

Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ
Bibliotheek

C-13478 712

INSTITUUT VOOR
MARIEN EN ATMOSFERISCH
ONDERZOEK UTRECHT

Grootschalige zandbalans van de Westerscheldemonding
(1969-1993)

Een inventarisatie van de dieptegegevens (1800-1996)

drs M.J. van der Silke

november 1997

R97-18

Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ
Bibliotheek

C-13478 712

VOORWOORD

In het kader van het K2000*KOP project is door de Universiteit Utrecht onderzoek uitgevoerd naar de grootschalige zandbalans van de Westerscheldemonding in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ). De zandbalans is opgesteld voor de periode 1969-1993 en is gebaseerd op vaklodingen van de Meetdienst Zeeland. Naast deze zandbalans zijn de lodingsgegevens van de Westerscheldemonding van 1800 t/m 1995 geïnventariseerd.

Hierbij wil ik een aantal mensen bedanken; dr. J.H. van den Berg (UU), ir. A. Langerak (RIKZ), dr. ir. D. Dunsbergen (projectleider K2000*KOP), drs S. Huijs (Directie Zeeland) en drs F. Tank (UU). Voor het leveren van commentaar op het rapport ir. A. de Gelder en ir. M Jansen (Svašek) en ir. L Voogt. Voor het leveren van diverse gegevens wil ik graag de volgende mensen bedanken; D. de Brauwier en ing. C. van Cauwenberghe van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, C.A. Rombouts van de Dienst der Hydrografie van de Marine, de heer Ooievaar van het Rijksarchief, ing. C. van Westenbrugge en J. Maranus van Directie Zeeland en P v.d. Weijde van Meetdienst Zeeland. Voor de verwerking van de gegevens en het op weg helpen in GIS wil ik de medewerkers van de Directie Zeeland bedanken, ing. J de Jong en ing. L Nijse en de vakantiekrachten. Daarnaast wil ik J. van den Broeke, ing. H. de Haan, C. van der Male, G. Mol, drs K. Luursema, ing. P. Roelse en T. Walhout (allen RIKZ-medewerkers) de medewerking en adviezen gedurende het onderzoek.

Middelburg, november 1997

Lijst Figuren

Figuur 1.1	Topografie Westerscheldemonding en bagger- en stortvakken
Figuur 2.1	Bagger- en storthoeveelheden 1955-1995 Westerscheldemonding
Figuur 3.1	Overzicht lodingsperioden van de vaklodingsgegevens 1963-1995
Figuur 4.1	Schematisatie van frequentieverdeling van de bodemhoogteverschilkaart
Figuur 4.2	Overzicht JARKUS-raaien
Figuur 4.3	Schematisatie van de zandbalans van de Westerscheldemonding

Lijst Tabellen

Tabel 2.1	Overzicht gebruikte lodingstechnieken vanaf 1969
Tabel 2.2	Bagger- en stortcijfers
Tabel 2.3	Gemiddelde stochastische en 'vaste' systematische fout in de dieptegegevens voor verschillende morfologische eenheden
Tabel 3.1	Overzicht van de interpolatie-instellingen van het 'geulwerkstation' DIGIBEELD
Tabel 3.2	Samenstelling van de gebiedsdekkende grids per vak
Tabel 4.1	Gemiddelde diepteverschillen van vak13
Tabel 4.2	Veranderingen van zandvolume
Tabel 5.1	Zandbalans Westerschelde en Westerscheldemond

Lijst Bijlagen

Bijlage A	Inventarisatie lodingsgegevens Westerscheldemonding vanaf 1800, overzichten van verschillende lodingsgebieden
Bijlage B	Inventarisatie oevergegevens
Bijlage C	Overzicht van de beschikbare vaklodingsgegevens
Bijlage D	Ontwikkeling van de natte volumina van de lodingsvakken
Bijlage E	Dieptekaarten Westerscheldemonding 1969-1993
Bijlage F	Bodemhoogteverschilkaarten Westerscheldemonding 1969-1993
Bijlage G	Ontwikkeling van de natte volumina voor de gehele Westerschelde
Bijlage H	Profielen

Begrippen Lijst

Beun

Laadruimte van een baggerschip

Hydrografische kaarten

Kaarten opgenomen door de Hydrografische Dienst in de vorige eeuw.
Gebiedsdekkende kaarten.

Minuutbladen

Kaarten met de lodingsgegevens, gemeten door de Hydrografische Dienst,
overeenkomstig met de vaklodingen van RWS

Peilboek

Boeken waarin de oeveropnamen werden genoteerd vanaf 1882

Reductie

De afstand tussen het meetinstrument (echolood) en de bodem omrekenen naar
een referentievlak (NAP, TAW e.d.) aan de hand van waterstanden op het
moment van de meten

TAW (Tweede Algemene Waterpassing)

Belgische referentievlak, ligt 2.33 m beneden NAP

Squat

Inzinking van het schip welke afhankelijk is van de waterdiepte en de vaarsnelheid (Storm et al., 1994).

Stochastische fout

volledig willekeurige of toevallige fout (Storm et al., 1994)

Systematische fout

een fout of afwijking consequent in één richting (Storm et al., 1994)

Variabele systematische fout

een fout die optreedt in de dieptegegevens van een bepaalde dag of van een bepaald schip over
meerdere dagen; de fout is variabel omdat zowel de grootte als de richting kan variëren en systematische
omdat deze vaak een groot gebied beslaat (Storm et al., 1994)

Zeekaarten

Kaarten bestemd voor de scheepvaart; geeft voornamelijk de ondiepten aan.
Deze kaart is vervaardigd op basis van de minuutbladen

1 INLEIDING

1.1 Doelstellingen

De ontwikkeling van de kustmorfologie speelt zich op verschillende ruimte- en tijdschalen af. Zo vindt er de laatste tijd veel erosie plaats aan de Zuidwest kust van Walcheren. Dit is een proces op kleine schaal vergeleken met de Westerscheldemonding als geheel. Aan korte termijn ontwikkeling liggen echter vaak lange termijn ontwikkelingen ten grondslag. Het is daarom belangrijk dat er ook inzicht verkregen wordt in de lange termijn ontwikkeling van een gebied, zeker voor het opstellen van lange termijn beleid.

Het doel van het onderzoek als geheel is *inzicht te krijgen in de morfologische lange termijn ontwikkeling van de Westerscheldemonding.*

Om de lange termijn ontwikkeling te achterhalen is een grootschalige zandbalans van het mondingsgebied over de periode 1969-1993 opgesteld.

