

dienst getijdewateren

rijkswaterstaat  
dienst getijdewateren  
bibliotheek  
graveliersweg 31 -  
4338 PG middelburg

nota **GWS-87.401**

auteur(s): **ir. J.H. Vroon DGW-Middelburg**

datum: **januari 1987**

samenvatting: **Lozing van 3 miljoen m<sup>3</sup> specie ten gevolge van de werken  
aan het kanaal door Zuid-Beveland in de Westerschelde.**

**Interimnota project kanaal ZB**

**tekst**

## INHOUD

Blz.

Voorwoord

Samenvatting

1. Inleiding	1
1.1. Voorgeschiedenis	1
1.2. Project Kanaal ZB	2
2. Vrijkomende specie	4
2.1. Inleiding	4
2.2. De samenstelling van de specie	4
2.3. Verspreiding en afzetting van de grond na lozing	10
2.4. Lozing Kapelle bank	12
2.5. Conclusie	15
3. Lozing in de Westerschelde	16
3.1. Locatiekeuze	16
3.2. Lozingsregime	17
3.3. Belasting van het systeem	18
4. Gevolgen specielozing: een oriëntatie	23
4.1. Inleiding	23
4.2. Waterbeweging en morfologie	24
4.2.1. Inleiding	24
4.2.2. Inhoudsveranderingen Westerschelde	24
4.2.3. Stabiliteit van de geulen en platen	28
4.2.4. Recente morfologische ontwikkelingen	30
4.2.5. Mogelijke gevolgen specielozing	32

4.3. Slibverspreiding	36
4.3.1. Inleiding	36
4.3.2. Gevolgen slibafzetting	37
4.4. Conclusies	38
5. Gevolgen specielozing: een kwantitatieve afschatting	42
5.1. Inleiding	42
5.2. Waterbeweging en morfologie	43
5.2.1. Simulatie van de verandering in waterbeweging en bodempligging	43
5.2.2. Uitgevoerde simulaties	46
5.2.3. Resultaten simulaties	50
5.2.4. Vergelijking resultaten simulaties met de ver- wachtingen op basis van morfologische processen uit het verleden	57
5.3. Slibverspreiding	61
5.3.1. Transport na lozing	61
5.3.2. Slibafzetting op slik en schor	64
5.4. Conclusies	68
6. Natuurbouw	71
7. Eindconclusies en adviezen	73
Bronnen	79
Lijst van figuren en tabellen	

## VOORWOORD

Deze nota geeft een overzicht van een DGW-studie in het kader van het project Kanaal Zuid-Beveland naar de gevolgen van de lozing van 3 miljoen m<sup>3</sup> specie in de Westerschelde. Tevens dient de nota als verantwoording voor verrichte werkzaamheden door ir. J.H. Vroon bij de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat te Middelburg, in het kader van vervangende dienstplicht. Hij was daar van augustus 1985 tot maart 1987 projectleider van het project Kanaal Zuid-Beveland.

Na februari 1987 zal het project worden voortgezet onder leiding van G.P. Bollebakker. De werkzaamheden zullen bestaan uit het begeleiden van de lozing van de 3 miljoen m<sup>3</sup> specie in de vorm van metingen en controle van de voorspellingen. Verder zal opnieuw ondersteuning worden gegeven in een studie naar de gevolgen van de lozing van specie, ditmaal ca. 4 miljoen m<sup>3</sup>. Bij de werken aan het Kanaal door Zuid-Beveland komt in totaal namelijk 7 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij.

Een studie naar de gevolgen van een specielozing overlapt verschillende disciplines. Een groot aantal personen hebben daarom hun kennis ingebracht. Feitelijk kan deze nota worden gezien als een integratie van deze bijdragen. Bijdragen in de vorm van specialis tische studies, verwoord in notities, maar ook in de vorm van aanwijzingen en raadgevingen. Ze zijn geleverd door:

- de Directie Zeeland.

Speciaal dient de heer ing. D. de Looff te worden genoemd in verband met de voorstudies en zijn gedegen kennis van het gebied en daardoor vele nuttige verslagen en aanwijzingen. Verder: de heren ing. J.P. Swart, A.B.D. Holland en diens opvolger L. Adriaanse.

- de Dienst Getijdewateren

Drs. D.J. de Jong, H. de Jong en Drs. F. Steyaert met studies en raadgevingen over de te verwachten slibafzetting en mogelijke milieukundige gevolgen;

G.P. Bollebakker met het operationeel maken van het twee dimensionale waterbewegingsmodel;

F.O.B. Léfèvre met het draaien van de simulaties met het calamiteitenmodel.

## SAMENVATTING

Bij de uitvoering van de werken aan het Kanaal door Zuid-Beveland komt in de periode 1987 - 1993 ca. 7 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij. De lozing van de eerste 3 miljoen m<sup>3</sup> zal begin 1987 aanvangen en vindt plaats in de Westerschelde.

Deze nota geeft een overzicht van een studie waarin is getracht de gevolgen van deze lozing nader te kwantificeren.

De studie is een vervolg op een voorstudie naar geschikte lozingslocaties. Er is gekeken naar slib-verspreiding en naar veranderingen in waterbeweging en morfologie met oog op de volgende aspecten:

- sedimentbalans Westerschelde
- stabiliteit van de dijk voor de Westveerpolder t.p.v. de lozingslocatie
- stabiliteit geulen en platen
- scheepvaartfunctie: dwarsstromen; aanslibbing drempels
- natuurfunctie: gevolgen voor het milieu door slib-afzetting op platen, slikken en schorren; de mogelijkheid (een deel van) de specie te gebruiken voor natuurbouw.

Twee belangrijke uitgangspunten bij de vervolgstudie zijn:

- a. de locatiekeuze: als lozingslocaties zijn gekozen een geul in het Schaar van Waarde gelegen voor de dijk van de Westveerpolder en de Zimmermangeul (zie bijlage 1).
- b. het lozingsregime: er is in principe gekozen voor een regime waarbij de lokatie Westveerpolder als vloed-lozingspunt en de lokatie Zimmermangeul als eb-lozingspunt fungeert.

De studie naar de gevolgen van de specielozing is tweeledig:

- a. Studie naar de gevolgen door afzetting van specie t.p.v. de lozingslocaties. Hierdoor zal de waterbeweging en morfologie in het lozingsgebied veranderen. Na analyse van de samenstelling van het te lozen materiaal is de verwachting dat 70 à 90% van de gelooide hoeveelheid zich in de onmiddellijke omgeving van de lozingslocaties zal afzetten.
- b. Studie naar de gevolgen door de verspreiding van specie (de slibfractie).

Bij de studie naar de gevolgen door verandering in waterbeweging en morfologie zijn twee methoden gebruikt:

- a. Morfologische processen welke in het verleden zijn opgetreden zijn bestudeerd.
- b. Er zijn simulaties met het 2 dimensionale waterbewegingsmodel WAQUA gedraaid.

Zowel op basis van de morfologische processen als op basis van de simulaties zijn voorspellingen gedaan. Voor de lozing op de locatie voor de Westveerpolder bleken de voorspellingen overeen te komen, terwijl de gevolgen van de lozing in de Zimmermangeul op basis van simulaties slechts in zeer beperkte mate overeen komen met de voorspellingen op basis van de morfologische processen welke in het gebied zijn opgetreden. Dit betekent dat m.b.t. de locatie Zimmermangeul verschillende scenario's voor de processen na lozing kunnen worden opgesteld.

Basis voor de studie naar de gevolgen door verspreiding van slib, vormt het lozingsregime. Dit is zodanig gekozen dat de specie zoveel mogelijk tussen de lozingslocaties wordt geconcentreerd.

Hierdoor wordt de kans op afzetting van sediment op de drempels in de vaargeul minimaal. Een bezwaar van deze keuze is de mogelijke belasting van het milieu in het lozingsgebied in de vorm van aanslibbing van het Slik en Schor voor de Emanuëlpolder. Omdat praktisch toepasbare rekenmethoden voor de slibverspreiding na lozing (nog) niet bestaan, is de verspreiding gesimuleerd m.b.v. het calamiteiten model (CAIMOD). Voor een indruk van de slibafzetting is een sterk vereenvoudigde berekening uitgevoerd.

Samenvattend luidt de conclusie:

Verandering van het lozingsregime vanwege ontoelaatbare gevolgen voor het Westerschelde-systeem in zijn algemeenheid en de scheepvaart en het milieu in het bijzonder, is in dit stadium niet noodzakelijk. Wel dient rekening te worden gehouden met de mogelijkheid dat in een later stadium ingrijpen om milieukundige redenen noodzakelijk is.

Van de mogelijkheid met de specie een experiment met kunstmatige schorvorming uit te voeren is door DGW, na studie, afgezien.

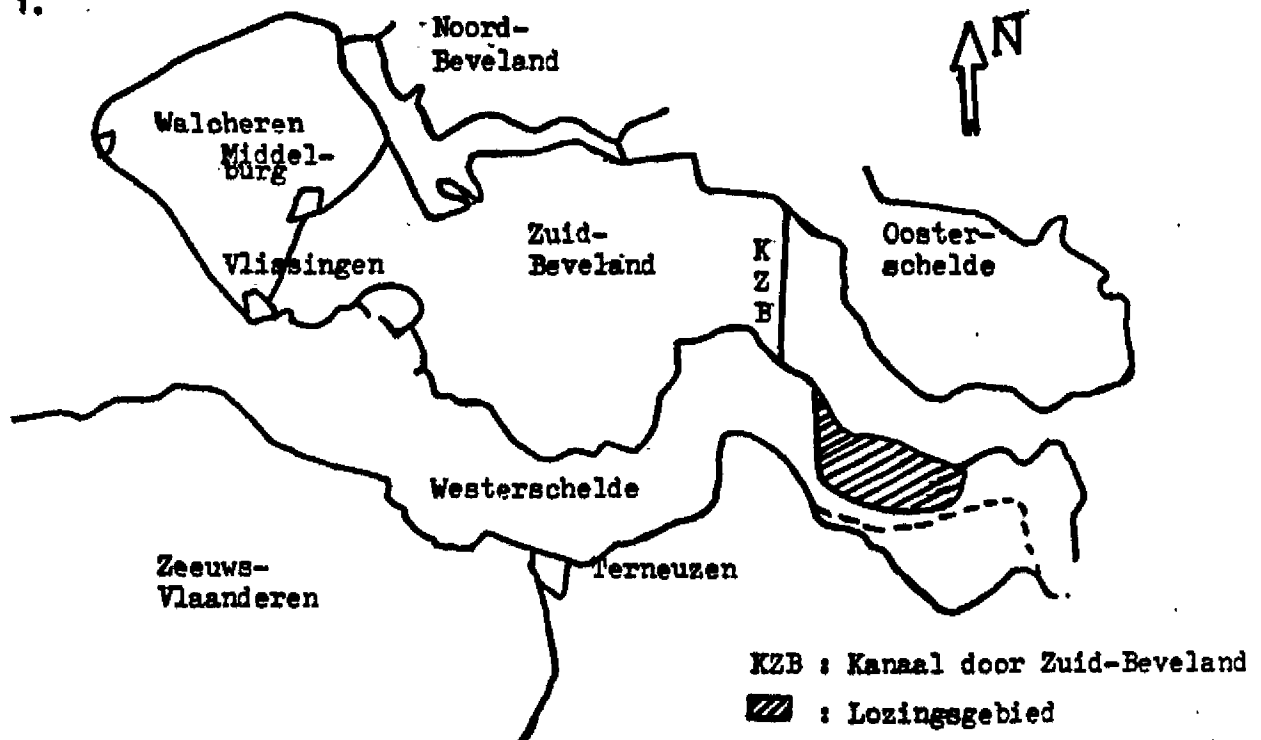
In het verlengde van deze conclusie zijn vervolgens adviezen gegeven. Voor een overzicht van deze adviezen en een volledig overzicht van de conclusies, wordt verwezen naar hoofdstuk 7.

## 1. INLEIDING

1.1. Voorgeschiedenis

Op 4 juli 1978 werd het plan en tracé voor de verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland door de Minister van Verkeer en Waterstaat vastgesteld. Het verbeteringsplan vloeide voort uit het in 1976 door de nederlandse regering genomen besluit om in de monding van de Oosterschelde een stormvloedkering te bouwen. Dit betekende een verandering van het oorspronkelijke Deltaplan, dat voorzag in een volledige afsluiting van deze zeearm. Deze wijziging had ook gevolgen voor het Kanaal door Zuid-Beveland, zodat, volgens afspraak, overleg met België moest worden gevoerd. In dit overleg werd aangeboden het Kanaal geschikt te maken voor vierbaksduwvaart, de sluisen te Wemeldinge op te heffen ondanks het getij op de Oosterschelde, bij Hansweert nieuwe sluisen aan te leggen en het open karakter (beweegbare bruggen) te handhaven. Met dit aanbod voor de verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland ging België akkoord met de wijziging in het Deltaplan.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de geschiedenis van het Kanaal door Zuid-Beveland en het verbeteringsplan wordt verwezen naar lit. 1.



Figuur 1.1. Ligging van het Kanaal door Zuid-Beveland en het lozingsgebied

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 2

## 1.2. Project Kanaal Zuid-Beveland

Bij de uitvoering van de werken aan het Kanaal door Zuid-Beveland (zie figuur 1.1.) komt in de periode 1987 - 1993 ca. 7 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij. Hierbij zijn twee fasen te onderscheiden: de periode 1987 - 1990 waarin ca. 3 miljoen m<sup>3</sup> vrijkomt en de periode 1990 - 1993 met ca. 4 miljoen m<sup>3</sup> vrijkomende specie.

De Directie Zeeland heeft de toenmalige Adviesdienst Vlissingen verzocht de mogelijkheid te onderzoeken deze specie in de Westerschelde te lozen. Uit een voorstudie is gebleken dat hiervoor een drietal locaties (inclusief een alternatief lozingspunt) in aanmerking komen (lit. 3).

In een vervolgstudie is getracht vooraf de gevolgen van de lozing van de eerste 3 miljoen m<sup>3</sup>, indien gebruik wordt gemaakt van de geselecteerde locaties, nader te kwantificeren. Hierbij is gekeken naar veranderingen in waterbeweging en morfologie en naar de slibverspreiding, met oog op de volgende aspecten:

- sedimentbalans Westerschelde
- stabiliteit van de dijk voor de Westveerpolder t.p.v. de lozingslocatie
- stabiliteit geulen en platen
- scheepvaartfunctie: dwarsstromen, aanslibbing drempels
- natuurfuncties: gevolgen voor het milieu door slibafzetting op platen, slikken en schorren; de mogelijkheid (een deel van) de specie te gebruiken voor natuurbouw.

Aan de hand van de resultaten zijn adviezen opgesteld met betrekking tot lozingsvoorschriften en het te voeren beleid tijdens de uitvoering van de specielozing.

De vervolgstudie is uitgevoerd door de Dienst Getijdewateren (DGW) in samenwerking met Directie Zeeland.

De resultaten van de vervolgstudie gepresenteerd in deze nota vormen de afsluiting van de eerste fase van het project Kanaal Zuid-Beveland. Het is derhalve een interimnota. Het project wordt voortgezet met het volgen van de ontwikkelingen tijdens en na lozing (monitoring).



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 3

Ook zal binnen het project opnieuw een studie naar de mogelijke gevolgen van een specielozing worden uitgevoerd. De lozing betreft 4 miljoen m<sup>3</sup> en is een vervolg op de lozing van de 3 miljoen m<sup>3</sup>; in totaal komt bij de werken aan het Kanaal door Zuid-Beveland 7 miljoen m<sup>3</sup> specie vrij.

## 2. DE VRIJKOMENDE SPECIE

### 2.1. Inleiding

Ter bepaling van de samenstelling van de 3 miljoen m<sup>3</sup> vrijkomende specie zijn boringen verricht. Aan de hand van de resultaten (in de vorm van een geotechnisch profiel en boorstaven) wordt in par. 2.2. allereerst de grond onderverdeeld in soorten (klei, zand en veen). Doordat elke grondsoort, met uitzondering van het veen, nader is geanalyseerd, kan vervolgens van de specie het percentage slib en zand worden bepaald.

Ook zijn grondmonsters onderzocht op chemische samenstelling. Uit deze analyses blijkt dat de specie niet verontreinigd is met toxische stoffen. Hierop wordt dan ook niet nader ingegaan.

Op basis van de percentages slib en zand wordt in par. 2.3. de verspreiding van de specie na lozing afgeschat. Deze afschatting is van belang omdat de mate van verspreiding mede bepaald welke gevolgen de lozing met zich meebrengt.

Tenslotte wordt in par. 2.4. de verwachte verspreiding getoetst aan de hand van resultaten van een reeds uitgevoerde lozing van ca. 1 miljoen m<sup>3</sup> specie, afkomstig uit het Kanaal door Zuid-Beveland.

### 2.2. De samenstelling van de specie

Voor de bepaling van de samenstelling van de specie staan de volgende gegevens ter beschikking:

- a. een geotechnisch profiel over de trajecten km. 6.4 - km. 7.2 en km. 7.8 - km. 8.8 (lit. 2).
- b. 19 boorstaven, waarvan 14 afkomstig van boringen uit 1971 uitgevoerd door het L.G.M. (lit. 2) en 5 boringen uit 1985 uitgevoerd door de meetdienst in Vlissingen.

Bij de beschrijving van de boorstaven en het geotechnisch profiel wordt de classificatie volgens tabel 2.1. op blz. 6 gehanteerd.

Bij de tabel is tevens een voorbeeld van een boorstaaf gegeven. Aan de hand van de laagdikten van de geclassificeerde grondsoorten in de boorstaven en het geotechnisch profiel is de onderlinge verhouding bepaald. Het resultaat is gegeven in tabel 2.2.

Tabel 2.2. Verdeling van grondsoorten in het geotechnisch profiel en de boringen.

		klei	zandige klei	venige klei	kleilig zand	zand	veen	totaal
A	traject km 6.4-km 7.2	1,25 13%	2,5 26%	-	5,0 51%	-	1,0 10%	9,75 m 100%
	traject km 7.8-km 8.8	1,4 15%	4,75 50%	-	-	2,35 25%	1,0 10%	9,5 m 100%
B	boring 29	1,22 12%	0,95 9%	1,59 16%	2,67 26%	2,33 23%	1,44 14%	10,20 100%
	boring 31	0,82 9%	0,18 2%	1,08 12%	3,34 38%	2,25 26%	1,15 13%	8,82 100%
	boring 12	1,3 14%	1,2 13%	-	5,9 65%	0,3 3%	0,4 4%	9,1 m 99%
	boring 32	3,0 33%	-	-	4,0 48%	-	1,8 20%	9,2 m 101%
	boring 25	3,9 39%	3,6 26%	-	1,3 13%	1,6 16%	0,5 5%	9,9 m 100%
	boring 27	1,7 21%	3,4 43%	-	1,1 14%	0,4 5%	1,4 18%	8,0 m 101%
	boring 21	0,92 10%	2,29 25%	0,70 8%	4,17 46%	-	1,22 13%	9,30 m 101%
	boring 1	3,2 33%	-	-	5,7 59%	-	0,9 9%	9,8 m 100%
	boring 3	1,72 18%	0,71 8%	0,53 5%	3,18 34%	1,83 19%	1,48 16%	9,45 m 100%
	C	boring 6,8	14%	20%	-	37%	14%	14%
boring 8,4		61%	-	-	-	29%	10%	100%
boring 8,8		10%	40%	1%	16%	28%	5%	100%
boring 7,8		28%	65%	7%	-	-	8%	100%
boring 8,6		6%	6%	-	-	16%	4%	100%

A: geotechnisch profiel volgens L.G.N.

B: boringen gemaakt in 1971 door L.G.N.

C: boringen gemaakt in 1985 door meetdienst Wieringen

RISIKOINDICATOR		nr. hering afkomstige - onder nr.	
directie waterhuishouding en wateromgeving		in 1 blok (a) - blok 1	
district met en om afzonderlijk aflopen			
plaats		Zwaartebeoordeling: ja	
verste diepte		andere bij	
van behoren van		Foto's	
markt hering		in	
datum		hoger aangehouden B. 25 - R. 25	
afwaarde tot		afwaarde tot	
1	0,30-0,45	133. grijk, steek zandig, watig velt grijkjes, enkele stakjes steun, waterrij.	
2	0,45-0,70	134. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
3	0,70-1,00	135. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
4	1,00-1,50	136. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
5	1,50-2,00	137. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
6	2,00-2,50	138. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
7	2,50-3,00	139. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
8	3,00-3,50	140. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
9	3,50-4,00	141. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
10	4,00-4,50	142. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
11	4,50-5,00	143. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
12	5,00-5,50	144. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	
13	5,50-6,00	145. sluisgrijk, steekgrif, steekgrif, watig tot watig velt grijkjes, enkele stakjes.	

classificatie	omschrijving
klei	zandig-klei: geen - weinig - watig klei-klei: geen - weinig - watig klei, saksien/steefgras, steen, plantenresten
zandige klei	klei sterk zandhoudend
reine klei	klei sterk veenhoudend
zand	afgevalte: geen - weinig - watig grifhard: grif-middelgrijp - watig grif - middelgrijp - watig dikwale: grifhard met watiggras- microscop afgevalte: watig - melkhouend
veen	afgevalte: watig - melkhouend klei

Tab. II.1. Gehonbeard classificatie systeem bij de beschrijving van de boorsonen en het geotechnisch profiel. Voorbeeld van een boorson beschreven volgens het classificatiesysteem.

In tabel 2.3. zijn de resultaten van de boringen zoals gegeven in tabel 2.2. gemiddeld. Hierbij is aangenomen dat elke boring van gelijk gewicht is. Deze aanname lijkt redelijk omdat de boorplaatsen zodanig zijn gekozen dat een zo representatief mogelijk beeld van de samenstelling van de te lozen grond wordt verkregen.

Ook de resultaten verkregen uit het geotechnisch profiel zijn gemiddeld, waarbij het gewicht van elk traject wordt bepaald door de trajectlengte.

Tabel 2.3. Samenstelling te lozen specie

	Klei en venige klei	Zandige klei	Zand sterk slibhoudend	Zand	Veen
Geotechnisch profiel	14%	39%	23%	14%	10%
Boringen	30%	18%	28%	13%	11%

Uit tabel 2.3. blijkt dat een verschil optreedt in de percentages klei + venige klei en zandige klei.

De totalen van de twee klassen komen echter redelijk overeen (53 tegen 48%). Dit betekent dat de oorzaak vermoedelijk ligt in het onderscheid tussen klei en zandige klei. Dit onderscheid is niet nauwkeurig gedefinieerd.

Uit de 5 boorstaven afkomstig van boringen verricht door de meetdienst in Vlissingen zijn in totaal 19 grondmonsters genomen. Van elk van deze monsters is allereerst het gehalte aan humus en kalk bepaald. Vervolgens wordt de rest van het monster gesplitst in materiaal kleiner en groter dan 16  $\mu\text{m}$ . Dit gebeurt in een valbuis met water; het materiaal kleiner dan 16  $\mu\text{m}$ , de slibfractie, zakt slechts langzaam uit terwijl het materiaal groter dan 16  $\mu\text{m}$ , de zandfractie, zich snel afzet op de bodem van de valbuis. Van de zandfractie wordt tenslotte een zeefkromme samengesteld.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 8

De resultaten van de monsteranalyses zijn gegeven in tabel 2.4. op blz. 9 (de zeefkrommen worden niet gepresenteerd). Tevens is een voorbeeld van een monsteranalyse gegeven.

Uit tabel 2.4. blijkt dat de beschrijving bij de boorstaven niet altijd overeenstemt met de resultaten van de monsteranalyses. Met name het onderscheid tussen klei en zandige klei (bepaald door het slibpercentage) is niet consequent. Hiermee wordt het vermoeden bevestigd dat is geuit bij de verklaring van het verschil tussen de resultaten verkregen uit de boorstaven en het geotechnisch profiel (tabel 2.3.).

In tabel 2.5. zijn de gemiddelde waarden opnieuw berekend na herrangschikking: monster 3 en 6 zijn ondergebracht bij zandige klei en monster 12 is tot de grondsoort klei gerekend.

Tabel 2.5. Samenstelling van de grondsoorten aanwezig in de te lozen specie in (%).

	Humus	Kalk	Slib	Zand
Klei	1.1	9.5	29.3	60.4
Zandige klei	1.4	11.3	11.5	75.7
Zand sterk slibhoudend	0.8	9.5	4.1	85.6
Zand	0.5	3.2	2.6	93.8

De gemiddelde waarden voor het slib en zand bij het klei worden sterk beïnvloed door monster 2 met een zeer hoog slibpercentage (zware klei). Indien dit monster niet wordt betrokken bij de middeling zakt het slibpercentage van 29,3 naar 21,2 en stijgt het zandpercentage van 60,4 tot 68,4.

RIJKSWATERSTAAT, ADVIESDIENST - VLISSINGEN.  
 PRINCE HENRIKES 3 3382 NX VLISSINGEN.  
 (TEL. 01184-69400)

VALVEIN INSTRUMENTS 8888/3000 PARTICLE SIZER

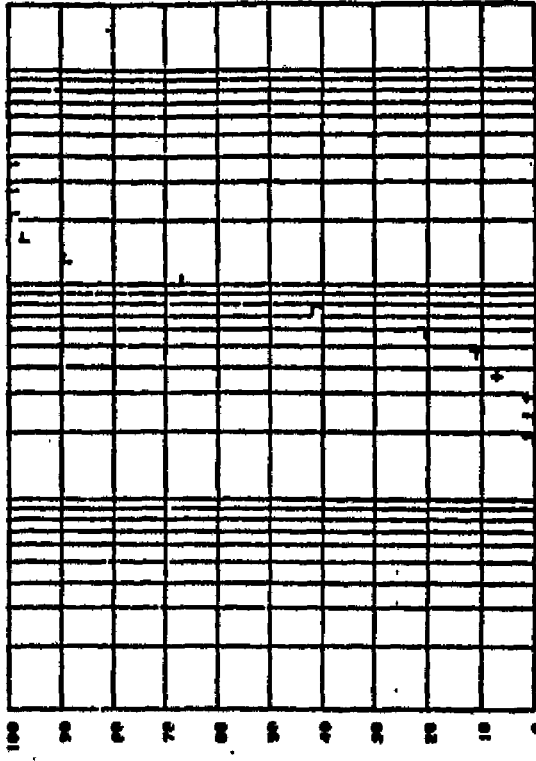
PRINTING RESULTS FROM DATA BLOCK 1

TIME 11-37-29 RUN NO. 39 LOS ERROR = 2.00

SAMPLE CONCENTRATION = 0.1500 % BY VOLUME

OBSERVATION = 0.30

UPPER SIZE RANGE	LOWER	CUMULATIVE WEIGHT % BELOW	CUMULATIVE LIGHT ENERGY
1075.0	872.0	0.0	113
975.0	524.0	0.0	122
875.0	376.0	0.0	131
775.0	228.0	0.0	140
675.0	79.0	0.0	149
575.0	30.0	0.0	158
475.0	18.0	0.0	167
375.0	10.0	0.0	176
275.0	5.0	0.0	185
175.0	2.0	0.0	194
75.0	1.0	0.0	203
0.0	0.0	0.0	212
0.0	0.0	0.0	221
0.0	0.0	0.0	230
0.0	0.0	0.0	239
0.0	0.0	0.0	248
0.0	0.0	0.0	257
0.0	0.0	0.0	266
0.0	0.0	0.0	275
0.0	0.0	0.0	284
0.0	0.0	0.0	293
0.0	0.0	0.0	302
0.0	0.0	0.0	311
0.0	0.0	0.0	320
0.0	0.0	0.0	329
0.0	0.0	0.0	338
0.0	0.0	0.0	347
0.0	0.0	0.0	356
0.0	0.0	0.0	365
0.0	0.0	0.0	374
0.0	0.0	0.0	383
0.0	0.0	0.0	392
0.0	0.0	0.0	401
0.0	0.0	0.0	410
0.0	0.0	0.0	419
0.0	0.0	0.0	428
0.0	0.0	0.0	437
0.0	0.0	0.0	446
0.0	0.0	0.0	455
0.0	0.0	0.0	464
0.0	0.0	0.0	473
0.0	0.0	0.0	482
0.0	0.0	0.0	491
0.0	0.0	0.0	500



015 = 04 MICRON. 020 = 08 MICRON. 030 = 124 MICRON.  
 040 = 1 X 0.0. 050 = 10.7 X 0.0. 060 = 4.3 X 0.0. 070 = 04 X 0.0.

POWTER MR.  
 1.40. 2.00. 3.00. 4.00. 5.00. 6.00. 7.00. 8.00. 9.00. 10.00.  
 11.00. 12.00. 13.00. 14.00. 15.00. 16.00. 17.00. 18.00. 19.00. 20.00.  
 21.00. 22.00. 23.00. 24.00. 25.00. 26.00. 27.00. 28.00. 29.00. 30.00.  
 31.00. 32.00. 33.00. 34.00. 35.00. 36.00. 37.00. 38.00. 39.00. 40.00.  
 41.00. 42.00. 43.00. 44.00. 45.00. 46.00. 47.00. 48.00. 49.00. 50.00.  
 51.00. 52.00. 53.00. 54.00. 55.00. 56.00. 57.00. 58.00. 59.00. 60.00.  
 61.00. 62.00. 63.00. 64.00. 65.00. 66.00. 67.00. 68.00. 69.00. 70.00.  
 71.00. 72.00. 73.00. 74.00. 75.00. 76.00. 77.00. 78.00. 79.00. 80.00.  
 81.00. 82.00. 83.00. 84.00. 85.00. 86.00. 87.00. 88.00. 89.00. 90.00.  
 91.00. 92.00. 93.00. 94.00. 95.00. 96.00. 97.00. 98.00. 99.00. 100.00.

grootte	monst.	humus	klei	ol-6	zand
1	1	21	70	68	750
2	2	20	50	61.9	571
3	3	0.9	0.1	71.3	75.6
4	4	1.1	0.9	39.0	40.0
5	5	0.6	3.8	57.6	71.0
6	6	1.1	17.4	8.5	75.0
gemidd.	gemidd.	11	32	34.4	65.3
7	7	0.4	7.9	0.7	80.0
8	8	1.5	11.3	11.9	70.7
9	9	0.3	10.0	0.3	77.1
10	10	0.1	0.5	71.7	79.7
11	11	0.1	0.5	71.1	71.0
12	12	0.8	0.6	0.6	81.1
13	13	0.9	0.8	0.8	81.1
14	14	1.5	0.8	0.8	73.1
gemidd.	gemidd.	1.5	11.3	11.5	73.1
15	15	0.6	0.2	3.3	87.7
16	16	1.0	0.7	4.3	80.0
17	17	0.8	0.5	4.1	82.6
18	18	0.3	3.4	2.2	81.1
19	19	0.1	2.1	2.4	81.1
20	20	0.2	2.3	3.3	81.1
21	21	0.2	0.5	0.5	81.1
22	22	0.9	0.6	2.0	81.1
gemidd.	gemidd.	0.3	3.2	2.6	81.0

Tabel I. 4 Resultaten monsteranalyses in gev. % droge stof  
 Voorbeeld van een monsteranalyse

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 10

### 2.3. Verspreiding en afzetting van de grond na lozing

Bij de monsteranalyse zoals beschreven in par. 2.2. wordt gebruik gemaakt van een valbuis om de grond te scheiden in een slib- en zandfractie. Er wordt aangenomen dat na lozing van de specie, in het water eenzelfde proces optreedt. Dit betekent dat de slibfractie in suspensie blijft en door de stroom wordt verspreid, terwijl de zandfractie zich ter plaatse of in de naaste omgeving van het lozingspunt afzet.

Aan de hand van de berekende slib- en zandfracties in de verschillende grondsoorten en de verdeling van deze grondsoorten over de te lozen specie, kan dus een afschatting worden gemaakt van de verspreiding van het materiaal. Hierbij treden echter een aantal complicaties op. Deze worden hier kort besproken:

- a. 10% van het te lozen materiaal is veen. Het volumegewicht van veen onder water is nul, zie tabel 2.6.

Tabel 2.6. Gemiddelde waarden voor  $\gamma_n$  (nat volumegewicht),  $\gamma_d$  (droog volumegewicht) en  $\gamma_o$  (volumegewicht onder water) voor verschillende grondsoorten in Nederland.

Grondsoort	$\gamma_n$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_o$ (kN/m <sup>3</sup> )
Veen	10	2	0
Slappe klei	14	7	4
Vaste klei	18	13	8
Kleihoudend zand	19	14	9
Losgepakt zand	17	13	7
Vastgepakt zand	20	16	10

Dit betekent dat het veen in principe op het water zal komen te drijven. Het kan zich echter ook in combinatie met ander materiaal (b.v. in kleibonken, bedolven onder zand) afzetten op de bodem.

Wat op lange termijn met het veen gebeurt is niet bekend, mogelijk dat het wordt opgenomen in de voedselketen.

Het veen wordt in de verdere berekening niet meer expliciet genoemd. Feitelijk betekent dit dat het veen wordt verdeeld over de grondsoorten en uiteindelijk dus over het materiaal dat zich afzet en het materiaal dat in suspensie blijft. Hierdoor gaat tabel 2.3. over in tabel 2.7.



Tabel 2.7. Grondsamenstelling van de te lozen specie na het buiten beschouwing laten van het veen.

	Klei en venige klei	Zandige klei	Zand sterk slibhoudend	Zand
Geotechnisch profiel	16%	43%	26%	15%
Boringen	34%	20%	31%	15%

b. Klei is in tegenstelling tot het zand een cohesief materiaal. Hierdoor kan de klei zich in relatief grote (stroomresistentie) deeltjes afzetten. Het is daarom niet correct sondermeer aan te nemen dat direct na lozing de slibfractie van het klei in zijn geheel in suspensie zal gaan. Wel kunnen in de loop der tijd slibdeeltjes in het afgezette klei door het stromende water worden uitgewassen en alsnog in suspensie gaan.

In de berekening van de verspreiding en afzetting van de grond na lozing zal rekening worden gehouden met het cohesieve karakter van het klei, door het percentage gesuspendeerd materiaal niet per definitie gelijk te stellen aan de slibfractie.

c. Bij de berekening van de verspreiding en afzetting van de grond na lozing wordt uitgegaan van het zand- en slibgehalte verkregen uit de monsteranalyses. Dit zijn gewichtspercenten droge stof, zodat deze niet rechtstreeks vertaald mogen worden in  $m^3$  grond. Hiertoe dienen de percentages humus, kalk, slib en zand eerst te worden omgerekend in volumeprocenten. Voor deze omrekening dient de verhouding tussen de volumieke massa van het droge grondmonster en de samenstellende delen bekend te zijn. Het relatief lichtste materiaal zal de grootste invloed hebben op de omrekening. Dat is in dit geval de humus. Het percentage is echter zo klein dat de invloed zeer beperkt blijft. Om deze reden wordt gesteld dat zeker voor een globale indruk van het aantal  $m^3$  grond dat zich na lozing zal afzetten respectievelijk zal verspreiden, de gewichtspercentages voldoende nauwkeurig zijn.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 12

In tabel 2.8. en 2.9. op blz. 13 zijn afschattingen gemaakt voor de verspreiding van de specie na lozing. Door de duidelijkheid wordt de wijze waarop de tabellen zijn samengesteld nogmaals kort beschreven. De verdeling in grondsoorten is afgeschat op basis van het geotechnische profiel, respectievelijk de boringen. Dit leidt tot twee tabellen: tabel 2.8 en 2.9. De percentages komen overeen met tabel 2.7. Vervolgens zijn deze percentages vermenigvuldigd met de zand- en slibfractie aanwezig in de betreffende grondsoort. Deze fracties zijn met behulp van grondmonsters vastgesteld (tabel 2.5.). Hierbij is de slibfractie voor het klei variabel genomen: 10 à 30%. Dit in verband met de mogelijke afzetting van stroomresistente deeltjes zoals aangegeven onder punt b. blz. 11. Het slib dat zich afzet wordt tot de zandfractie gerekend. De uitkomst van de vermenigvuldiging leidt tot de hoeveelheid materiaal dat na lozing zich afzet of in suspensie gaat.

Uit de tabellen blijkt dat de specie zich naar alle waarschijnlijkheid slecht zal verspreiden. Ca. 80% van het geloosde materiaal zet zich af en globaal 12% slib komt vrij. Het gedrag van het overige materiaal (kolom divers) na lozing is moeilijk te voorspellen. Er zijn verschillende mogelijkheden: het kan op het water gaan drijven, zich in kleibonken of onder zand afzetten, oplossen in water (kalk), zich aan het slib hechten. Omdat in het verleden ter plaatse van de Kapellebank in het Middeldgat (zie bijlage 1) reeds specie uit het Kanaal door Zuid-Beveland is geloosd, kan bovenstaande worden getoetst.

#### 2.4. Lozing Kapellebank

In de periode van 6 augustus 1984 tot 23 januari 1985 is ca. 0,9 miljoen m<sup>3</sup> specie afkomstig uit het Kanaal door Zuid-Beveland in de Westerschelde geloosd. De lokatie is in figuur 2.1. en bijlage 1 aangegeven.

grondsoort	verdeling volgens photoanalyse (vol. %)	slib		zand		divers <sup>2)</sup>	
		slib-fractie	gevoerd materiaal	zand fractie	afgeest materiaal	fractie	gevoerd of afgeest
Klei	16	10-30	2-5	60-80	10-13	10	1
zandige klei	43	11	5	76	33	12	5
zand sterk slibhoudend	26	4	1	86	22	10	3
zand	15	3	1	94	14	3	1
Totaal	100		9-12		75-82		10

Tabel I.8 Verspreiding van de specie na lozing op basis van het geotechnisch profiel in vol. %

grondsoort	verdeling volgens boringen <sup>2)</sup>	slib		zand		divers <sup>2)</sup>	
		slib-fractie	gevoerd materiaal	zand fractie	afgeest materiaal	fractie	gevoerd of afgeest
Klei	34	10-30	3-10	60-80	10-27	10	3
zandige klei	20	11	2	76	15	12	2
zand sterk slibhoudend	31	4	1	86	27	10	3
zand	15	3	1	94	14	3	1
Totaal	100		7-14		76-83		9

Tabel II.9 Verspreiding van de specie na lozing op basis van de boringen. in vol. %

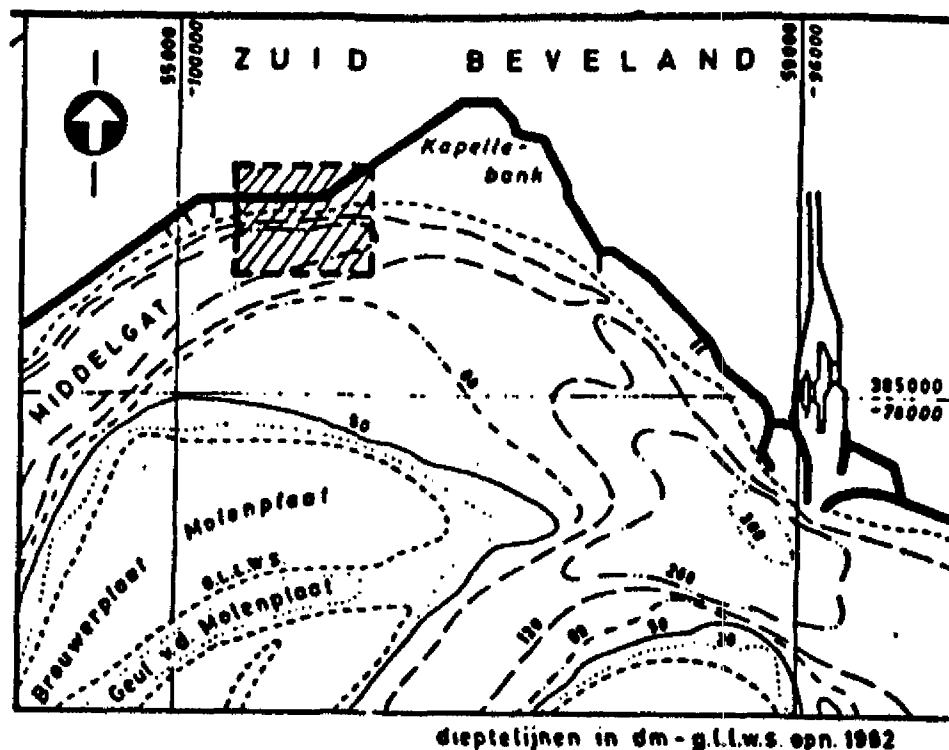
- 1) exclusief veen
- 2) aanname: minimaal 10% in suspensie
- 3) materiaal niet behorend tot de slib- of zandfractie. Gedrag na lozing onbekend


behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 14



Figuur 2.1.  : Lozingslocatie Kapellebank. Hier is in de periode augustus 1985 - januari 1986 ca. 0,9 miljoen m<sup>3</sup> specie afkomstig uit het kanaal door Zuid-Beveland geloosd.

Volgens opgave bestond de specie voor 88% uit zand en klei en voor 12% uit veen. Deze samenstelling komt overeen met de par. 2.2. gevonden waarden. Het slibpercentage bedroeg ca. 20%. Dit is een hogere waarde als in par. 2.3. is berekend (ca. 12%). Hierbij moet wel worden aange-tekend dat niet bekend is op welke wijze het slibpercentage is vastge-steld.

Na lozing bleek zich ca. 70% van het geloosde materiaal in een gebied van 800 bij 400 m te hebben afgezet. Deze waarde valt dus lager uit dan het hiervoor berekende afzettingspercentage van 80%.

Ter bepaling welk materiaal zich heeft afgezet is op een drietal plaatsen een duikeronderzoek verricht.

Hieruit bleek dat zich behalve zand ook bonken klei hadden afgezet (lit. 4.). Dit ondersteund het in par. 2.3. gehanteerde uitgangspunt dat door het cohesieve karakter van de klei na lozing niet de gehele slibfractie in suspensie gaat.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 15

## 2.5. Conclusie

Op grond van de samenstelling van het te lozen materiaal is de verwachting dat zich ca. 80% van de geloosde hoeveelheid in de onmiddellijke omgeving van een lozingspunt afzet.

Na een lozing van ca. 0,9 miljoen m<sup>3</sup> specie afkomstig uit het Kanaal door Zuid-Beveland ter plaatse van de Kapellebank in het Middelgat, bleek zich ca. 70% van het materiaal in een gebied van 800 bij 400 m te hebben afgezet. Dit percentage valt lager uit dan het voorspelde. Dit kan twee oorzaken hebben. Ten eerste door een andere samenstelling van het geloosde materiaal. Zo wordt een hoger slibpercentage opgegeven (20% t.a.v. de in dit hoofdstuk gevonden 12%). Onzeker is echter of dit percentage op dezelfde wijze is berekend als in dit hoofdstuk. Ten tweede kan het verschil worden veroorzaakt door onnauwkeurigheden in de uitgevoerde berekeningen.

De conclusie luidt daarom dat verwacht wordt dat zich na lozing 70 à 90% van de specie zal afzetten, terwijl voor de slibverspreiding 10 à 20% van de geloosde hoeveelheid wordt aangenomen.

De aanname dat het klei zich voor een deel in stroomresistente deeltjes afzet blijkt correct.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 16

### 3. LOZING IN DE WESTERSCHELDE

#### 3.1. Locatiekeuze

In een voorstudie (lit. 3.) zijn een drietal locaties aangewezen als mogelijke lozingsplaatsen voor de specie afkomstig uit het Kanaal door Zuid-Beveland:

- I. voor de Zimmermanpolder in de Zimmermangeul
- II. voor de Westveerpolder in het Schaar van Waarde
- III. gebied gelegen tussen locatie I en II

Locatie III zal in principe alleen worden gebruikt als uit studie blijkt dat de berging van de 3 miljoen m<sup>3</sup> specie t.p.v. de locaties I en II op problemen stuit.

In de voorstudie wordt als aanvulling op bovenstaande lozingslocaties de mogelijkheid genoemd de specie te gebruiken voor natuurbouw. Hieronder wordt in dit geval verstaan het op kunstmatige wijze uitbreiden of creëren van nieuwe schorgebieden. In het kader van het project Kanaal Zuid-Beveland is deze mogelijkheid onderzocht. In hoofdstuk 6 komt dit nader aan de orde. In de studie naar de gevolgen van de specielozing is een eventuele berging door natuurbouw niet meegenomen: uitgangspunt vormt de aanname dat alle specie ter plaatse van locaties I en II (en bij eventuele problemen ook locatie III) zal worden geloosd.

De locaties I, II en III zijn aangegeven in bijlage 1.

De keuze van de locaties is gebaseerd op de volgende motieven:

- a. de transportweg van de specie dient zo kort mogelijk te zijn (economisch motief)
- b. door het verondiepen van het geulgedeelte gelegen voor de zeedijk van de Westveerpolder, wordt de noodzaak tot het aanbrengen van een verdediging ter plaatse van de teen van de dijk voorkomen (lit. 3.)
- c. de lozing compenseert een zandwinning van dezelfde orde van grootte uit het gebied.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 17

Door deze compensatie wordt de sedimentbalans niet aangetast, hetgeen van belang is in het licht van de ontwikkelingen in de afgelopen 15 jaar. Hieruit blijkt dat in het Westerschelde-systeem het proces van aanzanding, dat al sinds 1878 aan de gang was, is verstoord. Hierop wordt in hoofdstuk 4 dieper ingegaan.

De zandwinning is eveneens ten bate van de verbetering van het kanaal door Zuid-Beveland en zal kort na de specielozing plaats vinden (de zandwinlocatie is aangegeven in bijlage 1).

- d. aansluiten bij bestaande morfologische processen. De afgelopen jaren is het Schaar van Valkenisse in omvang toegenomen, terwijl voor de Zimmernangeul juist het omgekeerde geldt (lit. 3.).

Lozing in de Zimmernangeul sluit aan bij dit proces.

