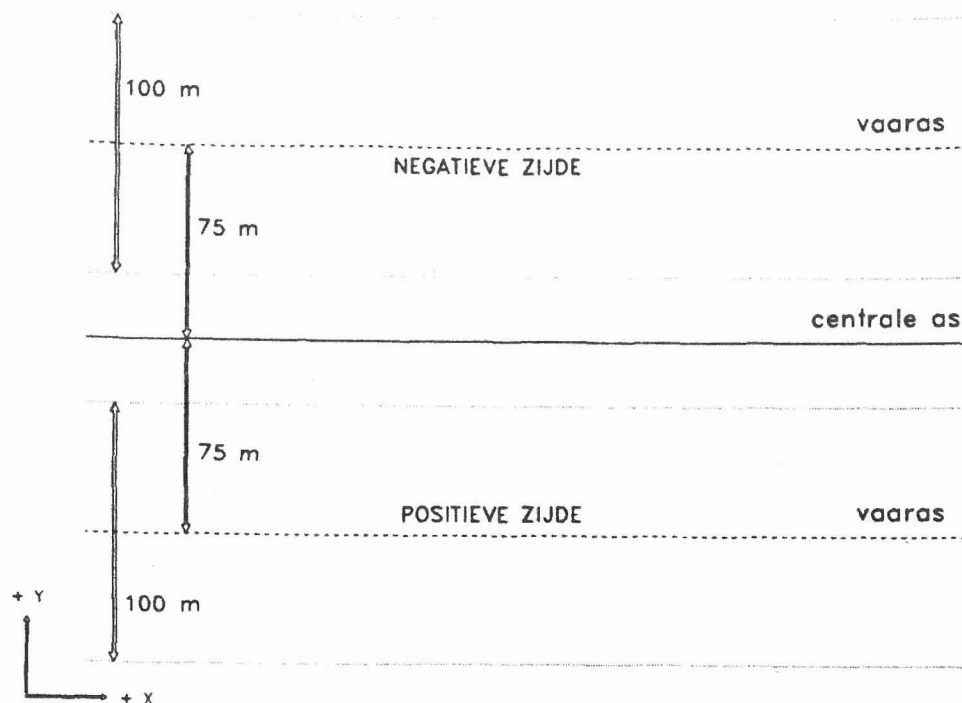


Fig. 2. Schematische weergave van de vaarassen ten opzichte van de centrale as

Tabel 2 Getijdegegevens				
Datum	Hoogwater		Laagwater	
<i>Opname</i>	h min	NAP	h min	NAP
	MET	+ cm	MET	- cm
21-03-1990	09.40	140	02.44	145
	22.26	131	16.15	128
22-03-1990	11.25	152	05.10	150
	-	-	17.56	150
23-03-1990	00.06	158	06.26	177
	12.35	195	18.56	177
25-06-1990	04.15	286	10.41	222
	16.47	259	23.15	259
26-06-1990	05.08	283	11.27	211
	17.36	254	-	-
27-06-1990	05.59	276	00.02	255
	18.19	247	12.10	200
28-06-1990	06.51	263	00.46	247
	19.05	236	12.56	190

Doodt

Springt

De doodtijmetingen zijn uitgevoerd bij windkracht 5 tot 6 Bf uit zuidwest tot west, de springtijmetingen bij windkracht 2 tot 3 Bf uit diverse richtingen. De windbaan in het oostelijk deel van de Westerschelde is gering. Hierdoor is de invloed van de door de wind opgewekte golven op de bodem van de geulen (opwerveling van

geen effect name schijns angelande ?
don Wundeffat 9

sediment) te verwaarlozen (zie ook Bucx & Tobias (1989)). De sonogrammen vertonen geen enkel spoor van verstoring door golfwerking (bijvoorbeeld via het schommelen van de boot).

Uit de sonarregistraties zijn de ribbelhoogte H (in cm), de ribbellengte L (in m) en de ribbelmigratierichting (in graden) bepaald. De ribbelhoogte H is in klassen onderverdeeld. De klassebreedte is een veelvoud van 25 cm. Ook de ribbellengte is weer gegeven in klassen. De klassebreedte is nu een veelvoud van 5 m.

De ribbellengte is gedefinieerd als de afstand tussen twee opeenvolgende troggen, de ribbelhoogte als het hoogteverschil tussen de top en de trog van dezelfde ribbel.

Door de indeling in klassen is de bepaling van de ribbelsteilheid (= quotiënt van de ribbelhoogte en -lengte) niet eenduidig. Hier wordt de steilheid van de ribbel gedefinieerd als:

$$ST = \frac{0.5(H_{\min} + H_{\max})}{0.5(L_{\min} + L_{\max})} = \frac{H_{\min} + H_{\max}}{L_{\min} + L_{\max}} \quad (1)$$

waarin ST = steilheid (-)

$H_{\min}, L_{\min}$ = klasse-ondergrens van hoogte resp. lengte (m)

$H_{\max}, L_{\max}$ = klasse-bovengrens van hoogte resp. lengte (m)

De steilheid wordt afgerond op een honderdste. In feite wordt er gebruik gemaakt van de klasse-gemiddelden.

Om te onderzoeken of er verschillen zijn tussen de ribbelparameters met doodtij en springtij wordt gebruik gemaakt van gewogen gemiddelden. Hiertoe wordt per as en per zijde de klassegemiddelden vermenigvuldigd met de trajectlengte van voorkomen. De som van de produkten wordt gedeeld door de aslengte. Trajecten met grote antropogene beïnvloeding worden niet in de berekening meegenomen. Met nadruk wordt erop gewezen dat gewogen gemiddelden niets vertellen over de spreiding van de parameters rond het gemiddelde.

Om te kunnen achterhalen of een bepaalde ribbel eb- of vloedgedomineerd is of met de eb- en vloedstroom van richting omdraait, is het belangrijk te weten wanneer in de getijdencyclus de sonartrack gevaren is. De momenten van varen zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Momenten van varen van de sonartrack

Asnummer	Zijde	Stroming bij doodtij	Stroming bij springtij
1	-	kort na hoogwaterkentering	ebstroom
1	+	idem	idem
2	-	idem	idem
2	+	ebstroom	idem
3	-	rond hoogwaterkentering	kort na hoogwaterkentering
3	+	vloedstroom	± 2 uur na hoogwaterkentering
4	-	kort na hoogwaterkentering	kort na hoogwaterkentering
4	+	vloedstroom	± 2 uur na hoogwaterkentering
5	-	rond hoogwaterkentering	kort na hoogwaterkentering
5	+	vloedstroom	idem
6	-	rond hoogwaterkentering	idem
6	+	idem	idem
7	-	vloedstroom	? (onjuiste vermelding)
7	+	ebstroom	± 2 uur na hoogwaterkentering
8	-	vloedsroom	rond laagwaterkentering
8	+	ebstroom	kort na laagwaterkentering
9	-	kort na hoogwaterkentering	rond laagwaterkentering
9	+	idem	idem
10	-	rond hoogwaterkentering	kort na hoogwaterkentering
10	+	idem	idem
11	-	vloedstroom	rond hoogwaterkentering
11	+	idem	ebstroom
12	-	kort na hoogwaterkentering	rond hoogwaterkentering
12	+	idem	± 2 uur na hoogwaterkentering
13	-	idem	vlak voor laagwaterkentering
13	+	idem	rond hoogwaterkentering
14	-	rond hoogwaterkentering	ebstroom
14	+	idem	hoogwaterkentering
15	-	idem	kort na hoogwaterkentering
15	+	idem	ebstroom
16	-	vloedstroom	idem
16	+	idem	idem

3. Relatie tussen ribbelkarakteristieken en waterbeweging in een estuarium

De golflengte van ribbels hangt af van de dikte van de grenslaag, de stroomsnelheid en de korrelgrootte (Allen, 1984).

De dikte van de grenslaag is in een niet-gestratificeerd estuarium (zoals de Westerschelde) gelijk aan de waterdiepte. In figuur 3 is de relatie tussen de golflengte (L) en de waterdiepte (h) weergegeven. Uit deze figuur komt naar voren dat met een zekere maat van spreiding de golflengte toeneemt bij toenemende waterdiepte. Er moet op worden gewezen dat deze figuur gegevens bevat uit vele, verschillende rivieren en estuaria. Individuele systemen kunnen sterk afwijken van het algemene beeld in figuur 3 (Allen, 1984).

De golflengte van ribbels neemt toe bij toenemende stroomsnelheid, totdat de ribbels uitgevlakt worden. Een toename in de korrelgrootte leidt tot kortere beddingvormen. Omdat in het oostelijk deel van de Westerschelde de korrelgrootte nagenoeg constant is ($d_{50} = 200 \mu\text{m}$, onderzocht in het kader van het project OostWest in 1990), wordt hierop niet nader ingegaan.

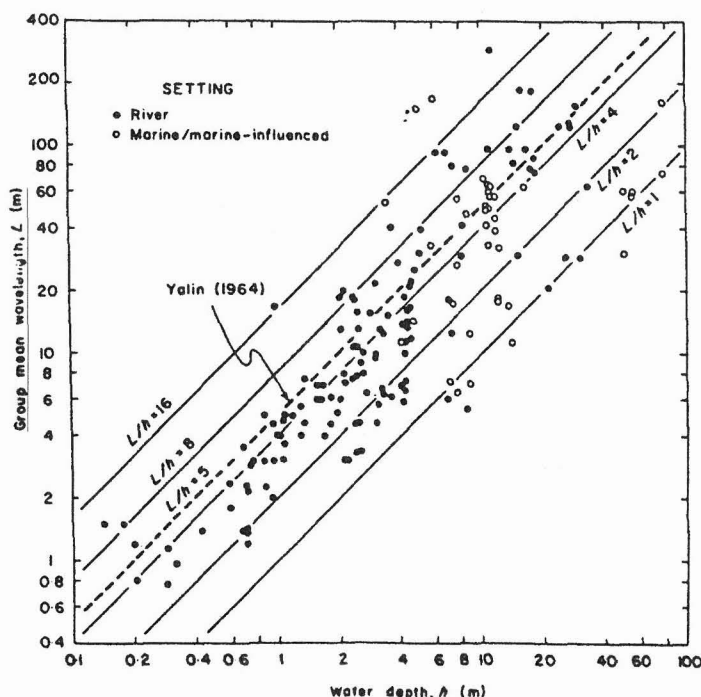


Fig. 3. Relatie tussen ribbellengte (L) en waterdiepte (h).
Bron: Allen, 1984.

↑
Wavelength?

De dikte van de grenslaag en de stroomsnelheid zijn ook van invloed op de ribbelhoogte (Allen, 1984). In figuur 4 is de relatie tussen de ribbelhoogte (H) en de waterdiepte (h) weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat met een ruime maat van spreiding in dieper water hogere ribbels voorkomen. Voor figuur 4 geldt dezelfde opmerking als voor figuur 3.

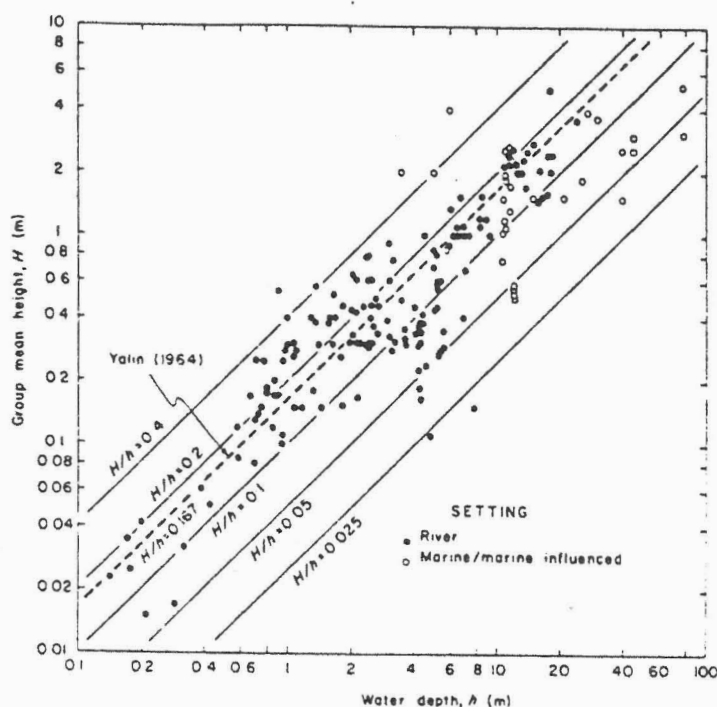


Fig. 4. Relatie tussen ribbelhoogte (H) en waterdiepte (h).
Bron: Allen, 1984.

Waar samen?
Een toename van de stroomsnelheid zorgt, indien de snelheid onder een bepaalde kritische waarde blijft, voor een hogere ribbel (Van Rijn, 1989); een toename boven de kritische waarde tot een lagere ribbel (uitvlakken van de ribbel).

Op grond van het bovenstaande mag verwacht worden, dat in de geulen bij springtij de ribbels zowel langer als hoger zijn dan bij doodtij. Tevens is de ribbelsteilheid bij springtij hoger. Van den Berg (1986) beschrijft subrecente geulafzettingen in de Oosterschelde. De foresets van de migrerende duinen zijn gegroepeerd in 'tidal bundles'. Dit betekent dat in de duindimensies de afwisseling van doodtij en springtij weerspiegeld is.

De volledige aanpassing van een ribbel aan veranderde stroom-

omstandigheden kost tijd. Alleen de kleinere beddingvormen kunnen tijdens de getijcyclus van ebgeoriënteerd naar vloedgeoriënteerd en omgekeerd veranderen. Bucx & Tobias (1989) geven aan, dat ribbels die lager dan 70 cm en korter dan 7 m zijn, tijdens de getijcyclus van oriëntatie kunnen veranderen. Ashley (1990) vermeldt dat ribbels die langer zijn dan 10 m, tijdens de getijcyclus niet van migratierichting veranderen. Alle overige ribbels hebben in de gehele getijcyclus een vloed- of eboriëntatie of zijn symmetrisch, afhankelijk van de stroomomstandigheden.

4. Beschrijving van de ribbelparameters in het oostelijk deel van de Westerschelde

4.1. Inleiding

De kaarten 2 tot en met 7 geven een overzichtsbeeld van de ribbeleigenschappen in het oostelijk deel van de Westerschelde. Om te voorkomen dat het beeld te onoverzichtelijk wordt, is gekozen voor een nieuwe klassenindeling. De figuren 5 t/m 7, 10 t/m 12, 14 t/m 19 en 22 t/m 27 geven een gedetailleerd beeld van de ribbels. In deze figuren is ook de bodemligging van de gevaren track ten opzichte van NAP getekend. De hoogte ten opzichte van NAP is afgelezen uit de kaarten:

1. Westerschelde vak 1; opneming juli 1990; dieptelijnen en dieptecijfers. Code 01.00.P.90.01; CO nr. 90.358
2. Westerschelde vak 2; opneming april 1990; dieptelijnen en dieptecijfers. Code 02.00.P.90.01; CO nr. 90.258

4.2. De Schaar van Waarde en de Zimmermangeul

* doodtij, negatieve zijde (figuren 5 en 7a)

Vanaf het nulpunt tot aan de drempel tussen de Schaar van Waarde en de Zimmermangeul neemt de ribbelhoogte eerst toe tot 175 - 200 cm, om vervolgens tot 0 cm te reduceren vlak ten oosten van de drempel. De ribbellengte neemt drempelopwaarts sterk toe tot 75 - 100 m, hetgeen automatisch tot een sterke reductie in ribbelsteilheid leidt. Deze opeenvolging van ribbels is zichtbaar in figuur 8. Het begin van de Schaar van Waarde (t/m km 3) is zeer onregelmatig door de aanwezigheid van stortmateriaal (veen en klei uit het Kanaal Zuid Beveland, zie figuur 9). In het diepe deel van de Zimmermangeul komen geen ribbels voor: de negatieve zijde is een steil talud.

Tot aan de drempel bij km 5 - 6 zijn de ribbels vloedgedomineerd; voorbij de drempel bij km 6 - 8 ebgedomineerd.

* doodtij, positieve zijde (figuren 6 en 7b)

De drempel tussen de Schaar van Waarde en de Zimmermangeul aan de positieve zijde begint eerder en is breder dan aan de negatieve zijde. Vlak voor de drempel is sprake van een sterke reductie in hoogte naar 0 - 25 cm bij een grote golflengte (25 - 50 m). De drempel zelf is vlak.

Het beeld in het stortgebied van as 1 is sterk onregelmatig. Bij de snelle overgang naar de volgende drempel (km 10) is sprake van een snelle toename in hoogte tot 175 - 200 cm, gevolgd door een reductie naar 0 cm op de drempel. De ribbellengte vlak voor deze drempel is 25 - 30 m. De ribbels zijn zowel in de Schaar van Waarde als in de Zimmermangeul vloedgedomineerd.

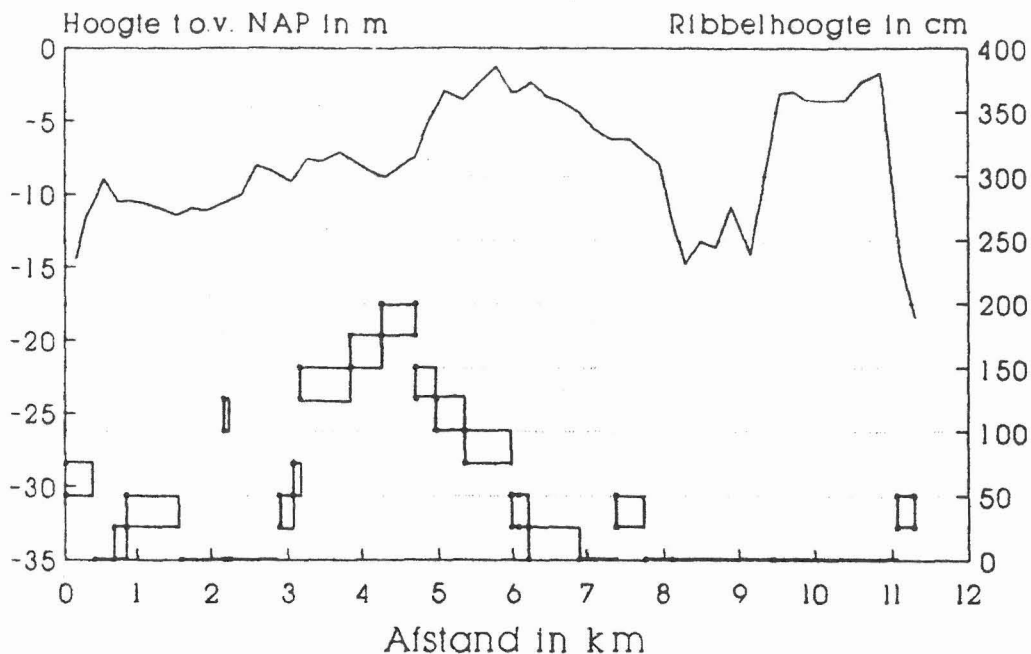
* springtij, negatieve zijde (figuren 10 en 12a)

Er is sprake van een sterk verstoord beeld door het storten van veen en klei in de eerste drie kilometer van de Schaar van Waarde. De in dit gebied aanwezige ribbels zijn afgerond en vloedgedomineerd. Het ribbelpatroon naar de drempel bij km 5 - 6 is onregelmatig, maar vertoont in grote lijnen dezelfde trekken als bij doodtij: een toename in hoogte tot 150 - 175 cm, gevolgd door een afname na de drempel tot 25 - 50 cm; een toename in lengte tot 25 - 40 m, vervolgens een afname tot 5 - 10 m na de drempel. De ribbels bij en op de deze drempel zijn vloedgedomineerd. Wel moet erop gewezen worden dat de sonartrack rond de hoogwaterkentering is gevaren. Gezien de grootte van de ribbels is het mogelijk dat de migratierichting van de ribbels tijdens de ebstroom omdraait.

* springtij, positieve zijde (figuren 11 en 12b)

In het begin van de positieve zijde komen grote ($H = 175 - 200$ cm; $L = 25 - 40$ m) vloedgedomineerde ribbels voor. Vaak zijn secundaire ribbels op de top van de grote ribbels aanwezig. De hoogte neemt geleidelijk af, tot 25 - 50 cm op de drempel bij km

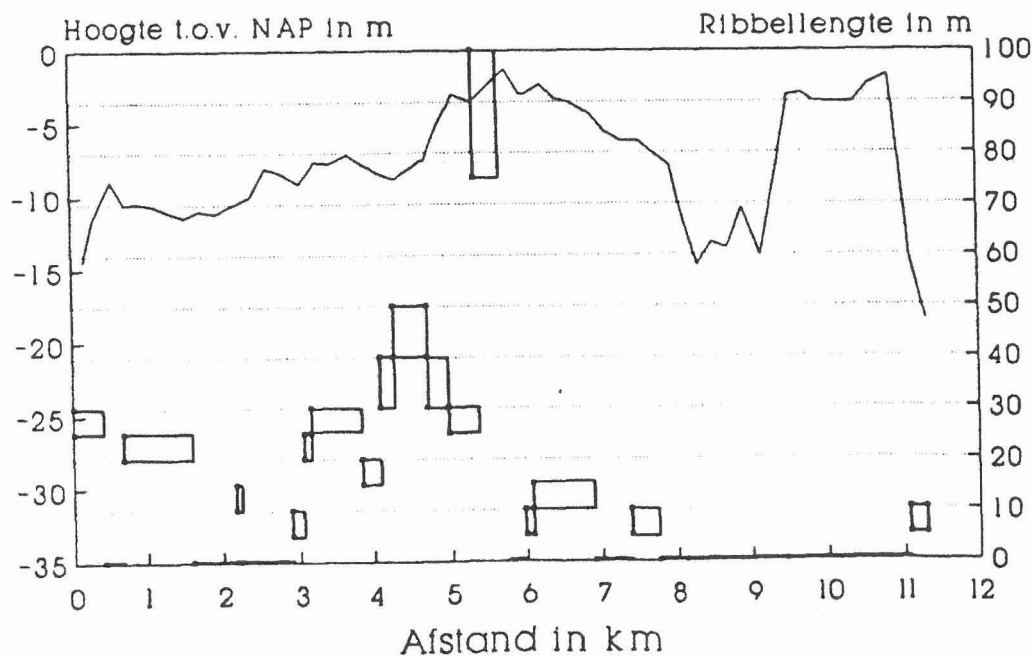
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 5a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelhoogte, doodtij, negatieve zijde

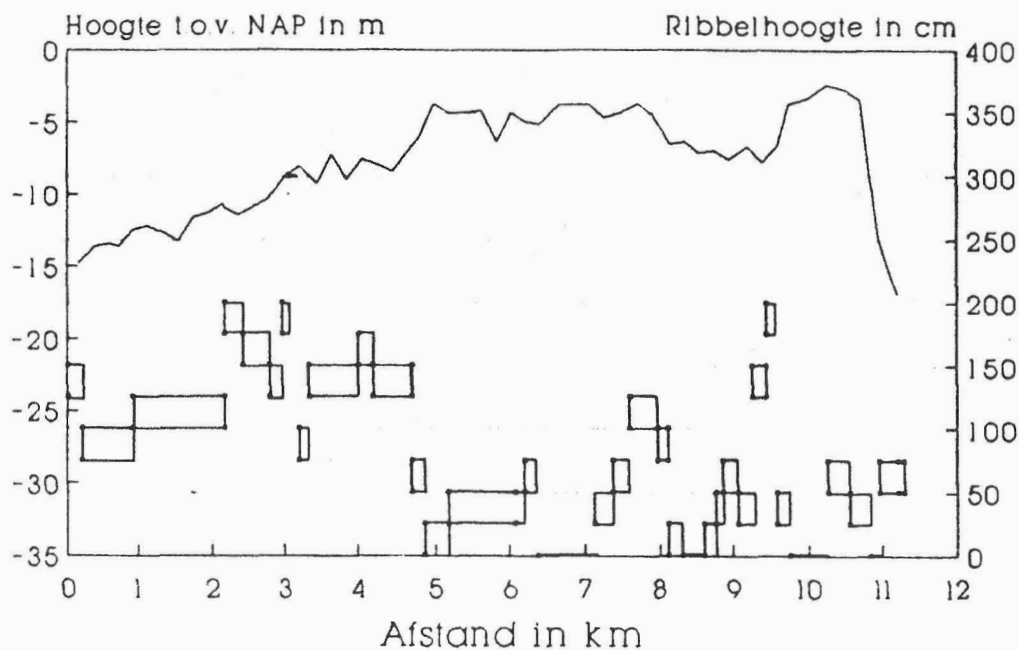
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 5b. Idem: ribbellengte, doodtij, negatieve zijde