In het kader van het project K2000*KOP, dat onderdeel is van het overkoepelend KUST*2000 project, is de morfologische lange termijn ontwikkeling van de Westerscheldemonding onderzocht. Binnen K2000*KOP wordt onderzoek gedaan naar o.a. de fysische en morfologische ontwikkeling van de verschillende eilandkoppen in Nederland. Deze studies dienen als ondersteuning van de beleidsuitvoering van de kustlijnenzorg en leveren bijdrage aan de beleidsvoorbereiding (Svašek, 1995). Tevens wordt onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van het getij in de Westerscheldemond (Svašek, 1997) en naar de geologische opbouw van de Westerscheldemond (van der Spek, 1997).

Het voorliggende verslag borduurt voort op het onderzoek van van Enkevort (1996), waarin een aanzet is gegeven aan de inventarisatie van morfologische gegevens. In voornoemd rapport wordt de ontwikkeling van de Westerscheldemonding op basis van literatuur beschreven en zijn een aantal hypothesen te aanzien van de ontwikkeling van de Westerscheldemonding geformuleerd.

Voor het opstellen van de grootschalige zandbalans zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- inventarisatie en het verzamelen van de gegevens;
- beoordelen van de gegevens en
- verwerking van de gegevens.

1.2 Verantwoording

Bij het verzamelen van de diepte- en baggergegevens is ervan uitgegaan dat er een zandbalans zou worden opgesteld vanaf 1800. Het opstellen van een zandbalans over de periode 1800 t/m 1996 was binnen het gestelde tijdsbestek niet te realiseren doordat het inventariseren en verzamelen van gegevens meer tijd vroeg dan verwacht. Daarnaast is het bij de oudere gegevens, nog sterker dan bij de recente gegevens, van belang dat veel aandacht wordt besteed aan de nauwkeurigheid van de meetgegevens en aan het ontwikkelen van een goede methodiek om de gegevens te verwerken. Een voordeel van het inperken van de periode van de zandbalans tot 1969-1993 is dat eerst inzicht kan worden verkregen in de waarde van de zandbalans voor een periode waarin de meetgegevens in vergelijking met oudere gegevens redelijk nauwkeurig zijn.

Het was de bedoeling de zandbalans tot Oostende uit te breiden. Dit is niet gebeurd om de volgende redenen: de digitale Belgische lodingen konden niet tijdig geleverd worden. Drie jaargangen van de Belgische lodingskaarten zijn inmiddels bij Directie Zeeland gedigitaliseerd. Op basis van drie jaargangen kan geen goede zandbalans gemaakt worden, omdat er dan te veel onzekerheid is over de mogelijke trend. Daarom is besloten om de Belgische gegevens toe te voegen, als er meer gegevens beschikbaar zijn.

Bij het verzamelen van de data is het accent gelegd op het verzamelen van de lodingsgegevens, omdat deze essentieel zijn voor het opstellen van een zandbalans van de Westerscheldemonding. Er is wel een aanzet gegeven voor de inventarisatie van alle oevergegevens. Binnen het gegeven tijdsbestek was het echter niet mogelijk om een volledige inventarisatie van de oevergegevens te maken. De oevergegevens, afkomstig uit database ZEEKOE (Zeeuwse Kust- en OEverbestand), zullen wel samen gevoegd met lodingsgegevens. Voor de beschrijving van de ontwikkeling van de Belgische en Nederlandse oevers is teruggevallen op bestaande onderzoeken.

