

Studie naar mogelijke maatregelen voor het behoud van het slik en schor van Waarde

Project ZEEDELTAws/NCP
Werkdocument RIKZ/AB/2001/825x

15 augustus 2001
Jaap Consemulder

Werkdocument

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Aan
Rijkswaterstaat directie Zeeland
Aylin Erkman

Contactpersoon	Doorkiesnummer
J. Consemulder	0118 672 296
Datum	Bijlage(n)
15 augustus 2001	5
Nummer	Product
RIKZ/AB/2001/825x	ZEEDELTAws/NCP
Onderwerp	
Studie naar mogelijke maatregelen voor het behoud van het slik en schor van Waarde	

INHOUD

	pagina
Samenvatting	
1. Inleiding	2
1.1. Aanleiding en probleemstelling	2
1.2. Vraagstelling	3
1.3. Verricht onderzoek	3
1.4. Aanpak van het onderzoek	4
2. Resultaat onderzoek	4
2.1. Ontwikkelingen in het verleden	4
2.2. Conclusies gebaseerd op de modelberekeningen	6
3. Elementen voor sturing van de morfologie	7
3.1. Mogelijke middelen	8
3.2. Detaillering van de middelen	8
3.3. Selectie van de mogelijke middelen	11
3.4. Aandachtspunten en opmerkingen bij de gemaakte keuze	13
4. Conclusies en aanbevelingen	17
5. Literatuur	18

BIJLAGEN

Bijlage 1 Overzichtskaart
Bijlage 2 Situering berekende varianten (kribben en geleidingsdam)
Bijlage 3 Modelresultaat (kribben, geleidingsdam en Geul Zimmerman)
Bijlage 4 Toetsing middelen aan criteria
Bijlage 5 Schets geselecteerde middelen en effecten

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672200
Telefax 0118 651046
E-mail j.consemulder@rikz.rws.minvenw.nl

SAMENVATTING

Het slik bij Waarde in de Westerschelde erodeert. Hierdoor vertoont ook de rand van het schor een flinke achteruitgang. Door de directie Zeeland van de Rijkswaterstaat is aan het RIKZ gevraagd een voorkeursalternatief te selecteren om de optredende erosie te bestrijden.

Uit het uitgevoerde onderzoek is geen eenduidige oorzaak naar voren gekomen, waarom het slik erodeert. Geconcludeerd is, dat in de loop der tijd het residueel sedimenttransport op het slik is veranderd; er wordt meer sediment van het slik afgevoerd of er wordt minder sediment toegevoerd dan voorheen. Het vloedtransport is hier dominant.

Voor het selecteren van geschikte middelen voor het verbeteren van de omstandigheden ter plaatse dienen eerst harde randvoorwaarden te worden opgesteld, die maatgevend zijn voor de mogelijkheden. Na een toetsing aan deze randvoorwaarden worden de overblijvende middelen aan de criteria getoetst voor het selecteren van het meest geschikte middel.

Vooruitlopend op de opstelling van definitieve randvoorwaarden zijn veelbelovende middelen geselecteerd, die getoetst zijn aan een aantal criteria. Op grond van deze criteria is een voorkeursvolgorde opgesteld. Het blijkt dat de volgende middelen potenties hebben voor het stopzetten van de erosie en het creëren van betere omstandigheden voor het slik en schor:

- reeks van kribben (bijvoorbeeld 10) hoog 0,50 tot 2,00 m boven het slik. Deze kribben kunnen bestaan uit steen, palen of damwanden;
- suppleren met zand op het gehele slik;
- twee lange, dichte kribben (hoog 2,00 m tot 3,00 m boven NAP);
- reeks van rijshouten kribben (bijvoorbeeld 10) hoog 0,50 à 0,75 m boven het slik;
- aanbrengen van zanddepots in het westen en midden van het slik;
- twee geleidingsdammen in respectievelijk het westelijke en oostelijke deel van het slik, hoog circa 2,50 m boven NAP;
- reeks geleidingsdammen, hoog ca. 2,50 m boven NAP;
- als een proef, die momenteel wordt uitgevoerd, slaagt: storten van specie in de Schaar van Waarde, eventueel gecombineerd met andere middelen.

In dit stadium is het nog niet mogelijk een uitspraak te doen over de dimensie van de gekozen middelen en over de plaats (kribben en geleidingsdammen) waar ze moeten worden aangebracht. Hiervoor is een aanvullend modelonderzoek vereist. Na het afronden van dit onderzoek is ook duidelijk op welke hoogte de middelen moeten worden aangelegd, zodat een indruk kan worden verkregen van de landschappelijke inpassing.

1. INLEIDING

1.1 AANLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Het slik bij Waarde (bijlage 1) in de Westerschelde erodeert. Als gevolg hiervan treedt ook een verplaatsing op van de rand van het schor in de richting van de dijk.

Het blijkt, dat de overgang van geul naar slik sneller landwaarts verschuift dan de overgang van slik naar schor. Hierdoor verkleint zowel de oppervlakte van het slik als van het schor.

Door de continue erosie gaan natuurwaarden verloren en spoelen op het slik resten bloot van het Verdrongen dorp Valkenisse. Medewerkers van de ROB (Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek) hebben kenbaar gemaakt dat momenteel waardevolle archeologische gegevens verloren gaan. Bij een voortzetting van de verlaging van het slik, zal een onaanvaardbaar verlies van cultuurhistorische gegevens plaatsvinden.

Schorren zijn van grote internationale betekenis (Storm, 1999). De bescherming van schorren en slikken is in verband met het behoud van de biodiversiteit vastgelegd in de Habitatrichtlijn van de Europese Unie.

In het kader van het Natuur Compensatie Programma (NCP) is onlangs afgesproken, dat het instandhouden van het slik en schor bij Waarde voldoende belangrijk is om hiervoor financiën ter beschikking te stellen.

1.2 VRAAGSTELLING

De directie Zeeland van de Rijkswaterstaat heeft het RIKZ gevraagd aan te geven welke mogelijke maatregelen beschikbaar zijn voor het beschermen van het slik en schor bij Waarde en welke middelen hiervoor het best kunnen worden toegepast.

1.3 VERRICHT ONDERZOEK

Vanaf 2000 zijn in het kader van de hiervoor geschetste problematiek diverse onderzoeken uitgevoerd.

Door medewerkers van het bureau Svašek is een onderzoek verricht met het numerieke waterbewegingsmodel SCALWEST (Svašek, juli 2000). Hierin is de stroomsnelheid en de stroomrichting in de omgeving van het slik van Waarde berekend voor de huidige situatie (T_0) en voor vier vrij willekeurig gekozen middelen, te weten een geleidingsdam aan de westzijde van het slik en enkele kribben in het midden van het gebied (bijlage 2). In bijlage 3 is het resultaat van deze modelberekeningen weergegeven. De effecten van de beoordeelde kribben en de geleidingsdam zijn in beeld gebracht door de verschillen in stroomsnelheid weer te geven ten opzichte van de huidige omstandigheden. Steeds is uitgegaan van de maximum stroomsnelheid tijdens de vloed- en eb fase op het slik. De effecten van de middelen staan uitgebreider beschreven in Svašek (juli 2000) en Liek (juni 2001).

Door medewerkers van het RIKZ is de morfologische ontwikkeling van het slik en schor van 1957 tot 2000 nader geanalyseerd (Liek & Kornman, maart 2001). De resultaten van het modelonderzoek van Svašek en de analyse van het RIKZ zijn tijdens een workshop besproken. Daarna zijn door het RIKZ enkele aanvullende modelberekeningen uitgevoerd (Liek, juni 2001) met als doel na te gaan wat het effect is van de ondieper wordende Geul Zimmerman op het stroombeeld op het slik van Waarde en het beoordelen van een vijfde middel, een krib aan de westzijde van het slik.

1.4 AANPAK

Deze studie is gebaseerd op de resultaten van de in hoofdstuk 1.3 aangegeven onderzoeken. Daarnaast is gebruik gemaakt van enkele andere rapportages en van de beschikbare kennis bij het RIKZ. Door Van der Male (RIKZ) zijn enkele aanvullende modelruns uitgevoerd met het waterbewegingsmodel SCALWEST. Daarna is door Kornman, Liek en Consemulder (allen RIKZ) het modelonderzoek geanalyseerd, de resultaten van de workshop beoordeeld, inzichten getoetst en mogelijke oplossingen besproken. Het concept van het voorliggende rapport is daarna becommentarieerd door Erkman (directie Zeeland) en de Jong, Liek en Kornman (RIKZ).

2. RESULTAAT ONDERZOEK

Grootschalig bezien hebben de laatste decennia in dit deel van de Westerschelde grote veranderingen plaatsgevonden, maar door welke oorzaak de erosie van het slik van Waarde is ontstaan, kon niet worden achterhaald. Vastgesteld is, dat het westelijke deel van het slik van Waarde steeds een andere ontwikkeling ondervindt dan het oostelijke deel en steeds vóór loopt in de optredende processen van verhoging en verlaging van het slik.

2.1 ONTWIKKELINGEN IN HET VERLEDEN

Uit het onderzoek van Liek & Kornman (maart 2001) en uit het modelonderzoek zijn de volgende gegevens te distilleren:

slik en schor

- **de overgang van slik naar geul** laat in het westelijke deel in de periode 1957-1973 meestal een flinke achteruitgang zien; van 1973 tot 1980 vond een grote vooruitgang plaats (waarschijnlijk door het storten van specie in de Schaar van Waarde) hierna opnieuw gevolgd door een even grote achteruitgang in de periode 1980-1989. Vanaf 1989 treedt er een geringe achteruitgang op. Sinds 1957 bedraagt de totale achteruitgang 132 m. Hierbij wordt opgemerkt dat nu een veenlaag aan de oppervlakte zit die een snelle achteruitgang voorkomt. De grote achteruitgang van de geulrand die heeft plaatsgevonden, is het gevolg van het eroderen van een zandlaag van een eerder voorgekomen aanwas van het slik. De overgang van slik naar geul in het oostelijke deel laat in de periode 1957-1980 een steeds kleiner wordende achteruitgang zien. Vanaf 1980 tot 1996 is de overgang vooruitgegaan, gevolgd door een sterke achteruitgang (13 m per jaar) vanaf 1996. Sinds 1957 is de totale achteruitgang 25 m.
- **de overgang van slik naar schor** vertoont in het westelijke deel tussen 1957 en 1965 en tussen 1977 en 2000 een achteruitgang. Van 1965 tot 1977 is een grote vooruitgang opgetreden. De totale achteruitgang in de periode 1957-2000 bedraagt 84 m. De ontwikkeling van de schorrand in het oostelijke deel lijkt op de ontwikkeling in het westelijke deel, de erosie is echter kleiner. De totale achteruitgang bedraagt hier in dezelfde periode 21 m.
- **de hoogte van het slik** laat in het westelijke deel een ontwikkeling zien welke overeenkomt met de horizontale ontwikkeling van de geulrand; een verlaging tot 1973, daarna een verhoging tot 1980 en hierna opnieuw een verlaging. Een verdere verlaging wordt op enkele plaatsen verhinderd door de aanwezige, vrij resistente

veenlaag. Sinds 1980 is de verlaging van het gehele westelijke deel gemiddeld circa 0,80 m. Opgemerkt wordt, dat de verhoging van het slik tussen 1973 en 1980 samenvalt met het storten van specie bij de Westveerpolder, in de Schaar van Waarde.

In het oostelijke deel is een periode van slikverhoging omgeslagen naar een periode van slikverlaging. Sinds 1989 is het oostelijke deel gemiddeld met circa 1,65 m (!) verlaagd. De veranderingen in het oostelijke deel zijn groter dan in het westelijke deel van het slik.

water

Boven het slik bij Waarde komen hoge stroomsnelheden voor. Niet ver van de rand van het schor komen bij vloed stroomsnelheden voor van meer dan 1 m/s; bij eb is de stroomsnelheid circa 0,2 m/s lager dan bij vloed. Het sedimenttransport in de vloedperiode zal daardoor veel groter zijn dan in de ebperiode. De ebperiode duurt iets langer dan de vloedperiode, waardoor het verschil in sedimenttransport wat kleiner wordt.

Voor de laatste decennia is het debiet (de hoeveelheid in- en uitstromend water in de geulen) beoordeeld (Liek & Kornman, maart 2001). Er zijn in het oostelijke deel van de Westerschelde zeer grote verschillen ontstaan in het ebvolume en vloedvolume van de grote geulen. De veranderingen van het eb- en vloedvolume staan voor enkele periodes in tabel 1 vermeld. De geulen staan vermeld in bijlage 1. Voor het slik van Waarde zijn vooral de veranderingen in de Schaar van Waarde en de Geul Zimmerman van belang.

Tabel 1. verandering eb- en vloedvolume geulen.

geul	opmerk.	periode	verandering		volume (m ³ x10 ⁶)	
			eb	vloed	eb + vloed	jaar
Nauw van Bath	vaarweg	'72-'98	+20%	+60%	260	('98)
Schaar van de Noord		'72-'98	-15%	-20%	188	('98)
Overloop van Valkenisse	vaarweg	'63-'96	+30%	+35%	475	('96)
Geul Zimmerman		'63-'96	-60%	-70%	43	('96)
Zuidergat	vaarweg	'57-'98	+30%	+95%	455	('98)
Schaar van Waarde		'57-'98	-35%	-45%	272	('98)

opmerkingen:

- Het eb- en vloedvolume in de Geul Zimmerman is tussen '63 en '80 constant, daarna pas treden de in tabel 1 aangegeven grote veranderingen op en ontstaat een omslag van een vloedgedomineerde geul naar een ebgedomineerde geul.
- Vanaf 1996 vermindert in de Schaar van Waarde het vloedvolume en vermeerdert het ebvolume.

positie geulen en platen

De dynamiek in de omgeving van Waarde is groot. Dit gold vooral voor het oostelijke deel van het gebied. Vanaf 1980 is de dynamiek duidelijk veel kleiner geworden. De oostelijke uitloop van de Schaar van Waarde migreert in zuidelijke richting. Aan de oostzijde van het slik ligt een landtong. Deze landtong verplaatst steeds meer naar de zuidelijk gelegen Platen van Valkenisse

prognose

Tijdens de workshop is door de aanwezige deskundigen de verwachting uitgesproken, dat de huidige ongunstige ontwikkelingen van het slik en schor bij Waarde gedurende lange tijd zullen blijven optreden.

2.2 CONCLUSIES GEBASEERD OP DE MODELBEREKENINGEN

De vraag wat de oorzaak is van de erosie van het slik, kan niet aan de hand van de resultaten van het modelonderzoek worden beantwoord. Feit is, dat het sedimenttransport is veranderd. Door deze verandering wordt het slik lager en wordt de rand van het schor steeds onstabiel. Het klif van het schor wordt hoger en golven en stroming veroorzaken steeds meer erosie van de schorrand.

De verlaging van het slik ontstaat, omdat door eb of vloed minder sediment naar het slik wordt vervoerd dan voorheen, óf omdat het exporterend vermogen van de eb- of vloedstroming is toegenomen, waardoor meer sediment van het slik wordt afgevoerd dan wordt aangevoerd.