- e. eventuele natuurbouw is van belang in verband met het sterk verminderde (en nog steeds achteruit gaande) schorareaal in het zuidwesten van Nederland.

Verder kunnen schorren een hogere natuurwaarde hebben dan het oorspronkelijke slik (lit. 8.).

### 3.2. Lozingsregime

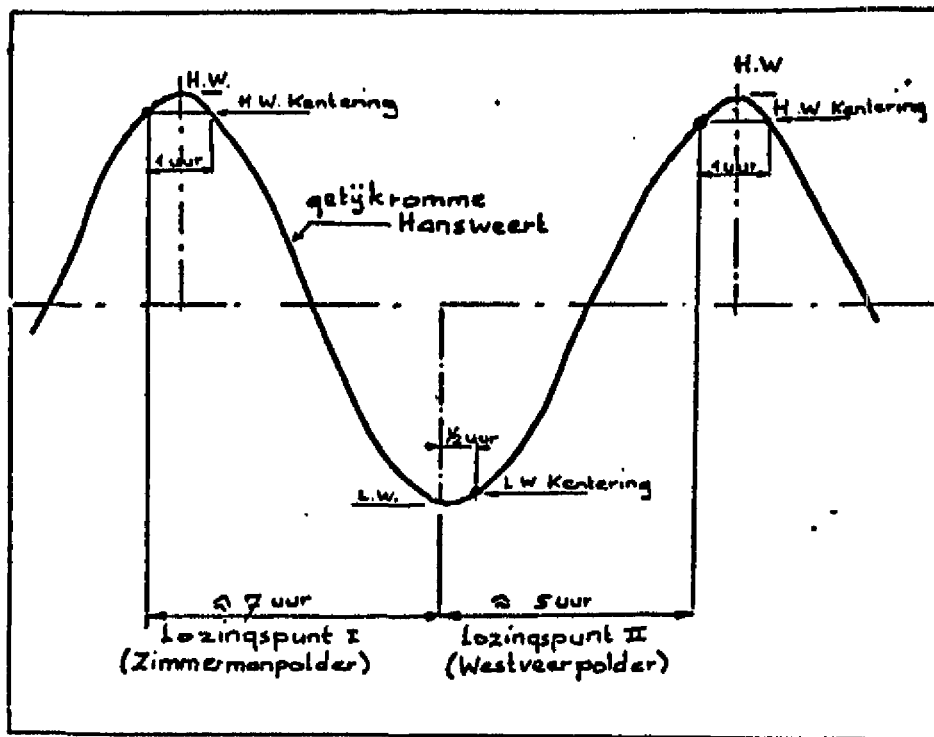
In principe is gekozen voor een lozingsregime waar bij ter plaatse van de Westveerpolder tijdens vloed en ter plaatse van de Zimmernangeul tijdens eb wordt geloosd, zie figuur 3.1.

Uitgangspunten bij het opstellen van dit regime zijn de volgende randvoorwaarden:

- a. bij de lozing van de specie dient te worden voorkomen dat transport van slib naar de vaargeul optreedt, in verband met de kans dat ten gevolge hiervan afzetting op de drempels plaatsvindt.
- b. de lozing, welke geschiedt met behulp van een persleiding, moet continu kunnen plaatsvinden, dit uit economisch oogpunt.

Bovenstaande betekent dat de specie zoveel mogelijk in het gebied tussen de lozingslokaties en de platen van Valkenisse wordt geborgen.

Deze strategie kan tot gevolg hebben dat zich slib afzet op het slik en schor voor de Emanuëlpolder (bijlage 1 en 2).



Figuur 3.1. Lozingsregime

Indien deze afzetting voor het milieu negatieve gevolgen met zich meebrengen dienen maatregelen te worden getroffen, zoals het veranderen van de wijze van lozen of verandering van lozingsregime. Op deze problematiek wordt in de volgende hoofdstukken teruggekomen.

### 3.3. Belasting van het systeem

De geloosde specie wordt verdeeld over de lozingslocaties.

De verdeling wordt bepaald door de lozingsduur. In formulevorm:

$$S_i = \frac{t_i}{T} \cdot S_{\text{tot}}$$

met:

- $S_i$  : de totale hoeveelheid geloosde specie t.p.v. locatie i in  $m^3$
- $t_i$  : de periode van het getij in uren gedurende welke lozing plaats vindt t.p.v. locatie i
- $T$  : getijperiode in uren, ca. 12 uur
- $S_{\text{tot}}$  : totale hoeveelheid geloosde specie in  $m^3$



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 19

Een deel van het geloosde materiaal zet zich af op de bodem en een deel blijft in suspensie. Dit kan worden weergegeven met een afzettingscoëfficiënt  $\alpha_i$ : een factor tussen 0 en 1 die aangeeft welke hoeveelheid van de geloosde specie zich t.p.v. locatie i op de bodem zal afzetten.

De formule voor de hoeveelheid materiaal welke zich t.p.v. locatie i zal afzetten wordt nu:

$$S_{i,af} = \alpha_i \cdot S_i = \alpha_i \cdot \frac{t_i}{T} \cdot S_{tot}$$

En voor de hoeveelheid zwevend materiaal:

$$S_{i,zw} = (1 - \alpha_i) \cdot S_i = S_i - S_{i,af}$$

Voor locaties I (Zimmerrangeul) en II (Westveerpolder) gelden bij benadering de volgende waarden:

$$S_{tot} = 3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

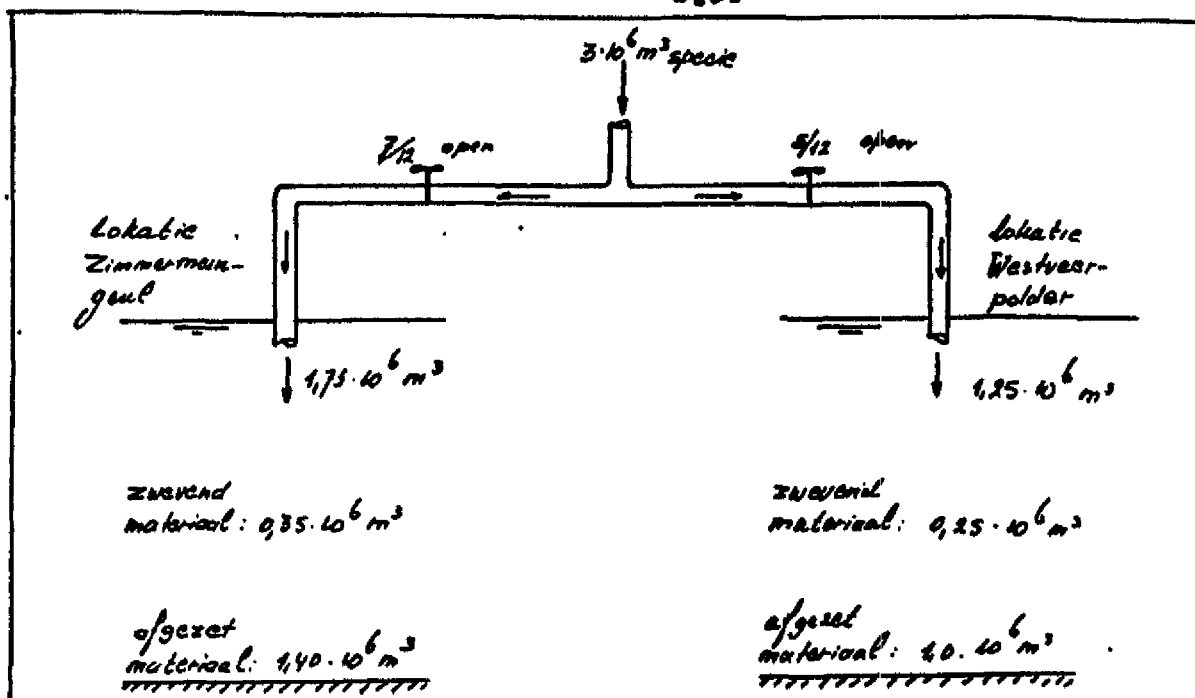
$$T = 12 \text{ uur}$$

$$d_I = d_{II} = 0,80$$

$$t_I = 7 \text{ uur}$$

$$t_{II} = 5 \text{ uur}$$

Dit levert een verdeling volgens figuur 3.2.



Figuur 3.2. Verdeling specie over de lozingslocaties in afgezet en zwevend materiaal.

Zowel de totaal te lozen hoeveelheid  $S_{tot}$  als de verspreidingsfactor  $\alpha$  bezitten een zekere onnauwkeurigheid. Met verwachtingswaarde  $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  voor  $S_{tot}$  en  $0,8$  voor  $\alpha$  kan de spreiding in zijn eenvoudigste vorm worden benaderd door:

$$S_{tot} = 3 \cdot 10^6 \pm \Delta S_{tot}$$

$$\alpha = 0,8 \pm \Delta\alpha$$

Voor de te lozen hoeveelheid lijkt een maximale afwijking van 10% redelijk, hetgeen wil zeggen dat  $S_{tot}$  tussen 2,7 en 3,3 miljoen  $\text{m}^3$  ligt. Uit tabel 2.8 en 2.9 blijkt dat volgens een afschatting op basis van de samenstelling van de te lozen specie, de waarde van  $\alpha$  tussen 0,76 en 0,83 ligt. De lozing ter plaatse van de Kapellebank leverde echter een afzettingscoëfficiënt van 0,70 op (par. 2.4.). Daarom wordt voor  $\Delta\alpha$  de waarde 0,1 genomen. Aan de tijdsintervallen  $t_I$  en  $t_{II}$  kan in principe met grote nauwkeurigheid de hand worden gehouden, zodat rond de lozingstijd  $t_I$  geen nauwkeurighedsinterval wordt genomen.

Uitgaande van  $\Delta S_{tot} = + 3 \cdot 10^5 \text{ m}^3$  en  $\Delta \alpha = + 0,1$  kan nu de doorwerking van deze onzekerheden in de geloosde, afgezette en zwevende hoeveelheid worden bepaald:

- voor de geloosde hoeveelheid t.p.v. locatie i geldt:

$$S_i = \frac{t_i}{T} (S_{tot} + \Delta S_{tot}) = \frac{t_i}{T} S_{tot} + \Delta S_i$$

met  $\Delta S_i = \frac{t_i}{T} \cdot \Delta S_{tot}$

- voor de afgezette hoeveelheid geldt:

$$S_{i,af} = (\alpha_i + \Delta \alpha) \cdot \frac{t_i}{T} \cdot (S_{tot} + \Delta S_{tot}) = \alpha_i \frac{t_i}{T} S_{tot} + S_{i,af}$$

met  $S_{i,af} = \frac{t_i}{T} (\alpha_i \cdot \Delta S_{tot} + \Delta \alpha \cdot S_{tot} + \Delta \alpha \cdot \Delta S_{tot})$

- voor de hoeveelheid zwevend materiaal geldt:

$$S_{i,zw} = \left\{ 1 - (\alpha_i + \Delta \alpha) \right\} \frac{t_i}{T} (S_{tot} + \Delta S_{tot}) = (1 - \alpha_i) \frac{t_i}{T} S_{tot} +$$

$$\Delta S_{i,zw}$$

met  $S_{i,zw} = \frac{t_i}{T} (\Delta S_{tot} - \alpha_i \cdot \Delta S_{tot} - \Delta \alpha \cdot S_{tot} - \Delta \alpha \cdot \Delta S_{tot})$

$$= \Delta S_i - \Delta S_{i,af}$$

Doordat  $\Delta \alpha$  en  $\Delta S_{tot}$  zowel positief als negatief kunnen zijn, ontstaan er 4 mogelijke combinaties.

De resultaten zijn gegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1. Doorwerking onnauwkeurigheden in geloosde, afgezette en zwevende hoeveelheid specie per lozingslocatie in  $10^6 \text{ m}^3$ .

Combinatie	$\Delta \alpha$	$\Delta S_{tot}$	Zimmermangeul			Westveerpolder		
			$S_I$	$S_{I,AF}$	$S_{I,ZW}$	$S_I$	$S_{I,AF}$	$S_{I,ZW}$
1	+	+	1,93	1,73	0,20	1,38	1,24	0,14
2	-	+	1,93	1,35	0,58	1,38	0,96	0,42
3	+	-	1,58	1,42	0,16	1,13	1,01	0,12
4	-	-	1,58	1,10	0,48	1,13	0,79	0,34

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 22

Uit tabel 3.1. kan voor de beide lozingslocaties de boven- en ondergrens voor de geloosde, afgezette en zwevende hoeveelheid materiaal worden gehaald. Het resultaat is dan tabel 3.2.

Tabel 3.2. Onder- en bovengrens voor de geloosde, afgezette en zwevende hoeveelheid specie per lozingslocatie in  $10^6 \text{ m}^3$ .

	Ondergrens	Bovengrens
Zimmermangeul: geloosd	1,58	1,93
afgezet	1,10	1,73
zwevend	0,16	0,58
Westveerpolder: geloosd	1,13	1,38
afgezet	0,79	1,24
zwevend	0,12	0,42

Door de lozing zal de bodem voor de Zimmerman- en Westveerpolder verondiepen. In bijlage 3 is aangegeven welk oppervlak de na lozing afgezette hoeveelheid bij elke locatie bestrijkt, indien deze worden verondiept tot ca. N.A.P. - 6 m.

Uit deze berekeningen blijkt dat de bergingscapaciteit ter plaatse van de lozingslocaties voldoende is, zodat inschakeling van een derde lozingslocatie (het alternatieve lozingspunt) om capaciteitsredenen niet noodzakelijk is. Voor gedetailleerde bergingsberekeningen wordt verwezen naar lit. 9.

#### 4. GEVOLGEN SPECIELOZING: EEN ORIENTATIE

##### 4.1. Inleiding

De lozing van de 3 miljoen m<sup>3</sup> specie kan in sterkte of minder sterke mate veranderingen veroorzaken in de waterbeweging (stromingspatronen, stroomsnelheden en -richtingen, debietverdeling) en, hiermee nauw samenhangend, de morfologie (ligging en omvang van platen en geulen).

Ook zullen de slibconcentraties in het water toenemen tijdens de lozing. Mogelijk dat door het uitwassen van het fijnere materiaal uit de afgezette specie ook na afloop van de lozing nog verhoogde slibconcentraties in het water zullen optreden.

Deze veranderingen in waterbeweging, morfologie en slibconcentratie kunnen gevolgen hebben voor het Westerschelde-systeem (de sedimentbalans, de stabiliteit van de dijk bij de lozingslocatie Westveerpolder en de stabiliteit van geulen en platen) en de gebruiksfuncties hiervan met name de scheepvaart- en natuurfunctie.

In dit hoofdstuk worden deze gevolgen nader gekwalificeerd. Er wordt hierbij een splitsing gemaakt in gevolgen door verandering in waterbeweging en morfologie (par. 4.2.) en gevolgen door de slibverspreiding na lozing (par. 4.3.).

Met betrekking tot de waterbeweging en morfologie wordt allereerst gekeken naar veranderingen welke in het verleden in het betreffende gebied zijn opgetreden. Met het hiermee verkregen inzicht wordt daarna aangegeven welke veranderingen na lozing kunnen optreden en welke gevolgen dit met zich meebrengt. In het volgende hoofdstuk worden de ontwikkelingen na lozing met behulp van een waterbewegingsmodel gesimuleerd. De resultaten worden vervolgens vergeleken met de in dit hoofdstuk gegeven verwachtingen.

Met betrekking tot de slibverspreiding wordt in dit hoofdstuk nagegaan waar dit materiaal kan bezinken en welke gevolgen dit kan hebben. In het volgende hoofdstuk wordt aan de hand van berekeningen en modelsimulaties de afzetting afgeschat.

## 4.2. Waterbeweging en morfologie

### 4.2.1. Inleiding

Verandering in waterbeweging en bodemligging zijn interactieve processen, vandaar dat beide aspecten gezamenlijk worden beschouwd.

In de komende paragrafen worden de morfologische processen welke in het verleden in de Westerschelde zijn opgetreden kort besproken. Aan de orde komen achtereenvolgens de inhoudsveranderingen in de Westerschelde (par. 4.2.2.), de stabiliteit van geulen en platen (par. 4.2.3.) en de recente morfologische ontwikkelingen (par. 4.2.4.).

In par. 4.2.5. wordt vervolgens aangegeven welke veranderingen op grond van de in het verleden opgetreden morfologische processen kunnen worden verwacht, en welke gevolgen dit met zich meebrengt.

### 4.2.2. Inhoudsveranderingen Westerschelde

In tabel 4.1. zijn de inhoudsveranderingen voor de Westerschelde ten opzichte van verschillende referentie-niveau's en in- en exclusief grote schorgebieden gegeven. De gegevens in kolom 1 zijn ontleend aan lit. 19 en 24 (periode '80 - '85) en geven de inhoudsveranderingen t.o.v. gemiddeld hoogwater (g.h.w.), exclusief de grote schorgebieden. Kolom 2 en 3 zijn ontleend aan lit. 20 en geven de inhoudsveranderingen t.o.v. gemiddeld hoog respectievelijk laagwater (g.l.w.), inclusief de grote schorgebieden.

Uit de tabel blijkt dat de invloed van de schorgebieden op de inhoudsveranderingen aanzienlijk is. Ook is opvallend dat in de perioden 1878 - 1931 en 1952 - 1981 de inhoudsveranderingen beneden g.l.w. en tussen g.l.w. en g.h.w. tegengesteld zijn (kolom 2 vergeleken met kolom 3).

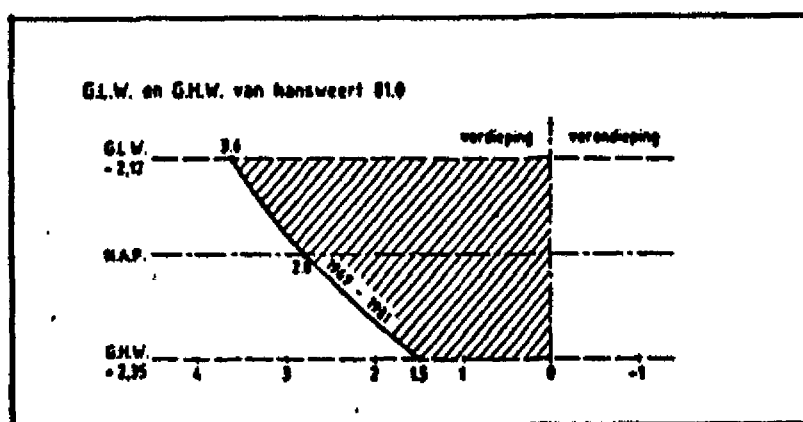
In de laatstgenoemde periode treedt beneden g.l.w. een inhoudstoename op van ca. 128 miljoen m<sup>3</sup>, terwijl beneden g.h.w. de inhoud minder sterk toeneemt, namelijk met 104 miljoen m<sup>3</sup>.

Tabel 4.1. Inhoudsveranderingen Westerschelde sinds 1878 in  $10^6 \text{ m}^3$  t.o.v. verschillende referentieniveau's en in- en exclusief grote schorgebieden. - = inhoudstoename  
+ = inhoudsafname

Bron: kolom 1, lit. '19 en 24  
kolom 2 en 3, lit. 20.

referentie periode \ niveau	g.h.w. (excl. grote schorgebieden)	g.l.w. (incl. schorgebieden)	g.h.w. (incl. schorgebieden)
1878 - 1931	- 13,4	- 20	+ 45,6
1931 - 1952	+ 5,0	+ 15,6	+ 21,5
1952 - 1981	- 27,7	-127,9	-104,3
1980 - 1985	- 2,2	-	-

Dit betekent dat in het gebied tussen g.l.w. en g.h.w. een inhoudsafname van 24 miljoen  $\text{m}^3$  is opgetreden. In de periode 1878 - 1931 heeft eenzelfde ontwikkeling plaats gevonden: beneden g.l.w. een inhoudstoename van 20 miljoen  $\text{m}^3$  en tussen g.l.w. en g.h.w. een inhoudsafname van ca. 66 miljoen  $\text{m}^3$ . Uit figuur 4.1. (bijlage 20 uit lit. 20) komt dit aspect nogmaals naar voren (in dit geval voor de periode 1969 - 1981).



Figuur 4.1. Gem. jaarlijkse inhoudsverandering in  $10^6 \text{ m}^3$  gehele Westerschelde (vakindeling debietraaien).

Door de tegengestelde inhoudsveranderingen tussen het gebied beneden g.l.w. en het gebied van g.l.w. tot g.h.w., dringt zich de vraag op of tussen deze 2 gebieden mogelijk uitwisseling optreedt. Studie naar deze uitwisseling en de mogelijke rol van de grote schorgebieden hierin valt echter buiten het kader van deze nota.

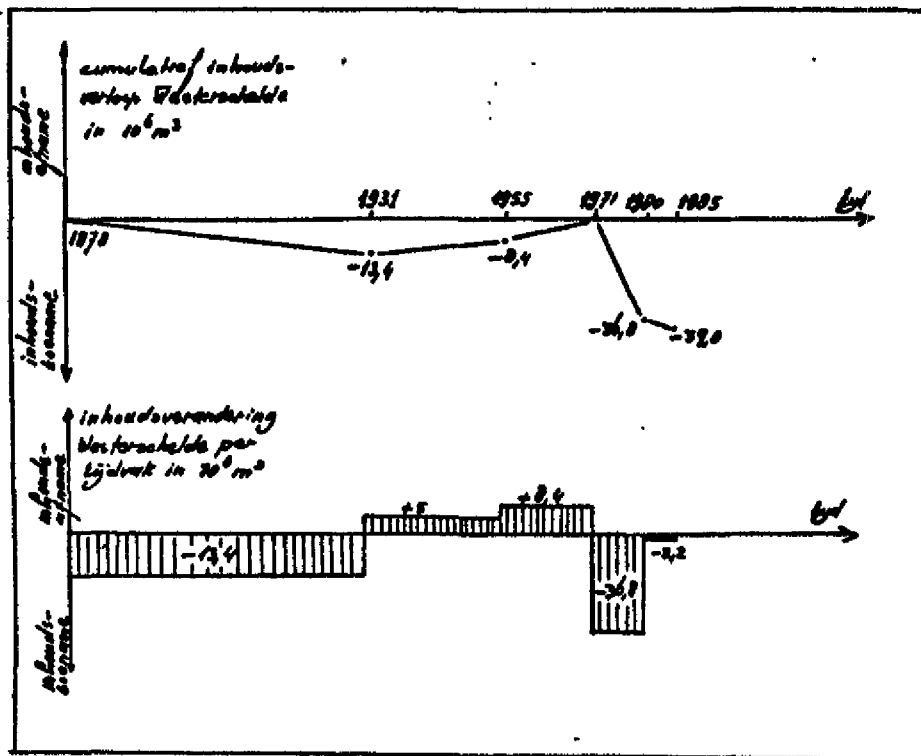
De nu volgende beschouwing van de inhoudsveranderingen is grotendeels ontleend aan lit. 19 en 24 en heeft dus betrekking op de gegevens in kolom 1 van tabel 4.1.

Zoals uit tabel 4.1. blijkt is de inhoudstoename in de periode 1953 - 1981 relatief groot. Indien de periode wordt opgesplitst in de tijdvakken 1951 - 1971/72 en 1971/72 - 1980, blijkt dat de toename feitelijk pas na 1971/72 optreedt:

periode 1952 - 1971/72 : + 9,1.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

periode 1971/72 - 1980 : - 36,8.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

In figuur 4.2. zijn de inhoudsveranderingen sinds 1878 grafisch uitgezet. De periode 1971/72 - 1980 komt weer duidelijk naar voren.



Figuur 4.2. Inhoudsveranderingen Westerschelde sinds 1878.





behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 28

Wordt de aanzanding of uitschuring door "natuurlijk effect" voor de Westerschelde in beschouwing genomen dan blijkt:

- periode 1955 - 1971/72 : een aanzanding van 35,1 miljoen m<sup>3</sup>.
- periode 1971/72 - 1980 : een uitschuring van 5,2 miljoen m<sup>3</sup>.
- periode 1980 - 1985 : een aanzanding van 2,8 miljoen m<sup>3</sup>.

Bovenstaande getallen bezitten een onnauwkeurigheid van +/-  $2,5 \cdot 10^{-2}$  m<sup>3</sup> per eenheid van oppervlakte, hetgeen voor de gehele Westerschelde neerkomt op +/-  $6,4 \cdot 10^6$  m<sup>3</sup>.

In lit. 24 wordt tenslotte gesteld dat tot 1971/72 de afvoer van specie uit het Westerschelde-systeem blijkbaar volledig door "natuurlijke" aanzanding kon worden gecompenseerd. Na 1971/72 was dit niet langer mogelijk. De conclusie luidt dan ook dat, ondanks het feit dat in de periode 1980 - 1985 weer een geringe aanzanding heeft plaats gevonden, de zandafvoer uit de Westerschelde zoveel mogelijk dient te worden beperkt.

#### 4.2.3. Stabiliteit van de geulen en platen

In het lozingsgebied zijn de volgende geulen en platen gelegen (zie bijlage 1).

- het Schaar van Waarde
- het Schaar van Valkenisse
- de Zimmermangeul
- de Plaat van Walscoorden
- de Platen van Valkenisse

Buiten het lozingsgebied om loopt de hoofdgeul, welke ter plaatse wordt gevormd door het Zuidergat, de Overloop van Valkenisse en het Nauw van Bath. Voor de aanstroming van de Zimmermangeul bij eb is ook het Schaar van de Noord nog van belang.

De hoofdgeul wordt kunstmatig in stand gehouden door het regelmatig baggeren van de drempels. De gebaggerde specie wordt buiten de hoofdgeul in de vloedscharen gestort. De gevolgen blijken duidelijk uit de verandering in de verhouding tussen hoofdgeul en vloedscharen met betrekking tot getijvolume en geuldoorsnede.

In onderstaande tabel is de ontwikkeling van het getijvolume voor het Zuidergat en het Schaar van Waarde gegeven. Het totale transport door de gehele raai is in de beschouwde periode constant gebleven, ca. 360 à 370 miljoen m<sup>3</sup>.

Tabel 4.2. Bron: lit. 22.

Volumina Zuidergat (Z.G.) en Schaar van Waarde (S.v.W.) in procenten van het totale volume				
Jaar	vloed		eb	
	Z.G.	S.v.W.	Z.G.	S.v.W.
1937	33,3	66,7	42,3	57,7
1957	30,4	69,6	47,9	52,1
1964	36,0	64,0	52,5	47,5
1970	41,7	58,3	55,1	44,9
1975	49,4	50,6	62,3	37,7

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het getijvolume in het Zuidergat in de periode 1937 - 1975 bij vloed en eb met 58 (16%) respectievelijk 73 (20%) miljoen m<sup>3</sup> is toegenomen t.o.v. het Schaar van Waarde.

Hiermee samenhangend zijn ook de geuldooraneden veranderd, zie tabel 4.3.

Tabel 4.3. Bron lit. 22.

Doorstromingsprofielen Zuidergat (Z.G.) en Schaar van Waarde (S.v.W.) in m <sup>2</sup> en in procenten van het totale profiel.										
Jaar	doorstromingsprofielen in m <sup>2</sup> onder N.A.P.					doorstromingsprofiel in m <sup>2</sup> onder N.A.P. -2 m				
	Totaal m <sup>2</sup>	Z.G.		S.v.W.		Totaal m <sup>2</sup>	Z.G.		S.v.W.	
		m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%		m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%
1937	32 550	11 300	34,7	21 250	65,3	25 090	8 080	32,2	17 010	67,8
1957	29 801	10 934	36,7	18 867	63,7	23 437	8 494	36,2	14 943	63,8
1964	28 860	13 110	45,4	15 750	54,6	22 510	10 260	45,6	12 250	54,4
1970	30 500	15 322	50,2	15 178	49,8	24 120	12 122	50,3	11 998	49,7
1975	30 120	16 100	53,5	14 020	46,5	23 450	13 150	55,3	10 700	44,9

Binnen het lozingsgebied varieert de omvang en daarmee het belang van de verschillende geulen. In bijlage 8 zijn ter illustratie een viertal situatieopnamen gegeven. Uit de situatieopnamen van 1945 en 1955 blijkt dat het Schaar van Valkenisse sterk was ontwikkeld en een belangrijke aan- en afvoerende functie voor het water had. De Zimmerman-geul is deze rol geleidelijk gaan overnemen, zoals blijkt uit de opnamen van 1963 en 1971.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 30

Uit bovenstaande komt naar voren dat de ontwikkelingen van het Schaar van Valkenisse en de Zimmermangeul vermoedelijk nauw in verband met elkaar staan. Ontwikkelingen welke op hun beurt weer in belangrijke mate worden gestuurd door veranderingen in de hoofdgeul.

Indien nog meer in detail naar het gebied wordt gekeken, dan blijkt in de uitloop van de Zimmermangeul in de periode 1961 - 1973 een opmerkelijk cyclisch proces te zijn opgetreden. Om de 4 à 5 jaar vormde zich een nieuwe drempelgeul. De nieuwe geul bereikt na 2 à 3 jaar haar maximum en is na 6 à 7 jaar verzand. In haar bestaan verplaatst de mond van de geul zich over ongeveer 1000 m in zuidwestelijke richting. In totaal hebben zich 3 geulen gevormd, waarvan de eerste twee het hierboven beschreven proces volledig hebben doorlopen. De ontwikkeling in plaats en tijd is gegeven in bijlage 9.

Bovenstaande morfologische processen worden uitgebreid beschreven in lit. 18.

#### 4.2.4. Recente morfologische ontwikkelingen

Deze worden bijgehouden door het regelmatig uitvoeren van peilingen. Hieruit is gebleken dat sinds 1982 zich globaal de volgende ontwikkelingen in het lozingsgebied hebben voorgedaan (zie bijlage 1):

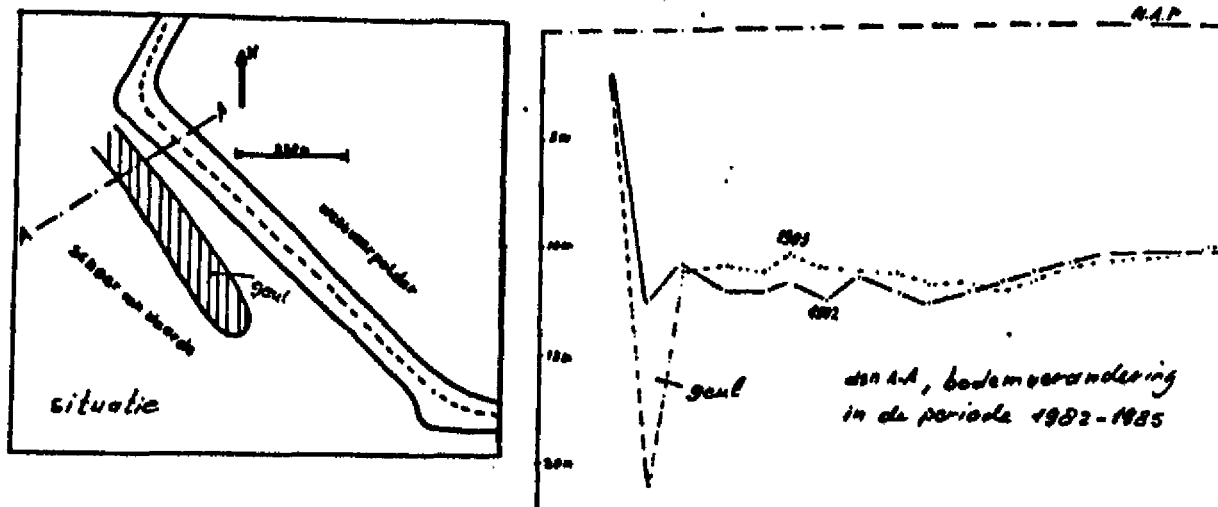
1. Geul voor de dijk bij de Westveerpolder: deze verdiept zich terwijl in de omgeving van de geul lichte aanzanding heeft plaats gevonden, zie figuur 4.4.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 31



Figuur 4.4. Ontwikkeling geul t.a.v. lozingslocatie Westveerpolder.

2. Schaar van Waarde: redelijk stabiel over de periode '82 - '85, het versandingsproces (achteruitgang t.o.v. het Zuidergat) lijkt zich voort te zetten.
3. Overgangsgebied Schaar van Waarde-Zimmermangeul: de overgangsgeul heeft zich verplaatst (ca. 300 m) in de richting van het Slik voor de Emanuëlpolder en is in omvang verminderd.
4. Overgangsgebied Schaar van Valkenisse-Zimmermangeul: de toegang tot de Zimmermangeul verminderd in nat oppervlak. De westelijke uitloper van de geul neemt in omvang af.
5. Schaar van Valkenisse: deze verplaatst zich in zuid-westelijke richting en breidt zich uit in de richting van de vaargeul. Het plaatgedeelte op de overgang Schaar van Valkenisse - Overloop van Valkenisse (vaargeul) is verdiept.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 32

#### 4.2.5. Mogelijke gevolgen specielozing

Figuur 4.5. op blz. 33 geeft een indruk van de invloed van de lozing op het doorstroomprofiel ter plaatse van de lozingslocaties. Hierbij is ervan uit gegaan dat ca. 80% van de geloosde specie blijft liggen (par. 2.3.) over een gebied zoals aangegeven in bijlage 3.

Uit figuur 4.5. blijkt dat de specielozing voor de Westveerpolder in het Schaar van Waarde het doorstroomprofiel slechts in geringe mate verkleind.

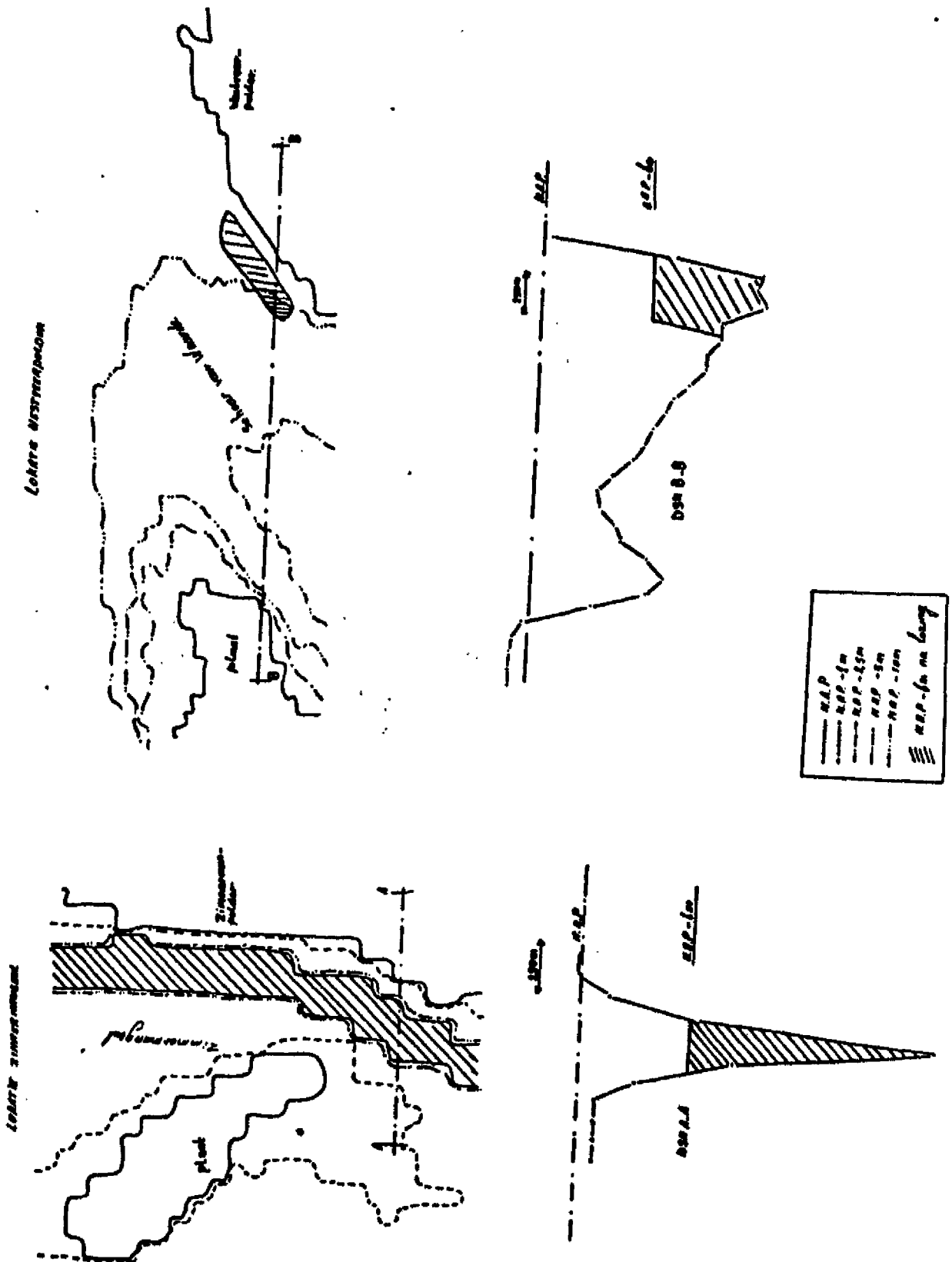
Op grond hiervan wordt aangenomen dat de lozing ter plaatse van de locatie Westveerpolder slechts lokale gevolgen heeft. Deze hebben betrekking op:

- a. de stabiliteit van de dijk ter plaatse. Bij zorgvuldige uitvoering van de lozing wordt de teen van de dijk versterkt. Bij onzorgvuldig lozen bestaat de kans dat verhoogde stroomsnelheden tussen het stortprofiel en de dijk kunnen optreden (achterloopsheld),
- b. de zandwinlocatie (zie bijlage 1). Door het transport van geloosd sediment kan in principe de kwaliteit van de zandwinput worden aangetast. Dit is echter zeer onwaarschijnlijk omdat op grond van figuur 4.5. mag worden verwacht dat de stroomsnelheid en het stroombeeld t.p.v. de lozingslocatie nauwelijks veranderen.

Dit betekent:

- geen belangrijke toename van de stroomsnelheden, dus geen extra grote transporten.
- het transport dat optreedt vindt niet plaats in de richting van de zandwinlocatie.

Zoals uit par. 4.3. zal blijken valt ook geen afzetting van slib te verwachten.



• Figuur 4.5. Verandering doorstroomprofiel t.g.v. lozing (lengteschaal verschillend).

Uit figuur 4.5. blijkt dat de ingreep in de Zimmermangeul aanzienlijk is. Gezien de belangrijke aan- en afvoerende functie van deze geul in het lozingsgebied mag daarom worden aangenomen dat de gevolgen van de lozing, in tegenstelling tot de locatie Westveerpolder, niet tot de omgeving van dit lozingspunt beperkt blijven.

Uit de beschouwing van de morfologische processen welke zich in het verleden in het gebied hebben afgespeeld en aan de hand van recente ontwikkelingen, kan een globale voorspelling worden gedaan voor de ontwikkelingen na lozing. Op deze voorspelling is mede de locatiekeuze gebaseerd (zie par. 3.1.).

In par. 4.2.3. is aangegeven dat de morfologische ontwikkeling van de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse vermoedelijk in nauwe relatie met elkaar staan. Uit par. 4.2.4. blijkt vervolgens dat recente morfologische ontwikkelingen wijzen op een achteruitgang van de Zimmermangeul en een toename van het Schaar van Valkenisse. Als mogelijke oorzaak hiervoor worden de baggerwerkzaamheden genoemd (lit. 25): in het verleden trad tegelijk met een sterke toename van de baggerwerkzaamheden op de drempel van Bath een sterke achteruitgang van het Schaar van Valkenisse en een sterke toename van de Zimmermangeul op. Nu de baggerwerkzaamheden op de drempel van Bath meer in evenwicht zijn gebracht met die op de drempel van Valkenisse wordt verwacht dat een omgekeerd proces optreedt: een achteruitgang van de Zimmermangeul gecombineerd met een toename van het Schaar van Valkenisse. Hiermee zou zich de meer "natuurlijke" situatie van voor de aanvang van de baggerwerkzaamheden op de drempel van Bath weer instellen. Dit betekent een situatie als in de vijftiger jaren (zie par. 4.2.3.), waarbij het Schaar van Valkenisse in directe verbinding staat met de hoofdgeul.

Op grond hiervan kan het volgende scenario worden opgesteld voor de processen na aanvang van de specielozing:

- a. een achteruitgang van de Zimmermangeul terwijl gelijktijdig het Schaar van Valkenisse in belang toeneemt. Zolang deze nog niet is doorgebroken blijft de capaciteit echter zeer beperkt. In eerste instantie zal daarom de hoofdgeul meer water gaan trekken. Dit betekent dat de debietverdeling Zuidergat-Schaar van Waarde verschuift ten koste van laatst genoemde.



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 35

b. het Schaar van Valkenisse breekt door. De capaciteit wordt hiermee vergroot, zodat de achteruitgang in getijvolume door het Schaar van Waarde minder sterk wordt. Mogelijk dat zelfs een verschuiving in de debietverdeling tussen Zuidergat en het Schaar van Waarde gaat optreden ten gunste van laatst genoemde.

Die situatie die nu ontstaat komt overeen met die uit de vijftiger jaren (par. 4.2.3.).

c. na lozing stelt zich een situatie in waarbij het Schaar van Valkenisse de taak van de Zimmermangeul grotendeels heeft overgenomen. Mogelijk dat de debietverdeling Zuidergat-Schaar van Waarde ook is gewijzigd.

De gevolgen die deze ontwikkeling met zich meebrengt zijn:

a. mogelijke dwarsstromen op de plaats waar het Schaar van Valkenisse uitmondt in de hoofdgeul. Dit kan hinder opleveren voor de scheepvaart.

Bij extreem hoge dwarsstromen gecombineerd met een verschil in kenteringstijdstip tussen het Schaar van Valkenisse en de hoofdgeul, zou zelfs aantasting van de tegenover gelegen schorrand van het Land van Saeftinghe kunnen optreden.

b. Mogelijke stimulatie van de ontwikkeling van de hoofdgeul. Dit is afhankelijk van de uiteindelijke debietverdeling tussen Schaar van Waarde en Zuidergat.

Bij bovenstaand scenario wordt aangenomen dat de lozing "vloeiend" aansluit bij de morfologische ontwikkelingen, met mogelijk alleen een versnelling van de processen.

Er moet echter worden bedacht dat de tijdschalen verschillend zijn. Op morfologische tijdschaal betekent de lozing min of meer een plotse-linge ingreep. In een periode van een  $\frac{1}{2}$  à 1 jaar gaat de geul ca. 6 m achteruit (van + N.A.P. - 12 m naar N.A.P. - 6 m.).

De vraag is of het gebied de tijd heeft zich aan te passen. Het is niet denkbeeldig dat het water plaatselijk een andere weg gaat zoeken b.v. in de vorm van een geul achterlangs (ten zuiden) van de Zimmermangeul.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 36

Tot slot wordt nog opgemerkt dat indien de effecten de lozing in de Zimmermangeul over het gehele lozingsgebied merkbaar zijn, deze dus ook de locatie Westveerpolder bestrijken. Verwacht wordt dat dit echter geen consequenties zal hebben voor de in het begin van deze paragraaf genoemde lokale effecten t.p.v. de Westveerpolder: indien door de lozing het debiet door het Schaar van Waarde afneemt heeft dit afname van de stroomsnelheid tot gevolg. Er is echter geen reden om aan te nemen dat het stroombeeld zal veranderen. De genoemde lokale gevolgen behouden dus gewoon hun geldigheid.

Een systematisch overzicht van de processen na lozing en de mogelijke effecten hiervan is gegeven in bijlage 4.

In deze bijlage wordt onderscheid gemaakt in afgezet en gesuspendeerd materiaal. De processen na lozing veroorzaakt door het materiaal dat zich ter plaatse afzet zijn hiervoor behandeld. Het aspect van de slibverspreiding komt in par. 4.3. aan de orde.

#### 4.3. Slibverspreiding

##### 4.3.1. Inleiding

Na analyse van de speciesamenstelling en de bodemveranderingen na de lozing bij Kapellebank, is de verwachting dat het zwevend transport tijdens de lozing ca. 20% van de geloosde hoeveelheid zal bedragen. De richting van het transport, en dus ook de gevolgen van de slibverspreiding, wordt in sterke mate bepaald door het lozingsregime.

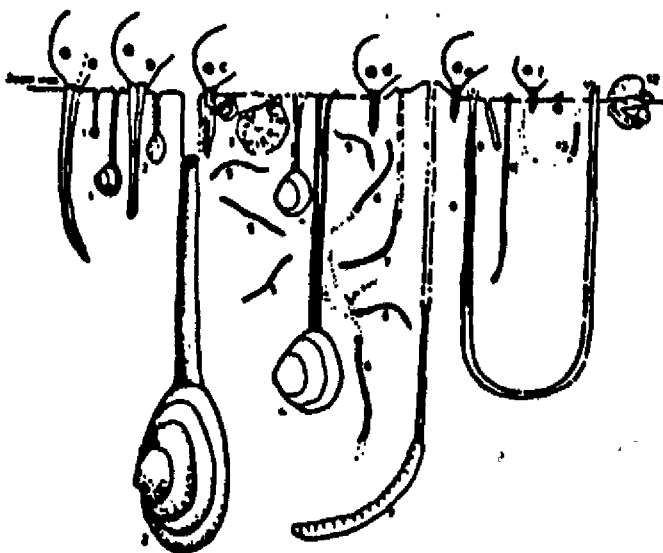
In principe is gekozen voor een lozingsregime waarbij de specie zoveel mogelijk in het lozingsgebied wordt geconcentreerd (zie par. 4.2.). Dit voorkomt aanzanding van met name, de zeer dichtbij de uitgang van Zimmermangeul gelegen drempel van Valkenisse. Een bezwaar van deze keuze is de mogelijke belasting van het milieu in het lozingsgebied in de vorm van aanslibbing van de platen, slikken en schorren. In deze paragraaf wordt hier dieper op ingegaan.