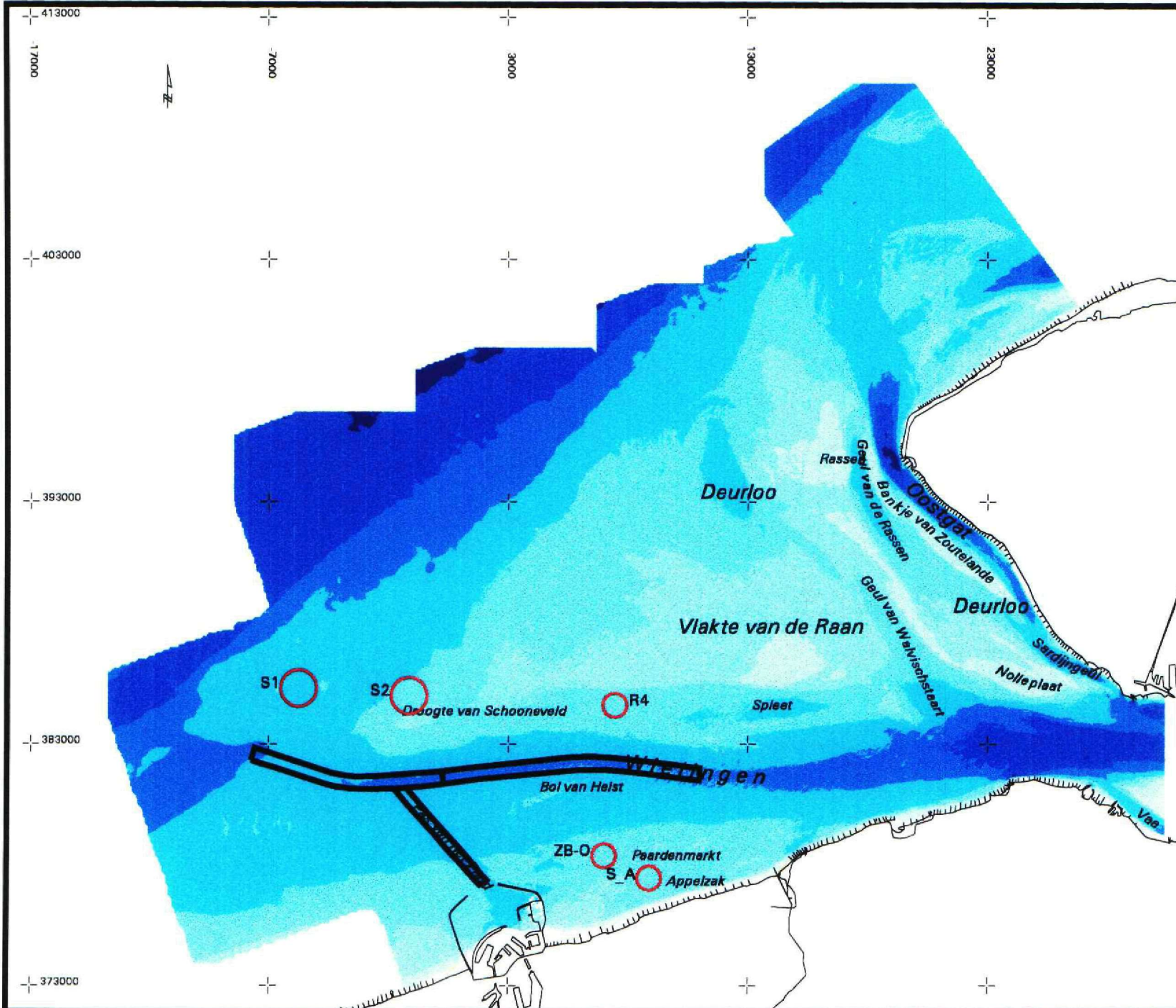
1.3 Gebiedsbeschrijving

De Westerscheldemonding in zuidwest Nederland heeft in het huidige onderzoek de volgende grenzen (figuur 1.1): aan de zeewaartse zijde in het westen de NAP -20 m waterlijn (continentale plat), aan de noordzijde de Domburgse Rassen (Oosterscheldemonding), aan de landzijde de kust van Walcheren, de lijn Vlissingen-Breskens (Westerschelde), Zeeuws Vlaanderen en Vlaanderen en aan de zuidzijde de lijn loodrecht op de kust bij Blankenberge waar de delta geleidelijk overgaat in de Vlaamse Banken. Voor het opstellen van een zandbalans is het belangrijk dat de grenzen ruim worden genomen. Als zuidelijke grens zal, voor zover mogelijk, bij het opstellen van de zandbalans de lijn bij Oostende aangehouden worden.

Morfologisch gezien kan de delta in de Westerschelde monding onderverdeeld worden in 3 hoofd eenheden (figuur 1.1):

- de opeenvolging van geulen, zoals Oostgat/Sardijngeul en Deurloo/Geul van de Walvischstaart, en banken, zoals het Bankje van Zoutelande, parallel aan en bij de zuidkust van Walcheren;
- het grote, driehoekige en nauwelijks doorsneden Centrale Banken. Een gebied dat voor een groot deel de Vlake van de Raan beslaat en
- de forse en doorgaande hoofdgeul en tevens hoofdvaarwater de Wielingen/Scheur, die parallel aan de Vlaamse kust en de kustzone van Nederlands en Belgisch Vlaanderen loopt en ook de Pas van 't Zand omvat.

Sinds de jaren '60 vinden in de Westerscheldemonding bagger- en stortwerkzaamheden plaats om de zeevaart naar de havens van Zeebrugge en Antwerpen in België te kunnen garanderen. De forse baggerwerkzaamheden van jaarlijks gemiddeld 30 Mm³ zijn geconcentreerd in de hoofdgeul Wielingen/Scheur, de Pas van 't Zand (de toegangsgeul tot de haven van Zeebrugge) en in de haven zelf. Het gebaggerde materiaal wordt in de onmiddellijke nabijheid gestort. Het grootste deel wordt gestort bij stortboeien S1 en S2 ten noorden van de Scheur op de zuidelijke uitloper van de Vlake van de Raan (Droogte van Schooneveld). De rest wordt gestort nabij de Vlaamse kust ten westen en ten oosten (Paardemarkt en Appelzak) van de haven van Zeebrugge. Sporadisch is ook in het Oostgat gebaggerd maar het betreft hier geringe hoeveelheden in vergelijking met de baggerwerken in de Wielingen/Scheur. Ook de strandsuppleties om de paar jaar van enkele 0.1 Mm³ op de kust van Walcheren kust zijn voor de grootschalige zandbalans te verwaarlozen.



BAGGER- en STORTLOCATIES

Westerscheldemonding

Loding: 1981/1982

Legenda

	-100 tot -30 m
	-30 tot -20 m
	-20 tot -15 m
	-15 tot -10 m
	-10 tot -7.5 m
	-7.5 tot -5 m
	-5 tot -2.5 m
	-2.5 tot 0 m
	0 tot 2.5 m
	2.5 tot 4 m

Figuur 1.1
Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



Annemieke van der Sikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht van de geïnventariseerde gegevens gepresenteerd. Tevens worden in dit hoofdstuk de gegevens beoordeeld en een foutendiscussie gegeven. Vervolgens komt in hoofdstuk 3 de methodiek aan de orde. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de analyse, met een accent op de grootschalige zandbalans, gepresenteerd. De discussie volgt in hoofdstuk 5, de conclusies in hoofdstuk 6 en in hoofdstuk 7 staan tenslotte de aanbevelingen.

2 GEGEVENS

2.1 Inleiding

Het rapport van van Enckevort (1996) vormde de basis voor de inventarisatie van de lodings- en de oevergegevens. De gegevens worden verder breder uitgewerkt. In de deze studie is nogmaals een inventarisatie gemaakt, met als doel het vaststellen of alle beschikbare gegevens aanwezig waren. De inventarisatie in dit rapport heeft extra gegevens boven water gekregen. De gegevens worden behandeld in paragraaf 2.2 en 2.3. Een globale beschrijving van de gegevens, inclusief de nieuw gevonden gegevens, volgt in paragraaf 2.2. Voor het opstellen van een zandbalans worden een aantal eisen aan o.a. de nauwkeurigheid gesteld (paragraaf 2.3). Het is van belang de gegevens eerst te beoordelen voordat ze verzameld worden. In paragraaf 2.4 wordt vervolgens de nauwkeurigheid van de gegevens en hoe deze onnauwkeurigheden in de eindprodukten doorwerken behandeld.

2.2 Inventarisatie gegevens

2.2.1 Inventarisatie lodingsgegevens van het zeegebied

In bijlage A staat in tabelvorm een overzicht van de geïnventariseerde lodingsgegevens en de daarbij behorende figuren. Deze tabel wordt hieronder nader toegelicht.

De allereerste hydrografische kaart is door de Franse hydrograaf Beautemps-Beaupré rond 1800 vervaardigd. In 12 jaar (1799-1811) heeft hij het Belgische kustgebied en het zuidelijk deel van het Nederlandse kustgebied gemeten. Het Belgische kustgebied is in 1801 en de monding van de Westerschelde (tot Oostende) is in 1804 gelood. In de overige jaren heeft Beautemps-Beaupré de bodemligging van de andere delen van het deltagebied opgemeten.

