



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

de morfologische ontwikkeling van het slik en schor van Waarde in de periode 1957-2000



false-color luchtfoto van het slik en schor van Waarde, genomen in 1998

Werkdocument RIKZ/AB/2001/802x

Project ZEEDELTAws NCP

maart 2001

Gert-Jan Liek
Bart Kornman

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672242
Telefax 0118 651046
E-mail G.A.Liek@RIKZ.RWS.MINVENW.NL

Op 20 minuten loopafstand vanaf station Middelburg richting industriegebied Arnestein of met treintaxi bereikbaar



Aan
Geadresseerde

Van	Doorkiesnummer
G.A. Liek	0118-672242
B. Kornman	0118-672280
Datum	Bijlage(n)
maart 2001	7
Nummer	Project
RIKZ/AB/2001/802x	ZEEDELTAws NCP
Onderwerp	
De morfologische ontwikkeling van het slik en schor van Waarde in de periode 1957-2000	

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	2
1.1 ACHTERGROND	2
1.2 PROBLEEMSTELLING EN DOELSTELLING	2
1.3 WERKWIJZE	2
2. OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	4
2.1 ALGEMEEN	4
2.2 METHODIEK VAN HET ONDERZOEK	4
3. DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	6
3.1 INGEPEN IN DE NEVENGEULEN	6
3.2 ONTWIKKELINGEN VAN DE DEBIETEN IN HET INTERESSEGEBIED	7
3.3 RUIMTELIJKE EN TEMPORELE ONTWIKKELING VAN HET SLIK VAN WAARDE	8
3.4 RUIMTELIJKE EN TEMPORELE ONTWIKKELING VAN HET SCHOR VAN WAARDE	11
3.5 RUIMTELIJKE EN TEMPORELE ONTWIKKELING VAN DE GEULEN EN PLATEN	12
4. SYNTHESE / DISCUSSIE	15
4.1 CONCLUSIES	15
4.2 MOGELIJKE VERKLARING VAN DE WAARGENOMEN SLIK- EN SCHORONTWIKKELINGEN ..	15
4.3 PROGNOSE VAN DE AUTONOME ONTWIKKELING VAN HET SLIK EN SCHOR	16
5. LITERATUUR	17

Vestiging Middelburg
Postbus 8039, 4330 EA Middelburg
Bezoekadres Grenadierweg 31

Telefoon 0118 672200
Telefax 0118 651046
E-mail: G.A.Liek@RIKZ.RWS.MINVENW.NL

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Om de bereikbaarheid van de Antwerpse havens voor grote schepen te waarborgen, hebben Nederland en Vlaanderen in 1995 besloten om een verruiming van de vaarweg te realiseren, de zogenaamde 48'/43' verruiming. Deze verruiming ten gunste van de scheepvaart kent als belangrijk nadeel een verminderde dynamiek en een vermindering van oppervlak en kwaliteit van de ondiepwatergebieden en het intergetijdegebied. Veelal bezitten deze gebieden grote ecologische waarde en dragen zij bij aan het gezond functioneren van het watersysteem. In het verdrag tussen Nederland en Vlaanderen is compensatie van de verliezen van natuurwaarden afgesproken (natuurcompensatieprogramma Westerschelde). De financiering wordt door Nederland en Vlaanderen gezamenlijk gedragen, maar de uitvoering ligt in handen van Nederland.

In het kader van dit natuurcompensatieprogramma (NCP) Westerschelde, is bij Directie Zeeland behoefte ontstaan naar informatie over de morfologische toestand van het gebied rond het slik en schor van Waarde. Het RIKZ heeft opdracht gekregen deze informatie te genereren, visualiseren en analyseren.

1.2 Probleemstelling en doelstelling

De probleemstelling van dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

Het schor en slik van Waarde zijn aan het eroderen, waardoor de resten van het verdronken dorp van Valkenisse bloot zijn komen te liggen. Deze resten alsmede het schor moeten behouden worden. Onbekend is echter nog welke lokale processen aan deze erosie ten grondslag liggen en daardoor dus ook hoe deze erosie stopgezet kan worden.

De doelstelling van dit onderzoek luidt:

Het in beeld brengen van de ruimtelijke en temporele ontwikkelingen van het slik en schor van Waarde, het doen van prognoses over de autonome ontwikkeling van het gebied en het genereren van mogelijkheden om de erosie van slik en schor stop te zetten.

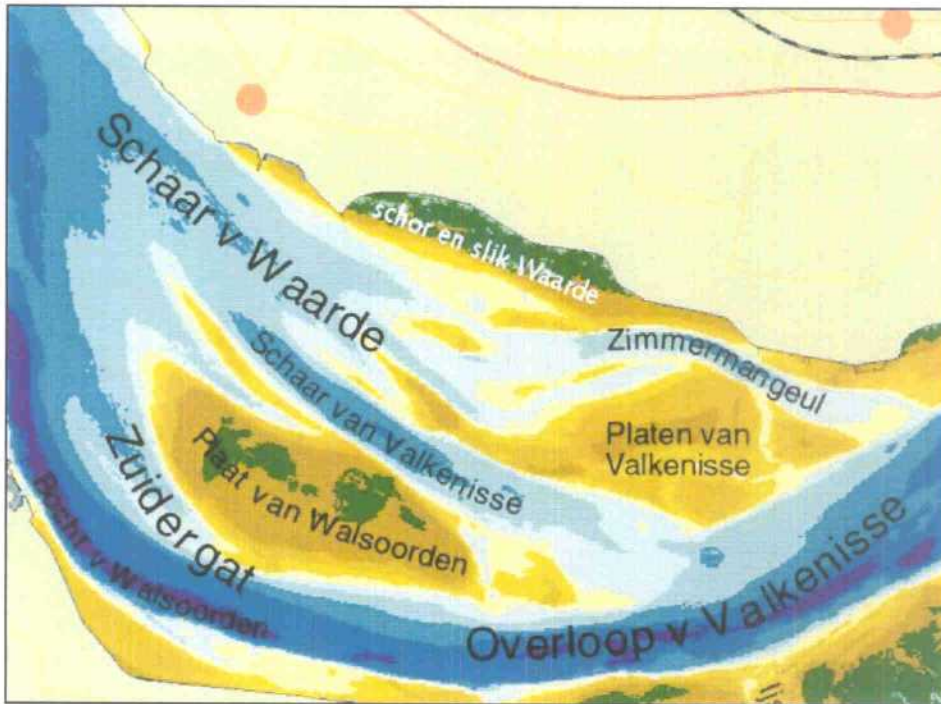
1.3 Werkwijze

De werkzaamheden, voor het realiseren van de doelstelling, zijn in drie fasen verricht:

- Fase 1: het verkrijgen van inzicht in de morfologische ontwikkelingen in de omgeving van het slik en schor van Waarde die deze erosie veroorzaken (zie Figuur 1).
- Fase 2: het doen van prognoses over hoe het gebied zich zal ontwikkelen bij handhaving van het huidig gebruik en beheer ("autonome" ontwikkeling).
- Fase 3: het onderzoeken van mogelijkheden om door middel van menselijk handelen de erosieve tendensen van slik en schor te verminderen en uiteindelijk te stoppen.

Dit werkdokument bestaat voornamelijk uit de beschrijving van de resultaten van fase 1 van het onderzoek. Fase 2 en Fase 3 zijn na gereedkomen van fase 1 van start gegaan met een workshop die georganiseerd is door RIKZ. Wanneer het gehele onderzoek is afgerond zal er een werkdokument opgesteld worden waarin alle fasen van het onderzoek worden beschreven.

In de workshop zijn twee discussies gehouden: de eerste over het huidige functioneren van het gebied en de verklaring hiervoor en de tweede over het opstellen van een prognose voor de autonome ontwikkeling van slik en schor. De resultaten die in dit werkdokument worden beschreven en tevens de in hoofdstuk 4 genoemde mogelijke verklaring van de schor- en slikerosie en de prognose van de autonome ontwikkeling hebben gediend als basis voor deze discussies. De beschrijving van de resultaten van deze workshop zijn te vinden in een volgend werkdokument, dat later dit jaar nog zal verschijnen.



Figuur 1: overzicht van het interessegebied.

2. Opzet en uitvoering van het onderzoek

2.1 Algemeen

In deze eerste fase van de studie is begonnen met het maken van een inventarisatie en presentatie van de beschikbare gegevens van het interessegebied. Met behulp van deze gegevens is vervolgens getracht te achterhalen welke morfologische processen er gaande zijn/zijn geweest in het gebied en welke invloed zij hebben/hebben gehad op het slik en schor van Waarde.

De vragen die aan de basis van deze eerste fase stonden waren:

- hoe hebben het slik en schor van Waarde en het voorliggende geulengebied zich in de afgelopen 40 à 50 jaar ontwikkeld?
- waarom hebben ze zich op deze manier ontwikkeld (welke morfologische en hydrodynamische processen liggen aan deze veranderingen ten grondslag?).

De volgende informatiebronnen zijn ter beantwoording van bovenstaande vragen geanalyseerd:

- GIS bodemdieptekaarten;
- geomorfologische GIS-kaarten;
- luchtfoto's;
- bodemhoogteprofielen;
- bagger-, stort- en zandwinggegevens;
- debietgegevens.

In de volgende paragrafen van dit hoofdstuk zal nader worden toegelicht hoe bovenstaande informatiebronnen geanalyseerd zijn.

2.2 Methodiek van het onderzoek

Algemeen

Voor het onderzoek naar de morfologische ontwikkeling is zoals eerder vermeld de periode 1957-2000 beschouwd. Deze periode is weer opgesplitst in 6 perioden van ca. 8 jaar (opsplitsing gemaakt op basis van de beschikbare luchtfoto's en baggerperioden), te weten: 1957-1965, 1965-1973, 1973-1980, 1980-1989, 1989-1996 en 1996-2000. De ontwikkelingen van het slik en schor worden dan ook beschreven aan de hand van de perioden, zoals die hierboven zijn genoemd.

Voorts is gebleken uit de resultaten dat het westelijke gedeelte van het slik en schor een wezenlijk andere ontwikkeling vertoont dan het oostelijke. De ontwikkeling van deze twee gedeelten zal dan ook apart worden beschreven. De verdeling in het oostelijk deel en het westelijk deel is te zien in Bijlage 1. Profiel 4 geldt als de grens tussen het oostelijk en het westelijk deel.

De resultaten van het onderzoek zullen in de tekst van dit document in gecondenseerde vorm worden weergegeven. Dit komt er op neer dat in het algemeen de gemiddelde ontwikkeling per deel (oost/west) en per periode zal worden gegeven. De onderliggende, meer gedetailleerde gegevens zijn wel in dit werkdocument opgenomen, echter in de bijlagen. Wanneer meer gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn zal dit in de tekst duidelijk worden vermeld en worden verwezen naar een bepaalde bijlage.

Methodiek bij het onderzoek naar de ingrepen

Op basis van digitale gegevens (Excel bestand) die beschikbaar zijn gesteld door Directie Zeeland (M. Lazar, afdeling morfologie watersystemen), zijn de bagger-, stort- en zandwingegegevens in het geulen en nevengeulengebied op een rij gezet.

Methodiek bij het onderzoek naar de debieten

Op basis van digitale gegevens (Excel bestand) die intern bij RIKZ aanwezig waren zijn de debieten door de debietraaien in het interessegebied op een rij gezet.

Methodiek bij het onderzoek naar de ontwikkeling van het slik

Allereerst zijn van het interessegebied m.b.v. GIS bodemdieptekaarten gemaakt, van de periode 1957-2000. De jaren waarvan in GIS bodemdieptekaarten zijn gemaakt sluiten aan bij de jaren waar van het slik en schor van Waarde luchtfoto's beschikbaar zijn.

Om de ontwikkeling van het slik goed te kunnen bestuderen zijn elf bodemhoogteprofielen op het slik geplaatst met een onderlinge afstand van ca. 250 m. Deze profielen zijn zo geplaatst dat de -2 m N.A.P. lijn, oftewel de slik/geulrand, en tevens de schorrand in deze profielen zichtbaar zijn. M.b.v. van de GIS-applicatie ProfielGIS zijn alle bodemhoogteprofielen geplot (in één plot alle jaren van één bodemhoogteprofiel). Deze profielen zijn te zien in Bijlage 1.

M.b.v. deze bodemhoogteprofielen is vervolgens de slikhoogte-ontwikkeling en de horizontale ontwikkeling van de slik/geulrand bepaald.

De verticale ontwikkeling (verhoging/verlaging) van het slik is in elk bodemhoogteprofiel berekend op drie vaste punten, welke volgens de volgende methode zijn geplaatst in de bodemhoogteprofielen:

Allereerst wordt per profiel de breedte van het slik in 1957 bepaald, welke zodoende geldt als referentie. Deze breedte is hier aangenomen als de afstand tussen de schorrand (welke i.h.a. duidelijk te zien is in de bodemhoogteprofielen uit profielGIS en ligt op ca. +2,2 m N.A.P.) en het punt waar het profiel van 1957 de -2 m N.A.P. lijn snijdt. Vervolgens is per profiel en per periode de verticale ontwikkeling van het slik bepaald op punten met een afstand van de schorrand van 1/3, 1/2 en 2/3 van de totale slik-breedte in 1957. De locatie van deze punten is te zien in Bijlage 1.

De horizontale ontwikkeling (aangroei/achteruitgang) van de slik/geulrand (-2 m N.A.P. lijn) is per periode en profiel opgemeten uit de bodemhoogteprofielen.

Methodiek bij het onderzoek naar de ontwikkeling van het schor

Met ontwikkeling van het schor wordt in dit onderzoek in feite de ontwikkeling van de schorrand bedoeld. Deze ontwikkeling is onderzocht aan de hand van geomorfologische GIS-kaarten van het slik en schor van Waarde. Deze kaarten zijn gemaakt aan de hand van historische luchtfoto's van het gebied. De tijdsperiodes van het onderzoek naar de schorrand komen echter niet geheel overeen met de eerder genoemde tijdsperiodes zoals die ook gebruikt zijn bij het onderzoek naar de ontwikkeling van het slik. Dit komt omdat er slechts voor een vijftal jaren, te weten 1957, 1965, 1977, 1988 en 1996, luchtfoto's vertaald zijn naar geomorfologische GIS-kaarten.

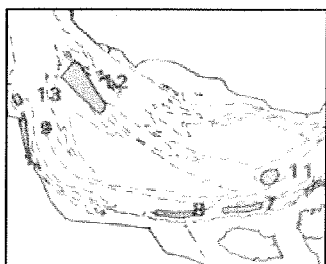
Op deze kaarten staat voor elk van de jaren de schorrand ingetekend. Op deze kaarten is de horizontale ontwikkeling (aangroei/achteruitgang) van de schorrand in dezelfde dwarsraaien bepaald als de ontwikkeling van de slik/geulrand.

3. De resultaten van het onderzoek

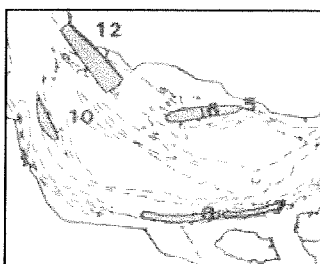
3.1 Ingrepen in de nevengeulen

In Bijlage 2 zijn voor de Schaar van Waarde en de Zimmermangeul de stort- en zandwinvolumina per jaar weergegeven voor de periode 1955-1999. In 1961 en 1962 is er ook nog gestort in de Schaar van Valkenisse, maar dit bedroeg slechts 0,26 Mm³ respectievelijk 0,16 Mm³. Gezien de geringe storthoeveelheden en het feit dat de stortingen een lange tijd geleden hebben plaatsgevonden, is aangenomen dat deze van geen belang zijn voor de recentelijke ontwikkeling van het slik en schor van Waarde en zullen verder niet worden meegenomen in de beschouwing.

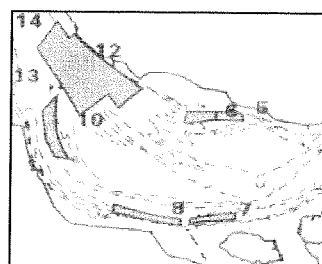
In de Schaar van Waarde is in de periode 1955-1970 gestort op een locatie aan de noordwestelijke kop van de Plaat van Walsoorden, dus eigenlijk aan het begin van de Schaar van Valkenisse (Figuur 2). In de periode 1971-1980 is gestort in het gebied vlak voor de Westveerpolder, eigenlijk in het dijk/geul grensgebied aldaar (Figuur 3). In de periode 1981-1996 is gestort in een groot gebied (Figuur 4).



Figuur 2: stortlocaties periode 1955-1970.

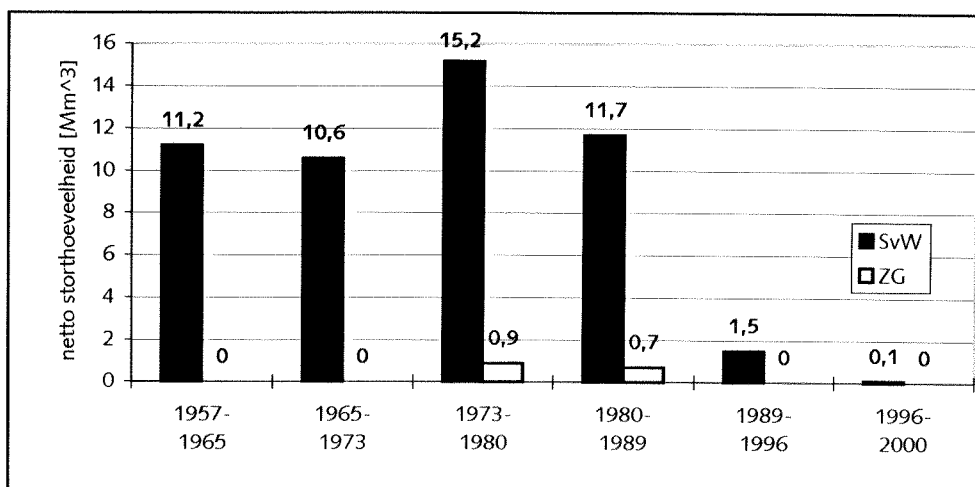


Figuur 3: stortlocaties periode 1971-1980.



Figuur 4: stortlocaties periode 1981-heden.

De resultaten voor de afzonderlijke perioden zijn samengevat weergegeven in Figuur 5. In deze figuur staat voor elke periode de netto storthoeveelheid in Mm³, d.w.z. storthoeveelheid minus zandwinhoeveelheid.



Figuur 5: netto ingrepen in de nevengeulen van het interessegebied in Mm³; allen positief, dus meer gestort dan gewonnen.

In de laatste twee perioden (1989-2000) is duidelijk te zien dat er netto zeer weinig wordt ingegrepen. Er is in die perioden nog wel gestort in de Schaar van Waarde, maar de zandwinhoeverheden zijn sterk toegenomen. Wat tevens opvalt is dat in periode '73-'80 er veel meer gestort is in zowel de Schaar van Waarde als de Zimmermangeul dan in de perioden daarvoor en daarna.

Opgemerkt moet worden dat er aan het einde van de 80-er jaren aanzienlijke hoeveelheden baggerspecie, afkomstig van de werkzaamheden ter verbetering van het Kanaal door Zuid-Beveland, in de nevengeulen van het interessegebied zijn gestort. Deze baggerspecie bestond voornamelijk uit slib.

In de periode maart tot november 1987 is ca. 3 Mm³ gestort, verdeeld als volgt: 1,3 Mm³ ter plaatse van de Westveerpolder, 0,5 Mm³ ter plaatse van radartoren W en 1,2 Mm³ in de Zimmermangeul. Deze stortingen zijn, vanwege het feit dat het gestorte materiaal uit slib bestond en niet uit zand, niet in Bijlage 2 opgenomen.

In de periode april tot december 1990 is nog eens 1.6 Mm³ specie gestort in het gebied tussen Westveerpolder en de Zimmermangeul. De precieze verdeling van deze storting is echter onbekend.

3.2 Ontwikkelingen van de debieten in het interessegebied

In de Westerschelde liggen 11 raaien, waarin debieten gemeten worden, raai 1 tot en met 11. De opzet van deze metingen in het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands = landelijk monitoring programma) is zodanig dat gemiddeld eens in de 5 jaar het debiet gemeten wordt in een raai. In deze studie zijn de raaien corresponderend met nummers 2, 3 en 5 nader bekeken, omdat deze in het interessegebied liggen. De locaties van deze raaien zijn te zien in Bijlage 3. Per debiets-raai zijn in Bijlage 4 de getijvolumina zowel getalsmatig als in een grafiek weergegeven, waarin onderscheid wordt gemaakt in de eb- en vloedvolumina in de ebgeul en die in de vloodschaar.

De resultaten per raai en per geul/of schaar zullen hieronder kort behandeld worden.

Raai 2

Ebgeul (Nauw van Bath): de trend is dat zowel het eb- als het vloedvolume in de periode '72-'98 een stijging vertonen. De ebgeul is sterk ebgedomineerd.

Vloedschaar (Sch. Vd. N): in de vloedschaar laat zowel het eb- als het vloedvolume in de periode '72-'90 een dalende trend zien, waarna de volumina in de periode '90-'98 weer een stijgende trend vertonen. Deze vloedschaar is sterk vloedgedomineerd.

Raai 3

Ebgeul (Overl. V. Valk.): de trend is dat zowel het eb- als het vloedvolume in de periode '63-'98 toeneemt.

Vloedschaar (Zimmerman): in de Zimmermangeul variëren in de periode '63-'80 zowel het eb- als het vloedvolume nauwelijks. In de periode '80-'88 is er een opvallende trendbreuk waarneembaar waarin de getijvolumina afnemen van ca. 60 m³ naar ca. 30 m³. In de periode na '88 is er een licht dalende trend te zien naar ca. 20 m³. Wat opvalt bij de Zimmermangeul is dat deze tussen '80 en '88 omslaat van vloedgedomineerd naar ebgedomineerd.

Raai 5

Ebgeul (Zuidergat):

in het Zuidergat is een licht stijgende trend te herkennen voor zowel het eb- als het vloedvolume. Bij het vloedvolume is echter een trendbreuk te zien eind jaren '80. Wat tevens opvalt is dat het vloedvolume steeds dichterbij het ebvolume nadert, m.a.w. De ebdominantie neemt gestaag af.

Vloedschaar (Sch. V. W.):

bij de Schaar van Waarde is in de periode tot '88 een licht dalende trend te zien in zowel het eb- als het vloedvolume. Tussen '88 en '90 breekt deze trend en slaat om in een licht stijgende trend tot '96. Vanaf '96 laat het vloedvolume een dalende en het ebvolume een stijgende trend zien. De Schaar van Waarde is nog steeds vloedgedomineerd.