**4.3.2. Gevolgen slibafzetting**

De processen aangaande het slib tijdens de specielozing zijn schematisch weergegeven in bijlage 4. Na lozing zal in het water een concentratieverhoging optreden in het gebied gelegen tussen de lozingslocaties. Dit slib zal alleen op rustige plaatsen bezinken. Het intergetijdegebied, in het bijzonder het slik en schor voor de Emanuëlpolder, komt hiervoor het meest in aanmerking (vermoedelijk is de waterbeweging op de platen te dynamisch i.v.m. golven en stroming, lit. 12).

De afzetting van fijn materiaal kan de volgende gevolgen hebben (lit. 12 en 14):

- a. op het Slik voor de Emanuëlpolder kan t.g.v. sterke aanslibbing de bodemfauna sterk achteruit gaan, waarbij herstel na één of enkele jaren kan optreden (mits het slib voldoende consolideert). Zie figuur 4.6.

**Bodendieren:**

1. Nonnetje
2. Strandgaper
3. Kokkel
4. Platte Slijkgaper
5. Sandzager
6. Seeduizendpoot
7. Zeepier
8. Schelpkokerworm
9. Goudkammetje
10. Wadslakje
11. Draadworm
12. Mossel
13. Slijkgarnaal

**Vogels**

- a. Wulp
- b. Rosse Grutto
- c. Tureluur
- d. Kanoetstrandloper
- e. Drieteenstrandloper
- f. Bontbekplevier

**Figuur 4.6. Illustratie van enkele soorten bodemdieren en vogels die voorkomen in intergetijdegebieden.**

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 38

- voor het Schor voor de Emanuëlpolder kan de extra aanslibbing betekenen dat laagblijvende planten (tijdelijk?) zullen verdwijnen doordat zij onderslibben en dat de hoger opgaande planten kunnen afsterven t.g.v. verstikking van de wortels. Herstel naar de oorspronkelijke situatie is bepaald niet zeker en zal vele jaren duren (10 jaar en meer).

De slibafzetting vormt een extra afzetting, de optredende minus de natuurlijke afzetting. Deze laatste wordt op grond van literatuurgegevens geschat op 1 à 2 cm per jaar (lit. 16).

Het aangeven van een exacte grenswaarde voor de slibafzetting d.w.z. een waarde waarboven het milieu schade ondervindt, is niet mogelijk.

De redenen hiervan zijn:

- exacte cijfers die aangeven welke hoeveelheid sediment verschillende dier- en plantensoorten nog kunnen verdragen, zijn niet bekend.
- de schoropbouw is sterk gedifferentieerd, zodat de mogelijke gevolgen divers zijn en plaatselijke verschillen kunnen vertonen.
- het herstelvermogen van het slik en schor is niet bekend.

#### 4.4. Conclusies

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de gevolgen van de specielozing. De gevolgen door verandering in waterbeweging en morfologie (par. 4.2.) zijn voorspeld op basis van het verleden. In het volgende hoofdstuk worden voorspellingen gedaan op basis van simulaties met een twee dimensionaal waterbewegingsmodel.

Voor de slibverspreiding is geen analyse op basis van het verleden mogelijk. Aangegeven is wat de gevolgen kunnen zijn (par. 4.3.). Of deze daadwerkelijk optreden hangt af van de hoeveelheid slib dat zich na lozing zal afzetten. Hierop wordt in het volgende hoofdstuk teruggeko-

men.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 39

De belangrijkste conclusies zijn:

1. De lozing in zijn algemeenheid betekent een positieve bijdrage tot de sedimentbalans van het Westerschelde-systeem. Dit gegeven is van belang omdat de balans zorgen baart. Dit blijkt o.a. uit een nota uit 1983 van de voormalige adviesdienst Vlissingen (lit. 19.) waarin op basis van inhoudsveranderingen van het Westerschelde-systeem sinds 1878, een beleid wordt aangeraden dat gericht is op het zo veel mogelijk beperken van zandafvoer uit het systeem.
2. De afzetting van geloosde specie is voor de lozingslocatie Westveerpolder veel minder ingrijpend dan voor de locatie Zimmermangeul.

Ter plaatse van de locatie Westveerpolder zijn de gevolgen van lokale aard. Bij een goede uitvoering van de lozing neemt de kans op een dijkkal, door het opvullen van de geul voor de teen van de dijk, af (verhoging veiligheid). Verwacht wordt verder dat het stroombeeld en de stroomsnelheden ter plaatse van de locatie Westveerpolder na lozing niet sterk zullen veranderen. Dit betekent dat de kwaliteit van de zandwinput niet in gevaar zal komen door bodem- of zwevend transport van geloosd materiaal. Gezien de belangrijke aan- en afvoerende functie van de Zimmermangeul in het lozingsgebied en de aanzienlijke afname van doorstroomoppervlak, mag worden aangenomen dat de gevolgen van de lozing, in tegenstelling tot de locatie Westveerpolder, niet tot de omgeving van dit lozingspunt beperkt blijven. Voor een analyse van de gevolgen die de lozing in de Zimmermangeul met zich mee kan brengen zijn morfologische processen welke in het verleden zijn opgetreden bestudeerd. Hieruit blijkt dat veranderingen in de Zimmermangeul en in het Schaar van Valkenisse vermoedelijk nauw in relatie tot elkaar staan. In de 50-er jaren ging een achteruitgang van het Schaar van Valkenisse gepaard met een gelijktijdige ontwikkeling van de Zimmermangeul. Recente morfologische ontwikkelingen tonen aan dat de Zimmermangeul weer langzaam achteruit gaat, terwijl het Schaar van Valkenisse in omvang toeneemt.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 40

Indien deze ontwikkeling zich voortzet zal het Schaar van Valkenisse doorbreken naar de hoofdgeul (Overloop van Valkenisse) en stelt zich opnieuw een situatie in zoals in de 40-er jaren. In par. 4.2.5. is aangegeven dat de baggerwerkzaamheden op de drempels van Bath en Valkenisse mogelijk de oorzaak zijn van het afwisselend toe- en afnemen van het Schaar van Valkenisse en de Zimmermangeul.

De lozing in de Zimmermangeul beoogt aan te sluiten bij het hiervoor beschreven proces. Als dit lukt en de processen zich inderdaad ontwikkelingen zoals voorspeld zal na lozing de Zimmermangeul sterk zijn achteruitgegaan. De daarmee gepaard gaande debietafname wordt opgevangen door het (versneld) doorgebroken Schaar van Valkenisse en eventueel ook nog voor een deel door de hoofdgeul.

De gevolgen die deze ontwikkeling met zich meebrengt zijn:

- dwarsstromen op de plaats waar het Schaar van Valkenisse uitmondt in de hoofdgeul. Afhankelijk van de sterkte van de dwarsstromen kan dit problemen geven voor de scheepvaart.

- aantasting van de in het verlengde van het Schaar van Valkenisse gelegen schorrand van het Land van Saeftinghe. Uiteraard kan dit alleen optreden bij extreem hoge dwarsstromen.

- mogelijke stimulatie van de hoofdgeul ten koste van de vloedscharen. In par. 4.2.5. worden kanttekeningen geplaatst bij de aanneme dat de lozing "vlekkeloos" zal aansluiten bij de huidige morfologische processen. Gewezen wordt op de korte tijd waarin de Zimmermangeul achteruit zal gaan. Op morfologische tijdschaal betekent de lozing een plotselinge ingreep.

3. Door de keuze van het lozingsregime is het onwaarschijnlijk dat afzetting van sediment op de drempels gelegen in de vaarweg naar Antwerpen plaats vindt.

4. De slibverspreiding kan gevolgen hebben voor het milieu:

- op het Slik voor de Emanuëlpolder kan t.g.v. sterke aanslibbing de bodemfauna sterk achteruit gaan, waarbij herstel na één of enkele jaren kan optreden (mits het slib voldoende consolideert).

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 41

- voor het Schor voor de Emanuëlpolder kan de extra aanslibbing betekenen dat laagblijvende planten (tijdelijk?) zullen verdwijnen doordat zij onderslibben en dat de hogeropgaande planten kunnen afsterven t.g.v. verstikking van de wortels. Herstel naar de oorspronkelijke situatie is bepaald niet zeker en zal vele jaren duren (10 jaar en meer).

## 5. GEVOLGEN SPECIELOZING: EEN KWANTITATIEVE AFSCHATTING

### 5.1. Inleiding

Zoals in bijlage 4 is aangegeven kunnen na lozing twee processen (I en II) worden onderscheiden: de directe afzetting van specie gevolgd door een verandering in waterbeweging met daaraan gekoppeld bodemveranderingen én de slibverspreiding met mogelijke afzettingen.

Beide processen beïnvloeden elkaar:

- de waterbeweging is van invloed op de slibverspreiding. Indien deze verandert zal dit dus in principe ook de slibverspreiding beïnvloeden.
- afgezet materiaal kan in suspensie gaan en omgekeerd. Ook na beëindiging van de specielozing kan de slibverspreiding door het uitwassen van deeltjes voortgang vinden.

De koppeling tussen de processen wordt in het vervolg echter niet meegenomen, omdat de berekeningen binnen de processen dermate onnauwkeurig zijn, dat het geen zin heeft bovengenoemde afhankelijkheid in rekening te brengen. De interacties tussen proces I en II zijn in bijlage 4 met stippellijnen aangegeven.

De berekening van waterbeweging en bodemverandering (par. 5.2.) gebeurt gescheiden. Uitgangspunt bij de berekening vormt de verandering in bodemligging t.g.v. directe afzetting ter plaatse van de lozingslocaties. Vervolgens wordt bekeken wat de invloed hiervan is op de waterbeweging. De veranderde waterbeweging geeft weer aanleiding tot verandering van bodemligging enz. Bij deze stap voor stap berekening vormt de morfologische stap de zwakste schakel (feitelijk is er geen sprake meer van een berekening, maar van het afschatten van tendensen). De waterbeweging wordt berekend met een twee-dimensionaal numeriek model (WAQUA).

De resultaten van de simulaties van de verandering in waterbeweging en bodemligging na lozing worden in par. 5.2.4. vergeleken met de verwachtingen op basis van morfologische processen uit het verleden, zoals gegeven in het vorige hoofdstuk.



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 43

Praktisch toepasbare rekenmethoden voor het slibtransport en de afzetting van slib op slikken en schorren zijn er (nog) niet. Nagegaan is of het calamiteitenmodel (CALMOD) mogelijkheden biedt om de slibverspreiding te simuleren. Voor een indruk van de slibafzetting is een sterk vereenvoudigde berekening uitgevoerd.

De slibverspreiding en -afzetting komt aan de orde in par. 5.3.

## 5.2. Waterbeweging en morfologie

### 5.2.1. Simulatie van de verandering in waterbeweging en bodemligging

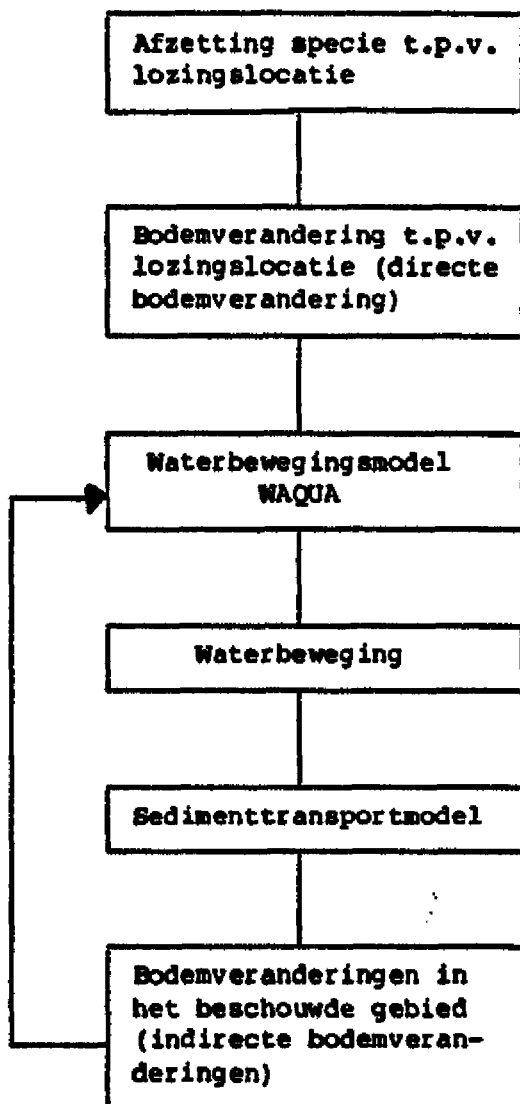
Zoals in de inleiding al is aangegeven vindt de berekening van waterbeweging en bodemligging gescheiden plaats. Het stap voor stap proces is schematisch in figuur 5.1. weergegeven. Dit schema is ook terug te vinden in bijlage 4.

#### Waterbeweging

Het numerieke model "WAQUA" berekent de waterbeweging in 2 dimensies. Met een differentiemethode worden de, over de diepte geïntegreerde vergelijkingen voor lange golven opgelost. Onder meer ten bate van het project Kanaal Z.B. is het toepassingsgebied van het model met 100 x 100 m grid, uitgebreid met het oostelijk deel van de Westerschelde.

De berekening vindt plaats voor een gemiddeld getij. Voor een uitgebreide beschrijving van het model en presentatie van de resultaten wordt naar elders verwezen (lit. 23).

Hier is nog van belang op te merken dat i.v.m. tijdsdruk en het belang van de simulaties, deze in een zo vroeg mogelijk stadium zijn uitgevoerd. Dit had tot gevolg dat het model nog niet volledig was afgeregeld (hierop wordt teruggekomen in par. 5.2.2.). De resultaten zijn daarom gegeven in relatieve waarden. Absolute waarden m.b.t. snelheid, debiet en getijvolume dienen kritisch te worden geïnterpreteerd.



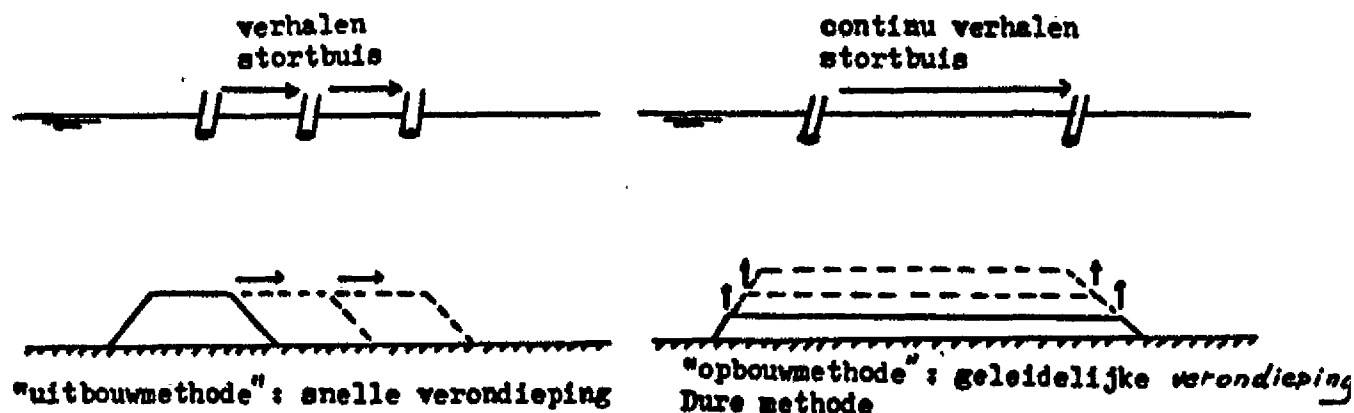
Figuur 5.1. Simulatie van de verandering in waterbeweging en bodemligging na de specielozing.

#### Bodemveranderingen

De bodemveranderingen na lozing kunnen worden onderverdeeld in directe en indirecte (zie figuur 5.1.). Met directe bodemveranderingen wordt bedoeld een wijziging in bodemligging ter plaatse van de lozingslocaties ten gevolge van het afzetten van de geloosde specie.

Met indirecte bodemveranderingen wordt bedoeld een wijziging in bodemligging ten gevolge van de veranderende waterbeweging.

Deze veranderingen kunnen over het hele beschouwde gebied optreden. De directe bodemveranderingen zijn afgeschat met behulp van het stortplan (bijlage 3). Verder wordt aangenomen dat tijdens het lozen de bodem telkens wordt opgehoogd tot ca N.A.P. - 6 m, (zie figuur 5.2., "de uitbouwmethode") en dat 80% van de specie ter plaatse blijft liggen (hoofdstuk II).



Figuur 5.2. De methoden waarmee het stortprofiel kan worden opgebouwd.

De berekeningsresultaten van het waterbewegingsmodel dienen als basis voor het bepalen van de indirecte bodemveranderingen. Een nauwkeurige berekeningsmethode voor aanzanding- of erosieprocessen (in figuur 5.1. aangegeven onder de naam sedimenttransportmodel) in een gecompliceerd systeem als de Westerschelde is echter niet voorhanden. Uit een onderzoek van de voormalige Adviesdienst Vlissingen (lit. 21) is gebleken dat er wel empirische relaties zijn die mogelijkheden bieden. Deze relaties leggen een verband tussen het doorstroomprofiel van de rivier of geul en een aantal karakteristieke grootheden, zoals stroomsnelheid, maximaal debiet, vloed- en ebvolume, maatgevende bodemschuifspanning en Chézy-coëfficiënt. Het eenvoudig toepasbaar maken van de relaties voor geulen vergt echter nog enig onderzoek. Daarom is in dit stadium geen gebruik van deze relaties gemaakt.

De voorspellingen van de veranderingen in bodemligging zijn daarom kwalitatief van aard. De verandering in bodemligging wordt ingeschat aan de hand van de opgetreden veranderingen in waterbeweging (snelheden, verdeling in debiet en getijvolume).

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 46

### 5.2.2. Uitgevoerde simulaties

De simulaties kunnen in drie categorieën worden onderverdeeld:

- a. simulatie van de situatie voorafgaand aan de specielozing, de T<sub>0</sub>-situatie.
- b. simulatie van 1<sup>e</sup> orde effecten van de specielozing door inbrengen van de directe bodemveranderingen in het waterbewegingsmodel.
- c. simulatie van 2<sup>e</sup> orde effecten van de specielozing door het inbrengen van de indirecte bodemveranderingen in het waterbewegingsmodel. Deze indirecte bodemveranderingen worden afgeschat op basis van de resultaten van simulaties genoemd onder punt b.

Elke categorie wordt nu nader besproken.

#### Simulatie T<sub>0</sub>-situatie

Simulatie van de T<sub>0</sub>-situatie is van belang omdat de uitkomsten kunnen worden vergeleken met de werkelijke situatie. Hiermee kan een uitspraak worden gedaan over de betrouwbaarheid van het model. Voor een uitgebreide verificatie van het model wordt verwezen naar lit. 23.

Hier worden alleen de aspecten genoemd die van belang zijn bij de interpretatie van de resultaten van de simulaties:

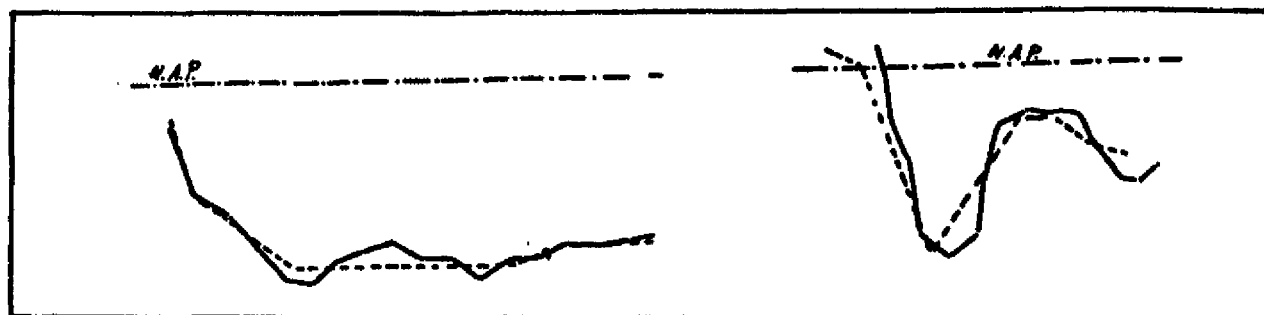
- a. zoals in par. 5.2.1. als is aangegeven zijn de simulaties uitgevoerd zodra de resultaten van het model voldoende betrouwbaar bleken. Hiermee wordt in dit geval bedoeld dat een beperkt gevoeligheidsonderzoek (tijdstip, bodemwrijving) geen negatieve resultaten opleverde en het model slechts beperkte verschillen met de waarden uit het 400 m model en gemeten waarden vertoont.

M.b.t. dit laatste vertoont de debietverdeling over de geulen nog een lichte afwijking (met name Nauw van Bath-Schaar van de Noord) en week door nog onbekende oorzaak het snelheidsverloop in het Zuidergat af van die in hetzelfde punt in het 400 m model.

- b. de bodemligging in het model is geschematiseerd in een 100 bij 100 m net. Voor deze schematisatie is gebruik gemaakt van een digitaal dieptebestand uit 1981.

De bodemligging is derhalve niet recent. Uit de ontwikkelingen na 1981, geschetst in par. 4.2.4., blijkt dat in het model de Zimmermangeul in verhouding te sterk is ontwikkeld t.o.v. het Schaar van Valkenisse.

- c. de schematisatie van de bodem (uitgevoerd met het interpolatieprogramma BODKAR) blijkt een afvlakking tot gevolg te hebben. Dit is aangegeven in figuur 5.3.



— : bodemverloop voor interpolatie

- - - : bodemverloop na interpolatie

Figuur 5.3. Toepassing van het interpolatieprogramma BODKAR leidt tot afvlakking van de bodem.

In het algemeen worden ver(on)diepingen, waarvan de afmetingen van dezelfde orde van grootte zijn als de mazen van het netwerk, afgevlakt.

#### Simulatie van 1<sup>e</sup> orde effecten t.g.v. de specielozing

Door het aanbrengen van verondiepingen in het waterbewegingsmodel ter plaatse van de lozingslocaties wordt de invloed van de specielozing gesimuleerd. In hoofdstuk 4 is uiteengezet dat de lozing t.p.v. de locatie Westveerpolder vermoedelijk alleen lokale effecten heeft, terwijl de lozing in de Zimmermangeul geen invloed heeft op deze lokale gevolgen.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 48

Dit zou betekenen dat de effecten t.g.v. de lozing voor de Westveerpolder en in de Zimmermangeul onafhankelijk van elkaar kunnen worden bestudeerd. Met simulaties is deze aanname gecontroleerd en bevestigd (zie par. 5.2.3.). Hiermee is een efficiënter gebruik van het waterbewegingsmodel mogelijk, hetgeen van belang is gezien de lange rekentijd. Binnen één berekening kunnen nu 2 situaties los van elkaar worden gesimuleerd.

Ter plaatse van de locatie Westveerpolder zijn 2 situaties gesimuleerd, namelijk de verandering in stroombeeld en stroomsnelheid bij:

a. onzorgvuldige lozing, waardoor een geul tussen het stortprofiel en de waterkering ontstaat.

b. lozing volgens stortplan.

Met de eerste situatie wordt de kans op achterlooptheid gesimuleerd.

In het eerste geval komt de verondieping overeen met een geloosde hoeveelheid specie van  $600.000 \text{ m}^3$ . In het tweede geval is alle specie welke zich na lozing t.p.v. de Westveerpolder zal hebben afgezet ingebracht (80% van  $1,25 \cdot 10^6$  dus  $1,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ).

Ter plaatse van Zimmermangeul is eveneens een verondieping overeenkomend met de afgezette hoeveelheid na lozing ingebracht ( $1,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ).

Daarnaast is de hoeveelheid teruggebracht totdat de ingreep geen merkbare invloed heeft op het snelheidsverloop elders in het gebied.

Deze hoeveelheid (ca.  $600.000 \text{ m}^3$ ) is een indicatie voor de gevoeligheid waarmee het gebied op de specielozing reageert. Indien deze hoeveelheid wordt overschreden treden elders snelheidsveranderingen op en gaan de 2<sup>e</sup> orde effecten een rol spelen.

Dit laatste onder aanname dat snelheidstoename uitschuring en snelheidsafname aanzanding tot gevolg heeft.

Tot slot is ook nog de bodem in Zimmermangeul verhoogd tot N.A.P. + 1 m. Hiermee is de geul nagenoeg afgesloten. Deze niet-realistische situatie (de bodem wordt maximaal opgehoogd tot N.A.P. - 6 m) is gesimuleerd om de waargenomen tendensen bij een geloosde hoeveelheid van 1,75 milj.  $\text{m}^3$  te versterken en daardoor scherper te contrasteren.

Simulatie	no.	bodempveranderingen			
		Westveerpolder	Zimmermargood	Overgang Schoer van Vol- kenisse-veergout	opmerkingen
Tp-situatie	1	-	-	-	
1 <sup>e</sup> orde effecten	2A	Lossing: 9,75 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	Lossing: 0,75 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	-	1.p. Westveerpolder willesten kans op achterlopen
	2B	Lossing: 2,25 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	Lossing: 1,75 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	-	Lossing v.d. totale haavel- heid specie
	2C	Lossing: 4,25 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	Ophoging tot N.A.P.+2m	-	Extremes situatie t.p.v. Zimmer- margood
2 <sup>e</sup> orde effecten	3B	Lossing: 2,25 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	Lossing: 2,75 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	doorbraak aangebracht	
	3C	Lossing: 4,25 milj. m <sup>3</sup> Ophoging: N.A.P.-6m	Ophoging tot N.A.P.+	doorbraak aangebracht	

Tabel 5.1 : Overzicht simulaties

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 50

Simulatie van 2<sup>e</sup> orde effecten t.g.v. de specielozing

Aansluitend op de simulaties van de 1<sup>e</sup> orde effecten zijn een tweetal simulaties gedraaid met een doorgebroken Schaar van Valkenisse. Omdat het nieuwe evenwichtsprofiel van het doorgebroken Schaar van Valkenisse niet bekend is, zijn de simulaties hier noodgedwongen gestopt. De snelheden na doorbraak kunnen immers niet worden gerelateerd aan de snelheden behorende bij het evenwichtsprofiel, zodat ook niet kan worden nagegaan of verdere uitschuring nog waarschijnlijk is.

In tabel 5.1. op blz. 49, zijn de hierboven beschreven simulaties samengevat. In bijlage 10, 11 en 12 is aan de hand van figuren een overzicht van de simulaties gegeven.

5.2.3. Resultaten simulaties

Om de invloed van de lozing op de waterbeweging zichtbaar te maken zijn in het model plaatsen en raaien geselecteerd voor:

- a. het registreren van het snelheidsverloop in de tijd gedurende één (normaal) getij. Deze plaatsen zijn aangegeven in bijlage 13.
- b. het registreren van het waterstandsverloop in de tijd gedurende één (normaal) getij. De geselecteerde plaatsen zijn BATH en BAALHOEK. Omdat het waterstandsverloop op deze plaatsen niet door de lozing wordt beïnvloed is in bijlage 13 het verloop, zoals door het model berekend, al gegeven.
- c. het registreren van het debiet door de verschillende geulen. Hieruit kan vervolgens het getijvolume voor de vloed- en ebperiode worden berekend (de geselecteerde raaien zijn niet nader in bijlage 13 aangeduid). Naast deze registraties in de tijd van snelheid, waterstand en debiet op een geselecteerde plaats of door een geselecteerde raai kan m.b.v. WAQUA ook een stroombeeld (snelheidsvectoren in een geselecteerd gebied op een bepaald tijdstip) zichtbaar worden gemaakt.



behoort bij: nota

GWNS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 51

In par. 5.2.1. is aangegeven dat absolute waarden m.b.t. snelheid, debiet en getijvolume kritisch dienen te worden geïnterpreteerd. Om deze reden zijn de resultaten zoveel mogelijk gegeven in relatieve waarden. De resultaten van de simulaties worden nu besproken. Allereerst de T<sub>0</sub>-situatie, vervolgens de lokale effecten voor de Westveerpolder en tenslotte de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> orde effecten t.g.v. de lozing in de Zimmermangeul.

#### Simulatie T<sub>0</sub>-situatie

De simulatie van de situatie voorafgaand aan de specielozing, de T<sub>0</sub>-situatie, wordt getoond in bijlage 14 A t/m C. Om het uur is de gesimuleerde waterbeweging gegeven.

De stromingspatronen en het droogvallen en onderlopen van de platen, slikken en schorren spreken voor zich. De bijbehorende waterstanden kunnen uit de bijgevoegde getijkromme van BATH worden afgelezen.

#### Lokale effecten t.g.v. de lozing voor de Westveerpolder

Uit tabel 5.1. en bijlage 11 blijkt dat m.b.t. de lozing t.p.v. de locatie Westveerpolder feitelijk twee situaties zijn gesimuleerd. Ten eerste de kans op achterloopsheid (simulatie 2A) en ten tweede de situatie waarbij de volledige hoeveelheid van ca. 1 miljoen m<sup>3</sup> specie is ingebracht (de overige simulaties).

In bijlage 15 t/m 18 zijn de resultaten van de simulaties gepresenteerd. Bijlage 15 geeft het stroombeeld bij simulatie 1 (de T<sub>0</sub>-situatie) ter plaatse van de lozingslocatie. De getoonde tijdstippen zijn: 11, 12, 13 en 17 uur. De tijdstippen zijn in de getijkromme aangegeven.

Het stroombeeld wordt niet door de lozing ter plaatse of in de Zimmermangeul beïnvloed. De stroombeelden na lozing worden dan ook niet meer getoond. Bijlagen 16, 17 en 18 geven het snelheidsverloop voor simulatie 2A, 2B respectievelijk 2C in twee geselecteerde snelheidspunten. Hieruit blijkt:

- a. de stroomsnelheid neemt bij simulatie 2A in punt C55,106 toe en blijft ter plaatse van C51,105 constant.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 52

- b. bij simulatie 2B worden de snelheden niet beïnvloed
- c. bij simulatie 2C neemt de stroomsnelheid in beide snelheidspunten af

Uit bovenstaande resultaten kan worden geconcludeerd:

- a. de aanname dat de effecten t.g.v. de lozing voor de Westveerpolder en in de Zimmermangeul onafhankelijk van elkaar kunnen worden bestudeerd blijkt correct.

Alleen bij een extreme ingreep in de Zimmermangeul (simulatie 2C) is een snelheidsafname waarneembaar. Uit de bespreking van de resultaten t.g.v. de lozing in de Zimmermangeul zal blijken dat deze afname het gevolg is van het teruglopen van het getijvolume door het Schaar Van Waarde.

- b. door onnauwkeurig lozen kan achterloopsheid optreden.

Bij simulatie 2A is duidelijk sprake van een snelheidstoename t.p.v. het snelheidspunt gelegen in de geul tussen stortprofiel en waterkering.

- c. het onveranderd blijven van de stromingspatronen betekent dat de zandwinlocatie geen gevaar loopt. Er vindt geen aanstroming plaats vanaf de lozingslocatie (zie ook par. 4.2.5.).

De zandwinlocatie is in bijlage 17 bij de presentatie van de resultaten van simulatie 2B aangegeven.

#### Effecten t.g.v. lozing in de Zimmermangeul

De resultaten van de simulaties van 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> orde effecten zijn gegeven in bijlage 19 t/m 28. De resultaten zijn gegeven in de vorm van veranderingen in getijvolumina en stroomsnelheden en in de vorm van stroombeelden:

- in bijlage 19 is de verandering in getijvolume bij de verschillende simulaties gegeven. Hierbij zijn de resultaten van de simulaties 2A, 2B en 2C gegeven t.o.v. simulatie 1 en van de simulatie 3B en 3C t.o.v. simulatie 2B respectievelijk 2C.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 53

- in bijlage 20 t/m 22 zijn voor de simulaties 2A, 2B en 2C de geregistreerde snelheden gegeven. Omdat met name de snelheidsveranderingen van belang zijn is ook het snelheidsverloop in de T<sub>p</sub>-situatie gegeven. In bijlage 23 is voor de overzichtelijkheid en ter aanvulling, voor alle simulaties kwalitatief aangegeven op welke plaatsen de snelheid toe- of afneemt of gelijk blijft.
- in bijlage 24 t/m 28 zijn de stroombeelden voor het gebied rond de Zimmermangeul en de overgang Schaar van Valkenisse-vaargeul voor de simulaties 2A, 2B, 2C, 3B en 3C gegeven (de T<sub>p</sub>-situatie is gegeven in bijlage 14). De stroombeelden zijn gegeven voor de tijdstippen 11, 12, 13 en 17 uur. Deze tijdstippen corresponderen met de tijdas van het snelheids- en waterstandsverloop zoals gegeven in de bijlagen 20 t/m 22.

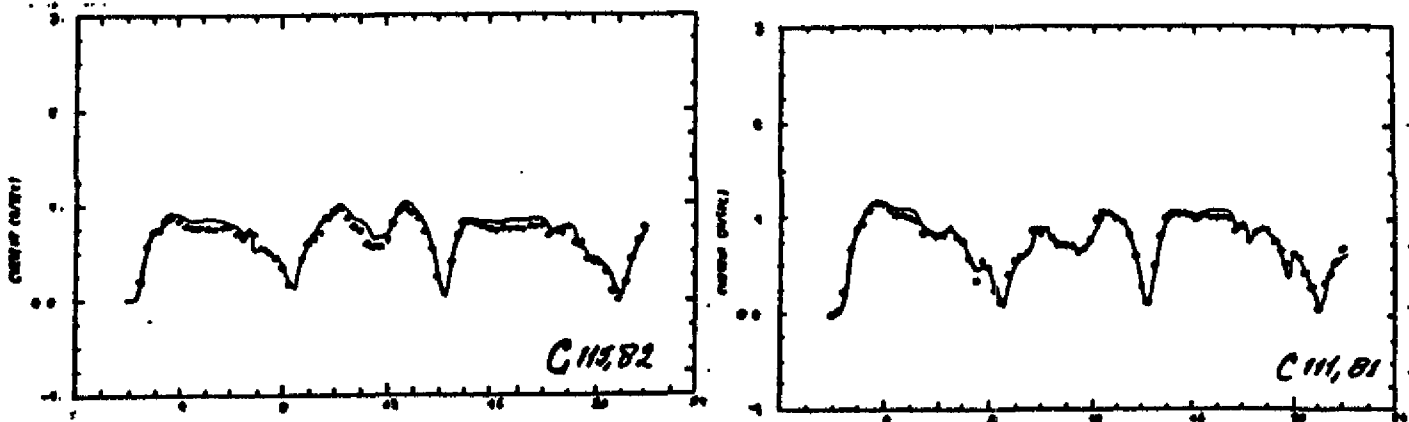
Uit simulatie 2A blijkt dat door de lozing het getijvolume door de Zimmermangeul afneemt, terwijl de volumina door het Schaar van Valkenisse en de hoofdgeul toenemen. Snelheidsveranderingen zijn alleen waarneembaar in de Zimmermangeul, in de vorm van een lichte snelheidsafname. De toegenomen debieten door het Schaar van Valkenisse en de hoofdgeul zijn blijkbaar niet voldoende om de snelheid waarneembaar te beïnvloeden.

De bij de simulatie 2A aangebrachte bodenverandering komt overeen met een geloosde hoeveelheid van ca. 1,3 miljoen m<sup>3</sup> specie (0,75 milj. m<sup>3</sup> in de Zimmermangeul en 0,54 milj. m<sup>3</sup> voor de Westveerpolder). Dit is ca. 40% van de totaal te lozen hoeveelheid. Uit de simulatie blijkt dus dat pas bij een hoeveelheid boven deze 40% in het gebied merkbare snelheidsveranderingen gaan optreden.

De resultaten van simulatie 2B geven wat de getijvolumina betreft een voortzetting van de bij simulatie 2A waargenomen tendens te zien: een verdere achteruitgang van het getijvolume door de Zimmermangeul en een verdere toename van de volumina door het Schaar van Valkenisse en de hoofdgeul.

Bij snelheidsveranderingen vallen 2 zaken op:

- a. in tegenstelling tot simulatie 2A treedt nu een sterke snelheidstoename op in de Zimmermangeul in de omgeving van de verondieping. Uit simulatie 3B blijkt dat een doorbraak van het Schaar van Valkenisse hier nauwelijks invloed op heeft (zie figuur 5.4.). Alleen t.p.v. C115,82 is een hele lichte snelheidsafname waarneembaar.



Figuur 5.4. Snelheidsveranderingen t.p.v. C115,82 en C111,81

————— : snelheidsverloop volgens simulatie 2B

..... : snelheidsverloop volgens simulatie 3B

- b. de snelheid in het Schaar van Valkenisse vertoont geen toename. Pas bij sterkere achteruitgang van de Zimmermangeul zal er sprake zijn van een snelheidstoename in het Schaar van Valkenisse. Dit blijkt uit simulatie 2C. Bij lozing volgens het stortplan blijft de ingreep echter beperkt tot de situatie zoals weergegeven in simulatie 2B.

Uit deze resultaten van de simulaties blijkt dus dat t.g.v. de lozing in de Zimmermangeul:

- a. het debiet door de Zimmermangeul achteruit gaat  
 b. de veranderingen in het gebied zich geleidelijk voltrekken. Merkbare stroomsnelheidsveranderingen treden pas op nadat meer dan 40% van de specie is geloosd.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 55

c. de achteruitgang van het debiet door de Zimmermangeul wordt gecompenseerd door een toename van het debiet door het Schaar van Valkenisse en de hoofdgeul.

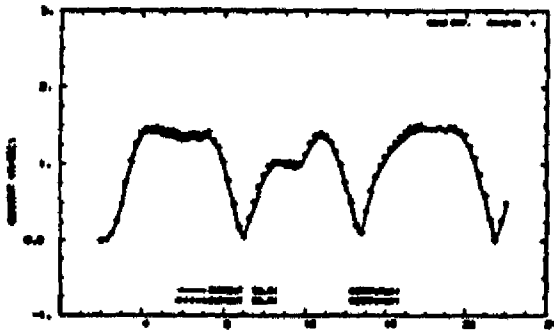
Hierbij neemt de snelheid in de hoofdgeul enigszins toe, terwijl in het Schaar van Valkenisse geen snelheidstoename waarneembaar is. Dit betekent dat de lozing de ontwikkeling van de hoofdgeul stimuleert, terwijl een simulatie van het Schaar van Valkenisse niet uit de simulatie naar voren komt.

d. Ook blijken de stroomsnelheden in de Zimmermangeul enige tijd na aanvang van de lozing toe te nemen. Dit kan betekenen dat tijdens de lozing de achteruitgang van de Zimmermangeul geleidelijk aan minder sterk wordt.

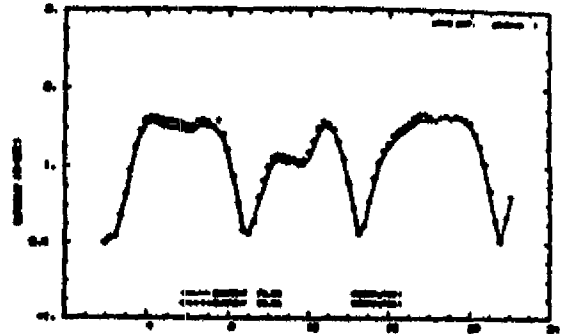
Op grond van deze resultaten lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat de lozing in de Zimmermangeul in ieder geval geen doorbraak van het Schaar van Valkenisse zal forceren. Met forceren wordt hier bedoeld: tegen de natuurlijke ontwikkelingen in. Of uiteindelijk een doorbraak van het Schaar van Valkenisse naar de hoofdgeul zal plaats vinden, blijft afhankelijk van de "natuurlijke" processen in het gebied.

Bij bovenstaande moet worden aangetekend dat de bodemligging in het waterbewegingsmodel dateert uit 1981 (zie par. 2.2.2.) In de periode '81 - '86 is de Zimmermangeul geleidelijk achteruit gegaan. Dit betekent dat de situatie weergegeven in simulatie 2B feitelijk al in een iets vroeger stadium zal worden bereikt.

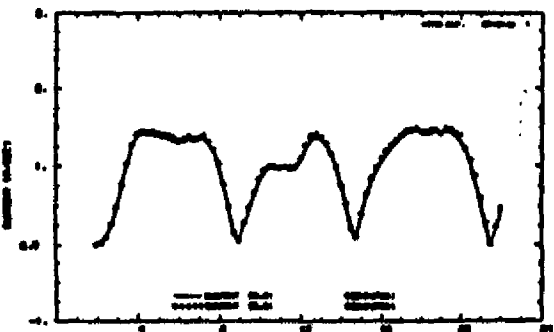
Uit simulatie 3B tenslotte blijkt dat het extra debiet dat het Schaar van Valkenisse gaat voeren, indien deze doorbreekt, volledig wordt onttrokken aan de hoofdgeul (bijlage 19). De snelheid in de hoofdgeul wordt na doorbraak weer ongeveer gelijk aan de T<sub>0</sub>-situatie, zie figuur 5.5., blz. 56.



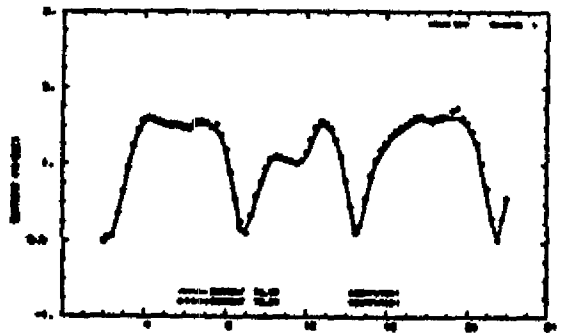
snelheidsverloop t.p.v. C55,61  
 — : simulatie 1 (T0-situatie)  
 .... : simulatie 2B



snelheidsverloop t.p.v. C75,55  
 — : simulatie 1 (T0-situatie)  
 .... : simulatie 2B



snelheidsverloop t.p.v. C55,61  
 — : simulatie 1 (T0-situatie)  
 .... : simulatie 3B



snelheidsverloop t.p.v. C75,55  
 — : simulatie 1 (T0-situatie)  
 .... : simulatie 3B

Figuur 5.5. Snelheidsverloop in de hoofdgeul t.p.v. C55,61 en C75,55 voor en na doorbraak van het Schaar van Valkenisse.

#### 5.2.4. Vergelijking resultaten simulaties met de verwachtingen op basis van morfologische processen uit het verleden

##### Lozing voor de Westveerpolder

De effecten t.g.v. de lozing voor de Westveerpolder zoals beschreven in hoofdstuk 4 (par. 4.2.5.) en volgens de resultaten van simulaties komen overeen:

- a. de effecten zijn lokaal van aard (behalve de effecten t.g.v. de verspreiding van slib;
- b. indien bij onnauwkeurig lozen een geul tussen het stortprofiel en de waterkering ontstaat treden in deze geul verhoogde stroomsnelheden op. Dit is nadelig voor de stabiliteit van de dijk.
- c. het stromingspatroon t.p.v. de lozingslocatie verandert niet t.g.v. de lozing. Dit betekent dat de sandwinlocatie niet door de specie zal worden belast (zie par. 4.2.3.).

##### Lozing in de Zimmermangeul

In hoofdstuk 4 is de verwachting uitgesproken dat zich m.b.t. de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse in de naaste toekomst een situatie zal instellen welke vergelijkbaar is met de vijftiger jaren. Deze verwachting is gebaseerd op een bestudering van de morfologische processen welke in het verleden zijn opgetreden. Basis voor de voorspelling vormt de hypothese dat de baggerwerkzaamheden op de drempels van Valkenisse en Bath van invloed zijn op de ontwikkelingen van de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse. Essentieel is verder de aanname dat de ontwikkelingen van de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse in nauwe relatie tot elkaar staan. Een achteruitgang van de Zimmermangeul gaat gepaard met een gelijktijdige ontwikkeling van het Schaar van Valkenisse en omgekeerd. Momenteel is een dergelijke ontwikkeling waarneembaar: de Zimmermangeul gaat geleidelijk achteruit, terwijl het Schaar van Valkenisse verruimt. Een versnelde achteruitgang t.g.v. de specielozing van de Zimmermangeul zou derhalve een versnelde doorbraak van het Schaar van Valkenisse betekenen.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 58

Zoals in par. 5.2.3. is aangegeven wordt dit beeld in de resultaten van de simulaties alleen bevestigd door de debietverandering. Verder blijkt uit de simulaties dat:

- a. pas na een aanzienlijke achteruitgang van de Zimmermangeul een snelheidstoename in het Schaar van Valkenisse waarneembaar is. In de Zimmermangeul zijn de stroomsnelheden dan al reeds aanzienlijk toegenomen.
- b. een doorbraak van het Schaar van Valkenisse nauwelijks invloed heeft op het debiet- en snelheidsverloop in de Zimmermangeul.

Deze 2 punten duiden erop dat een nieuw evenwichtprofiel van de Zimmermangeul zich min of meer onafhankelijk van het Schaar van Valkenisse instelt. Omgekeerd kan worden geconcludeerd dat de simulaties een versnelde doorbraak van het Schaar van Valkenisse zoals verwacht op basis van morfologische processen uit het verleden, niet bevestigen.

Doordat in de natuur wel degelijk sprake is van een gecombineerde ontwikkeling van de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse (par. 4.2.3.), dringt zich wel de vraag op of deze processen wel voldoende nauwkeurig door de simulaties worden weergegeven. Mogelijk dat ook de invloed van de baggerwerkzaamheden t.p.v. de drempels van Valkenisse en Bath in de hoofdgeul in de studie moeten worden betrokken (aangenomen wordt dat dit de "drijvende krachten" achter de ontwikkelingen van de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse zijn). Ook kan men zich afvragen in hoeverre het uitschuringsproces t.p.v. de drempel in de overgang van het Schaar van Valkenisse naar de hoofdgeul kan worden gesimuleerd zonder sedimenttransportmodel.