In 1823 is de Nederlandse Dienst der Hydrografie van de Marine begonnen met het loden van de Westerscheldemond. De Marine heeft lange tijd ook een deel van de Belgische kust, vaak tot Oostende. In 1823, 1863 en 1878 is door de Dienst der Hydrografie het gebied van de Westerscheldemonding in zijn geheel gelood. In de tussenliggende jaren (van 1842 t/m 1886) zijn delen van het gebied opnieuw gelood. Deze delen zijn in combinatie met oudere gegevens uitgebracht op een 20-tal kaarten. *"Dit houdt in dat de hydrografische kaarten zijn in te delen in twee groepen. De eerste groep bestaat uit volledig nieuw opgenomen kaartbladen, waarvan mag worden aangenomen dat de chronometrische nauwkeurigheid hoog is: verouderde gegevens komen er niet op voor. De tweede groep bestaat uit herziene bladen, waarop voor de zeegaten actuele informatie wordt geboden, maar waarop de informatie betreffende de overige delen vaak verouderd is."* (Haartsen et.al., 1997). In de periode 1886 t/m 1921 zijn van de Westerscheldemonding geen lodingsbladen uitgebracht, wel zijn er zeekaarten van het gebied aanwezig. Vanaf 1921 zijn minuutbladen beschikbaar (zie bijlage A.2). Deze minuutbladen beslaan vaak een deel van de Mond der Westerschelde en zijn vaak gericht op de gebieden die belangrijk zijn voor de scheepvaart en dus met name de geulen. Alleen voor de jaren 1921, 1931 en 1955-1959 beslaan de verschillende minuutbladen het grootste deel van de Westerscheldemonding.

Vanaf 1964 heeft de Rijkswaterstaat de opname voor de Westerscheldemonding overgenomen van de Marine (Bijlage A.2). Per jaar wordt ongeveer de helft van alle lodingsvakken in de

Westerscheldemonding gelood, zodat er om de twee jaar van het gehele gebied gegevens zijn. Rijkswaterstaat maakt bij het meten van de Westerscheldemonding geen onderscheid in de frequentie van metingen in de geulen en metingen op de platen, in tegenstelling tot de Dienst der Hydrografie. De Dienst der Hydrografie loodt vanaf 1960 het buitenbanken gebied.

In België zijn de lodingen van de dieptegegevens begonnen in 1866, toen een kleinschalige overzichtskaart van de Vlaamse Banken is uitgebracht. Tot 1962 is er van diverse delen van de Belgische kust een 30-tal kaarten beschikbaar (zie bijlage A.1) In 1962 is begonnen met het loden van een aantal vaste gebieden (bijlage A.3). De frequentie van de opname van deze vakken verschilt van 1 maal per jaar tot 1 maal per 5 jaar.

2.2.2 Inventarisatie oevergegevens

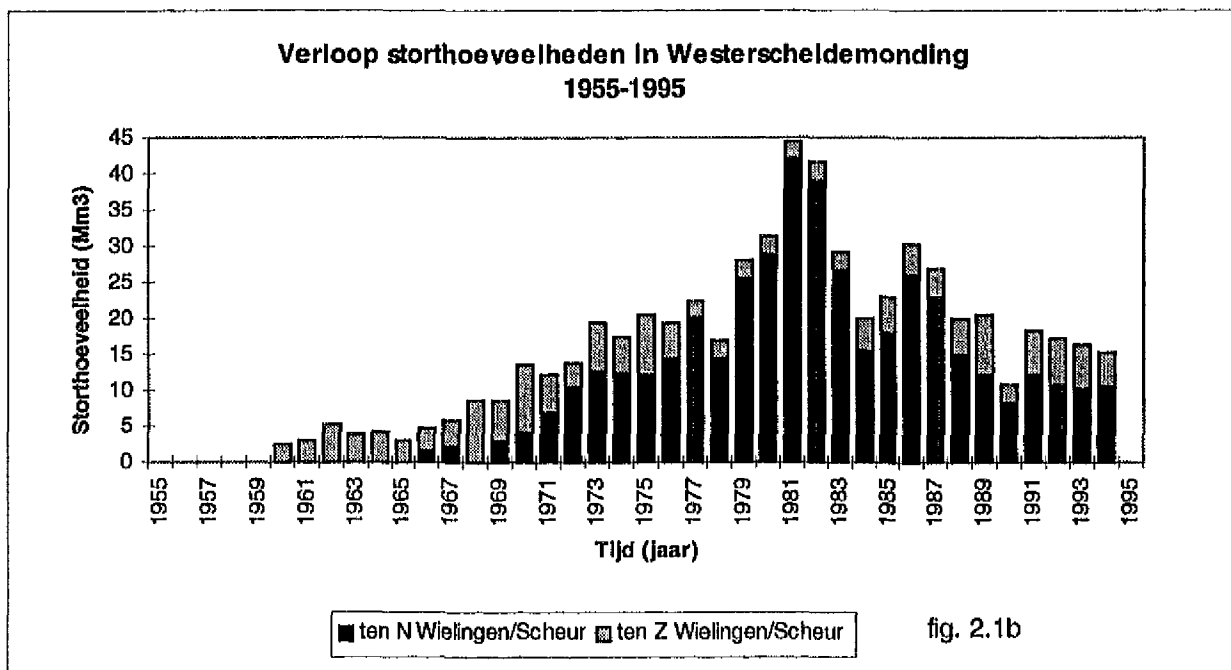
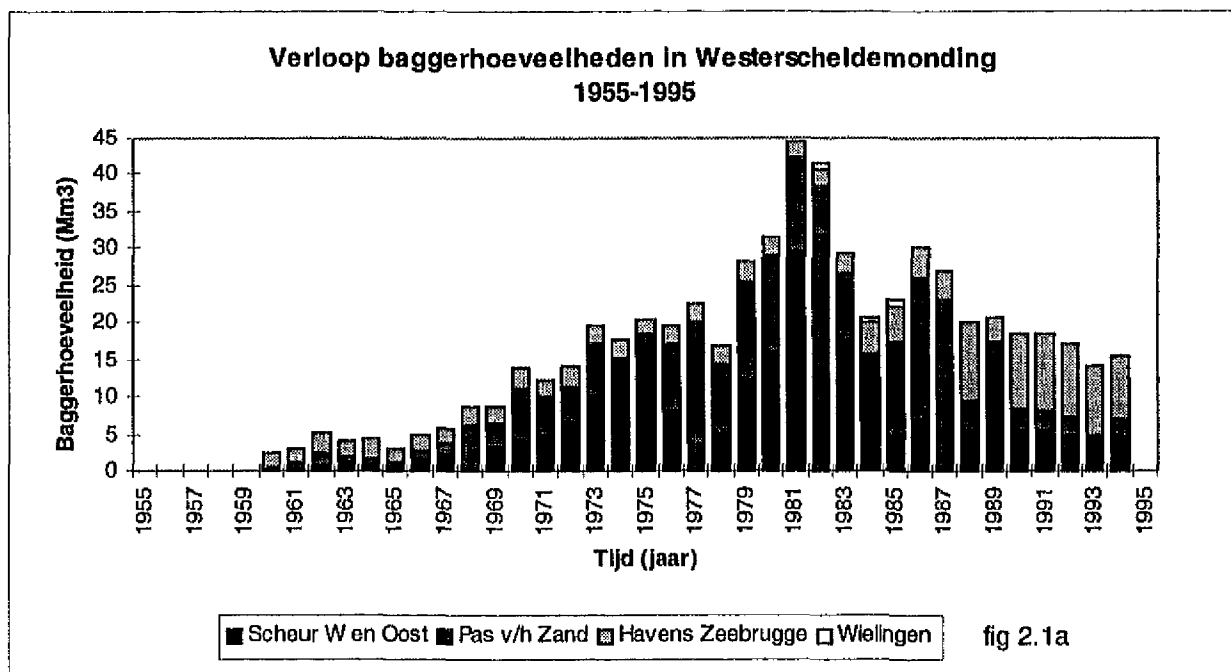
Sinds 1882 wordt de bathymetrie van de oevers van Walcheren en Zeeuwsch-Vlaanderen stelselmatig gemeten. Een aantal raaien wordt elk jaar gemeten, andere eens in de twee jaar. Het aantal raaien is regelmatig veranderd (b.v. door sluiting van het Veerse Gat). Tijdens de oorlog zijn een aantal raaien niet gemeten. Na de oorlog is de frequentie veelal verminderd. In 1968 is begonnen met de JARKUS (=JAarlijkse KUSTlodingen). In bijlage B staat een overzicht van de beschikbare oevergegevens.