3.3 Ruimtelijke en temporele ontwikkeling van het slik van Waarde

Horizontale verplaatsing van de slik/geulrand

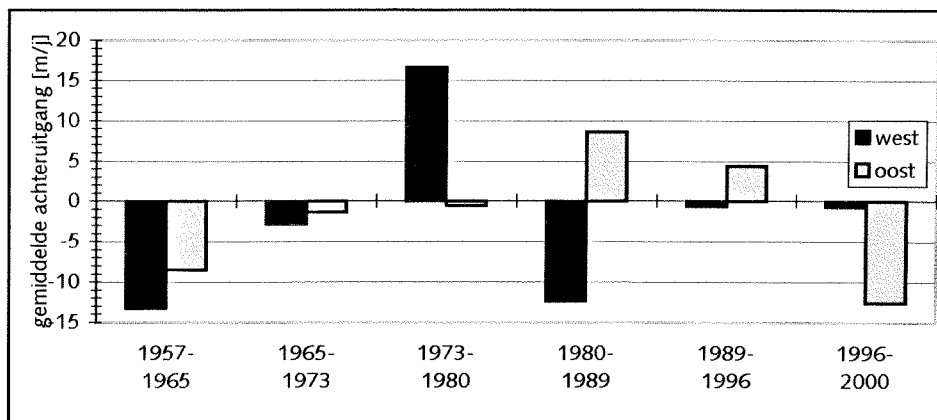
Zoals eerder vermeld is de horizontale ontwikkeling van de slik/geulrand bepaald m.b.v. bodemhoogteprofielen uit profielGIS. Een overzicht van de lokaties van deze profielen is te zien in Bijlage 1. De plots van de bodemhoogteprofielen uit profielGIS zijn gegeven in Bijlage 5.

In Tabel 1 is per periode de gemiddelde totale horizontale verplaatsing van de slik/geulrand weergegeven, alsmede de gemiddelde verplaatsing per jaar. Voor een gedetailleerde beschrijving van de ontwikkeling per profiel wordt verwezen naar Bijlage 6. Opgemerkt moet worden dat in bijlage 6 profiel 4 niet is meegenomen in de beschrijving. Dit is gedaan omdat profiel 4 genomen is als grens tussen het oostelijke en westelijke gedeelte. Profielen 3.1 en 4.1 zijn eveneens niet beschreven in deze bijlage, omdat het voor deze profielen zeer moeilijk was om de juiste -2m N.A.P. lijn te bepalen. Deze profielen zijn vanzelfsprekend ook niet meegenomen in de gemiddelde ontwikkeling per deel

	'57-'65		'65-'73		'73-'80		'80-'89		'89-'96		'96-'00	
	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j
West	-105,8	-13,23	-22,8	-2,85	116,4	16,63	-111,6	-12,4	-4,2	-0,6	-2,6	-0,65
Oost	-67,7	-8,46	-10,7	-1,33	-3,7	-0,52	77,3	8,59	31,0	4,43	-50	-12,5

Tabel 1: temporele en ruimtelijke (horizontale) ontwikkeling van de slik/geulrand; een negatieve waarde betekent achteruitgang van de slik/geulrand, een positieve aangroei.

In Figuur 6 zijn de resultaten van Tabel 1 samengevat in een staafdiagram.



Figuur 6: gemiddelde horizontale ontwikkeling van de slik/geulrand per jaar voor de verschillende perioden. Een negatieve waarde betekent achteruitgang van de slik/geulrand, een positieve aangroei.

In de periode '57-'65 gaat de slik/geulrand zowel in het westelijk als het oostelijk deel sterk achteruit, in de periode '65-'73 licht achteruit. In de periode '73-'80 gaat het westelijk deel sterk vooruit en het oostelijk deel zeer licht achteruit. In de periode '80-'90 gaat het westelijk deel weer sterk achteruit en laat het oostelijk deel juist een vrij forse vooruitgang zien. Het westelijk deel laat in de periode '89-'00 slechts een zeer geringe achteruitgang zien. Het oostelijk deel vertoont in de periode '89-'96 nog een vooruitgang, maar in de periode '96-'00 een zeer sterke achteruitgang.

Conclusie: de slik/geulrand in het westelijk deel laat in de periode '57-'73 een vrij forse tot lichte achteruitgang zien. Vervolgens is in de periode '73-'80 een opvallende omslag te zien naar een zeer grote vooruitgang. In de periode '80-'89 slaat deze zeer grote vooruitgang vervolgens weer om in een even zo opvallende zeer grote achteruitgang. Vanaf ca. 1989 is in het westelijk deel slechts een zeer geringe achteruitgang te zien. De slik/geulrand in het oostelijk deel is in de periode '96-'00, volgend op een periode van vooruitgang ('80-'96), zeer sterk achteruitgegaan.

Verticale ontwikkeling van het slik

De verticale ontwikkeling van het slik in de tijd is telkens berekend op drie vaste punten in elke dwarsdoorsnede, zoals beschreven in hoofdstuk 2.

De resultaten hiervan zijn beschreven in Tabel 2.1 t/m Tabel 2.3.

	1957 t/m 1965						1965 t/m 1973					
	1/3 van schorrand		½ van schorrand		2/3 van schorrand		1/3 van schorrand		½ van schorrand		2/3 van schorrand	
	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j
West	0,15	1,9	-0,60	-7,6	-0,77	-9,7	-0,76	-9,5	-0,4	-5,1	-0,19	-2,4
Oost	1,37	17,1	1,93	24,1	1,85	23,1	0,54	6,7	0,26	3,2	0,17	2,1

Tabel 2.1: temporele en ruimtelijke (verticale) ontwikkeling van het slik voor de perioden '57 t/m '65 en '65 t/m '73; een negatieve waarde betekent erosie op het slik, een positieve sedimentatie.

	1973 t/m 1980						1980 t/m 1989					
	1/3 van schorrand		½ van schorrand		2/3 van schorrand		1/3 van schorrand		½ van schorrand		2/3 van schorrand	
	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j
West	0,49	7,0	0,89	12,7	0,83	11,8	0,01	0,1	-0,69	-7,7	-0,93	-10,3
Oost	n.b.	n.b.	-0,54	-7,7	-0,08	-1,2	n.b.	n.b.	0,22	2,4	-0,05	-0,6

Tabel 2.2: temporele en ruimtelijke (verticale) ontwikkeling van het slik voor de perioden '73 t/m '80 en '80 t/m '89; een negatieve waarde betekent erosie op het slik, een positieve sedimentatie.

	1989 t/m 1996						1996 t/m 2000					
	1/3 van schorrand		½ van schorrand		2/3 van schorrand		1/3 van schorrand		½ van schorrand		2/3 van schorrand	
	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j	m	cm/j
West	-0,40	-5,7	-0,27	-3,9	-0,02	-0,3	-0,15	-3,8	-0,15	-3,8	0,0	0,0
Oost	n.b.	n.b.	-1,61	-23,0	-1,01	-14,4	-0,75	-18,7	-0,66	-16,6	0,14	3,6

Tabel 2.3: temporele en ruimtelijke (verticale) ontwikkeling van het slik voor de perioden '89 t/m '96 en '96 t/m '00; een negatieve waarde betekent erosie op het slik, een positieve sedimentatie.

Ter samenvatting van de getalsmatige tabellen zijn in Figuur 7 en Figuur 8 de resultaten per deel grafisch weergegeven, respectievelijk voor het westelijk deel en het oostelijk deel.

In het westelijk deel van het slik zijn de volgende ontwikkelingen te herkennen:

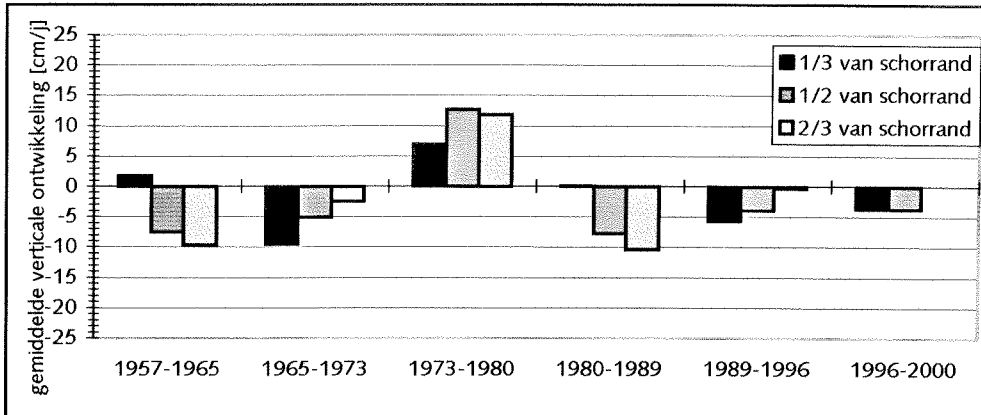
- forse erosie in de periode '57-'65, behalve op 1/3 van de schorrand, daar hoogt het slik gemiddeld iets op.
- nog steeds erosie in de periode '65-'73', alleen minder dan in de voorgaande periode, echter nu ook op 1/3 van de schorrand.
- forse sedimentatie in de periode '73-'80.
- forse erosie in de periode '80-'89, behalve weer op 1/3 van de schorrand, daar is de situatie stabiel.
- matige erosie in de gehele periode van '89-'00, echter minder dan in de voorgaande periode. Wat opvalt is dat in deze periode het slik op 2/3 van de schorrand niet of nauwelijks erodeert. Dit heeft zeer waarschijnlijk te maken met het feit dat daar de veenlaag is bereikt, die niet erodeert.

Globaal kent het westelijk deel sinds '57 een doorgaande slikverlagende trend. Alleen tussen '73 en '80 wordt deze trend gebroken en treedt er in die periode sterke verhoging op.

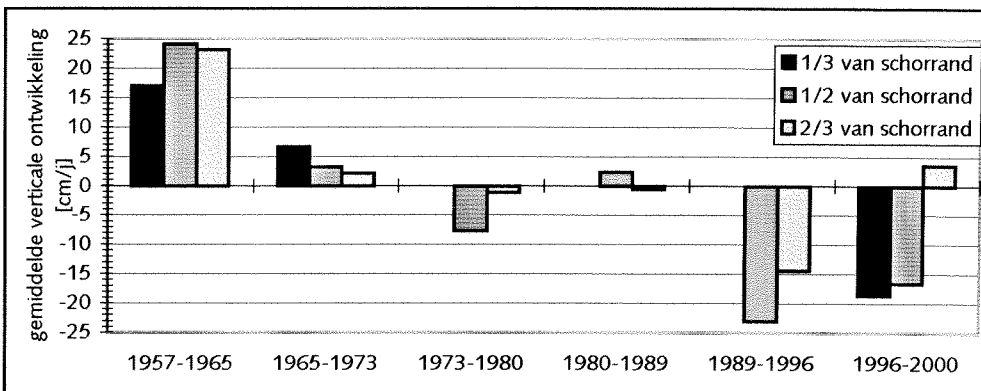
In het oostelijk deel van het slik zijn de volgende ontwikkelingen te herkennen:

- zeer forse sedimentatie in de periode '57-'65.
- matige sedimentatie in de periode '65-'73.
- matige erosie in de periode '73-'80, op ½ van de schorrand aanzienlijk meer erosie dan op 2/3.
- in de periode '80-'89 matige sedimentatie op ½ van de schorrand en zeer matige erosie op 2/3.
- zeer forse erosie in de periode '89-'96, zowel op ½ als op 2/3 van de schorrand.
- in de periode '96-'00 nog steeds zeer forse erosie op 1/3 en ½ van de schorrand, echter lichte sedimentatie op 2/3.

Globaal gezien treedt in de periode '57-'00 in het oostelijk deel een geleidelijke omslag op van sedimentatie naar slikverlaging.



Figuur 7: gemiddelde verticale ontwikkeling per jaar van het westelijk deel van het slik. Een negatieve waarde betekent erosie van het slik, een positieve sedimentatie.



Figuur 8: gemiddelde verticale ontwikkeling per jaar van het oostelijk deel van het slik. Een negatieve waarde betekent erosie van het slik, een positieve sedimentatie.

Conclusie: Het westelijk en het oostelijk deel laten een duidelijk ander beeld zien, bijna tegenovergesteld aan elkaar. Globaal kent het westelijk deel sinds '57 tot op heden een doorgaande slikverlagende trend. Alleen tussen '73 en '80 wordt deze trend gebroken en treedt er in die periode sterke verhoging op. De erosie op het westelijk deel van het slik wordt thans deels verhinderd door de aldaar aanwezige veenlaag, echter waar de veenlaag nog niet is bereikt is er ook nog steeds erosie. Globaal gezien treedt in de periode '57-'00 in het oostelijk deel een geleidelijke omslag op van sedimentatie naar slikverlaging.

3.4 Ruimtelijke en temporele ontwikkeling van het schor van Waarde

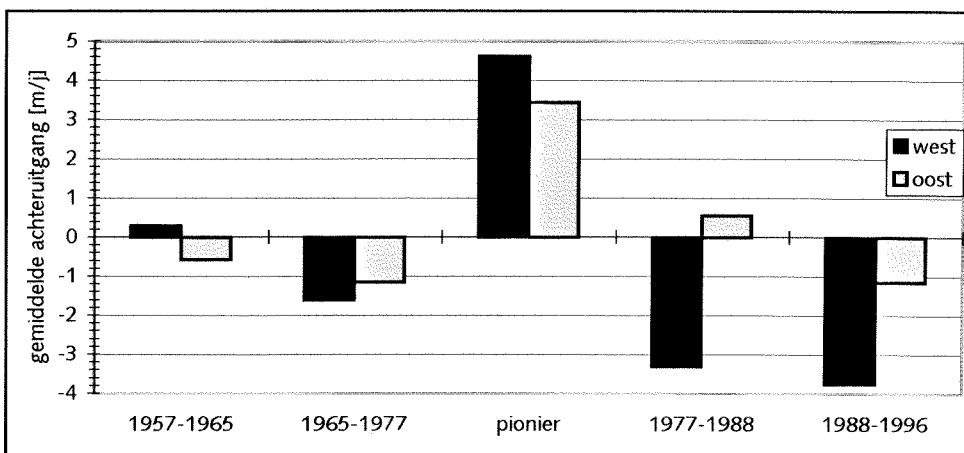
De ontwikkeling van de schorrand is onderzocht aan de hand van geomorfologische GIS-kaarten waarin de schorrand van een bepaald jaar staat ingetekend. In Bijlage 1 zijn de schorranden van alle beschouwde jaren weergegeven in één plot. In Tabel 3 is de vooruitgang/achteruitgang van de schorrand voor verschillende perioden weergegeven. De waarden in de tabel geven voor elke periode de totale gemiddelde voor- of achteruitgang weer, alsmede de gemiddelde voor- of achteruitgang per jaar. Zoals

eerder vermeld komen de gehanteerde perioden niet geheel overeen met de perioden die gebruikt zijn om de ontwikkelingen van het slik te beschrijven.

	'57-'65		'65-'77		pionierschor (ca. '73-'77)	'77-'88		'88-'96	
	m	m/j	m	m/j	m	m	m/j	m	m/j
West	2,3	0,29	-19,3	-1,61	18,5	-36,5	-3,32	-30,0	-3,75
Oost	-4,6	-0,58	-13,8	-1,15	13,8	6,1	0,56	-9,1	-1,14

Tabel 3: temporele en ruimtelijke (horizontale) ontwikkeling van de schorrand, een negatieve waarde betekent achteruitgang, een positieve vooruitgang.

In Figuur 9 zijn de resultaten van Tabel 3 grafisch weergegeven.



Figuur 9: gemiddelde horizontale ontwikkeling van de schorrand per jaar voor de verschillende perioden, een negatieve waarde betekent achteruitgang, een positieve vooruitgang.

Uit zowel de geomorfologische kaarten als nadere analyse van de luchtfoto's bleek dat in de periode '65-'77 er een aangroei is geweest van pionierschor over eigenlijk de gehele lengte van het schor. Eerst zal in deze periode in het westen achteruitgang van de schorrand hebben plaatsgevonden (dit is op de luchtfoto's ook duidelijk te zien aan de schorrand die een klif is) waarna pioniersvegetatie is gaan groeien voor de rand van het schorklif. In het oosten is in die periode ook pioniersvegetatie gaan groeien voor de oude schorrand.

3.5 Ruimtelijke en temporele ontwikkeling van de geulen en platen

Deze ontwikkelingen zijn beschreven aan de hand van de GIS-bodemdieptekaarten van de verschillende jaren. De gebruikte GIS-bodemdieptekaarten zijn te zien in Bijlage 7. De belangrijkste ontwikkelingen van de morfologische eenheden zijn hieronder opgesomd.

Geulen en nevengeulen

- eigenlijk migreert de uitloop van de Schaar van Waarde al vanaf 1957 tot op heden zuidwaarts, alleen steeds langzamer in de loop der tijd.
- in de periode 1965-1973 lijkt de basis van de Schaar van Waarde nog iets noordelijker te komen liggen en vanaf 1973 begint de Schaar sterk te verzanden.
- na het begin van de stortingen in de Schaar van Waarde is het Zuidergat verdiept.

- wat opvalt is dat de Zimmermangeul horizontaal nauwelijks varieert, eigenlijk plaatsvast is. Er is uit de kaarten geen cyclus proces te ontdekken voor horizontale verplaatsing. Verticaal verandert de Zimmermangeul echter wel. In de periode 1957 t/m 1980 verdiept de geul, en is vanaf 1980 aan het verondiepen. De in- en uitstroomopeningen veranderen wel van vorm en locatie. Wat opvalt is dat uitstroomopening die uitmondt in de Overloop van Valkenisse aan het verzanden is.
- in 1957 is er één grote schaar te zien, de Schaar van Valkenisse, die de Plaat van Walsoorden en de Platen van Valkenisse van elkaar scheidt. In 1965 is deze schaar noordelijk verplaatst en zijn de twee voornaamste plaatgebieden aan elkaar gegroeid. In dit aaneengegroeide plaatgebied is een aantal kortsluitgeulen tussen de Schaar van Valkenisse en het Zuidergat/Overloop van Valkenisse ontstaan. In 1973 is eigenlijk hetzelfde beeld te zien als in 1965, alleen zijn de kortsluitgeulen over het plaatgebied verbreed. In 1980 zijn de kortsluitgeulen verdwenen, waardoor er wederom een aaneengesloten platengebied is ontstaan, en is de Schaar van Valkenisse weer iets zuidelijker verplaatst. In 1986 is de Schaar van Valkenisse weer zuidelijker verplaatst en mondt deze uit in de Overloop van Valkenisse en scheidt daardoor de Plaat van Walsoorden van de Platen van Valkenisse. Zeer opmerkelijk is dat vanaf het jaar '86 het dynamische karakter van het geulenstelsel in het Valkenissegebied is verdwenen: de Schaar van Valkenisse (en de Zimmermangeul) heeft tot aan de dag van vandaag min of meer dezelfde locatie, vorm en oriëntatie. Hetzelfde geldt voor de Schaar van Waarde.
- de uitloop van de Schaar van Waarde en de Zimmermangeul sluiten soms wel op elkaar aan en soms niet.
- ook de Schaar van de Noord toont t/m 1980 een dynamisch karakter. Vanaf 1980 begint deze echter ook vast te liggen.
- wat opvalt bij de overgang tussen de Schaar van Waarde en de Zimmermangeul is dat vanaf 1965 in het oosten van het slikgebied een soort van landtong in zuidwestelijke richting ontstaat. Dit kan waarschijnlijk verklaard worden door het feit dat zowel de Schaar van Waarde als de Zimmermangeul sediment naar dat punt transporteren. De twee stromen zullen daar botsen en het sediment zal daar neerslaan. Dit is geïllustreerd met een prinseschs in Figuur 10.



Figuur 10: prinseschs van het ontstaan van de landtong.

- Wat verder opvalt is dat deze landtong in de loop der tijd ontstaat en weer verdwijnt. Uit animaties van het gebied, waar meer jaren in zijn verwerkt dan in deze studie zijn gebruikt, lijkt het er op dat deze landtong nu en dan wordt 'losgemaakt' door de stroming en dat de losse 'landtong' die dan vrijkomt naar de Platen van Valkenisse verplaatst en daaraan vastgroeit. In hoeverre dit 'loslaten' van de landtong verband houdt met het wel of niet op elkaar aansluiten van de uitloop Schaar van Waarde en de Zimmermangeul is tijdens deze studie niet onderzocht.

De belangrijkste conclusie die uit de kaarten getrokken kan worden is dat de geulen en nevengeulen tot 1980 een zeer sterk dynamisch karakter vertonen. Na 1980 liggen ze horizontaal gezien eigenlijk allen vast.

Platen

- In 1957 zijn er twee afzonderlijke plaatgebieden te zien, de Plaat van Walsoorden en de Platen van Valkenisse, die gescheiden worden door de Schaar van Valkenisse. In 1965 is deze schaar noordelijk verplaatst en zijn genoemde plaatgebieden aan elkaar gegroeid. In dit aaneengegroeide plaatgebied is een aantal kortsluitgeulen tussen de Schaar van Valkenisse en het Zuidergat/Overloop van Valkenisse ontstaan. In 1973 is eigenlijk hetzelfde beeld te zien als in 1965, alleen zijn de kortsluitgeulen over het plaatgebied groter geworden. In 1980 zijn de kortsluitgeulen verdwenen (zoals reeds eerder vermeld), waardoor er wederom een aaneengesloten platengebied is ontstaan. In 1986 is de Schaar van Valkenisse weer zuidelijker verplaatst en mondt deze uit in de Overloop van Valkenisse en scheidt daardoor de Plaat van Walsoorden van de Platen van Valkenisse, waardoor er weer twee afzonderlijke plaatgebieden te onderscheiden zijn.
- de plaat van Walsoorden ontwikkelt zich in de periode van 1986 en 1989 tot een vorm, die eigenlijk nu nog herkenbaar is. Het oostelijk deel van dit plaatgebied is eigenlijk vormvast, maar de zuidoostelijke punt van het plaatgebied breidt zich ook iets zuidoostelijk uit.
- de Platen van Valkenisse nemen in de periode van 1986 tot heden in oppervlakte toe en hebben een meer dynamisch karakter. Vanaf 1989 groeit de zogenaamde 'bananenplaat' vast aan het plaatgebied.

4. Synthese / discussie

4.1 conclusies

De belangrijkste conclusies zullen hieronder worden samengevat.

Conclusies horizontale ontwikkeling slik/geulrand:

- de slik/geulrand in het westelijk deel laat in de periode '57-'73 een vrij forse tot lichte achteruitgang zien. Vervolgens is in de periode '73-'80 een opvallende omslag te zien naar een zeer grote vooruitgang. In de periode '80-'89 slaat deze zeer grote vooruitgang vervolgens weer om in een even zo opvallende zeer grote achteruitgang. Vanaf ca. 1989 is in het westelijk deel een slechts zeer geringe achteruitgang te zien.
- de slik/geulrand in het oostelijk deel is in de periode '96-'00, volgend op een periode van vooruitgang ('80-'96), zeer sterk achteruitgegaan.

Conclusies verticale ontwikkeling van het slik:

- het westelijk en het oostelijk deel laten een duidelijk ander beeld zien, bijna tegenovergesteld aan elkaar.
- globaal kent het westelijk deel sinds '57 tot op heden een doorgaande slikverlagende trend. Alleen tussen '73 en '80 wordt deze trend gebroken en treedt er in die periode sterke verhoging op. De erosie op het westelijk deel van het slik wordt thans deels verhinderd door de aldaar aanwezige veenlaag, echter waar de veenlaag nog niet is bereikt is er ook nog steeds erosie.
- globaal gezien treedt in de periode '57-'00 in het oostelijk deel een geleidelijke omslag op van sedimentatie naar slikverlaging.