Zolang het antwoord op bovenstaande vragen niet bekend is kunnen op basis van de simulaties twee scenario's worden opgesteld. Eén met een (nog) niet doorgebroken Schaar van Valkenisse en een scenario met doorgebroken Schaar van Valkenisse.



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 59

Effecten indien of zolang het Schaar van Valkenisse niet doorbreekt

Zolang het Schaar van Valkenisse niet doorbreekt zijn de twee belangrijkste effecten:

- a. stimulatie van het debiet door de hoofdgeul. T.p.v. het Zuidergat kan dit de problemen bij de oever vergroten, i.v.m. het uitbochten van de hoofdgeul.
- b. een toename van het debiet achterlangs (ten Zuiden van) de Zimmermangeul ( zie simulatie 2B en 2C in bijlage 19; dit aspect is in par. 5.2.4. nog niet genoemd). Dit kan duiden op de ontwikkeling van een geul of een eventueel verplaatsen van de Zimmermangeul.

Effecten bij een doorgebroken Schaar van Valkenisse

Zoals in par. 5.2.4. is aangegeven blijkt uit simulatie 3B dat bij een doorbraak van het Schaar van Valkenisse het aanvankelijk toegenomen debiet door de hoofdgeul sterk terugloopt. Ook de snelheden, welke een lichte toename vertoonden bij simulatie 2B, nemen weer af tot de T<sub>0</sub>-waarden.

Ook verdwijnt bij doorbraak de toename van het debiet achterlangs de Zimmermangeul (bijlage 29). Het lijkt derhalve waarschijnlijk dat bij een doorbraak van het Schaar van Valkenisse een herverdeling van het debiet over de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse optreedt. In hoeverre de verhouding in het getijvolume tussen het Schaar van Waarde en het Zuidergat hierbij verandert hangt af van de nieuwe evenwichtsprofielen van het Schaar van Valkenisse en Zimmermangeul.

Gezien de slechts geringe snelheidstoename bij simulatie 2B en terugval in snelheid en debiet bij simulatie 3B, zal het getijvolume door het Schaar van Waarde bij doorbraak vermoedelijk nauwelijks achteruit gaan.

In hoofdstuk 4 wordt als belangrijkste gevolg van het doorbreken van het Schaar van Valkenisse het ontstaan van dwarsstromen t.p.v. de uitmonding in de hoofdgeul genoemd. De snelheidstoename volgens simulatie 3B (bijlage 30) is aanzienlijk. Uit het stromingspatroon ter plaatse,

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 60

gegeven in dezelfde bijlage, blijkt echter dat deze toename geen hinder zal opleveren voor de scheepvaart en dus zeker niet voor de tegenoverliggende schorrand (ook niet ten gevolge van een verschil in tijdstip van kentering).

### 5.3. Slibverspreiding

#### 5.3.1. Transport na lozing

De richting van het slibtransport wordt in sterke mate bepaald door het lozingsregime. Het gekozen regime (zie par. 3.2.) voorziet in een bijna continue slibstroom het lozingsgebied in: tijdens vloed vanaf de locatie Westveerpolder en bij eb vanaf de locatie Zimmerangeul. De verwachting is dat hierdoor accumulatie van slib in het lozingsgebied zal plaats vinden en dus de concentratie in het water zal toenemen.

Hieruit volgt weer dat tijdens overstroming van Slik en Schor voor de Emanuëlpolder waarschijnlijk een verhoogde slibafzetting zal optreden. Kwantitatieve berekeningen van de slibverspreiding na lozing zijn niet mogelijk. Om toch een indruk te krijgen van de slibverspreiding na lozing zijn een aantal simulaties met het zogenaamde calamiteitenmodel (CALMOD) gedraaid. Met dit model kan de verspreiding van een conservatieve stof, gepresenteerd in de vorm van deeltjes, geloozd op een bepaalde plaats en tijdstip worden gevolgd.

Bij de interpretatie van de resultaten dient rekening te worden gehouden met de volgende, belangrijke, beperkingen:

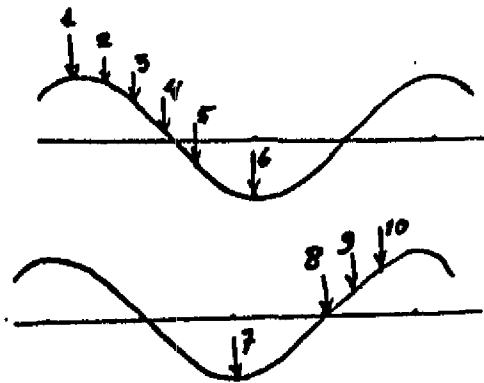
1. beneden een sekere snelheid zullen de slibdeeltjes gaan uitzakken en zich afzetten op de bodem. Omgekeerd zullen afgezette slibdeeltjes pas weer in suspensie gaan nadat de stroomsnelheid boven een sekere waarde komt. In CALMOD zijn deze kritische snelheden met betrekking tot het uitzakken van deeltjes en begin van beweging niet van toepassing.
2. de snelheden gebruikt bij de berekening van het deeltjestransport zijn over de diepte gemiddeld (twee-dimensionaal horizontaal). Effecten ten gevolge van concentratieverschillen over de diepte gecombineerd met een snelheidsverloop van bodem naar wateroppervlak worden dus niet meegenomen in de berekening.
3. het rekenmodel is opgebouwd uit vakken van 400 x 400 m. De geometrie van het lozingsgebied zal hierdoor ruw zijn ingebracht in het model. Hier komt nog bij dat bij de schematisatie en het uittesten de meeste aandacht is besteed aan de hoofdgeul.

4. In verband met rekentijd kunnen maximaal 2 getijcycli na het lozingstijdstip worden doorgerekend.

De volgende simulaties zijn gedraaid:

Tabel 5.2. Overzicht simulaties slibverspreiding

simulatie	locatie	tijdstip van lozen
1	Zimmermangeul	NW
2		1 uur na HW
3		2 uur na HW
4		3 uur na HW
5		4 uur na HW
6A en B		LW
7A en B	Westveerpolder	LW
8		3 uur na LW
9		4 uur na LW
10		5 uur na LW



Uit de simulaties blijkt:

- Bij lozing in de Zimmermangeul op HW en één uur na HW wordt het materiaal direct door de ebstroom uit het lozingsgebied getransporteerd, terwijl van verspreiding nauwelijks sprake is.

Bij lozing vanaf 2 uur na HW tot aan LW blijven de deeltjes binnen het gebied, hetgeen zou betekenen dat de concentratie oploopt (zie bijlage 31).

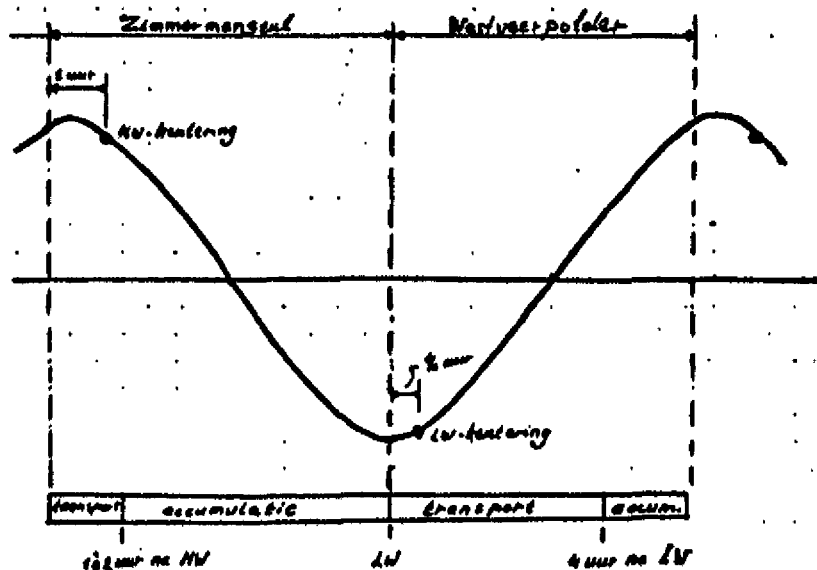
- Bij de simulaties van de lozing ter plaatse van de Westveerpolder (Waarde) valt op dat specie later geloosd (3 uur na LW, bijlage 32) verder wordt getransporteerd dan de specie geloosd ten tijde van LW (bijlage 33). De oorzaak hiervan is vermoedelijk dat bij lage waterstanden alle afvoer door de Zimmermangeul geschiedt, terwijl bij stijging van de waterstand ook het Schaar van Valkenisse in toenemende mate gaat afvoeren. De deeltjes ten tijde van laag water geloosd nemen blijkbaar geen deel meer aan het transport. Dit betekent dat de stroomsnelheid dichtbij de oever in de Zimmermangeul laag is. Vermoedelijk is dit te wijten aan de grove modelschematisatie in vakken van 400 x 400 m.

Dit vermoeden wordt bevestigd door simulatie 6B, waarbij specie in de Zimmermangeul dichter bij de oever is geloosd: het transport blijkt sterk te verminderen. Waarschijnlijk zal dus tot 4 uur (bijlage 34) na LW de deeltjes geloosd voor de Westveerpolder uit het gebied worden getransporteerd.

Samenvattend ontstaat het volgende beeld (figuur 5.6.):

- accumulatie van slib vindt plaats vanaf 1 à 2 uur na HW en vanaf 4 uur na LW tot een 1/2 uur voor HW. In totaal dus 6 à 7 uur.
- transport van slib het lozingsgebied uit vindt plaats van 1/2 uur voor HW tot 1 à 2 uur na HW en vanaf LW tot 4 uur na LW. In totaal 5 à 6 uur.

Dit betekent dat volgens de CALMOD-simulaties het slibtransport en de accumulatie elkaar, althans wat de tijdsduur betreft, in evenwicht houden.



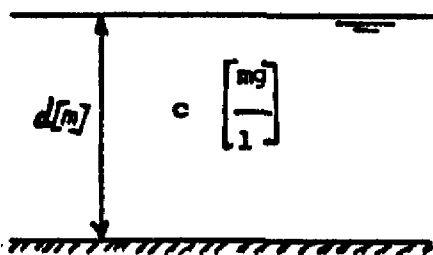
Figuur 5.6. Afname (transport van slib) en toename (accumulatie van slib) van de slibconcentratie in het gebied tussen de lozingslocaties.

### 5.3.2. Slibafzetting op slijk en schor

In deze paragraaf wordt getracht een verband te vinden tussen de slibconcentratie in het water boven het slijk en schor en de afzetting. Hiertoe dient het probleem te worden vereenvoudigd.

#### Schematisatie

In lit. 14. is een formule afgeleid voor de maximale slibafzetting op het slijk en schor. De gehanteerde schematisatie wordt kort uiteengezet en verder uitgewerkt.



Figuur 5.7. Schematisatie waterkolom met slib boven schor

Boven een schoroppervlak is aanwezig  $d \cdot c \cdot 10^{-3}$  ( $\text{kg/m}^2$ ) zwevend materiaal (zie figuur 5.7.). Indien al het zwevende materiaal neerslaat, levert dit een gemiddelde afzetting op het schoroppervlak van

$$\frac{c \cdot d}{p \cdot \delta} \quad (\text{mm}).$$

Hierbij staat  $p$  voor de massa van gedroogd slib in  $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$  en geeft  $\delta$  de waterverzadiging in de afgezette slijblaag (aantal delen slib op delen water).

Indien de waterkolom van  $d$  (m) met een gemiddelde slibconcentratie van

$c \left[ \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right]$   $N$  maal per jaar optreedt, zal dit een afzetting  $\Delta h_m$  geven van

$$\Delta h_m = B \frac{N \cdot c \cdot d}{p \cdot \delta} \quad \text{mm/jaar}$$

Hierbij geeft  $B$  aan hoeveel slib uitsakt ( $0 \leq B \leq 1$ ).

Aan de hand van de overschrijdingslijnen voor de waterstand voor de stations BATH en HANSWEERT kan worden bepaald hoeveel maal per jaar zich een waterkolom van sekere diepte instelt boven het schor: stel een waterstand van  $d_i$  (m) wordt  $T_i$  maal per jaar overschreden en  $d_{i+1}$  (m) ( $> d_i$ )  $T_{i+1}$  maal, dan geldt dat  $(T_i - T_{i+1})$  maal een waterstand tussen  $d_i$  en  $d_{i+1}$  optreedt.

Indien  $d_{i+1} - d_i$  klein wordt genomen dan kan de volgende benadering worden toegepast: elke waterkolom  $\bar{d}_i = (d_i + d_{i+1})/2$  treedt  $N_i = T_i - T_{i+1}$  maal op en levert een bijdrage tot de afzetting, zodat de formule voor de afzetting wordt:

$$\Delta h = \frac{B}{p \cdot \delta} \sum (c_i \cdot N_i \cdot \bar{d}_i) \left[ \frac{\text{mm}}{\text{jaar}} \right]$$

Indien voor de eenvoud wordt aangenomen dat tijdens lozing de concentratie in het water constant is, dan geldt:

$$\Delta h = \frac{B}{p \cdot \delta} \cdot c \cdot \sum (N d)_i$$

Voor het soortelijk gewicht van slib kan worden aangehouden:  
 $P = 2600 \text{ kg/m}^3$ . De waarde van de coëfficiënt  $\delta$  kan worden bepaald indien het soortelijk gewicht van de slibdeken bekend is:

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 66

$$P_{\text{slib}} \cdot \delta + (1 - \delta) \cdot P_{\text{water}} = P_{\text{slibdeken}}$$

$$\delta = \frac{P_{\text{slibdeken}} - 1000}{1600}$$

stel:  $1200 < P_{\text{slibdeken}} < 1500$  dan geldt bij benadering

$$1/8 < \delta < 1/3$$

$\sum (Nd)_i$  kan voor verschillende hoogteliggingen worden bepaald uit de overschrijdingslijn voor de waterstand t.p.v. het schor:

Schorhoogte t.o.v. N.A.P. (m)	$\sum (Nd)_i$
+ 1,75	600
+ 2,00	432
+ 2,25	282
+ 2,50	147
+ 2,75	60
+ 3,00	19

In bijlage 34 is de overschrijdingsfrequentie  $T$ , de frequentie van optreden  $N$  respectievelijk de factor  $(Nd)_i$  uitgezet tegen de schorhoogte. Hieruit blijkt dat de afzetting  $(Nd)_i$  meer dan evenredig toeneemt, bij afnemende hoogteligging.

De schorhoogte is, afgezien van de krekens, ca. NAP + 2,30 m zodat

$$\sum (Nd)_i = 282 \text{ (m)}.$$

De afzetting is nu alleen nog afhankelijk van de afzettingscoëfficiënt  $B$  en de concentratie  $c$ .

$$\text{Er geldt: } B \cdot c \cdot \frac{1}{2600 \cdot 1/3} \cdot 282 < \Delta h < B \cdot c \cdot \frac{1}{2600 \cdot 1/8} \cdot 282$$

$$0,33 Bc < \Delta h < 0,87 Bc$$

Op grond van lit. 12. kan een afzetting van 5 cm als grenswaarde worden genomen, hetgeen wil zeggen dat bij afzettingen boven de 5 cm de kans op ernstige milieukundige consequenties voor het rijk en met name het schor steeds groter wordt.

- Bij een natuurlijke afzetting van 1 à 2 cm betekent dit een extra afzetting t.g.v. de lozing van 3 à 4 cm.



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 67

In bijlage 35 is de afzetting gegeven als functie van de afzettingscoëfficiënt  $\beta$  en de concentratie. Hieruit blijkt dat bij een kleine afzettingscoëfficiënt (0,2-0,5) een extra afzetting van 3 cm gaat optreden bij concentraties groter dan 200 mg/l. Bij een afzettingscoëfficiënt tussen 0,4 en 0,8 dienen de concentraties groter dan 100 mg/l te zijn. Bij een hoge  $\beta$ -waarde ( $> 0,9$ ) dient bij concentraties boven de 50 mg/l al rekening te worden gehouden met een extra slibdeken van 3 cm.

#### Afwijkende tendensen

Bovengenoemde tendensen en resultaten kunnen door een veelheid van oorzaken plaatselijk sterke afwijkingen vertonen. De belangrijkste zijn:

- aanwezigheid van vegetatie (invangen slibdeeltjes, met name van belang op het schor)
- waterstandsverloop (bezinkingstijd)
- plaatselijke stromingsomstandigheden (wijze van overstromen)
- concentratieverloop over de waterdiepte
- eigenschappen slibdeeltjes.

#### Geldigheid schematisatie

Uit de hiervoor gehanteerde schematisatie is gebleken dat bij concentraties boven de 100 mg/l de kans op afzettingen boven de 5 cm groot is. Uiteraard zijn ook andere benaderingen mogelijk. Het is bijvoorbeeld zeer wel mogelijk dat de jaarlijkse afzetting in zeer korte tijd, tijdens een storm, tot stand komt. Ook mag op het slik een meer dynamisch karakter (zowel erosie- als aanzandings-processen) worden verwacht.

Een combinatie is ook denkbaar: continue accumulatie op het slik verstoord door een storm, waarbij transport van slib naar het schor optreedt (lit. 17). Mogelijk dat andere benaderingen een lagere belasting voor het milieu opleveren. Zolang echter door onderzoek en metingen in de praktijk niet is gebleken welke benadering voor de slibafzetting op slik en schor correct is, dient rekening te worden gehouden met afzettingen welke schade aan het milieu kunnen toebrengen.

#### 5.4. Conclusies

1. De effecten t.g.v. de lozing voor de Westveerpolder zoals beschreven in hoofdstuk 4 en volgens de resultaten van de simulaties komen overeen:

- a. de effecten zijn lokaal van aard (behalve die t.g.v. de verspreiding van slib)
- b. indien bij onnauwkeurig lozen een geul tussen het stortprofiel en de waterkering ontstaat treden in deze geul verhoogde stroomsnelheden op. Dit is nadelig voor de stabiliteit van de dijk
- c. het stromingspatroon t.p.v. de locatie Westveerpolder verandert niet t.g.v. de specielozing. Dit betekent dat de sandwinlocatie niet door de specie zal worden belast.

2. In hoofdstuk 4 is de verwachting uitgesproken dat zich m.b.t. de Zimmerangeul en het Schaar van Valkenisse in de naaste toekomst een situatie zal instellen welke vergelijkbaar is met de vijftiger jaren. Dit betekent dat in de naaste toekomst de Zimmerangeul geleidelijk (verder) achteruit gaat, terwijl het Schaar van Valkenisse (verder) verruimt. Een versnelde achteruitgang t.g.v. de specielozing van de Zimmerangeul zou derhalve een versnelde doorbraak van het Schaar van Valkenisse betekenen.

Dit beeld wordt door de resultaten van de simulaties slechts in zeer beperkte mate bevestigd. Sterker zijn de aanwijzingen dat een nieuw evenwichtsprofiel van de Zimmerangeul zich min of meer onafhankelijk van het Schaar van Valkenisse instelt. Dit leidt tot de conclusie dat de simulaties een versnelde doorbraak van het Schaar van Valkenisse, zoals verwacht op basis van morfologische processen uit het verleden, niet bevestigen.

Op basis van de simulaties kunnen nu twee scenario's worden opgesteld. Eén met een (nog) niet doorgebroken Schaar van Valkenisse en een scenario met doorgebroken Schaar van Valkenisse.

Zolang het Schaar van Valkenisse niet doorbreekt zijn de twee belangrijkste effecten:

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 69

- a. stimulatie van het debiet door de hoofdgeul. T.p.v. het Zuidergat kan dit de problemen bij de oever vergroten, i.v.m. het uitbochten van de hoofdgeul.
- b. een toename van het debiet achterlangs (ten zuiden van) de Zimmermangeul. Dit kan duiden op de ontwikkeling van een geul of een eventueel verplaatsen van de Zimmermangeul.

Bij een doorgebroken Schaar van Valkenisse is het waarschijnlijk dat:

- a. een herverdeling van het debiet over de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse optreedt. Het getijvolume door het Schaar van Waarde gaat vermoedelijk nauwelijks achteruit. De toename van het debiet achterlangs de Zimmermangeul verdwijnt.
  - b. de snelheid t.p.v. de uitmonding van het Schaar van Valkenisse in de hoofdgeul aanzienlijk toeneemt. De dwarsstromen die hierdoor ontstaan zullen echter vermoedelijk geen hinder voor de scheepvaart opleveren.
3. Zoals onder punt 2 is aangegeven wijzen de simulaties erop dat na lozing een nieuw evenwichtsprofiel van de Zimmermangeul zich min of meer onafhankelijk van het Schaar van Valkenisse instelt. Dit betekent dat bij beide scenario's (wel en geen doorbraak) er rekening mee dient te worden gehouden dat de Zimmermangeul weer zal gaan uitschuren.
  4. Uit simulaties met het calamiteitenmodel (CALMOD) blijkt dat de accumulatie van slib in het lozingsgebied en het transport van slib het gebied uit, elkaar, althans wat de tijdsduur betreft, ongeveer in evenwicht houden.
  5. Uit een benadering voor de slibafzetting blijkt dat bij een slibconcentratie in het water boven de 100 mg/l de maximale afzetting op het schor van eenzelfde orde van grootte is, als de vanuit milieukundig gehanteerde grenswaarde. Bij afzettingen boven deze grenswaarde wordt de kans op ernstige milieukundige consequenties (zoals beschreven in hoofdstuk 4) steeds groter.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 70

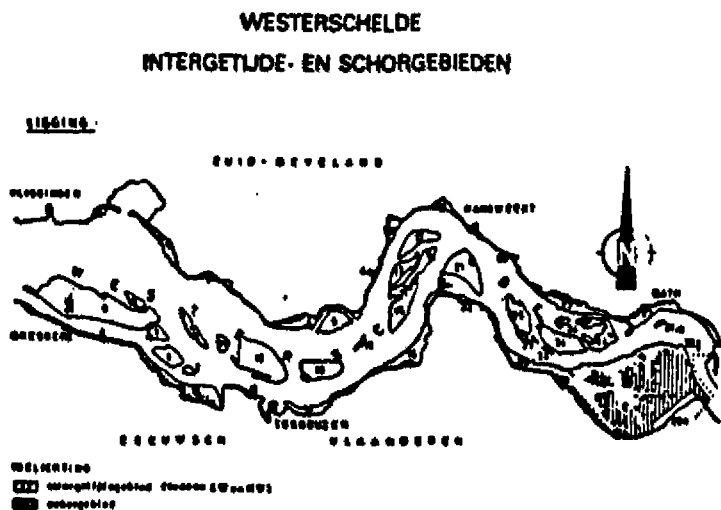
De benadering heeft als uitgangspunt dat de boven het schor optredende waterkolom en de frequentie van optreden, bepalend zijn voor de afzetting. Dit betekent dat de afzetting afhankelijk is van de hoogteligging van de bodem. Het hierdoor optredende verschil in afzetting wordt versterkt door lokale omstandigheden, zoals het wel of niet aanwezig zijn van vegetatie (invangen van slibdeeltjes).

6. NATUURBOUW

• Gebruik van baggerspecie voor natuurbouw is vanuit verschillende invalshoeken interessant:

- het schor areaal in het zuidwesten van Nederland is sterk verminderd en gaat nog steeds achteruit.
- schorren kunnen een hogere natuurwaarde hebben dan het oorspronkelijke slik.
- in de naaste toekomst blijven grote hoeveelheden baggerspecie vrijkomen; natuurbouw kan mogelijk bijdragen leveren aan de hieruit voortvloeiende bergingsproblematiek.

OPPERVLAKTEN (Ha.)



nr	Naam	Intergetijde	Schor
1	Kanaal bij Buitendijkhuizen	61 ha	12 ha
2	Kanaal van D van Buitendijk	62	6
3	Kanaal van D van Buitendijk	63	6
4	Kanaal van Buitendijk	64	66
5a	Kanaal bij Buitendijkhuizen	6	-
6	Plaats van Buitendijk	100	-
7	Kanaal van Buitendijk	100	66
8	Kanaal van Buitendijk	100	-
9	Kanaal van Buitendijk	100	-
10	Kanaal van Buitendijk	100	-
11	Kanaal van Buitendijk	100	-
12	Kanaal van Buitendijk	100	-
13	Kanaal van Buitendijk	100	-
14	Kanaal van Buitendijk	100	-
15	Kanaal van Buitendijk	100	-
16	Kanaal van Buitendijk	100	-
17	Kanaal van Buitendijk	100	-
18	Kanaal van Buitendijk	100	-
19	Kanaal van Buitendijk	100	-
20	Kanaal van Buitendijk	100	-
21	Kanaal van Buitendijk	100	-
22	Kanaal van Buitendijk	100	-
23	Kanaal van Buitendijk	100	-
24	Kanaal van Buitendijk	100	-
25	Kanaal van Buitendijk	100	-
26	Kanaal van Buitendijk	100	-
27	Kanaal van Buitendijk	100	-
28	Kanaal van Buitendijk	100	-
29	Kanaal van Buitendijk	100	-
30	Kanaal van Buitendijk	100	-
31	Kanaal van Buitendijk	100	-
32	Kanaal van Buitendijk	100	-
TOTAAL		3 100 ha	3 775 ha

Technische Scheldekammissie  
Verlooping Westerschelde  
Programma 48/43  
Bundelrapport BTSC 6/84 blz 48.9

Figuur 6.1.

Tegen bovenstaande achtergrond is de vraag gerezen of de specie afkomstig uit het kanaal mogelijk ook gebruikt kan worden voor natuurbouw (zie ook lit. 3). Dit heeft geresulteerd in de vraag van Directie Zeeland aan de toenmalige afdeling MI van de Deltadienst (later DGW) deze mogelijkheid te onderzoeken.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 72

Uit een eerste globale, algemene studie (lit. 7) bleek dat berging in combinatie met natuurbouw mogelijk is, maar dat daarbij wel extra maatregelen nodig zijn, zoals:

- de aanleg van een perskade;
- een goede afwatering van het nieuwe schor door middel van greppels en qua vorm geënt op morfografische gegevens van bestaande schorren;
- het aanbrengen van gradiënten om een waardevol schor te krijgen;
- inzaaien van het schor.

Bij toespitsing van de resultaten van deze studie op de specie uit het Kanaal door Zuid-Beveland, is om financiële en praktische redenen (het reeds vastgestelde traceé van de persleiding) besloten alleen de mogelijkheid van een proef op het slik ten oosten van de veerhaven van Kruiningen, nader uit te werken (lit. 8). Hiertoe zijn verschillende aspecten bekeken:

- de geschiktheid van de locatie
- vorm van opspuiting
- gewenste materiaal
- aanvullende maatregelen
- kosten

De beoordeling van deze aspecten viel negatief uit: de locatieligging is dermate ongunstig dat mag worden verwacht dat het opgespoten materiaal door golfwerking reeds in vrij korte tijd geheel of grotendeels weer is verdwenen (geërodeerd). Kunstmatige schorvorming is alleen mogelijk indien het schor wordt verdedigd met een (kostbare) steenbestorting.

Dit leidde uiteindelijk tot de volgende conclusie (lit. 11)

"In het onderhevige geval en voor deze locatie is het uitvoeren van een schorvormingsexperiment niet zinvol en zal er van de mogelijkheid geen gebruik worden gemaakt. Wel zal deze problematiek in de toekomst onderwerp van een onderzoek binnen DGW worden (blijven), gezien de algemene aard van het probleem van specieberging".

## 7. EINDCONCLUSIES EN ADVIEZEN

In de studie naar de gevolgen van de specielozing van 3 miljoen m<sup>3</sup> op de locatie Westveerpolder en Zimmerangeul, zijn de volgende aspecten van belang:

- sedimentbalans Westerschelde
- stabiliteit van de dijk voor de Westveerpolder t.p.v. de lozingslocatie
- stabiliteit geulen en platen
- scheepvaartfunctie: dwarsstromen, aanslibbing drempels
- natuurfunctie: gevolgen voor het milieu door slibafzetting op platen, slikken en schorren; de mogelijkheid (een deel van) de specie te gebruiken voor natuurbouw.

### Sedimentbalans Westerschelde

De lozing in zijn algemeenheid betekent een positieve bijdrage tot de sedimentbalans van het Westerschelde-systeem. Dit gegeven is van belang omdat de balans zorgen baart.

### Stabiliteit dijk voor de Westveerpolder

M.b.t. de lozing voor de Westveerpolder kan worden geconcludeerd:

- a. de effecten zijn lokaal van aard (behalve die t.g.v. de verspreiding van slib)
- b. bij een goed uitgevoerde lozing wordt de stabiliteit van de dijk verhoogd. Indien echter bij onnauwkeurig lozen een geul tussen het stortprofiel en de waterkering ontstaat treden in deze geul verhoogde stroomsnelheden op. Dit is nadelig voor de stabiliteit van de dijk
- c. het stromingspatroon t.p.v. de locatie Westveerpolder verandert niet t.g.v. de specielozing. Dit betekent dat de zandwinlocatie niet door de specie zal worden belast.

### Stabiliteit geulen en platen

De gevolgen van de lozing in de Zimmerangeul blijven, in tegenstelling tot de locatie Westveerpolder, niet tot de omgeving van het lozingspunt beperkt. Voor een analyse van de gevolgen die de lozing in

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 74

de Zimmermangeul met zich mee kan brengen, zijn morfologische processen welke in het verleden zijn opgetreden bestudeerd, en zijn simulaties met het waterbewegingsmodel WAQUA gedraaid.

Op basis van de morfologische ontwikkelingen kan het volgende scenario voor de processen na aanvang van specielozing worden opgesteld:

a. een achteruitgang van de Zimmermangeul terwijl gelijktijdig het Schaar van Valkenisse in belang toeneemt. Zolang deze nog niet is doorgebroken blijft de capaciteit echter zeer beperkt. In eerste instantie zal daarom de hoofdgeul meer water gaan trekken. Dit betekent dat de debietverdeling Zuidergat-Schaar van Waarde verschuift ten koste van laatst genoemde.

b. het Schaar van Valkenisse breekt door. De capaciteit wordt hiermee vergroot, zodat de achteruitgang in getij-volume door het Schaar van Waarde minder sterk wordt.

Mogelijk dat zelfs een verschuiving in debietverdeling tussen Zuidergat en het Schaar van Waarde gaat optreden ten gunste van laatst genoemde.

Die situatie die nu ontstaat komt overeen met die uit de vijftiger jaren (par. 4.2.3.).

c. na lozing stelt zich een situatie in waarbij het Schaar van Valkenisse de taak van de Zimmermangeul grotendeels heeft overgenomen. Mogelijk dat de debietverdeling Zuidergat-Schaar van Waarde ook is gewijzigd.

Dit beeld wordt door de resultaten van de simulaties slechts in zeer beperkte mate bevestigd. Sterker zijn de aanwijzingen dat een nieuw evenwichtsprofiel van de Zimmermangeul zich min of meer onafhankelijk van het Schaar van Valkenisse instelt. Dit leidt tot de conclusie dat de simulaties een versnelde doorbraak van het Schaar van Valkenisse, zoals verwacht op basis van morfologische processen uit het verleden, niet bevestigen.

Op basis van de simulaties kunnen nu twee scenario's worden opgesteld. Eén met een (nog) niet doorgebroken Schaar van Valkenisse en een scenario met doorgebroken Schaar van Valkenisse.

Zolang het Schaar van Valkenisse niet doorbreekt zijn de twee belangrijkste effecten:



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 75

a. stimulatie van het debiet door de hoofdgeul. T.p.v. het Zuidergat kan dit de problemen bij de oever vergroten, i.v.m. het uitbochten van de hoofdgeul.

b. een toename van het debiet achterlangs de (ten zuiden van) de Zimmermangeul. Dit kan duiden op de ontwikkeling van een geul of een eventueel verplaatsen van de Zimmermangeul.

Bij een doorgebroken Schaar van Valkenisse is het waarschijnlijk dat:

a. een herverdeling van het debiet over de Zimmermangeul en het Schaar van Valkenisse optreedt. Het getijvolume door het Schaar van Waarde gaat vermoedelijk nauwelijks achteruit. De toename van het debiet achterlangs de Zimmermangeul verdwijnt.

b. de snelheid t.p.v. de uitmonding van het Schaar van Valkenisse in de hoofdgeul aanzienlijk toeneemt. De dwarsstromen die hierdoor ontstaan zullen echter vermoedelijk geen hinder voor de scheepvaart opleveren.

Zoals is aangegeven wijzen de simulaties erop dat na lozing een nieuw evenwichtsprofiel van de Zimmermangeul zich min of meer onafhankelijk van het Schaar van Valkenisse instelt. Dit betekent dat bij beide scenario's (wel en geen doorbraak) er rekening mee dient te worden gehouden dat de Zimmermangeul weer zal gaan uitschuren.

#### Scheepvaartfunctie

Het lozingsregime is zodanig gekozen dat afzetting op de drempels wordt voorkomen.

Op de plaats waar het Schaar van Valkenisse uitmondt in de vaargeul is de kans op dwarsstromen na doorbraak, ondanks aanzienlijke toename van de stroomsnelheid, gering (zie ook "stabiliteit van geulen en platen").

#### Natuurfunctie

Het lozingsregime is zodanig gekozen dat de specie zoveel mogelijk binnen het lozingsgebied wordt geconcentreerd. Hierdoor wordt de kans op afzetting van sediment op de drempels in de vaargeul minimaal. Het regime kan echter wel bezwaarlijk zijn voor het milieu:

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 76

- op het Slik voor de Emanuëlpolder kan t.g.v. sterke aanslibbing de bodemfauna sterk achteruit gaan, waarbij herstel na één of enkele jaren kan optreden (mits het slib voldoende consolideert).
- voor het Schor voor de Emanuëlpolder kan de extra aanslibbing betekenen dat laag blijvende planten (tijdelijk?) zullen verdwijnen doordat zij onderslibben en dat de hoger opgaande planten kunnen afsterven t.g.v. verstikking van de wortels. Herstel naar de oorspronkelijke situatie is bepaald niet zeker en zal vele jaren duren (10 jaar en meer).

Uit simulaties met het calamiteitenmodel (CALMOD) blijkt dat de accumulatie van slib in het lozingsgebied en het transport van slib het gebied uit, elkaar, althans wat de tijdsduur betreft, ongeveer in evenwicht houden.

Uit een benadering voor de slibafzetting blijkt dat bij een slibconcentratie in het water boven de 100 mg/l de maximale afzetting op het schor van eenzelfde orde van grootte is, als de vanuit milieukundig gehanteerde grenswaarde. Bij afzettingen boven deze grenswaarde wordt de kans op ernstige milieukundige consequenties (zoals beschreven in hoofdstuk 4) steeds groter.

De benadering heeft als uitgangspunt dat de boven het schor optredende waterkolom en de frequentie van optreden, bepalend zijn voor de afzetting. Dit betekent dat de afzetting afhankelijk is van de hoogteligging van de bodem. Het hierdoor optredende verschil in afzetting wordt versterkt door lokale omstandigheden, zoals het wel of niet aanwezig zijn van vegetatie (invangen van slibdeeltjes).

Met betrekking tot de natuurbouw is voor de oosthoek van het slik ten oosten van de veerhaven van Kruiningen (no. 20 in figuur 6.1.) is de opzet van een experiment met kunstmatige schorvorming nader uitgewerkt. Hiertoe zijn diverse aspecten bekeken, met name de geschiktheid van de locatie, de wijze van opspuiten, het gewenste materiaal, aanvullende maatregelen en kosten.

Uiteindelijk is besloten af te zien van natuurbouw, omdat de locatie- ligging dermate ongunstig is, dat mag worden verwacht dat het opgespo- ten materiaal reeds in vrij korte tijd geheel of grotendeels weer is verdwenen (geërodeerd).

Kunstmatige schorvorming is alleen mogelijk indien het schor wordt verdedigd met een (kostbare) steenbestorting.

De problematiek zal in de toekomst wel onderwerp van onderzoek binnen de DGW blijven, gezien de algemene aard van het probleem van specie-berging.

Samenvattend kan worden geconcludeerd:

Verandering van het lozingsregime vanwege ontoelaatbare gevolgen voor het Westerschelde-systeem in zijn algemeenheid en de scheepvaart en het milieu in het bijzonder, is in dit stadium niet noodzakelijk. Wel dient rekening te worden gehouden met de mogelijkheid dat in een later stadium ingrijpen om milieukundige redenen noodzakelijk kan zijn.

Geadviseerd wordt om in de periode voorafgaand aan de lozing:

1. vast te stellen welke afzetting op het Slik en Schor voor de Emanuëlpolder, uit milieukundig oogpunt, ontoelaatbaar wordt geacht (normstelling). Dit door zo mogelijk vast te stellen wat de opslibbing de laatste decennia is geweest op het Slik en Schor voor de Emanuëlpolder en op enkele andere slik- en schorgebieden in de Westerschelde.
2. vast te stellen welke maatregelen genomen dienen te worden, indien de vastgestelde norm dreigt te worden overschreden.

Verder wordt geadviseerd de volgende metingen te verrichten:

1. het meten van de slibafzetting op het slik en schor. Omdat ingrijpen vóórdat de norm wordt overschreden wenselijk is, dienen de metingen liefst zo betrouwbaar te zijn, dat voorspellingen in de tijd kunnen worden gedaan (nauwkeurigheid in de orde van grootte van mm's en voldoende meetpunten).
2. het verdient aanbeveling, naast de slibafzetting, ook het slibconcentratieverloop in het water voor het slik en schor en in de kreek te meten. En wel om de volgende redenen:
  - er kan op deze wijze snel en relatief eenvoudig worden gecontroleerd of bij ingrijpen de maatregelen doeltreffend zijn (de slibconcentratie zal dan immers ten tijde van overstroming van het

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 78

- schor moeten zijn afgenomen). Eventueel kunnen de maatregelen aan de hand van het slibconcentratieverloop worden bijgesteld.
- weer uitgaande van een relatie tussen de slibconcentratie in het water en de slibafzetting: verhoging van de betrouwbaarheid van de gemeten slibafzetting.
  - verbetering in het inzicht in het verband tussen slibconcentratie en -afzetting.
3. Meten van de milieukundige gevolgen: controle normstelling.
  4. Meten van de stortprofielen t.p.v. de lozingslocaties.
  5. Meten van de bodemligging en concentraties elders in het gebied. Dit vanwege het kwalitatieve en onzekere karakter van de voorspellingen.
  6. Eventueel aanvullende metingen t.b.v. algemeen onderzoek (zoals onderzoek naar slibverspreiding).

De metingen zullen in ieder geval vóór (T<sub>0</sub>-situatie) en tijdens lozing moeten plaats vinden. Metingen na afloop zijn noodzakelijk voor de evaluatie van de milieueffecten:

- bij afzetting op het Slik en Schor groter dan de natuurlijke, is het zinvol na afloop van de lozing de milieukundige gevolgen te meten ter evaluatie van de gehanteerde norm (zinnig voor toekomstige lozingen).
- morfologische veranderingen t.g.v. de specielozing zullen na beëindiging niet direct stoppen. Het is daarom zinvol de processen na afloop te blijven volgen.

## FIGUREN

- 1.1. Ligging van het Kanaal door Zuid Beveland en het lozingsgebied.
- 2.1. Lozingslocatie Kapellebank.
- 3.1. Lozingsregime.
- 3.2. Verdeling specie over de lozingslocaties in afgezet en zwevend materiaal.
- 4.1. Gemiddelde jaarlijkse inhoudsverandering in  $10^6 \text{ m}^3$  gehele Westerschelde.
- 4.2. Inhoudsveranderingen Westerschelde sinds 1878.
- 4.3. Vakindeling Westerschelde.
- 4.4. Ontwikkeling geul t.p.v. lozingslocatie Westveerpolder.
- 4.5. Verandering doorstroomprofiel t.g.v. lozing.
- 4.6. Illustratie van enkele soorten bodendieren en vogels die voorkomen in intergetijde gebieden.
- 5.1. Simulatie van de verandering in waterbeweging en bodemligging na de specielozing.
- 5.2. De methoden waarmee het stortprofiel kan worden opgebouwd.
- 5.3. Toepassing van het interpolatieprogramma BODKAR leidt tot afvlakking van de bodem.
- 5.4. Snelheidsveranderingen t.p.v. C115,82 en C111,81.
- 5.5. Snelheidsverloop in de hoofdgeul.
- 5.6. Afname en toename van de slibconcentratie in het gebied tussen de lozingslocaties.
- 5.7. Schematisatie waterkolom met slib boven schor.
- 6.1. Intergetijde- en schorgebieden in de Westerschelde.

## TABELLEN

- 2.1. Gehanteerd classificatiesysteem bij de beschrijving van de boorstaven en het geotechnisch profiel.
- 2.2. Verdeling grondsoorten in geotechnisch profiel en boringen.
- 2.3. Samenstelling te lozen specie.
- 2.4. Resultaten monsteranalyses.
- 2.5. Samenstelling van de grondsoorten aanwezig in de te lozen specie.
- 2.6. Gemiddelde waarden voor nat en droog volumegewicht en volumegewicht onder water voor verschillende grondsoorten in Nederland.
- 2.7. Grondsamenstelling van de te lozen specie na het buiten beschouwing laten van het veer.
- 2.8. Verspreiding van de specie na lozing op basis van het geotechnisch profiel.
- 2.9. Idem op basis van de boringen.
  
- 3.1. Doorwerking onnauwkeurigheden in geloosde, afgezette en zwevende hoeveelheid specie per lozingslocatie in  $10^6 \text{ m}^3$ .
- 3.2. Onder- en bovengrens voor de geloosde, afgezette en zwevende hoeveelheid specie per lozingslocatie in  $10^6 \text{ m}^3$ .
  
- 4.1. Inhoudsveranderingen Westerschelde sinds 1878 in  $10^6 \text{ m}^3$  t.o.v. verschillende referentieniveau's en in- en exclusief grote schorgebieden.
- 4.2. Volumina Zuidergat en Schaar van Waarde.
- 4.3. Doorstrocmprofielen Zuidergat en Schaar van Waarde.
  
- 5.1. Overzicht simulaties.
- 5.2. Overzicht simulaties specieverbreiding.