2.2.3 Inventarisatie bagger- en stortgegevens

Sinds 1960 wordt er in de monding van de Westerschelde op een viertal plaatsen gebaggerd (zie fig. 1.1): Scheur West en Scheur Oost, de Pas van 't Zand, De Wielingen en de haven van Zeebrugge. Aanvankelijk waren de baggerwerken vrij gering en gemiddeld 5 Mm³ per jaar (figuur 2.1). In de jaren '70 liep het op tot circa 20 Mm³ per jaar. Eind jaren '70, wanneer de haven van Zeebrugge wordt uitgebreid, bereiken de baggerwerken een piek van 40 Mm³ per jaar. In de jaren '80 nemen de baggeractiviteiten weer af tot circa 20 Mm³. Het merendeel van het gebaggerde materiaal is gestort ten noorden van de Wielingen/Scheur bij stortboei S1 en S2 en de rest ten zuiden van de Wielingen/Scheur bij de stortboeien S3 tot en met S6 (figuur 1.1 en 2.1). De bagger- en stortvolumina zijn gecorrigeerd voor het dichtheidsverschil van het materiaal in beun in situ (zie paragraaf 2.4).

Tabel 2.1 Bagger- en stortcijfers

Baggercijfers (1969-1993)		Stortcijfers (1969-1993)	
Scheur Oost/West	42.5 %	ten N van Wielingen	78.3 %
Pas van 't Zand	37 %	ten Z van Wielingen	21.7 %
Wielingen	0.4 %		
Haven Zeebrugge	19.4 %		
Totaal	549 Mm ³	Totaal	543 Mm ³



2.3 Beoordeling van de bruikbaarheid van diverse kaarttypen

De kaarten die gebruikt zullen worden voor het maken van de inhoudsberekeningen moeten aan drie eisen voldoen.

De eerste en tevens belangrijkste eis is dat het originele gegevens betreft en dat het niet gaat om kaarten waar een bewerkingslag over heen is gegaan. Bij bewerking gaat een deel van de informatie verloren, doordat alleen de ondiepten aan zijn gegeven. Een voorbeeld zijn de zeekaarten. Omdat het vaak niet meer mogelijk is om na te gaan hoe de bewerkingslag gedaan is, kunnen dergelijke kaarten

dus niet gebruikt worden voor de zandbalans. Deze reeds bewerkte kaarten zijn vaak wel bruikbaar voor het verkrijgen van een globaal beeld van de veranderingen.

De tweede eis is voldoende meetdichtheid. Het is van belang dat er voldoende dieptegegevens op de kaart staan per oppervlakte-eenheid. Bij verwerking wordt van de gegevens veelal een digitaal terreinmodel gemaakt en wordt er met vaste afstand geïnterpoleerd. Met interpoleren worden er wel waardes gegeven aan de gebieden tussen de raaien, maar als de afstand tussen de raaien groot is wordt de interpolatie onnauwkeuriger en neemt de betrouwbaarheid van de zandbalans af.

De derde eis is volledigheid. De gegevens moeten gebiedsdekkend (de gehele Westerscheldemonding) zijn. Het is ook mogelijk gegevens uit verschillende jaren te combineren. Het tijdspan tussen de eerste en de laatste loding mag niet al te groot zijn, omdat anders de morfologie in de tussentijd te veel veranderd is.

Niet alle kaarten voldoen aan deze eisen, om dit te onderzoeken worden de kaarten met dieptegegevens als volgt onderverdeeld:

- Vaklodingen en minuutkaarten
- Hydrografische kaarten (voor 1900)
- Zeekaarten en afgeleide kaarten

De vaklodingen en de minuutbladen voldoen in ieder geval aan de eerste twee eisen. De meeste vaklodingen (RWS lodingen vanaf 1960) vormen samen om de twee jaar een gebiedsdekkend geheel. Voor de minuutbladen (metingen van de Marine) is het moeilijker om ze gebiedsdekkend te krijgen binnen een tijdsbestek van 2 à 3 jaar, omdat ze meer gericht zijn op de vaargeulen. Dit betekent dat het waarschijnlijk niet goed mogelijk is over de periode 1880 t/m 1960 gebiedsdekkende gegevens te krijgen. Hydrografische kaarten voldoen aan alle drie eisen, zij het dat de afstand tussen de verschillende dieptepunten nog al varieert (van 250 meter tot 2500 meter). De afstand tussen de raaien varieert doordat in die tijd op een zicht van een aantal kerktorens werd gevaren, waardoor de raaien kriskras door elkaar heen lopen. Ook is de dichtheid van de meetpunten op de ondiepe delen vaak gering. Zeekaarten en afgeleide kaarten voldoen meestal niet aan de eerste eis, waardoor ze dus niet goed bruikbaar zijn voor het maken van een zandbalans. Het doel van de zeekaarten is om de ondiepten (in de vaargeulen) weer te geven en niet om de morfologie zo goed mogelijk weer te geven. Deze kaarten geven een vertekend beeld van de morfologie.