Conclusies horizontale ontwikkeling schorrand:

- globaal kent de schorrand op het westelijk deel sinds '57 tot op heden een doorlopende achteruitgaande trend. Alleen tussen '65 en '77 wordt deze trend gebroken en treedt er in die periode sterke vooruitgang op.
- de ontwikkeling van de schorrand in het oostelijk deel vertoont eigenlijk hetzelfde beeld, alleen is de achter- en vooruitgang steeds minder groot dan in het westelijk deel.

4.2 mogelijke verklaring van de waargenomen slik- en schorontwikkelingen

Hetgeen geconcludeerd kan worden uit de gegevens van het slik en schor zoals ze in hoofdstuk 3 gepresenteerd zijn, is dat de erosie van het slik en achteruitgang van de schorrand in het westelijke deel al in de periode 1957-1965 aan de gang was en sindsdien tot op heden doorgaat. Dit proces is weliswaar onderbroken door een periode van sterke aangroei/sedimentatie van het slik en schor in de periode 1973-1980. Deze periode van aangroei is waarschijnlijk te wijten aan de grote hoeveelheden sediment die in die periode in het gebied vlak voor de Westveerpolder zijn gestort en deels op het slik gesedimenteerd zijn. Dit kan een belangrijk gegeven zijn voor het genereren van maatregelen, want het kan betekenen dat bij flinke sedimentatie op het slik, waardoor het schor meer beschermd wordt voor stroming en golfaanval, het schor de potentie heeft om aan te groeien.

Opmerkelijk is dat in het oostelijk deel in dezelfde periode ook aangroei is van pioniersschor, maar dat het slik in dat gedeelte niet gesedimenteerd is. In de meest recente periode, vanaf de jaren '90, begint het oostelijk deel van het slik ook sterk te verlagen en gaat de schorrand ook achteruit. Opvallend is dat in de periode 1980 -1988 het

debiet door de Zimmermangeul halveert, waarna dit debiet tot op heden een licht dalende trend vertoont. De verlaging van het slik in het oostelijk deel die inzet in het begin van de jaren '90 lijkt valt dus samen te vallen met de forse debietsvermindering in de Zimmermangeul. De slik- en schorerosie lijkt zich als een soort golfbeweging van het westen naar het oosten te verplaatsen.

Wat tevens kan worden waargenomen is dat de uitloop van de Schaar van Waarde in de loop der tijd continu zuidwaarts (weliswaar steeds langzamer) migreert. Men zou dus verwachten dat de druk op het slik daardoor ook is afgenomen en dat de erosie zou verminderen, maar dit blijkt niet het geval te zijn.

Een belangrijke verandering in het systeem is inderdaad te vinden op oude dieptelijnenkaarten van het oostelijk deel van de Westerschelde, die laten zien dat in de periode 1945-1957 het gat van Ossensisse is doorgebroken, waardoor de Overloop van Hansweert is ontstaan. In de periode na deze doorbraak is de Overloop van Hansweert gaan uitbochten en heeft vervolgens de functie van hoofdgeul overgenomen, ten koste van het Middelgat. Hierdoor is de gehele Schaar van Waarde structureel noordwaarts gemigreerd hetgeen mogelijk heeft gezorgd voor een sterke vloedstroom over het slik van Waarde. Later is de uitloop van de Schaar van Waarde wel zuidelijk gaan migreren, maar de basis van de Schaar is in de loop der tijd min of meer op zijn plek gebleven, waardoor de vloedstroom ook continu over het slik heeft kunnen stromen.

4.3 prognose van de autonome ontwikkeling van het slik en schor

Gezien het feit dat de slik- en schorerosie vloedgedomineerd is en de vloedstroom over het slik en schor van Waarde niet verandert (of wezenlijk veranderd is in de laatste jaren) zal de autonome ontwikkeling duidelijk zijn:

- de slikverlaging in het oosten en het westen gaat door tot op het veen en stopt dan.
- de achteruitgang van de schorrand in het westen, maar later ook in het oosten, zal doorgaan totdat er slechts een smal reepje schor meer over is.
- de schorrand in het oostelijk deel gaat nu nog niet hard achteruit, maar door de slikverlaging in het oosten zal ook hier een schorklif ontstaan en zal de schorrand-erosie beginnen, vermoedelijk met dezelfde snelheid als in het westelijk deel.

5. Literatuur

Asselman, N.E.M., Ruessink, G., Kruyt, N.M. (1992).

Ribbelpatronen en zandtransporten in de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren, werkdokument DGW-92.808x.

Jeuken, M.C.J.L. (1993).

Morfologische veranderingen van de platen en geulen in de Westerschelde gedurende de periode 1965-1990. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland afdeling NWL, notitie NWL-93.13.

Houtekamer, N.L. (1991).

Inventarisatie erosieproblematiek van schorren in de Westerschelde. Geografisch instituut, vakgroep Fysische Geografie, Rijksuniversiteit Utrecht, rapport Geopro 1991.024.

Huijs, S.W.E. (1996).

De ontwikkeling van de morfologie in de Westerschelde in relatie tot menselijke ingrepen, 1955-1994. Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, vakgroep Fysische Geografie, Universiteit Utrecht, rapport R96-17.

Maldegem, D.C. van, A.A. Arends, B. Willemse (2000).

Ontwikkeling ondiepwaterzone rond de Platen van Valkenisse periode 1990-heden. Rijkswaterstaat/Rijksinstituut voor Kust en Zee, werkdokument RIKZ/AB/2000/823x.

Mol, G. (1997).

De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'-43', rapport 1. Rijkswaterstaat/Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapport RIKZ-97.049.

Mol, G. (1999).

De fysische toestand van de Westerschelde 1998; kort na de verdieping 48'-43'. Rijkswaterstaat/Rijksinstituut voor Kust en Zee, werkdokument RIKZ/AB-99.829x.

Nijse, L. (1998).

Bagger-, stort-, en zandwinhoeveelheden in de Westerschelde 1955-1996. Rijkswaterstaat, Directie Zeeland afdeling NWL, notitie NWL-98.36.

Verbeek, H., F.T.G. Tank, M.D. Groenewoud (1998).

Drempels in de Westerschelde: natuur en mens samen aan het werk. Rijkswaterstaat/Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapport RIKZ-98.011.

Vroon, J., Storm, C., Coosen, J. (1997).

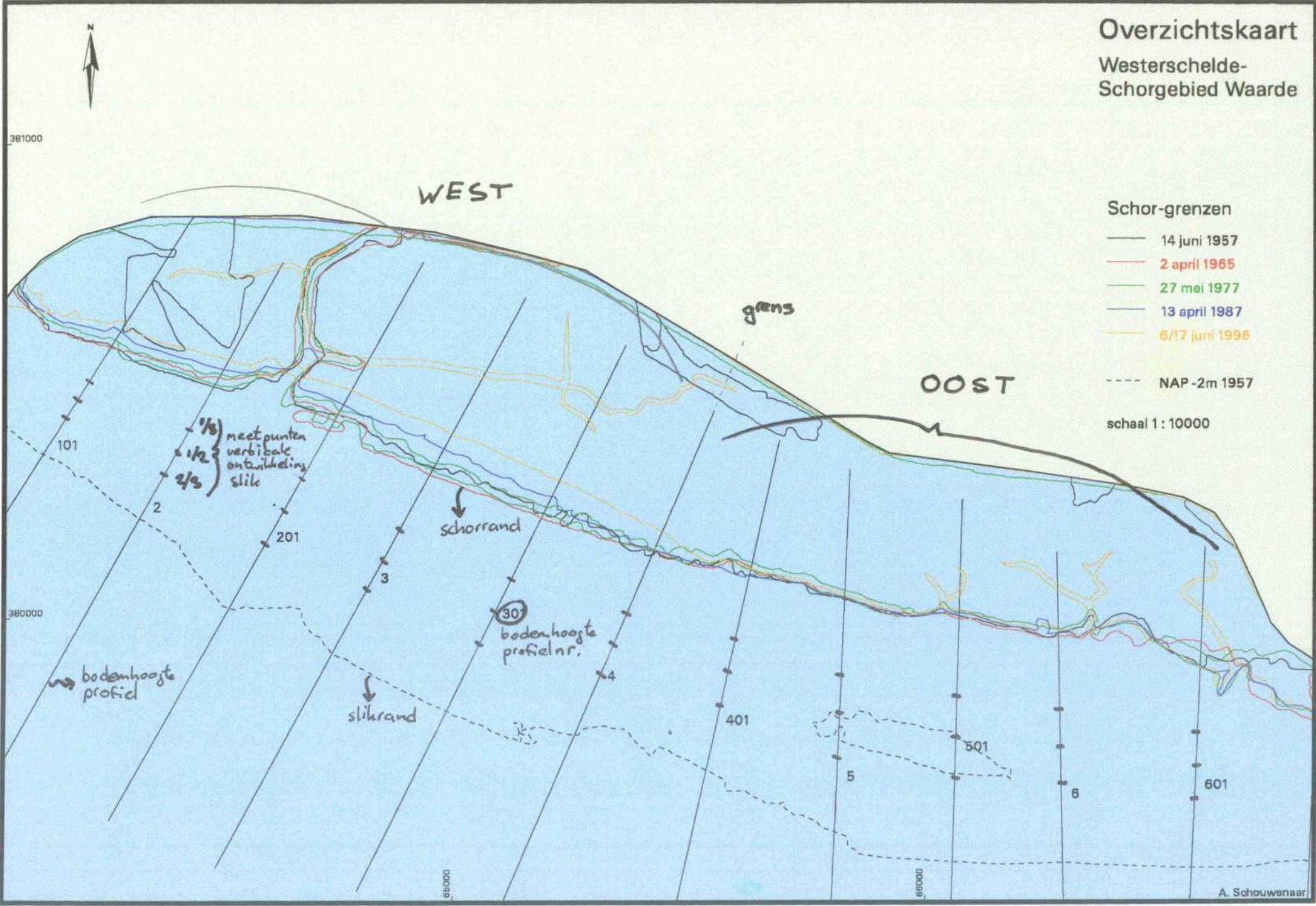
Westerschelde, stram of struis? Eindrapport van het project Oostwest, een studie naar de beïnvloeding van fysische en verwante biologische patronen in een estuarium. Rijkswaterstaat/Rijksinstituut voor Kust en Zee, rapport RIKZ-97.023.

Werkgroep Waterbeheer Westerschelde (1989).

Beleidsplan Westerschelde, deelrapport 4: morfologische structuur en dynamiek.

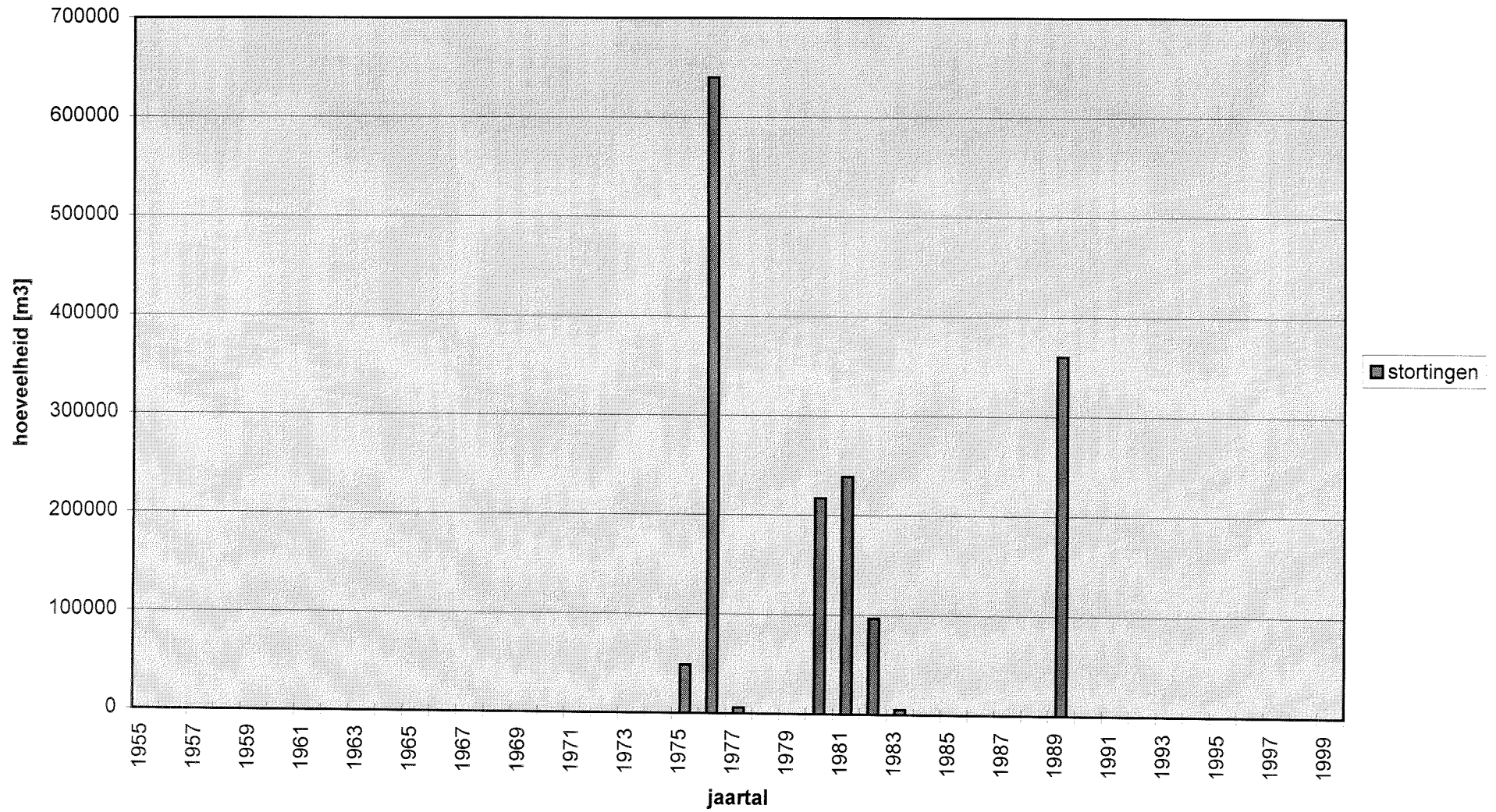
Bijlage 1: locaties van de bodemhoogteprofielen op het slik van Waarde.

Overzichtskaart
Westerschelde-
Schorgebied Waarde

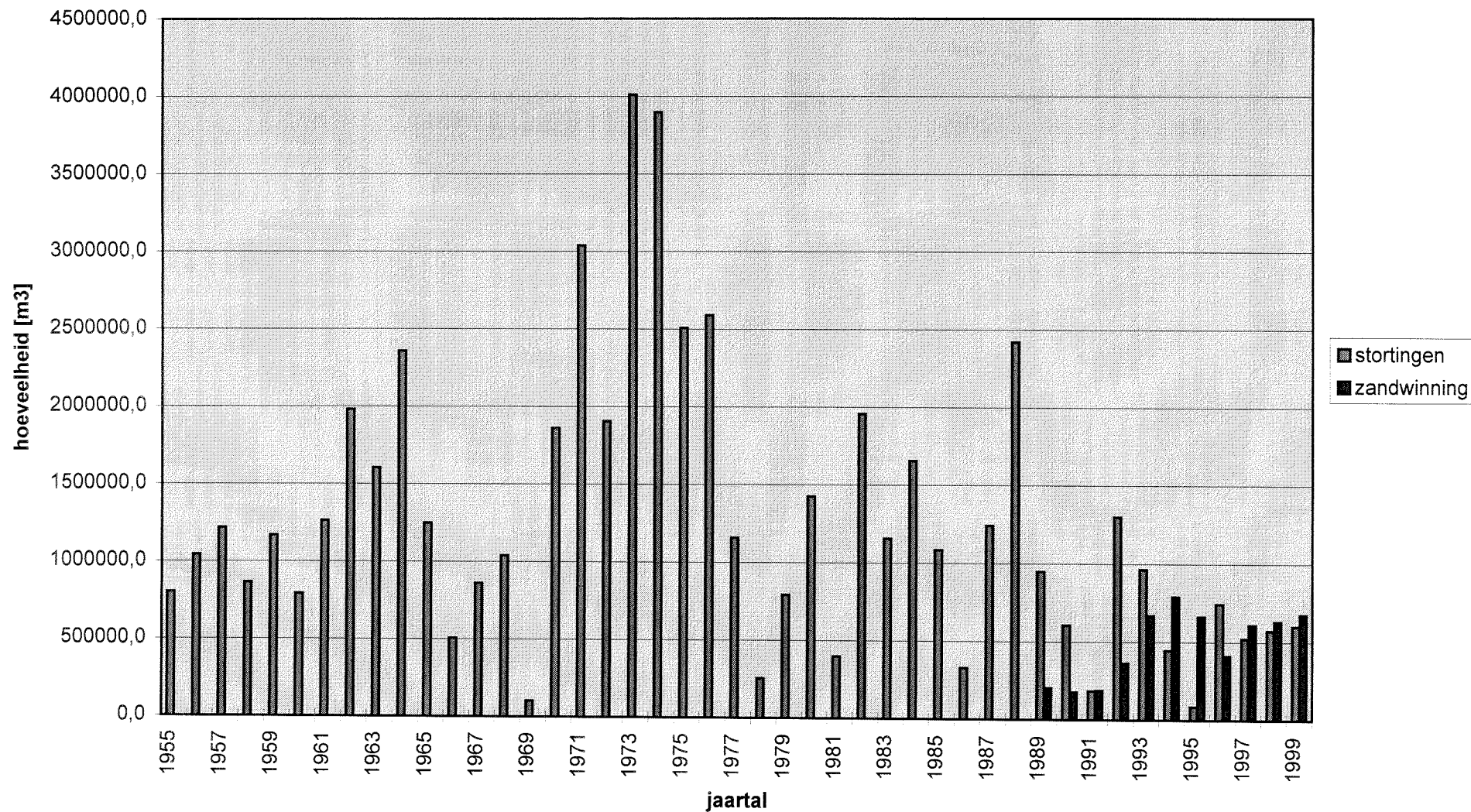


Bijlage 2: stort- en zandwinvolumina in de nevengeulen.

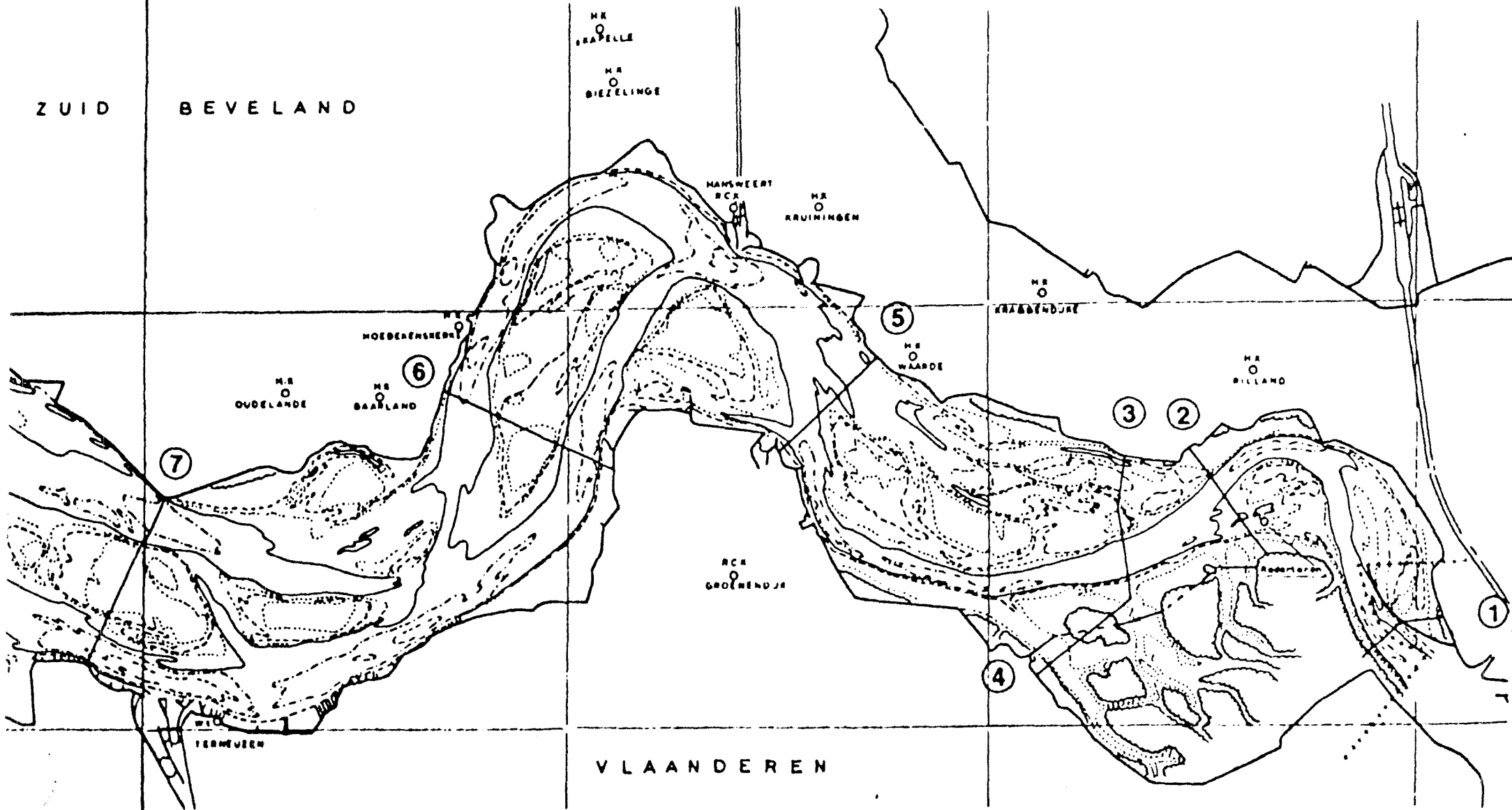
stortingen in de Zimmermangeul in de periode 1955-2000



Stortingen en zandwinnig in de Schaar van Waarde in de periode 1955-2000



Bijlage 3: locaties van de debietraaien.



Westerschelde
Situatie debietraalen

Bijlage 4: getijvolumina.