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 79

## BRONNEN

1. ir. B. de Hoop  
Hoofd Afdeling Nieuwe Werken in de Directie Zeeland  
De verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland,  
artikel in OTAR (1985) 5.
2. Laboratorium voor Grondmechanica  
Algemeen rapport met betrekking tot de geotechnische aspecten van  
het project: verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland  
februari 1980
3. Notitie WWKZ-85V266  
KZV, ing. D. de Looff  
Oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden tot het lozen van de  
bij de voortgang van de werken Kanaal door Zuid-Beveland vrijko-  
mende specie in de Westerschelde  
februari 1985
4. Notitie WWKZ-85V262  
ing. D. de Looff  
Enkele aantekeningen bij onderzoek naar verplaatsing/afsetting bo-  
demateriaal bij specielozingen Middelgat in het kader uitvoering  
werken KZB  
februari 1985
5. Notitie GWWS-86.470  
DGW-WSD, ir. J.H. Vroon  
Project Kanaal door Zuid-Beveland  
Werkplan, oktober 1985
6. Notitie WWKZ-85.V369  
KZV, ir. J.H. Vroon  
Onderzoek naar het te verwachten spreidingsgedrag van specie vrij-  
gekomen bij de werken Kanaal door Zuid Beveland bij lozing in de  
Westerschelde  
oktober 1985

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 80

7. Notitie DDMI-85.471  
I. Bams, L. Kohsiek (DD-MIXM)  
Mogelijkheden speciebergings en natuurbouw in de Westerschelde  
oktober 1985
8. Notitie ZL 850136 RFO  
Dir. Zeeland, A.B.M. Holland (RFO)  
Speciebergings en natuurbouw Westerschelde  
november 1985
9. Notitie GWWS-86.471  
DGW-WSD, ir. J.H. Vroon  
Gebruik van het twee dimensionale waterbewegingsmodel in het kader  
van het project Kanaal door Zuid Beveland  
februari 1986
10. Notitie GWWS-86.469  
DGW-WSD, ir. J.H. Vroon  
Voortgangsverslag project Kanaal door Zuid Beveland  
maart 1986
11. Notitie GWAO-86.431  
DGW-AD, Drs. D.J. de Jong  
Speciebergings en natuurbouw Westerschelde  
april 1986
12. Notitie GWAO-86.449  
DGW, drs. D.J. de Jong (AO), H. de Jong (WSD), ir. J.H. Vroon  
(WSD)  
Milieukundige consequenties van de voorgenomen specielozingen in  
het oostelijk deel van de Westerschelde; een analyse, annex dis-  
cussiestuk  
juni 1986
13. Notitie NXL-ZW 86.025  
Dir. Zeeland, J.P. Swart (NXL)  
Speciebergings Kanaal door Zuid Beveland, commentaar notitie GWAO-  
86.449  
augustus 1986



behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 81

14. Notitie GWWS-86.566  
DGW-WSD, ir. J.H. Vroon, H. de Jong  
Milieukundige gevolgen specielozing Westerschelde. Discussiestuk.  
september 1986
15. Notitie GWWS-86.564  
DGW-WSD, ir. J.H. Vroon  
Morfologische gevolgen specielozing. Resultaten simulaties.  
september 1986
16. Nota DDMI-85.22  
drs. G.J. Goedheer  
Schorontwikkeling (een literatuurstudie)  
mei 1985
17. Nota DDWT-81.042/DDMI-81.26  
drs. L.H.M. Koshiek, J. v. Alphen, P. Bloks en P. Hoekstra  
Morfologische consequenties van de bouw van de stromvloedkering  
voor de opslibbing van schorren in de Oosterschelde.  
(Een water- en sedimentbalans van een schor) december 1981
18. Directie waterhuishouding en waterbeweging  
Studiedienst Vlissingen  
ing. D. de Looff, ir. J. van Malde  
De cyclus der drempelgeulen bij de Zimmerangeul (Westerschelde)  
No. 22 mei 1976
19. Nota WWKZ-83V003  
ing. D. de Looff  
Inhoudsverandering en zandbalans Westerschelde januari 1983
20. Nota WWKZ-85V027  
G.P. Bollebakker  
Inhoudsveranderingen Westerschelde 1952-1981 december 1985

behoort bij: nota

GWWS-87.401

datum: januari 1987

bladnr: 82

## 21. Nota WWKZ-83V008

F. Gerritsen en H. de Jong

Stabiliteit van doorstroomprofielen in de Westerschelde

november 1983

## 22. Nota 79V007

Studiedienst Vlissingen, ing. D. de Looff

Beschouwing over de invloed van baggeren en storten in het Zuidergat c.a. op de geulontwikkeling in dit riviergedeelte

mei 1979

## 23. Presentatie berekeningsresultaten van het tweedimensionale waterbewegingsmodel (100 m-net) van het oostelijk deel van de Westerschelde (in voorbereiding)

## 24. Nota NXL-86.020

ing. D. de Looff

Inhoudsberekeningen en zandbalans Westerschelde voor de periode 1980-1985, aansluitend op de eerdere berekeningen voor het tijdvak 1878-1980.

oktober 1986

## 25. Nota WWKZ-89V013

ing. D. de Looff

De ontwikkeling van de schaaroevers v.d. Overloop van Valkenisse en het Nauw van Bath tot omstreeks 1980

juni 1984

dienst getijdewateren

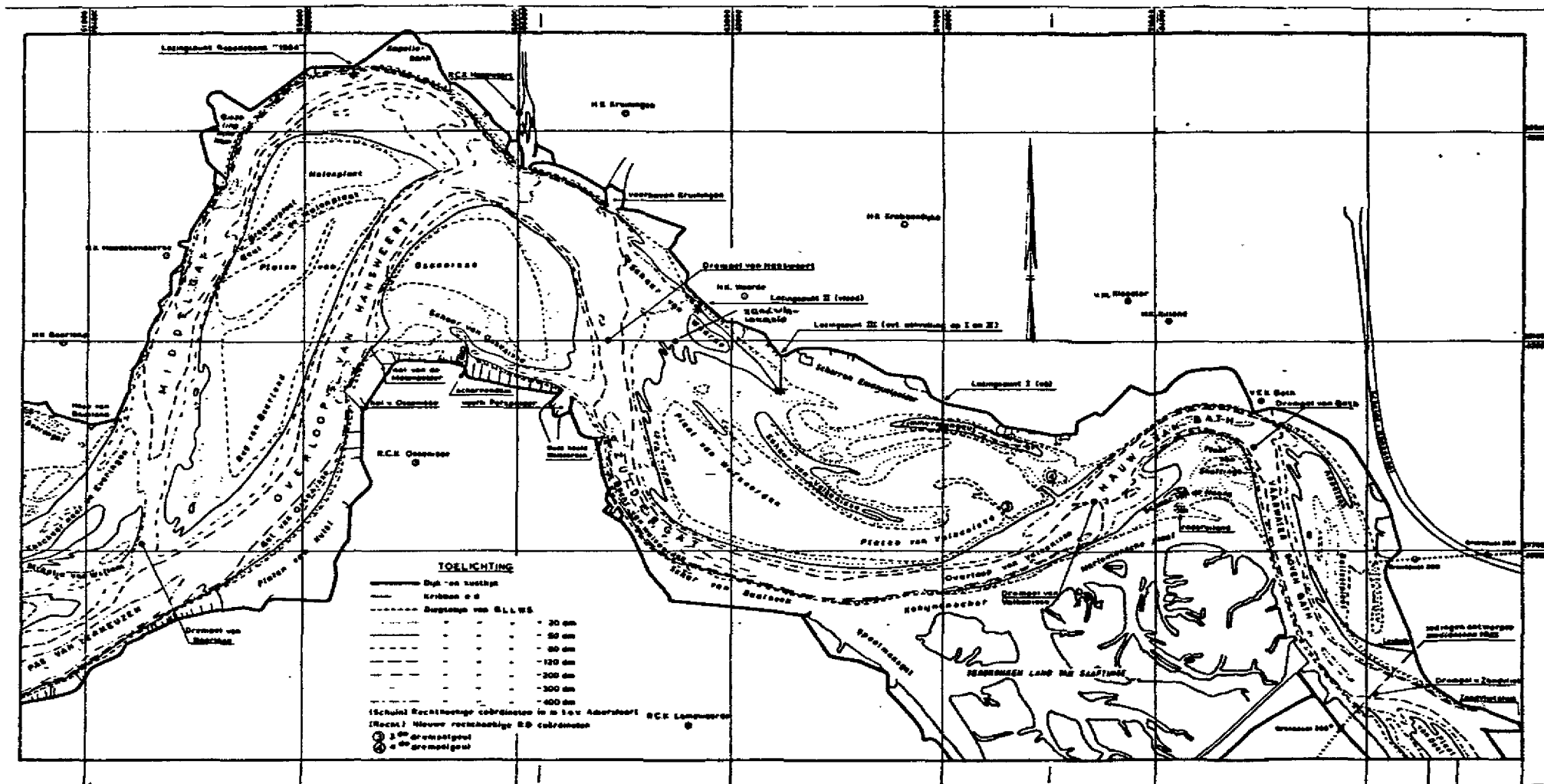
rijkswaterstaat  
dienst getijdewateren  
bibliotheek  
grenadiersweg 31 -  
4338 PG middelburg

nota      GWWS-87.401

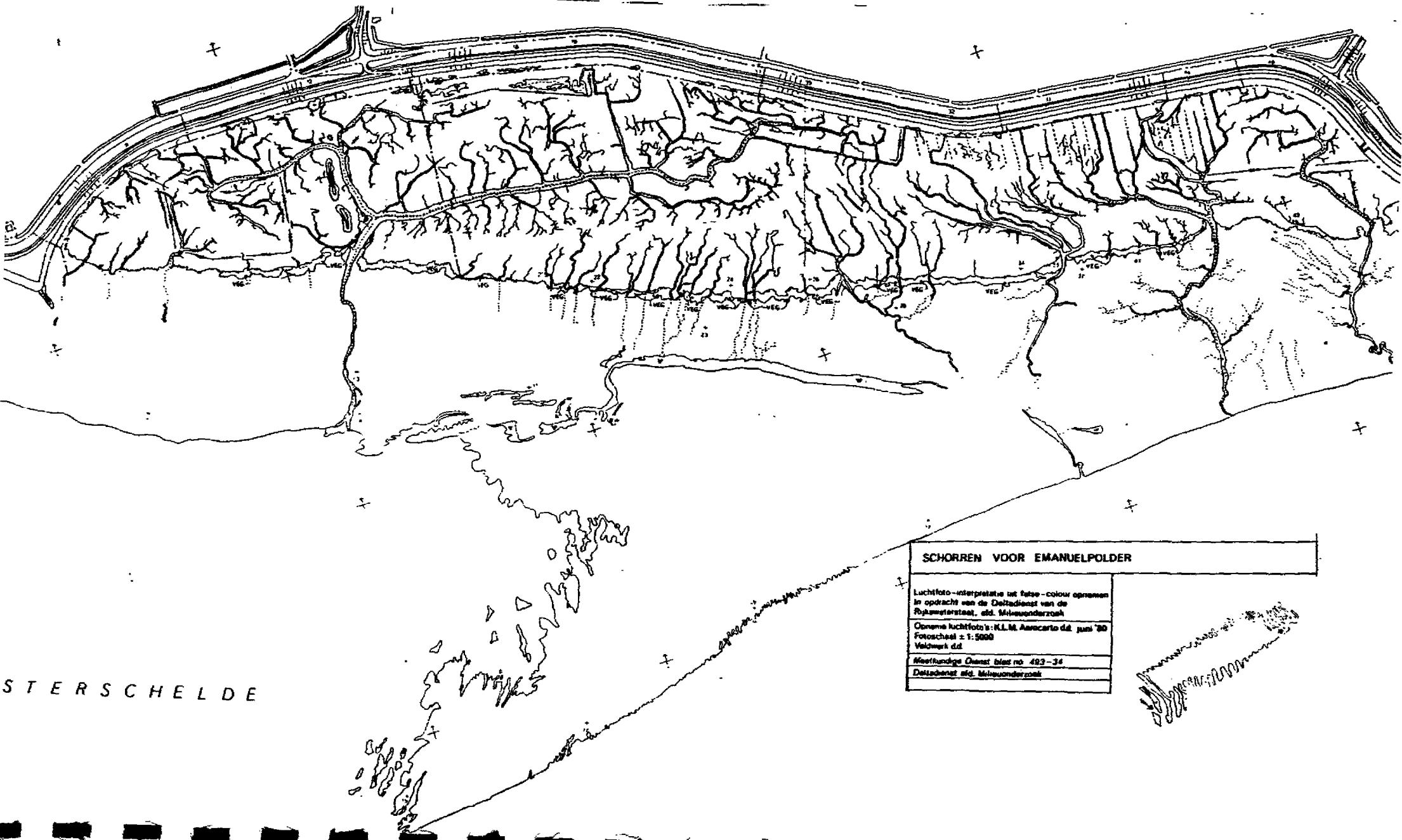
auteur(s):    ir. J.H. Vroon    DGW-Middelburg

datum:        januari 1987

samenvatting: Lozing van 3 miljoen m<sup>3</sup> specie ten gevolge van de werken  
aan het kanaal door Zuid-Beveland in de Westerschelde.  
Interimnota project kanaal ZB  
bijlagen

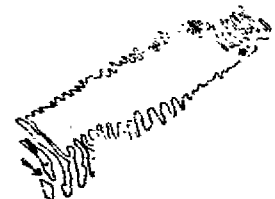


OVERZICHTSKAART OOSTELIJK  
 DEEL WESTERSCHDELDE

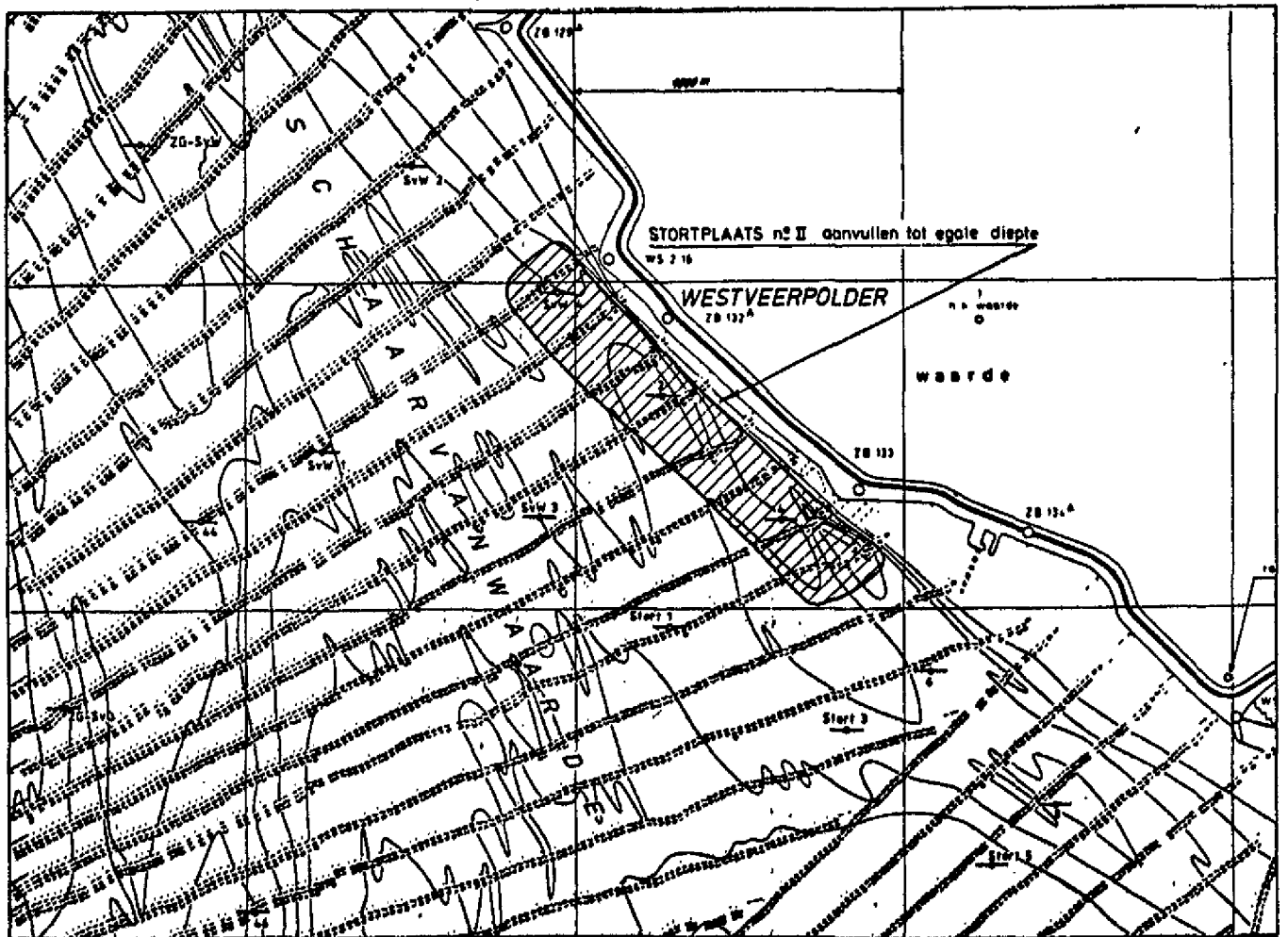
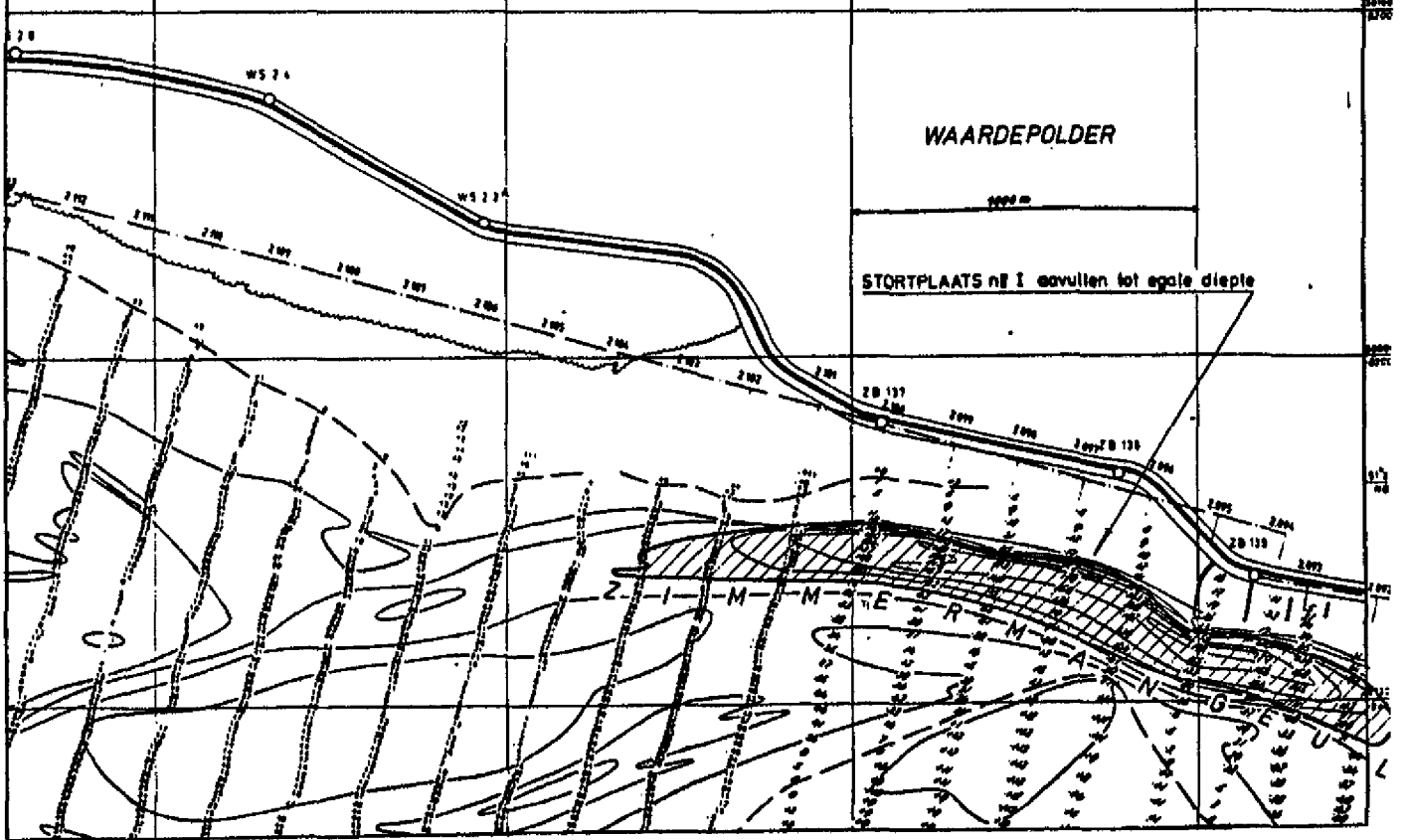


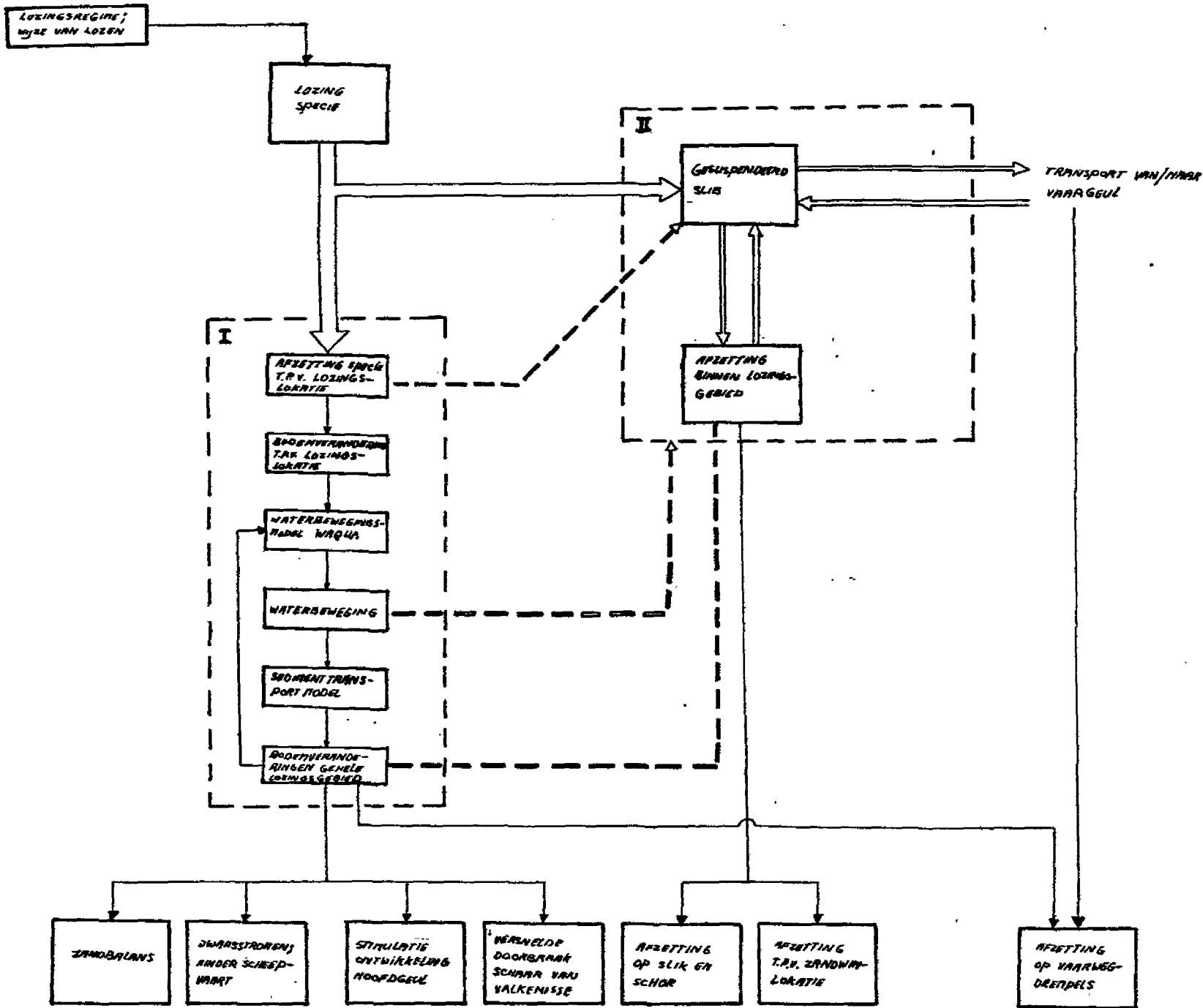
STERSCHELDE

<b>SCHORREN VOOR EMANUELPOLDER</b>	
Luchtfoto-interpretatie uit foto-colour opnamen in opdracht van de Deltadienst van de Rijkswaterstaat, afd. Milieuvonderszoek	
Conema luchtfoto's: N.L.M. Aerscarto d.d. juni '80	
Fotoschaal : 1:5000	
Veldwerk d.d.	
Meerfundige Dienst blad no. 493-34	
Deltadienst afd. Milieuvonderszoek	



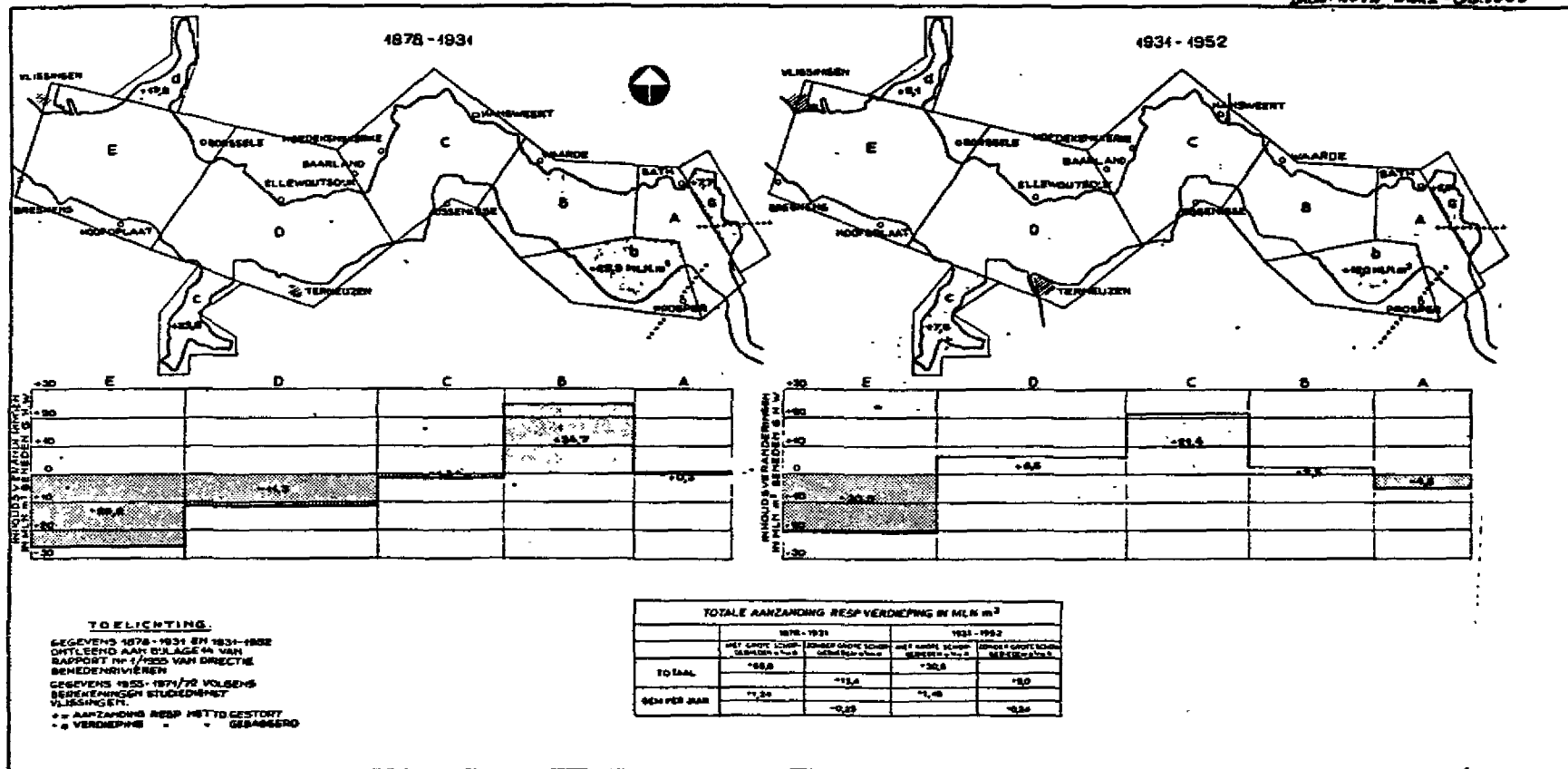
BIJLAGE 3  
OMVANG STORTLOKATIES





SCHEMATISCH OVERZICHT SPECIE-LOZING EN EVENTUELE GEVOLGEN

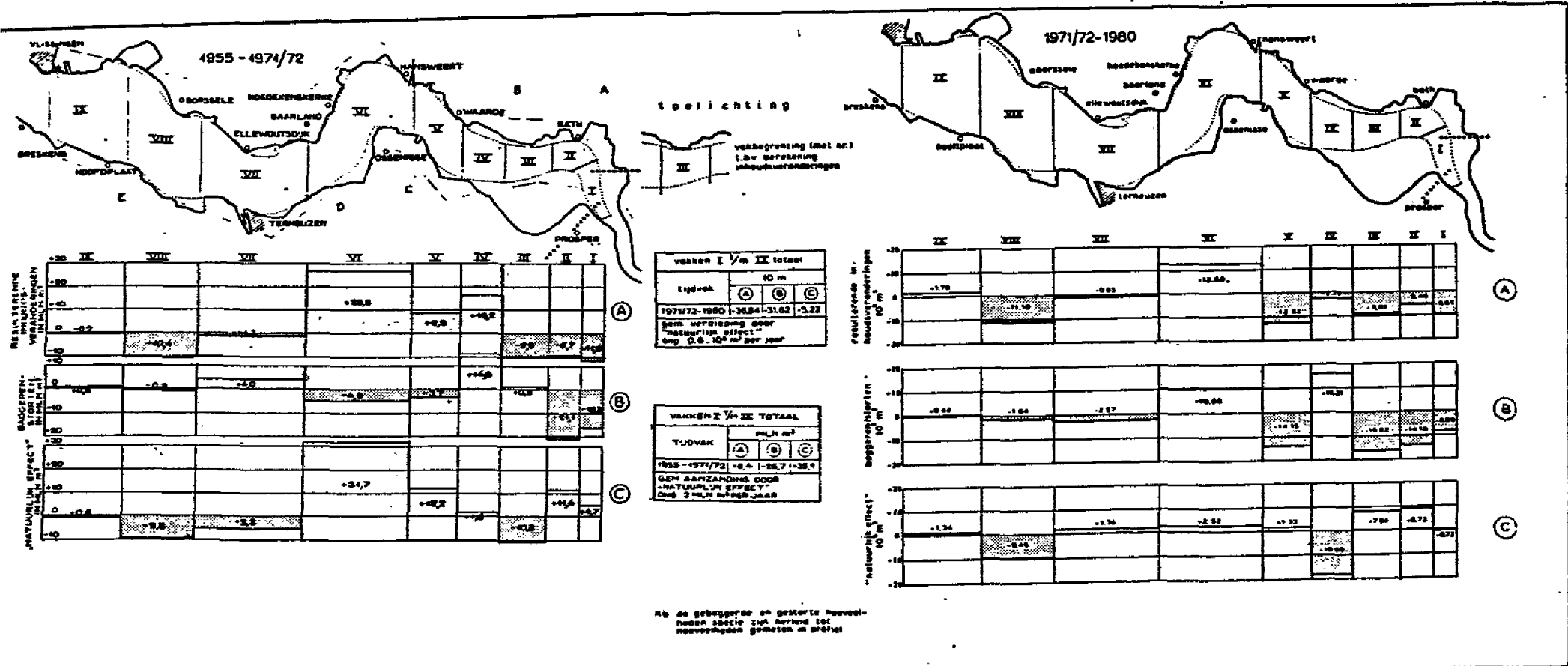
BRON: NOTIE WAKZ-0.3.1903



WESTERSCHELDE ZANDHUISBOUWING  
 INHOUDSVERANDERINGEN



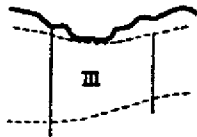
BRON: NOTA WWKZ-83-V003



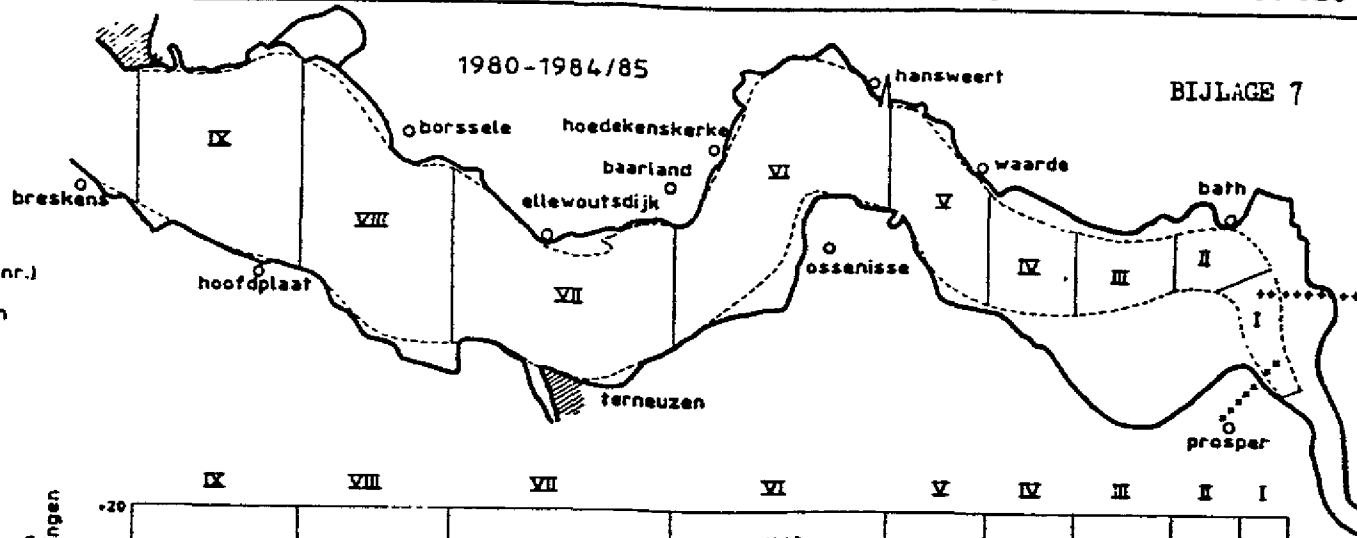
WESTERSCHELDE ZANDHUISHOUDING  
INHOUDSVERANDERINGEN

1980-1984/85

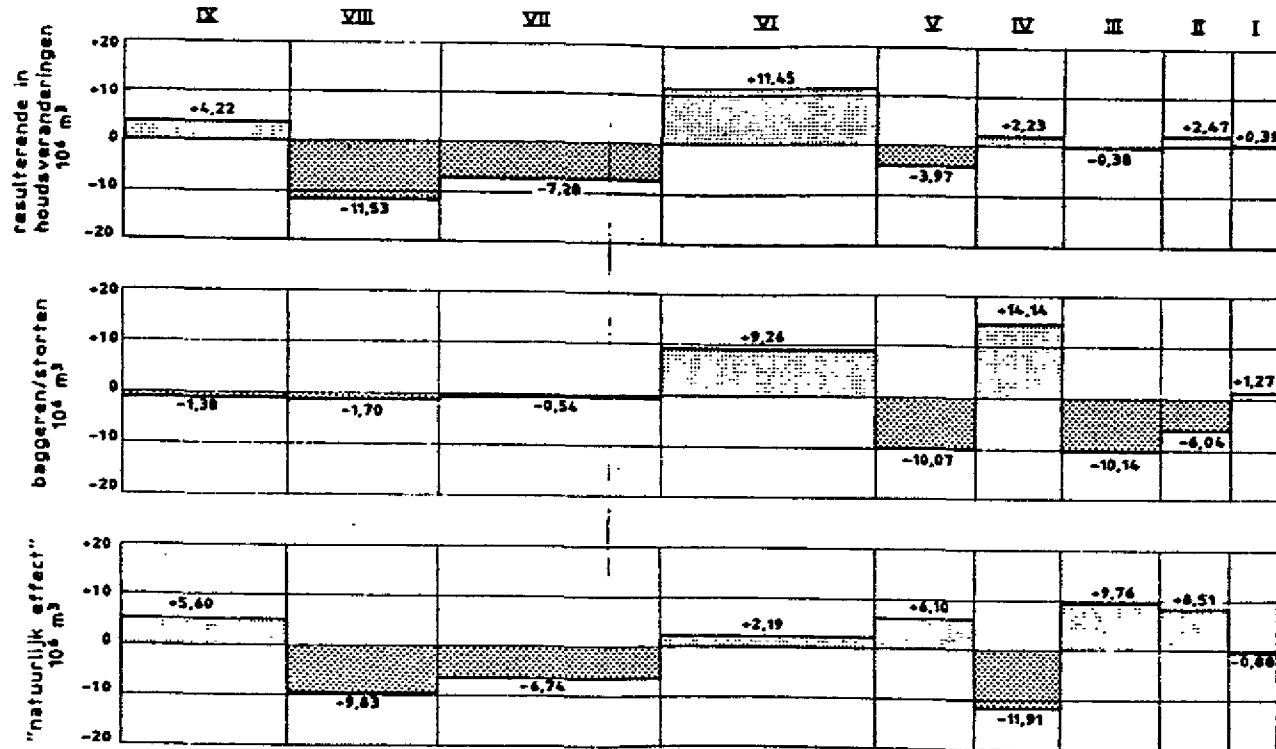
TOELICHTING



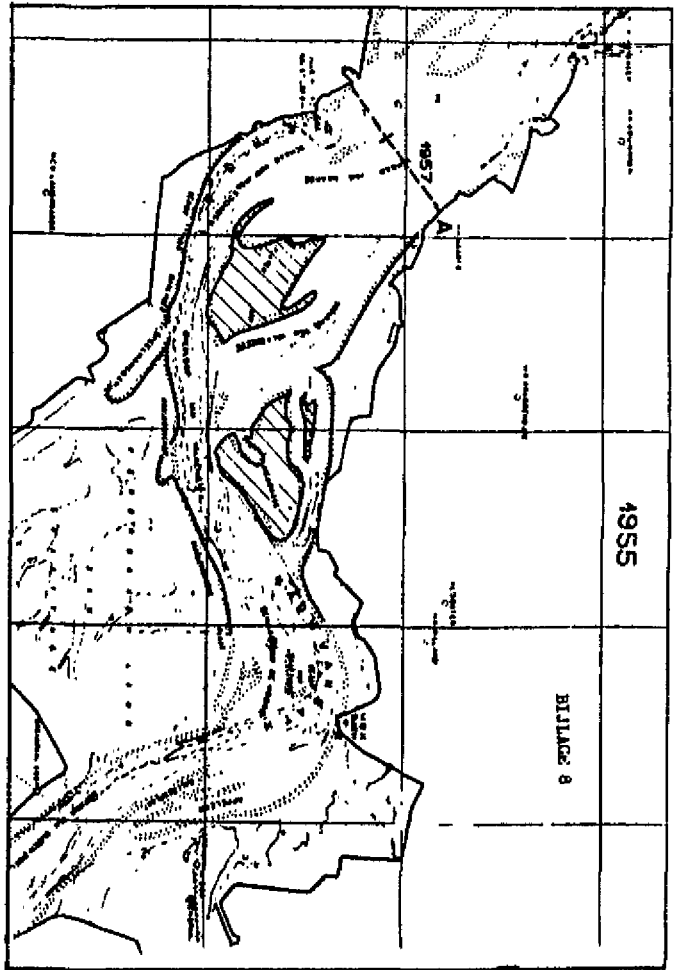
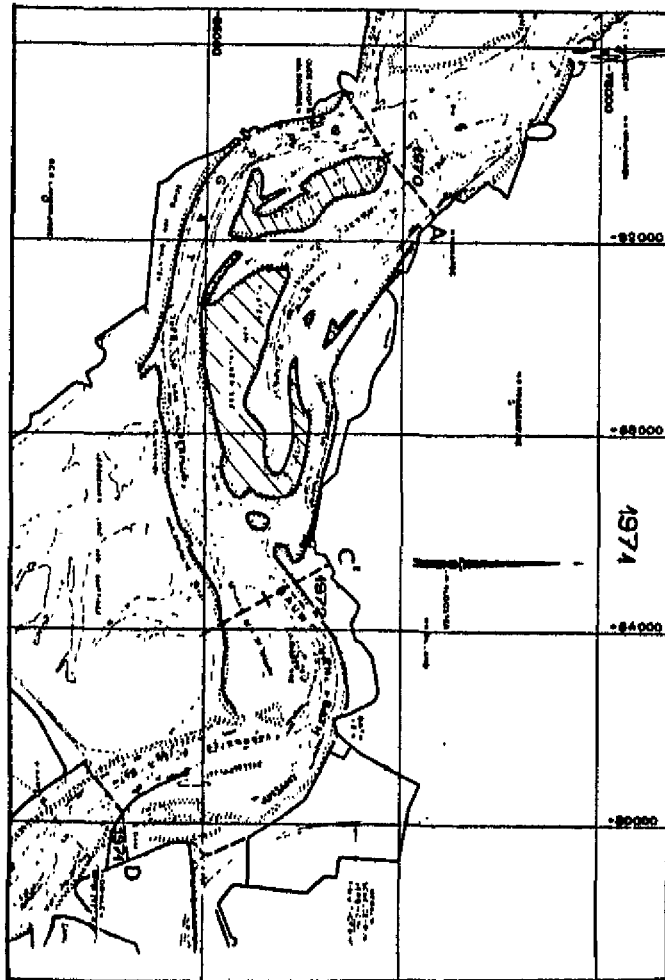
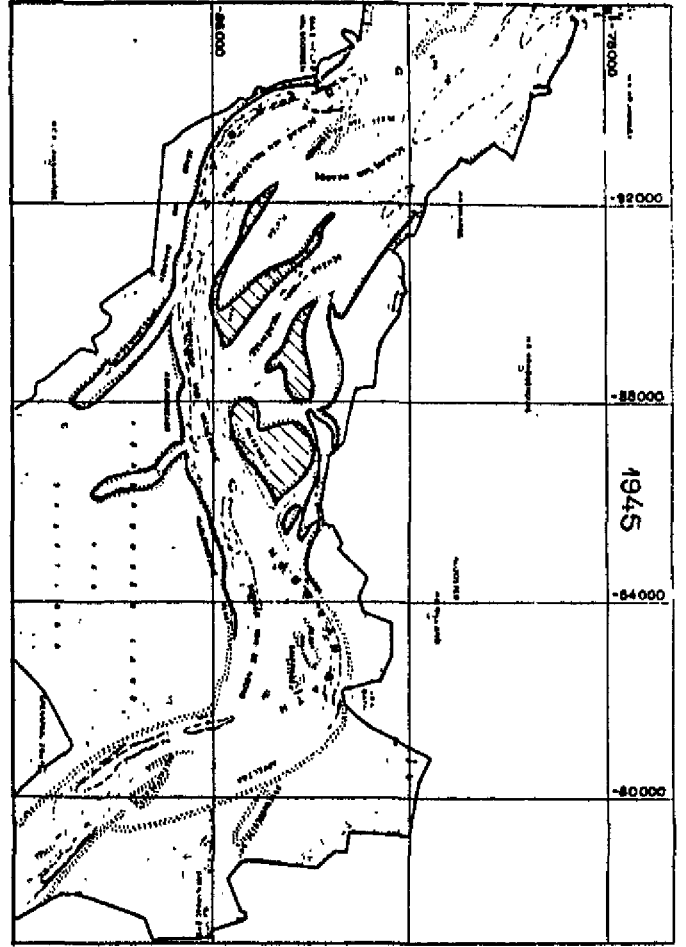
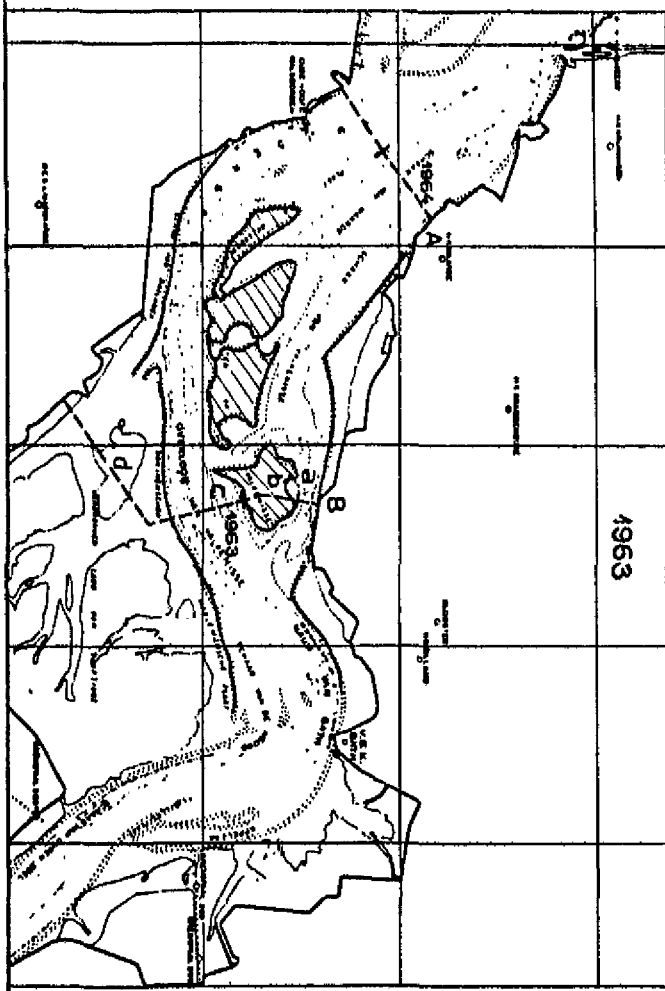
vakbegrenzing (met nr.)  
f.b.v. berekening  
inhaltsveranderingen



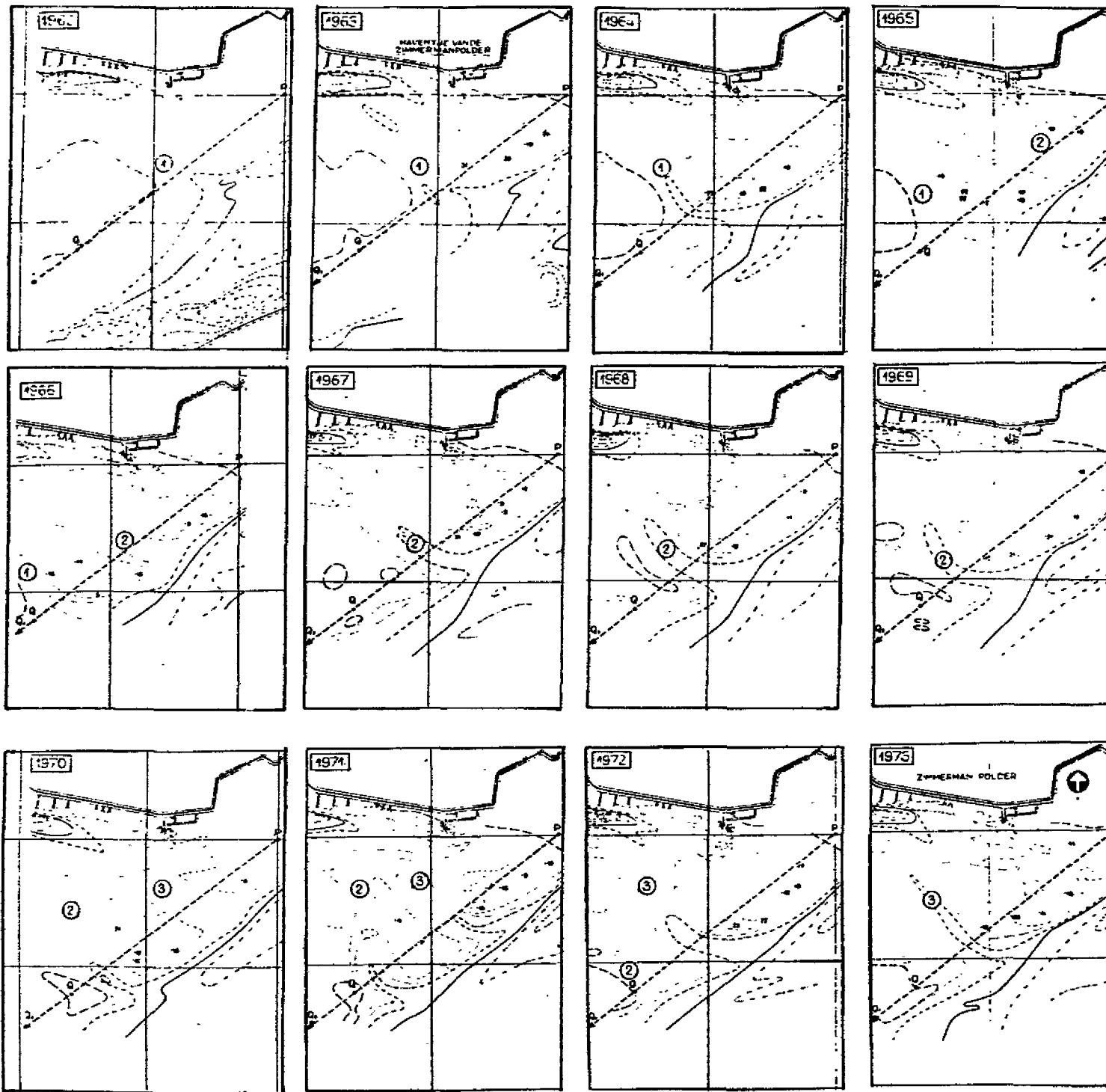
vakken I t/m IX totaal			
tijdvak	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>		
	(A)	(B)	(C)
1980-1984/85	-2,40	-5,20	+2,60
gem. aanzanding door "natuurlijk effect" ong. 0,6.10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> per jaar			



n.b. de gebaggerde en gestorte hoeveelheden specie zijn herleid tot hoeveelheden gemeten in profiel