Voor deze studie is de periode ingekort tot 1969-1993, er zal dus alleen gebruik gemaakt worden van vaklodingsgegevens van de Meetdienst Zeeland, die relatief compleet en betrouwbaar zijn. Deels ook omdat de vaklodingsgegevens aan de derde eis voldoen en dus aan alle eisen voldoen.

2.4 Nauwkeurigheid van de gegevens en de invloed op de zandbalans

In de vorige paragraaf is ingegaan op de bruikbaarheid van diverse kaarten. Hoe betrouwbaar de gegevens op de kaarten zijn is natuurlijk ook afhankelijk van de nauwkeurigheid van de metingen en bewerkingen die aan de kaart ten grondslag liggen. De nauwkeurigheid van de dieptecijfers is afhankelijk van een groot aantal factoren. In het rapport van Storm et al. (1994) wordt uitgebreid ingegaan op de nauwkeurigheid van de dieptecijfers en hoe deze fouten doorwerken op de zandbalans.

De inzichten uit het rapport van Storm et al. (1994) hebben betrekking op de Westerschelde waar andere meetcondities heersen dan in de monding van de Westerschelde. In de Westerscheldemonding was het moeilijk de exacte plaats van het schip te bepalen, doordat het schip zich ongunstig ten opzichte van referenties langs de kust bevond. Bij de Westerschelde zijn er veel meer referenties langs

de oevers, waardoor beter op het zicht gevaren kon worden. Ook de elektronische plaatsbepaling is in de Westerschelde moeilijker door ongunstige plaatsing van de bakens, die voor de plaatsbepaling worden gebruikt. Hierdoor zijn fouten in de plaatsbepaling niet zo groot als in de Westerscheldemonding. Hetzelfde geldt voor het bepalen van de waterstanden. De foutendiscussie van Storm et al. (1994) is gebaseerd op de meetmethoden die rond 1992 werden gebruikt. Er kan vanuit worden gegaan dat voor die tijd de meetnauwkeurigheid een stuk minder was (2.4.1). Voor het NOURTEC project (Westlake et al., 1996) is ook onderzoek gedaan naar de betrouwbaarheid van de lodingen rond Terschelling. Dit onderzoek is minder bruikbaar voor de Westerscheldemonding. In het NOURTEC project wordt in de eerste plaats een ander onderscheid gemaakt in de systematische fouten, wat vrij grondig en goed gebeurd is. Het NOURTEC onderzoek (Westlake et al., 1996) is verder gericht op lodingen bij Terschelling met nieuwere apparatuur dan die voor dit onderzoek is gebruikt. Alhoewel dit onderzoek een goed beeld geeft van de mogelijke fouten, zal voor de nauwkeurigheid van dit onderzoek uitgegaan worden van het rapport van Storm et al. (1994) en het mondeling commentaar van J. van Dijke van de Meetdienst Zeeland. Naast fouten in de lodingsgegevens werken fouten in de baggercijfers ook door in de zandbalans. Hieronder worden de foutenbronnen omschreven die invloed hebben op de zandbalans. Omdat in dit onderzoek de bodemhoogteverschilkaarten en de kuberingen van het zandvolume geanalyseerd zullen worden, is het van belang te weten hoe de fouten doorwerken in deze twee eindprodukten.

2.4.1 Meetmethode in de loop der tijd

De wijze waarop de gegevens tussen 1800 en 1996 zijn ingewonnen is overigens sterk veranderd, vooral de laatste 30 jaar. Tot in de jaren '60 van deze eeuw werd voor die dieptebeplating handlood en peilstok en voor de plaatsbepaling het sextant gebruikt. De inwinning van gegevens werd gedaan aan boord van een zeilschip en later aan boord van een motorschip. Hierbij werd er genavigeerd op kerktorens en andere herkenbare bakens op de vaste wal. Sinds de jaren '60 van deze eeuw is de lodings techniek sterk veranderd, d.w.z. verbeterd: de diepte wordt nu bepaald met een echolood en voor de plaatsbepaling wordt sinds kort DGPS (Digital Global Positioning System) gebruikt. Tijdens het loden wordt de afstand van het echolood tot de bodem gemeten, later wordt deze waterdiepte omgerekend naar een referentievlak. Deze verwerkingslag wordt het reduceren van de metingen genoemd, hiervoor maakt men gebruik van een reductiekaart. In de vorige eeuw werden de waterdiepte naar laag laagwater spring (LLWS) of gemiddeld laagwater omgerekend. De Nederlandse lodingsgegevens worden tegenwoordig omgerekend naar NAP. Voor 1987 gebeurde het reduceren van de waterstanden met de hand op basis van gemeten waterstanden langs de kust. Na 1987 is men gebruik gaan maken van een model dat de momentane waterstand in het lodingsvak bepaald. Dit model is gebaseerd op basis van een reeks waterstandgegevens van diverse plaatsen in de Westerscheldemonding.

Tabel 2.2 Overzicht van de gebruikte lodingsmethode vanaf 1969

	Dieptebeplating	Plaatsbeplating systeem	Nauwkeurigheid
t/m ± 1955*	loodlijn/peilstok	sextant	afh. Persoon
1969 t/m 1982	echolood	Decca	25 m
1983 t/m 1986	echolood	Toran/Decca	± 25 m
1987 t/m 1993	echolood	Trident	$\sigma = 3 \text{ m}^{**}$ en $\sigma = 4 \text{ m}^{***}$
1994 t/m heden	echolood	DGPS	2 à 5 m

* deze datum is niet zeker, de andere gegevens zijn van de lodingskaarten gehaald

** voor gebied direct langs de kust

*** voor het centrale banken gebied.

Ook de Belgen maken gebruik van deze reductiemethode. Alleen worden daar de waterstanden niet naar NAP maar naar het Belgische TAW herleid. De Belgen hebben een andere definitie van laag laagwater spring, hierdoor ontstaat er bij het combineren van Belgische en Nederlandse gegevens op de grens een verschil in de diepten.

2.4.2 Fouten in de dieptegegevens

Onderstaande bevindingen zijn afkomstig uit Storm et al. (1994). De fouten in de "dieptegegevens" kunnen onderverdeeld worden in stochastische, 'vaste' systematische en variabele systematische fouten (zie Storm et al. 1994).