Raai 2

Ebgeul: Nauw van Bath

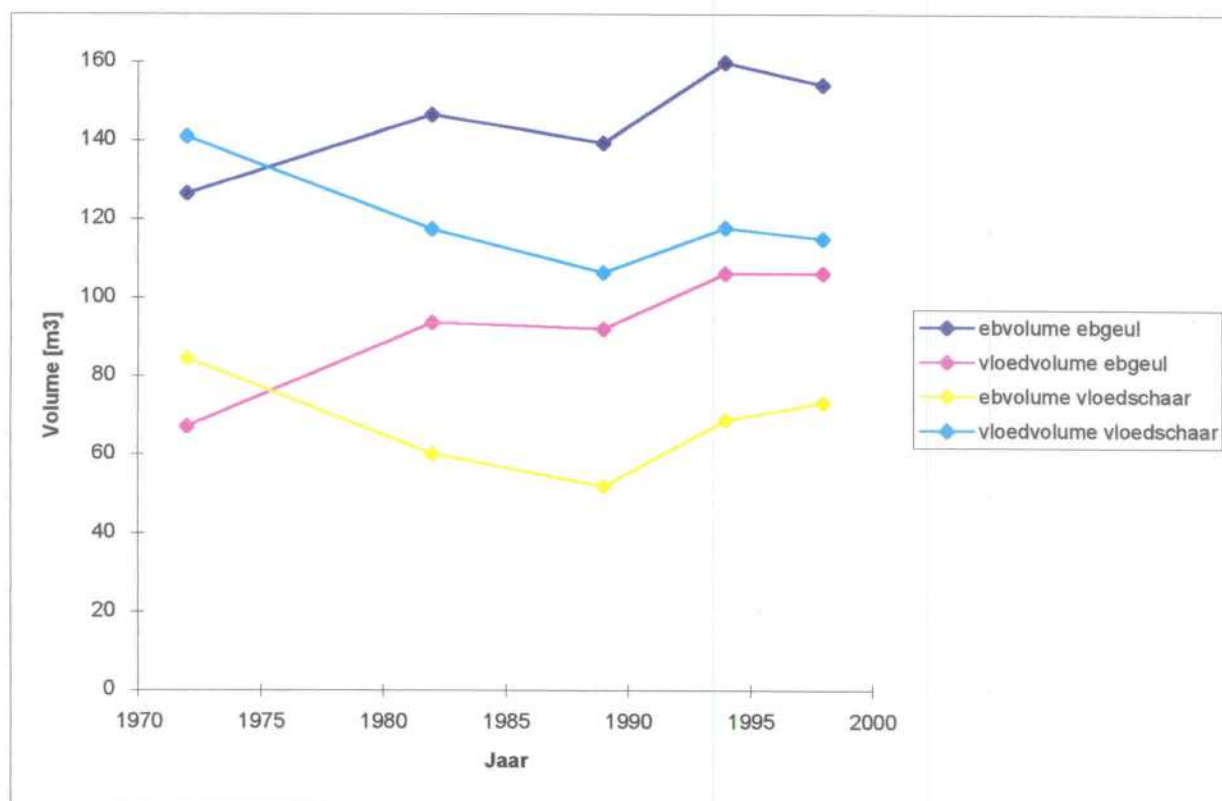
Jaar	Ebvolume [m3]	Vloedvolume [m3]	Totaal volume [m3]	EV/VV
1972	127	67	194	1,88
1982	147	94	240	1,56
1989	139	92	232	1,51
1994	160	106	266	1,51
1998	154	106	260	1,45

EV/VV: ebvolume/vloedvolume. Als dit getal groter dan 1 is, dan is de geul ebgedomineerd, kleiner dan 1 vloedgedomineerd.

Vloedschaar: Schaar van de Noord

Jaar	Ebvolume [m3]	Vloedvolume [m3]	Totaal volume [m3]	EV/VV
1972	85	141	226	0,60
1982	60	117	178	0,51
1989	52	106	158	0,49
1994	69	118	187	0,58
1998	73	115	188	0,64

EV/VV: ebvolume/vloedvolume. Als dit getal groter dan 1 is, dan is de geul ebgedomineerd, kleiner dan 1 vloedgedomineerd.



Raai 3

Ebgeul: Overloop van Valkenisse

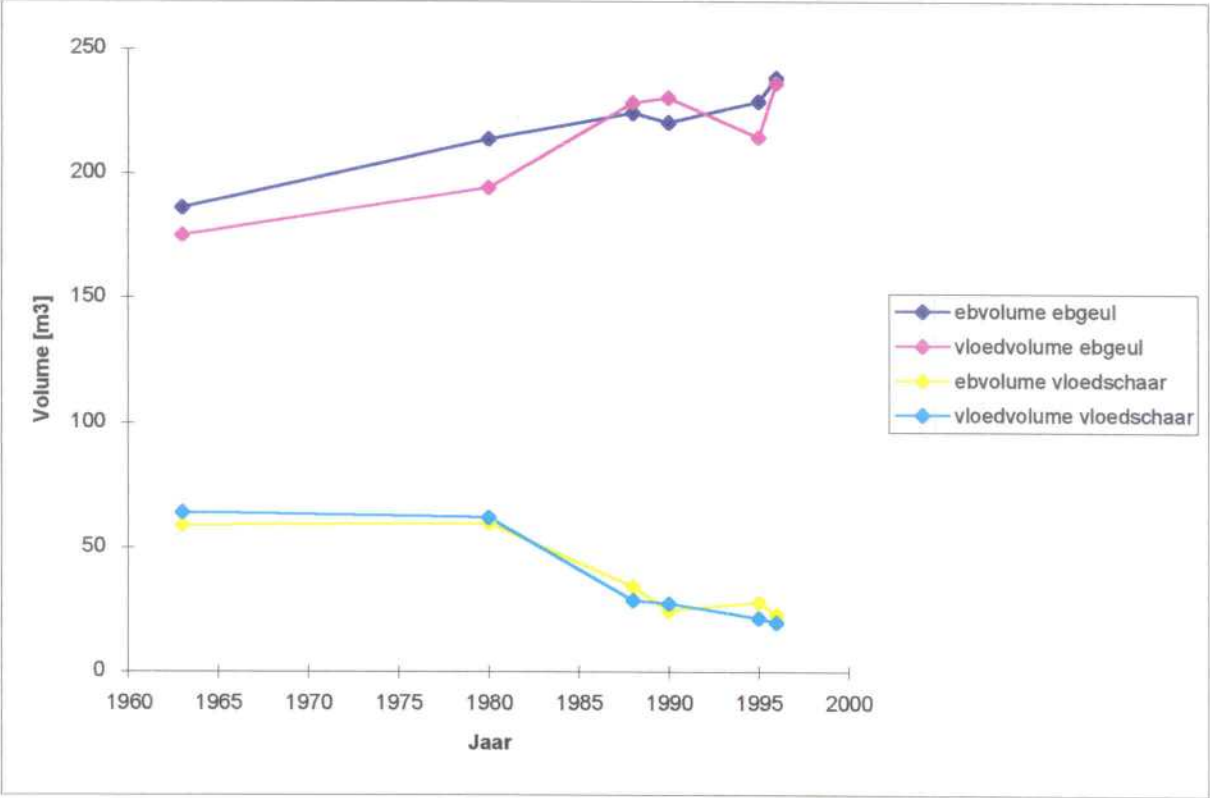
Jaar	Ebvolume [m3]	Vloedvolume [m3]	Totaal volume [m3]	EV/VV
1963	186	175	361	1,06
1980	214	194	408	1,10
1988	225	229	453	0,98
1990	221	231	451	0,96
1995	229	215	444	1,07
1996	239	236	475	1,01

EV/VV: ebvolume/vloedvolume. Als dit getal groter dan 1 is, dan is de geul ebgedomineerd, kleiner dan 1 vloedgedomineerd.

Vloedschaar: Zimmermangeul

Jaar	Ebvolume [m3]	Vloedvolume [m3]	Totaal volume [m3]	EV/VV
1963	59	64	123	0,92
1980	60	62	122	0,96
1988	34	29	63	1,19
1990	25	27	52	0,89
1995	28	22	49	1,29
1996	23	20	43	1,17

EV/VV: ebvolume/vloedvolume. Als dit getal groter dan 1 is, dan is de geul ebgedomineerd, kleiner dan 1 vloedgedomineerd.



Raai 5

Ebgeul: Zuidergat

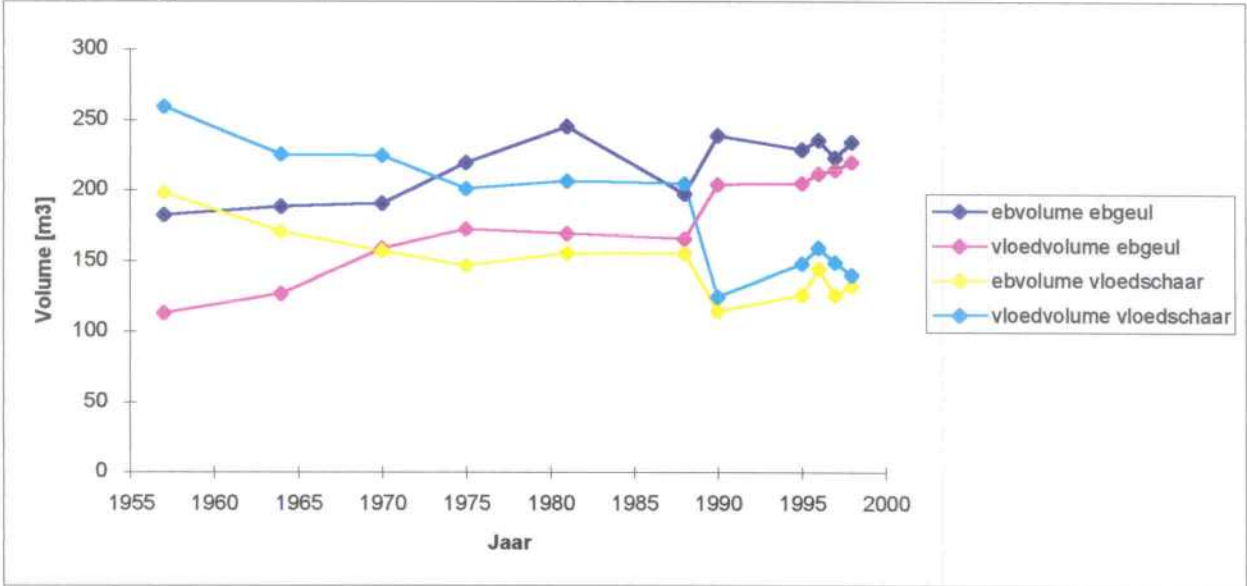
Jaar	Ebvolume [m3]	Vloedvolume [m3]	Totaal volume [m3]	EV/VV
1957	182	113	296	1,61
1964	188	127	315	1,49
1970	190	159	349	1,20
1975	219	172	392	1,27
1981	245	169	414	1,45
1988	197	166	363	1,19
1990	239	204	443	1,17
1995	229	205	433	1,12
1996	236	212	447	1,11
1997	223	214	437	1,04
1998	235	220	455	1,07

EV/VV: ebvolume/vloedvolume. Als dit getal groter dan 1 is, dan is de geul ebgedomineerd, kleiner dan 1 vloedgedomineerd.

Vloedschaar: Schaar van Waarde

Jaar	Ebvolume [m3]	Vloedvolume [m3]	Totaal volume [m3]	EV/VV
1957	198	259	457	0,76
1964	171	226	396	0,76
1970	157	224	381	0,70
1975	147	201	348	0,73
1981	156	206	362	0,75
1988	155	204	360	0,76
1990	115	125	239	0,92
1995	126	148	274	0,85
1996	144	159	304	0,90
1997	126	149	275	0,84
1998	132	140	272	0,95

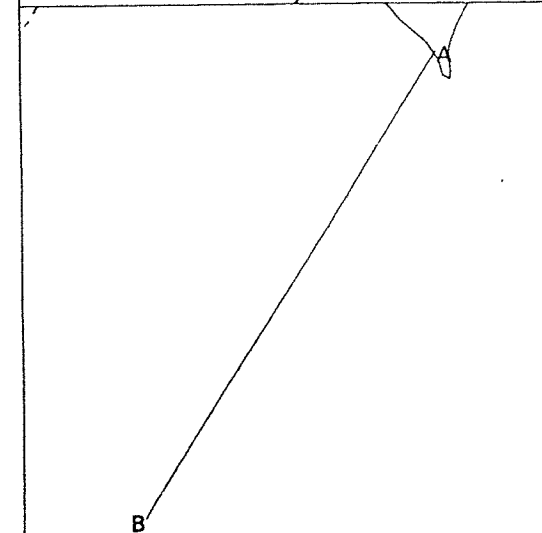
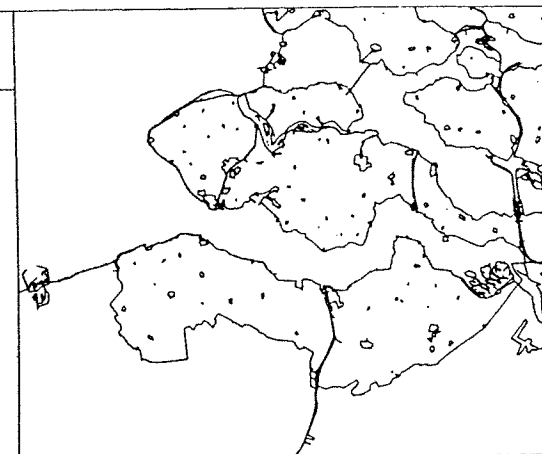
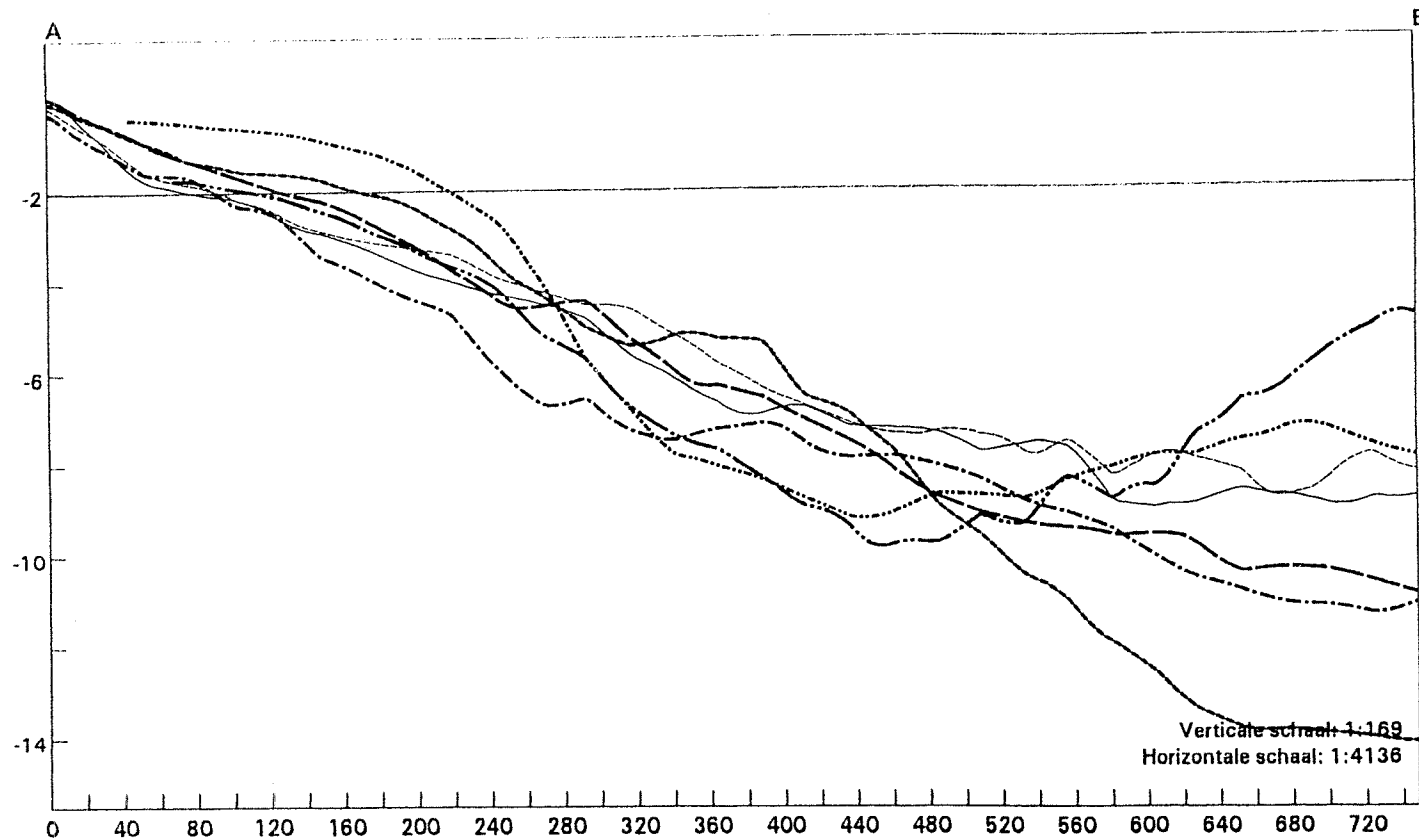
EV/VV: ebvolume/vloedvolume. Als dit getal groter dan 1 is, dan is de geul ebgedomineerd, kleiner dan 1 vloedgedomineerd.



Bijlage 5: plots van de bodemhoogteprofielen uit profielGIS.

Profiel 1

'1208.120000'



- Profiel 1 van g1957v1_2
- Profiel 1 van g1985v1_2
- Profiel 1 van g1973v1_2
- Profiel 1 van g1980v1_2
- Profiel 1 van g1989v1_2
- Profiel 1 van g1996v1_2
- Profiel 1 van g2000v1_2



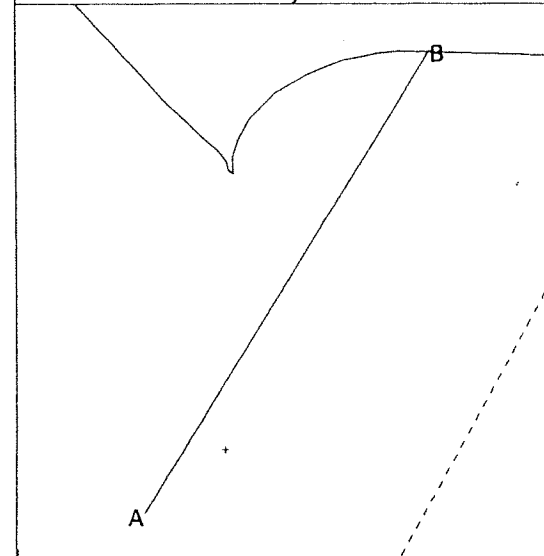
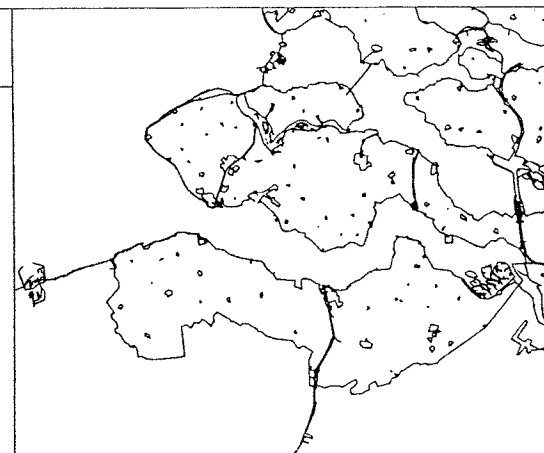
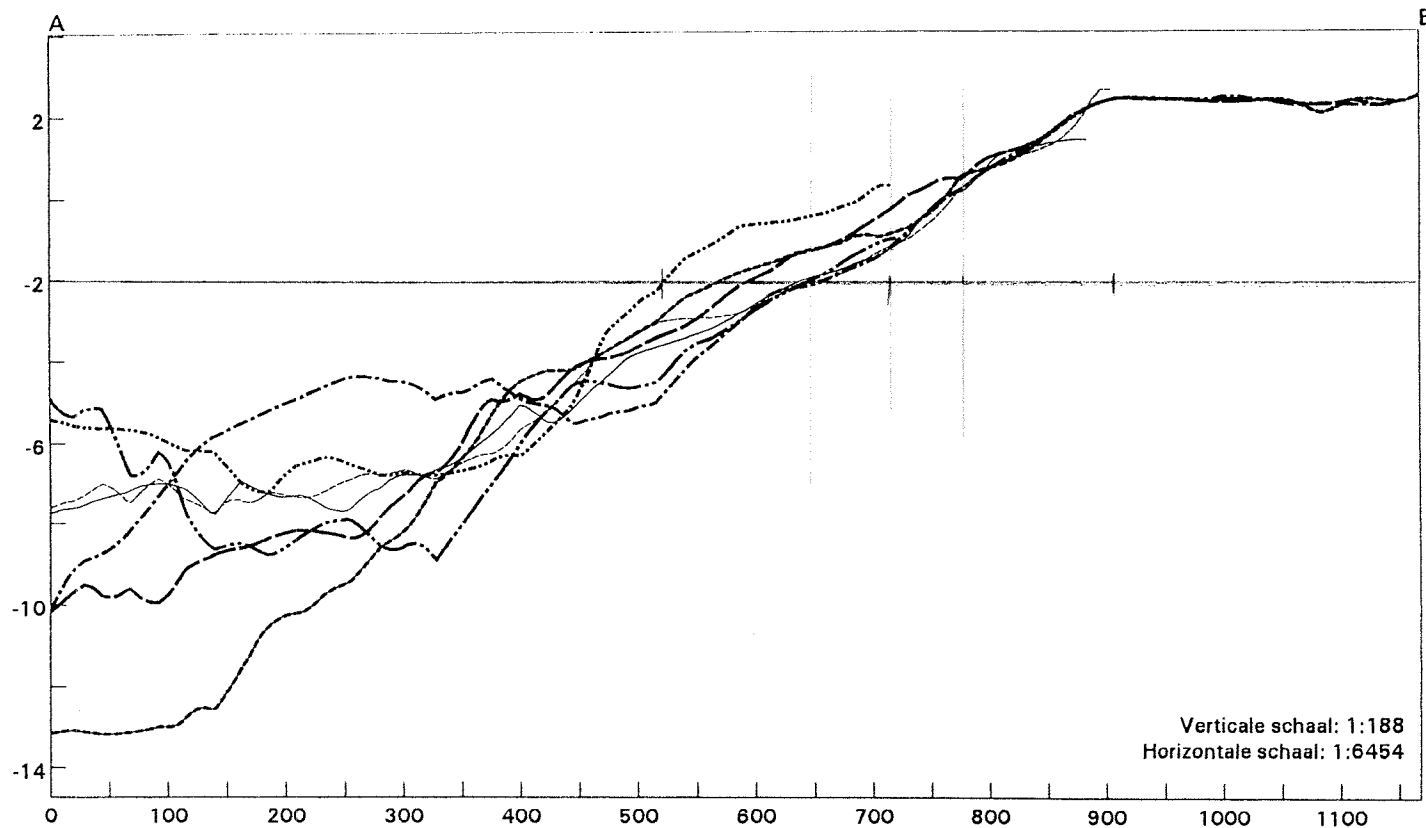
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 11

'1208.120000'



- Profiel 11 van g1957v1_2
- Profiel 11 van g1965v1_2
- Profiel 11 van g1973v1_2
- Profiel 11 van g1980v1_2
- Profiel 11 van g1989v1_2
- Profiel 11 van g1996v1_2
- Profiel 11 van g2000v1_2