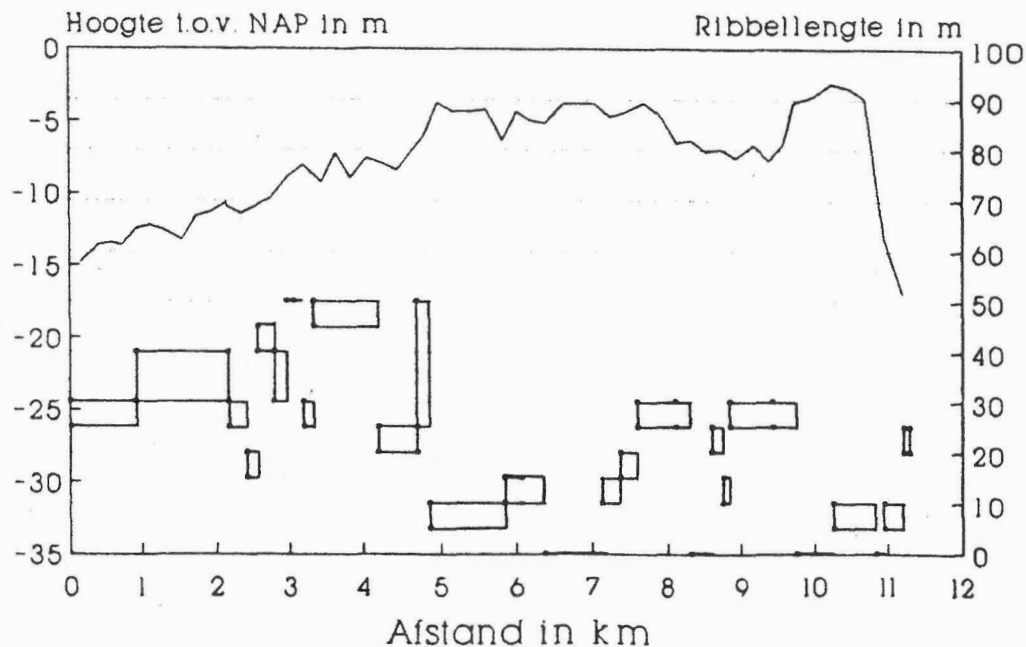
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 6a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelhoogte, doodtij, positieve zijde

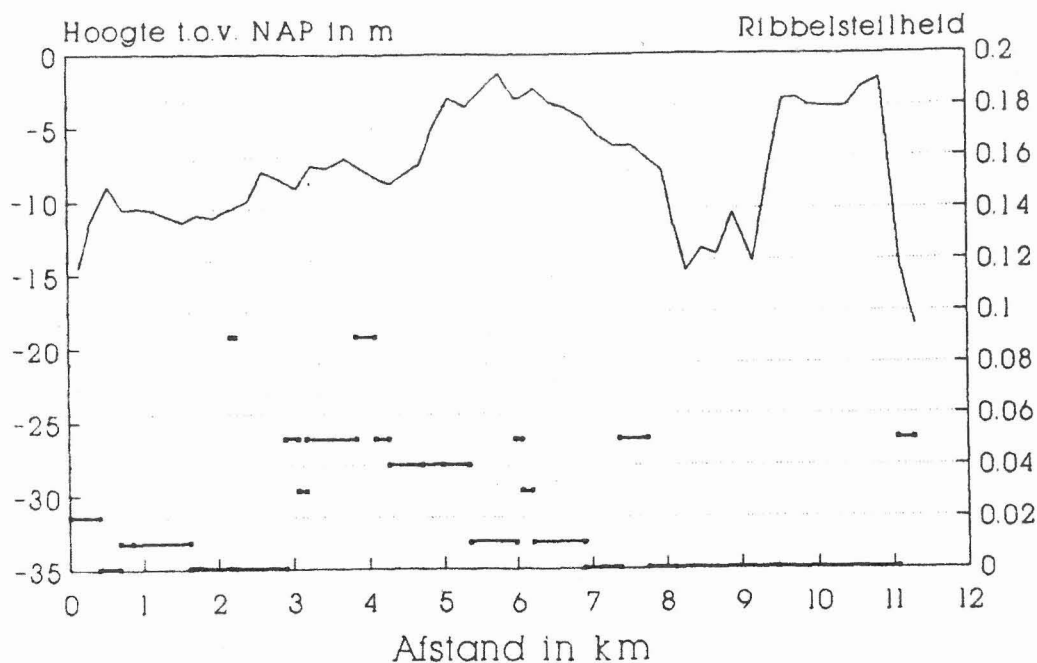
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 6b. Idem: ribbellengte, doodtij, positieve zijde

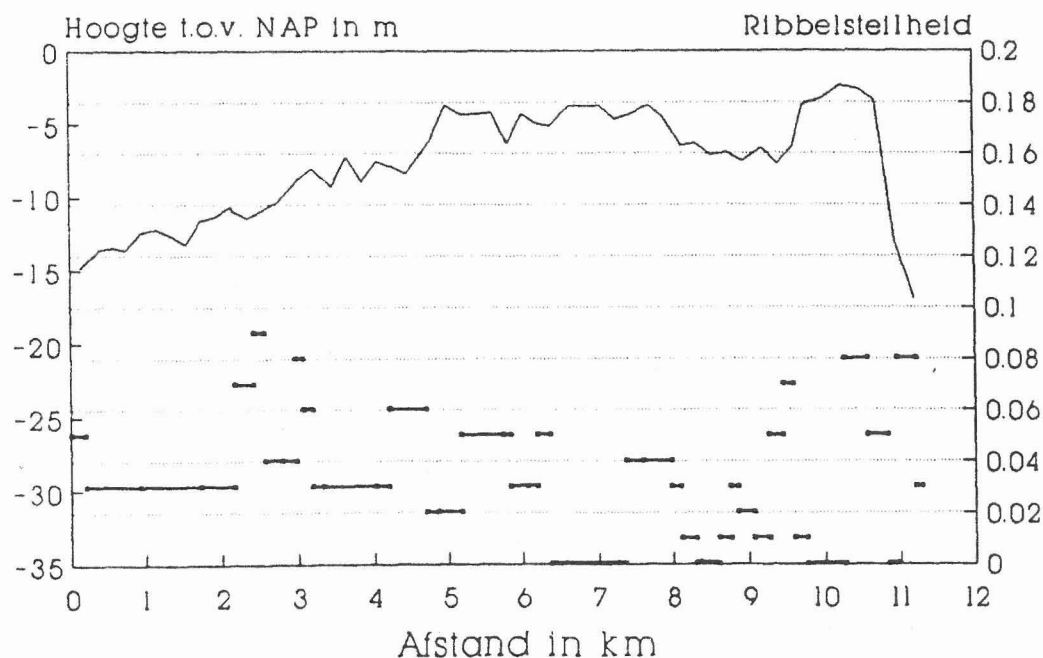
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 7a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelsteilheid, doodtij, negatieve zijde

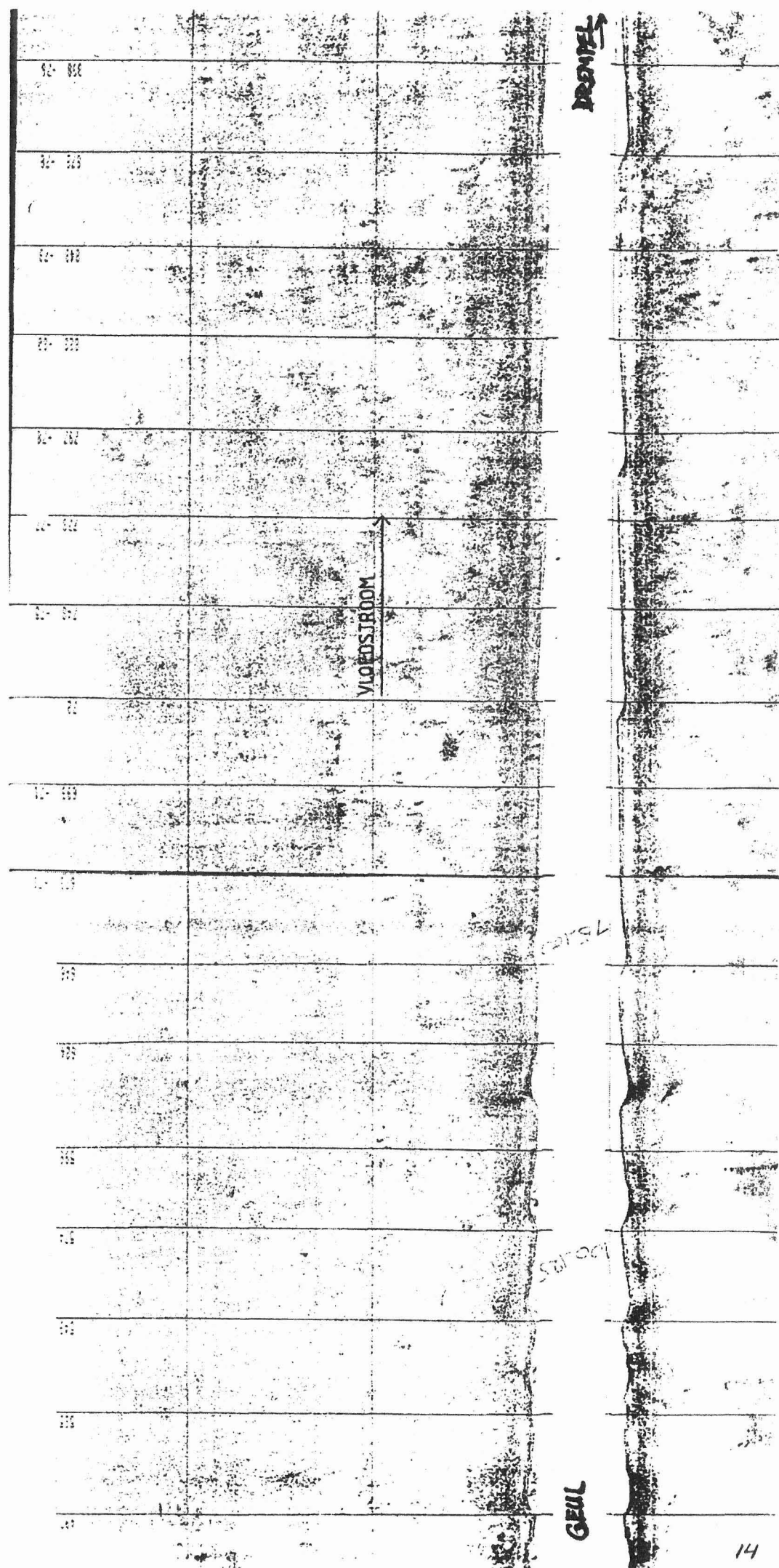
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 7b. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, positieve zijde

Fig. 8. Schaar van Waarde, doodlijn,
negatieve zijde (474 - 898).
Ribbeloepenvolging bij
drempel.



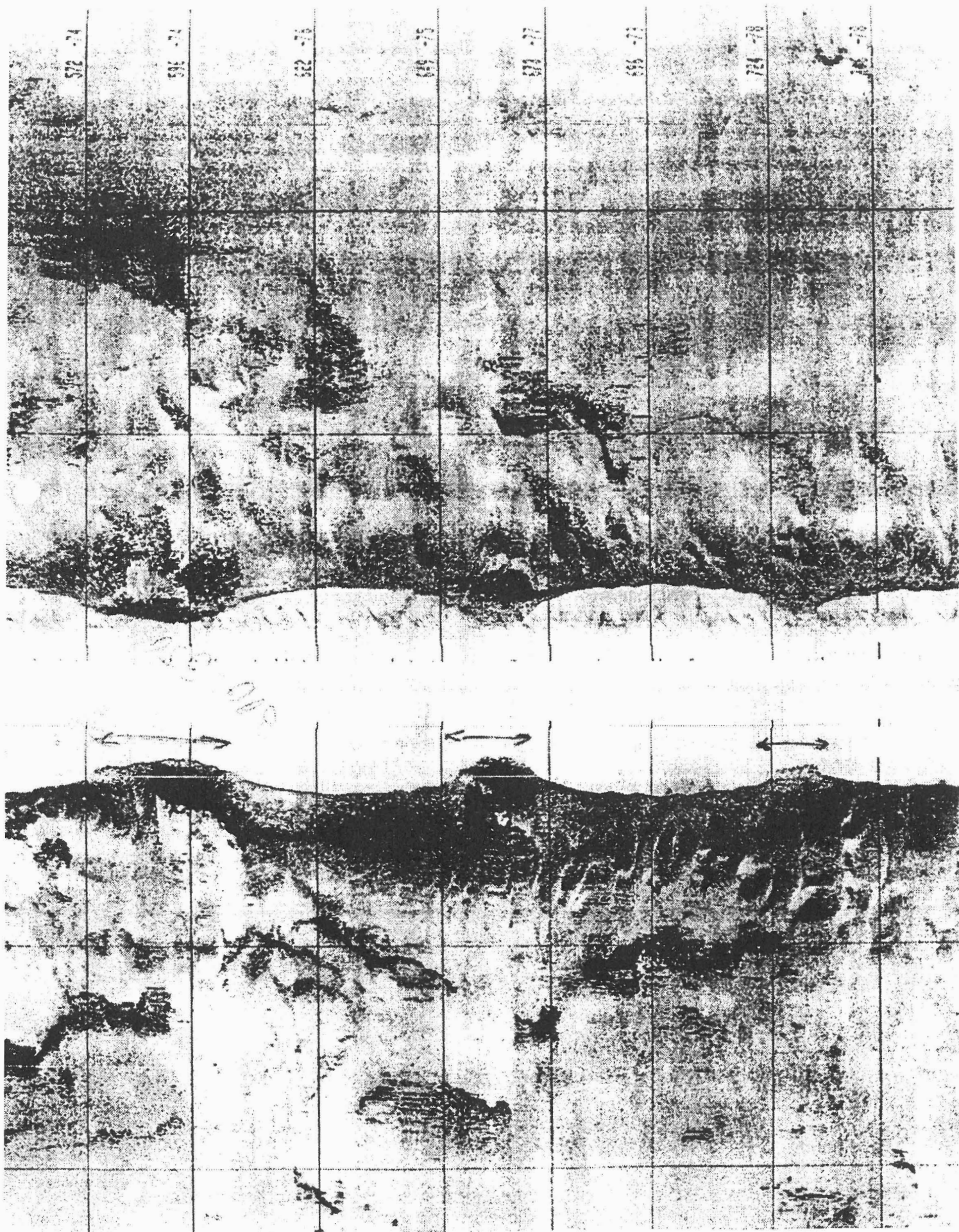
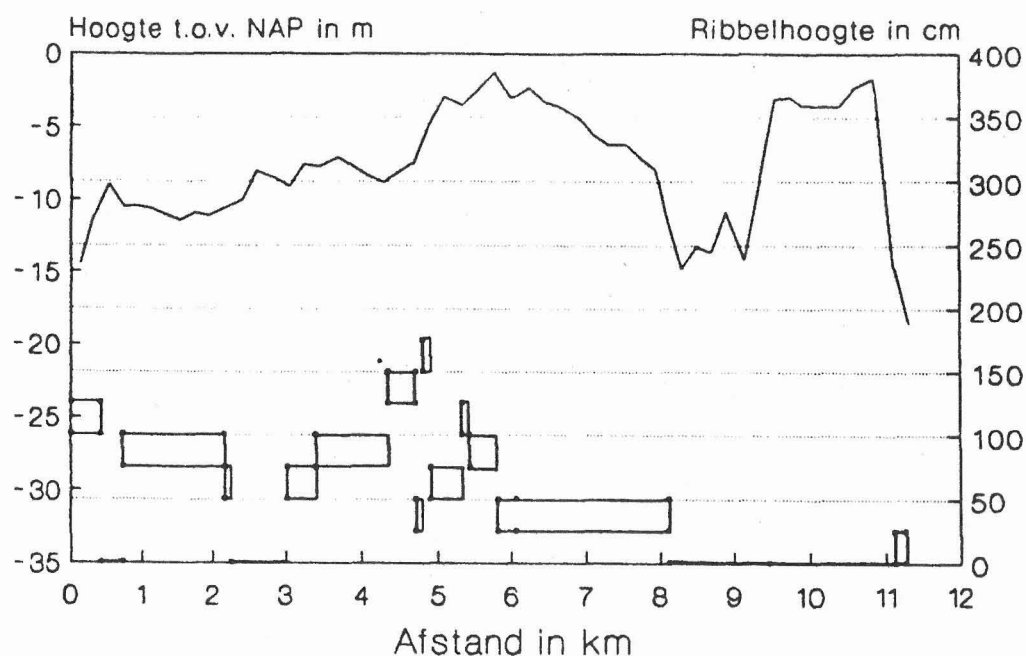


Fig. 9. Schaar van Waarde, doodtij, negatieve zijde (572-649).
Stortmateriaal (veen en klei)

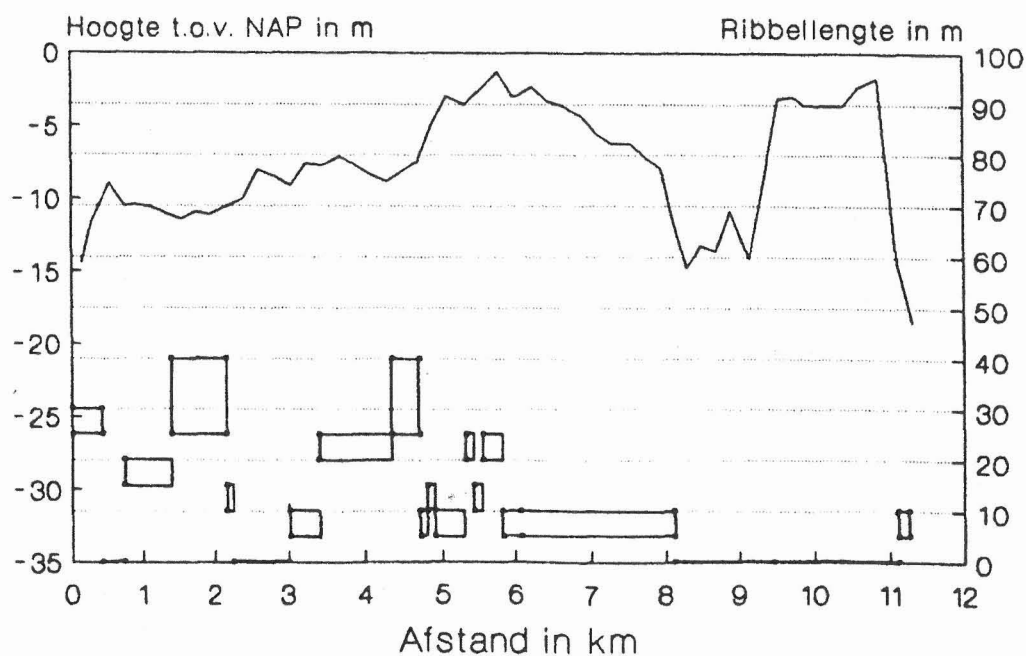
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 10a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelhoogte, springtij, negatieve zijde

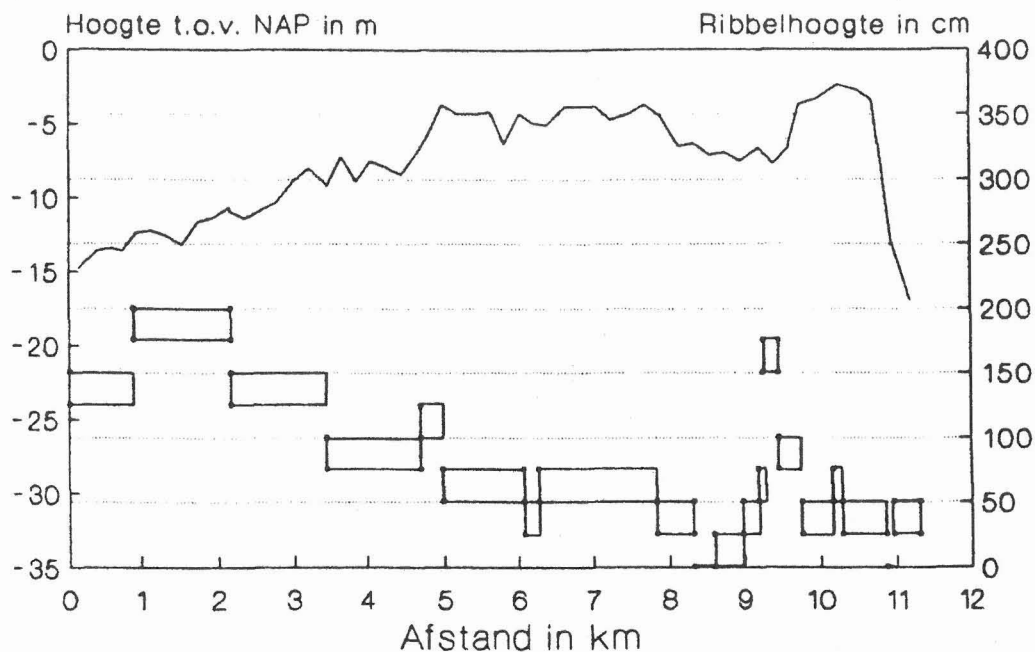
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 10b. Idem: ribbellengte, springtij, negatieve zijde

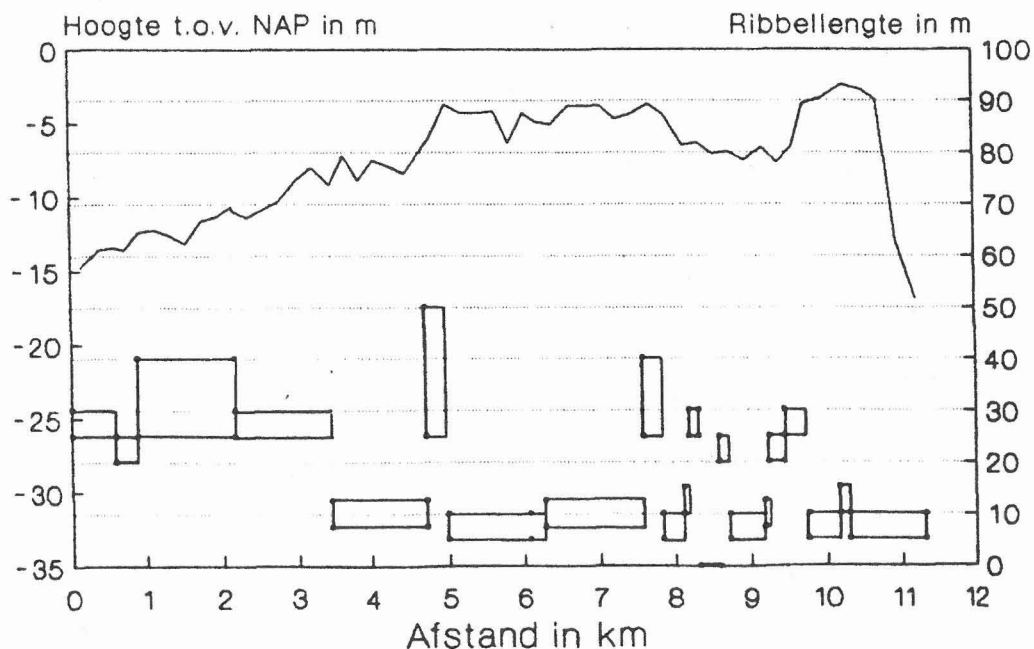
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 11a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelhoogte, springtij, positieve zijde