Stochastische fouten zijn fouten die ontstaan door fouten in de plaatsbepaling, de dieptebepaling, de omrekening van de waterstand naar NAP, bewegingen van het schip en afrondingsfouten. Stochastische fouten worden verondersteld normaal verdeeld te zijn en zijn positief of negatief (locatie van mediaan niet bekend). Sommige fouten, zoals fouten in de plaatsbepaling, kunnen zowel stochastische als systematische zijn. 'Vaste' systematische fouten ontstaan door: inzinking van het schip ('squat'), het te ondiep peilen van de geulhellingen door de breedte van echoloodbundel en het te diep peilen van de bodem door penetratie van het echoloodsignaal in het sediment. 'Vaste' systematische fouten hebben een bepaalde richting, positief dan wel negatief. Variabele systematische fouten ontstaan vaak door menselijk handelen veroorzaakt: bijvoorbeeld een verkeerde bediening of calibratie van de dieptesensor. Variabele systematische fouten kunnen een groot oppervlak beslaan en groot zijn. Variabele systematische fouten zijn fouten die wat richting en grootte betreft volstrekt willekeurig zijn. De fouten zijn in de loop van de tijd geringer geworden door verbetering van de meettechniek. De fout door verkeerde reductievlakken kan oplopen tot 0.5 m (mondelinge mededeling Heinen). Deze fout geldt vooral voor de in gebruik name van de reductiekaart in 1987.

Tabel 2.3 Gemiddelde stochastische en 'vaste' systematische fout in de dieptegegevens voor verschillende morfologische eenheden (1 sigma) (bron: Storm et al., 1994)

	stochastische fout (m)	'vaste' systematische fout (m)
geulbodems/vlakke gebieden	± 0.19	-0.10
geul-/plaathellingen	± 0.39	-0.25

Het grootste deel van het onderzoeksgebied bestaat uit geulbodems/vlakke gebieden, dus ligt de stochastische fout rond de 0.19 m en de 'vaste' systematische fout rond de -0.10 m.

2.4.3 Fouten door interpolatie

De interpolatie van de dieptegegevens leidt tot een vervlakking van de morfologie. De grootte van de dit effect hangt af van de gebruikte pixelgrootte. Onbekend is echter hoe groot deze fout is. Volgens de Meetkundige Dienst en TPD-TNO is gebleken dat DIGIBEELD een objectieve en betrouwbare interpolatiemethode is (Dijk en Kamminga, 1993 en Munster en Van Antwerpen, 1993 in: Storm et al., 1994).

In Storm et al. (1994) wordt aangenomen dat de fout door interpolatie grotendeels stochastisch is en niet groter dan gemiddeld 0.1 m. Deze fout valt bij vershilkuberingen voor een groot deel weg omdat er steeds sprake is van hetzelfde gebied, dezelfde raaien en min of meer dezelfde geometrie waarover gemiddeld wordt (Storm et al., 1994). De raaien zijn in de Westerscheldemonding in de periode 1969 t/m 1993 veranderd, daarom kan deze fout niet geheel worden verwaarloosd.

2.4.4 Fouten in de bodemhoogteverschilkaarten

De nauwkeurigheid van de bodemhoogteverschillen wordt grotendeels bepaald door de bij het loden en interpoleren ontstane fouten. Een kleine, maar kwantitatief onbekende, fout ontstaat doordat de pixels van twee DTM's elkaar niet precies overlappen. De 'vaste' systematische fouten van de twee bodemkaarten vallen bij het maken van een bodemhoogteverschilkaart goeddeels tegen elkaar weg. Wat resteert is de stochastische fout waardoor lokaal bodemhoogteverschillen op geulbodems/vlakke delen van > 0.2 m en op geul- en plaatstellingen van > 0.4 m significant zijn.

2.4.5 Fouten in de kuberingen

De nauwkeurigheid van de kuberingen wordt bepaald door de bij het loden en interpoleren ontstane fouten. Variabele systematische fouten, de menselijke fouten tijdens de lodingen of de verwerking, kunnen elkaar voor een deel opheffen of versterken (Storm et al., 1994) en leiden tot grote fouten in de zandbalans.

Bij verschillkuberingen valt naast de 'vaste' systematische fout ook de stochastische fout weg (Storm et al., 1994). De systematische fout valt weg omdat het verschil tussen twee vrijwel gelijke fouten die beide negatief (dan wel positief) zijn ongeveer 0 is. De stochastische fout valt weg door middeling over het oppervlak van het gebied.

2.4.5 Fouten in de baggercijfers

De baggercijfers zijn afkomstig van de Afdeling Maritieme Schelde (voorheen Antwerpse Zeehaven Diensten) van het Belgisch Ministerie van Openbare Werken. Bij de bepaling van de baggervolumina worden per baggerschip stochastische en systematische fouten gemaakt (Van Dam, 1993 in: Storm et al., 1994). Navolgende tekst is gebaseerd op Storm et al. (1994). *"De stochastische fouten in de baggervolumina worden veroorzaakt door fouten in de bepaling van de beunvolumina. De stochastische fout wordt uitgemiddeld doordat de zandvolumina over een groot aantal schepen wordt gesommeerd. De stochastische fout is ± 1.5 %. In de beun van het baggerschip heeft het sediment een lossere pakking dan op de bodem van de geul. Het verschil in volume wordt de uitlevering genoemd. Jarenlang is in de Westerschelde een uitleveringspercentage gebruikt van 20 %. Zeer waarschijnlijk is dit percentage te hoog omdat het dichtheidsverschil wordt overschat. Een uitlevering van 10 % is waarschijnlijker."* De baggervolumina in dit rapport zijn gecorrigeerd voor een uitlevering van 10%.

De plaats waar gebaggerd en gestort wordt is niet altijd goed te bepalen, onder andere doordat de locatie van het baggeren en storten is in de loop der tijd veranderd. De plaats van het storten wordt meestal aangegeven met een coördinaten. In de buurt van deze coördinaten wordt gestort (figuur 1.1). Het is dus moeilijk de exacte grenzen van de bagger- en stortlocaties aan te geven.

Samenvattend

In dit onderzoek worden de bodemhoogteverschilkaarten en de veranderingen in het zandvolume geanalyseerd, het is dus belangrijk hoe de fouten van de lodingen in deze twee eindprodukten door werken.

Voor de individuele waarnemingen in de bodemhoogteverschilkaarten wordt de fout bepaald door de stochastische fout in de lodingsgegevens; de 'vaste' systematische fout van de twee kaarten valt deels tegen elkaar weg. Variabele systematische fouten in de individuele waarnemingen kunnen elkaar deels opheffen dan wel versterken waardoor onbekende fouten in de bodemhoogteverschilkaarten aanwezig kunnen zijn. De stochastische fout is op geulbodems en vlakke gebieden ongeveer 0.2 m en op plaat- en geulovergangen ongeveer 0.4 m. De grote van de fout is in de loop der tijd veranderd, door veranderingen in meetmethode en meetinstrumenten. Het is niet bekend hoe groot de systematische fouten zijn.