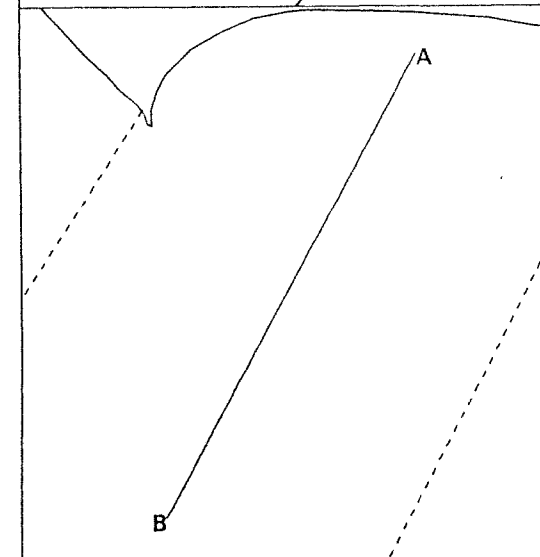
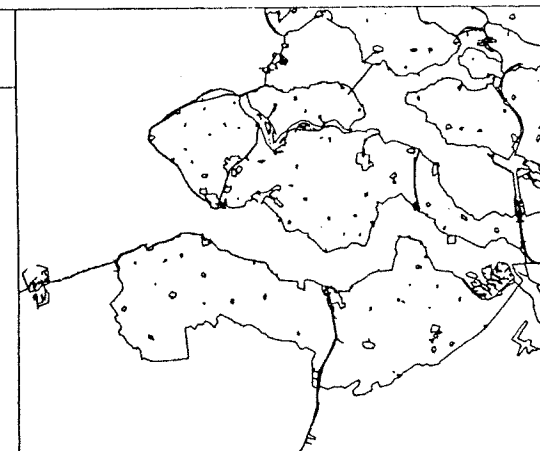
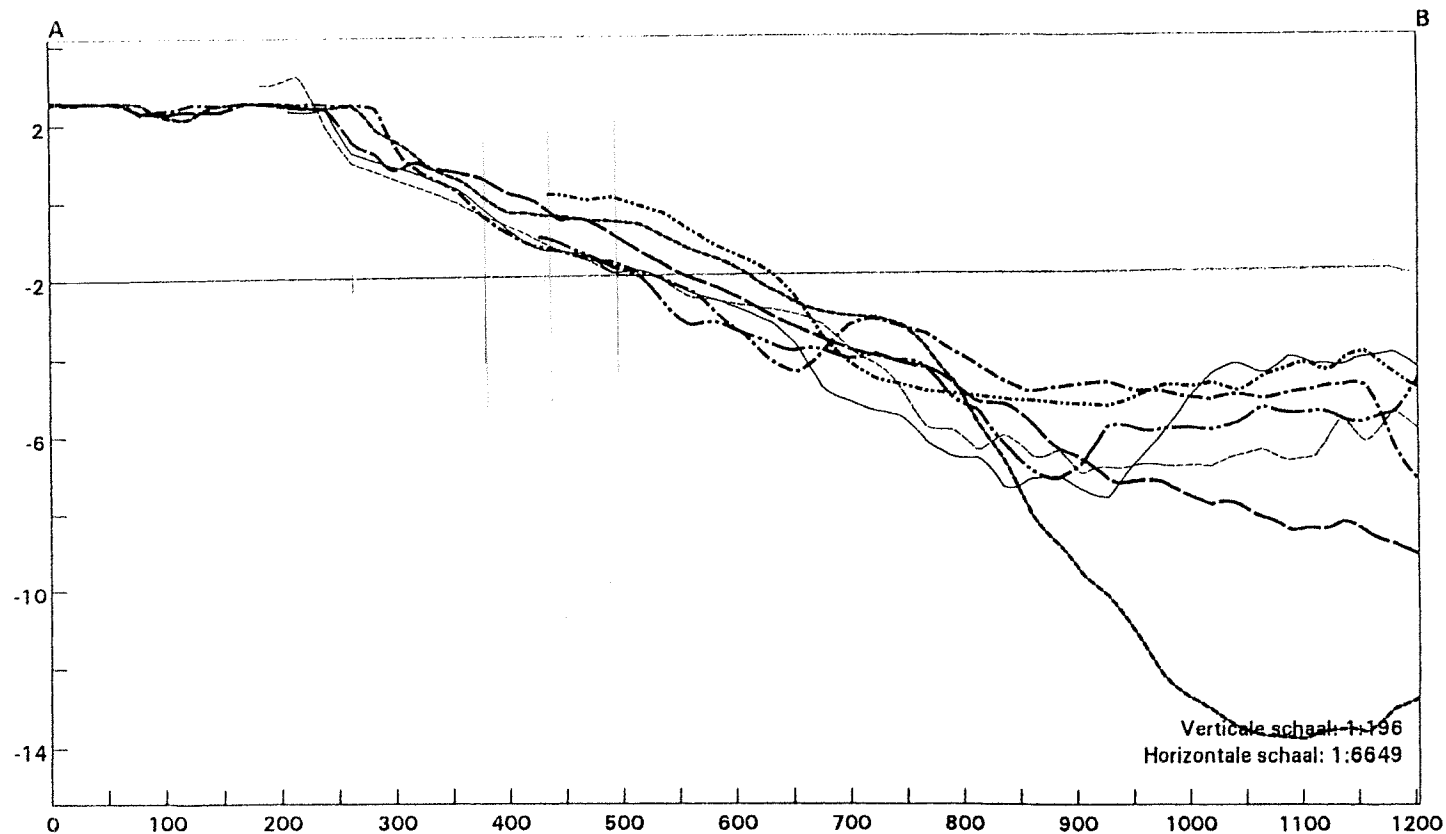
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 2

'1208.120000'



- Profiel 2 van g1957v1_2
- Profiel 2 van g1965v1_2
- Profiel 2 van g1973v1_2
- Profiel 2 van g1980v1_2
- Profiel 2 van g1989v1_2
- Profiel 2 van g1996v1_2
- Profiel 2 van g2000v1_2



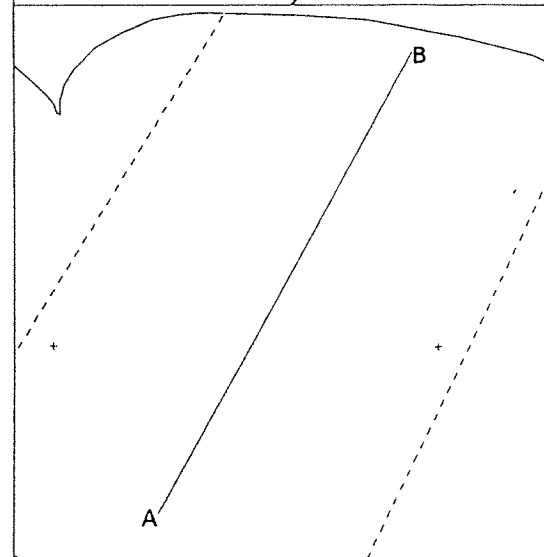
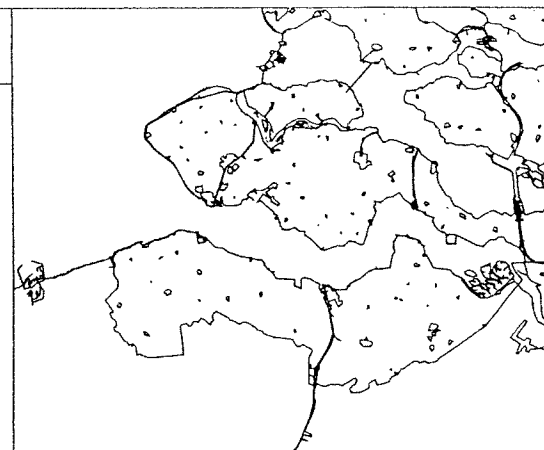
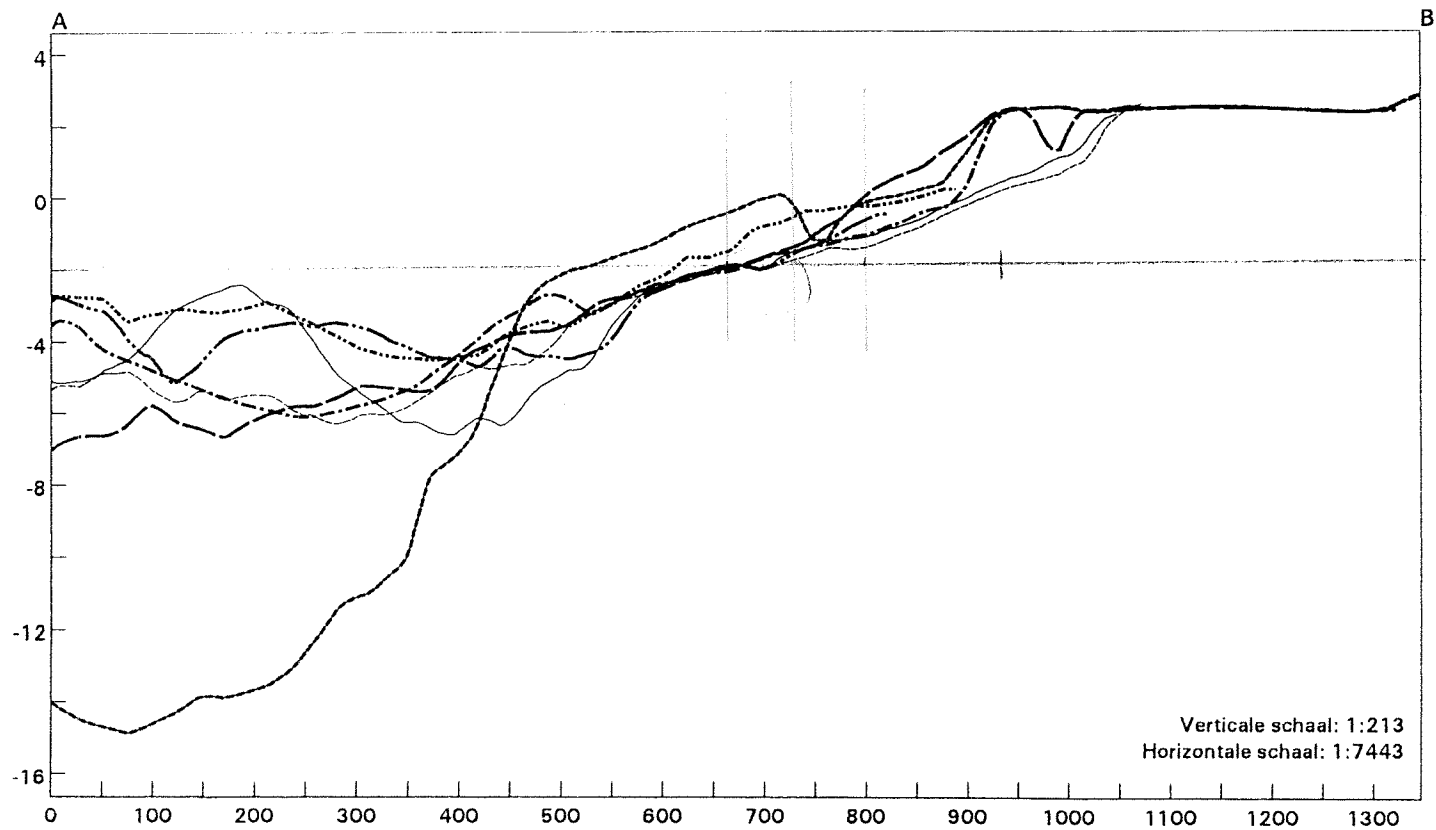
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 21

'1206.120000'



- Profiel 21 van g1957v1_2
- Profiel 21 van g1965v1_2
- Profiel 21 van g1973v1_2
- Profiel 21 van g1980v1_2
- Profiel 21 van g1989v1_2
- Profiel 21 van g1996v1_2
- Profiel 21 van g2000v1_2



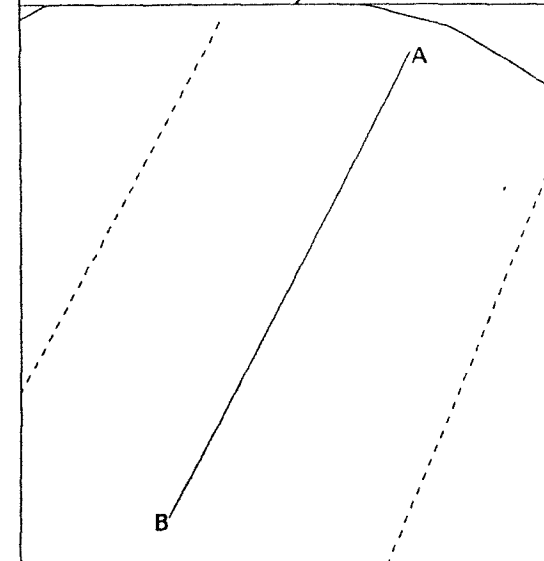
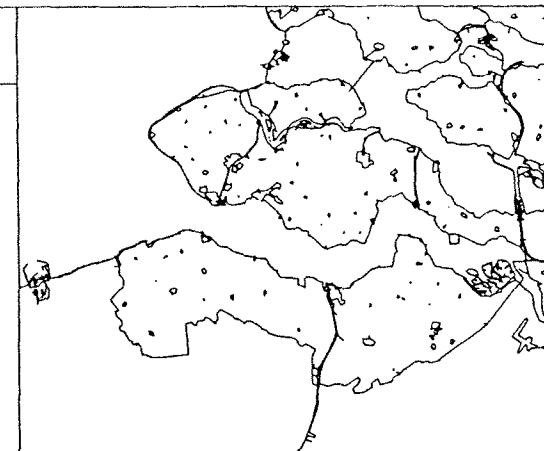
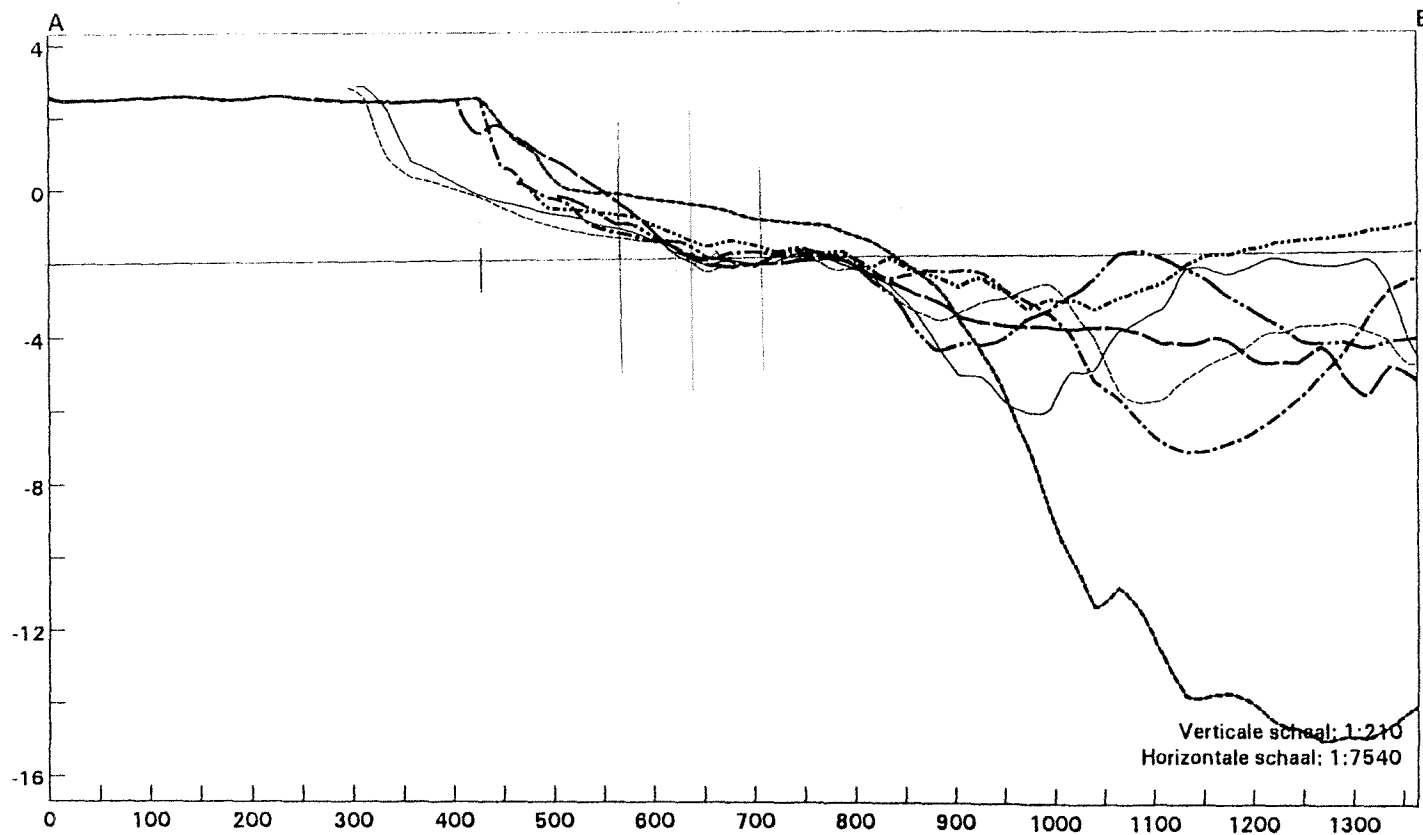
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 3

'1208.120000'



- Profiel 3 van g1957v1_2
- Profiel 3 van g1965v1_2
- Profiel 3 van g1973v1_2
- Profiel 3 van g1980v1_2
- Profiel 3 van g1989v1_2
- Profiel 3 van g1996v1_2
- Profiel 3 van g2000v1_2



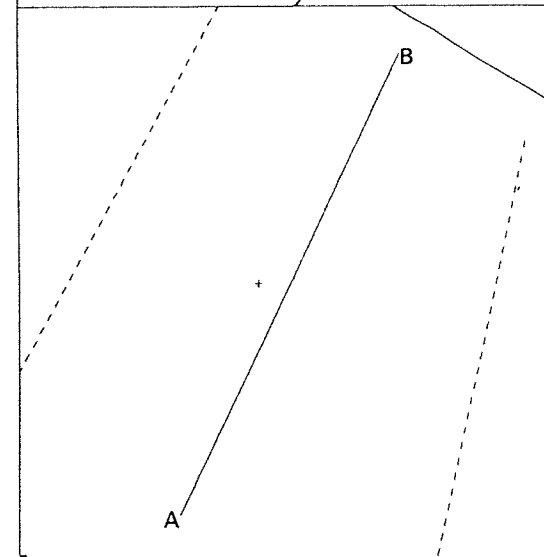
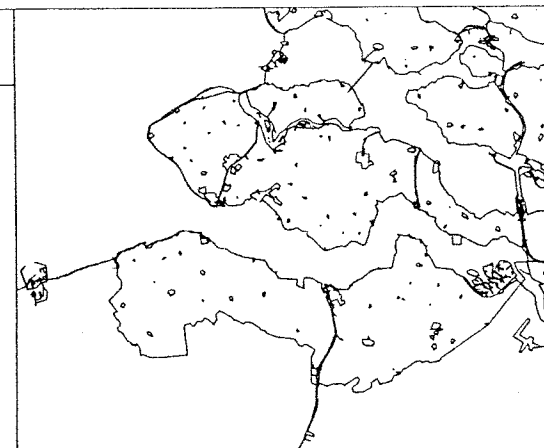
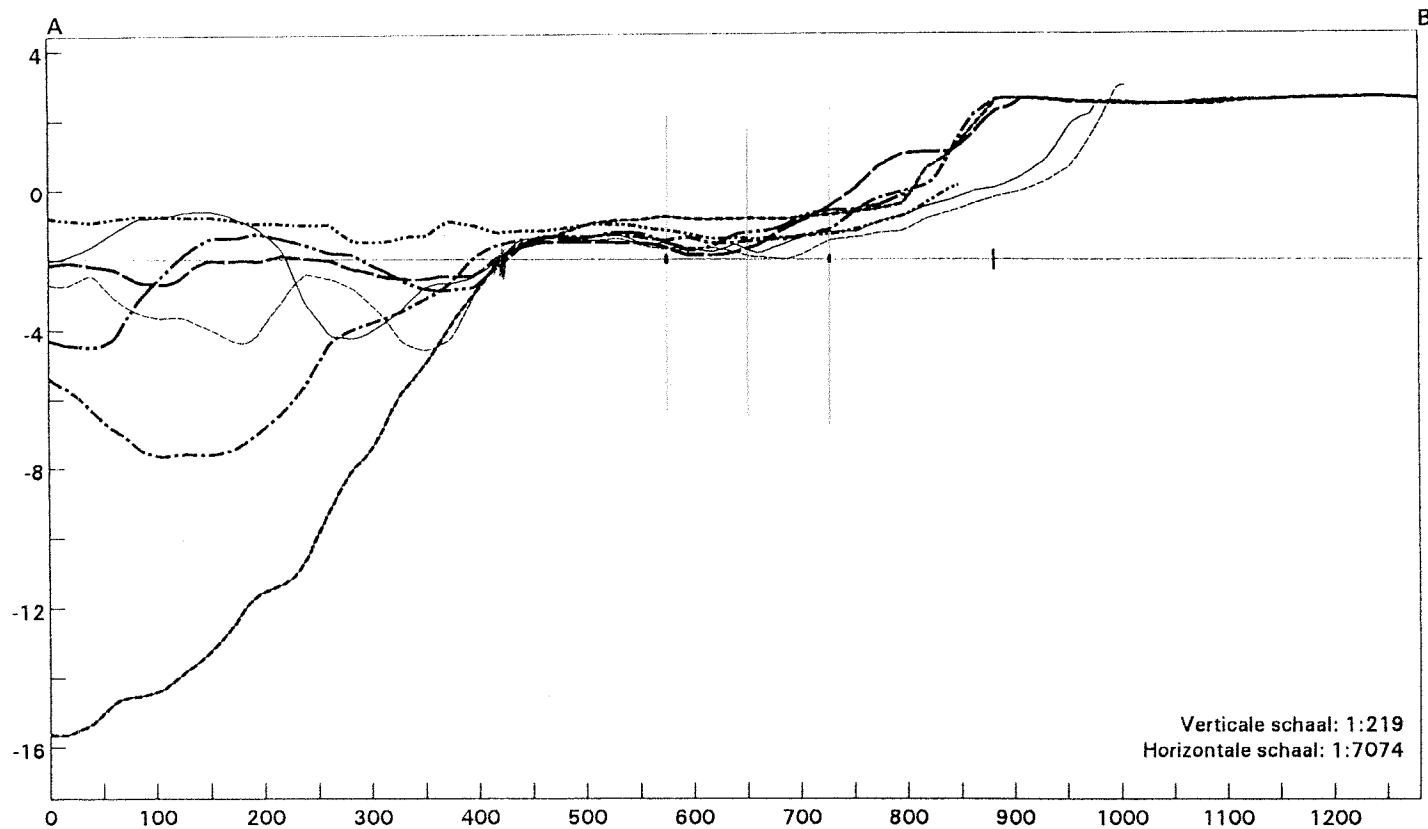
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 31

'1206.120000'



- Profiel 31 van g1957v1_2
- Profiel 31 van g1965v1_2
- Profiel 31 van g1973v1_2
- Profiel 31 van g1980v1_2
- Profiel 31 van g1989v1_2
- Profiel 31 van g1996v1_2
- Profiel 31 van g2000v1_2