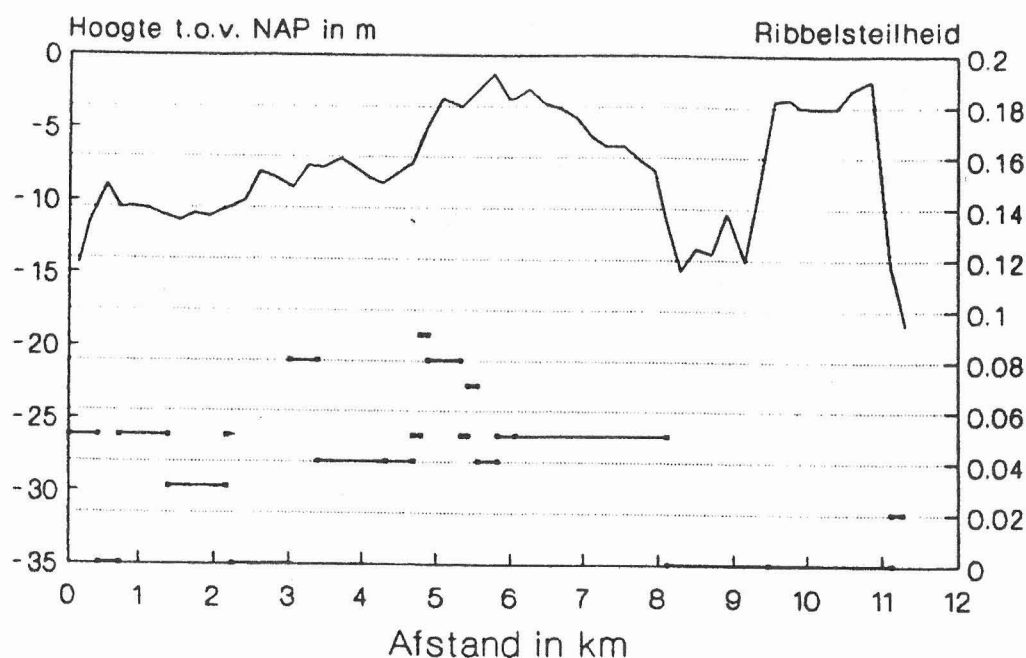
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 11b. Idem: ribbellengte, springtij, positieve zijde

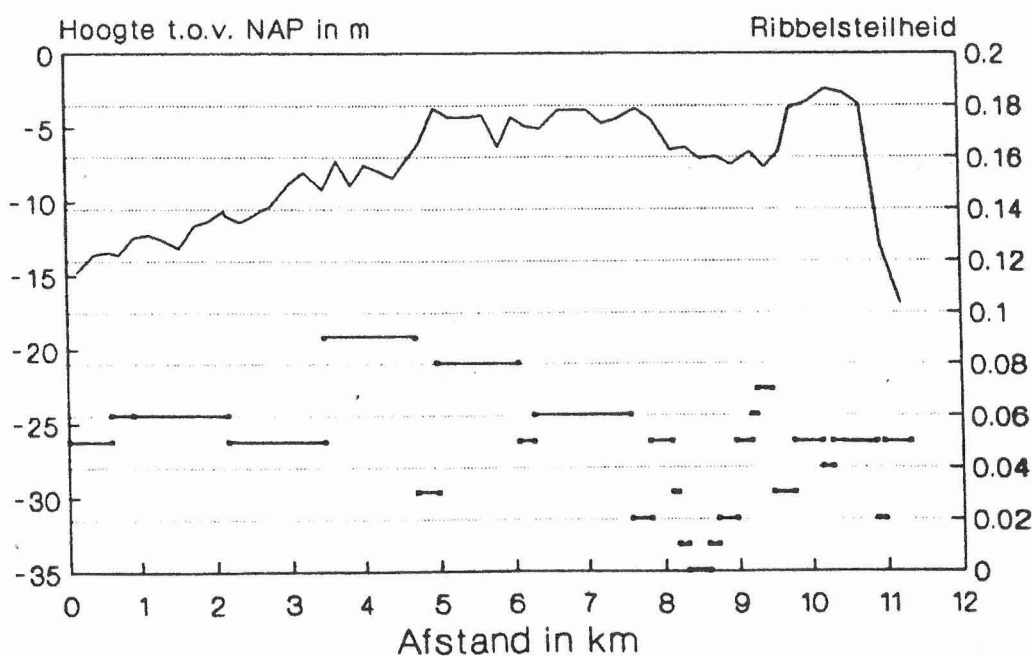
SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 12a. Schaar van Waarde en Zimmermangeul: ribbelsteilheid, springtij, negatieve zijde

SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 12b. Idem: ribbelsteilheid, springtij, positieve zijde

5 - 6. Deze ribbels zijn vloeddominant. De ribbels in de Zimmermangeul en op de drempel naar het Nauw van Bath (km 10) vertonen hetzelfde beeld als bij doodtij.

* verschillen in ribbelparameters tussen de negatieve en de positieve zijde

(a) de drempel bij km 5 - 6 begint aan de positieve zijde eerder en is breder. Dit betekent dat aan de positieve zijde eerder sprake is van een reductie in ribbelhoogte en -lengte. De bochtigheid van de Zimmermangeul veroorzaakt het verschil in de positieve en negatieve zijde van de drempel.

(b) de negatieve zijde van as 5 (Zimmermangeul) is een steil talud (geen ribbels aanwezig), de positieve zijde is de helling naar de noordelijke Platen van Valkenisse (wel ribbels aanwezig).

* verschillen in ribbelparameters tussen doodtij en springtij

De met gewogen gemiddelde verkregen waarden staan vermeld in tabel 4.

Tabel 4 Gewogen gemiddelden van ribbelhoogte, -lengte en -steilheid Schaar van Waarde en Zimmermangeul							
		Doodtij			Springtij		
Asnummer	Zijde	H (m)	L (m)	ST (-)	H (m)	L (m)	ST (-)
1	-	0.42	24.0	0.017	0.93	25.9	0.035
1	+	1.06	31.9	0.034	1.67	29.7	0.056
2	-	1.39	28.7	0.048	0.91	20.9	0.043
2	+	1.55	36.5	0.042	1.13	18.8	0.060
3	-	0.83	37.3	0.022	0.76	12.6	0.060
3	+	0.31	9.8	0.032	0.73	13.7	0.053
4	-	0.13	6.4	0.021	0.38	7.5	0.050
4	+	0.47	12.2	0.038	0.57	12.2	0.046
5	-	-	-	-	-	-	-
5	+	0.41	19.7	0.020	0.38	11.3	0.034
6	-	-	-	-	-	-	-
6	+	0.44	8.9	0.050	0.46	11.1	0.041

Springtij: sterker

SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL

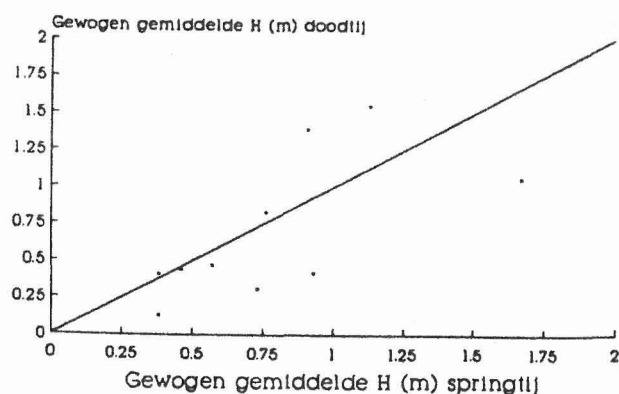


Fig. 13a. Doodtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte uitgezet tegen springtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte

SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL

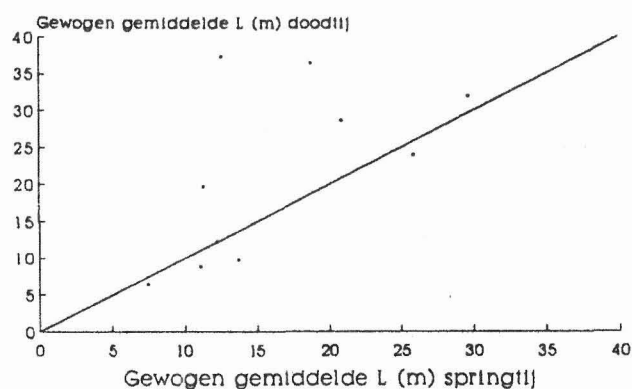


Fig. 13b. Als figuur 13a met ribbellengte

SCHAAR VAN WAARDE EN ZIMMERMANGEUL

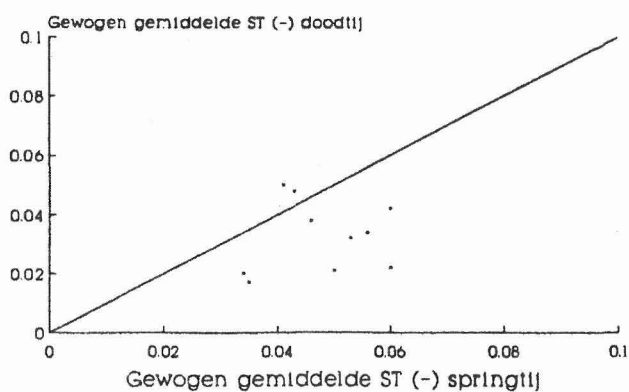


Fig. 13c. Als figuur 13a met ribbelsteilheid

In de figuren 13a,b en c zijn de doodtij-gewogen-gemiddelden uitgezet tegen de springtij-gewogen-gemiddelden. De lijn die aangeeft dat het gewogen gemiddelde van springtij gelijk is aan dat van doodtij, is in de figuren tevens weergegeven.

De ribbelhoogte is bij springtij niet wezenlijk verschillend van de ribbelhoogte bij doodtij. De ribbellengte is bij springtij ongeveer gelijk aan die van doodtij; de ribbels op de positieve zijde van as 2 en de negatieve zijde van as 3 zijn echter aanzienlijk langer. Deze assen zijn het westelijke deel van de drempel tussen de Schaar van Waarde en de Zimmermangeul. De ribbelsteilheid is bij springtij iets hoger (springtij: 0.035 - 0.060; doodtij 0.020 - 0.050).

4.3. De Schaar van Valkenisse

* doodtij, negatieve zijde (figuren 14 en 16a)

Het begin van de Schaar van Valkenisse vertoont een regelmatig patroon van vloedgedomineerde ribbels ($H = 150 - 175$ cm; $L = 40 - 50$ m). De kamlijnen van de ribbels zijn golvend. Van 1.5 - 2.4 km vanaf het nulpunt worden de ribbels kleiner, terwijl de hoogte gelijk blijft: de steilheid neemt toe. De ribbels zijn symmetrisch. Bij km 3 is een zandwinningsgebied aanwezig, hetgeen zich uit in een locale depressie zonder ribbels. Op de drempel van km 3 - 4 komen kleine symmetrische dan wel vloedgedomineerde ribbels voor. In het diepere deel van de Schaar van Valkenisse neemt de ribbelhoogte sterk toe tot 200 - 225 cm (km 5.5). De ribbellengte neemt langzaam toe tot 30 - 40 m om bij de overgang naar de drempel bij km 8 sterk toe te nemen tot 75 - 100 m. Tegelijkertijd neemt de hoogte sterk af tot 50 - 75 cm. Een vergelijkbare opeenvolging van ribbels op het westelijke deel van de drempel is ook gevonden bij de drempel tussen de Schaar van Waarde en de Zimmermangeul (zie figuur 8 en paragraaf 4.2.); een zelfde reeks met opbouwende ribbels zoals aanwezig in het diepere deel van de Schaar van Valkenisse is in de Schaar van Waarde echter niet aanwezig. De ribbelsteilheid is in het diepere deel van de Schaar van Valkenisse dan ook groter (0.08)

dan op de drempel (0.01). De kamlijnen van al deze ribbels zijn golvend. Voorbij de drempel komen ebgedomineerde ribbels voor. In paragraaf 5.3. wordt de bovenbeschreven opeenvolging van de ribbels bij een drempel nader beschreven.

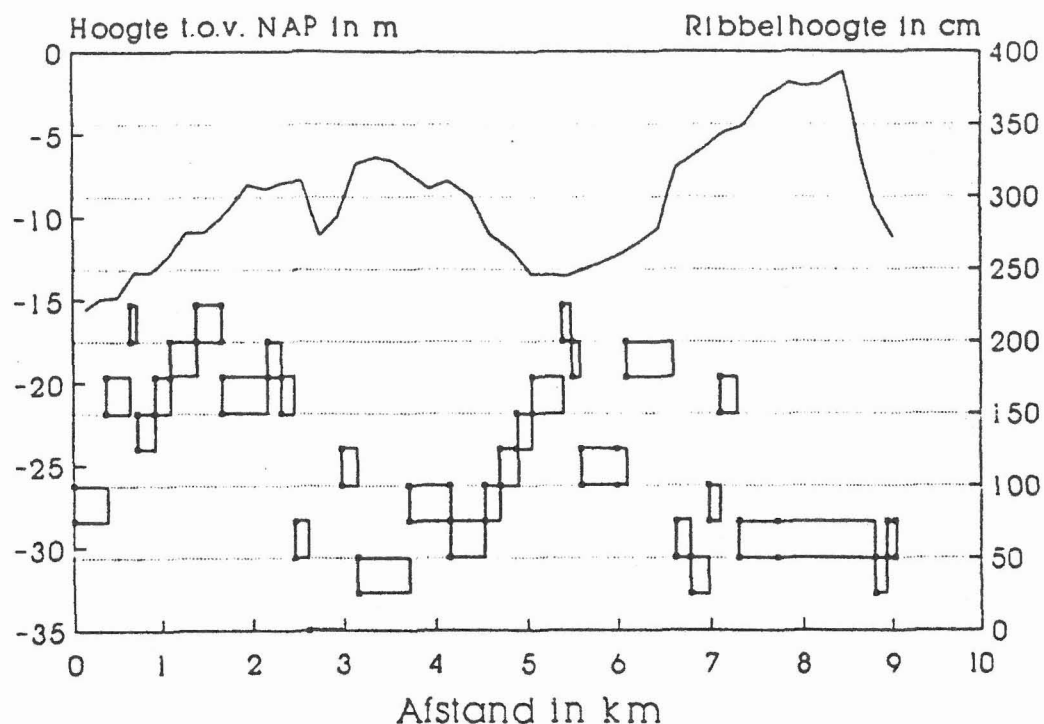
* doodtij, positieve zijde (figuren 15 en 16b)

Aan het begin van de positieve zijde nemen de ribbelhoogte en -lengte van 25 - 50 cm resp. 5 - 10 m toe tot 150 - 175 cm resp. 30 - 40 m. De ribbels vertonen een regelmatig beeld en zijn vloedgedomineerd. Bij km 3 is een zandwinningsgebied aanwezig (geen ribbels). Tot km 5.5 zijn vloedgedomineerde ribbels ($H = 50 - 75$ cm; $L = 5 - 10$ m) aanwezig. Van de aan de negatieve zijde beschreven opeenvolging van de ribbels bij de drempel nabij de Overloop van Valkenisse is aan de positieve zijde geen sprake. De sonartrack is over de helling naar de Platen van Valkenisse gevaren. Op deze steile helling komen geen ribbels voor. Op het laatste deel van de drempel zijn dezelfde lage en zeer lange ribbels als aan de negatieve zijde aanwezig. Het hoogste deel van de drempel is vlak.

* springtij, negatieve zijde (figuren 17 en 19a)

De ribbels in de eerste 600 m van de negatieve zijde zijn regelmatig ($H = 125 - 150$ m; $L = 25 - 30$ m) en vloedgedomineerd. Op de ribbels in de volgende twee kilometer komen veel secundaire ribbeltjes voor. Deze ribbeltjes zijn relatief kort en hoog. Door de aanwezigheid van de secundaire vormen is het kamlijnenpatroon moeilijk te achterhalen. Bij km 3 is een zandwinningsgebied aanwezig, waar kleine symmetrische ribbels voorkomen. De ribbels op de overgang naar het diepere deel van de geul zijn ebgedomineerd (de sonartrack is tijdens de laagwaterkentering gevaren). Het patroon van geul naar drempel (km 8) is gelijk aan dat van doortij; de ribbellengte is echter aanzienlijk kleiner ($L = 40 - 50$ m). De kamlijnen van de ribbels

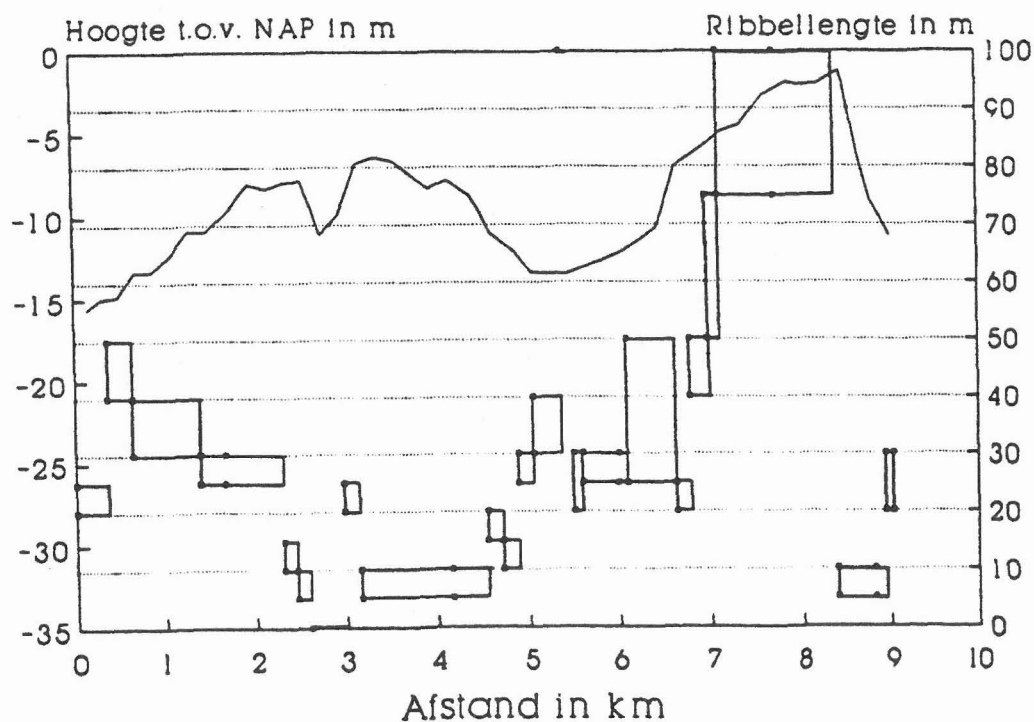
SCHAAR VAN VALKENISSE



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 14a. Schaar van Valkenisse: ribbelhoogte, doodtij, negatieve zijde

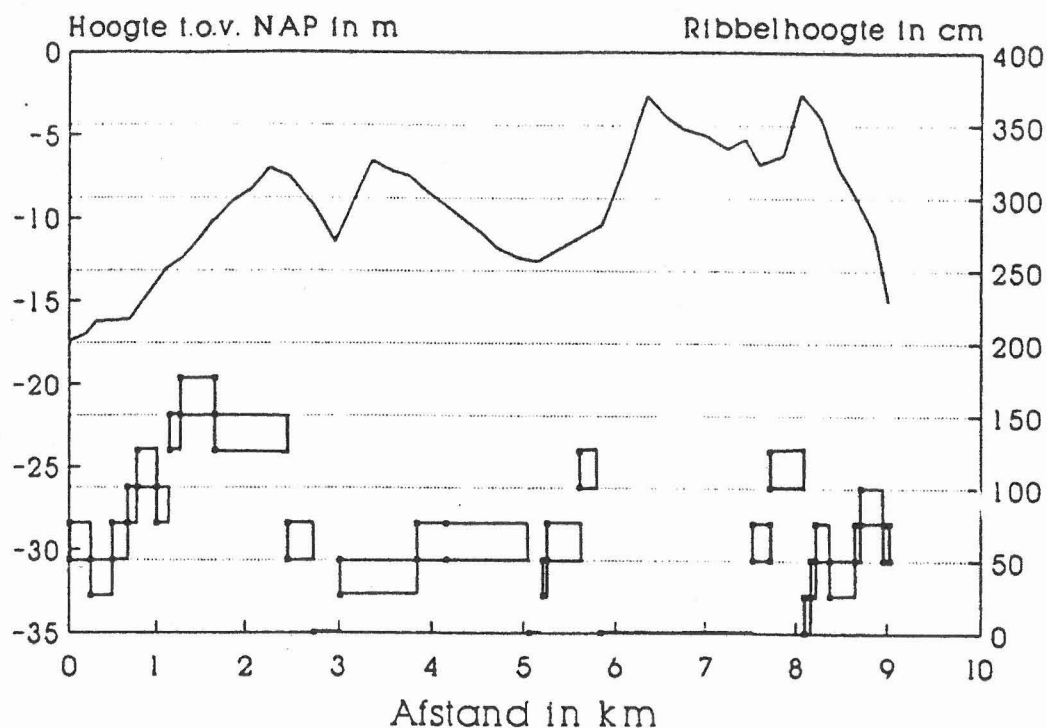
SCHAAR VAN VALKENISSE



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 14b. Idem: ribbellengte, doodtij, negatieve zijde

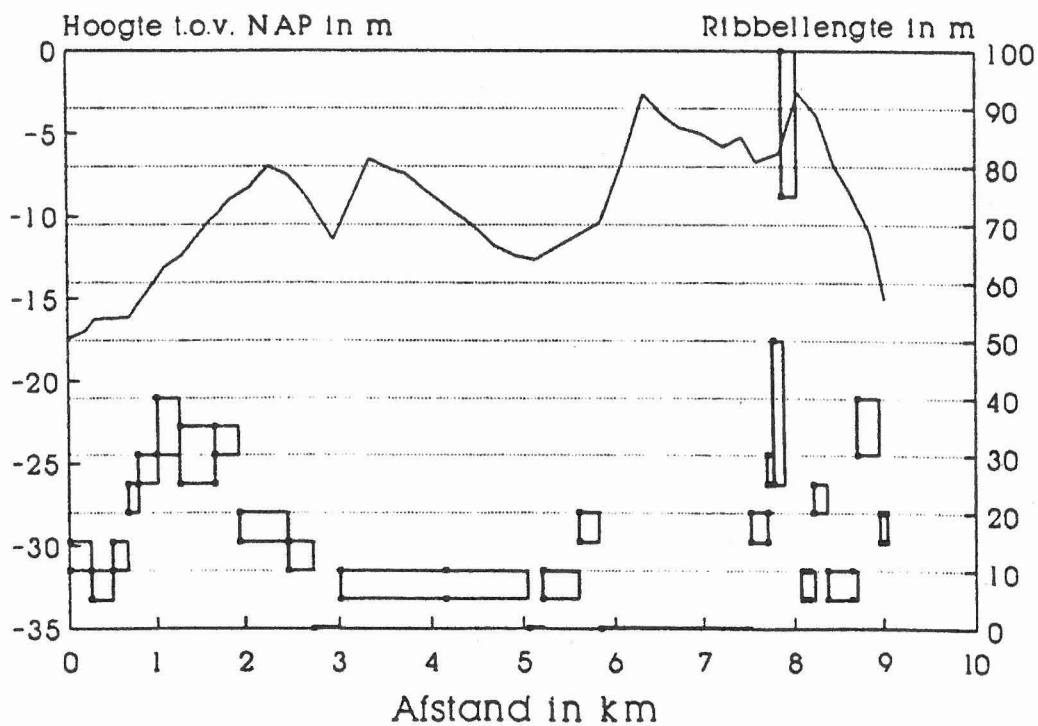
SCHAAR VAN VALKENISSE



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 15a. Schaar van Valkenisse: ribbelhoogte, doodtij, positieve zijde