Hierna volgen de conclusies, die aan de hand van het verrichte onderzoek zijn getrokken.

grootschalige ontwikkelingen

Ondanks het feit, dat geulen en platen voortdurend migreren en de debieten in de geulen steeds veranderen, kan uit het onderzoek tussen Hansweert en Rilland (Liek & Kornman, maart 2001 en Liek, juni 2001) geen grootschalige oorzaak worden gesignaleerd voor de erosie die plaatsvindt op het slik bij Waarde. Een specifieke oorzaak waardoor de omstandigheden voor het gehele slik zijn gewijzigd, is niet aan te geven. Wel lijkt er een relatie te bestaan tussen de verondieping van de Geul Zimmerman en de erosie die aan de oostzijde van het slik voorkomt. Als uit het modelonderzoek de stroomsnelheid op het slik met de onderwaterbodem van 1977, wordt vergeleken met de bodem van 1990 en dezelfde randvoorwaarden, blijkt, dat de stroomsnelheid zowel bij vloed als bij eb in 1990 op die plaats is toegenomen (bijlage 3). Het is waarschijnlijk dat hierdoor erosie optreedt, hetgeen resulteert in een verlaging van het slik aan de oostzijde van het gebied.

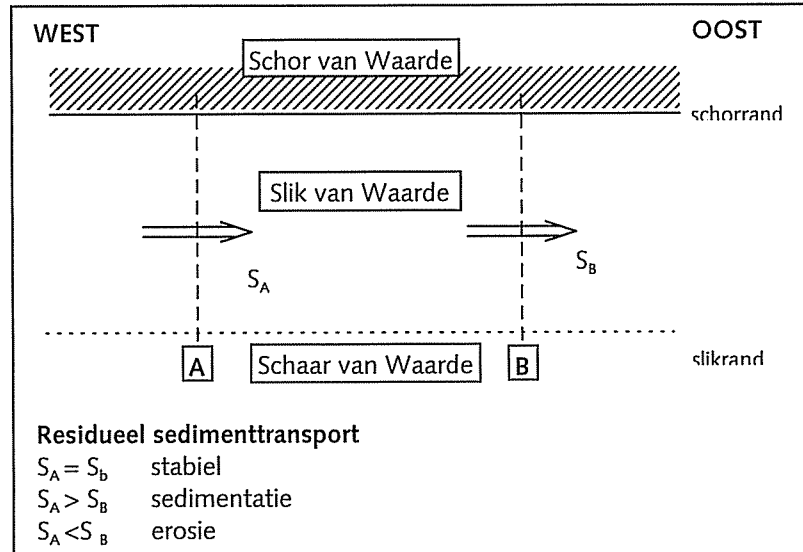
onderzoek varianten kribben en geleidingsdam

Uit het modelonderzoek blijkt, dat alle varianten invloed hebben op de stroomsnelheid op het slik. Aan de koppen van de kribben is de stroomsnelheid hoger dan de oorspronkelijke snelheid. Naast de kribben is een stroomvermindering zichtbaar, die positief is voor een deel van het gebied. De invloed van de verschillende kribben op het slik is niet gelijk. Bij de geleidingsdam treden overeenkomstige omstandigheden op als bij de kribben; de stroomsnelheid langs de buitenzijde van de dam is groter dan de oorspronkelijke snelheid en achter de dam treedt een stroomvermindering op. In bijlage 3 is het resultaat van de modelberekeningen weergegeven.

nadere analyse van de ontwikkelingen op het slik

Omdat geen eenduidige oorzaak voor de erosie is vast te stellen, is het residueel sedimenttransport (het verschil in sedimenttransport tussen de ebfase en de vloedfase) op het slik nader geanalyseerd. Als uitgangspunt is aangehouden dat de stroming van het water het transport beïnvloedt en dat dit transport maatgevend is voor de ontwikkelingen op het slik. In figuur 1 is het residueel sedimenttransport schematisch weergegeven. Voor het slik bij Waarde geldt dat het inkomend sediment (S_A) kleiner is dan het uitgaande sediment (S_B), zodat erosie optreedt omdat sediment van het slik wordt getransporteerd naar een andere locatie.

Figuur 1. principe residueel sedimenttransport op het slik van Waarde



Op basis van de onderstaande overwegingen wordt ervan uitgegaan dat voor het slik van Waarde het vloedtransport belangrijker is dan het ebtransport. De overwegingen hiervoor zijn:

- de stroomsnelheid bij vloed is groter dan bij eb;
- bij het storten van sediment aan de westzijde van het gebied in (1973-1980) ontstaat een sedimentatie op het slik, die alleen door sedimenttransport ten gevolge van de vloedstroming kan worden veroorzaakt. Na het stoppen met het storten van sediment aan de westzijde veranderde het proces van sedimentatie op het slik onmiddellijk in een proces van erosie;
- de analyse van Mc Laren (van Eck, november 1999) geeft voor het slik aan, dat er een residueel vloedtransport plaatsvindt;
- de morfologische ontwikkelingen verlopen van west naar oost.

3. ELEMENTEN VOOR STURING VAN DE MORFOLOGIE

Gezien het uitgangspunt dat de vloedstroming op het slik maatgevend is, moet voor het beïnvloeden van de ontwikkelingen op het slik vooral worden uitgegaan van het beïnvloeden of juist gebruik maken van de vloedstroming.

In hoofdlijnen kan aan de volgende maatregelen worden gedacht:

- het bevorderen van sedimentatie op het slik door het bij vloed en/of eb vergroten van de sedimenttoevoer naar het slik;
- het verminderen van de erosie en het bevorderen van sedimentatie op het slik door het verminderen van de stroomsnelheid;
- het verminderen van de invloed van de stroming op het slikoppervlak.

3.1 MOGELIJKE MIDDELEN

Op basis van de hiervoor aangegeven maatregelen voor de sturing van de ontwikkelingen, is een aantal middelen geselecteerd dat zich hiervoor leent. Hierbij wordt aangetekend, dat in het water van de Westerschelde voldoende slib aanwezig is om voor een verhoging van het slik te zorgen. Voorwaarde hiervoor is dat zones met een lage stroomsnelheid moeten worden gecreëerd. Voorts is als uitgangspunt aangehouden dat ook voldoende zand door het water naar het slik wordt getransporteerd om een verhoging van het slik te bewerkstelligen. Dit uitgangspunt is gebaseerd op de stroomsnelheid in de omgeving, doch is niet nader getoetst. Door het toepassen van een middel verandert (een deel van) het gebied daarna wel van karakter, een zand- of veenoppervlak gaat verdwijnen en wordt vervangen door een hoger liggend oppervlak met soms een veel hoger slibgehalte dan voorheen. In dit kader wordt opgemerkt, dat een te hoog slibgehalte uit ecologische overwegingen niet wenselijk is.

De volgende middelen zijn geselecteerd:

- A. krib(ben)
- B. geleidingsdam(men)
- C. toevoer van sediment (buiten of binnen het gebied)
- D. afdekken
- E. combinaties van middelen

3.2 DETAILLERING VAN DE MIDDELEN

Een middel kan uit diverse bouwstoffen bestaan. Er zal echter geen gebruik worden gemaakt van planten of dieren als bouwstof, omdat zo'n middel bij een sterfte of afsterven onmiddellijk (een deel) van zijn functie verliest. Hierna volgt een overzicht van de mogelijke middelen. Deze middelen worden hier in ruwe vorm weergegeven. Voor het optimaliseren van het dwars- en lengteprofiel en de positie op het slik, moeten een aantal aanvullende modelberekeningen worden uitgevoerd. Dit is ook van belang voor de hoeveelheid slib dat in het gebied achterblijft. In het algemeen kan worden gesteld, dat hoe lager of poreuzer een middel is, hoe geringer de hoeveelheid slib zal zijn dat in het gebied neerslaat. Voorts moeten berekeningen worden uitgevoerd voor de keuze van het te gebruiken materiaal en voor het bepalen van materiaalafmetingen en de toe te passen taludhellingen.

ad A Krib(ben)

Kribben worden min of meer loodrecht op de stroming aangelegd (bijlage 2). De werking berust op het ter plaatse verminderen van de stroming door het 'ruwer' maken van het slikoppervlak of het laten afbuigen van de stroming. De watermassa zal daardoor (voor een deel) om de krib gaan stromen, waardoor op die plaats turbulentie en hogere stroomsnelheden voorkomen. Door de lagere stroomsnelheid op het slik wordt minder sediment van het slik getransporteerd en zal eerder sedimentatie optreden.

De volgende mogelijkheden zijn geselecteerd:

1. lange, dichte krib midden/west (modelrun W1¹) van Svašek, indicatie hoog circa NAP +2,50 m)
2. 2 lange dichte kribben, midden/west en midden/oost (modelrun W2¹) van Svašek, indicatie hoog circa NAP +2,50 m)
3. lange dichte krib midden/oost (modelrun W4¹) van Svašek, indicatie hoog circa NAP +2,50 m)
4. zwaar geconstrueerde krib west (modelrun RIKZ¹) Liek, indicatie hoog circa NAP +2,50 m)
5. reeks van rijshouten kribben, (indicatie: bijv. 10 rijen, hoog circa 0,50 m à 0,75 m boven het slik, h.o.h. 200 m)
6. reeks van kribben
 - steen (indicatie: bijv. 10 rijen, hoog 0,50 à 1,00 m boven het slik, h.o.h. 200 m)
 - palenrijen (indicatie: bijv. 10 rijen, hoog circa 1,00 à 2,00 m boven het slik, h.o.h. 200 m)
 - damwanden (indicatie: bijv. 10 rijen, hoog circa 1,00 m boven het slik, h.o.h. 200 m)

ad B Geleidingsdam(men)

Een geleidingsdam wordt min of meer evenwijdig aan de stroomrichting aangelegd. De werking berust op het buiten het slik houden van de doorgaande stroming, waardoor tussen de dam en het slik een aanzienlijk lagere stroomsnelheid ontstaat en geen erosie meer optreedt. Sedimentatie is nog wel mogelijk, zodat achter de dam een verhoging van het slik zal plaatsvinden.

De volgende mogelijkheden zijn geselecteerd:

1. (lange) geleidingsdam west (modelrun W3²) van Svašek, indicatie hoog ca. 2,50 m boven NAP, lengte p.m)
2. geleidingsdam oost (indicatie hoog ca. 2,50 m boven NAP, lengte p.m.)
3. twee geleidingsdammen west en oost (indicatie hoog ca. 2,50 m boven NAP, lengte p.m.)
4. reeks geleidingsdammen voor het gehele slik (indicatie: 5 dammen van 500 m lengte op het niveau van ca. 2,50 m boven NAP)

ad C Toevoer van sediment (buiten of binnen het gebied)

Door het onderhoudsbaggerwerk in de Westerschelde komt veel sediment (zand) vrij. Nagegaan is of dit sediment kan worden gebruikt voor het tegengaan van de verlaging van het slik. Het is eerder gebleken dat tijdens het storten van specie in de Schaar van Waarde tegen de geulwand van de Westveerpolder, niet ver van de westzijde van het slik van Waarde, sedimentatie ontstond op het westelijke deel van het slik. Op grond hiervan is inmiddels gestart met een proef om opnieuw specie te storten in de Schaar van Waarde, dicht bij de westelijke zijde van het slik. Als dezelfde ontwikkelingen als vroeger plaatsvinden, zal een deel van het slik hierdoor verhogen.

¹ de variant staat vermeld in bijlage 2; de resultaten van de modulruns staan uitgebreid beschreven in respectievelijk Svašek, 2000 en Liek, juni 2001.

² de variant staat vermeld in bijlage 2; de resultaten van de modulruns staan uitgebreid beschreven in Svašek 2000.

De volgende mogelijkheden zijn geselecteerd:

1. storten specie in Schaar van Waarde aan de westzijde van het slik bij de Westveerpolder (definitieve voortzetting of aanpassing huidige proef)
2. dempen van het geultje dat zich ter plaatse van de oostzijde van het slik aan het ontwikkelen is
3. zand'depot' westzijde slik (indicatie 300x300x1 m, frequentie 1 maal per jaar)
4. zand'depot' westzijde slik (indicatie 300x100x1) en midden slik (indicatie: 600x150x1 m, frequentie 1 maal per jaar)
5. suppleren met zand (indicatie: geheel slik dik 0,75 m frequentie 1 maal per 5 jaar)
6. voortzetting huidige proef en aanleg zanddepot midden slik (indicatie: 600x150x1 m, frequentie 1 maal per twee jaar)

ad D **Afdekken**

Erosie van het oppervlak van het slik kan worden voorkomen door dit te beschermen met een stroombestendige laag. Doordat de verlaging van het slik wordt opgeheven levert dit tevens een klein voordeel op voor het instandhouden van het schor.

De volgende mogelijkheden zijn geselecteerd:

1. gehele slik: kraagstuk/zinkstuk of kunststof mat, voorzien van een bestorting met breuksteen
2. gehele slik: kunststof mat voorzien van zandworsten
3. gehele slik: stroken met kunstmatig zeewier

ad E **Combinaties van middelen**

In beginsel kunnen alle hiervoor genoemde middelen ook worden gecombineerd tot een nieuw middel. Hierna worden alleen de gecombineerde middelen genoemd waarvan wordt verwacht dat de combinatie een beter effect zou kunnen opleveren dan de afzonderlijk onder A tot en met D genoemde middelen. Het onder punt 7 genoemde 'rondpompen van zand vanuit de Geul Zimmerman' is hiervoor nog niet als middel genoemd. Bedoeld is hier het verdiepen van de Geul Zimmerman tot ongeveer de oorspronkelijke diepte en het vrijkomende sediment gebruiken voor de ophoging van het slik. Omdat de Geul aan het verondiepen is, zal dit min of meer een continuërend proces zijn. Een bijkomend voordeel is, dat de erosie op het oostelijke deel van het slik waarschijnlijk zal verminderen.

De volgende combinaties zijn gemaakt:

1. geleidingsdam west met krib midden/oost of reeks van kribben steen/palenrijen/rijshout vanaf midden naar oostzijde slik
2. geleidingsdam west met zanddepot midden (indicatie: 600x150 à 200x1 m)
3. geleidingsdam west met kraagstuk t.p.v. Verdrongen dorp en krib oostzijde van het slik
4. reeks geleidingsdammen voor het gehele slik en een zanddepot ter plaatse van het midden van het slik
5. storten specie bij de Westveerpolder met kraagstuk t.p.v. Verdrongen dorp van Valkenisse en enkele palenrijen oostzijde van het slik
6. storten specie bij de Westveerpolder met palenrijen vanaf het midden naar de oostzijde van het slik
7. storten specie bij de Westveerpolder en rondpompen van zand vanuit de Geul Zimmerman in een zanddepot in het midden van het slik

3.3 SELECTIE VAN DE MOGELIJKE MIDDELEN

aanpak selectie

Voor het selecteren van de middelen met de meeste potenties voor het sturen van de ontwikkelingen op het slik kunnen (harde) randvoorwaarden en criteria worden opgesteld. Aan een randvoorwaarde moet absoluut worden voldaan. Randvoorwaarden kunnen zijn: kosten, onderhoudsfrequentie, landschappelijke inpassing, materiaalgebruik en dergelijke. Voor de criteria geldt, dat niet alle criteria even belangrijk zijn.

Door de geselecteerde middelen eerst te toetsen aan de randvoorwaarden en de daarna overblijvende middelen aan de criteria, kunnen scores worden toegekend. Op basis hiervan kan een keuze worden gemaakt.

Het probleem is, dat voor dit project nog geen definitieve randvoorwaarden zijn opgesteld en dat het vinden van goede criteria niet eenvoudig is. Soms overlappen criteria elkaar, waardoor een soort dubbele score ontstaat (als bijvoorbeeld 'effecten op de omgeving' en 'biotoop watervogels' criteria zouden zijn, kan een dubbele score ontstaan). Invoege van nieuwe criteria en verwijderen van bestaande criteria kunnen ook een ander resultaat opleveren. Daarnaast is het toekennen van een score soms subjectief.