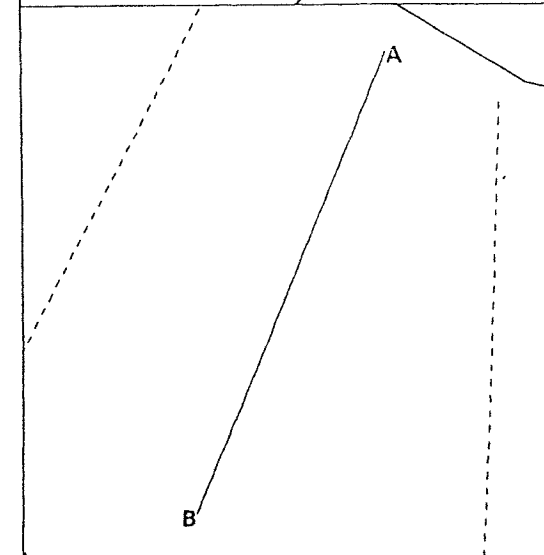
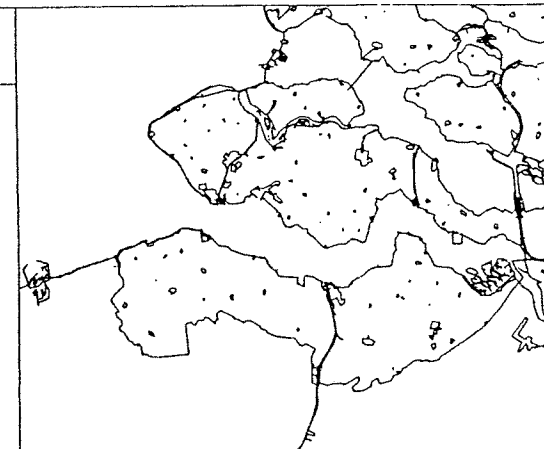
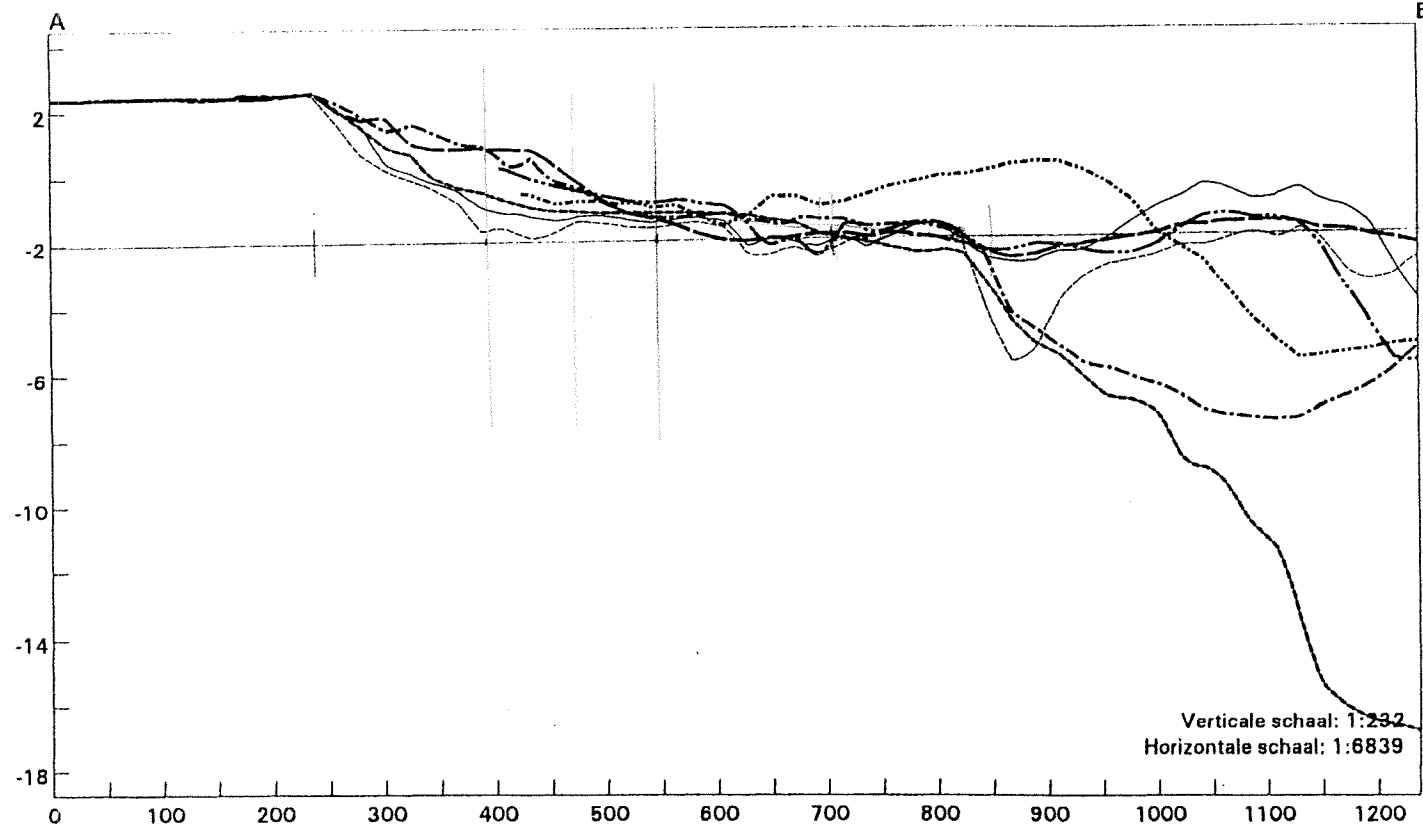
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 4

'1206.120000'



- Profiel 4 van g1957v1_2
- Profiel 4 van g1985v1_2
- Profiel 4 van g1973v1_2
- Profiel 4 van g1980v1_2
- Profiel 4 van g1989v1_2
- Profiel 4 van g1996v1_2
- Profiel 4 van g2000v1_2



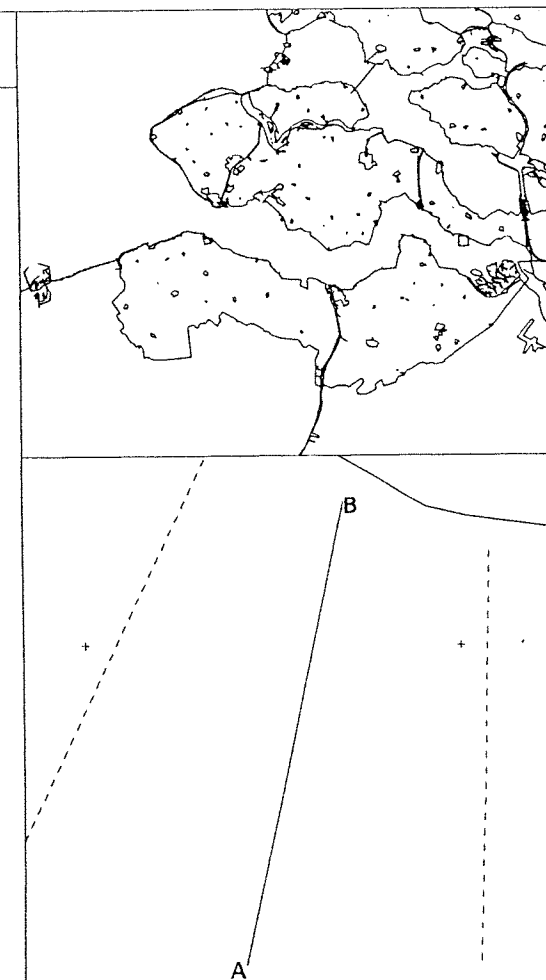
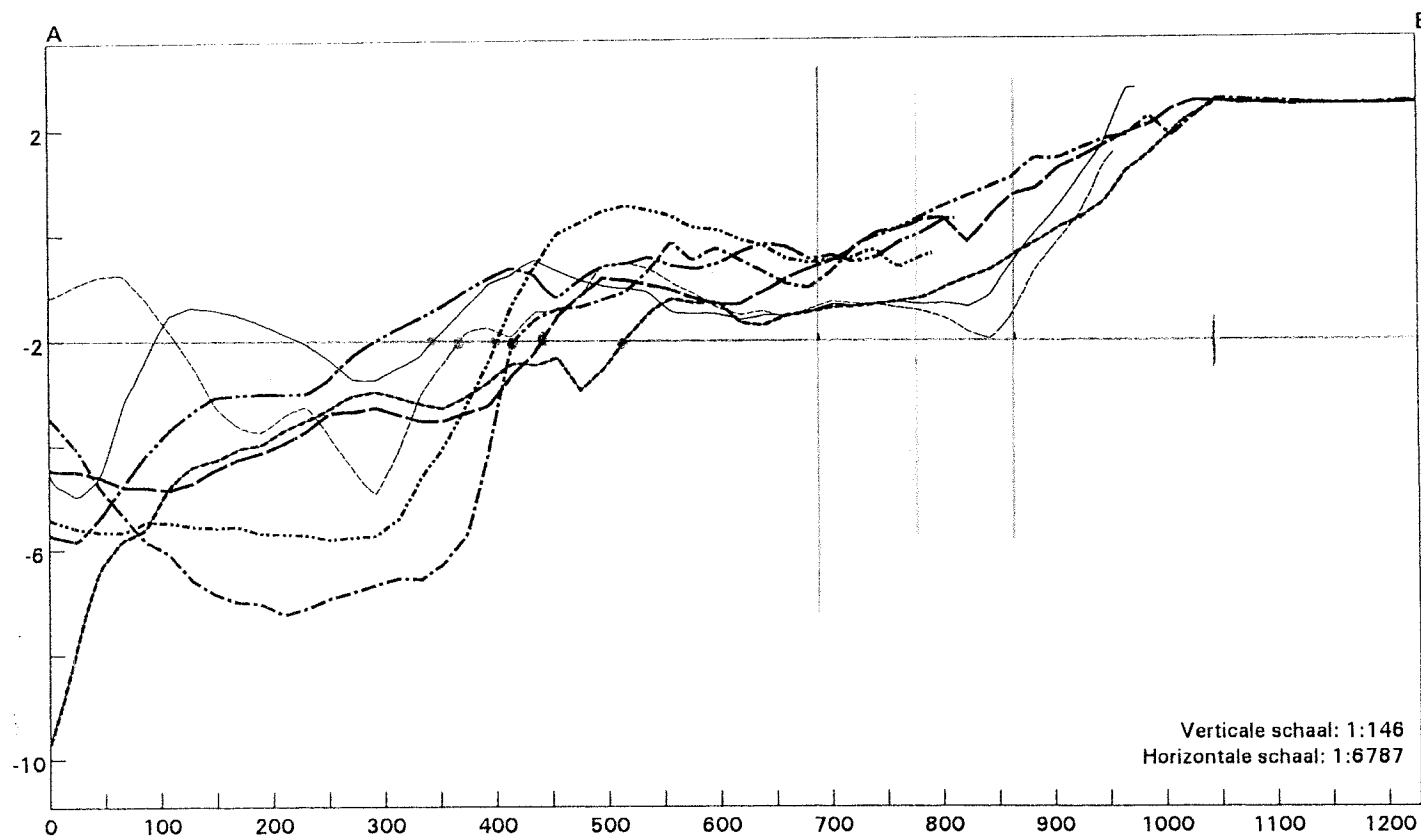
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 41

'1206.120000'



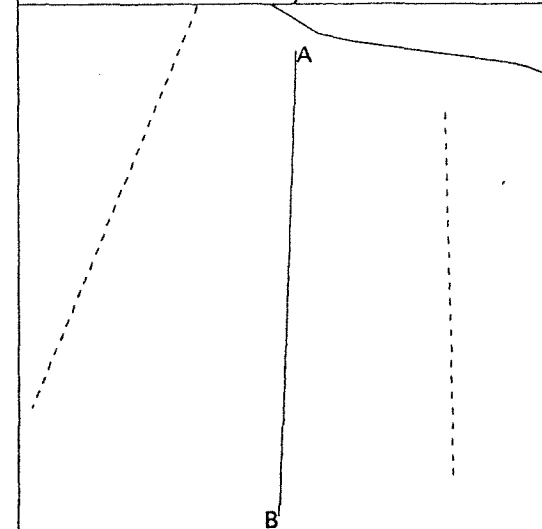
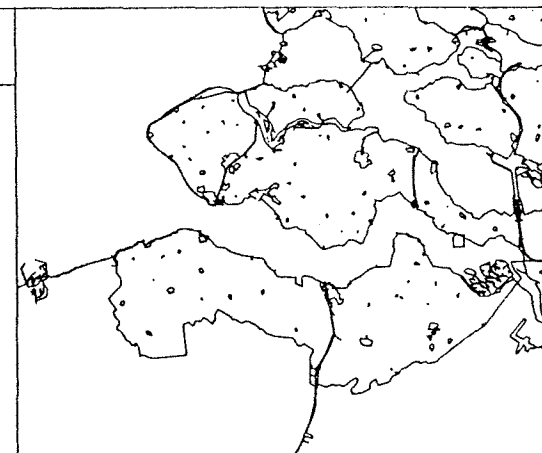
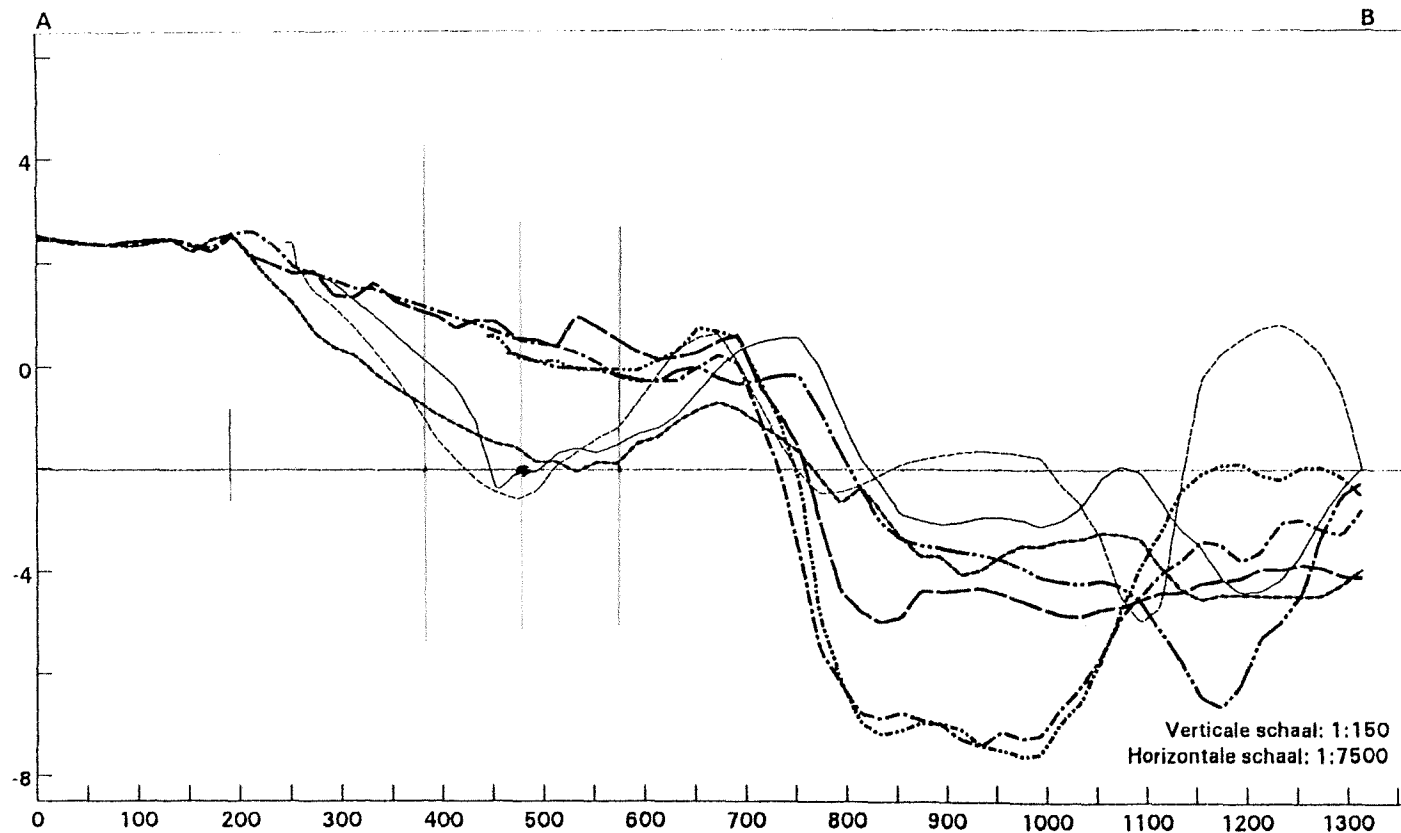
- Profiel 41 van g1957v1_2
- Profiel 41 van g1985v1_2
- Profiel 41 van g1973v1_2
- Profiel 41 van g1980v1_2
- Profiel 41 van g1989v1_2
- Profiel 41 van g1996v1_2
- Profiel 41 van g2000v1_2



NCP Waarde
Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat
Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 5

'1208.120000'



- Profiel 5 van g1957v1_2
- Profiel 5 van g1965v1_2
- Profiel 5 van g1973v1_2
- Profiel 5 van g1980v1_2
- Profiel 5 van g1989v1_2
- Profiel 5 van g1996v1_2
- Profiel 5 van g2000v1_2



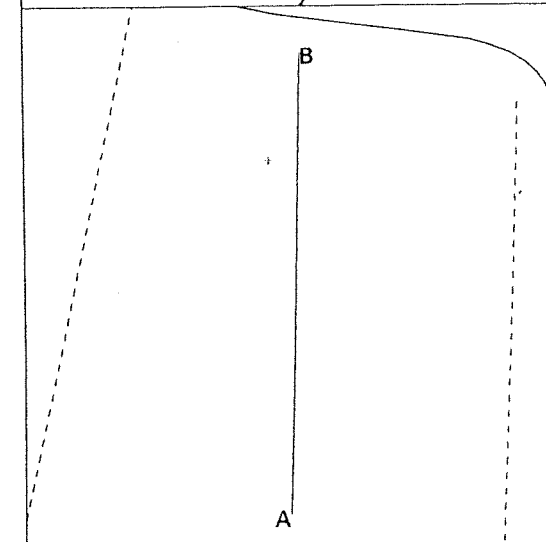
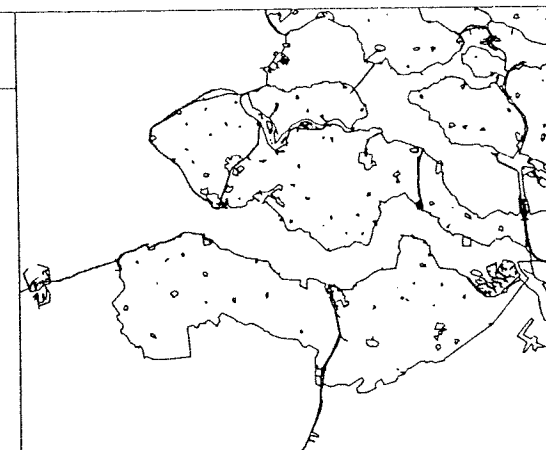
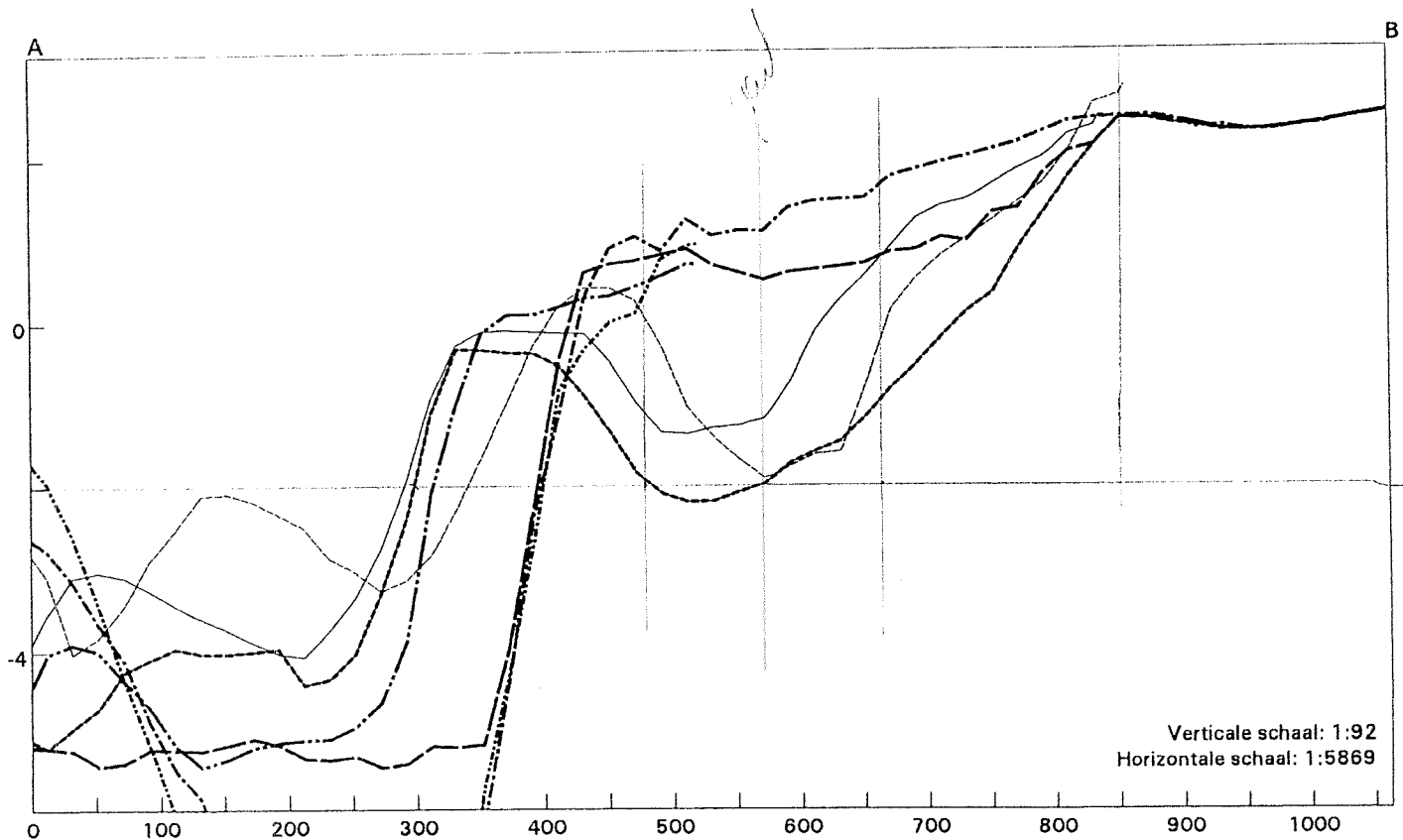
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 51

'1206.120000'