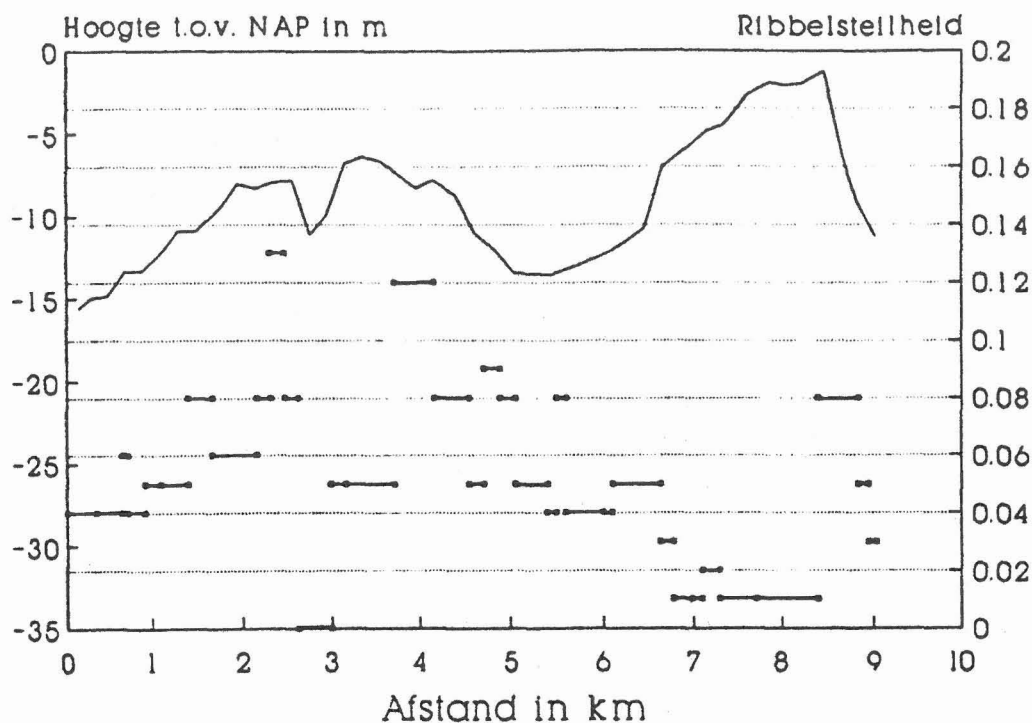
SCHAAR VAN VALKENISSE



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 15b. Idem: ribbellengte, doodtij, positieve zijde

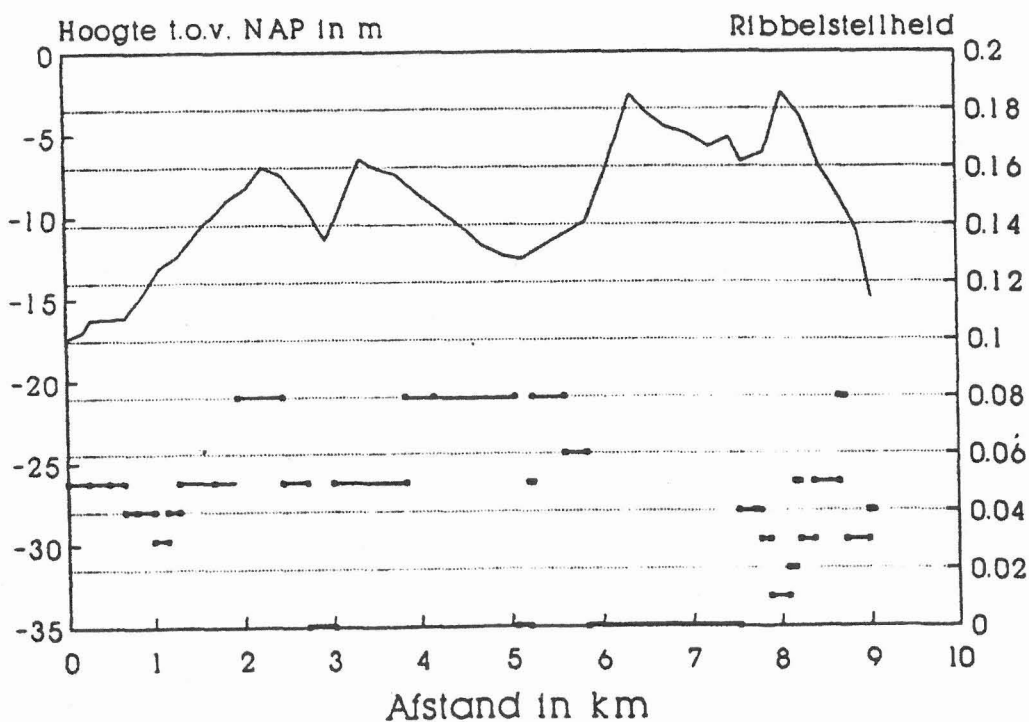
SCHAAR VAN VALKENISSE



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 16a. Schaar van Valkenisse: ribbelsteilheid, doodtij, negatieve zijde

SCHAAR VAN VALKENISSE



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 16b. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, positieve zijde

zijn golvend. Op de overgang naar de Overloop van Valkenisse komen steile ($ST = 0.09$) vloedgeoriënteerde ribbels voor, waarschijnlijk omdat de sonartrack kort na de hoogwaterkentering gevaren is.

* springtij, positieve zijde (figuren 18 en 19b)

Het beeld van de positieve zijde is in grote lijnen hetzelfde als dat van de negatieve zijde. Wel is het patroon tot aan het zandwinningsgebied regelmatig. Dat de sonartrack bij de laagwaterkentering gevaren is, blijkt duidelijk uit de ebkappen op de vloedgedomineerde ribbels. De opeenvolging van de ribbels vanuit de geul naar de drempel (km 8) is duidelijk aanwezig (zie figuur 20). Door de keuze van de klassebreedtes en -grenzen komt de trend in de figuren niet duidelijk naar voren.

* verschillen in ribbelparameters tussen de negatieve en de positieve zijde

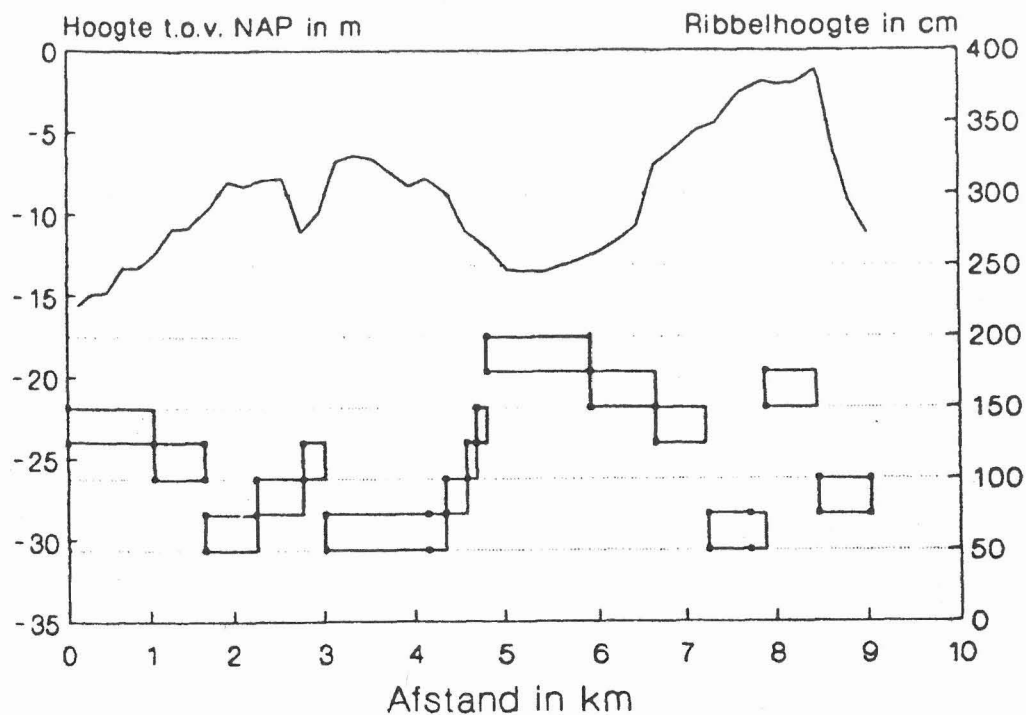
Het enige verschil is dat bij doodtij bij de positieve zijde de plaatrand aanwezig is en bij de negatieve zijde de geul. Er zijn geen duidelijke verschillen in ribbelhoogte en ribbellengte tussen de positieve en de negatieve zijde in de overige delen van de Schaar van Valkenisse.

* verschillen in ribbelparameters tussen doodtij en springtij

De met gewogen gemiddelde verkregen waarden staan vermeld in tabel 5. De gewogen gemiddelden van doodtij en springtij zijn in de figuren 21a,b en c tegen elkaar uitgezet.

Het traject met hoge ribbels ($H = 100 - 200$ cm) in het diepe deel van de Schaar van Valkenisse (as 9) is bij springtij groter. De ribbels vlak voor de drempel naar de Overloop van Valkenisse zijn bij doodtij beduidend langer dan bij springtij. De steilheid is bij deze drempel bij doodtij dan ook geringer. Een duidelijk trend in hoogte- en lengteverandering in de overige

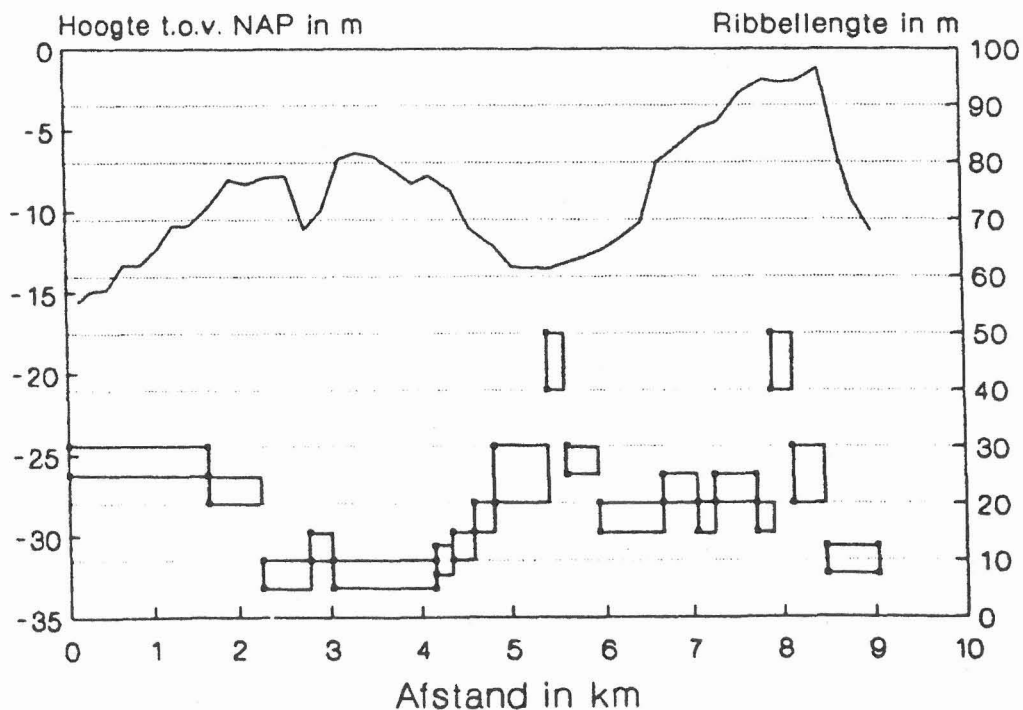
SCHAAR VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 17a. Schaar van Valkenisse: ribbelhoogte, springtij, negatieve zijde

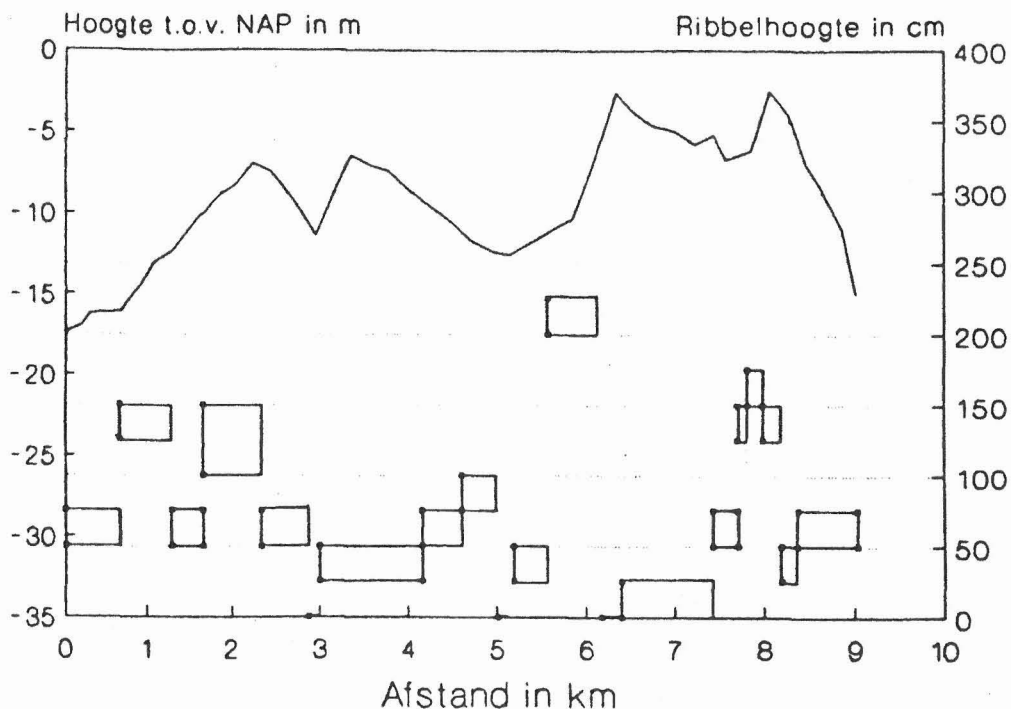
SCHAAR VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 17b. Idem: ribbellengte, springtij, negatieve zijde

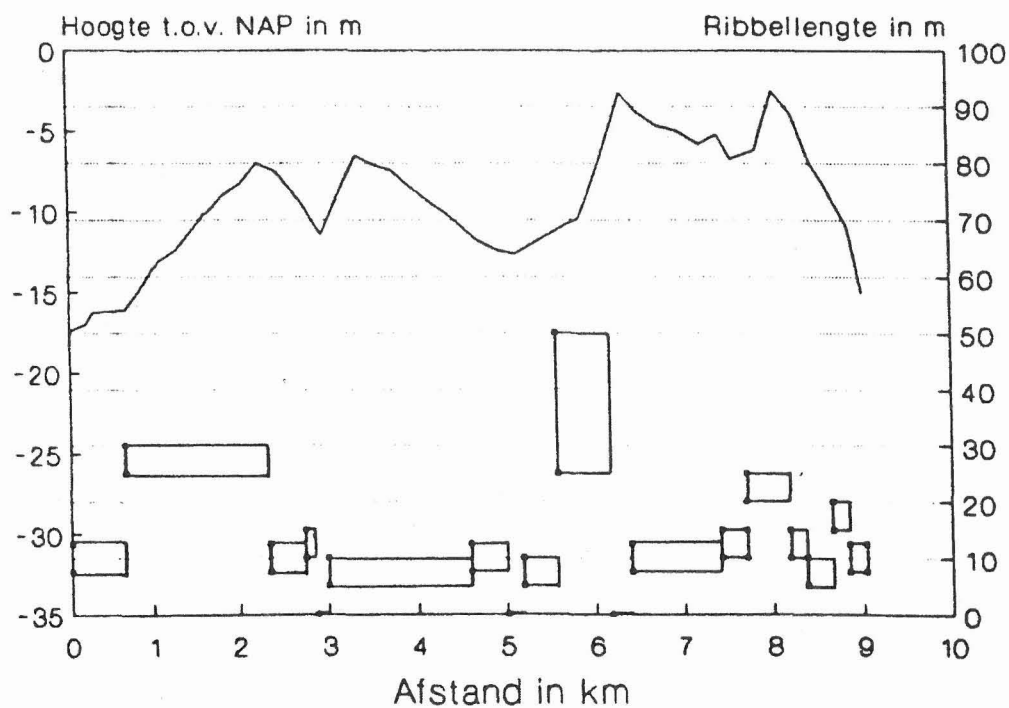
SCHAAR VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 18a. Schaar van Valkenisse: ribbelhoogte, springtij, positieve zijde

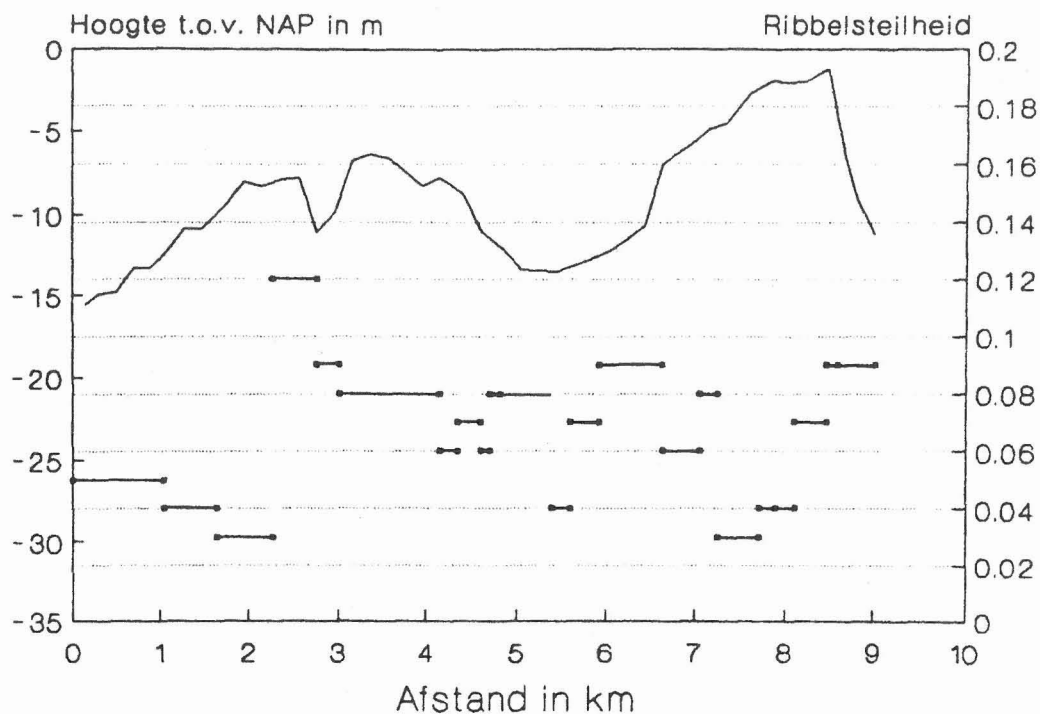
SCHAAR VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 18b. Idem: ribbellengte, springtij, positieve zijde

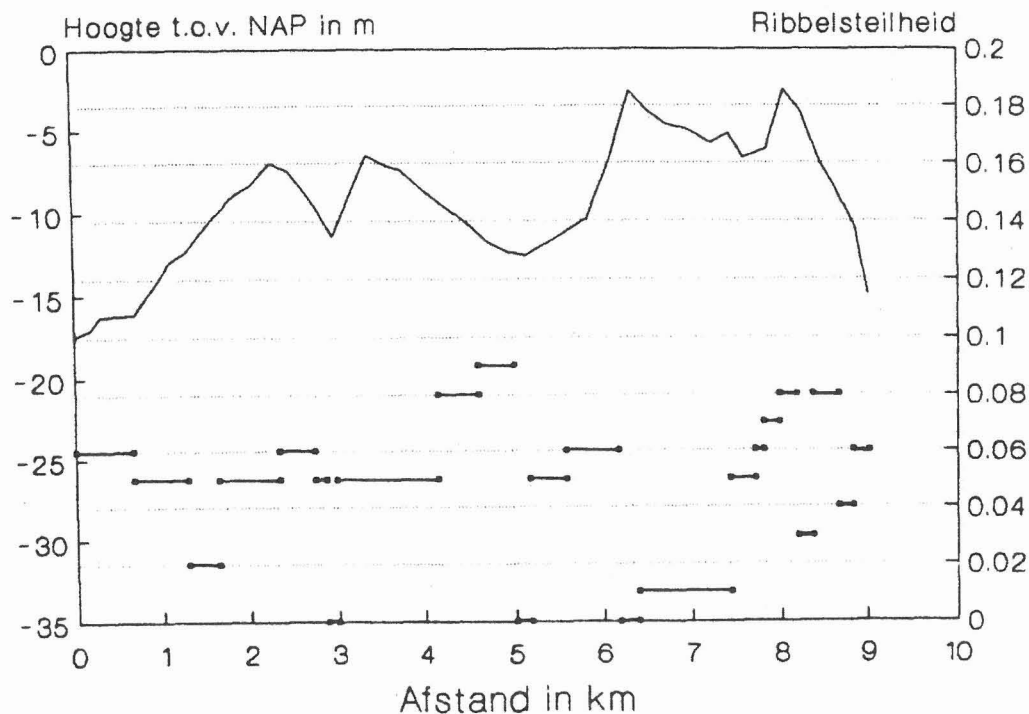
SCHAAR VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 19a. Schaar van Valkenisse: ribbelsteilheid, springtij, negatieve zijde

SCHAAR VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 19b. Idem: ribbelsteilheid, springtij, positieve zijde

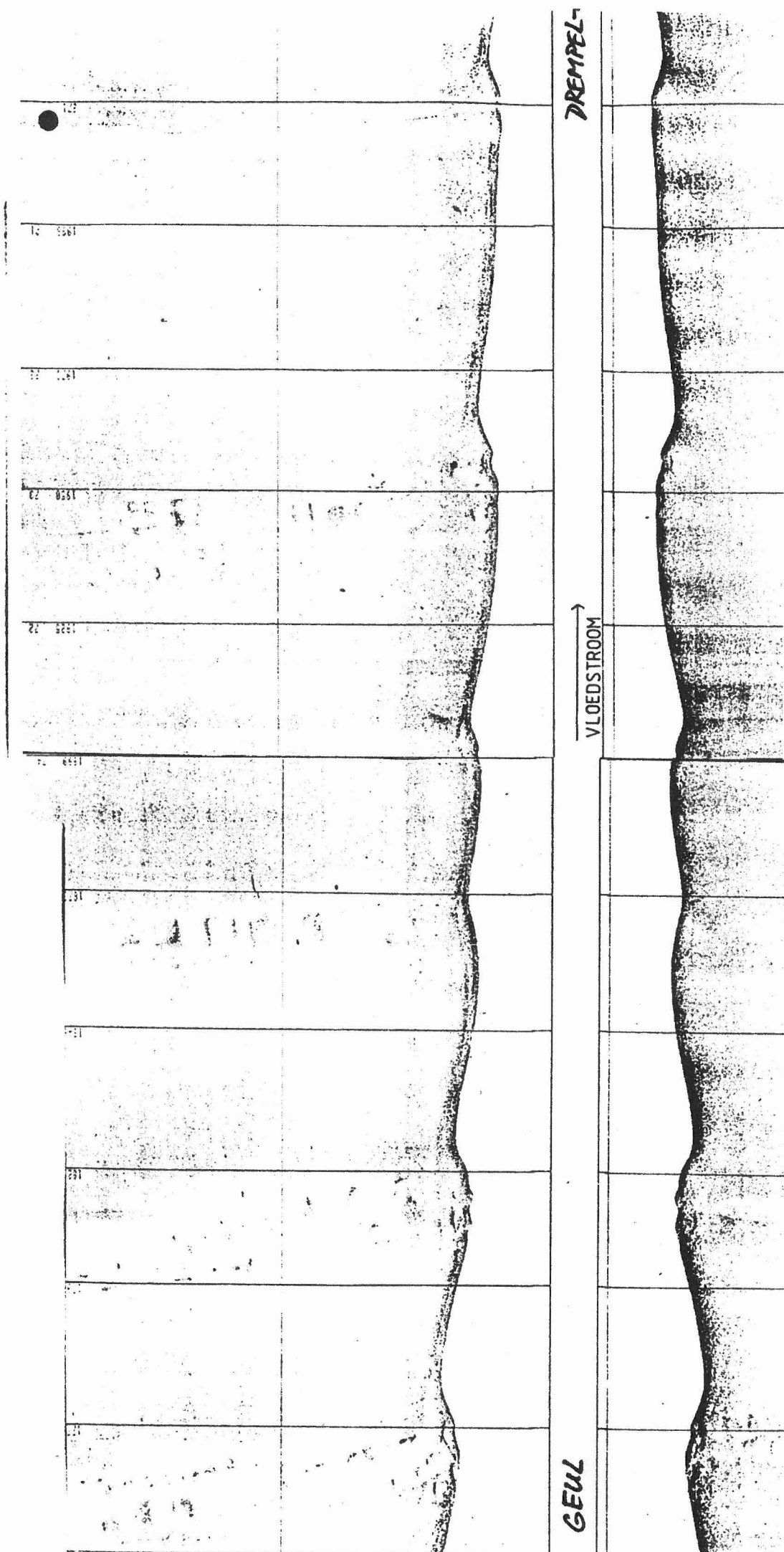


Fig. 20. Schaar van Valkenisse.
Springtij, positieve zijde
(1725-2249).
Ribbelopeenvolging bij drempel.