Het verdient daarom aanbeveling aan de criteria een gewicht toe te kennen. De beheerders van het gebied dienen te zorgen voor het opstellen van de definitieve randvoorwaarden en criteria en voor het toekennen van gewichten aan de definitieve criteria.

De aanlegkosten en onderhoudskosten van de middelen zullen een randvoorwaarde of een belangrijk criterium zijn. In dit kader wordt hierop niet nader ingegaan, omdat hiervoor eerst een uitwerking moet plaatsvinden van de constructieve elementen van de middelen.

criteria waaraan de middelen worden getoetst

De volgende 13 criteria zijn voor de toetsing van de middelen in dit werkdocument gebruikt:

1. voorspelbaarheid van functioneren van het middel.
2. zekerheid werking instandhouding van het slik.
3. zekerheid werking stabilisering schorrand (hierbij moet worden gerealiseerd dat eerst een evenwicht moet ontstaan, waardoor de eerste jaren veelal nog een achteruitgang zal optreden).
4. zekerheid werking bescherming Verdrongen dorp van Valkenisse.
5. duurzaamheid van het middel (een lage onderhoudsfrequentie).
6. verhoging van het schor (sedimentatie op het slik kan ook sedimentatie op het schor veroorzaken. Het schor is al te hoog, zodat een extra sedimentatie niet gewenst is).
7. verhoging van het slik (levert veel voordelen op, minder/geen schorerosie een langere droogvalduur, waardoor ecologisch grote voordelen ontstaan).
8. verhoging slibgehalte slik (de hoeveelheid slib is kritisch; een verhoging levert hier een betere biotoop op, maar als deze verhoging van slibgehalte te groot is slaat het om in een nadelige situatie).
9. ontstaan doorgaande geul voor het slik (dit kan ontstaan bij de aanleg van geleidingsdammen. Het is een nadelig effect omdat een natuurlijke uitbreiding van het slik wordt beperkt. De morfologische dynamiek wordt ook beïnvloed, maar deze is de laatste tien jaar toch niet meer zo groot).

10. behouden dynamiek schorrand (wordt in ecologische kringen belangrijk geacht).
11. flexibiliteit constructie (voordeel van een flexibele constructie is, dat gemakkelijk kan worden teruggegaan naar de oorspronkelijke staat).
12. landschappelijke openheid (dammen en kribben beperken het uitzicht vanaf de oever. Dit uitzicht wordt vaak hoog gewaardeerd).
13. textuur slik (hiermee kan een verandering van het aanzien van het slik (steen inplaats van zand) worden aangegeven).

De score van de criteria wordt uitgedrukt in + (gunstig/goed/positief), 0 (indifferent/tussen + en - in) en - (ongunstig, negatief). In bijlage 4 is per criterium vermeld welke normen voor de scores van de criteria zijn aangehouden.

keuze

De uitgevoerde toetsing is opgenomen in bijlage 4.

Bij het maken van een keuze is als uitgangspunt aangehouden dat zekerheid moet bestaan over een goed functioneren van een middel. Als niet te voorspellen is of een bepaald middel goed kan functioneren (criterium 1), wordt dit middel niet verder meegenomen in de keuze.

Opmerkelijk is, dat als kritisch naar de totaalscore van de middelen wordt gekeken, dit veelal weinig maatgevende verschillen oplevert. Kleine verschillen in scores mogen in dit stadium niet maatgevend zijn; vooral ook omdat altijd een subjectief element in de score aanwezig is. Dit betekent, dat er veel geschikte mogelijkheden bestaan om het gewenste doel te bereiken, ook de middelen, die iets minder hoog scoren kunnen hiervoor worden gebruikt.

Hierna is een voorlopige rangorde gegeven van de best scorende middelen. Een definitieve rangorde kan pas worden opgesteld nadat door de directie Zeeland de definitieve randvoorwaarden zijn vastgesteld en nadat een aanvullend modelonderzoek is uitgevoerd om de meest in aanmerking komende middelen te optimaliseren en nader te analyseren. Op dit moment is namelijk nog niet onderzocht, hoe hoog en lang een krib of geleidingsdam (landschappelijke openheid) minimaal moet worden om goed te kunnen functioneren. Ook moet nog worden geanalyseerd hoeveel kribben noodzakelijk zijn bij de diverse aangedragen mogelijkheden en moet worden nagegaan of bijvoorbeeld half open middelen (paalrijen) hier goed als krib of geleidingsdam kunnen functioneren.

Onlangs is gestart met een proef om baggerspecie in de Schaar van Waarde te storten tegen de geulwand bij de Westveerpolder, aan de westelijke zijde van het slik. Dit middel wordt in het overzicht op vijf plaatsen genoemd (C1,6 en E5,6,7). Omdat het momenteel nog onduidelijk is of dit middel (goed) werkt, is voor de criteria 'voorspelbaarheid van functioneren', 'zekerheid werking instandhouding slik', zekerheid werking stabilisering schorrand' als score in de tabel 0 aangehouden. Bij C1 en C6 heeft het criterium 'verhoging van het slik' eveneens een score 0 gekregen. Als het storten van specie (eventueel gecombineerd met andere middelen) goed werkt op een deel van het slik komen er bij dit middel drie of vier plussen bij, waardoor ze zeer hoog gaan scoren en uitermate geschikt lijken te zijn.

hoog scorende middelen

Momenteel is de hoogste score (9 x positief en 0 x negatief) toegekend aan een reeks van kribben/palenrijen damwanden. Hierna volgt suppleren van het gehele slik (score van 9 x positief en 1 x negatief). Met een score van 9 x positief en 2 x negatief, 9 x

positief en 3 x negatief en 8 x positief en 1 x negatief volgt een aantal middelen: 2 lange dichte kribben, reeks van rijshouten kribben; twee geleidingsdammen west en oost, reeks geleidingsdammen en een zanddepot in het westelijke deel en midden van het slik. Als het storten van specie bij het westelijke deel van het slik goed blijkt te werken, komen hier nog vijf mogelijkheden bij. Een schets van de hoog scorende middelen is opgenomen in bijlage 5.

3.4 AANDACHTSPUNTEN EN OPMERKINGEN BIJ DE GEMAAKTE KEUZE

1. reeks van kribben

- steen (indicatie: bijv. 10 rijen, hoog 0,50 à 1,00 m boven het slik, h.o.h. 200 m)
- palenrijen (indicatie: bijv. 10 rijen, hoog circa 1,00 á 2,00 m boven het slik, h.o.h. 200 m)
- damwanden (indicatie: bijv. 10 rijen, hoog circa 1,00 m boven het slik, h.o.h. 200 m)

De constructie, afmetingen en het aantal kribben moeten nog via modelonderzoek worden geoptimaliseerd. In verband met de landschappelijke openheid is het vooral van belang te weten tot welk niveau de krib kan worden aangelegd. Er wordt vanuit gegaan dat de kribben een vaste hoogte ten opzichte van het naastliggende slik kan krijgen, zodat het waterwaartse gedeelte ten opzichte van NAP lager ligt dan het landwaartse gedeelte.

De verwachting is, dat ter plaatse van de koppen van de kribben een geringe erosie optreedt. Tussen de kribben zal een inscharing ontstaan. Op enige afstand van de kribben zal aan de westelijke zijde sedimentatie ontstaan waardoor de bodem tussen de kribben een min of meer getande vorm verkrijgt. De zone voor de schorrand zal de grootste sedimentatie verkrijgen. Als voldoende sediment wordt aangevoerd zal de oppervlakte veel zand bevatten, maar zal wel slibrijker zijn dan nu het geval is. Bij de aanleg moet er rekening mee worden gehouden dat steeds erosie rond de krib zal optreden. Dit vereist wellicht extra maatregelen bij het Verdrongen dorp van Valkenisse als in deze omgeving een krib wordt aangelegd.

2. suppleren gehele slik

De dikte van de laag zand welke middels een suppletie wordt aangebracht, moet nog nader worden vastgesteld. Het is van belang een goed evenwicht te vinden tussen de frequentie van het suppleren en de aan te brengen laagdikte. Landschappelijk scoort deze bescherming hoog, omdat niet een voor-iedereen-zichtbare maatregel wordt uitgevoerd. Door de hoge optredende stroomsnelheid boven het slik moet er rekening mee worden gehouden dat de frequentie van het suppleren relatief hoog zal zijn. Dit kan ongunstig zijn voor het vestigen van bodemdieren. Een voordeel van suppleren is, dat onmiddellijk een afdekking plaatsvindt van het Verdrongen dorp Valkenisse. Het slibgehalte van de bovenlaag van het sediment zal gering zijn. Een nadeel van een suppletie kan zijn, dat meer sediment op het schor neerslaat, waardoor een extra verhoging van de schorbodem plaatsvindt en dat oostelijk van het slik sediment zal gaan neerslaan, waarvan de gevolgen moeilijk zijn te taxeren.

3. twee lange dichte kribben

Deze oplossing is reeds onderzocht in het model SCALWEST. De constructie en afmetingen en de meest geschikte plaats voor de kribben moeten nog via modelonderzoek worden geoptimaliseerd. In verband met de landschappelijke openheid is het vooral van belang te weten tot welk niveau de krib kan worden

aangelegd. Dit niveau zal hoger zijn dan de onder 1 genoemde reeks van kribben. Er wordt vanuit gegaan dat de krib een vaste hoogte ten opzichte van NAP zal krijgen. Landschappelijk valt een krib minder op dan een geleidingsdam, omdat een geleidingsdam min of meer evenwijdig aan de rand van het schor wordt aangelegd en een krib loodrecht op de rand van het schor. Dit laatste is minder storend. De verwachting is, dat ter plaatse van de koppen van de kribben een flinke erosie optreedt. Tussen de kribben zal een inscharing ontstaan. Op enige afstand van de kribben zal aan de westelijke zijde sedimentatie ontstaan waardoor de bodem tussen de kribben een min of meer getande vorm verkrijgt. De zone voor de schorrand zal de grootste sedimentatie verkrijgen. Als voldoende sediment wordt aangevoerd zal de oppervlakte veel zand bevatten, maar wel slibrijker zijn dan nu het geval is en slibrijker dan de onder 1 genoemde kribben. Bij de aanleg moet er rekening mee worden gehouden dat steeds een aanzienlijke erosie rond de krib zal optreden. Dit vereist extra maatregelen bij het Verdrongen dorp van Valkenisse als in deze omgeving een krib wordt aangelegd.

4. reeks van rijshouten kribben

De constructie, afmetingen en het aantal dammen (bijvoorbeeld 10 rijen) moeten nog via modelonderzoek worden geoptimaliseerd. In verband met de landschappelijke openheid is het vooral van belang te weten tot welk niveau de kribben kunnen worden aangelegd. Er wordt vanuit gegaan dat de palen van de krib een vaste hoogte ten opzichte van het naastliggende slik kan krijgen, zodat het waterwaartse gedeelte ten opzichte van NAP lager ligt dan het landwaartse gedeelte. Deze constructie wordt ook toegepast bij de landaanwinningswerken in Friesland en Groningen. Vroeger werd dit ook in Zeeland toegepast, zodat uit historische overwegingen deze mogelijkheid aanvaardbaar is. Een nadeel van deze constructie is, dat veel onderhoud noodzakelijk is. De verwachting is, dat dezelfde ontwikkelingen plaatsvinden als bij de onder punt 1 vermelde kribben.

5. zand'depot' westzijde en midden slik

De dikte van de laag zand, moet nog nader worden vastgesteld. Het idee is gebaseerd op het gegeven dat het sedimenttransport van west naar oost plaatsvindt. Door in het westen een zanddepot te leggen wordt het zand door de stroming van het water in oostelijke richting getransporteerd. Door ook in het midden een depot aan te leggen wordt een laag zand op het Verdrongen dorp aangebracht waardoor de optredende verlaging van het slik op die plaats wordt gecompenseerd. Het zand uit dit depot zal eveneens naar het oosten worden getransporteerd. De zanddepots moeten regelmatig (jaarlijks?) worden gevuld. Landschappelijk scoort deze bescherming hoog, omdat de lage zanddepots goed in de omgeving passen. Het slibgehalte van het sediment zal gering zijn. Een nadeel van het aanleggen van zanddepots kan zijn, dat meer sediment op het schor neerslaat, waardoor een extra verhoging van de schorbodem plaatsvindt. In vergelijking met een zandsuppletie zal dit effect echter geringer zijn. Het streven is op deze wijze een langzame verhoging van het gehele slik te realiseren. Het slik zal minder worden verhoogd dan bij het uitvoeren van een zandsuppletie.

6. twee geleidingsdammen west en oost

De constructie en afmetingen moeten nog via modelonderzoek worden geoptimaliseerd. In verband met de landschappelijke openheid is het vooral van

belang te weten tot welk niveau dammen moeten worden aangelegd. Er wordt vanuit gegaan dat het niveau omstreeks NAP +2,50 m zal moeten liggen, waardoor bij laagwater het gebied lijkt te worden ingeklemd door twee dijkjes. Dit is landschappelijk minder aantrekkelijk. De verwachting is, dat ter plaatse van de buitenzijde van de dammen erosie optreedt, waardoor een geul ontstaat. Het lijkt aannemelijk dat de geul zich ook tussen de dammen manifesteert, maar de afstand tussen de koppen van de beide dammen is in dit kader ook van belang. Ter plaatse van de koppen van de dammen zal een extra erosiekuil ontstaan. Tussen de dammen zal een inscharing ontwikkelen. Achter de dammen ontstaat sedimentatie. Doordat er minder stroming achter de dammen aanwezig is dan bij de onder 1 tot en met 5 genoemde middelen, zal de oppervlakte van het slik veel slibrijker zijn dan de hiervoor aangegeven middelen. Als het mogelijk is, de dammen relatief laag aan te leggen, zal grover sediment neerslaan. Er zullen wel zeer slibrijke zones aanwezig blijven. Het is de vraag welke lengte de dammen moeten verkrijgen. Als dit relatief kort is, dan is het de vraag of het Verdrongen dorp voldoende kan worden beschermd. Door de aanleg van de dammen zal het schor een niet maatgevende verhoging verkrijgen, door het sneller neerslaan van het in de waterkolom aanwezige slib.

7. reeks geleidingsdammen

De constructie en afmetingen van de dammen en de onderlinge afstand moeten nog via modelonderzoek worden geoptimaliseerd. In verband met de landschappelijke openheid is het vooral van belang te weten tot welk niveau dammen moeten worden aangelegd. Er wordt vanuit gegaan dat het niveau omstreeks NAP +2,50 m zal moeten liggen, waardoor bij laagwater het gebied lijkt te worden omsloten door een regelmatig onderbroken dijkje. Dit is landschappelijk niet aantrekkelijk. De verwachting is, dat ter plaatse van de buitenzijde van de dammen erosie optreedt, waardoor een doorgaande geul ontstaat. Ter plaatse van de openingen tussen de dammen zal een extra verdieping ontstaan. Tussen alle dammen zal daarom ook een inscharing zichtbaar zijn. Achter de dammen zal sedimentatie ontstaan. Doordat er weinig stroming achter de dammen aanwezig zal zijn, wordt de oppervlakte van het slik slibrijker dan bij de overige middelen; waarschijnlijk ook slibrijker dan bij de onder 6 genoemde geleidingsdammen. Eén en ander hangt echter ook af van de hoogte waarop de dammen worden aangelegd. Als het mogelijk is, de dammen relatief laag aan te leggen, zal grover sediment neerslaan. Het verdient aanbeveling met de situering van de dammen rekening te houden met de plaats van het Verdrongen dorp. Als dit dorp in de omgeving van een opening ligt, kan op die plaats het slikniveau verder worden verlaagd. Door de aanleg van de dammen zal het schor een niet maatgevende verhoging verkrijgen, door het sneller neerslaan van het in de waterkolom aanwezige slib.