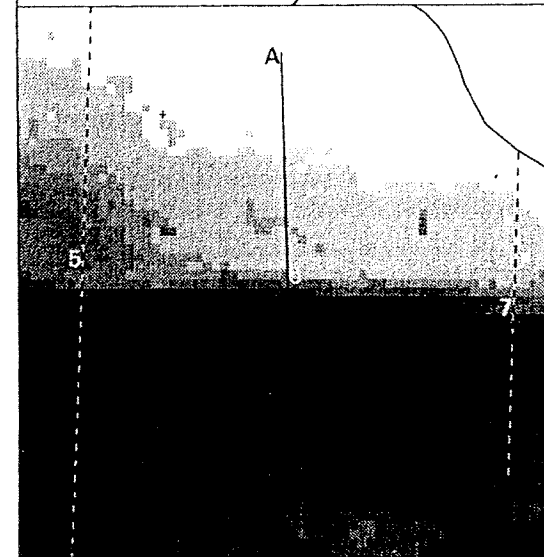
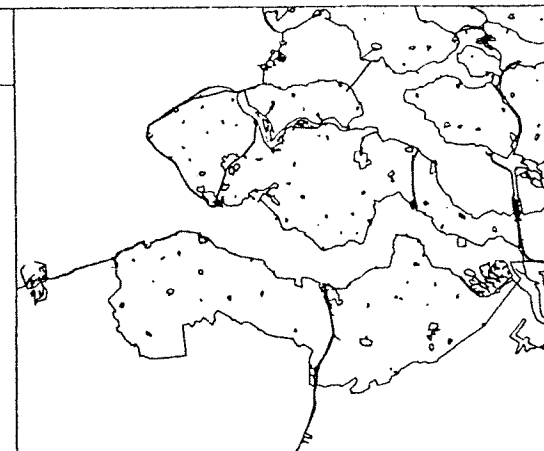
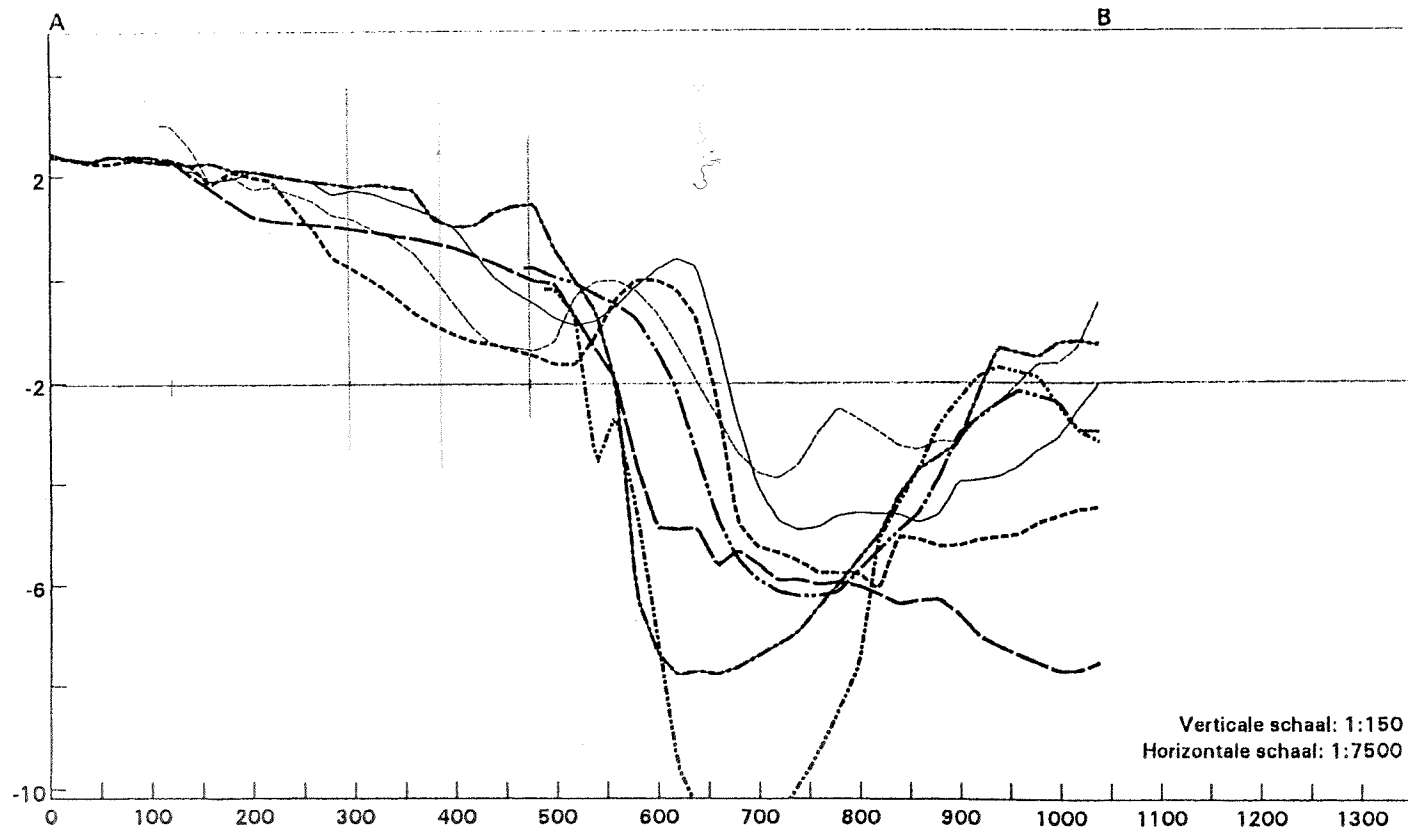
- Profiel 51 van g1957v1_2
- Profiel 51 van g1965v1_2
- Profiel 51 van g1973v1_2
- Profiel 51 van g1980v1_2
- Profiel 51 van g1989v1_2
- Profiel 51 van g1996v1_2
- Profiel 51 van g2000v1_2



NCP Waarde
Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat
Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 6

'1206.120000'



- Profiel 6 van g1957v1_2
- Profiel 6 van g1965v1_2
- Profiel 6 van g1973v1_2
- Profiel 6 van g1980v1_2
- Profiel 6 van g1989v1_2
- Profiel 6 van g1996v1_2
- Profiel 6 van g2000v1_2



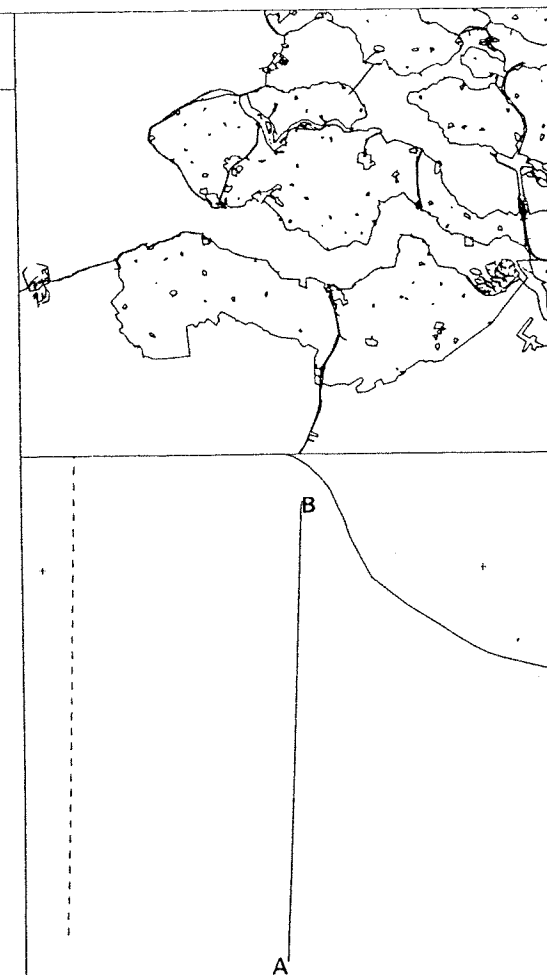
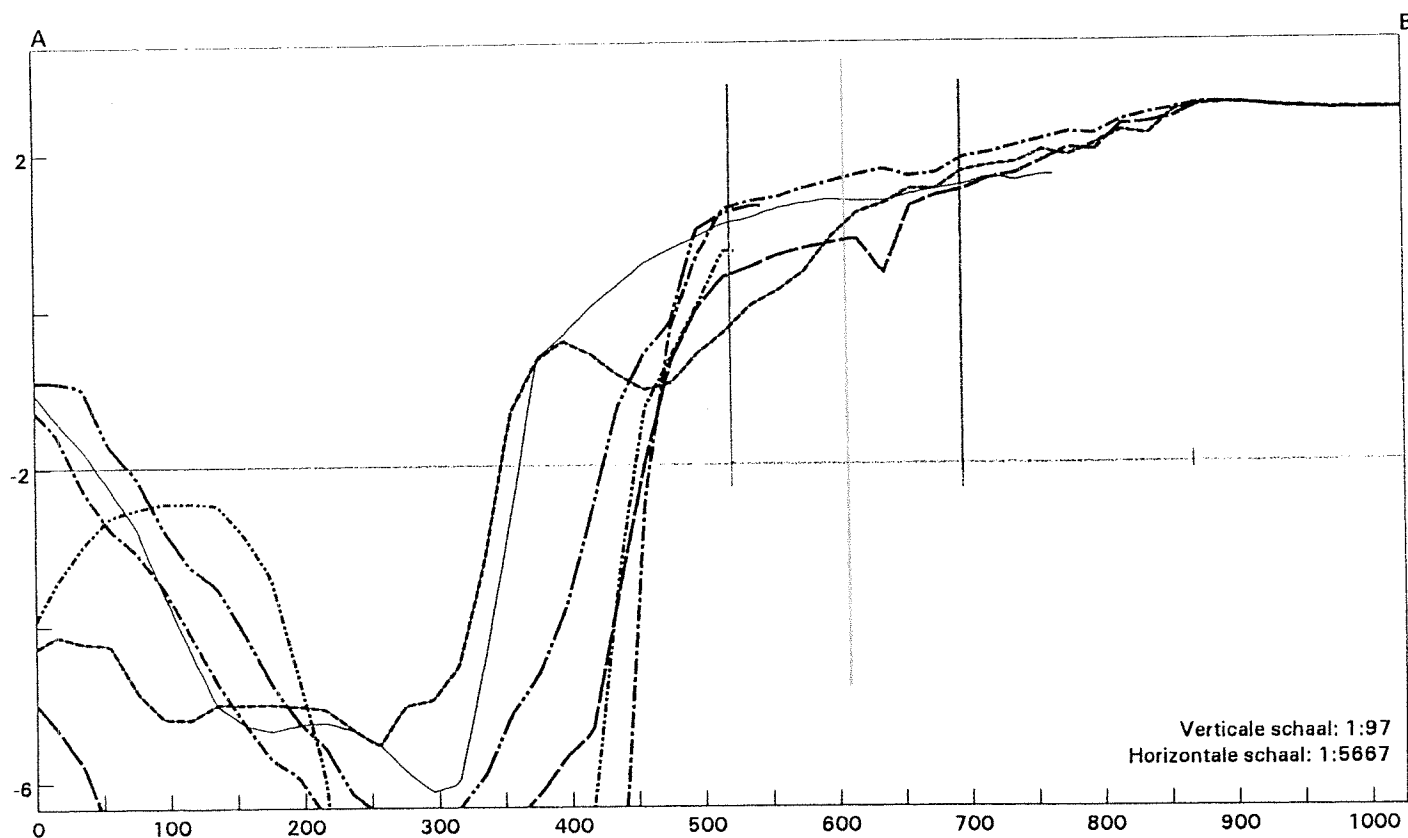
NCP Waarde

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 61

'1206.120000'



- Profiel 61 van g1957v1_2
- Profiel 61 van g1965v1_2
- Profiel 61 van g1973v1_2
- Profiel 61 van g1980v1_2
- Profiel 61 van g1989v1_2
- Profiel 61 van g1996v1_2



NCP Waarde
Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat
Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Bijlage 6: horizontale ontwikkeling van de slikrand.

Slikrand

	57/65		65/73		73/80		80/89		89/96		96/00	
drsn	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j
1	-41,0	-5,1	-35,0	-4,4	124,0	17,7	-103,0	-11,4	-37,0	-5,3	17,0	4,3
11	-23,0	-2,9	-52,0	-6,5	132,0	18,9	-123,0	-13,7	6,0	0,9	0,0	0,0
2	-57,0	-7,1	-27,0	-3,4	107,0	15,3	-120,0	-13,3	10,0	1,4	0,0	0,0
21	-135,0	-16,9	0,0	0,0	60,0	8,6	-68,0	-7,6	0,0	0,0	0,0	0,0
3	-273,0	-34,1	0,0	0,0	159,0	22,7	-144,0	-16,0	0,0	0,0	-30,0	-7,5
31												
4												
41												
5	-11,0	-1,4	-26,0	-3,3	19,0	2,7	57,0	6,3	18,0	2,6	-71,0	-17,8
51	-94,0	-11,8	-6,0	-0,8	0,0	0,0	85,0	9,4	24,0	3,4	-50,0	-12,5
6	-98,0	-12,3	0,0	0,0	-30,0	-4,3	90,0	10,0	51,0	7,3	-29,0	-7,3
61	-106,0	-13,3	-6,0	-0,8	11,0	1,6	25,0	2,8	63,0	9,0		
7	-67,0	-8,4	30,0	3,8	-22,0	-3,1	-13,0	-1,4	32,0	4,6	54,0	13,5
Totaal	-90,5	-11,3	-12,2	-1,5	56,0	8,0	-31,4	-3,5	16,7	2,4	-12,1	-3,0

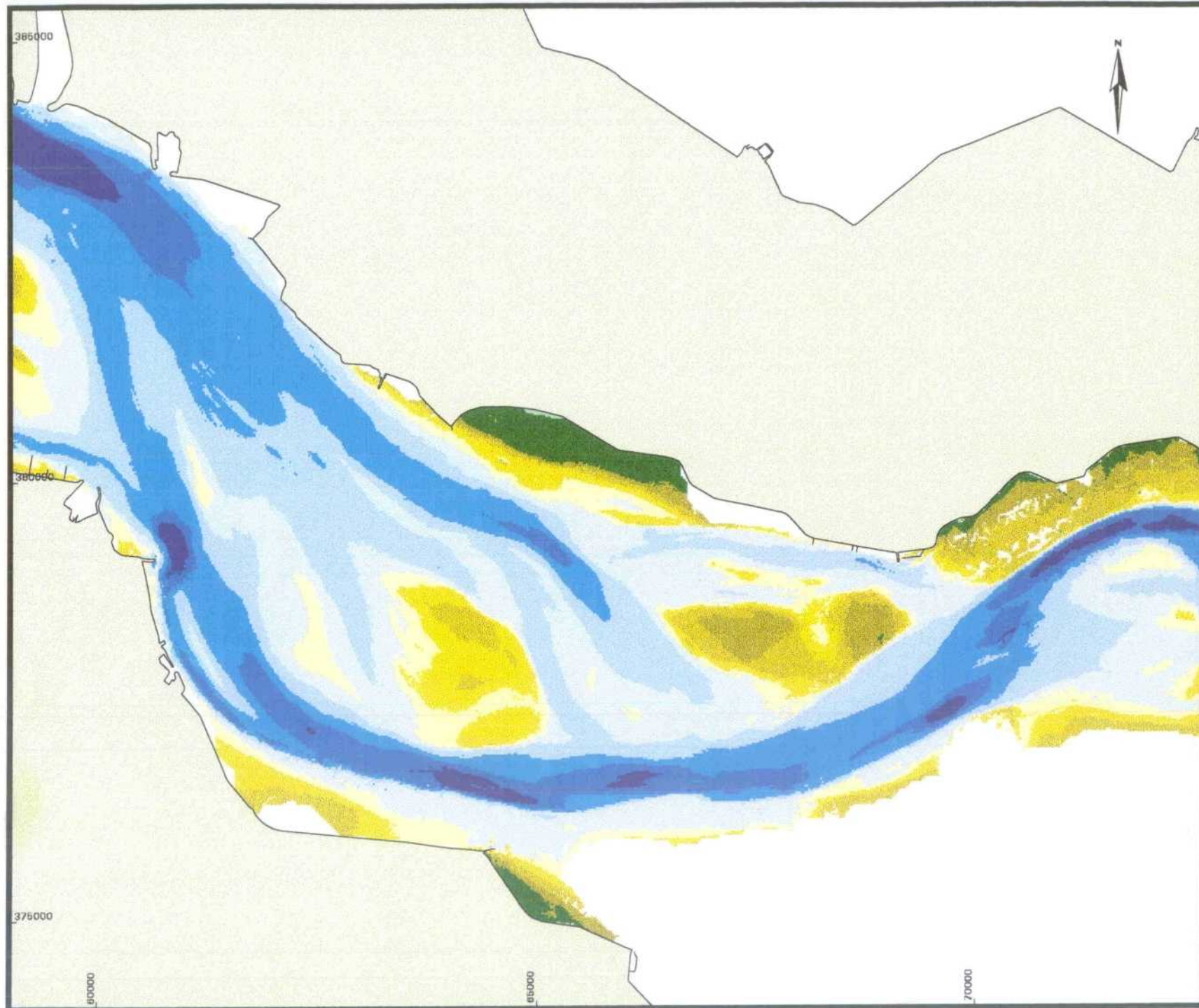
: horizontale ontwikkeling van de slikrand (-2 m N.A.P. lijn) niet te bepalen uit de plot voor dat profiel.

afstand	m/j	trend	m/j	trend	m/j	trend	m/j	trend	m/j	trend	m/j	trend
0	-5,1		-4,4		17,7		-11,4		-5,3		4,3	
250	-2,9	-4,5	-6,5	-5,2	18,9	17,7	-13,7	-13,0	0,9	-0,5	0,0	1,1
500	-7,1	-8,5	-3,4	-3,3	15,3	14,5	-13,3	-12,0	1,4	0,9	0,0	0,0
750	-16,9	-18,8	0,0	-0,8	8,6	13,8	-7,6	-11,1	0,0	0,4	0,0	-1,9
1000	-34,1		0,0		22,7		-16,0		0,0		-7,5	
1250												
1500												
1750												
2000	-1,4		-3,3		2,7		6,3		2,6		-17,8	
2250	-11,8	-9,3	-0,8	-1,2	0,0	-0,4	9,4	8,8	3,4	4,2	-12,5	-12,5
2500	-12,3	-12,4	0,0	-0,4	-4,3	-1,8	10,0	8,1	7,3	6,8	-7,3	-6,8
2750	-13,3	-11,8	-0,8	0,6	1,6	-1,1	2,8	3,5	9,0	7,5		1,6
3000	-8,4		3,8		-3,1		-1,4		4,6		13,5	

: horizontale ontwikkeling van de slikrand (-2 m N.A.P. lijn) niet te bepalen uit de plot voor dat profiel.

	57/65		65/73		73/80		80/89		89/96		96/00	
	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j	m	m/j
West	-105,8	-13,23	-22,8	-2,85	116,4	16,63	-111,6	-12,40	-4,2	-0,60	-2,6	-0,65
Oost	-67,7	-8,46	-10,7	-1,33	-3,7	-0,52	77,3	8,59	31,0	4,43	-50,0	-12,50

Bijlage 7: GIS bodemdieptekaarten.



Bodemligging

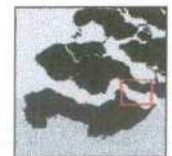
Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1957