SCHAAR VAN VALKENISSE

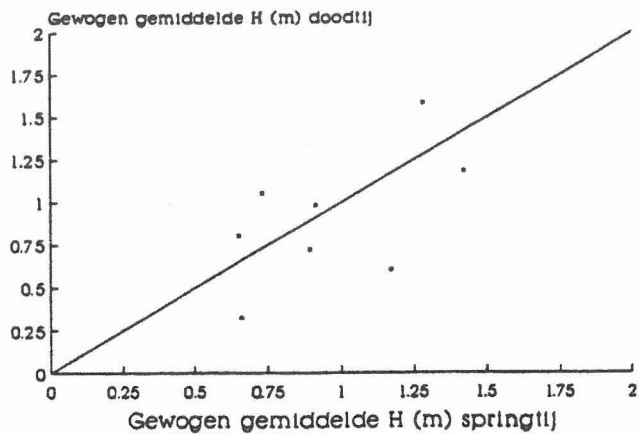


Fig. 21a. Doodtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte tegen springtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte

SCHAAR VAN VALKENISSE

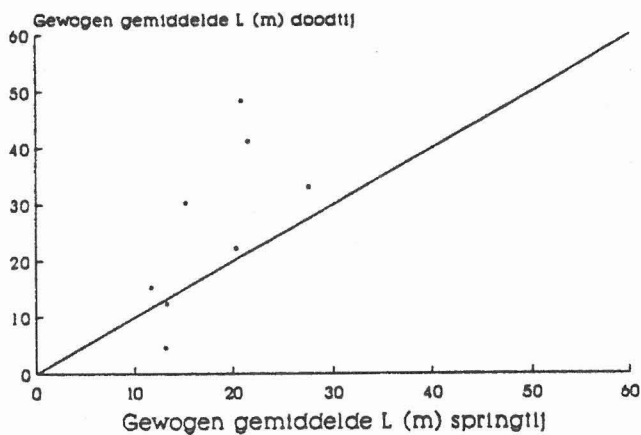


Fig. 21b. Als figuur 21a met ribbellengte

SCHAAR VAN VALKENISSE

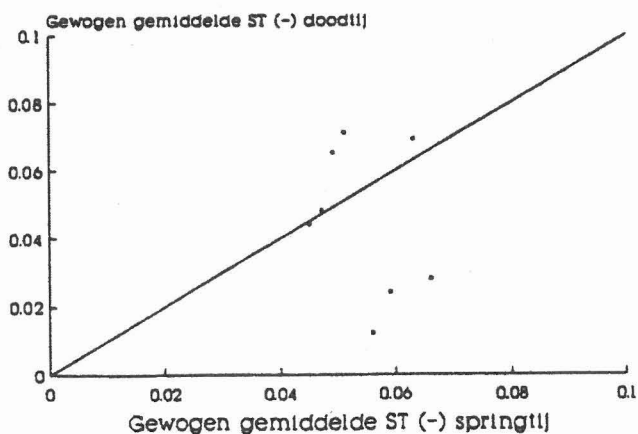


Fig. 21c. Als figuur figuur 21a met ribbelsteilheid

delen van de Schaar van Valkenisse is niet aanwezig. De steilheid blijft hier ongeveer gelijk: 0.045 - 0.06.

Tabel 5 Gewogen gemiddelden van ribbelhoogte, -lengte en -steilheid Schaar van Valkenisse							
Asnummer	Zijde	Doodtij			Springtij		
		H (m)	L (m)	ST (-)	H (m)	L (m)	ST (-)
7	-	1.58	33.0	0.048	1.28	27.5	0.047
7	+	0.58	22.1	0.044	0.91	20.3	0.045
8	-	1.05	15.2	0.069	0.73	11.6	0.063
8	+	0.80	12.3	0.065	0.65	13.2	0.049
9	-	1.18	41.2	0.028	1.42	21.5	0.066
9	+	0.32	4.5	0.071	0.66	13.1	0.051
10	-	0.60	48.3	0.012	1.17	20.9	0.056
10	+	0.72	30.2	0.024	0.89	15.2	0.059

Sprong Kingse

4.4. Het Zuidergat en de Overloop van Valkenisse

* doodtij, negatieve zijde (figuren 22 en 24a)

Tussen km 2 en 3.5 bevindt zich de drempel van Hansweert. Vanaf het nulpunt tot aan km 2.5 komen vloedgedomineerde tot symmetrische ribbels voor met rechte tot licht golvende kamlijnen. Op het grootste deel van de drempel komen geen ribbels voor. Van km 3.5 tot km 4.5 zijn ebgedomineerde ribbels ($H = 25 - 50$ cm; $L = 10 - 15$ m) met rechte kamlijnen aanwezig. Nabij de drempel zijn de ribbels langer en lager. De ribbels van km 4.5 tot en met km 9 zijn redelijk regelmatig ($H = 25 - 75$ cm; $L = 5 - 10$ m) en hebben rechte tot licht golvende kamlijnen. De ribbels van km 4.5 tot km 6 zijn ebgedomineerd, van km 6 tot km 9 symmetrisch tot vloedgedomineerd. De drempel bij km 13 (Drempel van Valkenisse) vertoont hetzelfde beeld als de drempel in de Schaar van Valkenisse. In het diepe deel van de geul bij km 11 - 12 komen hoge en korte vloedgedomineerde ribbels ($H = 1.5 - 2.5$ m; $L = 20 - 30$ m) voor, die drempelopwaarts overgaan in lagere en langere ribbels ($H = 50 - 75$ cm; $L = 75 - 100$ m). Het hoogste deel van de drempel is vlak en vertoont vele baggersporen. Voorbij de drempel

in het diepere deel komen hoge, korte ebgedomineerde ribbels voor ($H = 100 - 125$ cm; $L = 5 - 10$ m) die drempelopwaarts lager en langer worden ($H = 0 - 25$ cm; $L = 10 - 15$ m).

* doodtij, positieve zijde (figuren 23 en 24b)

Aan de positieve zijde is het ribbelpatroon veel sterker antropogeen beïnvloed. Tussen km 3.9 tot en met 6.3 zijn enkele turbulentieputten aanwezig die samenhangen met het Oude Hoofd van Walsoorden. Van km 11 tot en met 12 dijkbestortingsmateriaal aanwezig. De trends zoals beschreven aan de negatieve zijde doen zich in de niet verstoorde delen van de positieve zijde ook voor.

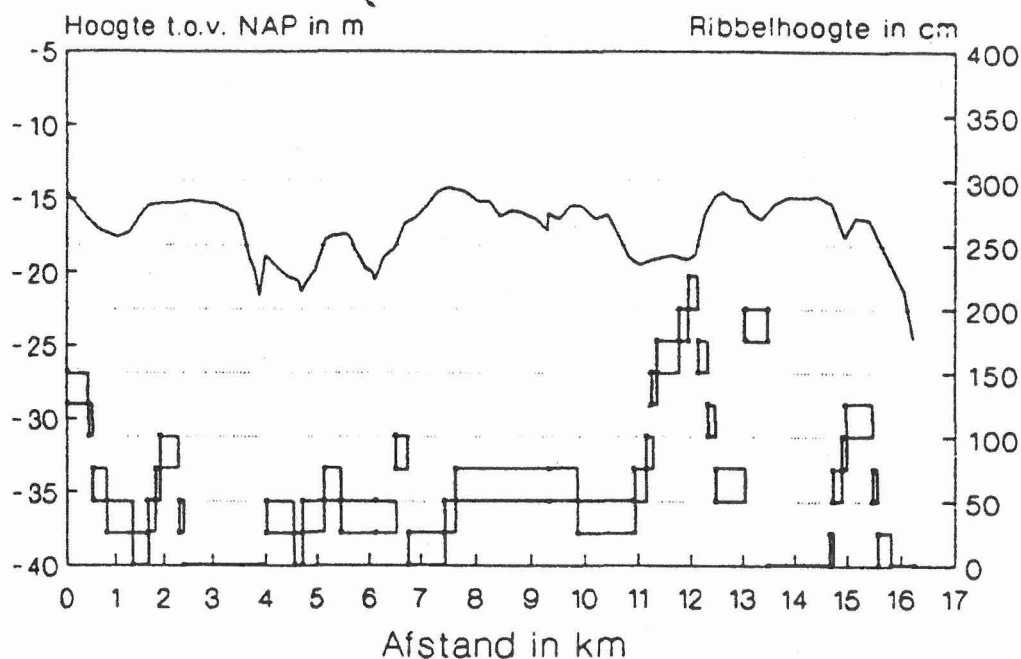
* springtij, negatieve zijde (figuren 25 en 27a)

De negatieve zijde bij springtij vertoont in grote lijnen dezelfde opeenvolgingen als bij doottij. As 12 bevat vloedgeoriënteerde ribbels, as 13 ebgeoriënteerde. As 13 negatieve zijde is gevaren vlak voor de laagwaterkentering (ebgeoriënteerde ribbels), as 13 positieve zijde tijdens de hoogwaterkentering (vloedgeoriënteerde ribbels). De ribbels ($H = 50 - 75$ cm; $L = 5 - 10$ m) keren om bij omkerende stroming (zie fig. 28 a en b). Het ribbelpatroon in as 13 en in as 14 is zeer regelmatig. De drempel bij km 13 levert een vergelijkbaar beeld op als bij doottij.

* springtij, positieve zijde (figuren 26 en 27b)

Ook de positieve zijde levert grotendeels dezelfde ribbelpatronen op als bij doottij. Uit de sonarbeelden blijkt dat de ebstroom bij de dijkbestorting van km 3.9 (het Oude Hoofd van Walsoorden) zeer veel materiaal in suspensie brengt. De ebribbels tussen km 3 en 3.9 vanaf het nulpunt zijn zeer groot ($H = 175 - 200$ cm) en lang ($L = 25 - 50$ m).

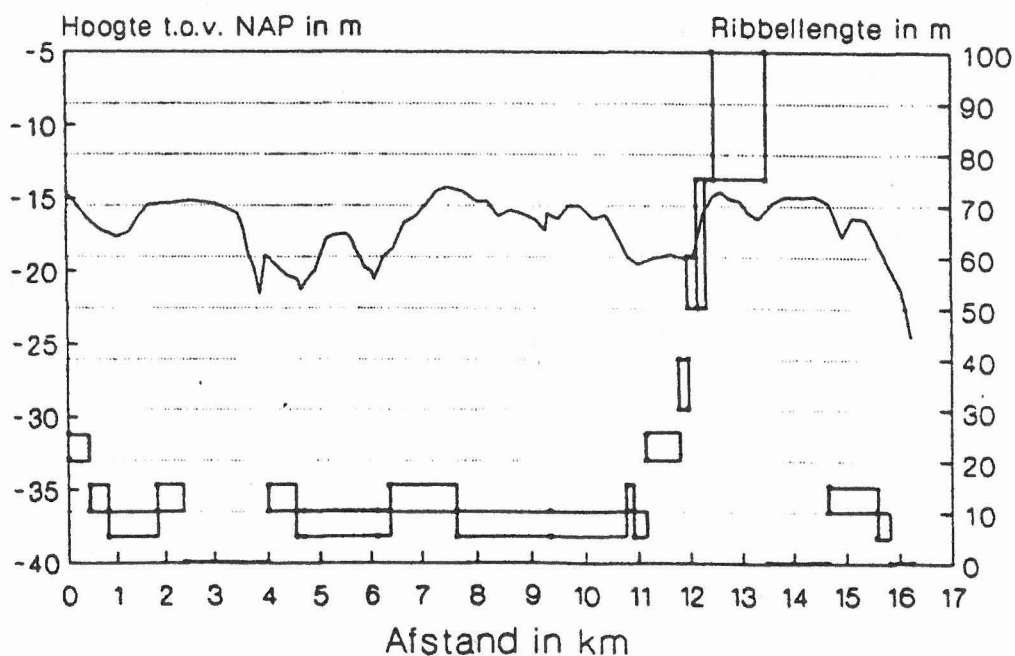
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 22a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse: ribbelhoogte, doodtij, negatieve zijde

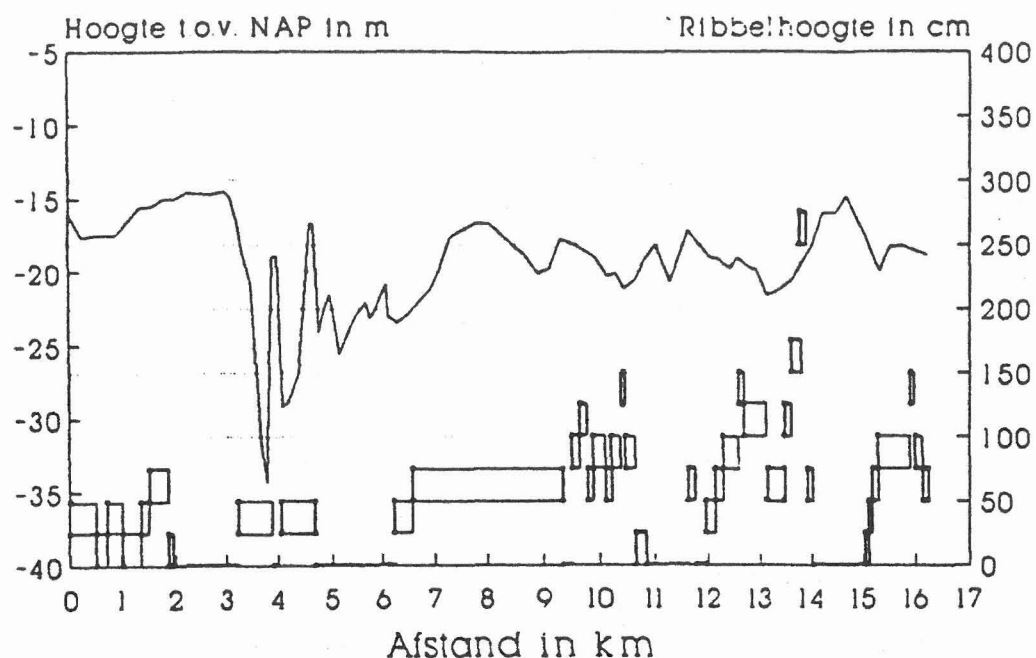
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 22b. Idem: ribbellengte, doodtij, negatieve zijde

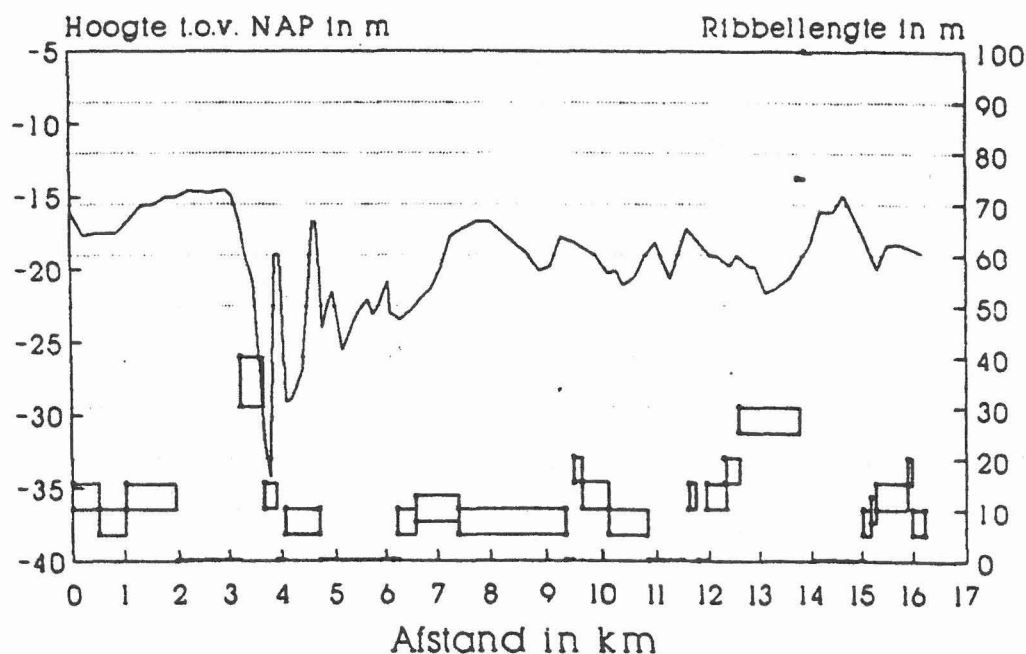
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 23a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse: ribbelhoogte, doodtij, positieve zijde

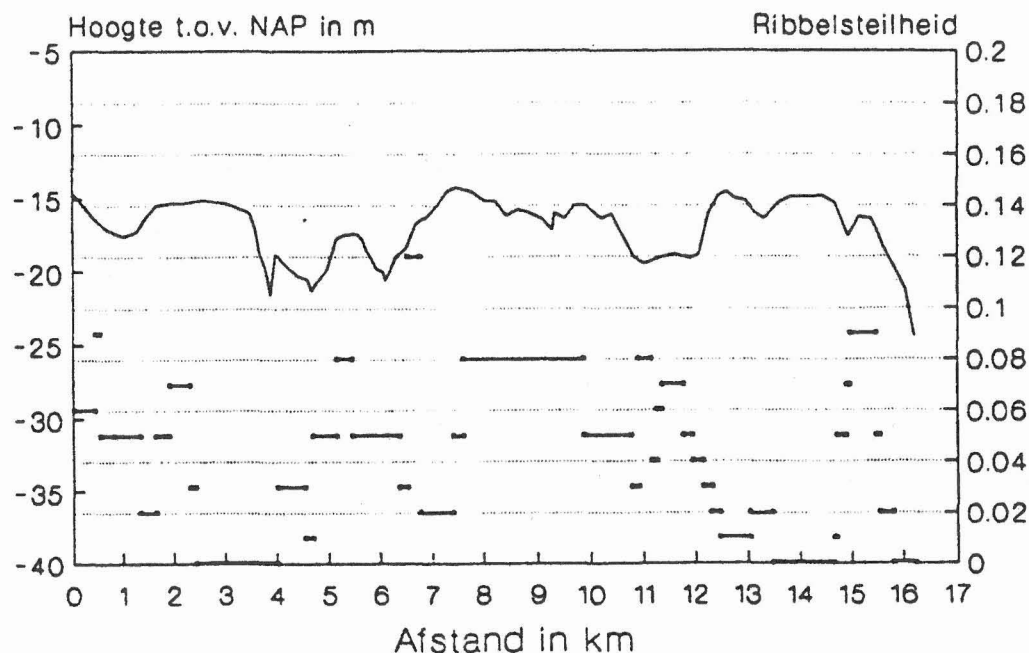
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 23b. Idem: ribbellengte, doodtij, positieve zijde

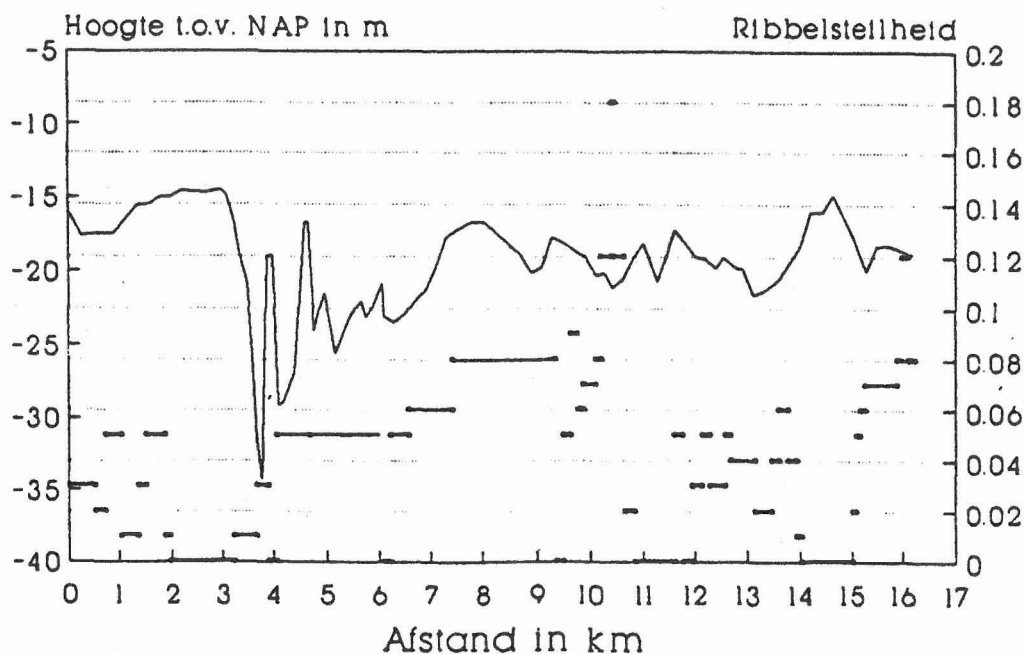
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



DOODTIJ, negatieve zijde

Fig. 24a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse: ribbelsteilheid, doodtij, negatieve zijde

ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



DOODTIJ, positieve zijde

Fig. 24b. Idem: ribbelsteilheid, doodtij, positieve zijde

* verschillen in ribbelparameters tussen de negatieve en positieve zijde

Er zijn duidelijk verschillen in antropogene invloeden tussen de positieve en de negatieve zijde. Om te voorkomen dat het Zuidergat de buitenbocht erodeert, is op verscheidene plekken dijkbestortingsmateriaal aangebracht. Op de drempels wordt ten behoeve van de scheepvaart regelmatig gebaggerd. Zuigsporen zijn op de sonarrollen duidelijk te zien.

Bij as 15 (km 12 tot 13.5) is duidelijk het verschil tussen de binnen- en de buitenbocht te zien. De positieve zijde ligt in de buitenbocht, de negatieve zijde in de binnenbocht. De ribbels zijn aan de positieve zijde groter:

- positieve zijde: $H = 125 - 150$ cm; $L = 10 - 15$ m

- negatieve zijde: $H = 25 - 75$ cm; $L = 5 - 10$ m.

Een verklaring hiervoor wordt gegeven in hoofdstuk 5.

* verschillen in ribbelparameters tussen doodtij en springtij

De gewogen gemiddelden zijn vermeld in tabel 6. De doodtij-gewogen-gemiddelden zijn in figuur 29a,b en c tegen de springtij-gewogen-gemiddelden uitgezet.

De ebbribbels bij km 3 - 4 zijn bij springtij veel hoger en langer dan bij doodtij. De ebstroom brengt stroomopwaarts van het Oude Hoofd van Walsoorden meer materiaal in suspensie bij springtij dan bij doodtij.