8. Eventueel: als het storten van specie in de Schaar van Waarde tegen de geulwand van de Westveerpolder bij het westelijke deel van het slik goed blijkt te werken, scoren de volgende vijf mogelijkheden ook hoog:

- a) storten specie in de Schaar van Waarde aan de westzijde van het slik bij de Westveerpolder
- b) storten specie bij de Westveerpolder en zanddepot midden
- c) storten specie bij de Westveerpolder en kraagstuk midden en palenrijen oostzijde
- d) storten specie bij de Westveerpolder en palenrijen vanaf het midden

e) storten specie bij de Westveerpolder en rondpompen zand vanuit de Geul Zimmerman naar het midden van het slik

Bij de onder punt 8 genoemde middelen kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- ad a) De nu lopende proef moet uitsluitsel bieden over het resultaat. Naar verwachting zal door de regelmatige toevoer van sediment een langzame verhoging van het slik plaatsvinden. De verhoging zal van het westen naar het midden van het slik uitbreiden. In dit stadium is het onduidelijk hoe snel dit zich voltrekt. Vooralsnog wordt er vanuit gegaan dat de erosie in het midden en oosten van het slik de eerste jaren ongewijzigd zal voortgaan. Landschappelijk scoort deze bescherming zeer hoog omdat geen zichtbare bescherming wordt aangebracht. Het slibgehalte van het sediment in de bovenste laag van het slik zal overeenkomen met het huidige slibgehalte. Doordat meer sediment door het water wordt vervoerd dan nu, kan een geringe extra sedimentatie op het schor voorkomen.
- ad b) De effecten van het storten van specie en een zanddepot komen overeen met de effecten van het onder punt 5 aangegeven zand'depot' westzijde en midden slik.
- ad c) Een kraagstuk dekt de bodem ter plaatse van het Verdrongen dorp af en zorgt zo voor het veilig stellen van het Verdrongen dorp. Hierdoor wordt op het slik een vak met breuksteen zichtbaar. De bijkomende effecten van het storten van specie en de kribben van paalrijen staan hiervoor reeds beschreven. Deze combinatie heeft voorts nog enkele voordelen. De landschappelijke openheid wordt slechts in beperkte mate beïnvloed en de sedimentaanvoer vanaf het westen wordt voor een deel door de paalrijen in het oosten opgevangen, waardoor een extra cumulerend effect optreedt. Als de aanvoer van sediment voldoende groot is, bestaat de kans dat het kraagstuk in de loop der tijd onder het zand verdwijnt. Of dit plaatsvindt is echter niet te voorspellen.
- ad d) Dit komt overeen met 8 c zonder kraagstuk. De paalrijen die nu vanaf het midden naar het oosten van het slik lopen hebben tot doel het getransporteerde sediment uit het westelijke deel in deze zone vast te houden. Het is de vraag of hiermee het Verdrongen dorp voldoende wordt behouden. Dit zal mede afhangen van de grootte van de aanvoer van sediment.
- ad e) De effecten hiervan komen overeen met de effecten van het onder punt 5 aangegeven zand'depot' westzijde en midden slik. Dit middel heeft het extra voordeel dat de Geul Zimmerman op diepte wordt gebracht, waardoor tegelijkertijd de erosie in het oostelijke deel van het slik zal verminderen.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De belangrijkste conclusies en aanbevelingen uit dit werkdocument worden hieronder samengevat.

- ⇒ Verwacht wordt dat het proces van erosie, dat momenteel plaatsvindt op het slik en schor bij Waarde nog gedurende lange tijd zal voortgaan. Als gevolg hiervan zal het slik verlagen en zal de oppervlakte van het schor verkleinen.
- ⇒ Het is mogelijk maatregelen te treffen die de achteruitgang van het slik en schor stoppen. De opgetreden verlaging van het slik kan worden gecompenseerd door een sedimentatie.
- ⇒ De meeste middelen leiden ertoe dat het oppervlak van de bodem meer slib gaat bevatten dan nu het geval is. Uit ecologische overwegingen is dit gunstig, tenzij gebieden met uitsluitend slib zullen ontstaan. Dit zou kunnen voorkomen bij de toepassing van geleidingsdammen, het zo laag mogelijk maken van deze dammen kan dit wellicht voorkomen.
- ⇒ Een verhoging van het slik met zand en slib zal leiden tot een verlenging van de foerageertijd voor vogels, waardoor de geschiktheid van het slik voor de vogelfunctie sterk zal verbeteren.
- ⇒ Bij alle middelen treden nadelige effecten op. De meeste middelen beïnvloeden de openheid van het gebied, vaak ontstaat een ander slik of het niveau van het schor wordt verhoogd. Bij niets doen ontstaan ook nadelige effecten: het verkleinen van het schor en het verlagen en mogelijk verkleinen van het slik, waardoor onder andere de resten van het Verdrongen dorp Valkenisse blootspoelen en zullen verdwijnen.
- ⇒ De beheerders van het gebied moeten op korte termijn de definitieve randvoorwaarden voor de middelen vaststellen en het onderlinge belang van de criteria afwegen.
- ⇒ Er moet door onderzoek worden nagegaan of voldoende sediment door de stroming wordt getransporteerd naar het slik. Dit is van belang voor het verkrijgen van inzicht in de toekomstige sedimentsamenstelling van de bodem. Dit onderzoek heeft niet te worden uitgevoerd als gekozen wordt voor een vorm van suppleren van zand.
- ⇒ Er moet worden afgewogen of de landschappelijke openheid en het teloor gaan van slik en schor een gelijke belangrijkheid vertegenwoordigen.
- ⇒ Aanbevolen wordt eerst het resultaat van de proef met het storten van specie in de Schaar van Waarde aan de westzijde van het slik af te wachten, alvorens een definitieve keuze te maken en over te gaan tot zware middelen. Eventueel kunnen tijdelijke maatregelen worden getroffen voor het veilig stellen van het Verdrongen dorp.
- ⇒ Voor een optimale situering van de krib(ben) en geleidingsdam(men) is nader modelonderzoek noodzakelijk. Daarnaast moeten de afmetingen van deze middelen worden geoptimaliseerd.

5. LITERATUUR

Eck, Bert van, november 1999.

De ScheldeAtlas, een beeld van een estuarium. Schelde InformatieCentrum in samenwerking met het Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg. ISBN 90-369-3434-6.

Liek, G.A., juni 2001.

Resultaten van de modelsimulaties NCP Waarde. werkdocument RIKZ/AB/2001/824x, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg

Liek, G.A. en B.A. Kornman, maart 2001.

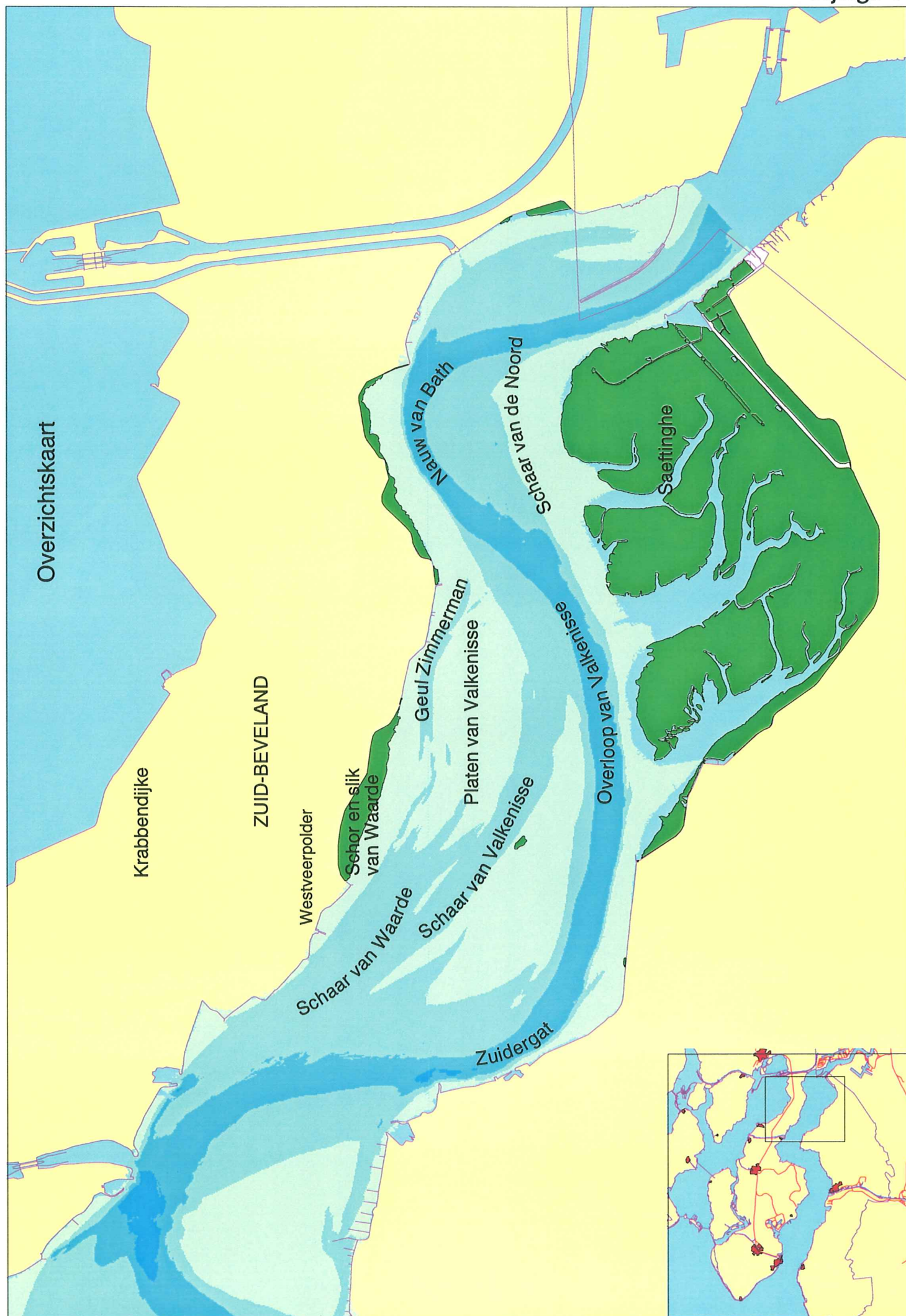
De morfologische ontwikkeling van het slik en schor van Waarde in de periode 1957-2000, werkdocument RIKZ/AB/2001/802x, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ, Middelburg.

Storm, C., juli 1999

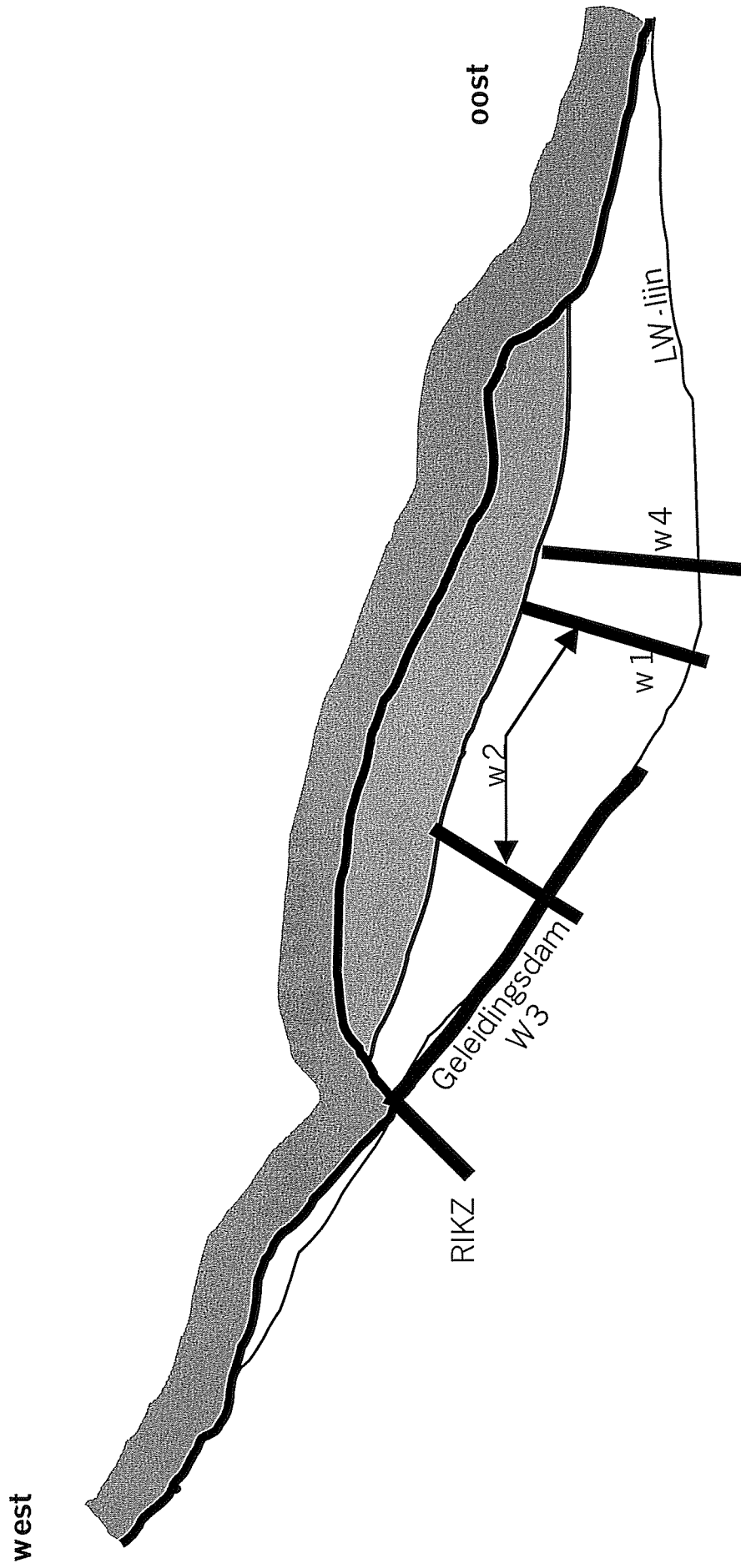
Slinkend Onland, over de omvang van Zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. nota AX-99.007, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, directie Zeeland, Middelburg.

Svašek, juli 2000.