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



Bron: Vaklodngen RWS

schaal 1 : 60000



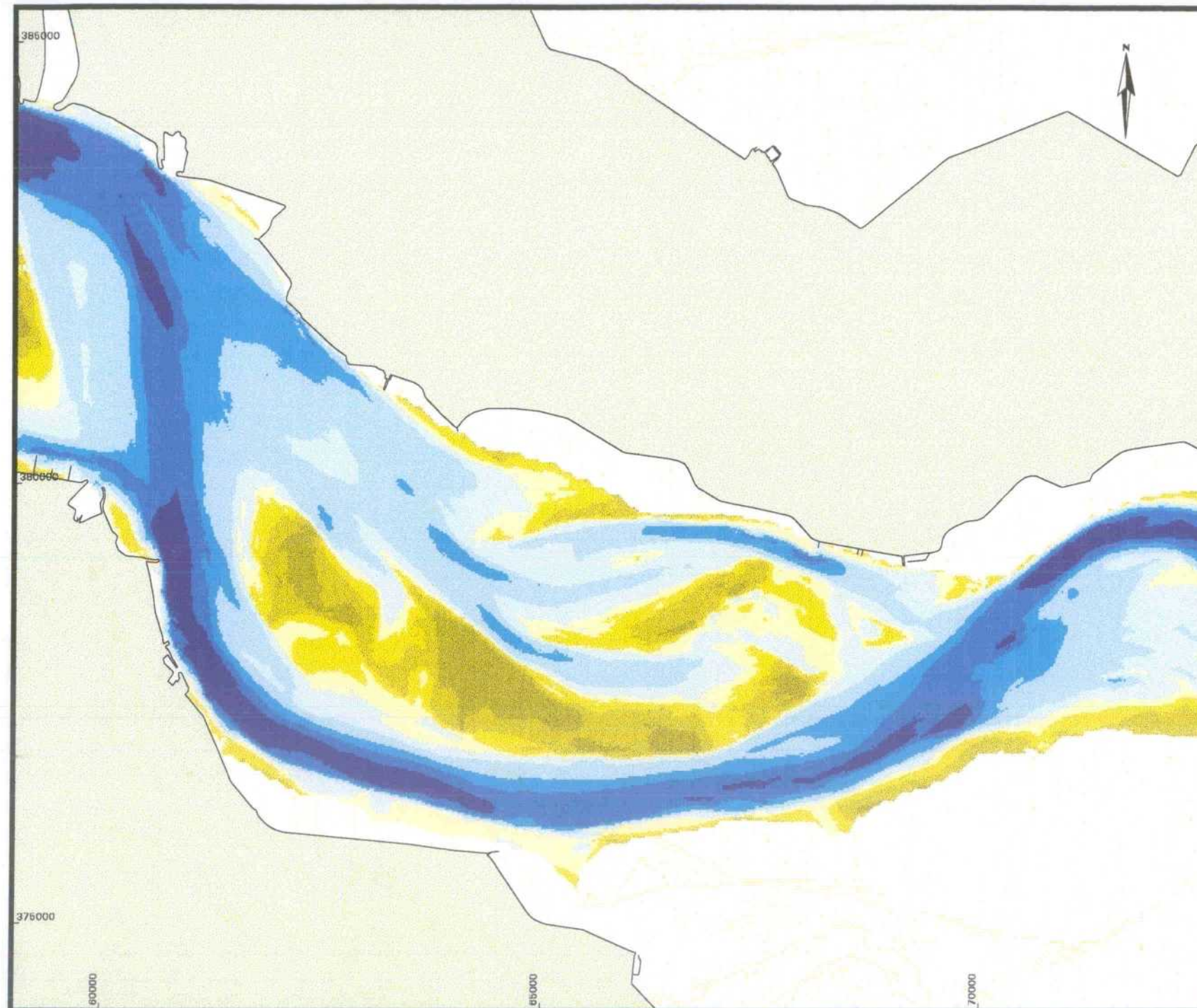
Ministerie van Verkeer
en Waterstaat

Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIKZ Middelburg

A. Schouwenaar

Biet



Bodemligging

Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1980

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



Bron: Vaklodngen RWS

schaal 1 : 60000

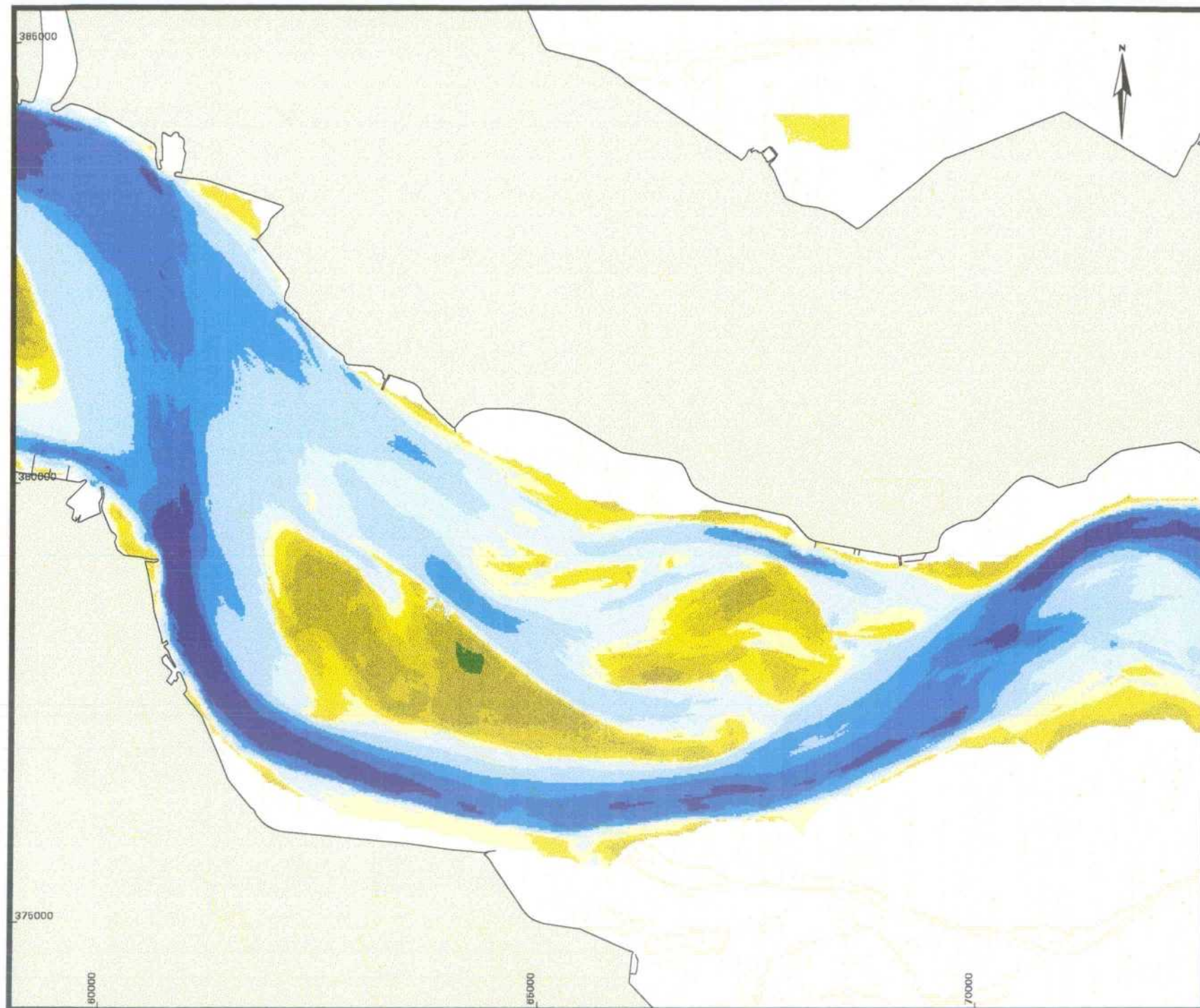


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat

Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIKZ Middelburg

A. Schouwenaar



Bodemligging

Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1986

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



Bron: Vaklodingen RWS

schaal 1 : 60000

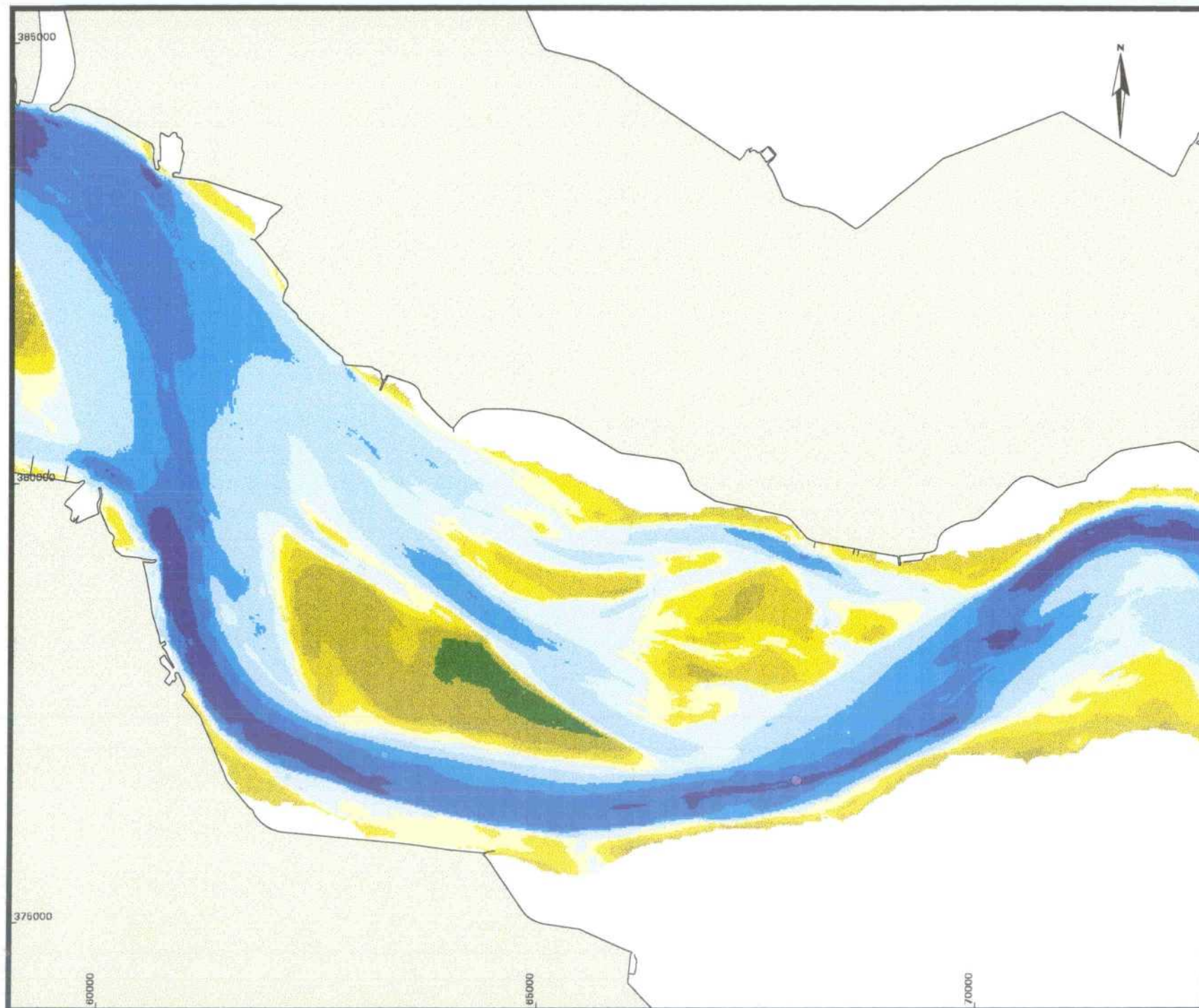


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat

Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIKZ Middelburg

A. Schouwenaar



Bodemligging

Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1989

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



Bron: Vaklodingen RWS

schaal 1 : 60000

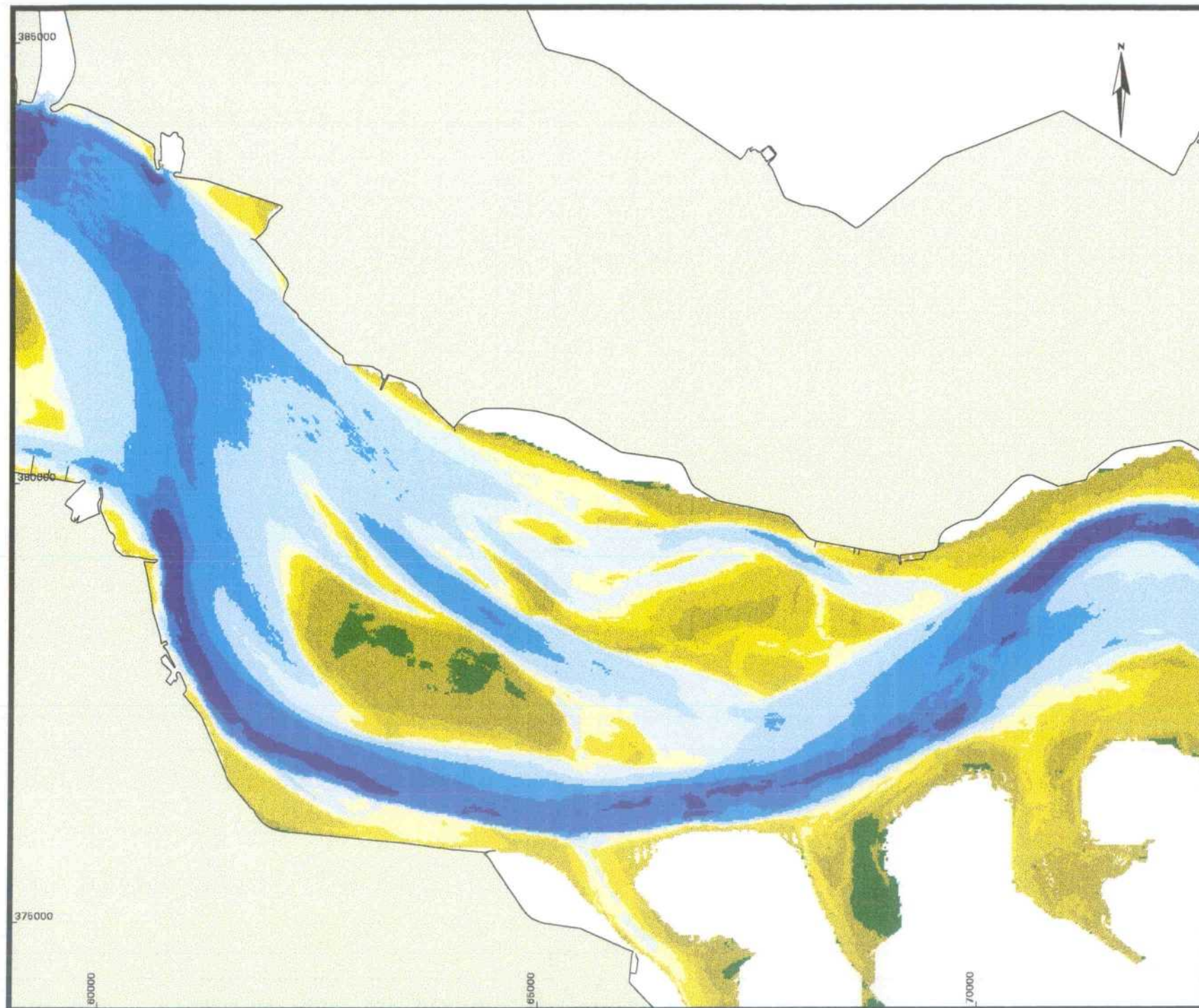


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat

Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIKZ Middelburg

A. Schouwenaar



Bodemligging

Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1996

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



Bron: Vaklodingen RWS

schaal 1 : 60000

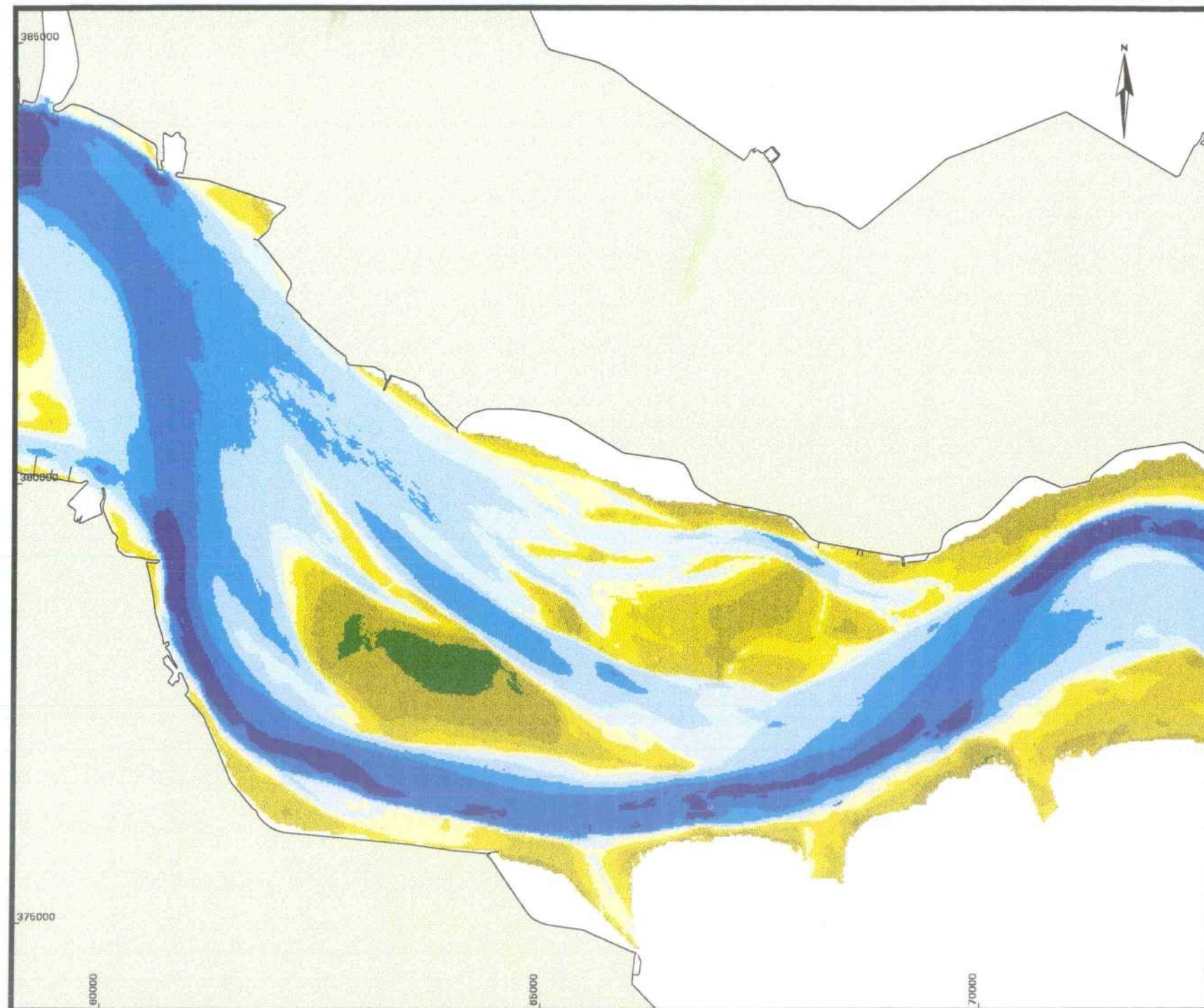


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat

Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIKZ Middelburg

A. Schouwenaar



Bodemligging

Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1998

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



Bron: Vaklodingen RWS

schaal 1 : 60000

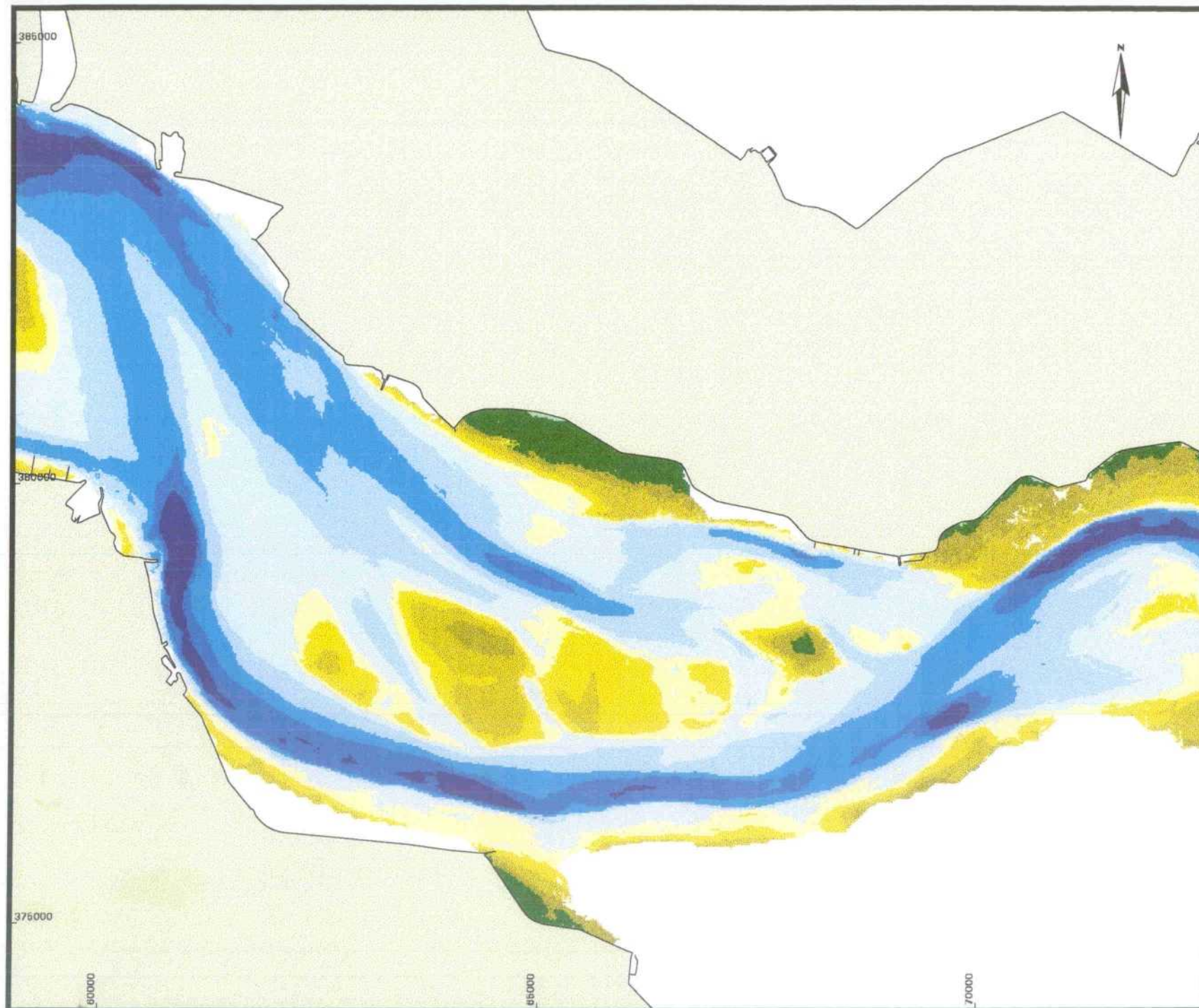


Ministerie van Verkeer
en Waterstaat

Directoraat-Generaal
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee
RIKZ Middelburg

A. Schouwenaar



Bodemligging

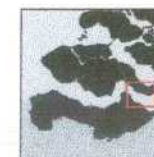
Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1965

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



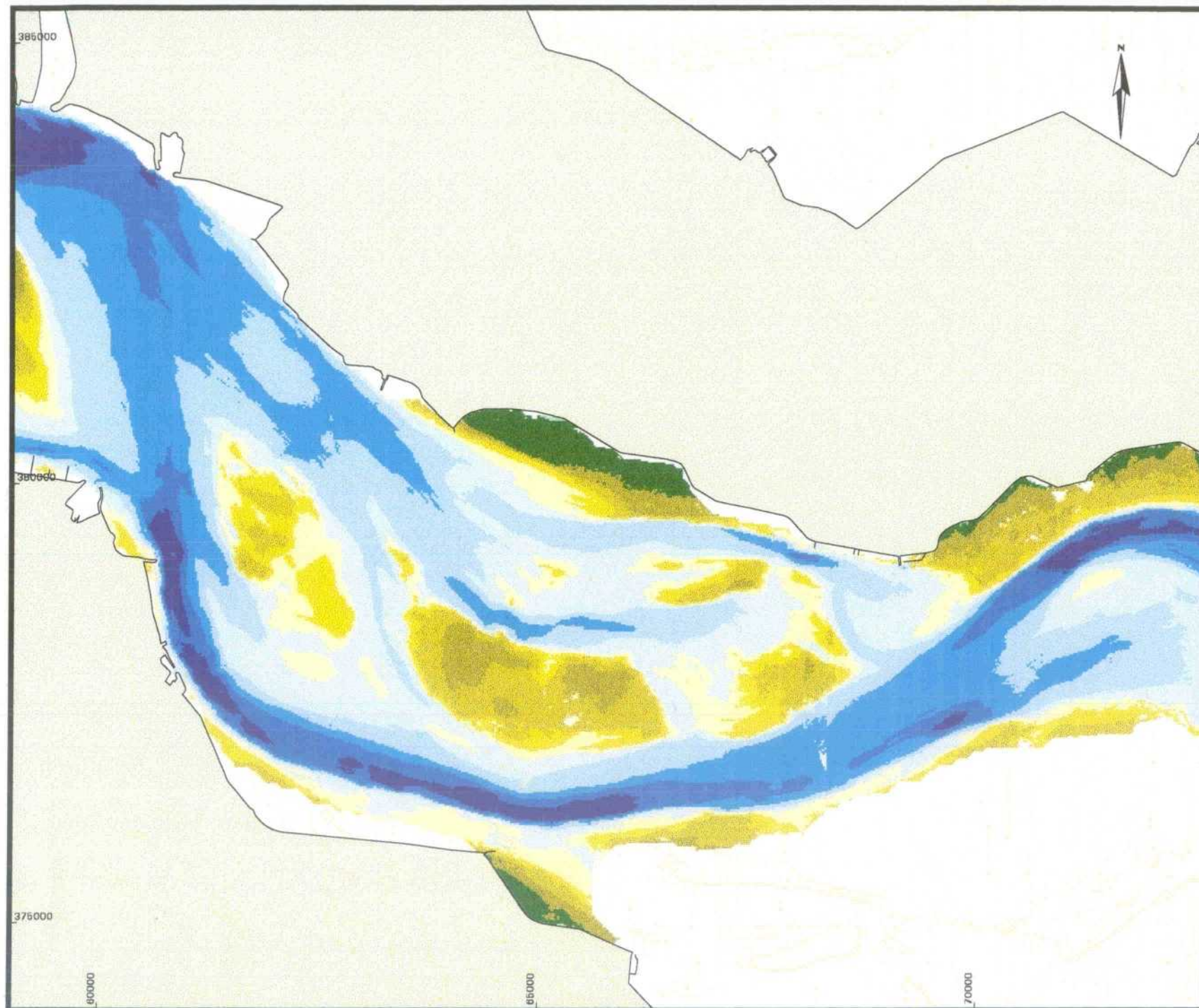
Bron: Vaklodingen RWS

schaal 1 : 60000



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

A. Schouwenaar



Bodemligging

Westerschelde-
Valkenisse-gebied

Bodem: 1973

Legenda

Diepte in m t.o.v. NAP

	Boven N.A.P. +4 m
	+4 tot +3 m
	+3 tot +2 m
	+2 tot +1 m
	+1 tot N.A.P.
	N.A.P. tot -1 m.
	-1 tot -2 m
	-2 tot -5 m
	-5 tot -10 m
	-10 tot -15 m
	-15 tot -20 m
	Dieper dan -20 m



Bron: Vaklodingen RWS

schaal 1 : 60000



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

A. Schouwenaar