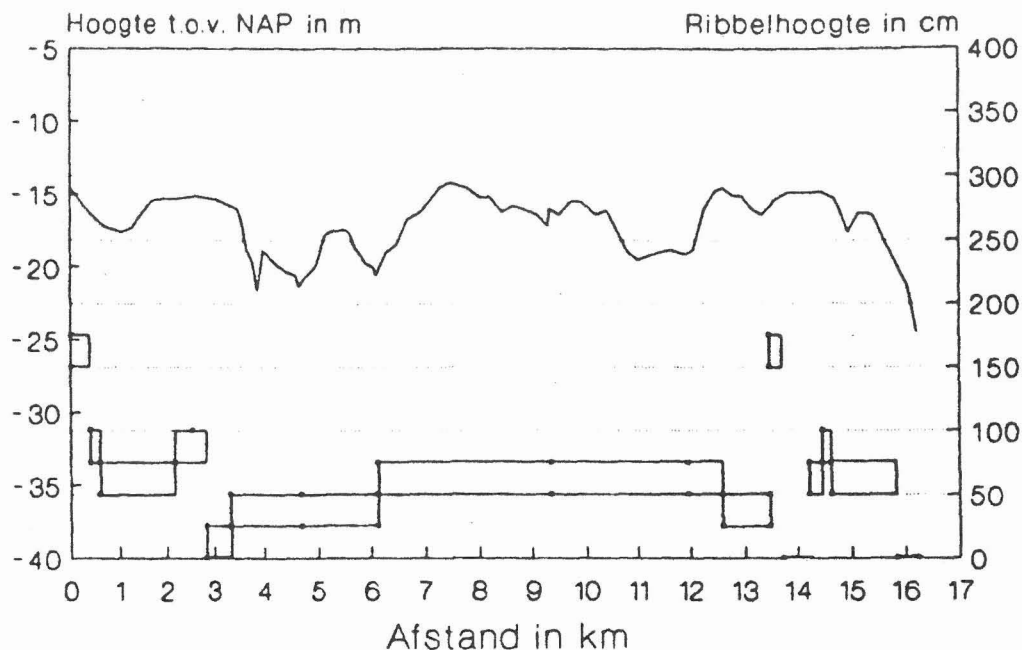
De ribbels drempelopwaarts bij km 13 zijn bij doodtij veel langer dan bij springtij. Dit is bij de drempel van de Schaar van Valkenisse en de drempel tussen de Schaar van Valkenisse en de Zimmermangeul ook waargenomen.

In de overige delen van het Zuidergat verschillen de ribbelhoogte en ribbellengte tussen doodtij en springtij nauwelijks. De steilheid is bij springtij in de meestal gevallen groter dan bij doodtij.

Tabel 6 Gewogen gemiddelden van ribbelhoogte, -lengte en -steilheid
Zuidergat en Overloop van Valkenisse

		Doodtij			Springtij		
Asnummer	Zijde	H (m)	L (m)	ST (-)	H (m)	L (m)	ST (-)
11	-	0.39	7.9	0.049	0.63	8.4	0.051
11	+	0.19	8.4	0.022	0.23	10.3	0.022
12	-	0.43	7.5	0.057	0.38	7.5	0.051
12	+	-	-	-	-	-	-
13	-	0.50	8.9	0.056	0.63	8.5	0.074
13	+	0.59	8.0	0.074	0.63	7.5	0.084
14	-	0.83	13.7	0.061	0.63	7.5	0.084
14	+	0.69	8.7	0.079	0.64	8.3	0.077
15	-	1.34	79.2	0.017	0.48	7.5	0.064
15	+	0.83	27.5	0.030	1.31	19.3	0.068
16	-	0.72	11.4	0.063	0.62	8.6	0.072
16	+	0.65	16.3	0.039	0.84	10.4	0.080

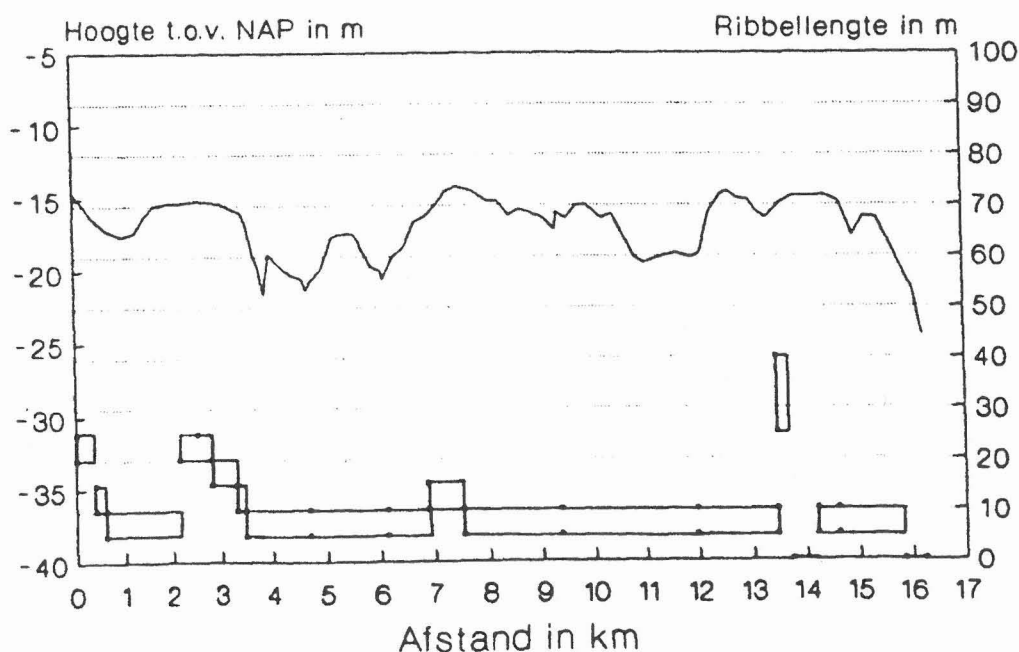
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 25a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse: ribbelhoogte, springtij, negatieve zijde

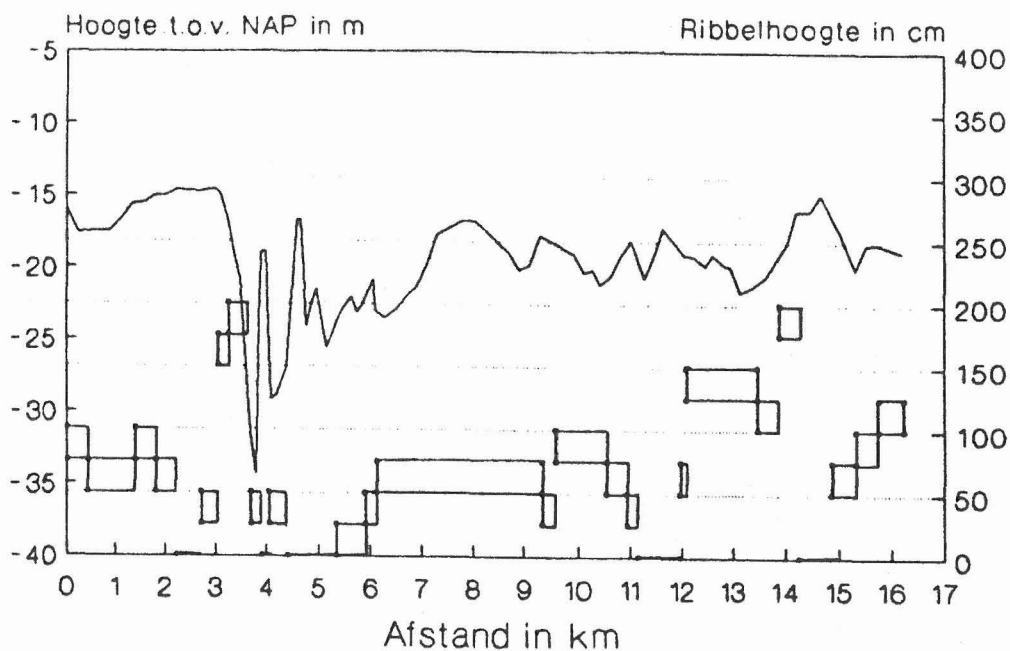
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 25b. Idem: ribbellengte, springtij, negatieve zijde

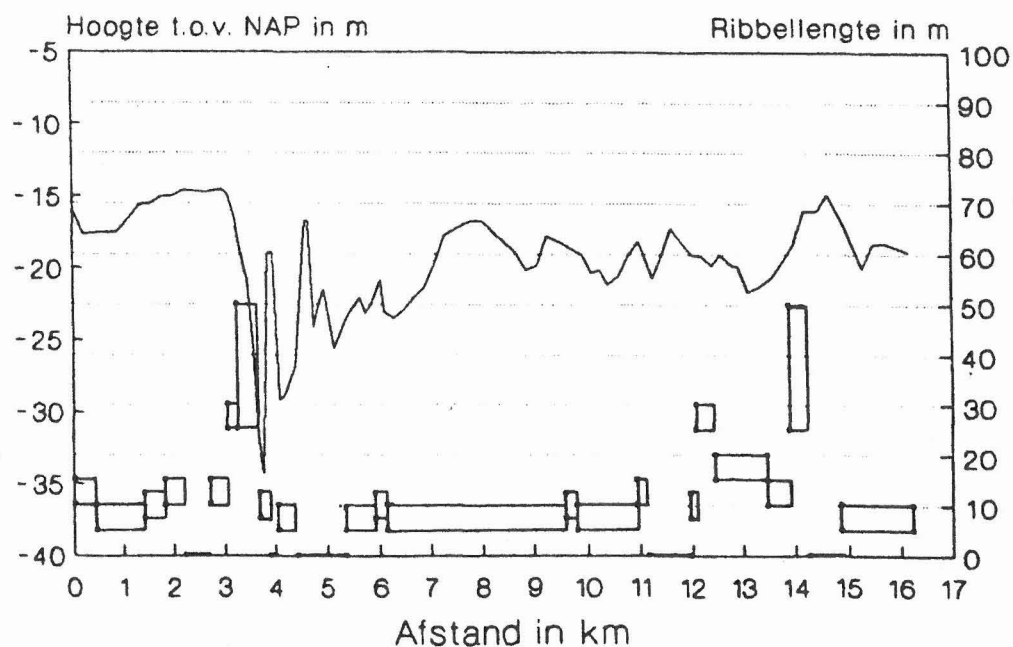
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 26a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse: ribbelhoogte, springtij, positieve zijde

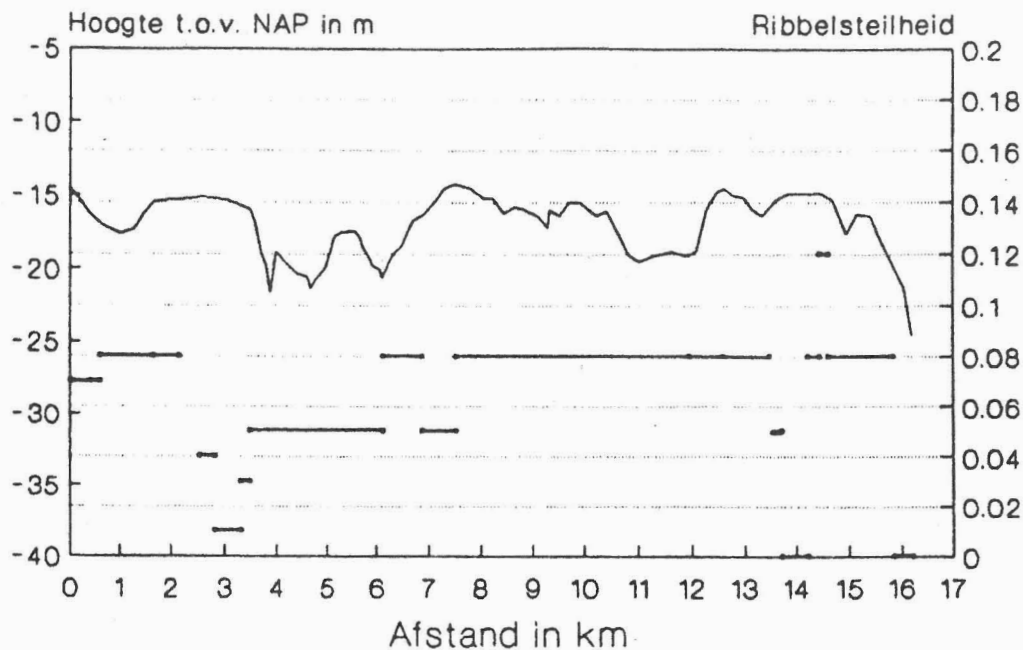
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 26b. Idem: ribbellengte, springtij, positieve zijde

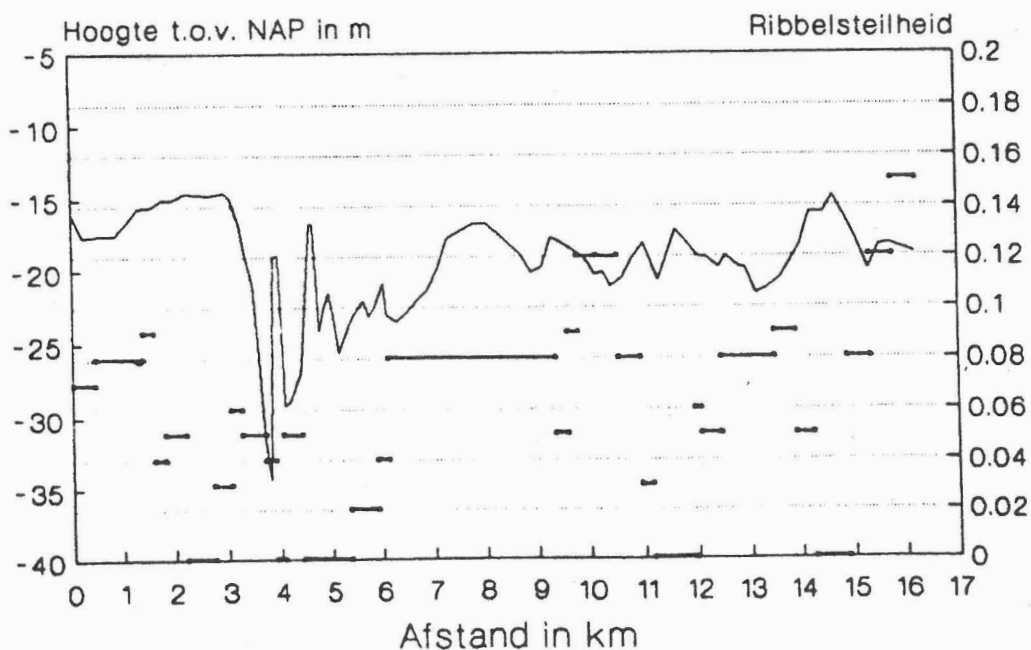
ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, negatieve zijde

Fig. 27a. Zuidergat en Overloop van Valkenisse: ribbelsteilheid, springtij, negatieve zijde

ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE



SPRINGTIJ, positieve zijde

Fig. 27b. Idem: ribbelsteilheid, springtij, positieve zijde

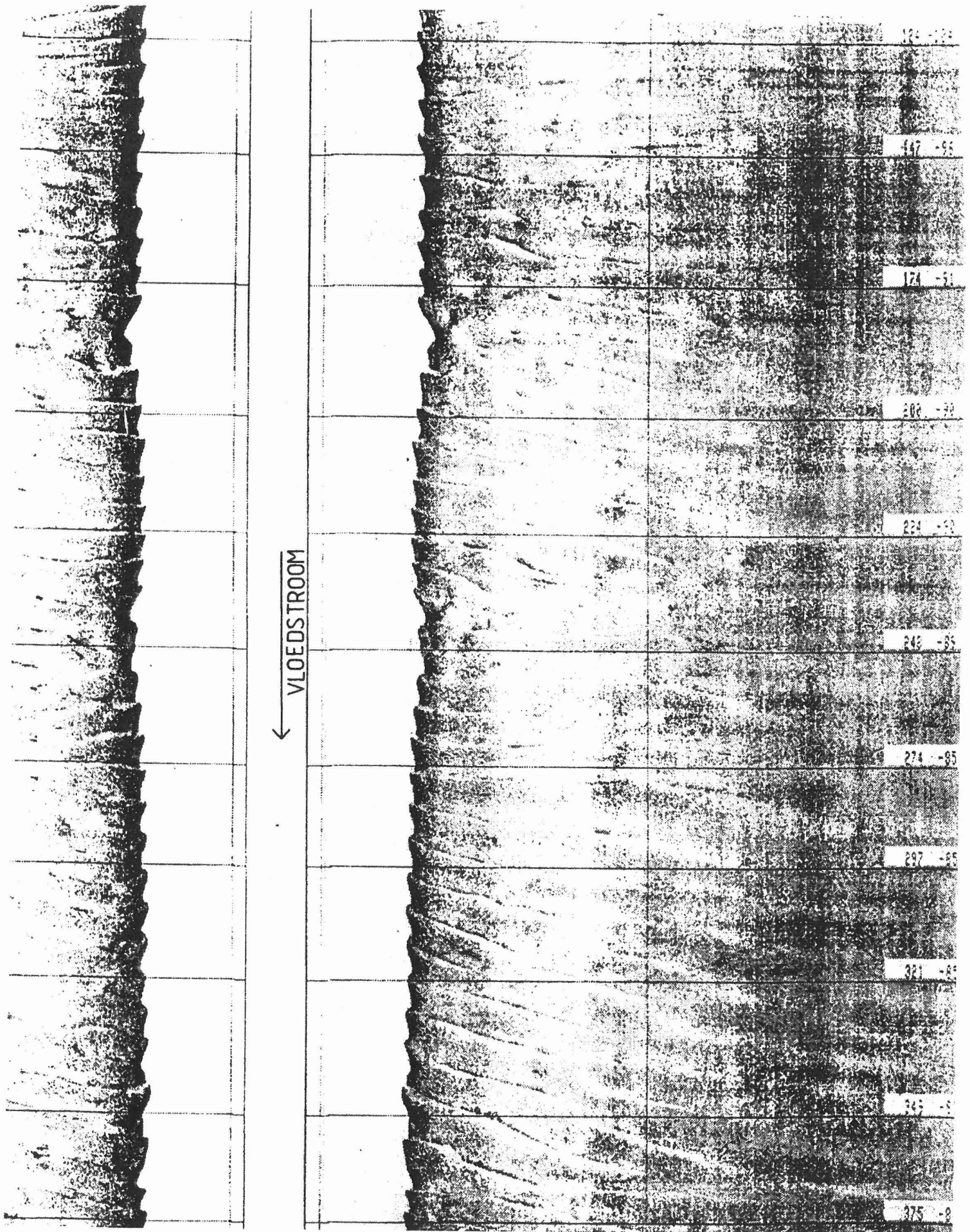


Fig. 28a. Zuidergat, as 13. Springtij, negatieve zijde.
Ebgeoriënteerde ribbels

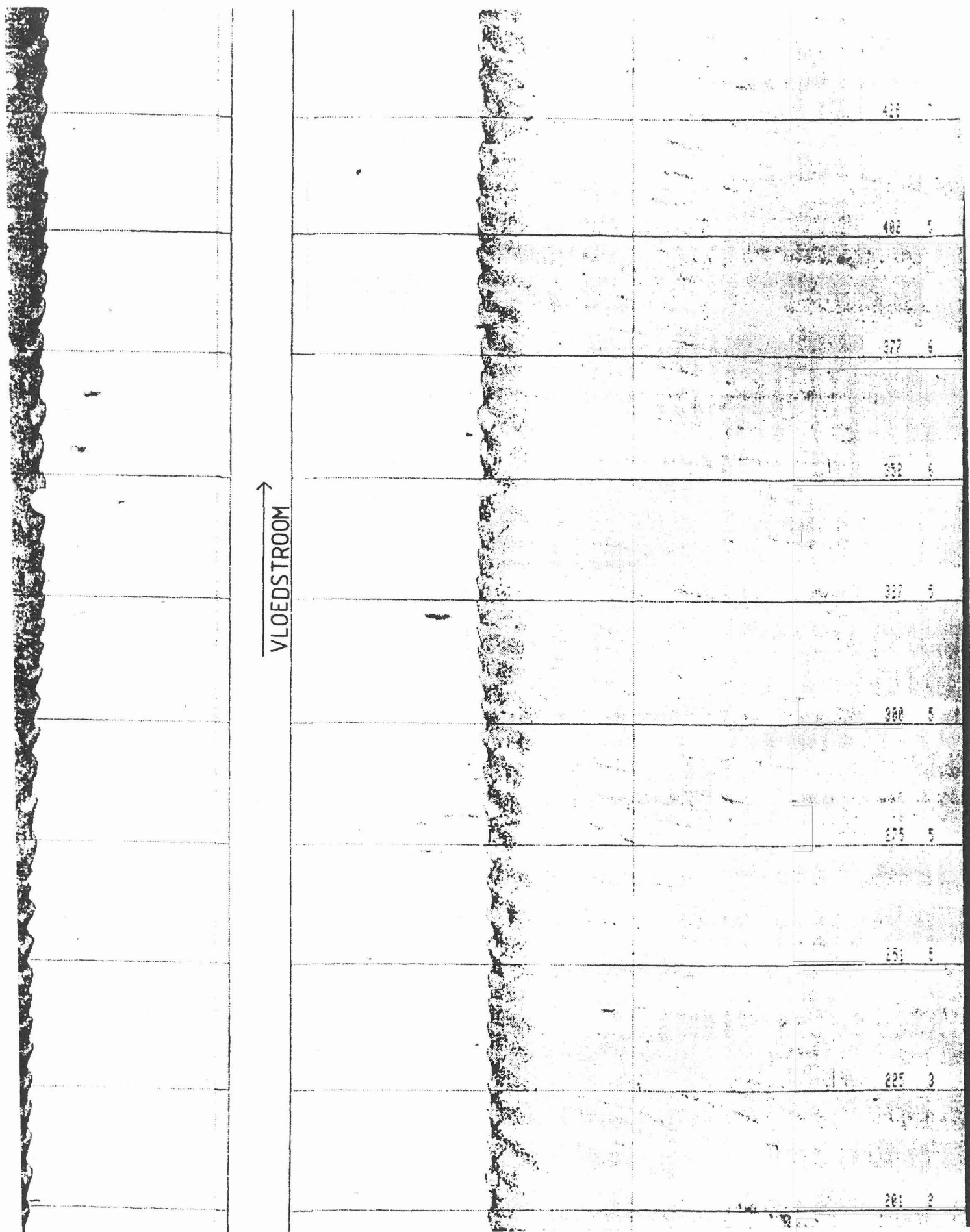


Fig. 28b. Zuidergat, as 13. Springtij, negatieve zijde.
Vloedgeoriënteerde ribbels

ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE

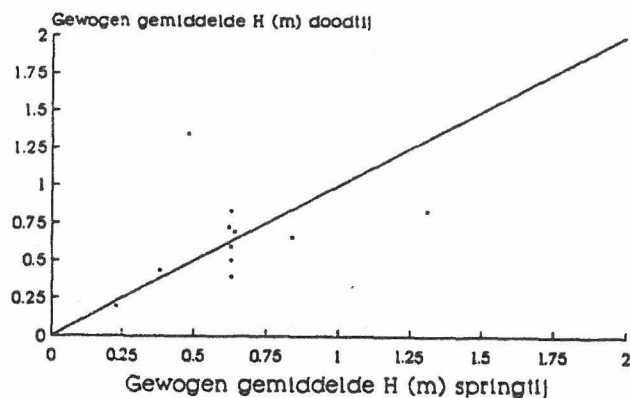


Fig. 29a Doodtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte tegen springtij-gewogen-gemiddelde ribbelhoogte

ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE

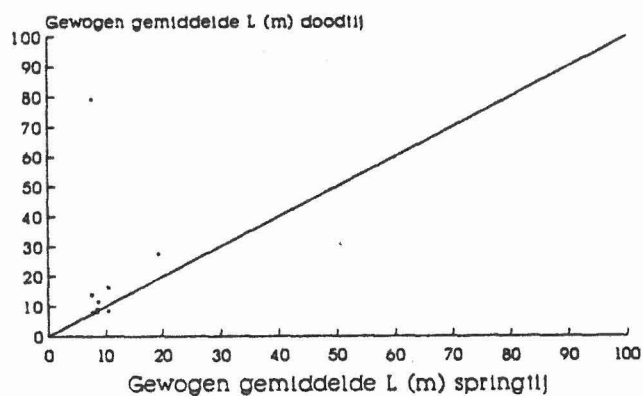


Fig. 29b. Als figuur 29a met ribbellengte

ZUIDERGAT EN OVERLOOP VAN VALKENISSE

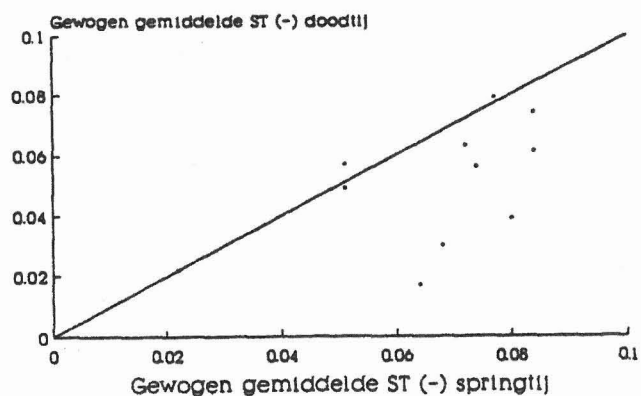


Fig. 29c. Als figuur 29a met ribbelsteilheid

5. Verklaring van de voorkomende ribbelparameters

5.1. Inleiding

In hoofdstuk 3 is aangegeven dat de waterdiepte, de stroomsnelheid en de korrelgrootte de ribbellengte, en de waterdiepte en de stroomsnelheid de ribbelhoogte bepalen. In dit hoofdstuk wordt getracht de voorkomende ribbelparameters met behulp van deze factoren te verklaren. Zoals in hoofdstuk 3 reeds vermeld is, wordt de korrelgrootte hierbij buiten beschouwing gelaten.