Berekeningen NCP Westerschelde, rapport 00244/1160



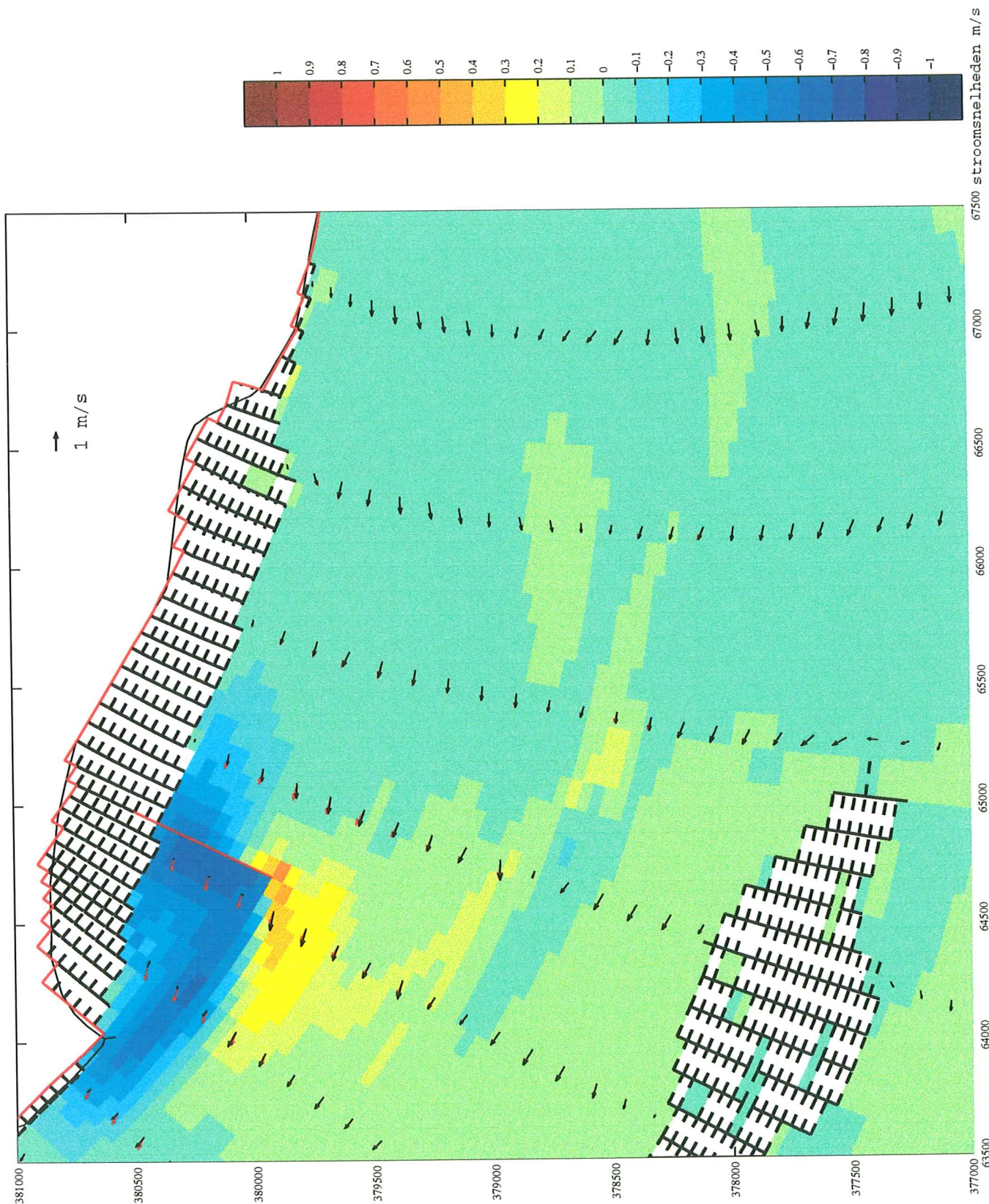
Situering berekende varianten



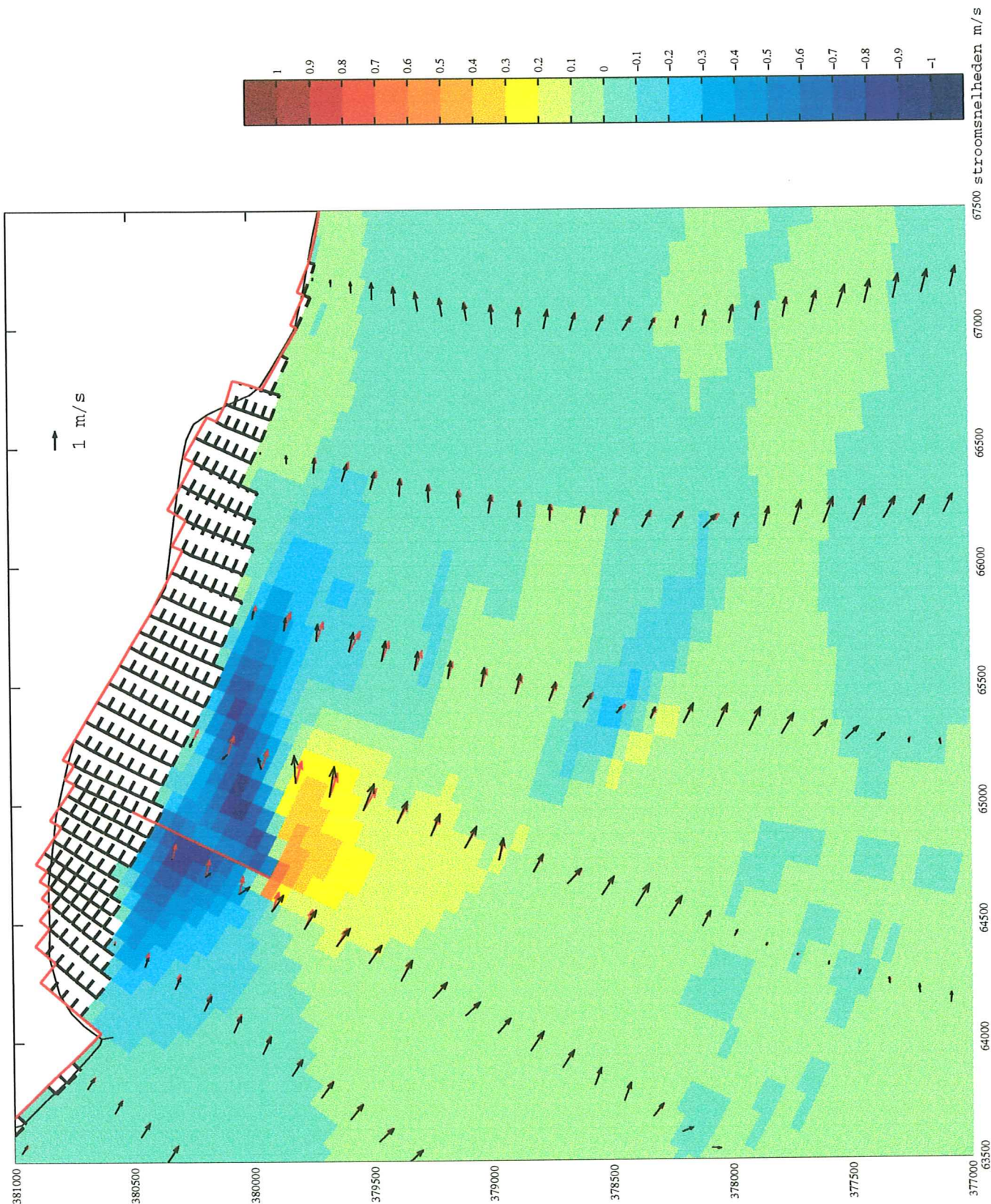
Modelresultaat (kribben, geleidingsdam en effect Geul Zimmerman)

Op de hierna volgende kaarten staat steeds het **verschil** aangegeven tussen de huidige situatie en de situatie met een aangegeven middel. De gegevens betreffen de maximale stroomsnelheden tijdens eb en vloed.

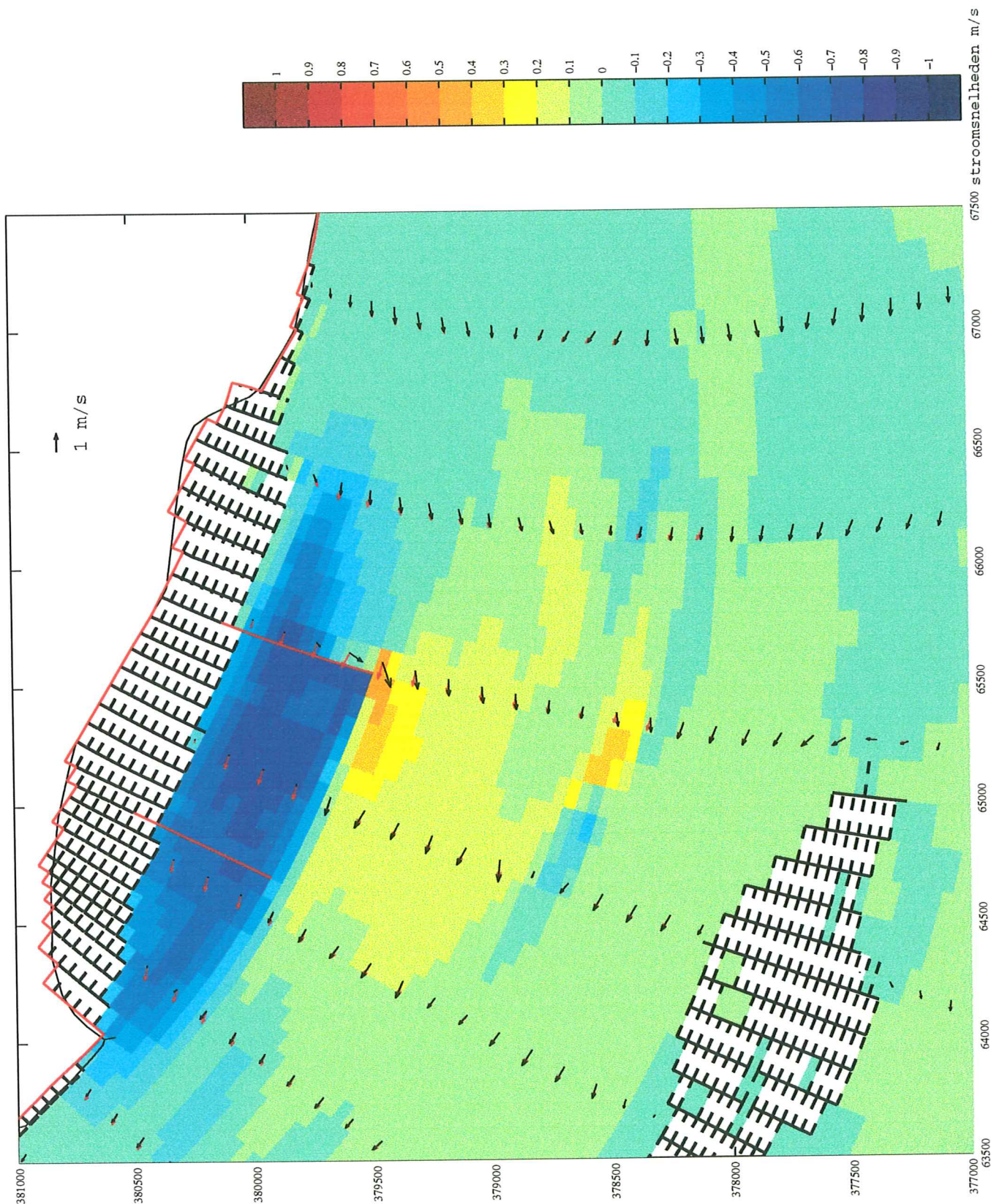
Vershil snelheden Schor van Waarde, alt : w1, max eb 95/06/12 3:30:00



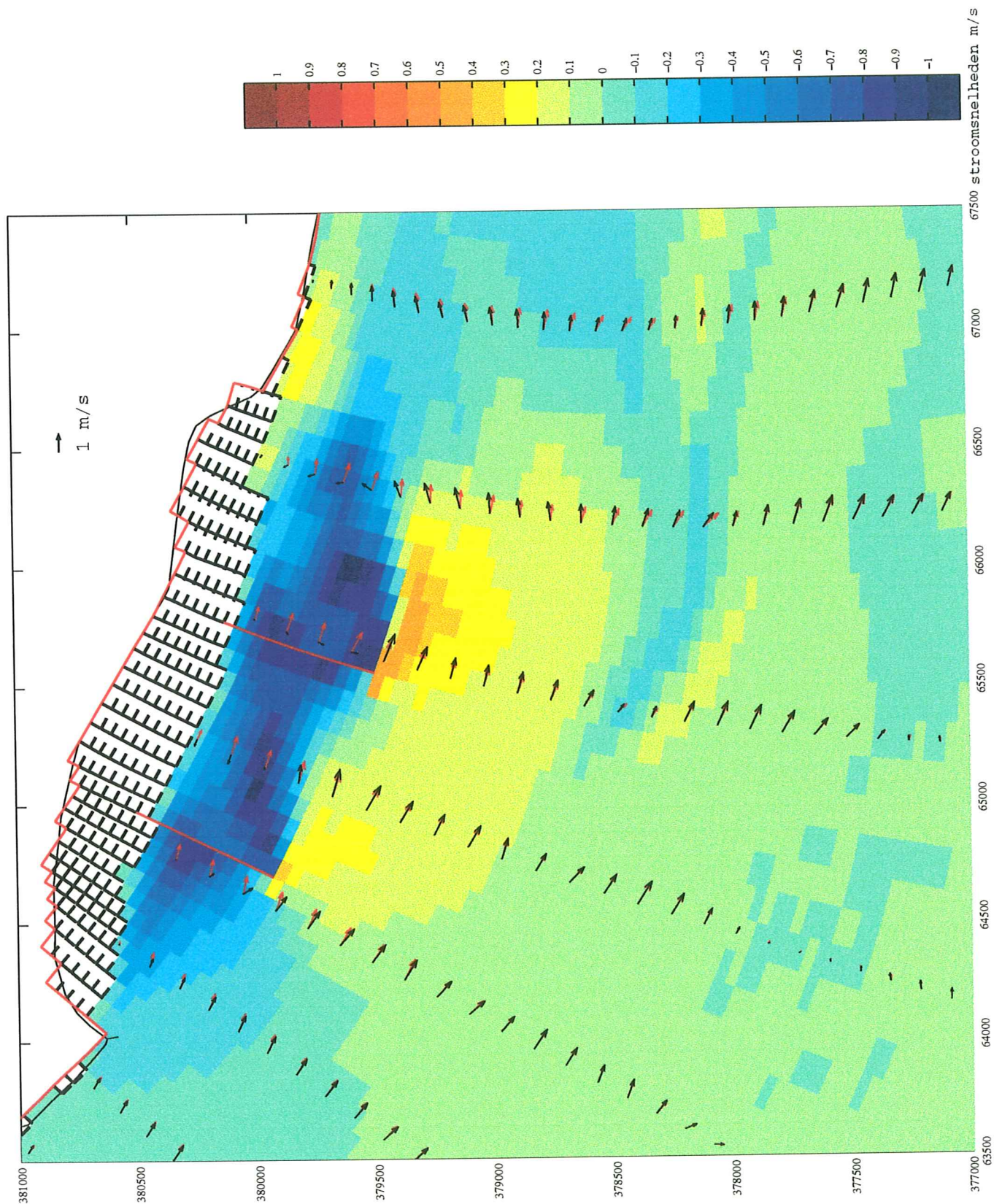
Verschil snelheden Schor van Waarde, alt : w1, max vloed 95/06/12 13:30:00