BIJLAGE 9  
CYCLISCH VERLOOP DREMPELGEULEN IN DE  
OOSTELIJKE UITLOOP VAN DE ZIMMERMAN-  
GEUL

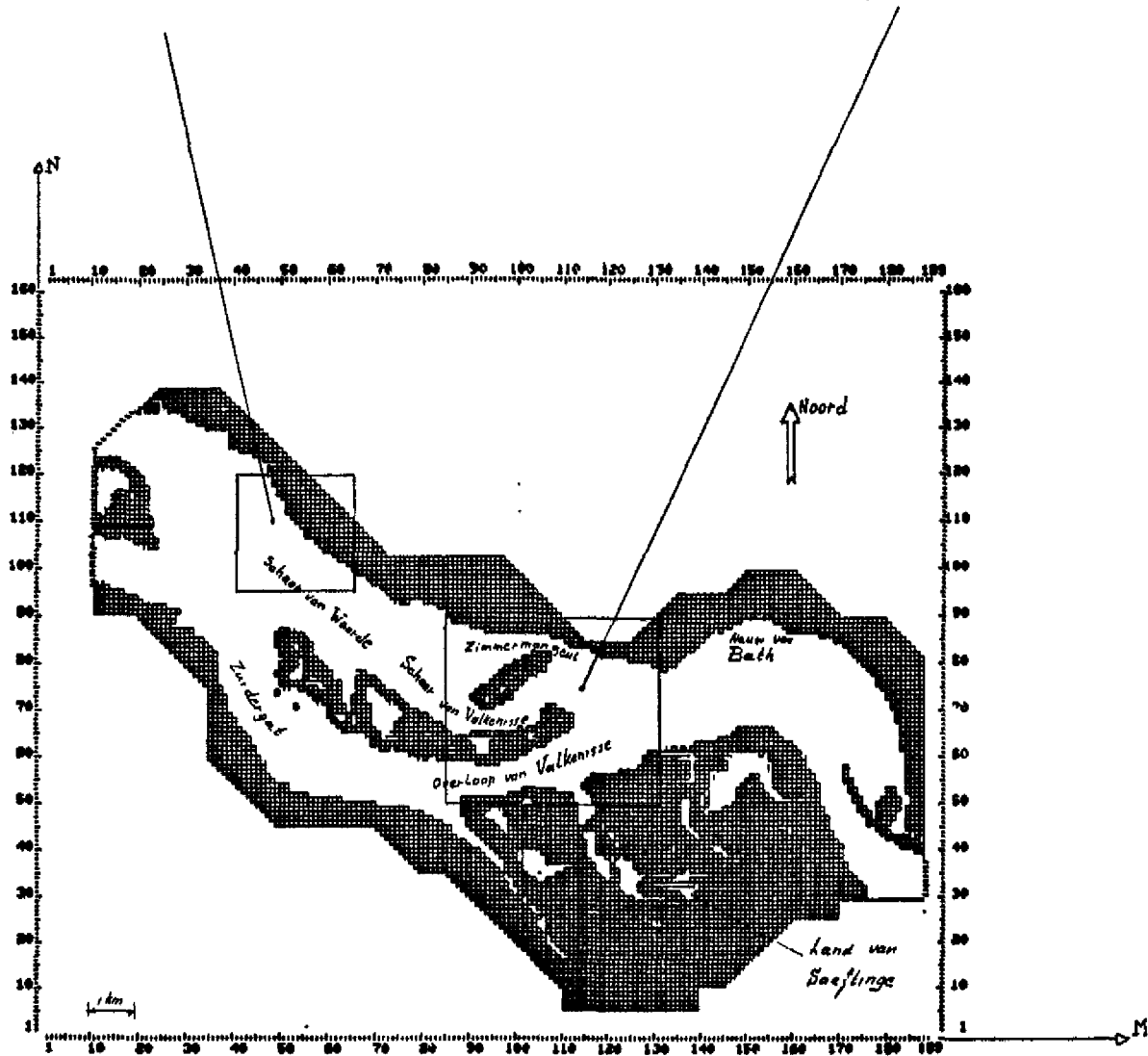
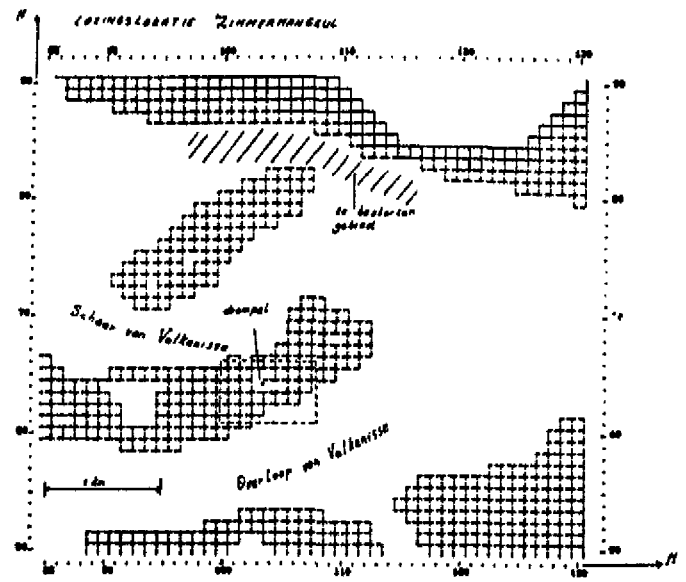
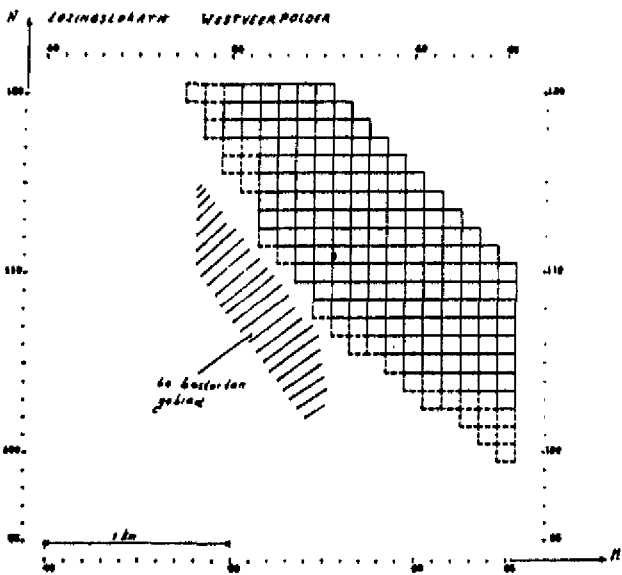


**TOELICHTING**

- MINSTE DIEPTE IN OM ONDER N A P
- SITUATIES 1951-1973 NAAR BEBEVENS  
LOOMDEN STUDIEDIENST VLASSHEEN  
(SCHAAL 1:40000)
- ① 1e DREMPELGEUL
- ② 2e DREMPELGEUL
- ③ 3e DREMPELGEUL

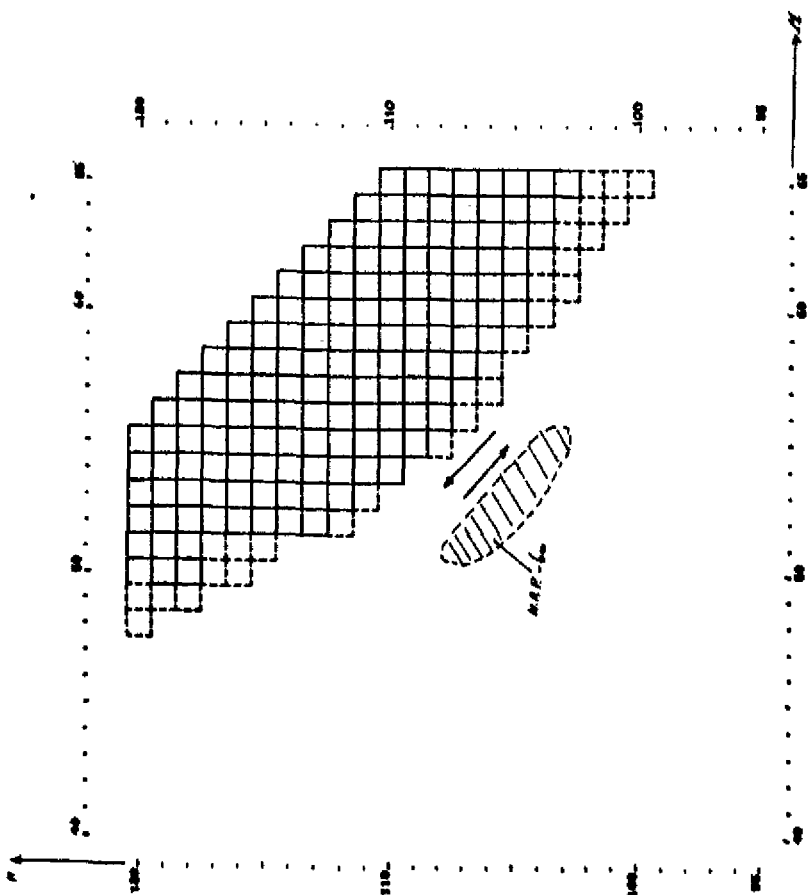
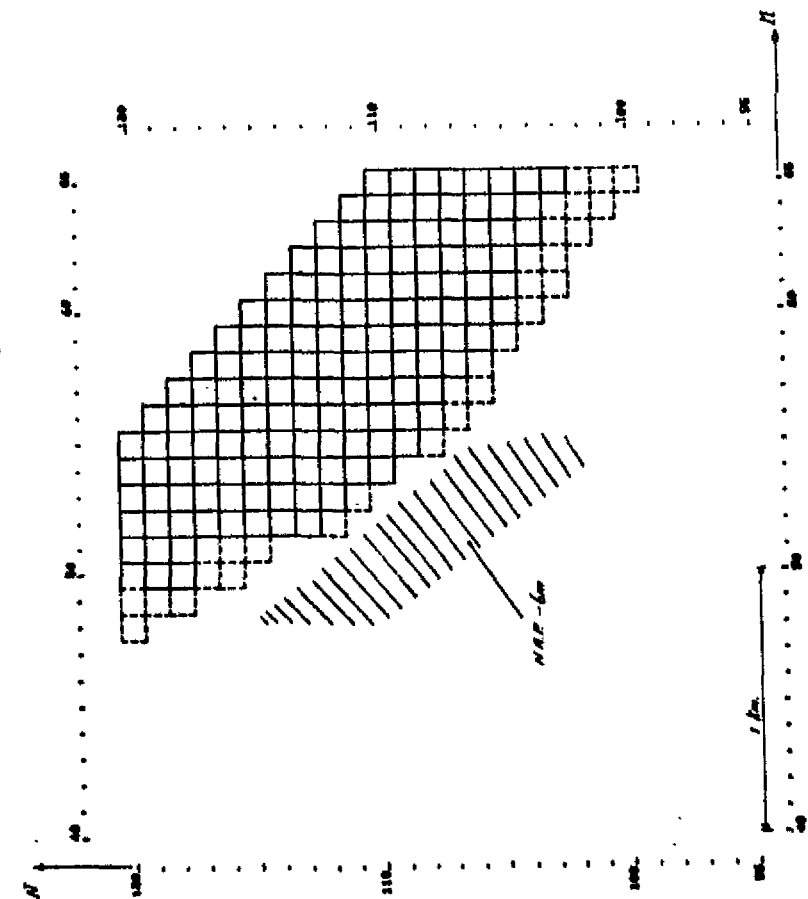
**DIEPTELIJNEN**

LINN VAN N.A.P. + 20 CM	
---	- 40 CM
---	- 25 CM
---	- 50 CM
---	- 75 CM
---	- 100 CM
---	- 125 CM
---	- 150 CM
---	- 175 CM
---	- 200 CM
---	- 225 CM
---	- 250 CM



overzicht lozingslokaties

Bijlage II

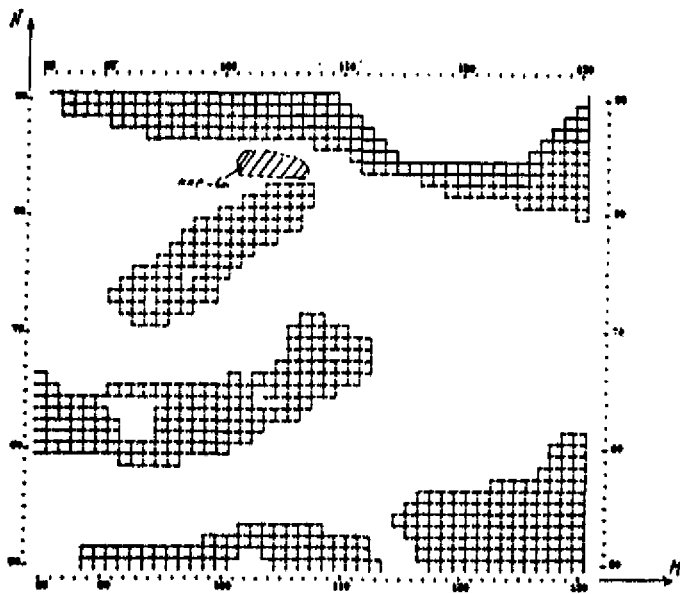


SIMULATIE 2B, 2C, 3B EN 3C

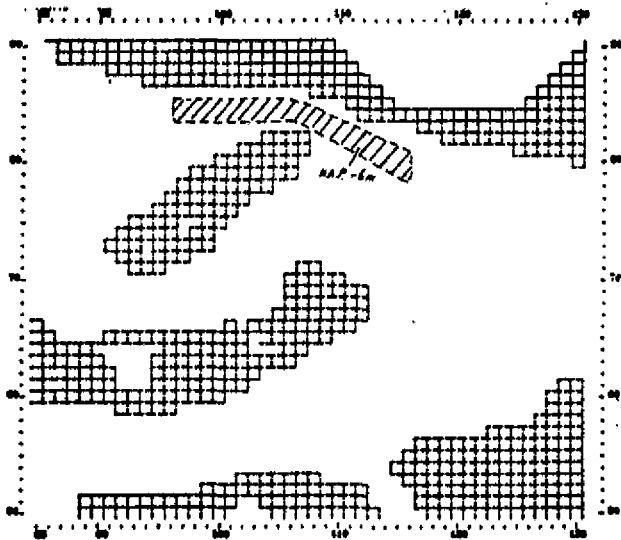
SIMULATIE 2A

OVERZICHT SIMULATIES M.B.T.  
LOKATIE WESTVEERPOLDER

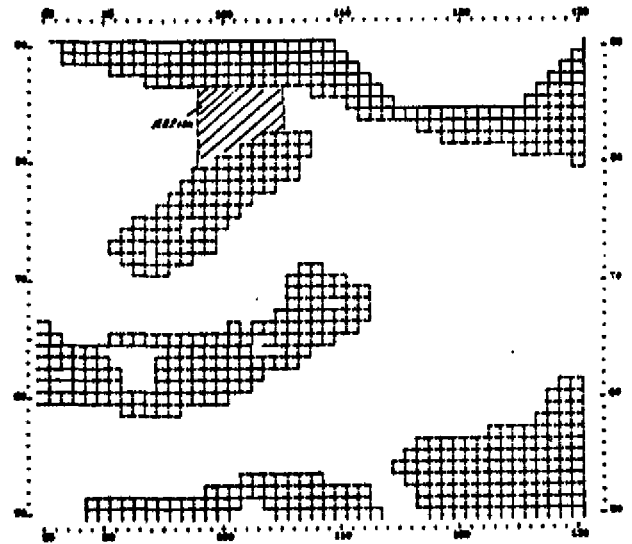
OVERZICHT SIMULATIES M.B.T.  
LOKATIE ZIMMERMANGEUL



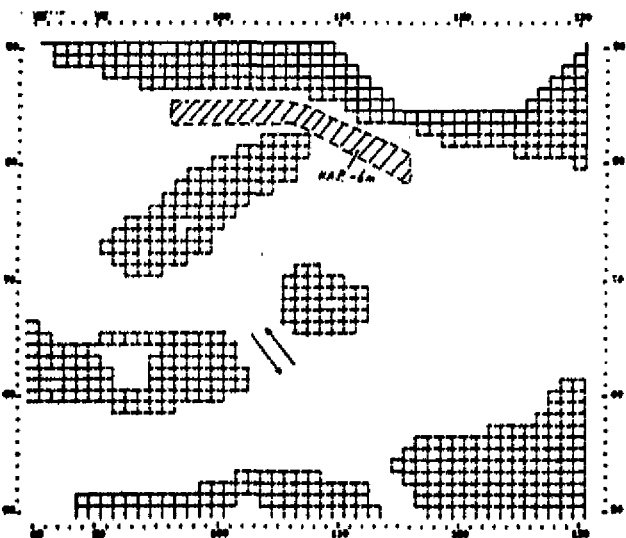
SIMULATIE 2A



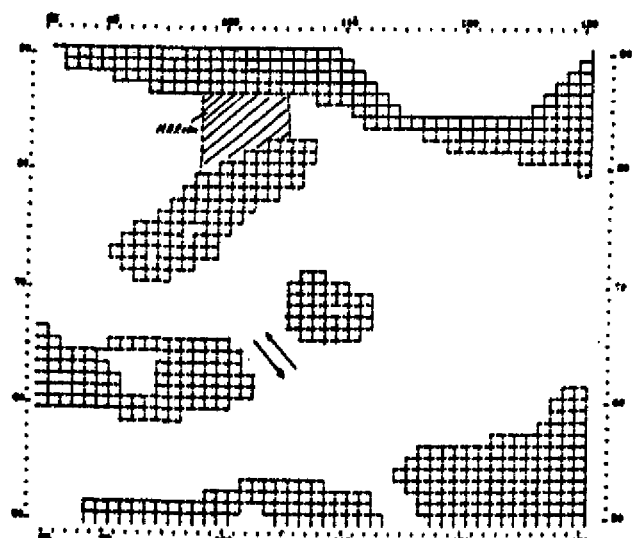
SIMULATIE 2B



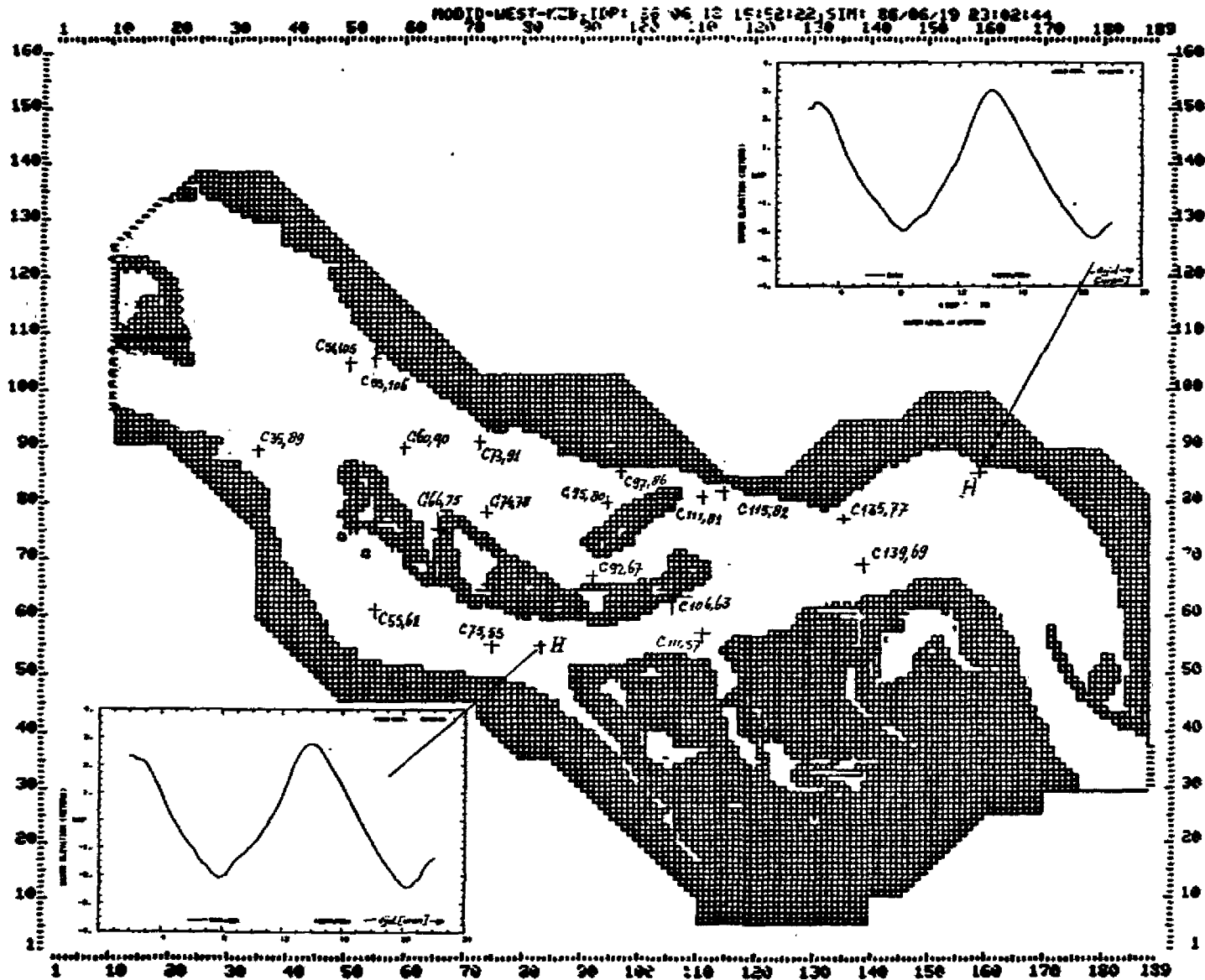
SIMULATIE 2C



SIMULATIE 3B

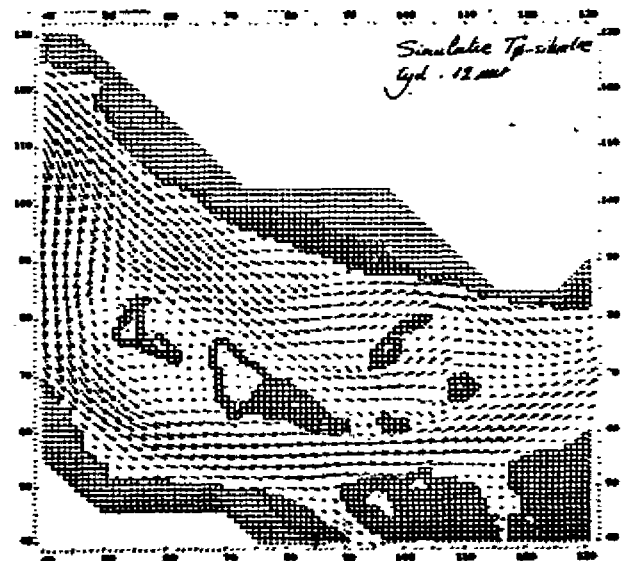
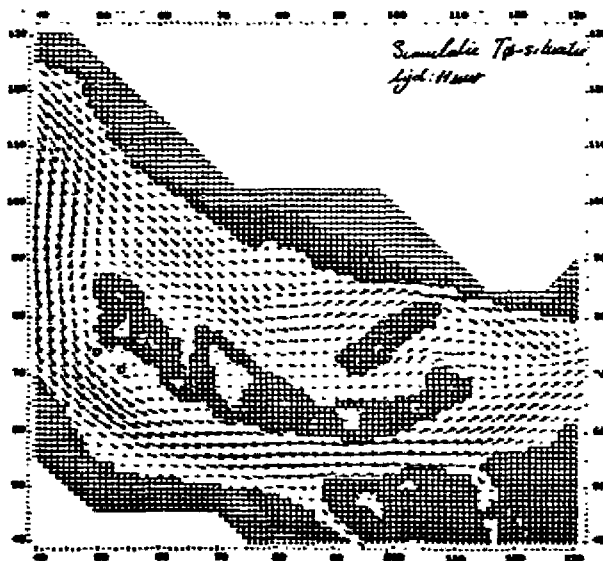
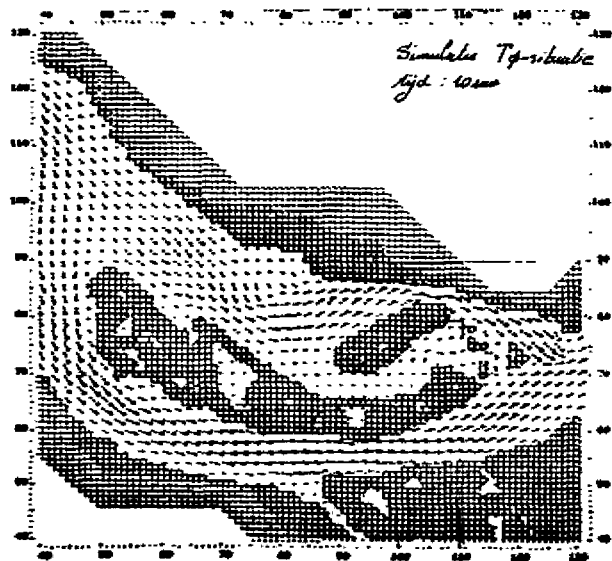
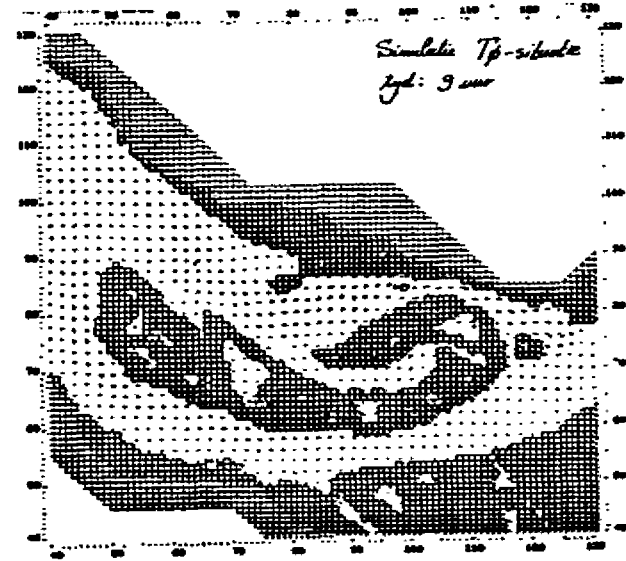
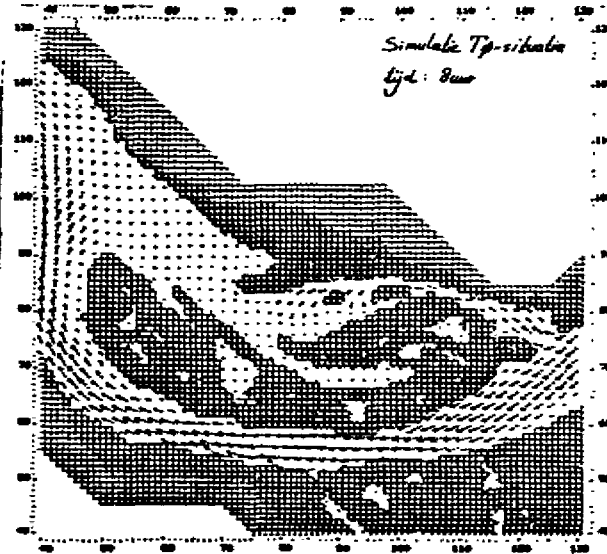
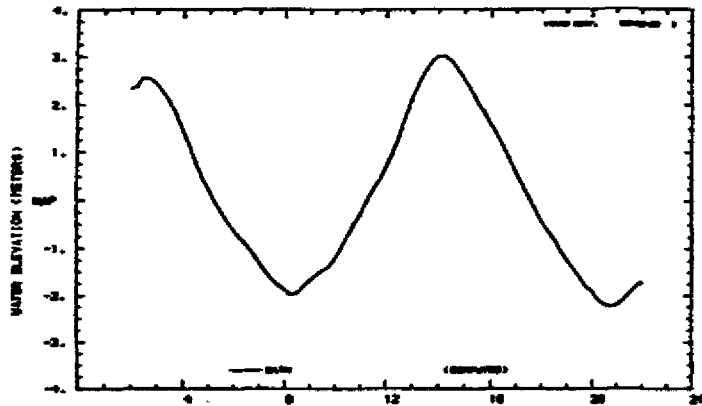


SIMULATIE 3C

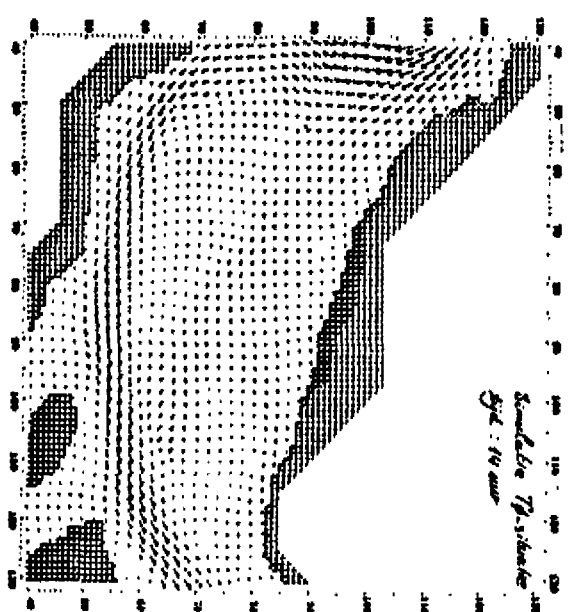
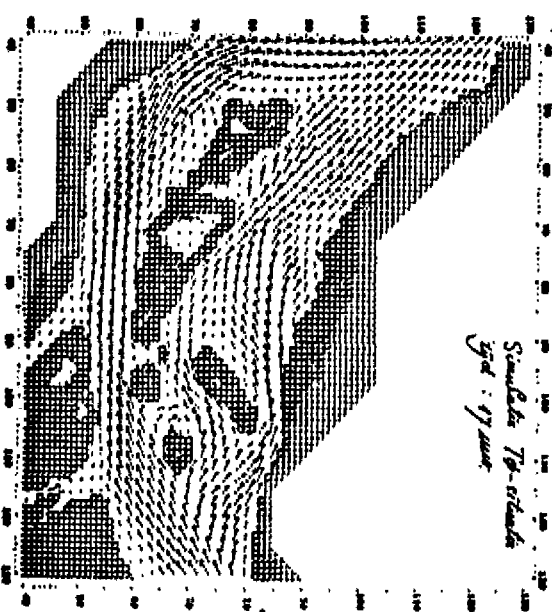
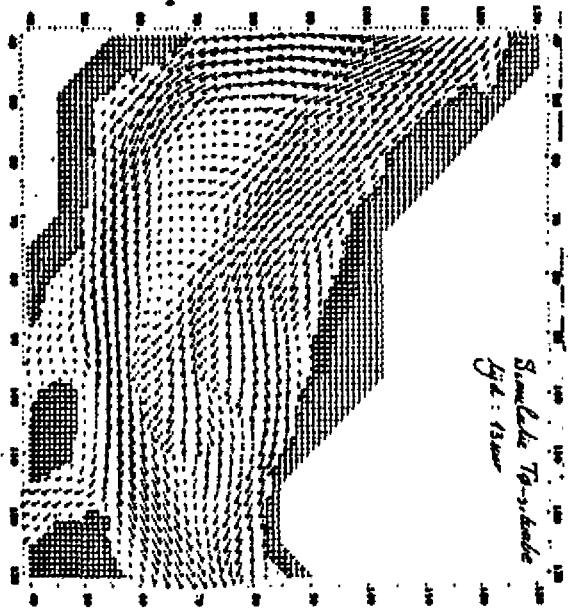
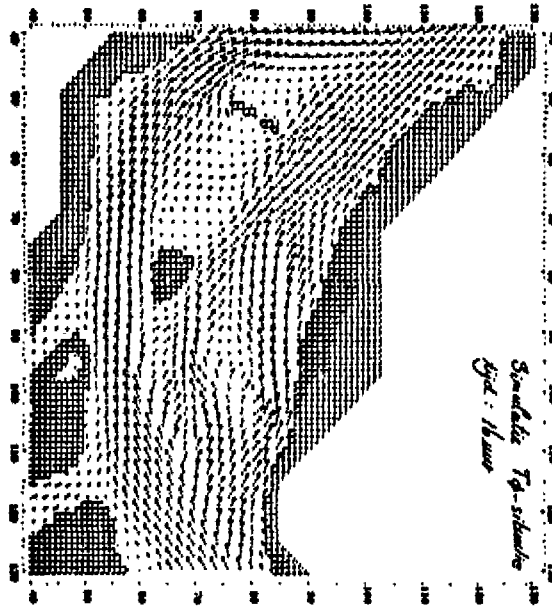
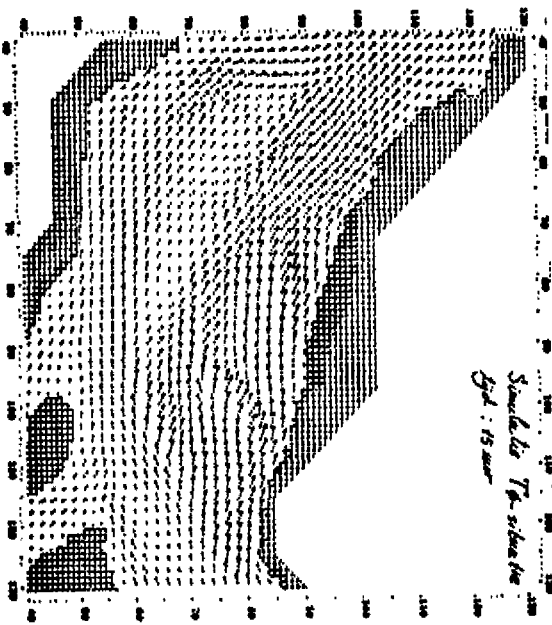
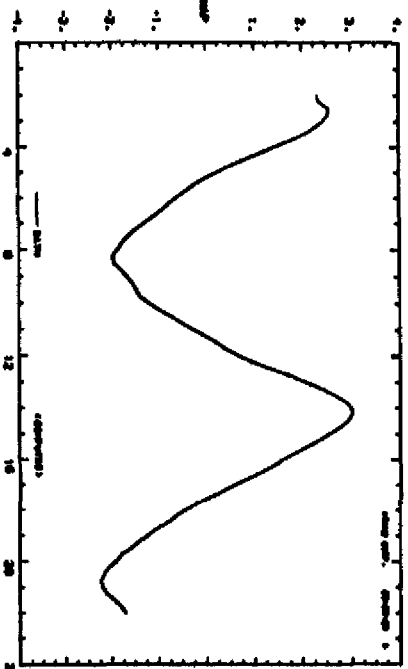


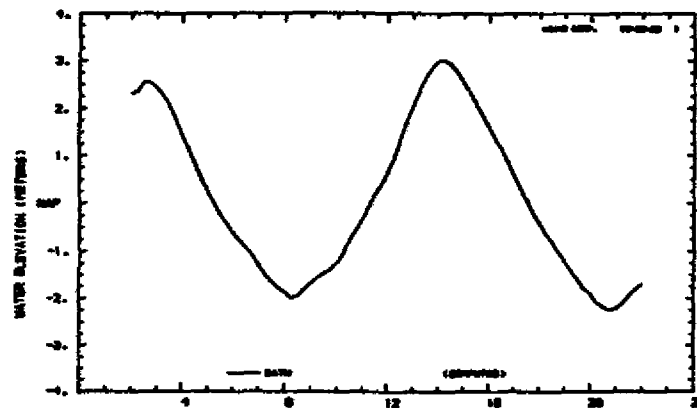
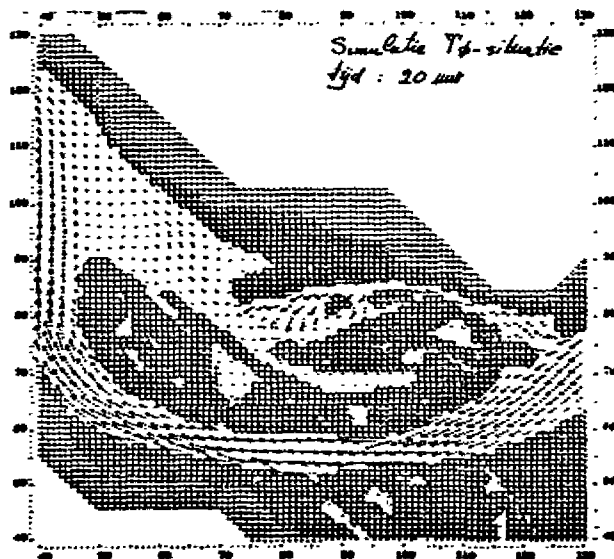
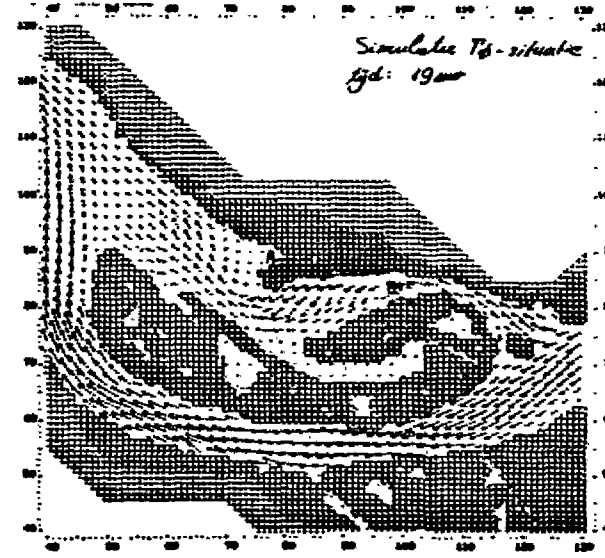
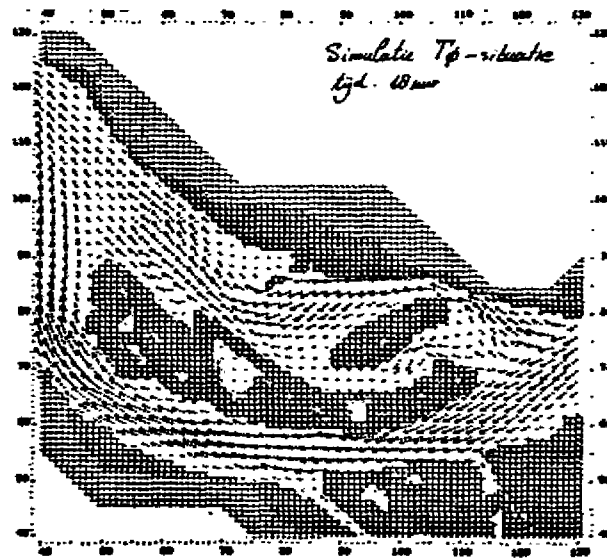
OVERZICHT SNELHEIDS- EN  
WATERSTANDSPUNTEN

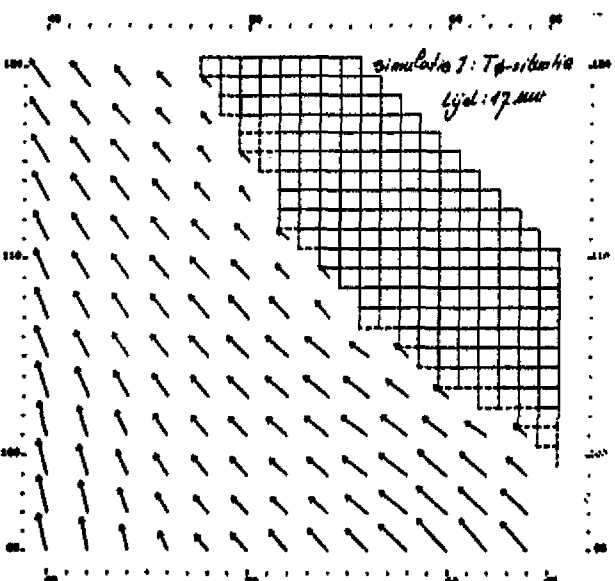
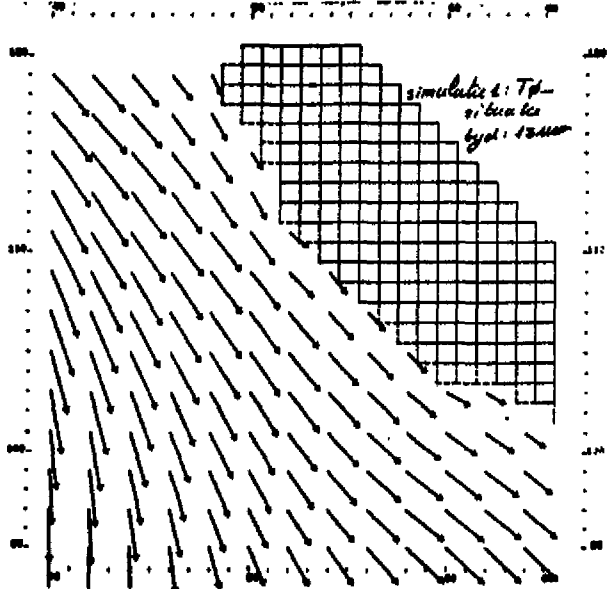
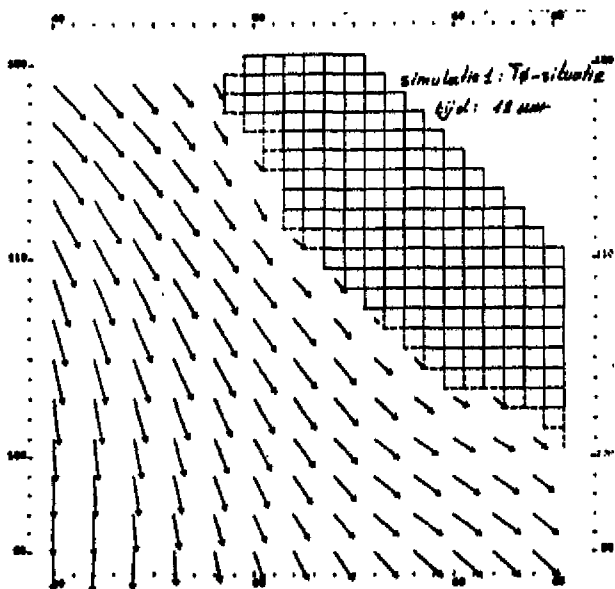
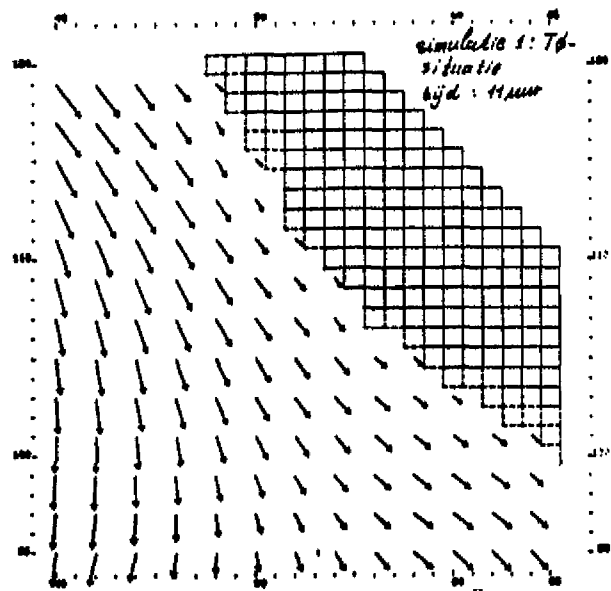
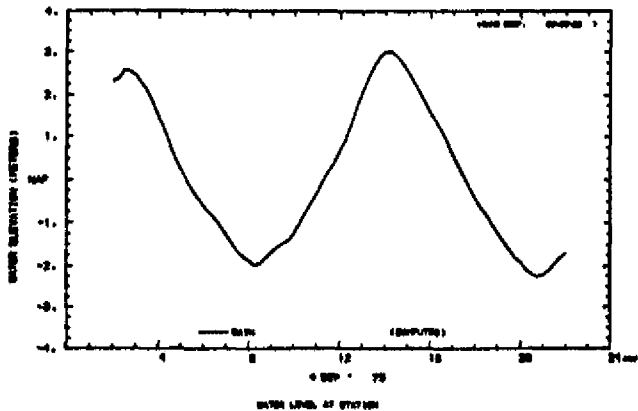