5.2. Relatie ribbelparameters met hydraulica

5.2.1. Snelheden bepaald met debietgegevens

Op grond van debietgegevens (de Jong, 1989 en aanvullingen) van raai 3 (Zimmermangeul en Overloop van Valkenisse) en van raai 5 (Schaar van Waarde en Zuidergat) kunnen de doorsnede-gemiddelde maximale snelheden van de ebstroom en de vloedstroom bepaald worden. De snelheid wordt berekend aan de hand van:

$$u_{\max} = Q_{\max} / A_c \quad (2)$$

waarin $u_{\max}$ = doorsnede-gemiddelde maximale stroomsnelheid (m/s)
 $Q_{\max}$ = maximale debiet (m³/s)
 A_c = oppervlakte doorstroomprofiel t.o.v. NAP (m²).

De gegevens staan vermeld in tabel 7.

De stroomsnelheden in de Schaar van Valkenisse kunnen niet met debietgegevens worden berekend, daar er geen debietraai door de Schaar van Valkenisse loopt. Gezien het geringe debiet door de Zimmermangeul en over de Platen van Valkenisse en de relatief geringe dwarsdoorsnede van de Schaar van Valkenisse is het te verwachten dat de snelheden in dezelfde orde van grootte als in de Schaar van Waarde dan wel nog iets hoger zijn.

Tabel 7 Doorsnede-gemiddelde maximale stroomsnelheden									
Raai 3 (1990)									
$Q_{\max,eb}$ *10 ³ (m ³ /s)		$Q_{\max,vloed}$ *10 ³ (m ³ /s)		A_c (m ²)		$u_{\max,eb}$ (m/s)		$u_{\max,vloed}$ (m/s)	
OvV	Zim	OvV	Zim	OvV	Zim	OvV	Zim	OvV	Zim
15.1	2.0	15.1	2.7	15260	3218	0.99	0.62	0.99	0.53
Raai 5 (1988)									
$Q_{\max,eb}$ *10 ³ (m ³ /s)		$Q_{\max,vloed}$ *10 ³ (m ³ /s)		A_c (m ²)		$u_{\max,eb}$ (m/s)		$u_{\max,vloed}$ (m/s)	
Zui	SvW	Zui	SvW	Zui	SvW	Zui	SvW	Zui	SvW
13.0	13.0	16.4	20.7	16566	16736	0.78	0.78	0.99	1.24

OvV = Overloop van Valkenisse

Zim = Zimmermangeul

Zui = Zuidergat

SvW = Schaar van Waarde

Op grond van de snelheden in tabel 7 kunnen de volgende rib-beleigenschappen verwacht worden:

1. de ribbels in de Schaar van Waarde en de Schaar van Valkenisse zijn vloedgedomineerd en aanzienlijk lang en hoog.
2. de ribbelgroottes nemen af vanuit de Schaar van Waarde naar de Zimmermangeul. De Zimmermangeul is voor de eb- en vloedstroom van veel geringere betekenis dan de Schaar van Valkenisse.
3. de ribbels in het Zuidergat zijn kleiner (lager en korter) dan in de beide vloedscharen.

Uit de beschrijving in hoofdstuk 2 en de kaarten 2,3,5 en 6 blijken bovengenoemde verwachtingen redelijk te kloppen.

5.2.2. Snelheidspuntwaarnemingen

Ten behoeve van het project OostWest zijn van 24 augustus 1990

Waarom, welk de vloed met de diepte v. d. Altes kan niet bij behouden.

Zoe 5.3

tot en met 19 september 1990 stroommetingen verricht in het oostelijk deel van de Westerschelde (Rijkswaterstaat, 1991). Alle snelheidsmeters hebben gemeten op een diepte van ongeveer 40 % van de waterdiepte boven de bodem. Hierdoor zijn de gemeten snelheden ongeveer gelijk aan de gemiddelde snelheid in de verticaal. In de figuren 30 en 31 zijn de maximale stroomsnelheden van de eb- en de vloedstroom van zowel doodtij als springtij weergegeven.

De snelheden zijn niet vergelijkbaar met de snelheden in tabel 7. De snelheden in tabel 7 zijn immers geen puntwaarnemingen. De puntwaarnemingen kunnen zowel een hogere als een lagere waarde aannemen dan de doorsnede-gemiddelde snelheid.

Met uitzondering van het waarnemingspunt in de binnenbocht van de Overloop van Valkenisse is de maximale vloedsnelheid overal hoger dan de maximale ebsnelheid.

De snelheden zijn bij springtij duidelijk hoger dan bij doodtij. Toch zijn de gewogen-gemiddelde-ribbelhoogte en -lengte in het grootste deel van het oostelijk deel van de Westerschelde bij springtij niet wezenlijk anders dan bij doodtij. Dit is verschillend van wat verwacht mag worden op grond van de theoretische relatie tussen ribbelhoogte, ribbellengte en stroomsnelheid. De ribbelsteilheid daarentegen is bij springtij zoals verwacht wel hoger.

De snelheid in de buitenbocht van de Overloop van Valkenisse is bij de vloedstroom hoger dan in de binnenbocht. Dit verklaart de hogere en langere ribbels in de buitenbocht (zie paragraaf 4.4.).

*Is er relatie naar de
relatie met de
bodemschil spanning?*

*Is het dus theoretisch
relatie dan?*

5.3. Relatie ribbelparameters met het verloop van de bodemligging

In hoofdstuk 3 is naar voren gekomen dat theoretisch gezien, een grotere waterdiepte leidt tot langere en hogere ribbels. Uit het feit dat de ribbelkarakteristieken in de stroomgeulen in het oostelijk deel van de Westerschelde redelijk kunnen worden verklaard met de optredende stroomsnelheden, kan worden afgeleid dat een verschil in waterdiepte tussen de verschillende geulen alleen niet leidt tot andere ribbelkarakteristieken. In het oostelijk deel van de Westerschelde leidt een grotere waterdiepte alleen niet tot hogere en langere ribbels. Zo is bijvoorbeeld de gemid-

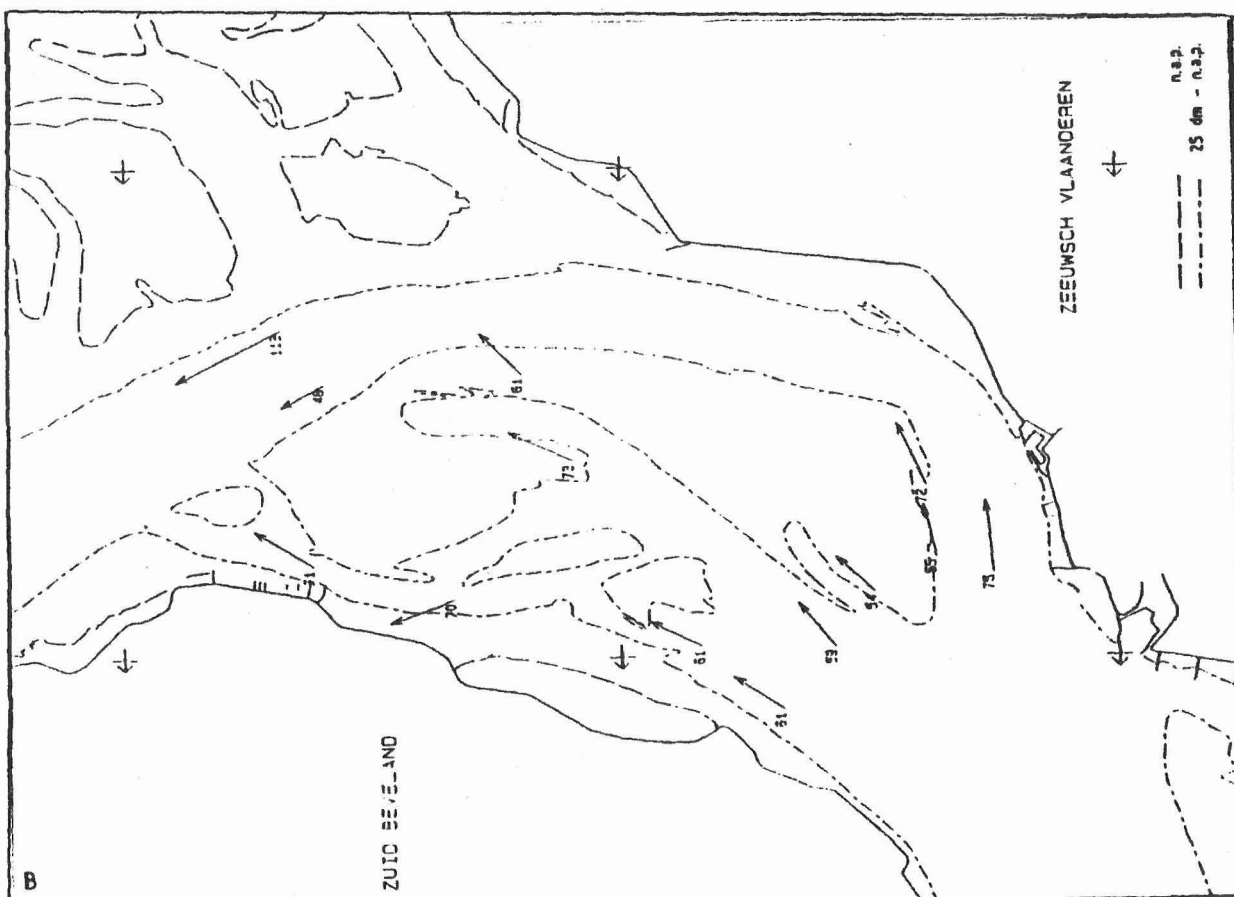
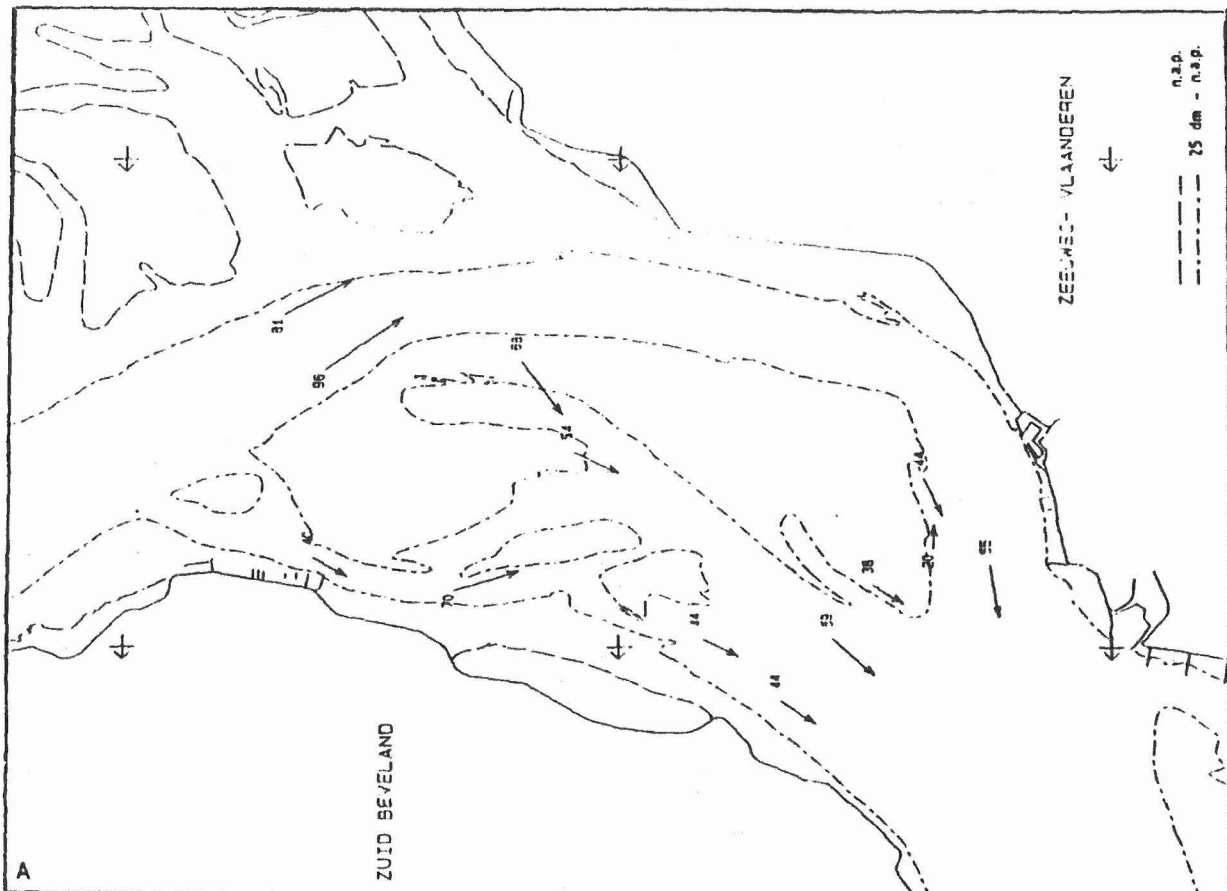


Fig. 30a. Maximale ebstream bij gemiddeld doodtij
 b. Maximale vloedstream bij gemiddeld doodtij

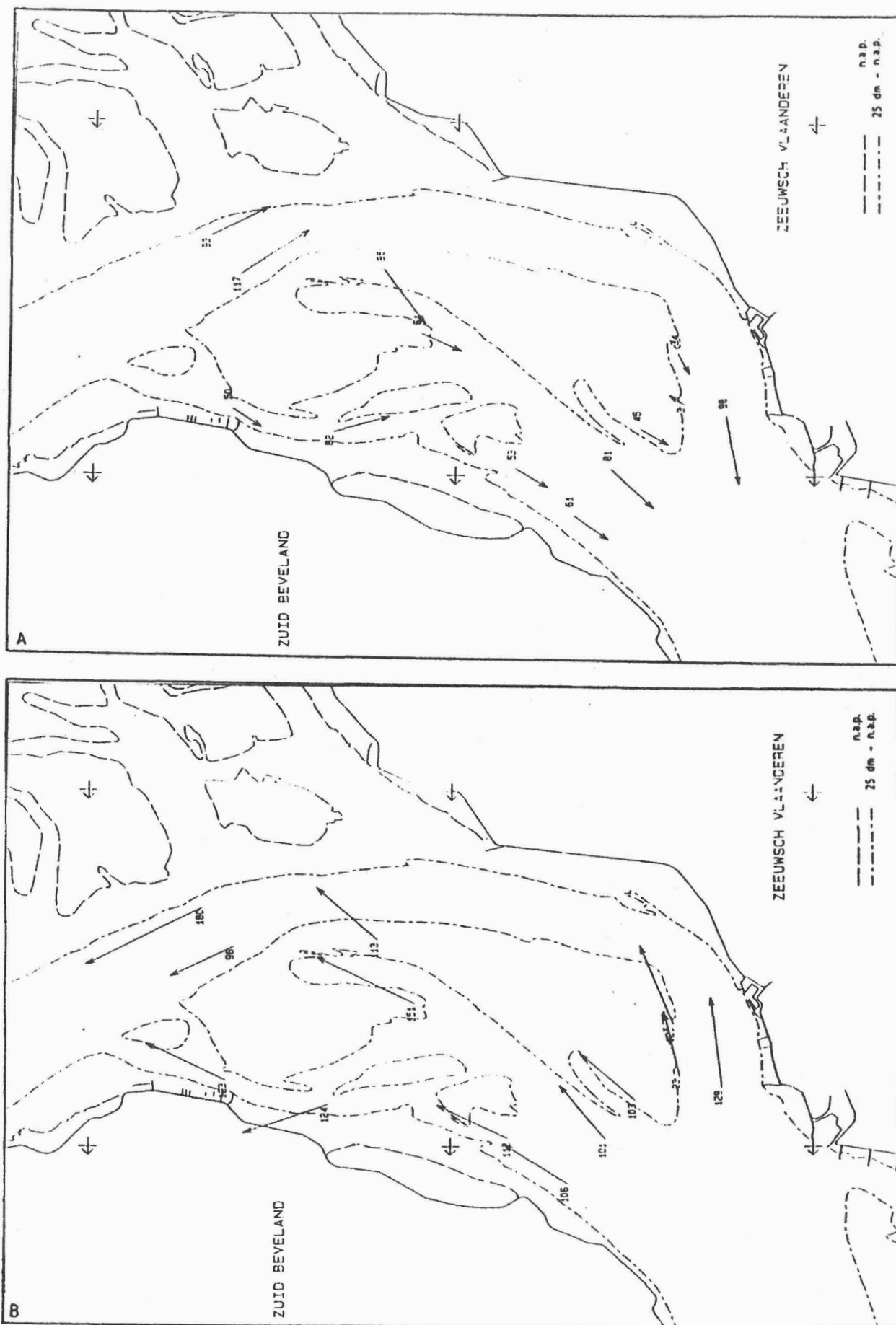


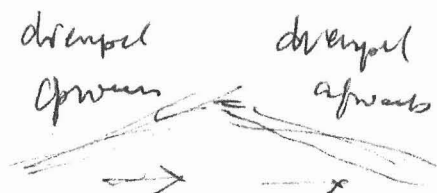
Fig. 31a. Maximale ebstroom bij gemiddeld springtij
 b. Maximale vloedstroom bij gemiddeld springtij

delde waterdiepte in het Zuidergat groter dan in het begin van de Schaar van Waarde. Toch zijn de ribbels in het Zuidergat lager en korter. Wel is een verandering in waterdiepte in een geul van grote invloed op de optredende ribbelkarakteristieken.

Reeds in hoofdstuk 4 (beschrijving en fig. 8 en 20) is gebleken dat bij de drempels een karakteristieke opeenvolging van ribbels aanwezig is. Deze opeenvolging kan aan de hand van formule 3 verklaard worden.

$$Q = u * b * h \quad (3)$$

waarin Q = debiet (m^3/s)
 u = stroomsnelheid (m/s)
 b = breedte (m)
 h = waterdiepte (m)



Uit formule 3 blijkt dat u bij gelijkblijvende b toeneemt bij afnemende h . De drempels fungeren drempelopwaarts als versnellingsgebied, drempelafwaarts als vertragingsgebied. Dit geldt zowel voor de eb- als de vloedstroom. Het versnellingsgebied voor de vloedstroom valt dus samen met het vertragingsgebied van de ebstroom.

Het versnellingsgebied van de vloedstroom van de Schaar van Waarde en de Schaar van Valkenisse wordt in het diepe deel voor de drempel gekenmerkt door hoge, relatief korte ribbels (steile ribbels). De ribbels worden naarmate ze dichterbij de drempel komen lager en langer, zodat de steilheid sterk afneemt. Deze ribbels zijn geheel vloedgedomineerd en draaien tijdens de ebstroom niet op. Wel kunnen bij springtij ebkappen gevormd worden.

In deze opeenvolging is duidelijk de toename van de snelheid weerspiegeld. De ribbellengte neemt toe en de ribbelhoogte neemt af. Blijkbaar is de snelheid reeds dermate hoog dat een snelheidstoename leidt tot een afname in de ribbelhoogte.

De drempel zelf is in de meeste gevallen vlak of bevat korte, lage ribbels die in dezelfde richting van het dan optredende getij migreren.

De versnellingsgebieden voor de ebstroom in de vloedscharen zorgen bij ebstroom voor ribbels, die een migratierichting drempelopwaarts hebben. De ribbels zijn echter veel kleiner dan de ribbels in het versnellingsgebied voor de vloedstroom. De ribbels

in het ebversnellingsgebied kunnen tijdens de vloedstroom om- draaien. Het bovenstaande patroon van hoogte- en lengte-verande- ring treedt niet of nauwelijks op. Het verschil in grootte tussen de maximale eb- en vloedsnelheid komt dus duidelijk naar voren (zie ook figuur 30 en 31).

De ribbels aan de noordzijde van de drempel van Hansweert zijn vloedgeoriënteerde, aan de zuidzijde ebgeoriënteerde ribbels. De drempel zelf is vlak (waarschijnlijk veroorzaakt door bagger- werkzaamheden). De ebribbels zijn veel sterker ontwikkeld dan de vloedribbels. Dit wordt veroorzaakt doordat het dijkbestortings- materiaal (Oude Hoofd van Walsoorden) veel zand in suspensie brengt (zie paragraaf 4.4.).

De ribbels in zowel het vloed- als ebversnellingsgebied bij de Drempel van Valkenisse (km 13, as 15 en 16) vertonen de trend van drempelopwaarts lager en langer worden. De ribbels aan de vloed- zijde zijn echter veel langer dan de ebzijde. Dit hangt samen met het feit dat de maximale vloedsnelheid hoger is dan de maximale ebsnelheid (zie figuur 30 en 31).

Het is opvallend, dat zowel bij de drempel van Valkenisse als de drempel aan het eind van de Schaar van Valkenisse de ribbels bij doodtij veel langer zijn dan bij springtij. Dit is in tegen- spraak met de theoretische relatie tussen stroomsnelheid en ribbellengte. Een verklaring hiervoor is onbekend. Tussen beide meetcampagnes zit een periode van drie maanden. Het is mogelijk dat hierdoor de springtij-ribbels niet direct met de doodtij- ribbels te vergelijken zijn.

B de vorm van snelheidskromme
vergelijk bij ~~eb~~ - en springtij

6. Conclusies

De ribbelkarakteristieken in het oostelijk deel van de Westerschelde kunnen redelijk worden verklaard met behulp van de optredende stroomsnelheden en het verloop van de bodemligging (drempels).

De maximale stroomsnelheden over de geuldoorsnede zijn in de Schaar van Waarde en in de Schaar van Valkenise het hoogst. De ribbels zijn vloedgedomineerd en duidelijk langer en hoger dan in de Zimmermangeul en in het Zuidergat. De ribbels in het Zuidergat (as 13 - 14) zijn zeer regelmatig en draaien om met het getij.

Drempels fungeren drempelopwaarts als versnellingsgebied, drempelafwaarts als vertraginggebied. Dit betekent, dat het versnellingsgebied van de vloedstroom samenvalt met het vertraginggebied van de ebstroom en omgekeerd. Met uitzondering van de Drempel van Hansweert (as 11) is er in het vloedversnellingsgebied dezelfde opeenvolging van ribbels aanwezig: in het diepe deel voor de drempel hoge, relatief korte en steile ribbels, die drempelopwaarts lager en langer worden. Deze opeenvolging weer- spiegelt duidelijk de toename van de snelheid drempelopwaarts. In het ebversnellingsgebied komt dit patroon niet of minder duidelijk ontwikkeld voor. Het verschil in de maximale vloed- en ebsnelheid komt dus duidelijk naar voren.