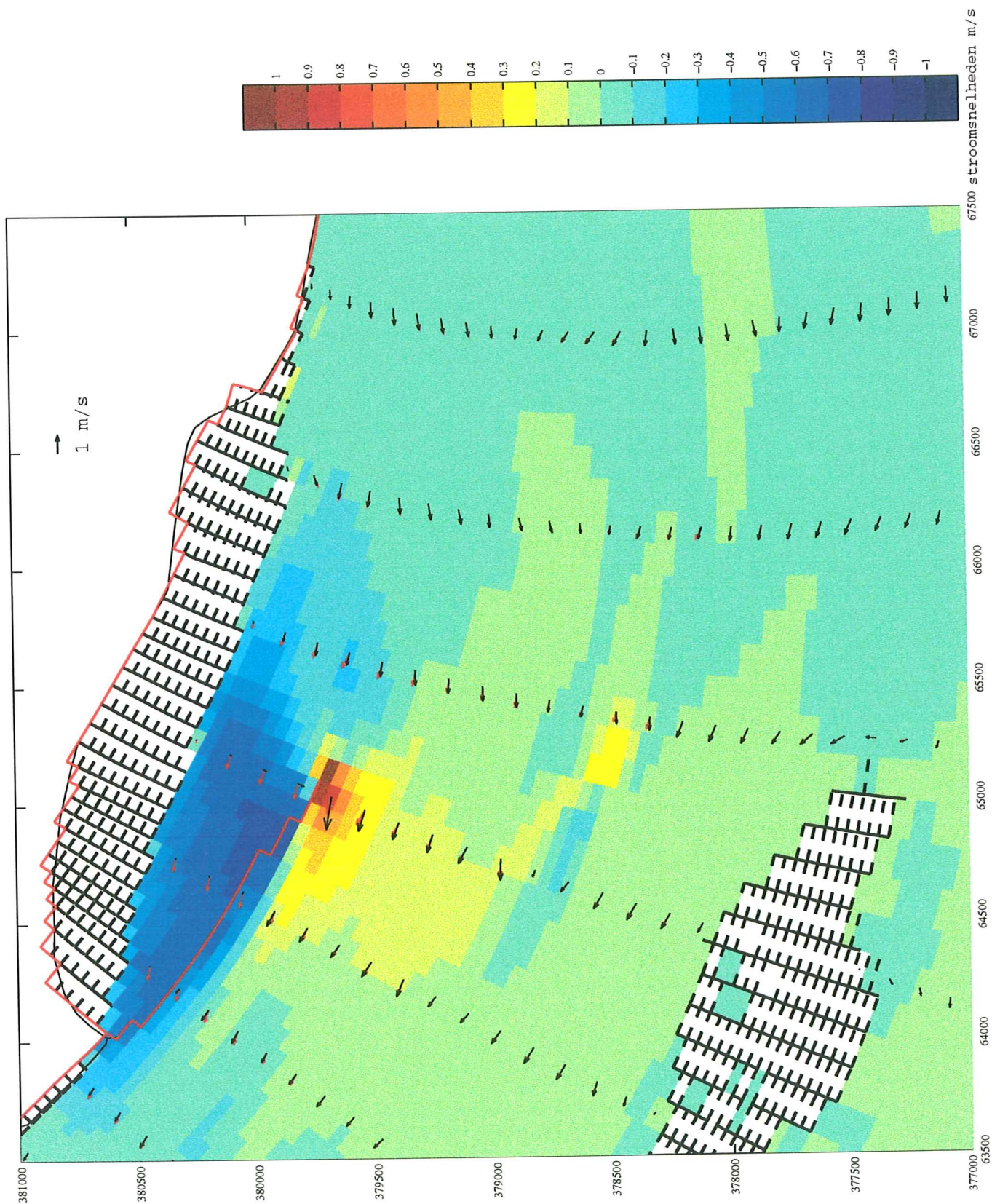
Vershil snelheden Schor van Waarde, alt : w2, max eb 95/06/12 3:30:00



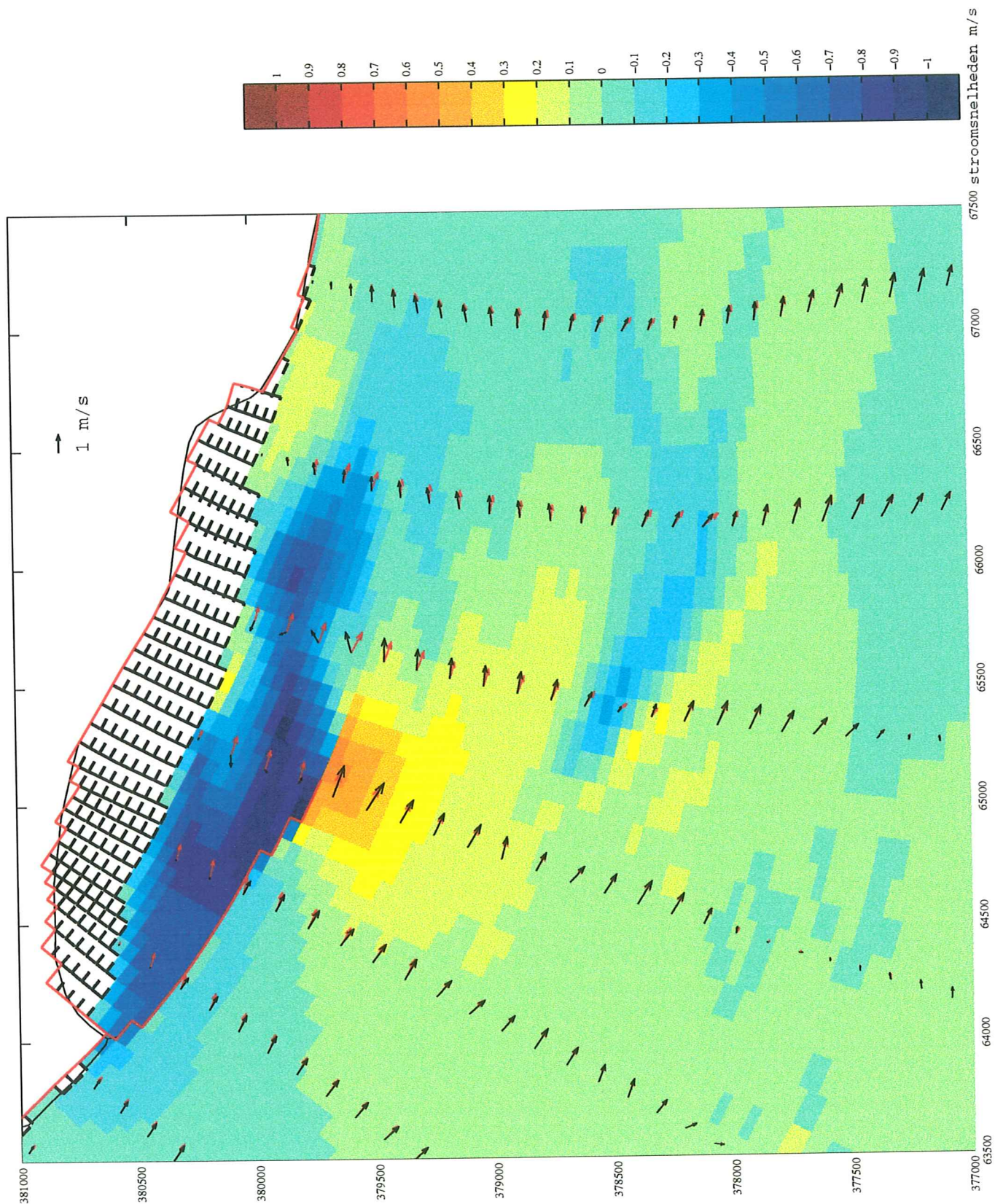
Verschil snelheden Schor van Waarde, alt : w2, max vloed 95/06/12 13:30:00