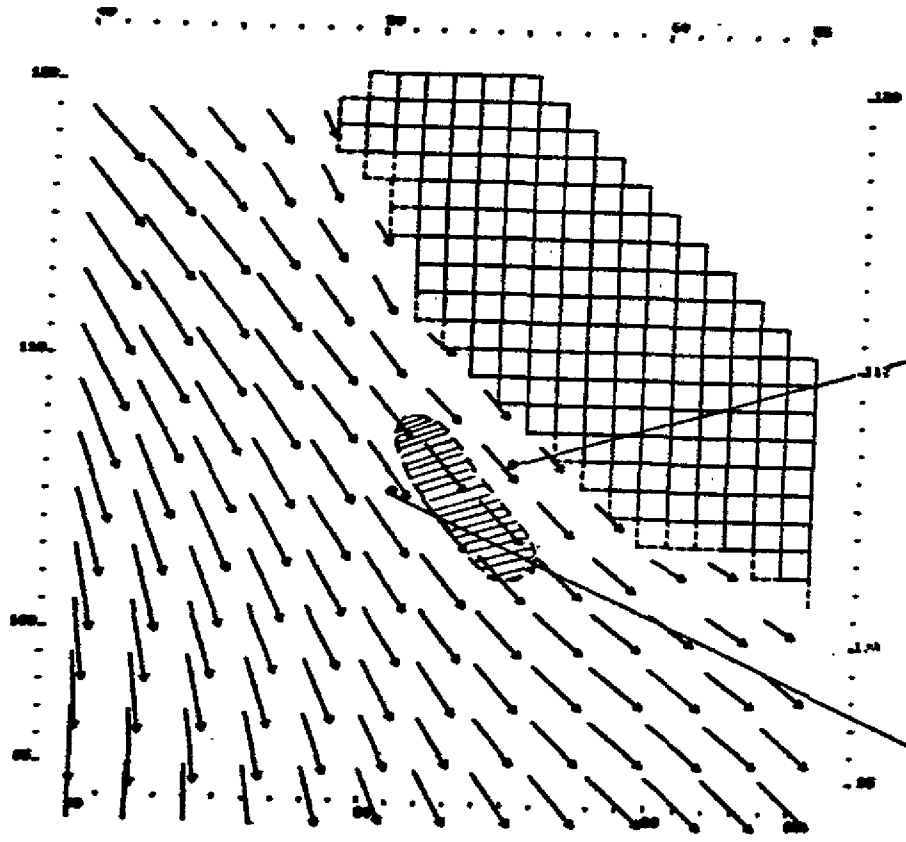
WATER ELEVATION (METERS)



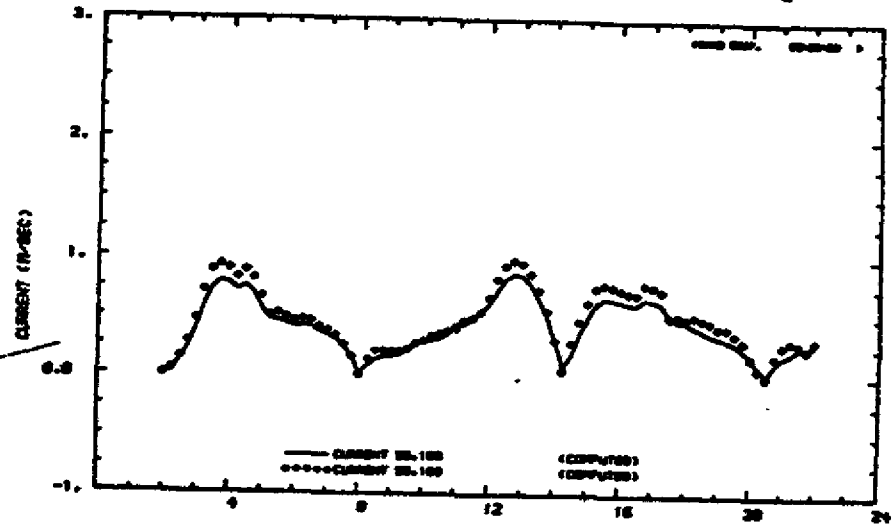




STROMINGSPATRONEN T0-SITUATIE T.P.V.  
LOKATIE WESTVEERPOLDER



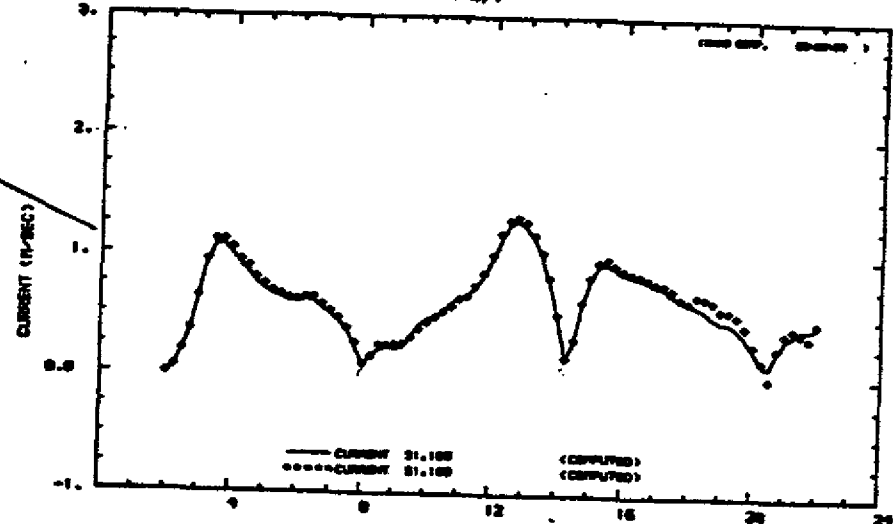
SIMULATIE 2A



snelheidsverloop t.p.v. C55,106

— simulatie 1 (T0-situatie)

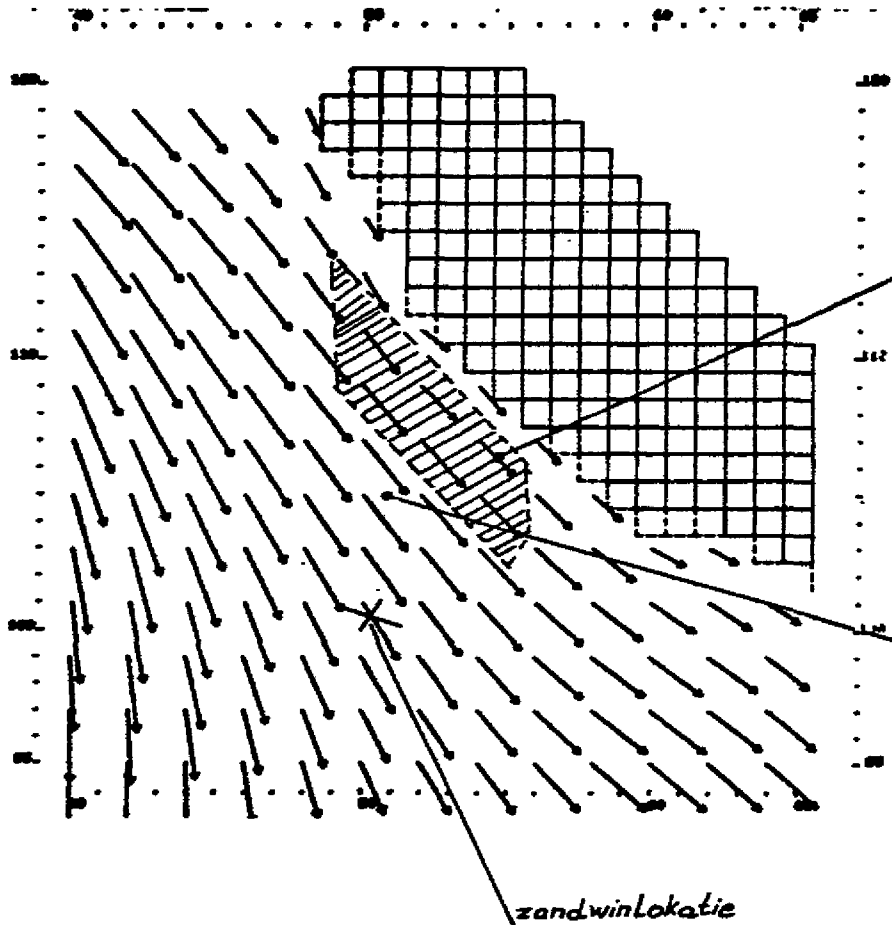
.... simulatie 2A



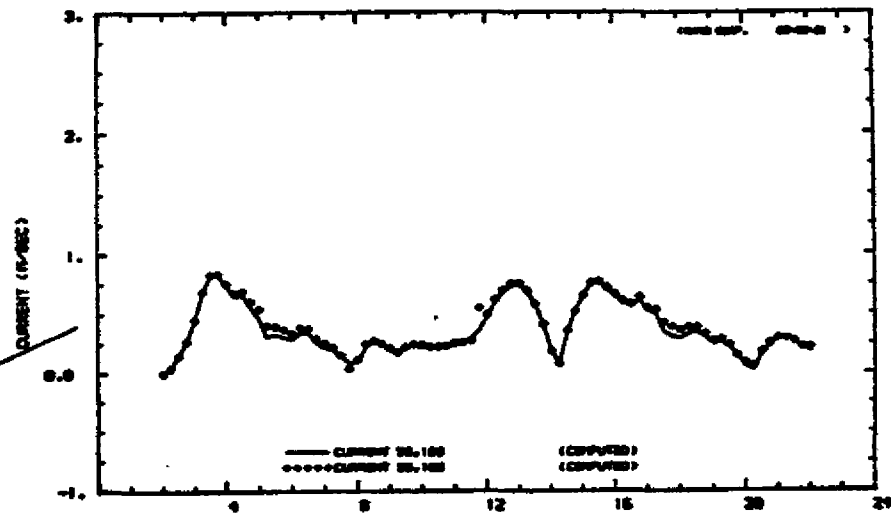
snelheidsverloop t.p.v. C51,105

— simulatie 1 (T0-situatie)

.... simulatie 2A



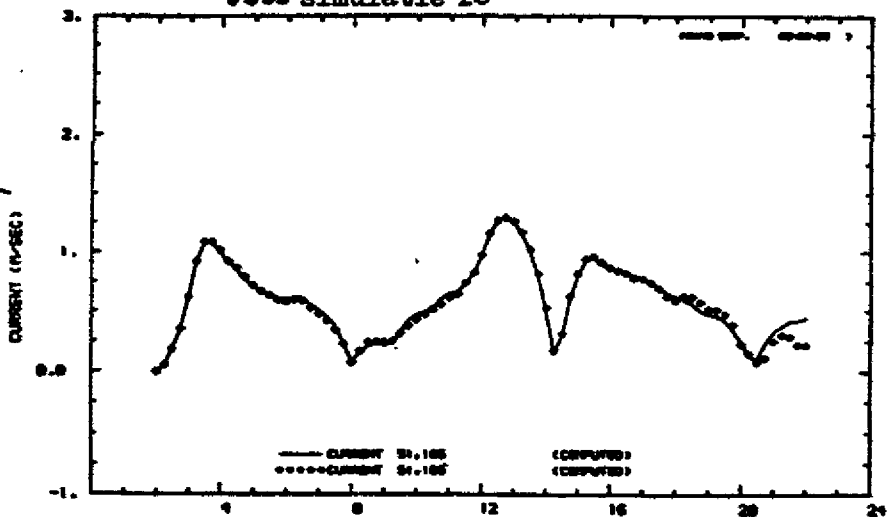
SIMULATIE 2B



snelheidsverloop t.p.v. C55,106

— simulatie 1 (T0-situatie)

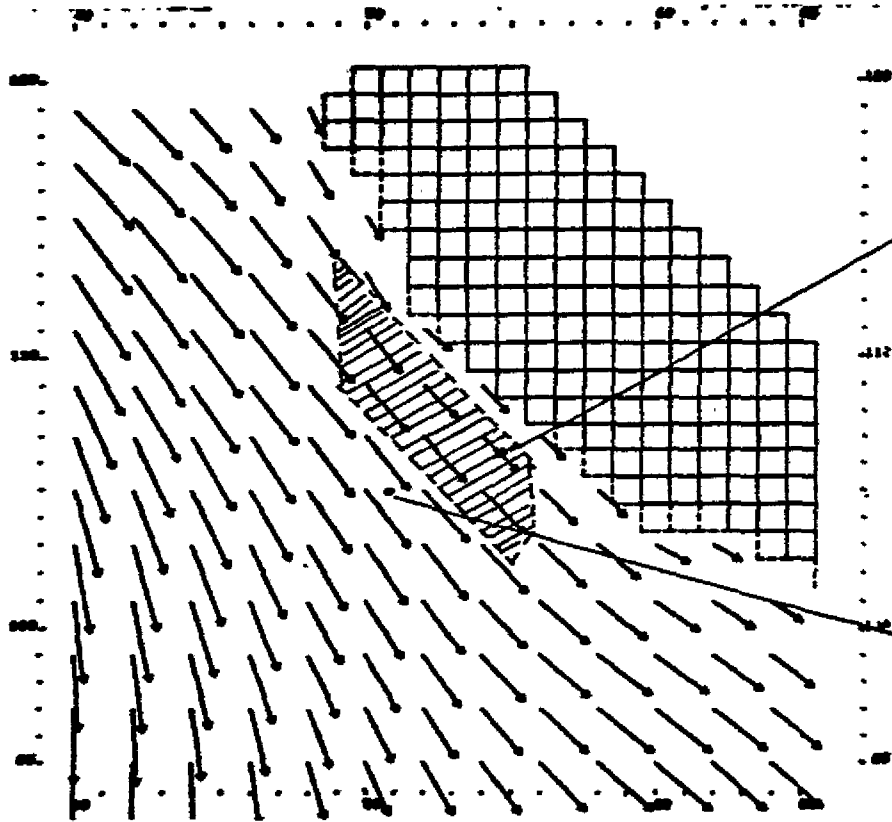
.... simulatie 2B



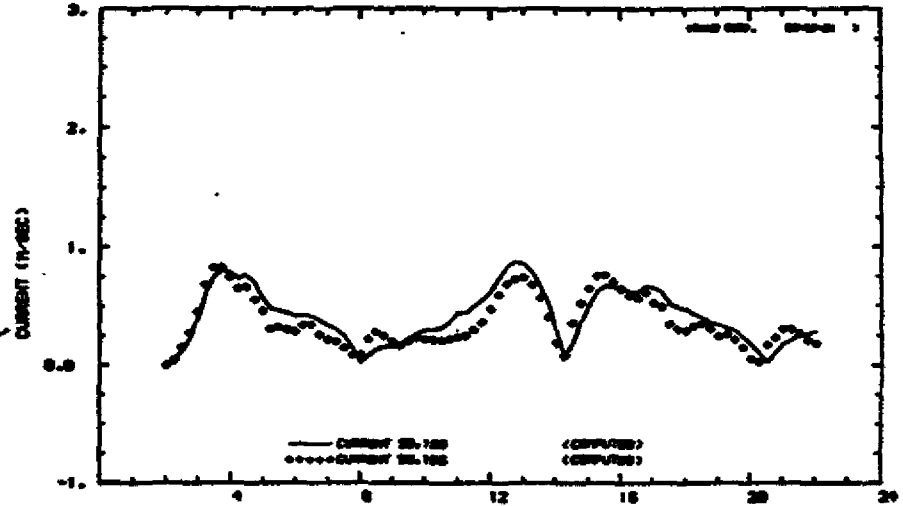
snelheidsverloop t.p.v. C51,105

— simulatie 1 (T0-situatie)

.... simulatie 2B



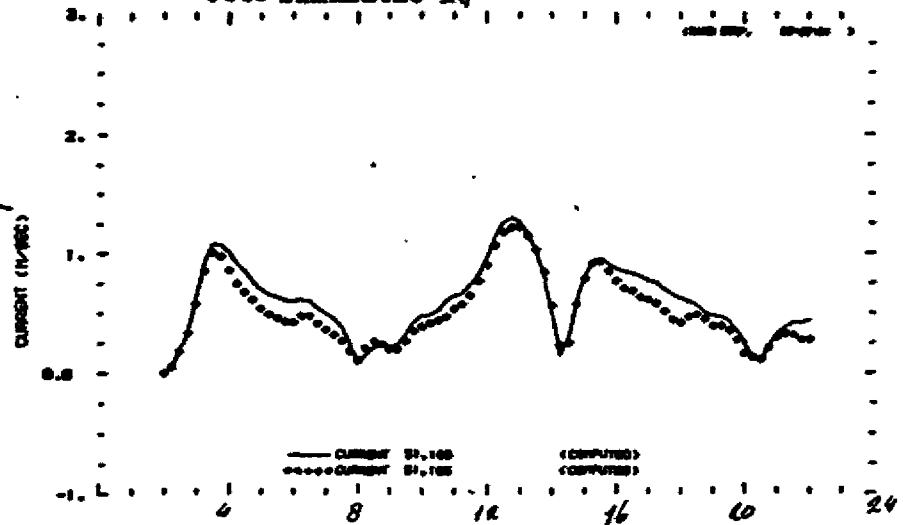
SIMULATIE 2C



snelheidsverloop t.p.v. C55,106

— simulatie 1 (TO-situatie)

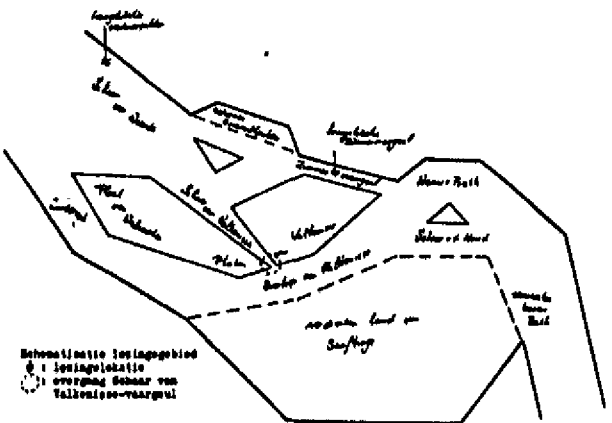
..... simulatie 2C



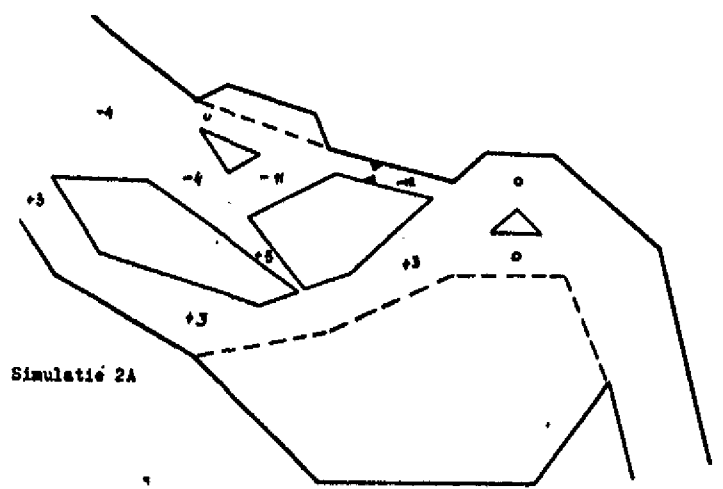
snelheidsverloop t.p.v. C 51,105

— simulatie 1 (TO-situatie)

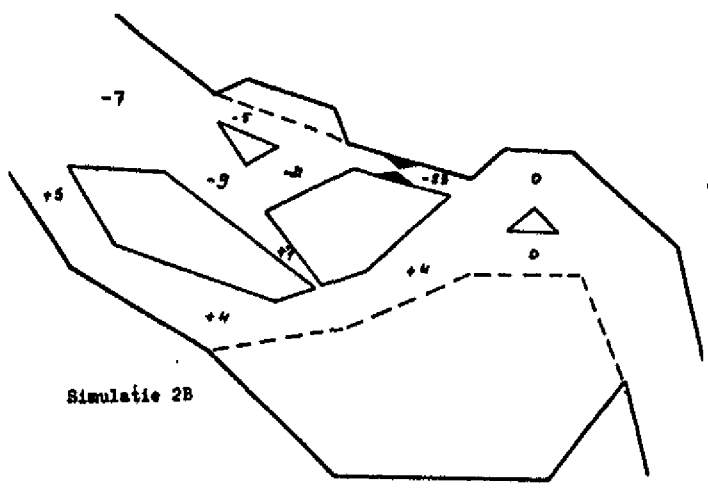
..... simulatie 2C



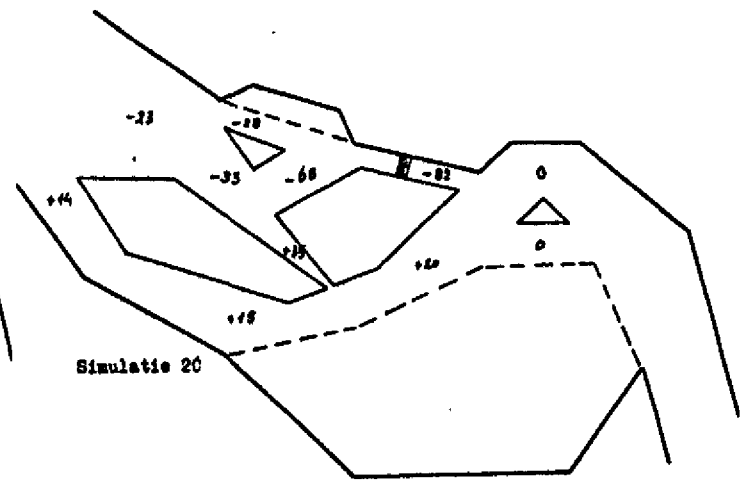
Schematische testgebied  
 ○ testlocatie  
 ○ oorspronkelijke Schouw van Valsbosse-vanargel



Simulatie 2A

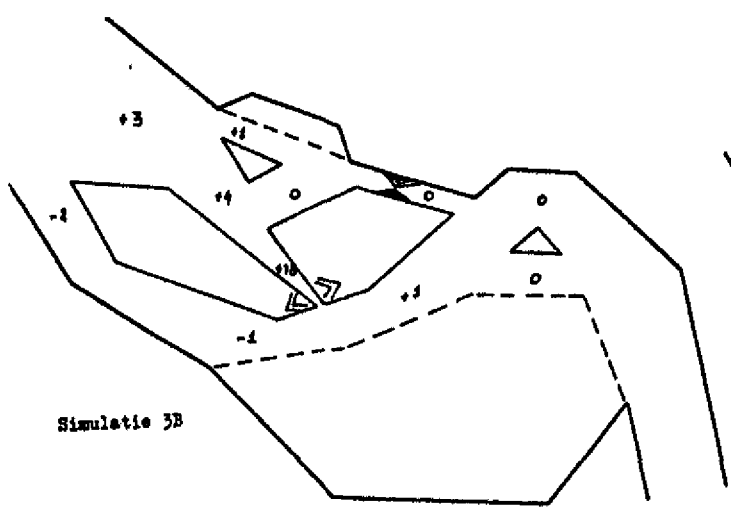


Simulatie 2B

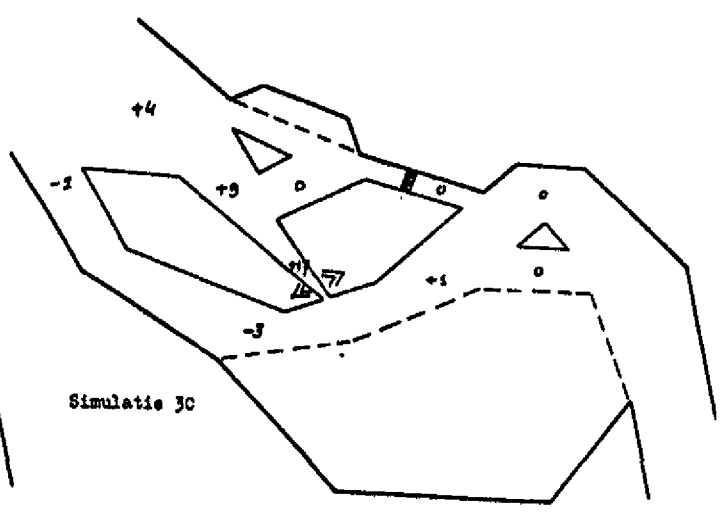


Simulatie 2C

Verandering in getijvolumina  
 in % t.o.v. simulatie 1



Simulatie 3B

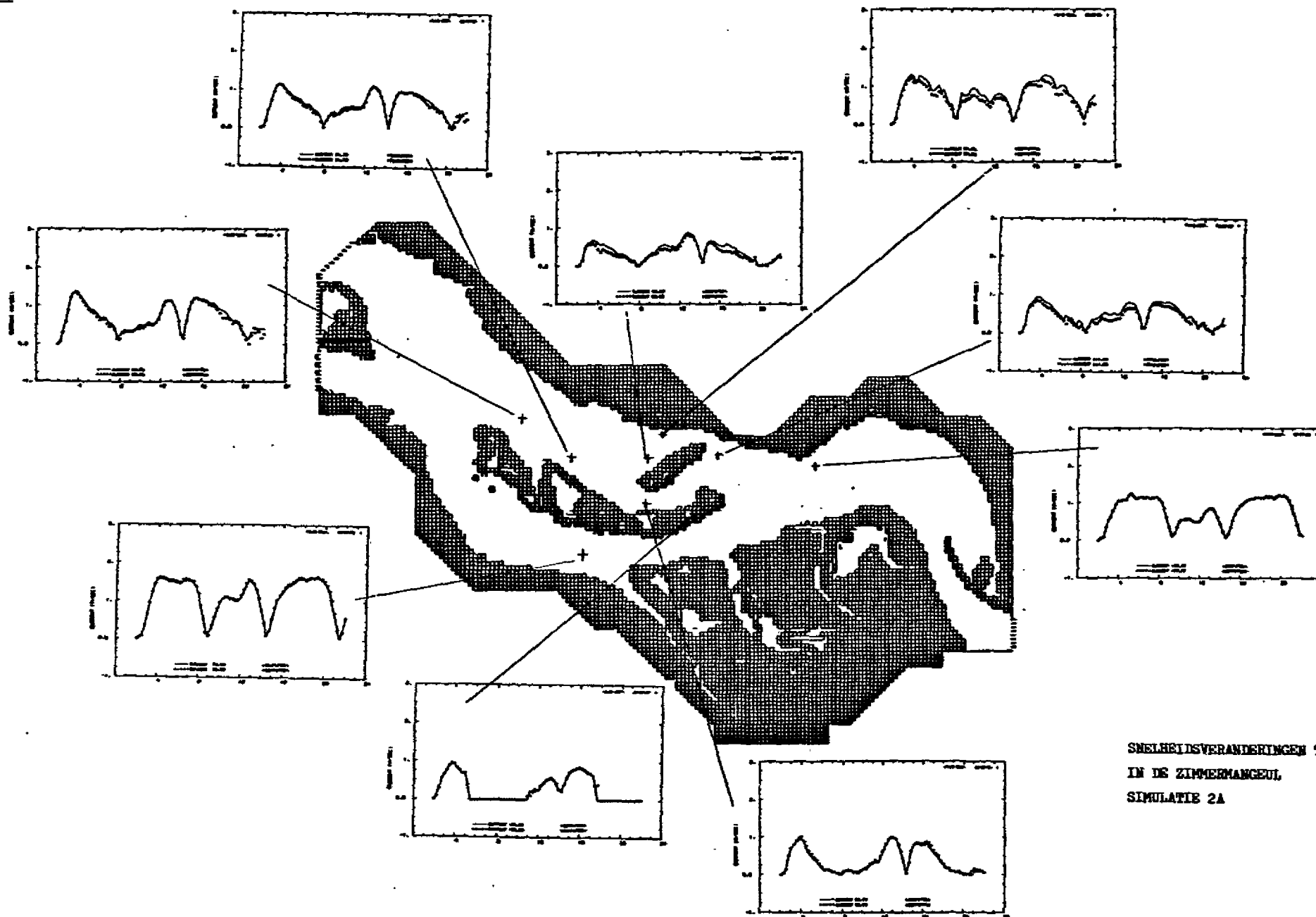


Simulatie 3C

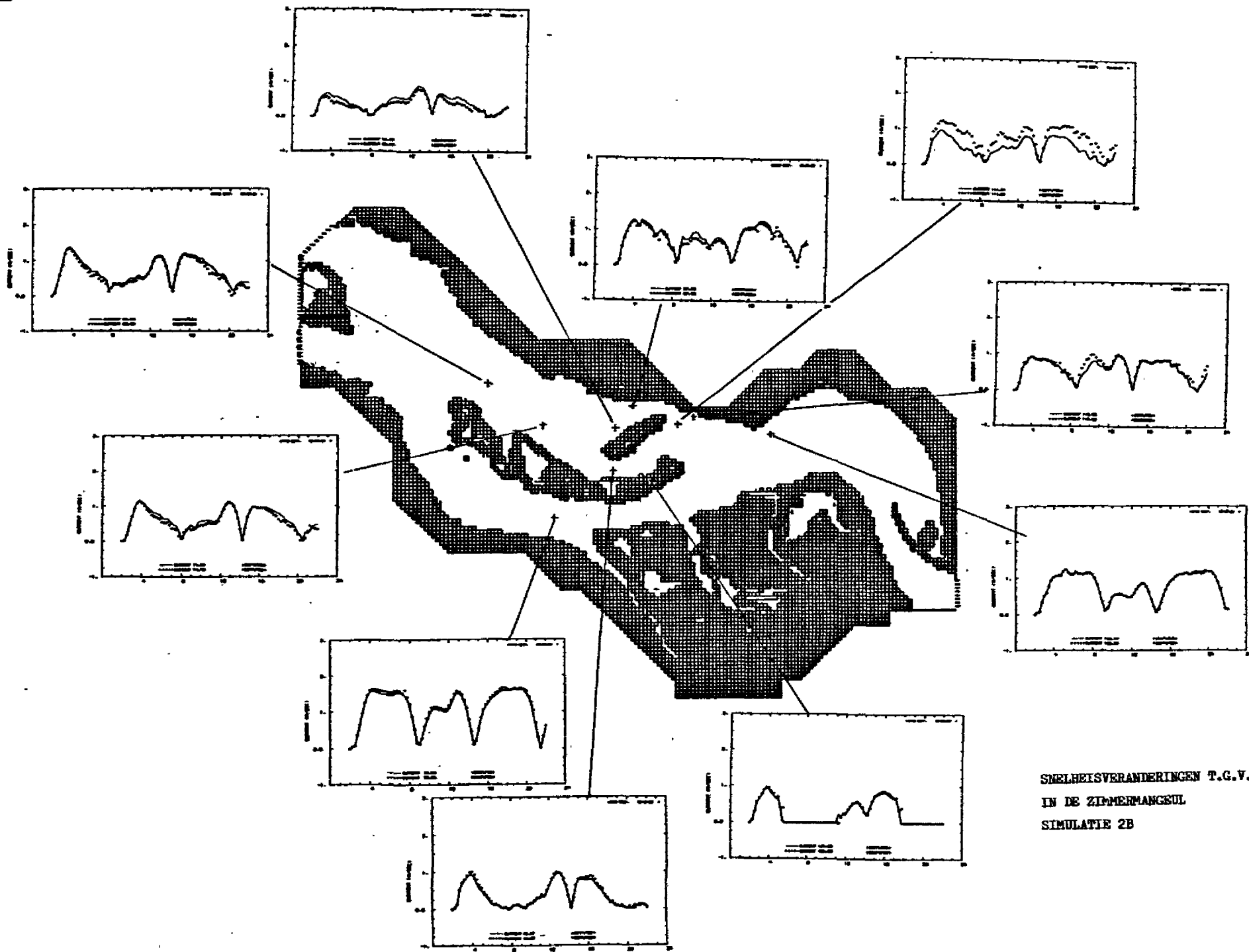
Verandering in getijvolumina  
 in % t.o.v. simulatie 2B

Verandering in getijvolumina  
 in % t.o.v. simulatie 2C

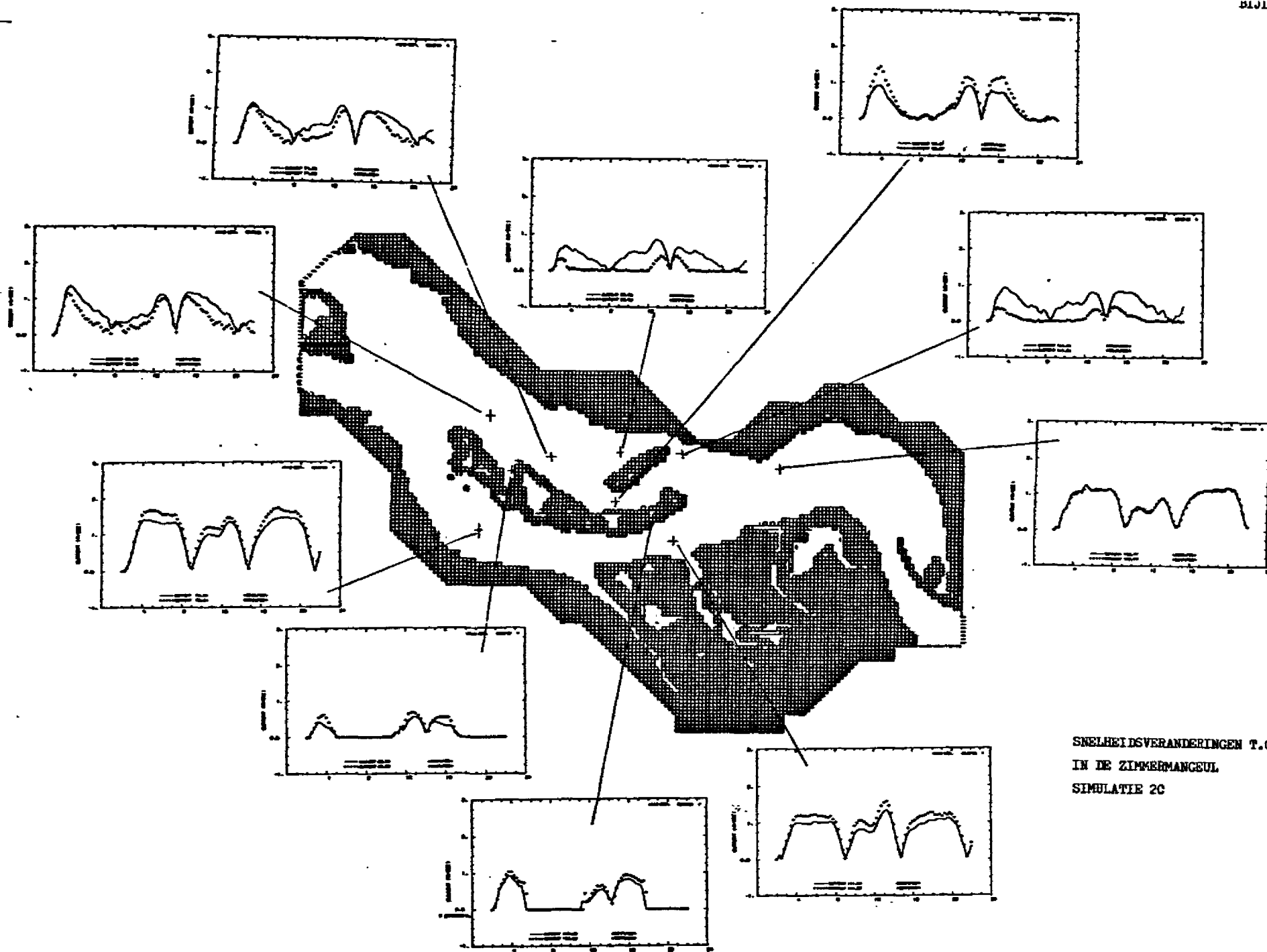




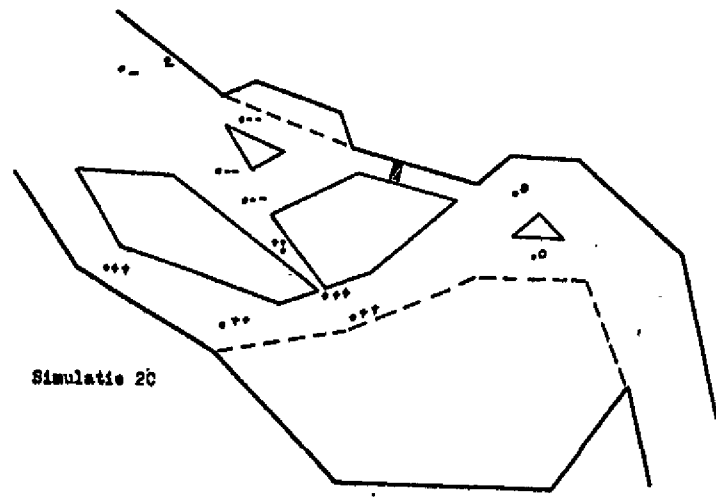
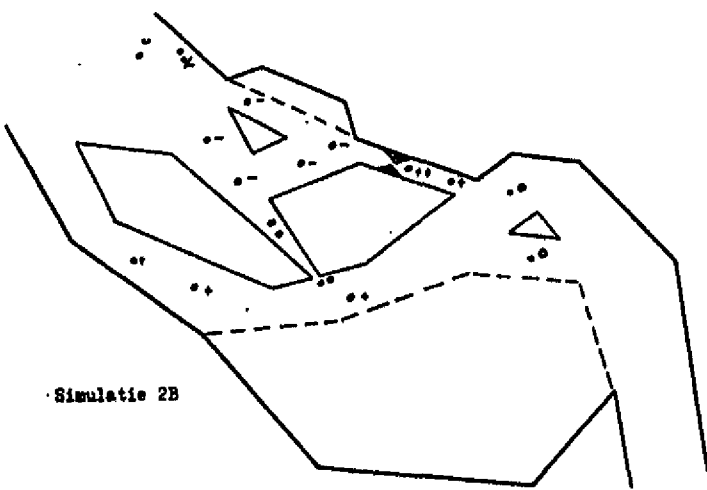
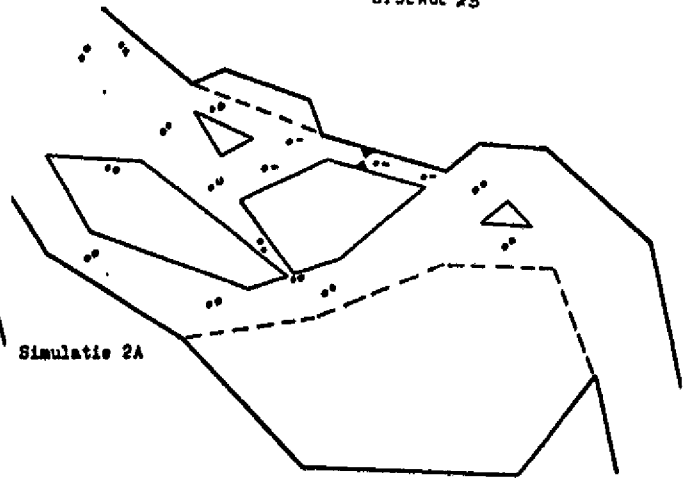
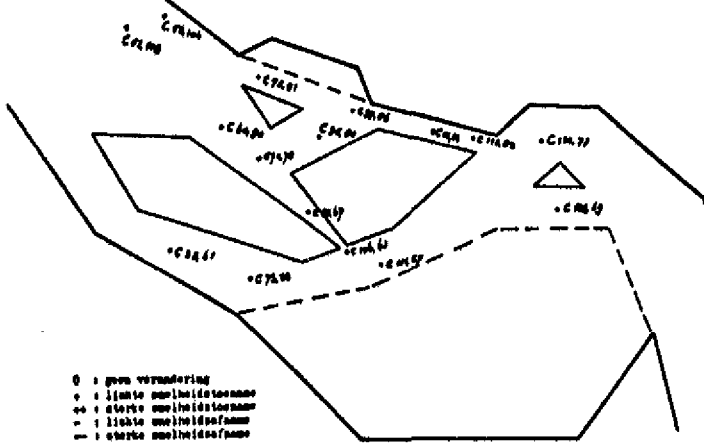
SNELHEIDSVERANDERINGEN T.G.V. LOZING  
IN DE ZIMMERMANGEUL  
SIMULATIE 2A



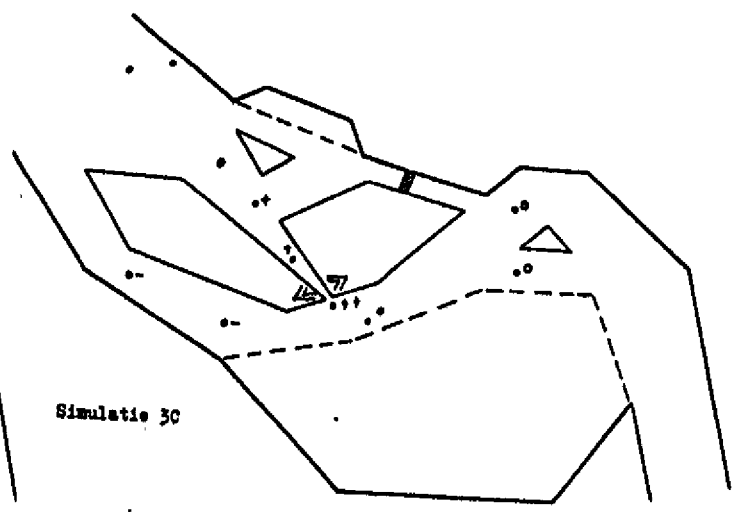
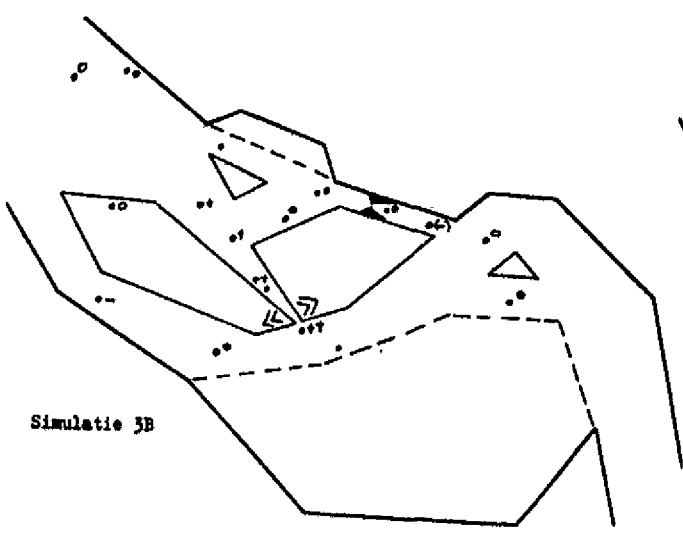
SMELTVERANDERINGEN T.G.V. LOZING  
 IN DE ZIMMERMANGSUL  
 SIMULATIE 2B