De ribbelsteilheid is bij springtij iets hoger dan bij doodtij. Er zijn geen wezenlijke verschillen in ribbelhoogte en ribbellengte tussen doodtij en springtij geconstateerd. Dit laatste is in tegenspraak met de theoretische verwachtingen.

Het hangt mogelijk samen met de periode van drie maanden die tussen de doodtij- en springtijmetingen zit. De doodtij-ribbels zijn hierdoor misschien niet rechtstreeks te vergelijken met de springtij-ribbels.

Winkler / Loma effect:

b.v. Viscositeitswiskheid $\frac{1}{2}$ Weber? of Loma Loma

$$\left. \begin{array}{l} m \quad H \propto R \\ a \quad L \propto C \end{array} \right\} \xrightarrow{L} \frac{H}{L} = \text{Loma} \\ \text{Zit begrepen } \frac{1}{b}$$

LITERATUURLIJST

- Allen, 1984. Sedimentary structures: their character and physical basis. Unabridged one-volume edition. Elsevier, Amsterdam. 664 pp.
- Anonymus, 1989. Beleidsplan Westerschelde, Deelrapport 4. Morfologische structuur en dynamiek. Rijkswaterstaat.
- Ashley, G.M., 1990. Classification of large-scale subaqueous bedforms: a new look at an old problem. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 60, No. 1, January, p. 160 - 172.
- Berg, J.H. van den, 1986. Aspects of sediment- and morphodynamics of subtidal deposits of the Oosterschelde (the Netherlands). Rijkswaterstaat Comm. 43, p. 55 - 71.
- Bucx, T.H.M. & Tobias, F.C., 1989. Een onderzoek naar de bodem-morfologie van het oostelijk deel van de Westerschelde; 1985 - 1986.
- Jong, H. de, 1989. Debietgegevens van de Westerschelde vanaf 1932. (Voorlopige versie). Nota GWAO - 89.1004. Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat, 1990. ZLMD-90.N.037. Object Oost/West. Westerschelde Vak 1 + 2. 21-03 t/m 23-03-1990.
- Rijkswaterstaat, 1990. ZLMD-90.N.066. Project Oost/West. Onderzoek ribbelhoogte. Meetdienst Zeeland.
- Rijkswaterstaat, 1991. ZLMD-90.N.112. Meetresultaten OSM- en DNC-metingen t.b.v. Oost/West-project Westerschelde.
- Rijn, L.C. van, 1989. Handbook sediment transport by currents waves. Delft Hydraulics.
- Storm, C, & Ruig, J.H.M. de, 1990. Problematiek van het baggeren en storten in het oostelijk deel van de Westerschelde. Deelrapportage OostWest (samenvatting). Rijkswaterstaat.

RIBBELHOOGTE

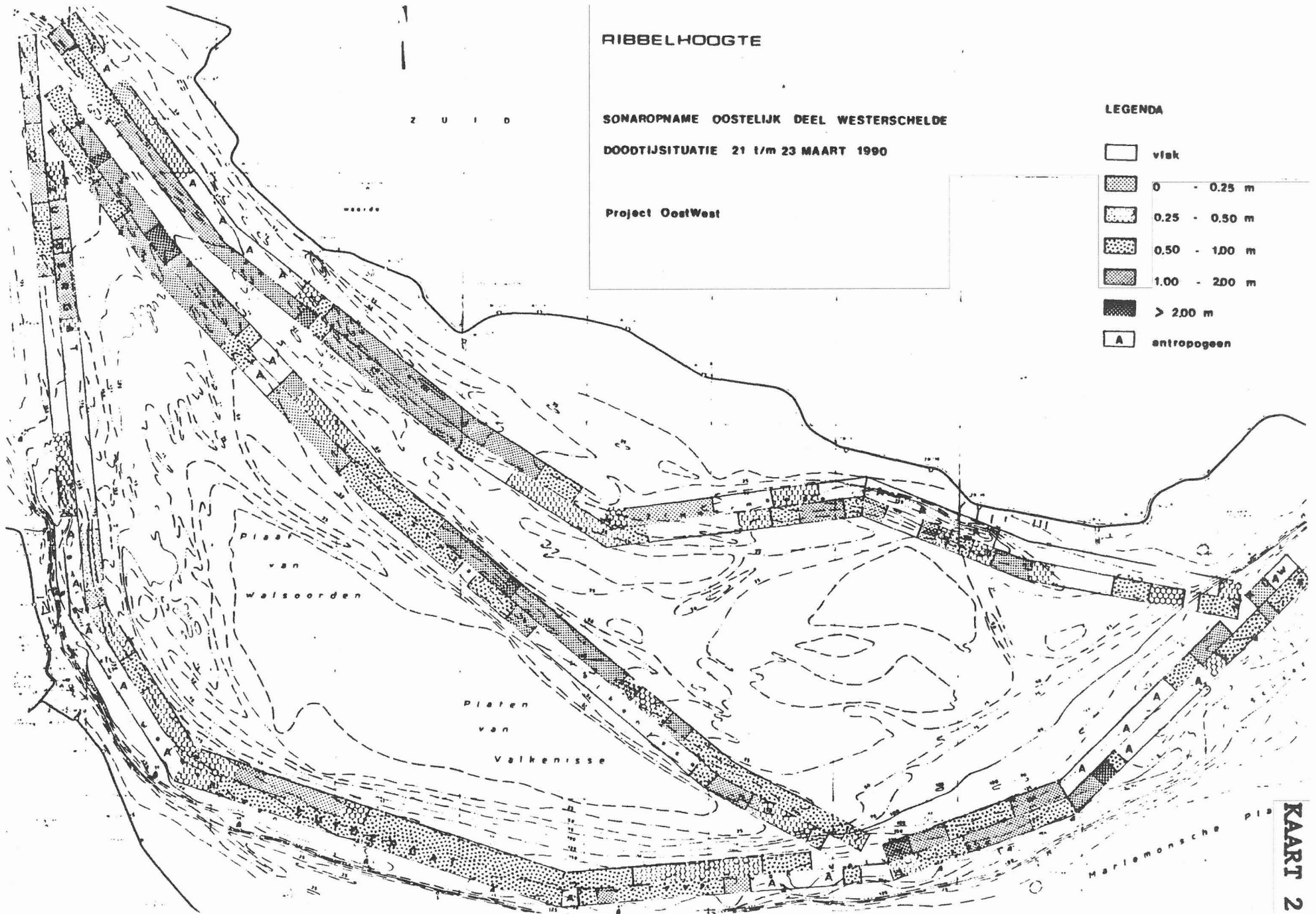
SONAROPNAME OOSTELIJK DEEL WESTERSCHELDE

DOODTIJSITUATIE 21 t/m 23 MAART 1990

Project OostWest

LEGENDA

-  vlak
-  0 - 0.25 m
-  0.25 - 0.50 m
-  0.50 - 1.00 m
-  1.00 - 2.00 m
-  > 2.00 m
-  antropogeen



RIBBELLENGTE

Z U I D

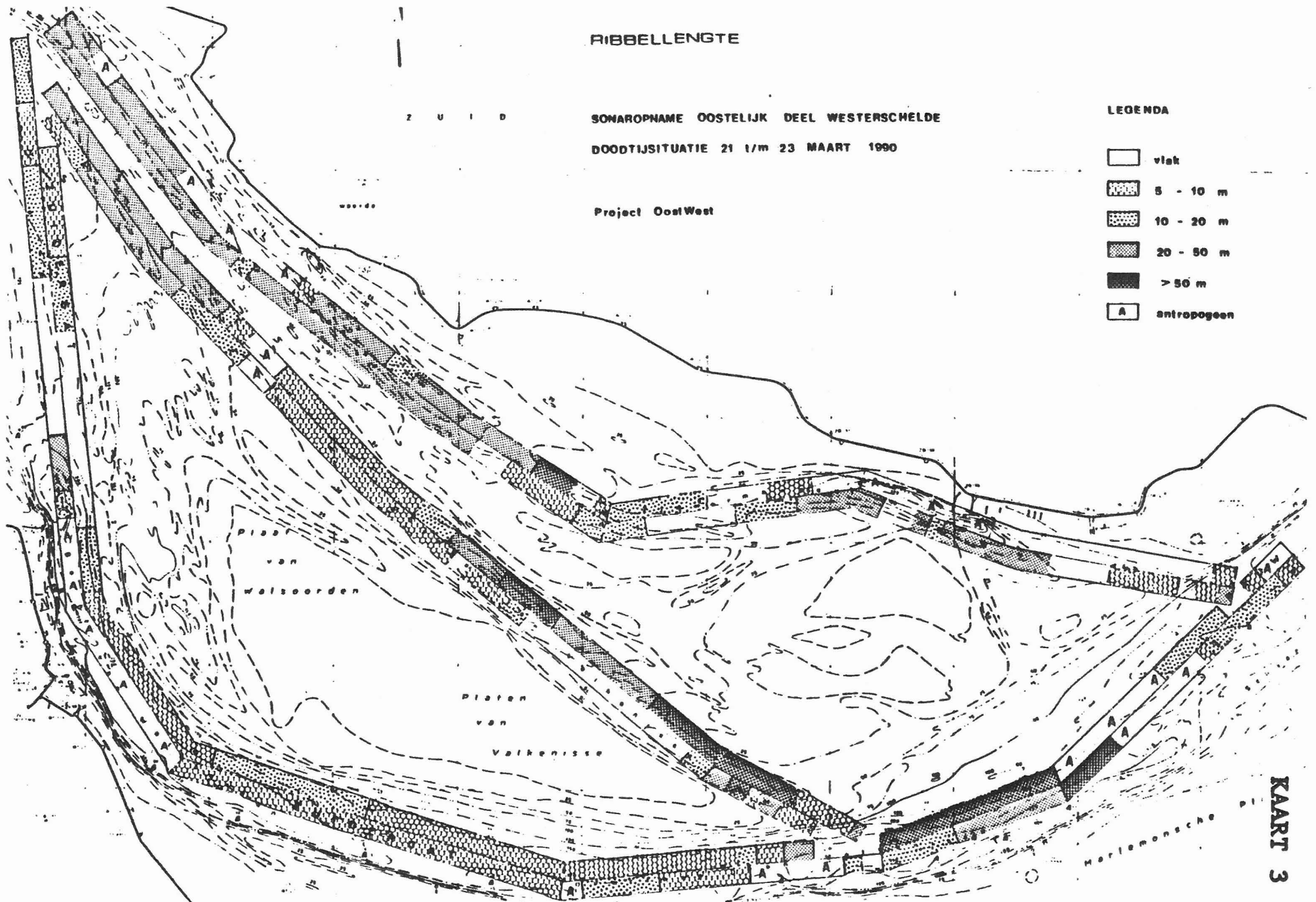
SONAROPNAME OOSTELIJK DEEL WESTERSCHELDE

DOODTIJSITUATIE 21 t/m 23 MAART 1990

Project OostWest

LEGENDA

-  vlak
-  5 - 10 m
-  10 - 20 m
-  20 - 50 m
-  > 50 m
-  antropogeen



RIBBELSTEILHEID

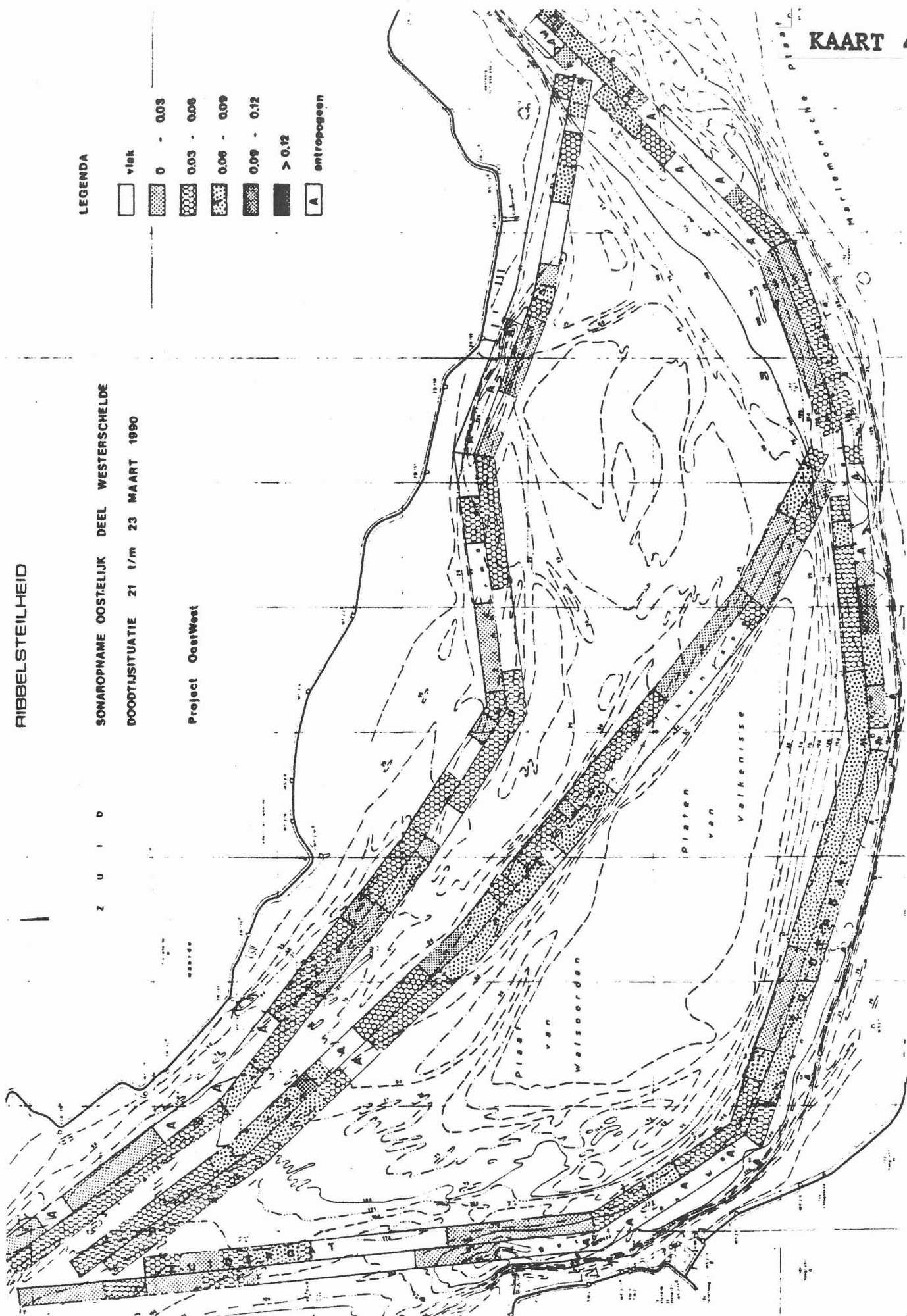
SONAROPNAME OOSTELIJK DEEL WESTERSCHELDE

DOODTUSITUATIE 21 I/m 23 MAART 1990

Project OostWest

LEGENDA

	vlak
	0 - 0.03
	0.03 - 0.06
	0.06 - 0.09
	0.09 - 0.12
	> 0.12
	entropogeen



RIBBELHOOGTE

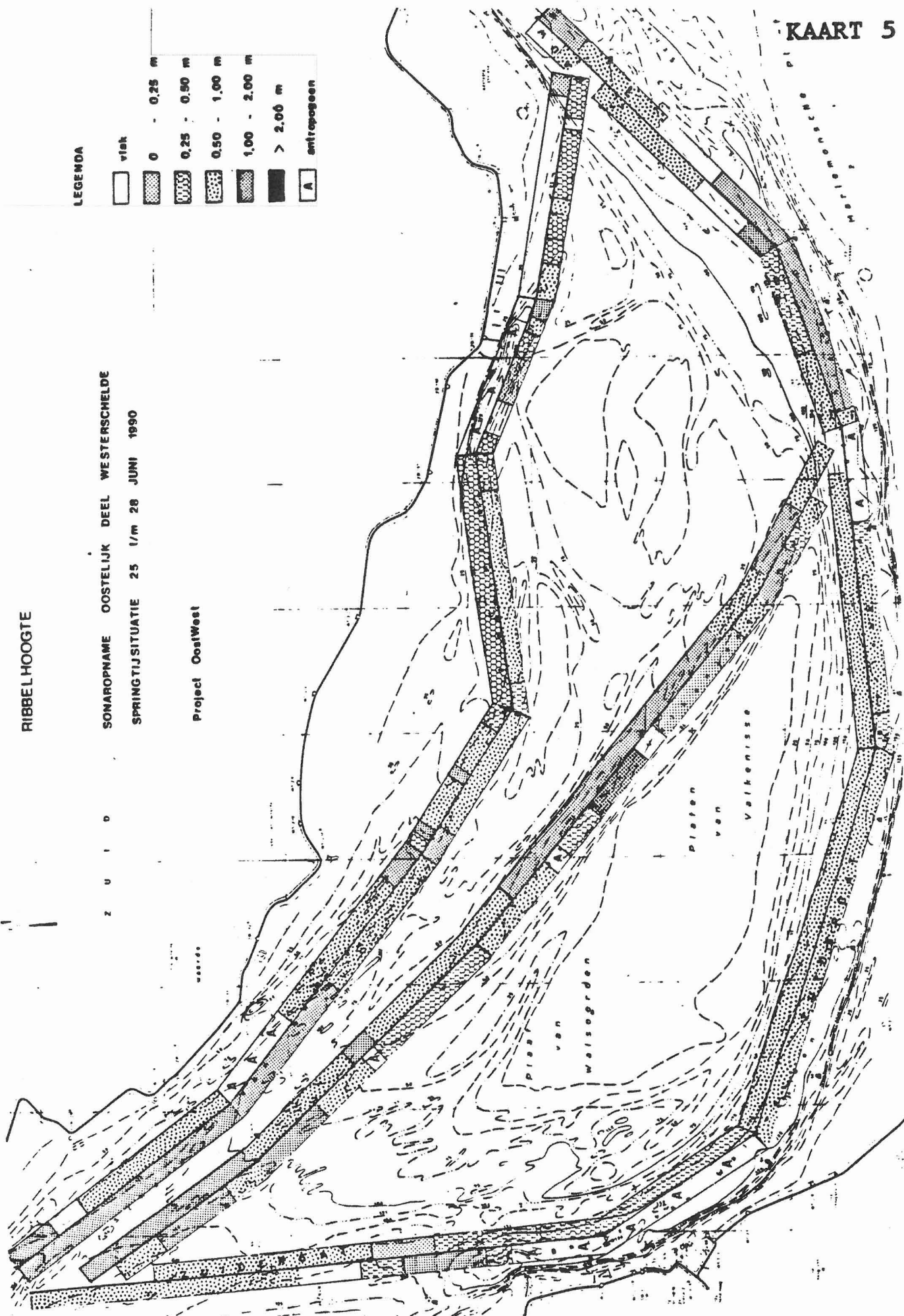
SONAROPNAME OOSTELIJK DEEL WESTERSCHELDE

SPRINGTIJSITUATIE 25 1/m 28 JUNI 1990

Project OostWest

LEGENDA

	vlaak
	0 - 0,25 m
	0,25 - 0,50 m
	0,50 - 1,00 m
	1,00 - 2,00 m
	> 2,00 m
	ontroepen



RIBBELLENGTE

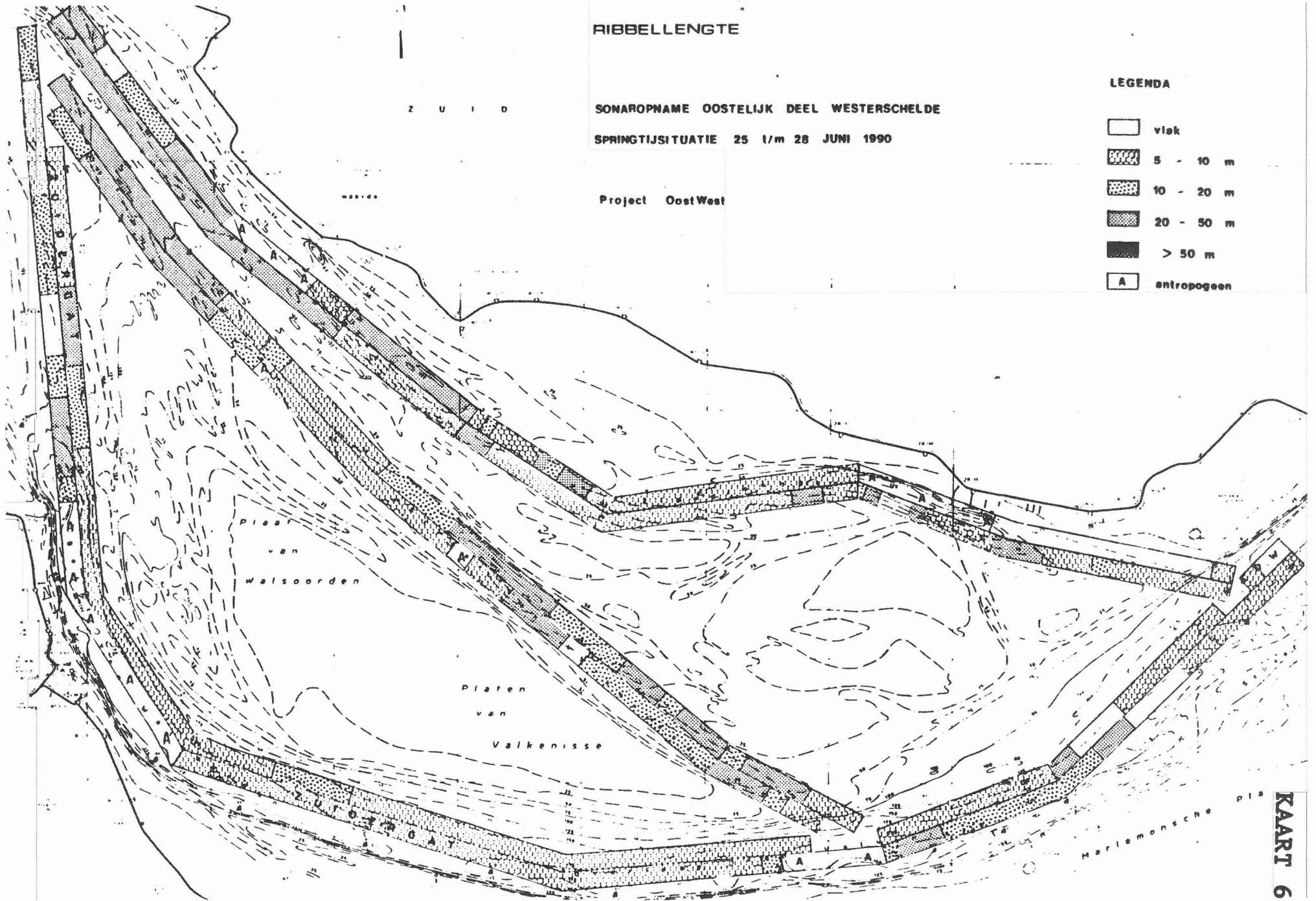
SONAROPNAME OOSTELIJK DEEL WESTERSCHELDE

SPRINGTIJSITUATIE 25 t/m 28 JUNI 1990

Project OostWest

LEGENDA

-  vlak
-  5 - 10 m
-  10 - 20 m
-  20 - 50 m
-  > 50 m
-  antropogeen



RIBBELSTEILHEID

SONAROPNAME OOSTELIJK DEEL WESTERSCHDELDE

SPRINGTUSITUATIE 25 I/m 28 JUNI 1990

Project OostWest

LEGENDA

	vlak
	0 - 0.03
	0.03 - 0.06
	0.06 - 0.09
	0.09 - 0.12
	> 0.12
	antropogeen