Verschil snelheden Schor van Waarde, alt : w3, max eb 95/06/12 3:30:00



Vershil snelheden Schor van Waarde, alt : w3, max vloed 95/06/12 13:30:00



Vershil snelheden Schor van Waarde, alt : w3, max vloed 95/06/12 13:30:00

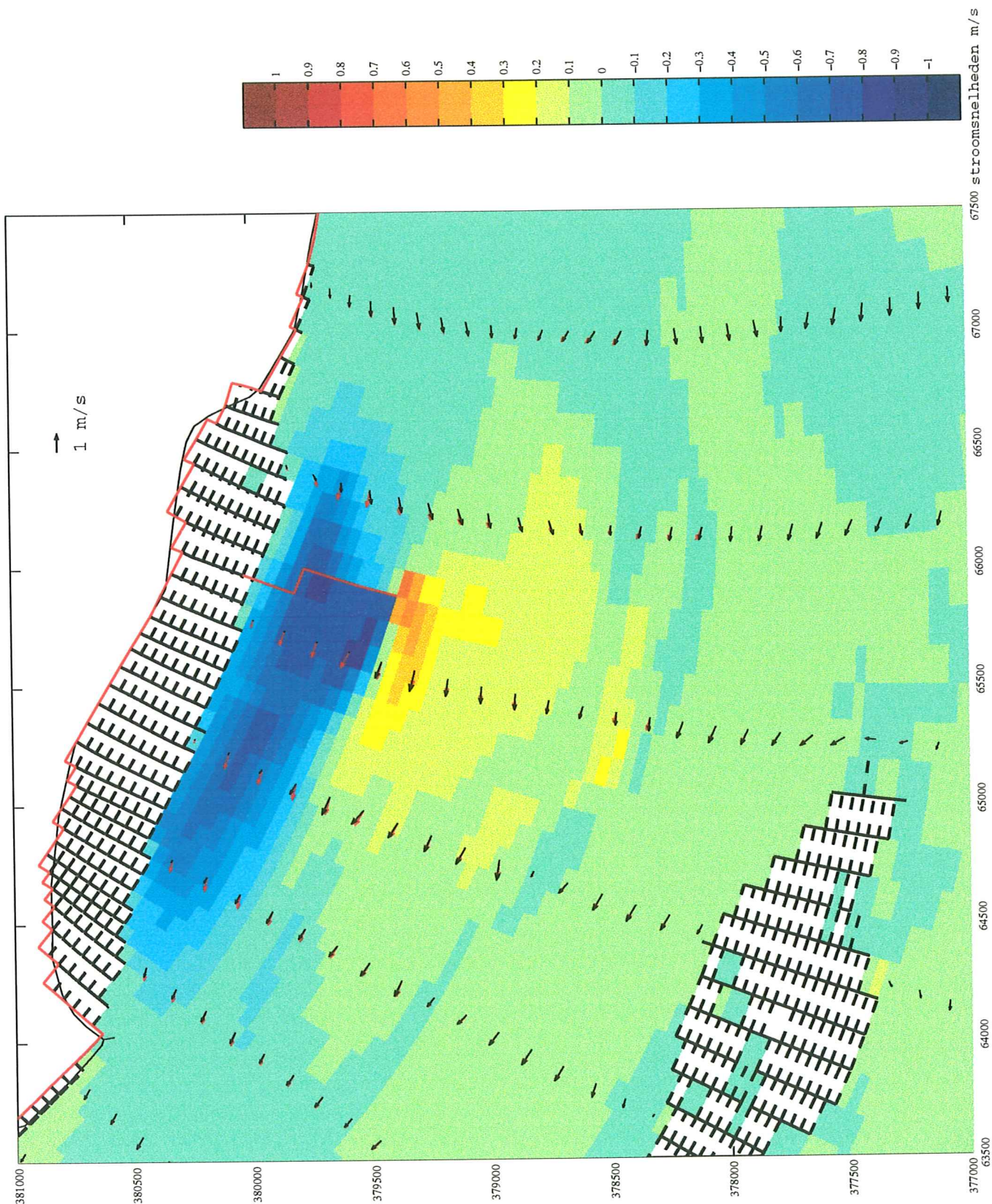
FIGUUR 3.10.5

1160

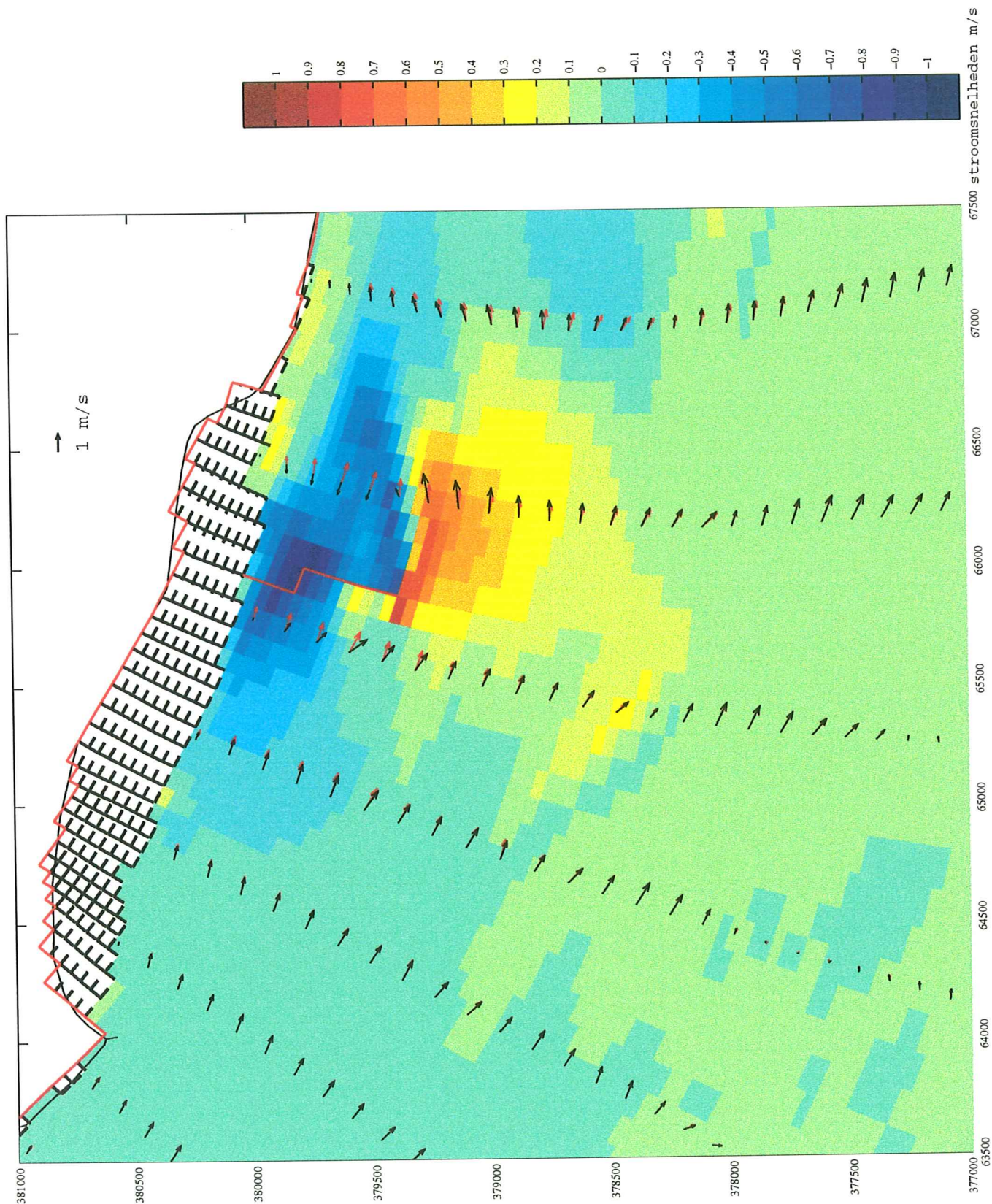
modelsimulaties NCP Westerschelde

21-Jul-2000

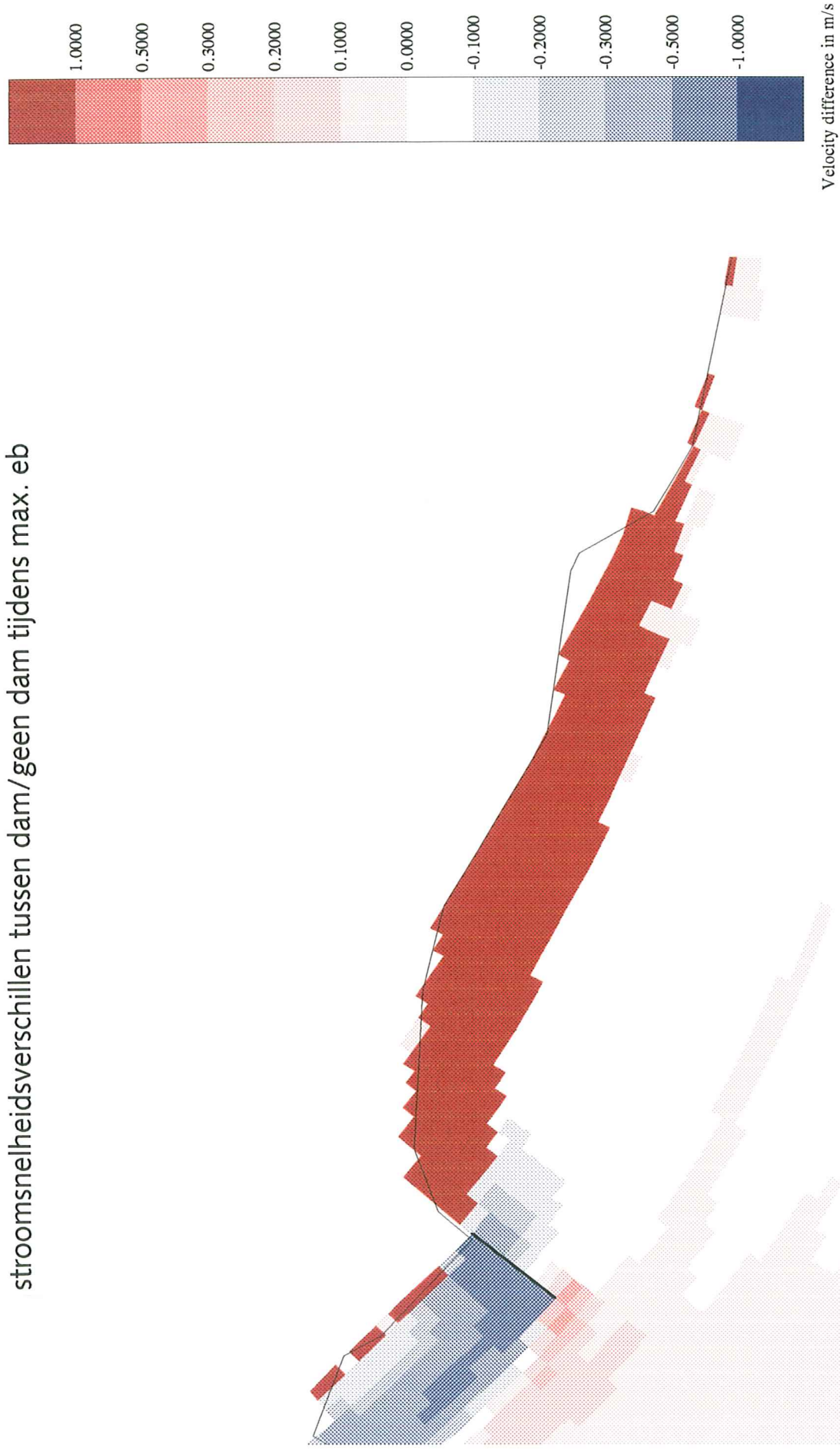
Vershil snelheden Schor van Waarde, alt : w4, max eb 95/06/12 3:30:00



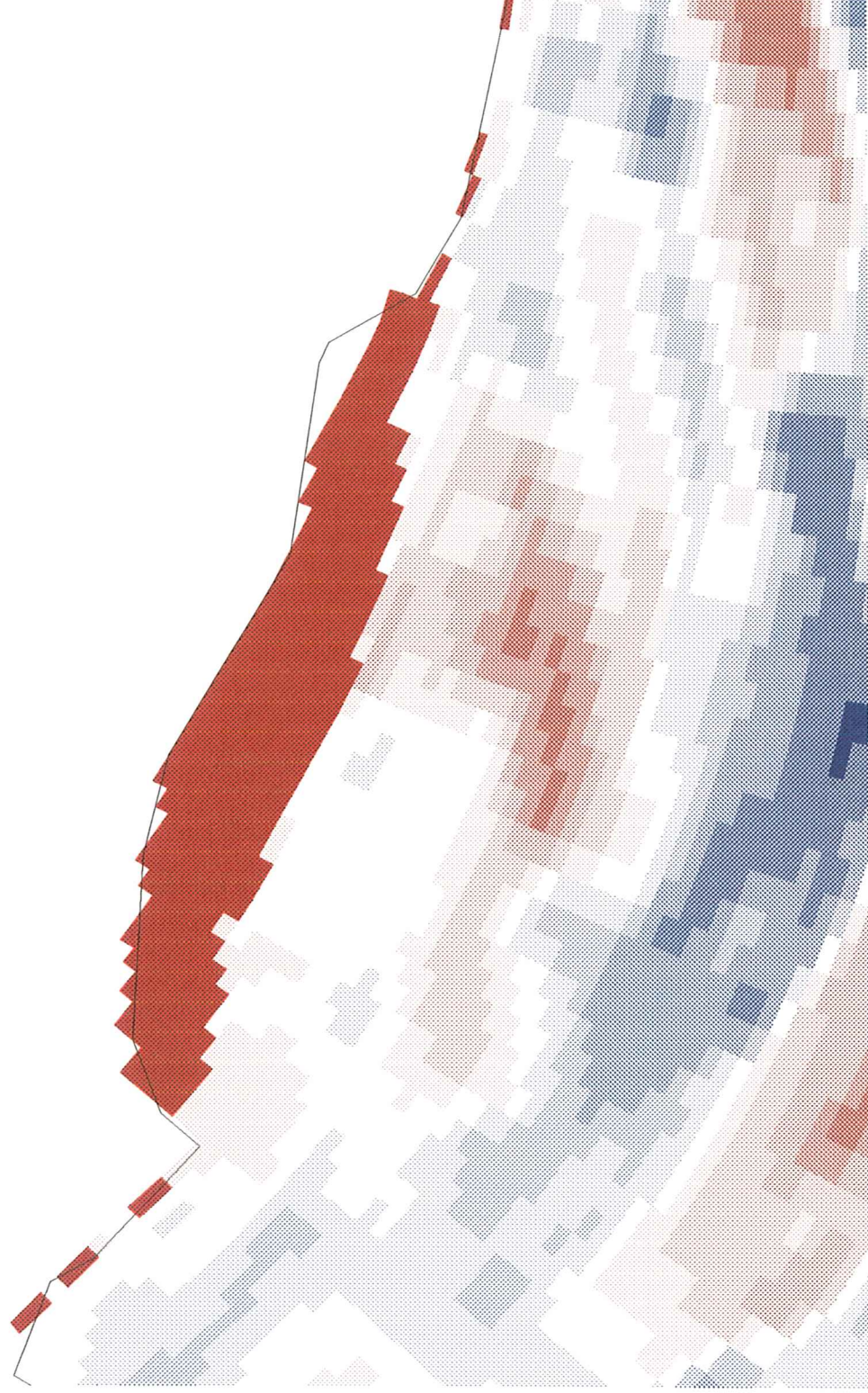
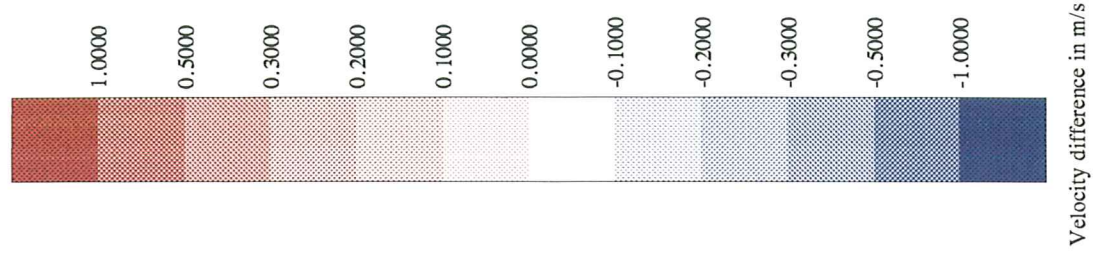
Verschil snelheden Schor van Waarde, alt : w4, max vloed 95/06/12 13:30:00



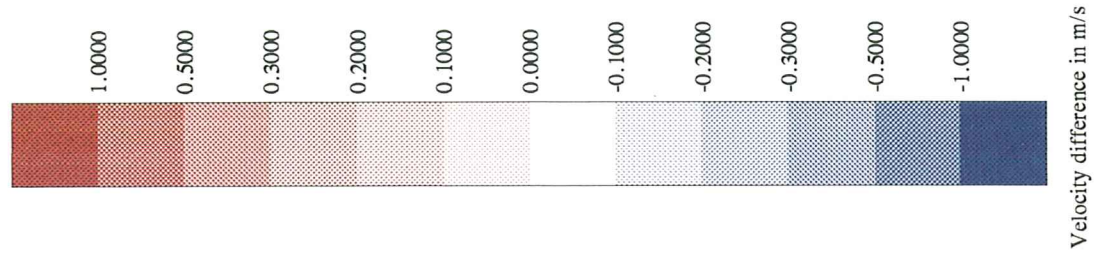
stroomsnelheidsverschillen tussen dam/geen dam tijdens max. eb



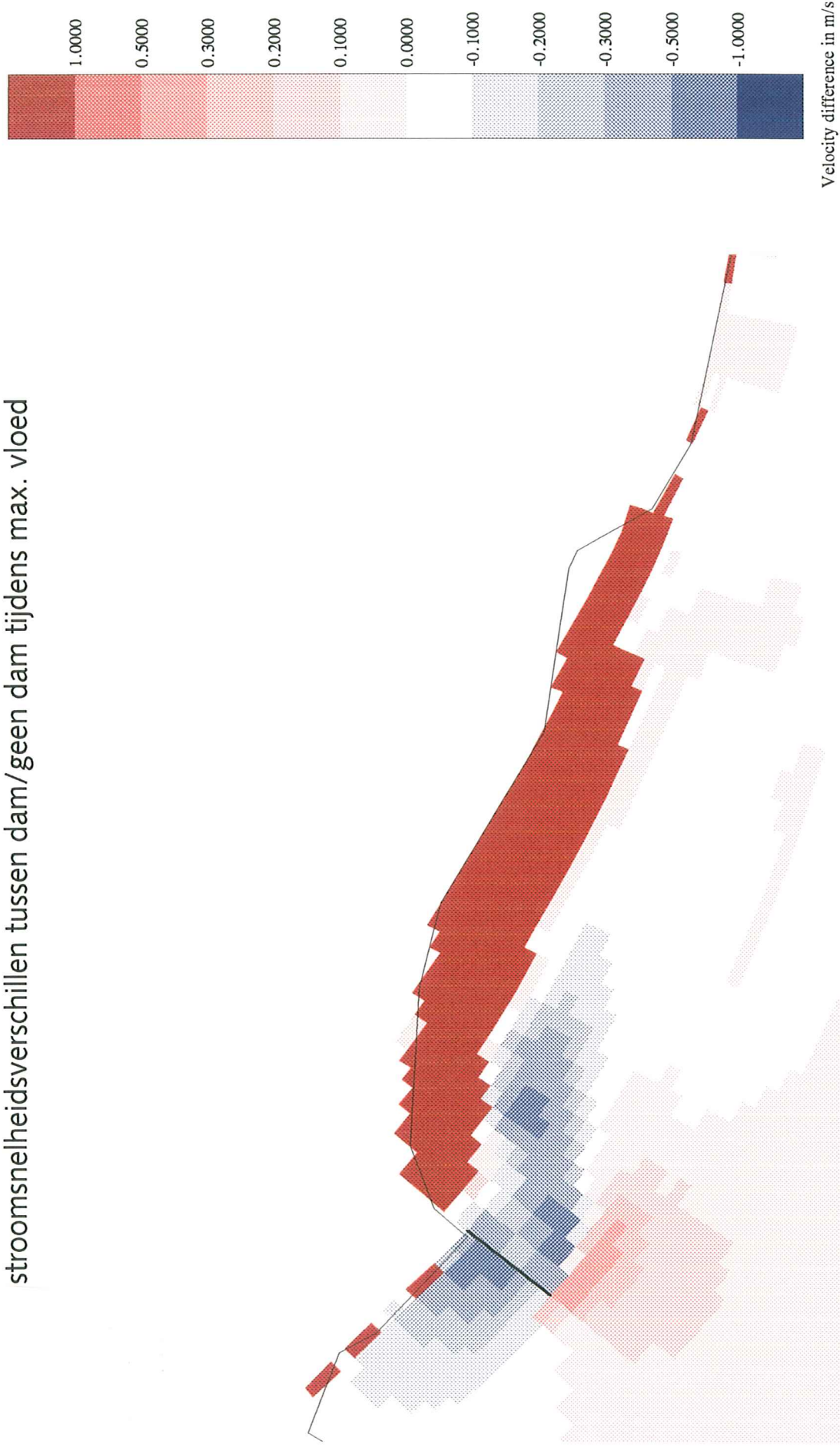
stroomsnelheidsverschillen tussen situaties 1990 en 1977 tijdens max. vloed



stroomsnelheidsverschillen tussen situaties 1990 en 1977 tijdens max. eb



stroomsnelheidsverschillen tussen dam/geen dam tijdens max. vloed

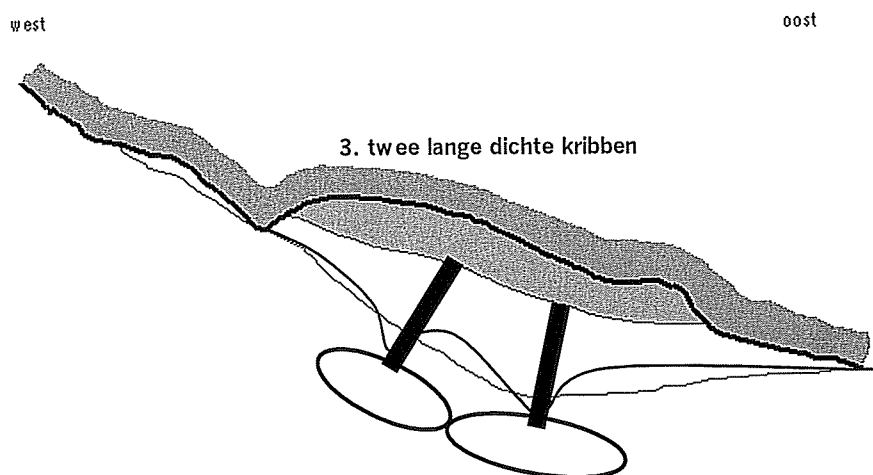
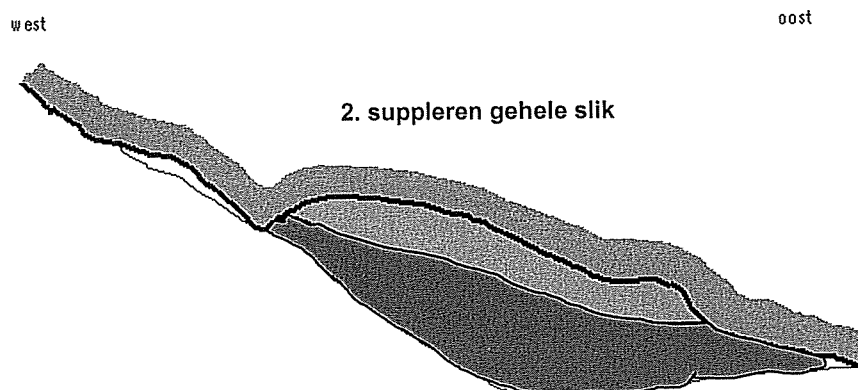
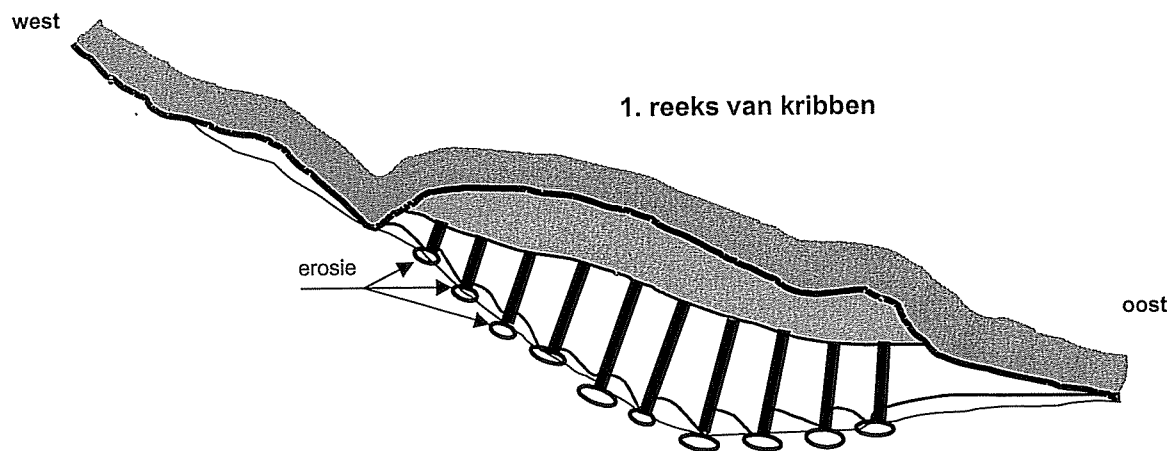