SNELHEIDSVERANDERINGEN T.G.V. LOZING  
IN DE ZIMMERMANCEUL  
SIMULATIE 2C

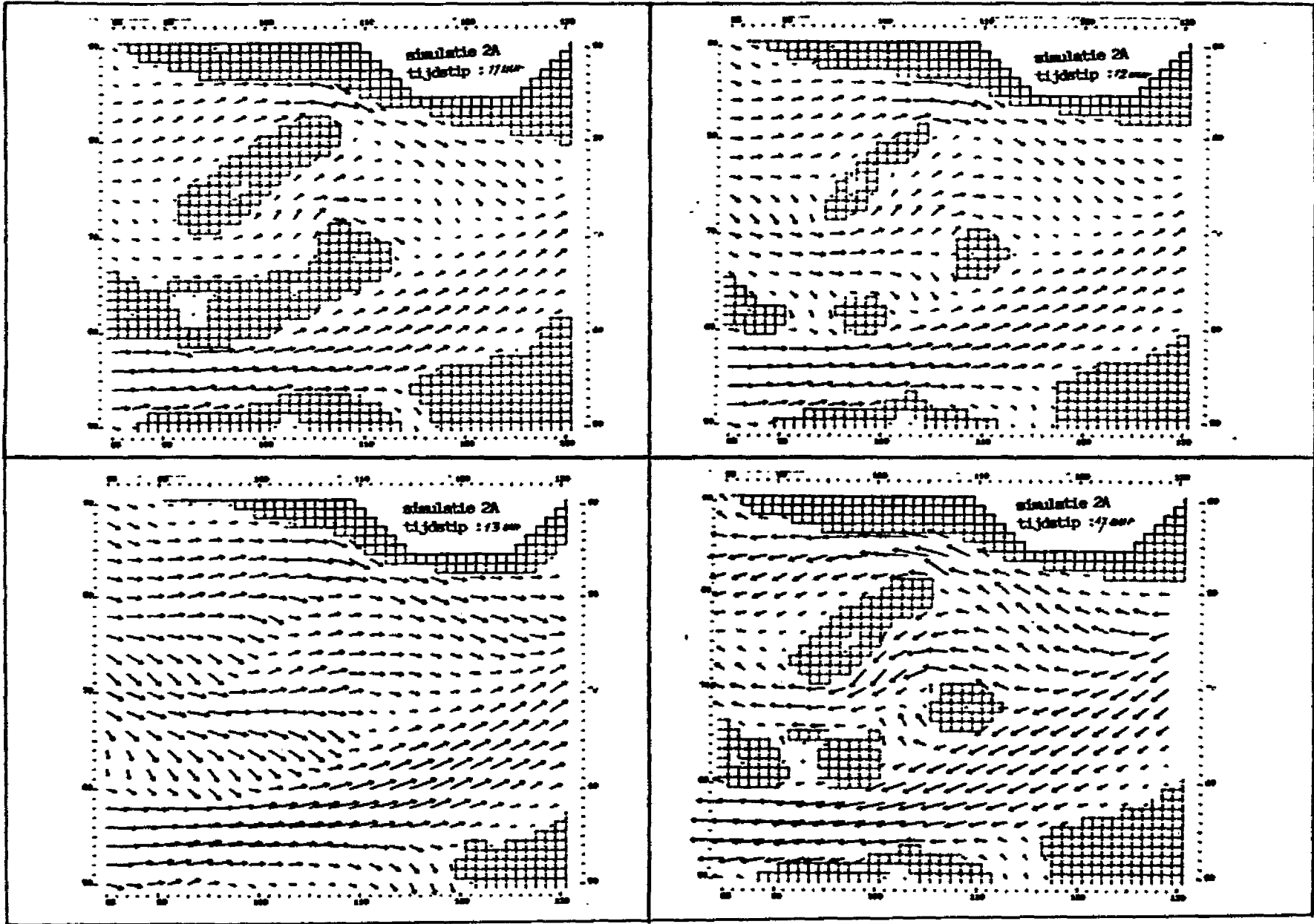


Snelheidsveranderingen  
t.o.v. simulatie 1

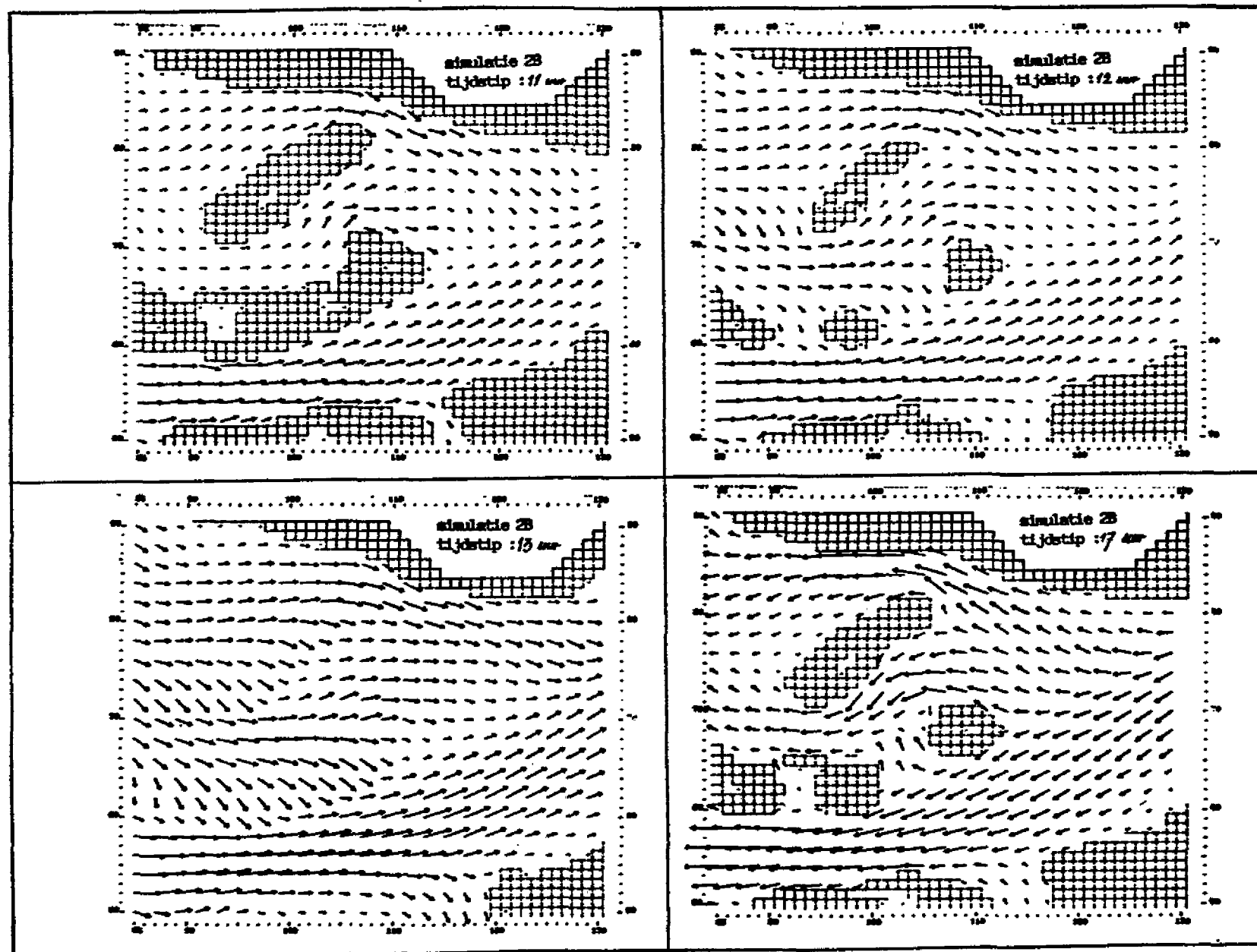


Snelheidsveranderingen  
t.o.v. simulatie 2B

Snelheidsveranderingen  
t.o.v. simulatie 2C

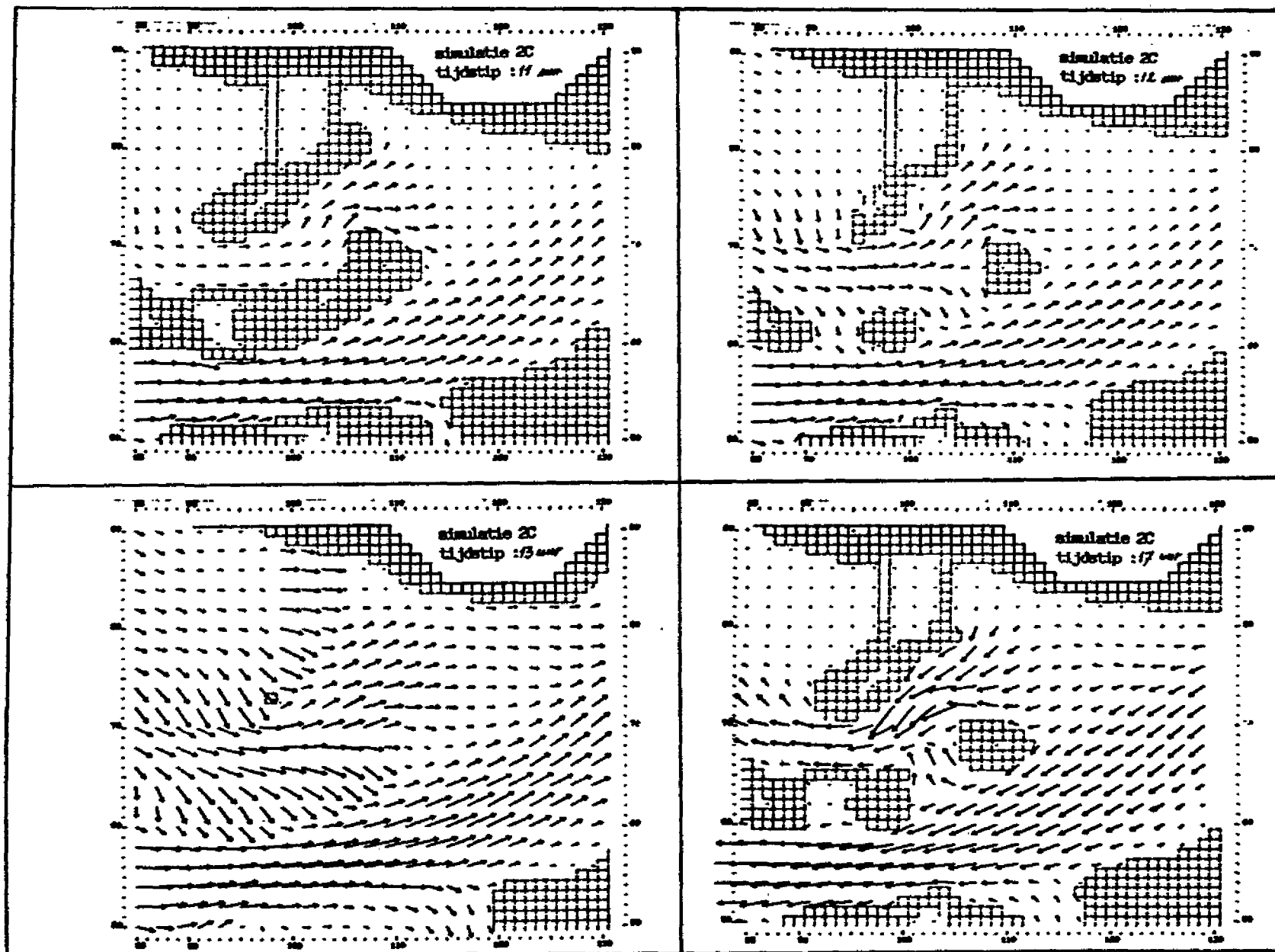


STROOMBEELD GEBIED ZIMMERMANGEUL  
SIMULATIE 2A



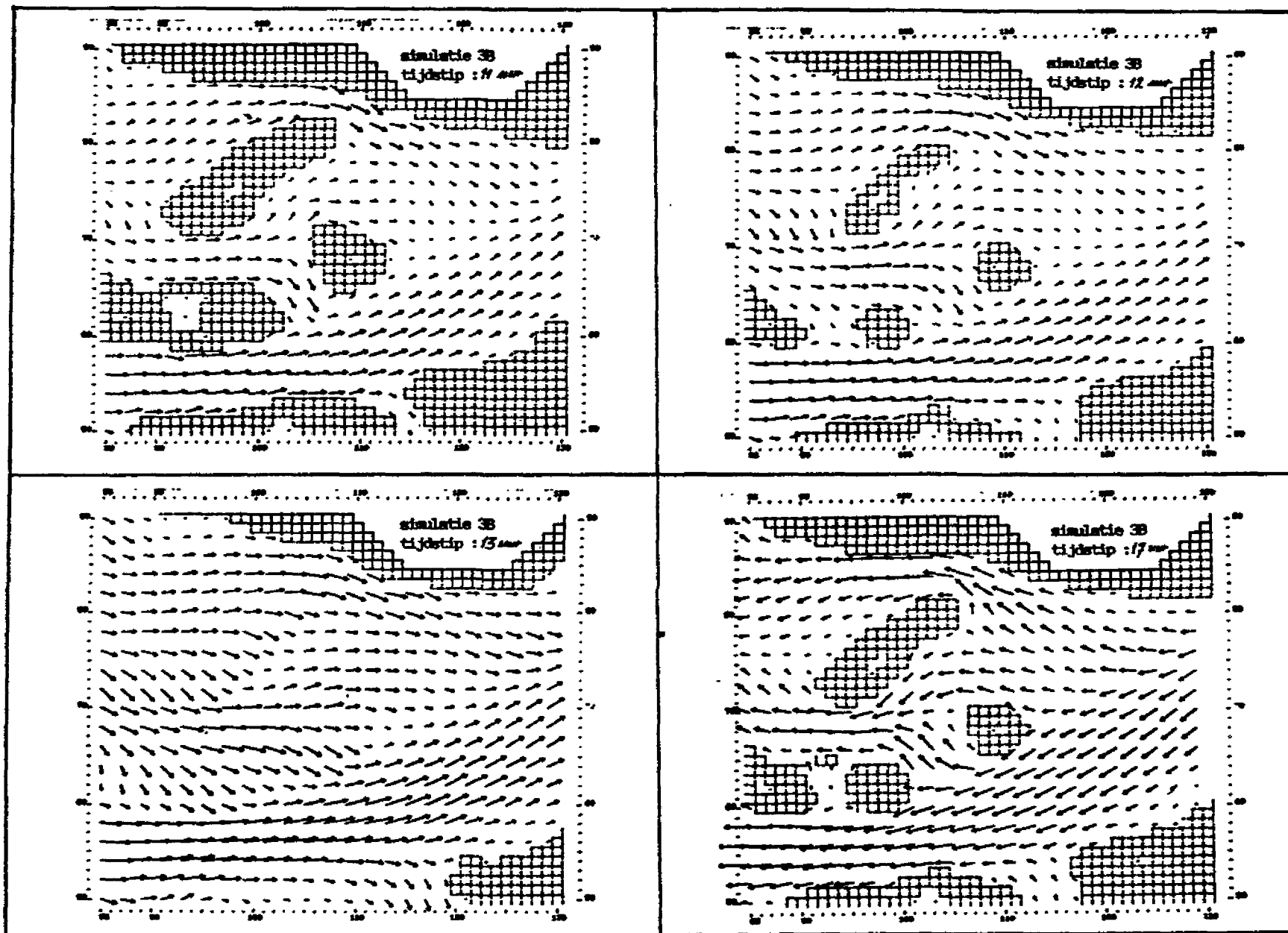
STROOMBEELD GEBIED ZIMMERMANCEUL

SIMULATIE 2B



STROOMBEELD GEBIED ZIMMERMANGEUL

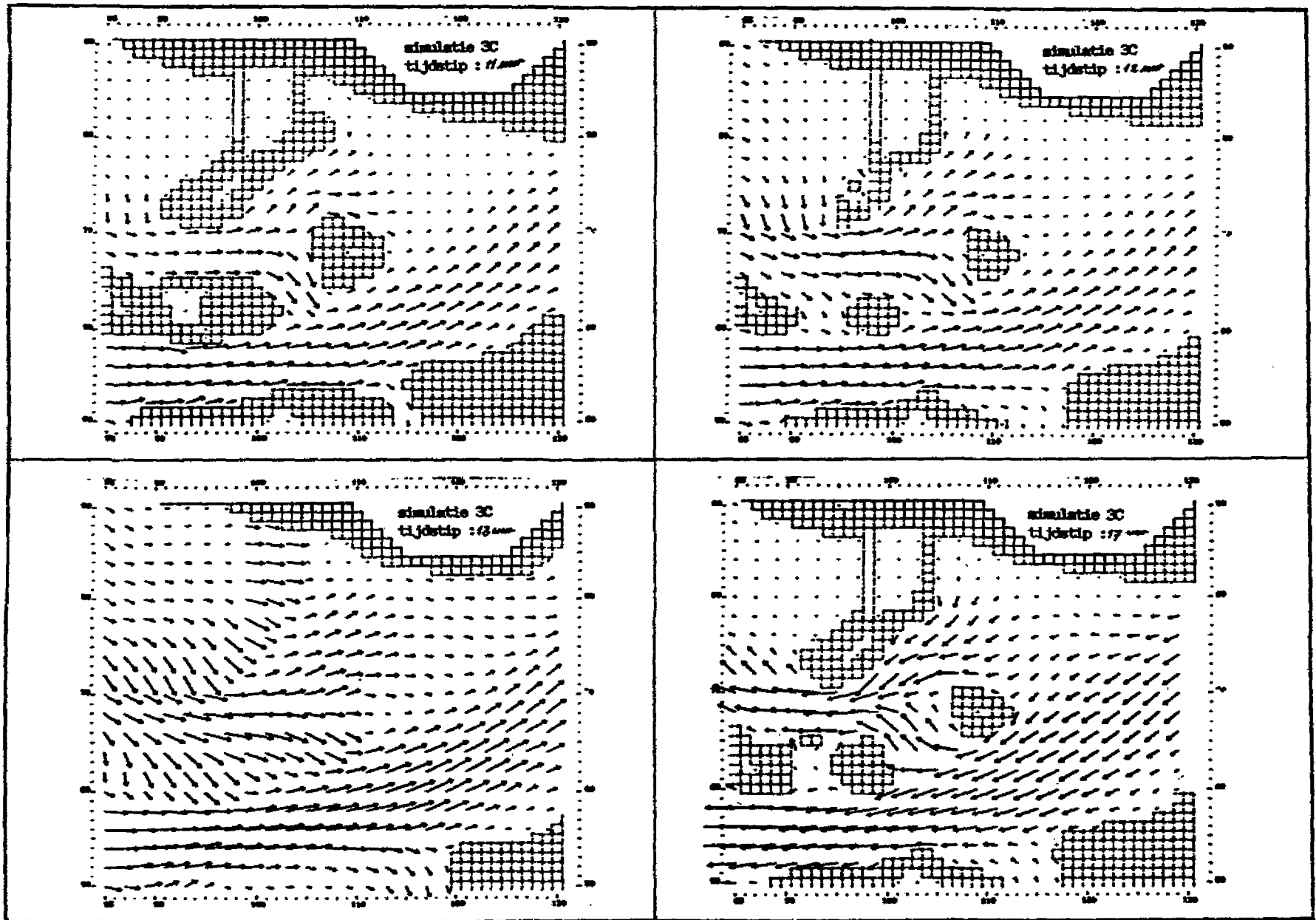
SIMULATIE 2C



STROOMBEELD GEBIED ZIMMERMANGEUL

SIMULATIE 3B



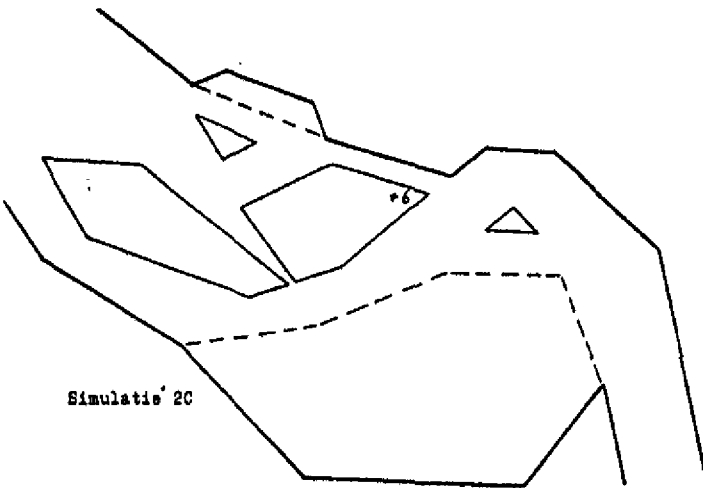
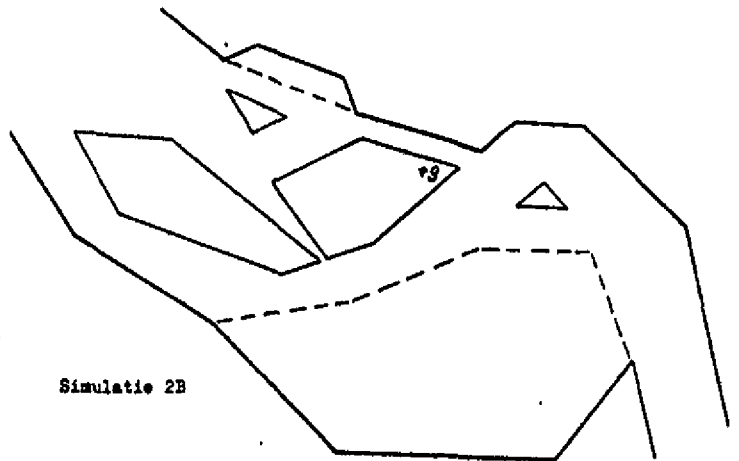
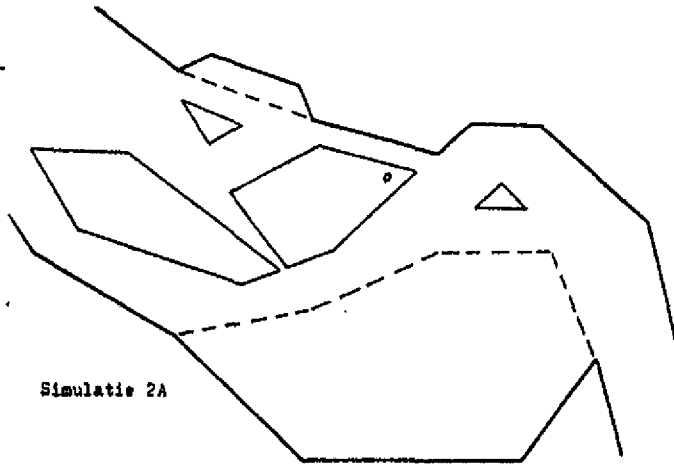


STROOMBEELD GEBIED ZIMMERMANGEUL

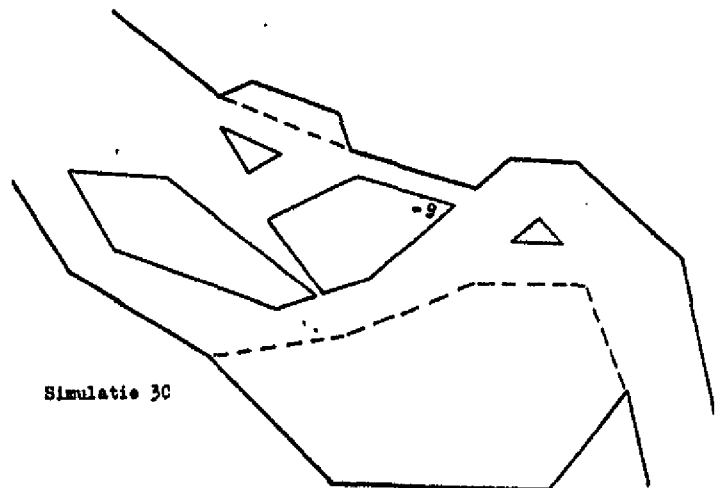
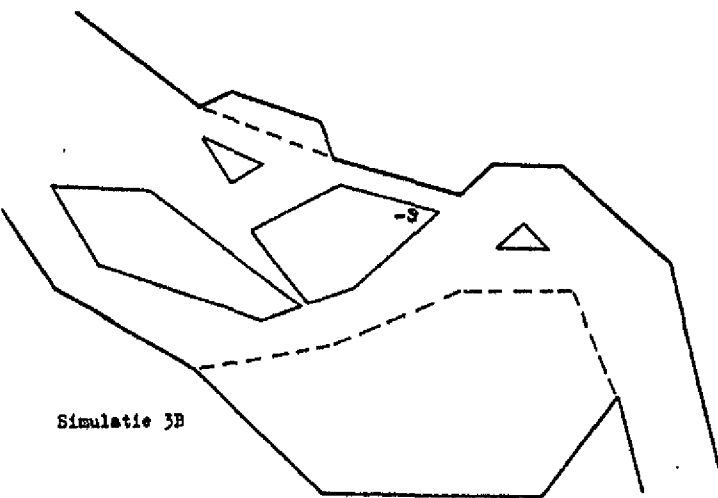
SIMULATIE 3C

BIJLAGE 29

Het ontstaan van een goul achterlangs de Zimmermangeul



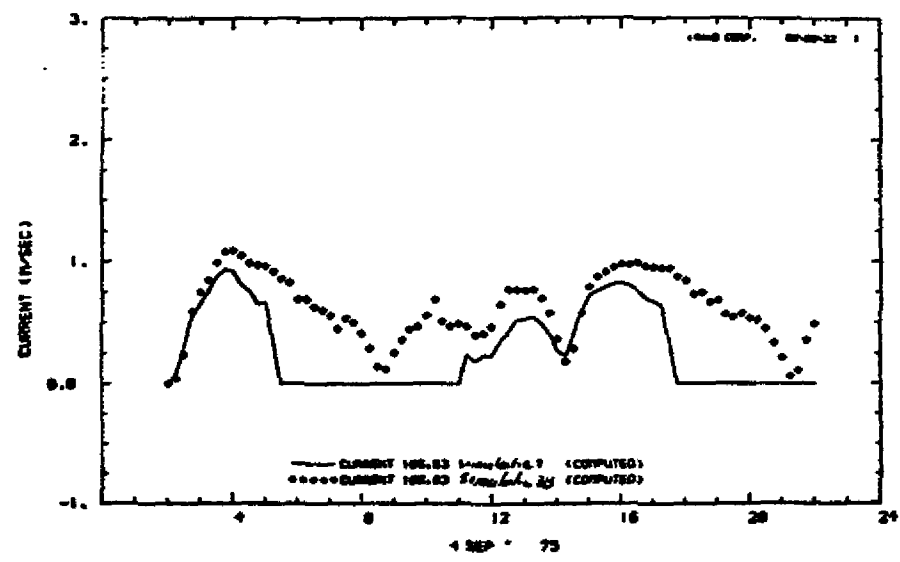
Verandering in getijvolume in % t.o.v. simulatie 1 achterlangs de Zimmermangeul



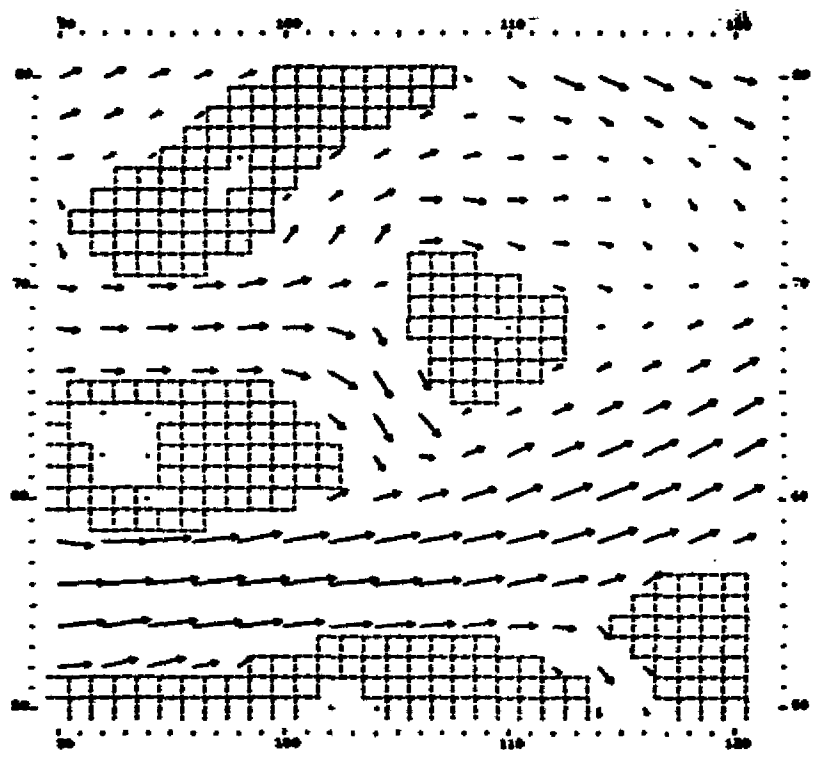
Verandering in getijvolume in % t.o.v. simulatie 2B achterlangs de Zimmermangeul

Verandering in getijvolume in % t.o.v. simulatie 2C achterlangs de Zimmermangeul

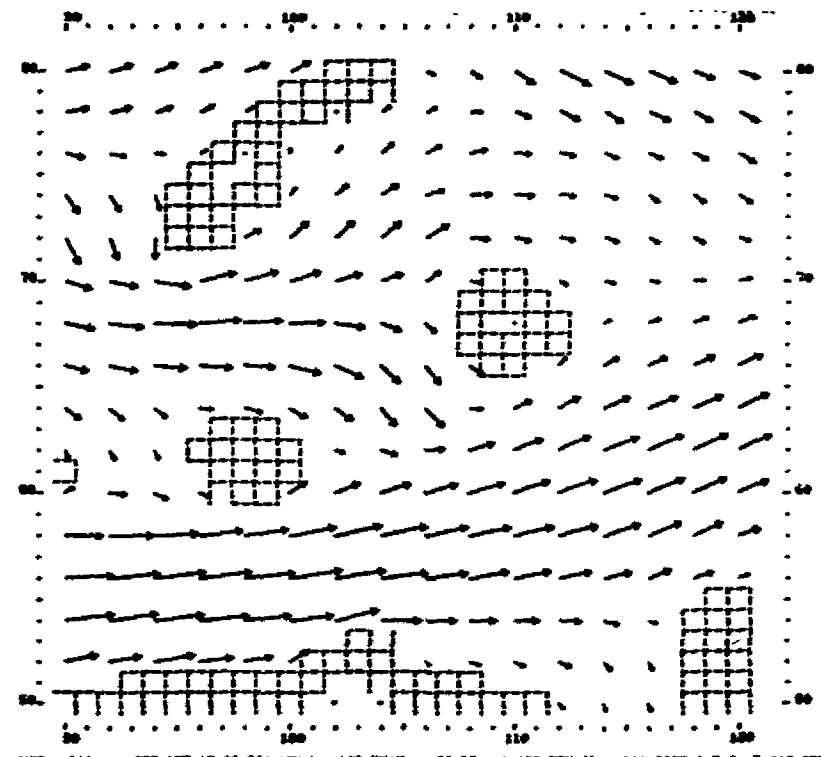
Dwarstroming t.p.v. de  
overgang Schaar van Val-  
kenisse-vaargeul



CURRENT AT STATION (MINUTES)  
CURRENT AT STATION (MINUTES)

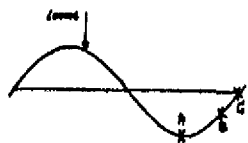


107- 000 ( 4 SEP '75 11:00:00) 100,0000 100,0000 1.000 100,0000 1.000 2.000 GRID SPACES

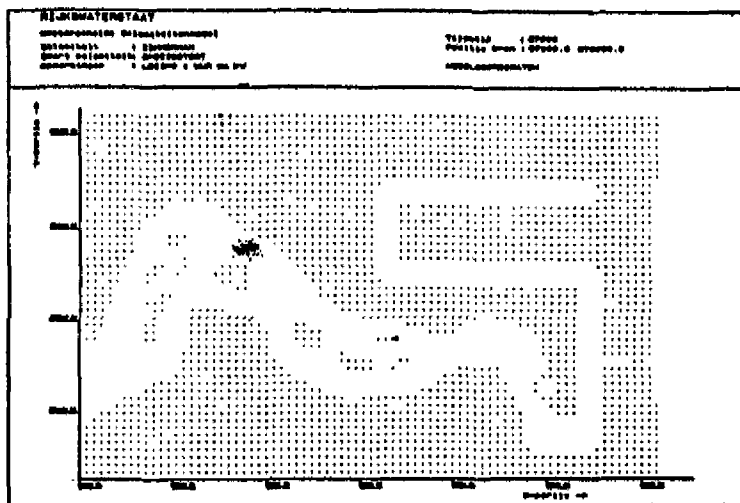


107- 000 ( 4 SEP '75 12:40:00) 100,0000 100,0000 1.000 100,0000 1.000 2.000 GRID SPACES

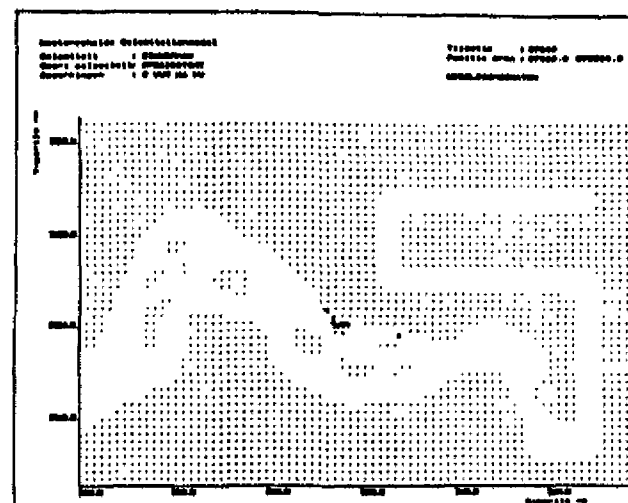
Speciestort Zimmermangeul  
Lozing 1 uur na HW



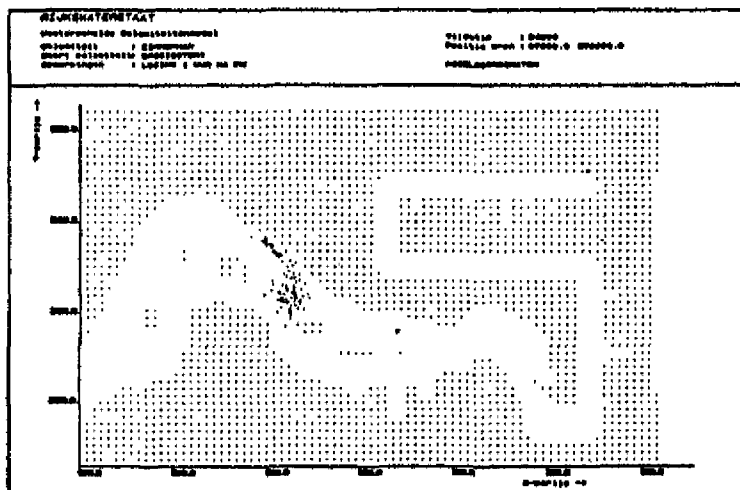
Speciestort Zimmermangeul  
Lozing 2 uur na HW



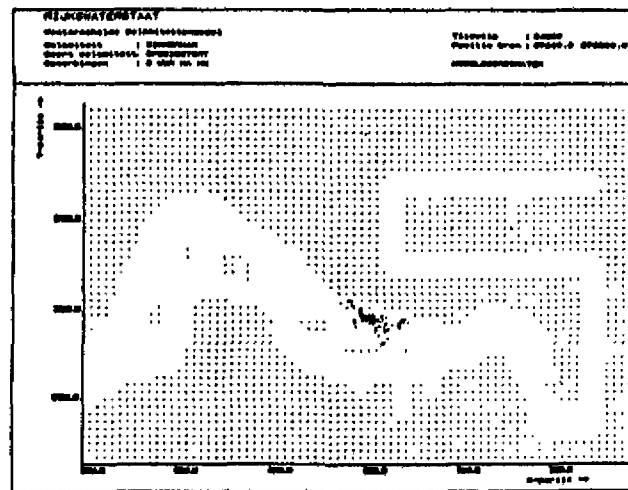
A



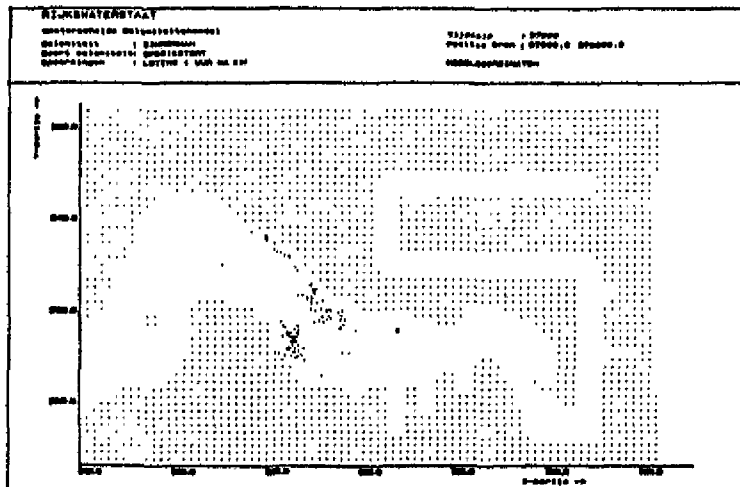
A



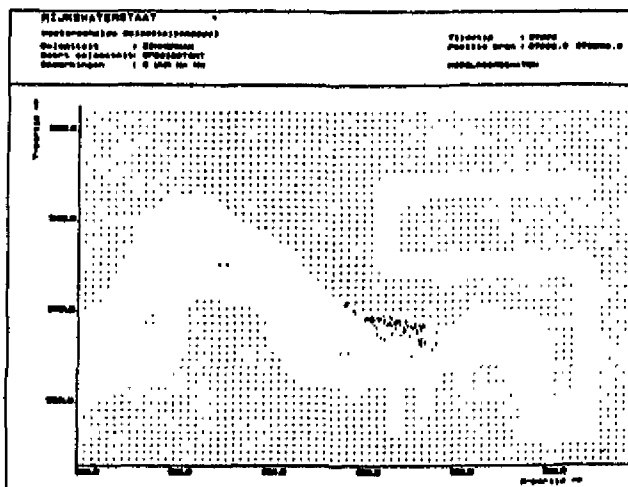
B



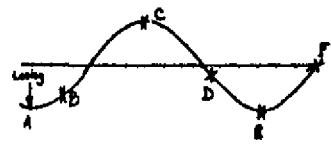
B



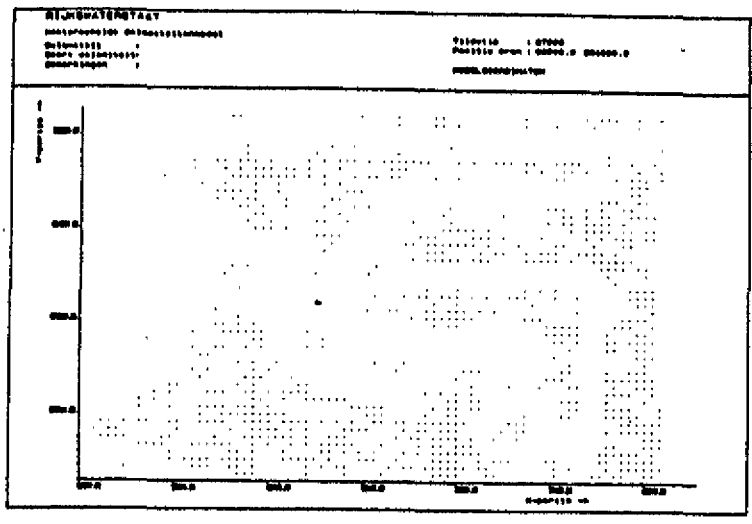
C



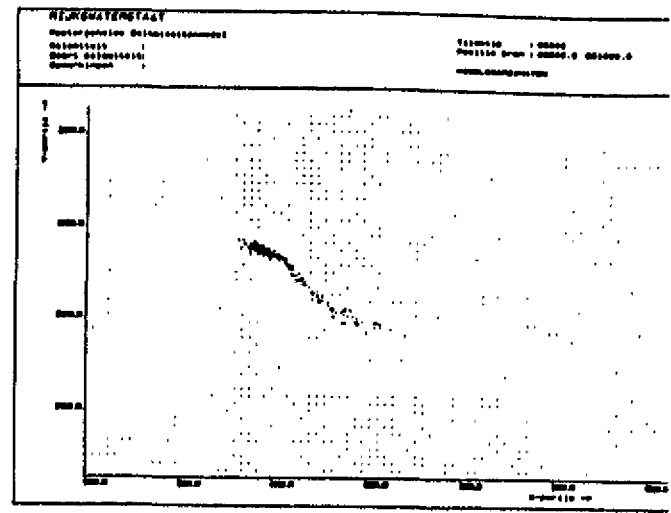
C



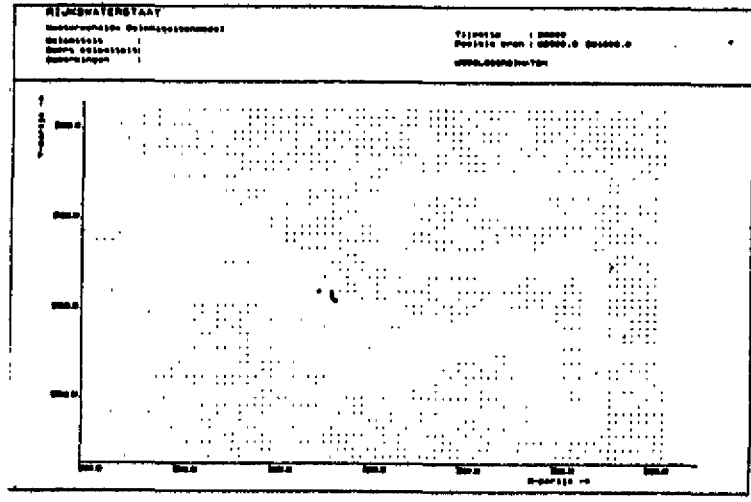
Speelstort Schaar van Waarde  
Lozing op LW



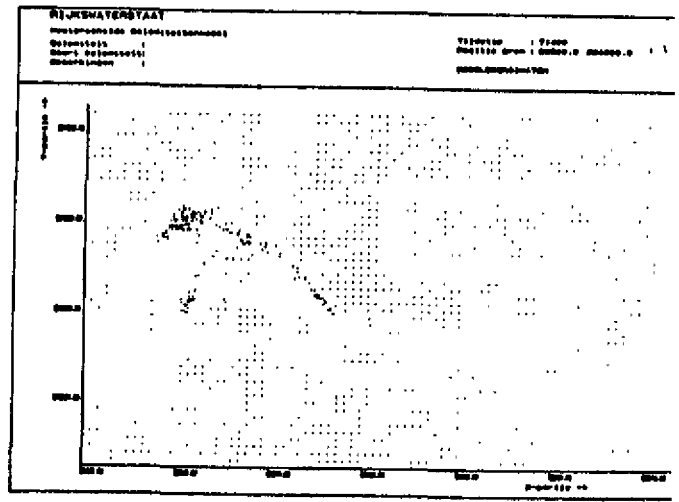
A



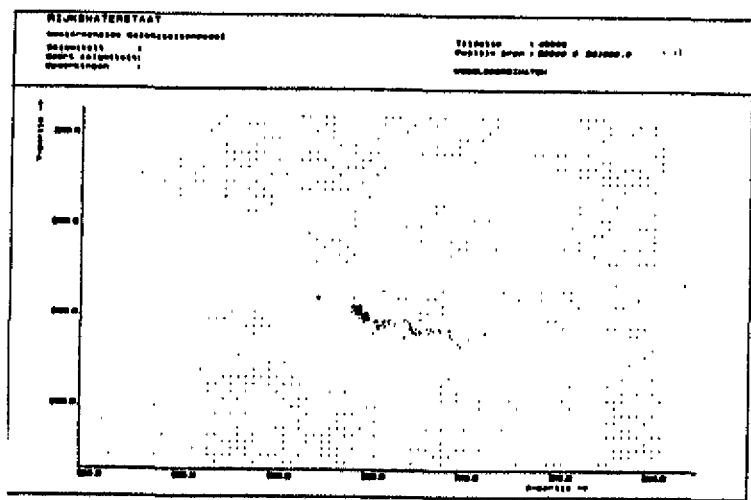
D



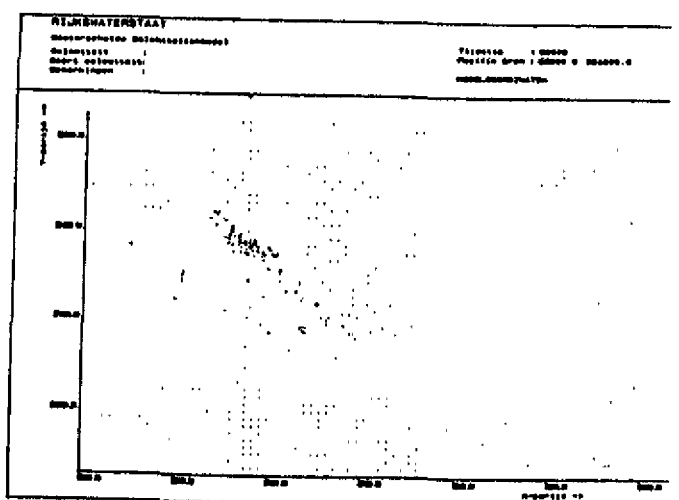
B



E



C

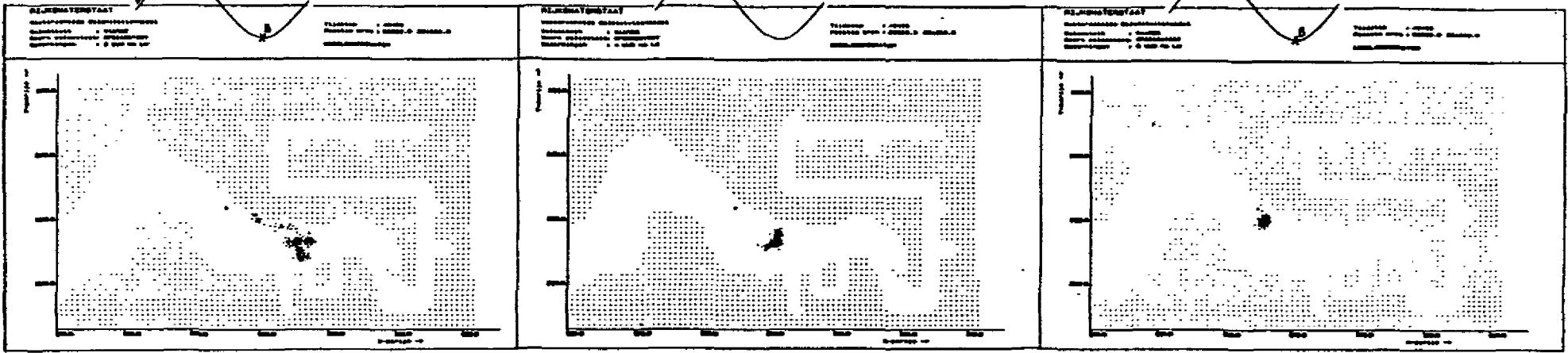


F

Speciestort Schaar van Waarde  
Losing 3 uur na LW

Speciestort Schaar van Waarde  
Losing 4 uur na LW

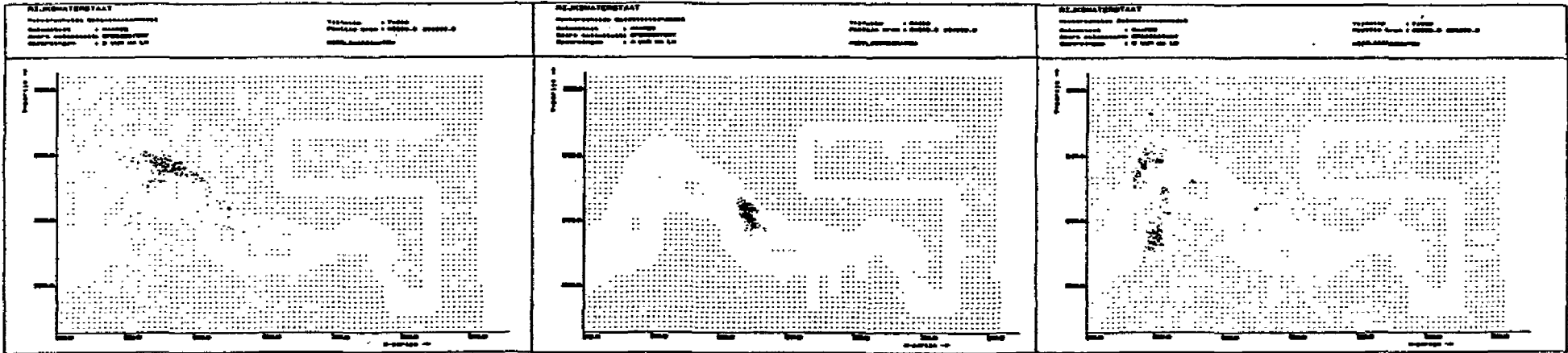
Speciestort Schaar van Waarde  
Losing 5 uur na LW



A

A

A



B

B

B