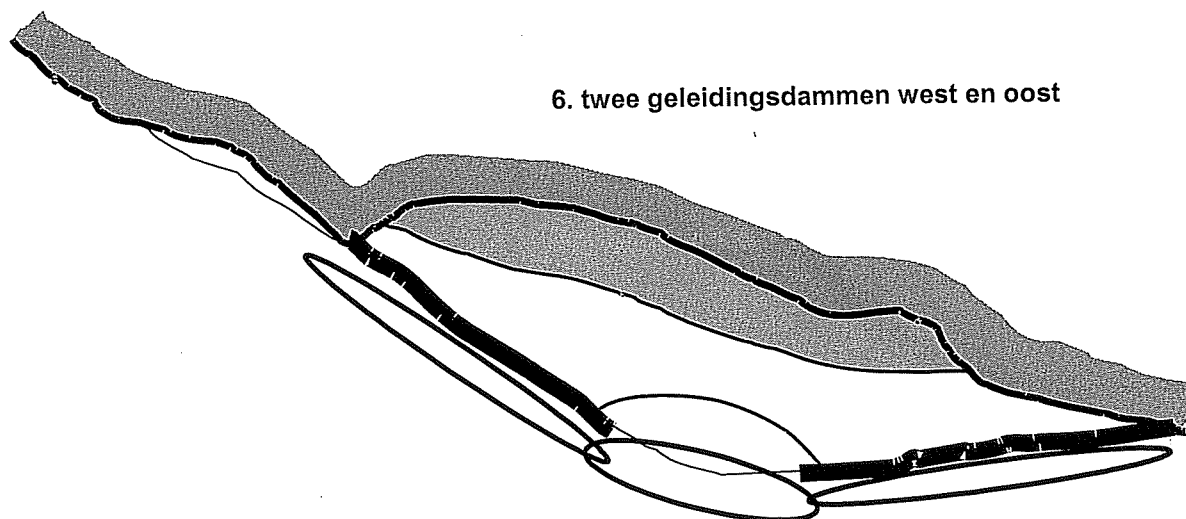
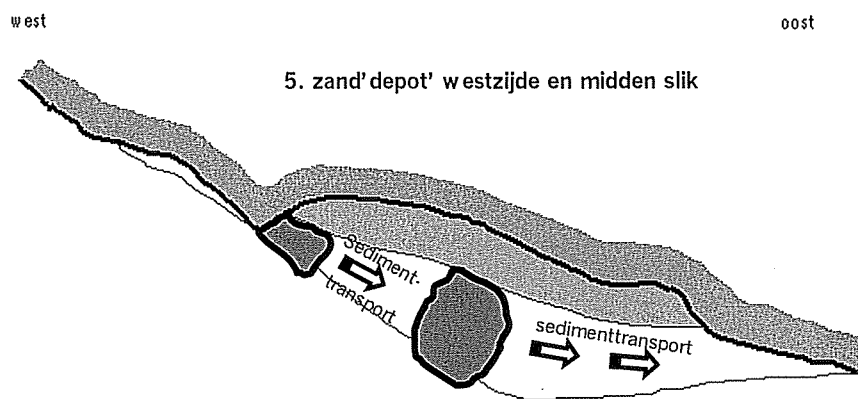
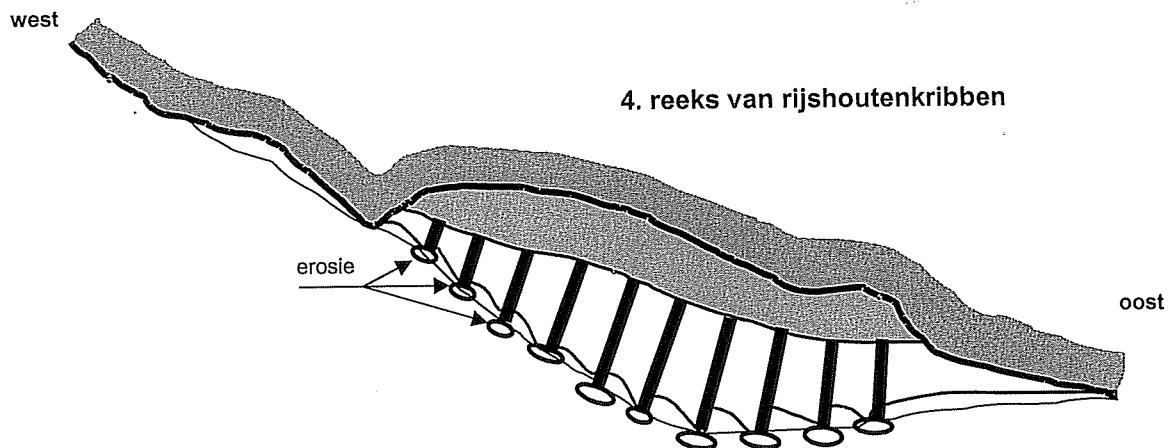
	criteria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Σ+	Σ-
A. kribben																
1	lange, dichte krib midden/west	+	+	+	+	+	0	0	+	-	+	-	0	+	8	2
2	2 lange dichte kribben,	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	-	0	+	9	2
3	lange dichte krib midden/oost/oost	+	+	+	+	+	0	0	+	-	+	-	0	+	8	2
4	zwaar geconstrueerde krib west	+	+	+	-	+	0	-	+	0	+	-	0	+	7	3
5	reeks van rijshouten kribben 10 rijen	+	+	+	+	-	0	+	+	0	+	0	0	+	8	1
6	reeks kribben/palenrijen/damwanden	+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	0	0	+	9	0
B. Geleidingsdam(men)																
1	lange geleidingsdam west	+	+	+	-	+	0	0	+	-	+	-	-	+	7	4
2	geleidingsdam oost	+	+	+	-	+	0	0	+	-	+	-	-	+	7	4
3	twee geleidingsdammen west + oost	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	-	-	+	9	3
4	reeks geleidingsdammen	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	-	-	+	9	3
C. Toevoer van sediment																
1	storten specie in Schaar westzijde slik	0	0	0	0	-	0	0	0	+	+	+	+	+	5	1
2	dempen geultje	-	0	-	-	-	0	0	0	+	+	+	+	+	X	X
3	zand'depot' westzijde	0	+	+	0	-	0	0	0	+	+	+	+	+	7	1
4	zand'depot' westzijde en midden slik	0	+	+	+	-	0	0	0	+	+	+	+	+	8	1
5	suppleren	0	+	+	+	0	-	+	0	+	+	+	+	+	9	1
6	storten specie + zanddepot midden	0	0	+	+	-	-	0	0	+	+	+	+	+	7	2
D. Afdekken																
1	kraagstuk/zinkstuk/kunststof met breuksteen	+	+	-	+	+	0	0	-	+	+	0	+	0	7	2
2	kunststof mat zandworsten	+	+	-	+	+	0	0	-	+	+	-	+	-	7	4
3	kunstmatig zeewier	-	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	X	X
E. Combinaties van middelen																
1	gel.dam west + krib midden/oost of reeks kribben	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	-	-	+	9	3
2	geleidingsdam west + zanddepot	+	+	+	+	-	0	+	+	-	+	-	-	+	8	4
3	geleidingsdam west + kraagstuk + krib oost	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	-	-	+	9	3
4	reeks geleidingsdammen + zanddepot midden	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	-	-	+	9	3
5	storten specie + kraagstuk + paalrijen oostzijde	0	0	0	+	-	0	+	+	0	+	0	0	+	5	1
6	storten specie + palenrijen vanaf midden	0	0	0	+	-	0	+	+	0	+	0	0	+	5	1
7	storten specie + rondpompen zand in midden	0	0	0	+	-	-	+	0	+	+	+	+	+	7	2

Toelichting bij de scores

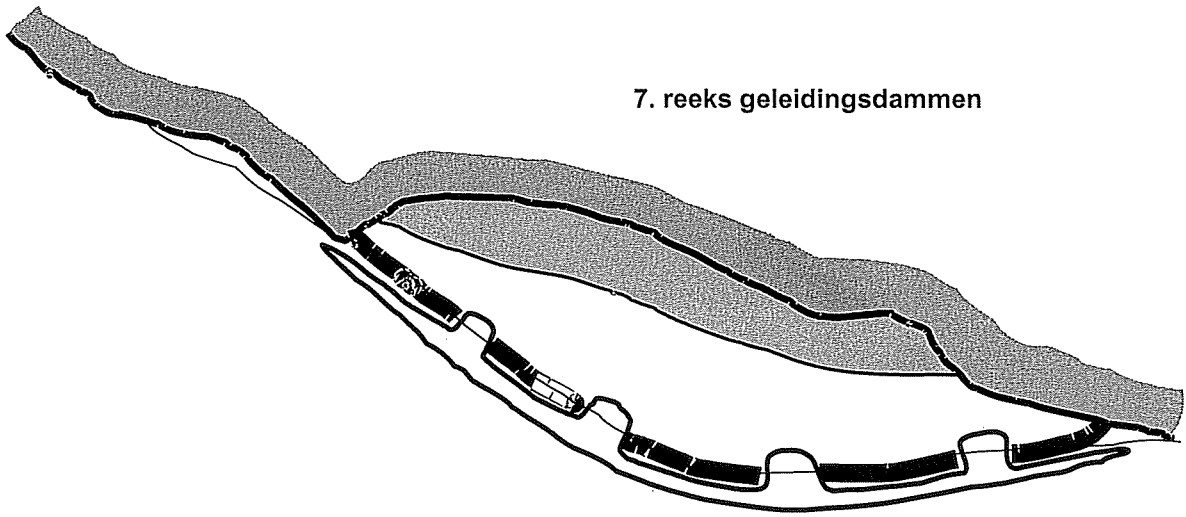
(voor de volledige omschrijving van de middelen en de criteria zie: hoofdstuk 3.2 en 3.3)

- voorspelbaarheid van functioneren van het middel. (+ = goed te voorspellen, 0 = onzeker - = niet te voorspellen). Als het niet te voorspellen is, of een middel hier functioneert, valt het af.
- zekerheid werking instandhouding van het slik (+ = werkt; 0 = onzeker; - = werkt niet).
- zekerheid werking stabilisering schorrand (+ = werkt; 0 = onzeker; - = werkt niet).
- zekerheid werking bescherming Verdronken dorp van Valkenisse (+ = werkt; 0 = onzeker; - = werkt niet).
- duurzaamheid middel (onderhoudsfrequentie) (+ = laag, 0 = één of meer keer onderhoud per decennium, - = hoog; jaarlijks onderhoud of vaker) Opmerking zandsuppletie hoewel het regelmatig aanbrengen een onderdeel van het principe van een suppletie is, is wordt hier het regelmatig opnieuw aanbrengen als 'onderhoud' beschouwd.
- verhoging van het schor (- = hoger, 0 = ongeveer gelijk, + = lager)
- verhoging van het slik (+ = hoger, 0 = ongeveer gelijk, - = lager)
- verhoging slibgehalte slik (+ = hoger, 0 = ongeveer gelijk, - = lager)
- ontstaan doorgaande geul voor het slik (+ = geen geul verwacht, 0 = onzeker, - = grote kans op een geul)
- behouden dynamiek schorrand (+ = dynamiek blijft behouden, 0 = ongeveer gelijk, - = geen dynamiek meer)
- flexibiliteit constructie (+ = zeer flexibel, geen inspanning vereist bij verwijderen, 0 = met inspanning te verwijderen, - = bijna niet te verwijderen)
- landschappelijke openheid (+ = niet aanwezig, 0 = ongeveer gelijk, - = oorspronkelijke horizon (bijna) niet meer zichtbaar)
- textuur slik (+ = ongewijzigd, 0 = zand wordt steen, - = oneigenlijk materiaal)





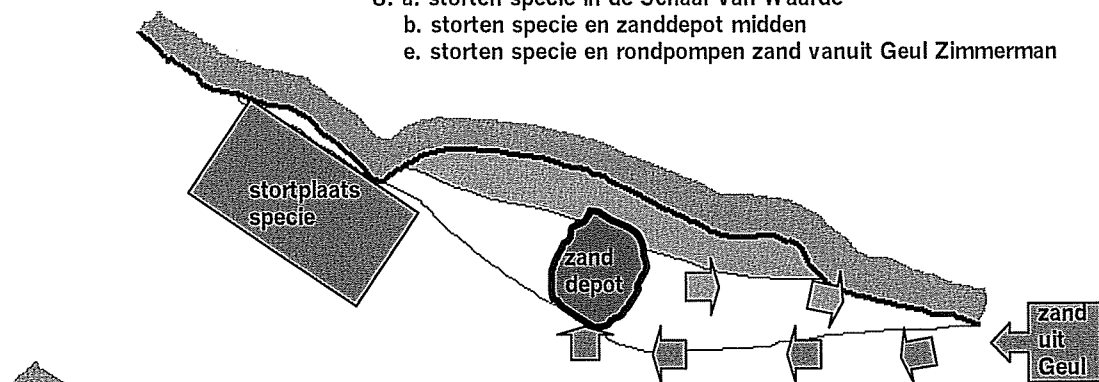
7. reeks geleidingsdammen



west

oost

8. a. storten specie in de Schaar van Waarde
- b. storten specie en zanddepot midden
- e. storten specie en rondpompen zand vanuit Geul Zimmerman



8. c. storten specie en kraagstuk midden en palenrijen oostzijde
- d. storten specie en palenrijen vanaf het midden