Grootschalige zandbalans van de Westerscheldemonding

Bij verschil kuberingen is door de middeling over een groot gebied de stochastische fout te verwaarlozen en vallen de 'vaste' systematische fouten goeddeels tegen elkaar weg. Voorwaarde is wel dat de verschillen in de geometrie van het gebied min of meer gelijk is. De variabele systematische fouten blijven aanwezig, ze kunnen elkaar deels opheffen dan wel versterken. Voor de 'variabele systematische fouten' kan niet gecorrigeerd worden, omdat de grootte en de richting niet bekend is. Deze fout zit dus in de zandbalans.

Voor de lodingen van de Westerscheldemonding zijn de grootste fouten gemaakt in/door:

- de plaatsbepaling (vooral met DECCA en TRIDENT)
- de reductie (met name voor 1987)
- te diep peilen van de gebieden ondieper dan -6 m.
- de geulhellingen

3 METHODIEK

3.1 Inleiding

Een zandbalans van een gebied is in feite de zandboekhouding in dat gebied. In een sluitende zandbalans is de som van de in- en uitgaande zandstromen gelijk is aan de veranderingen in het zandvolume. Om de verandering van het zandvolume te bepalen moeten de lodingsgegevens, die per lodingsvak beschikbaar zijn, van de verschillende jaren zodanig gerangschikt worden dat ze per 2 of 3 jaar gebiedsdekkend zijn. De samenstelling van deze gebiedsdekkende grids worden in paragraaf 3.2 behandeld. In deze paragraaf zal ook ingegaan worden op de interpolatiemethode van de dieptegegevens en de selectie van de verschillende lodingsbladen. Deze selectie is gebaseerd op het verloop in de tijd van het natte volume van de verschillende vakken.

Het natte volume is het water volume tussen het referentieniveau en de bodem en binnen het vak waarover de zandbalans wordt berekend. Een toename van het natte volume betekent een afname in het zandvolume in het gebied en dus export van sediment naar de omgeving of naar een andere diepte zone.

Om een verdere indicatie te krijgen van de betrouwbaarheid van de gegevens worden bodemhoogteverschilkaarten gemaakt van de gebiedsdekkende lodingsgegevens (paragraaf 3.3). Vervolgens wordt op basis van de morfologie van de Westerscheldemonding een vak gedefinieerd waarbinnen de inhoudsberekeningen voor de zandbalans zijn uitgevoerd (paragraaf 3.4). De grenzen zijn zodanig gekozen het transport over de grenzen te bepalen is en dat de bagger- en stortlocaties in zijn geheel binnen of buiten het vak liggen.

3.2 Samenstelling gebiedsdekkende bathymetische gegevens

De lodingsgegevens van de Westerscheldemonding die in de grootschalige zandbalans zijn gebruikt, zijn alle afkomstig van de Meetdienst Zeeland. De lodingsgegevens waren alle in digitaal ARC/INFO-formaat beschikbaar. De interpolatie van de oorspronkelijke vaklodingsgegevens (met een raai-afstand van 200m) is verricht bij Directie Zeeland. De interpolatie instellingen staan in tabel 3.1 gegeven.

Tabel 3.1 Overzicht van de interpolatie-instellingen van het 'geulwerkstation' DIGIBEELD

pixelgrootte (m)	zoekdiepte	max. ellipsratio	gradiëntdiepte	aantal hoeken	aantal iteraties	oversize (in pixels)
20 x 20	15	7	15	32	8	64

De dieptegegevens zijn met het verwerkingsprogramma DIGIBEELD geïnterpoleerd naar een digitaal terrein model (DTM). De volgende parameters moeten in DIGIBEELD worden ingesteld:

- zoekdiepte : afstand waarover maximaal geïnterpoleerd wordt (in pixels);
- gradiëntdiepte: gebied waarbinnen de lokale gradiënten worden berekend om tot een optimale zoekellips te komen;
- ellipsratio : maximale vervorming van de zoekellips (afhankelijk van de gradiënten);

- iteraties : het aantal keren dat wordt geïnterpoleerd en de gradiënten opnieuw worden berekend;
- hoeken : het aantal richtingen dat wordt onderscheiden;
- 'oversize' : het aantal cellen dat voorbij de rand van het interpolatievak wordt gekeken om randeffecten te reduceren.

De lodingsgegevens zijn per lodingsvak voor verschillende jaren beschikbaar. In bijlage C staat hiervan een overzicht. De verschillende vakken zijn met verschillende frequenties gemeten (Bijlage C). Om de gegevens voor de gehele Westerscheldemonding gebiedsdekkend te maken, moeten de lodingsgegevens uit verschillende jaren met elkaar gecombineerd worden. Bij het samenstellen van het gebiedsdekkende grid is met twee criteria gewerkt:

1. de gegevens moeten in tijd niet te ver uit elkaar liggen en
2. de geselecteerde gegevens van een vak moeten betrouwbaar zijn.

Aan de hand van de begin- en einddatum van de opname van de lodingen kan onderzocht worden of de gegevens aan het eerste criterium voldoen (Bijlage C). Uit de figuren blijkt dat sommige vakken in een kort tijdsbestek van enkele weken en over een tijdspan van meerdere maanden zijn gelood. Het tweede criterium van de betrouwbaarheid is onderzocht door de ontwikkeling in de tijd van het natte volume onder NAP te beschouwen. Het natte volume onder NAP is berekend met de ARC/INFO applicatie VAKGIS (gemaakt door: L.A. Uit den Bogaard). Indien in een bepaald jaar van een lodingsvak het natte volume sterk afwijkt van de trend is deze buiten beschouwing gelaten. In de bijlage D wordt de ontwikkeling van de natte volumina van de lodingsvakken gepresenteerd. De berekeningen zijn dus uitgevoerd om de kwaliteit van de lodingsgegevens van de verschillende vakken te bepalen. Hieronder volgt een korte beschouwing aan de hand van de figuren in bijlage D.

Tabel 3.2 Samenstelling van de gebiedsdekkende dieptegegevens per vak

Jaar Vak	1969/ 1970	1972/ 1973	1975/ 1976	1978/ 1979	1981/ 1982	1984/ 1985	1989/ 1990	1992/ 1993
11	1970	1972	1976	1978	1982	1985	1989	1992
12	1970	1972	1976	1978	1982	1986	1990	1993
13	1969	1972	1975	1978	1981	1985	1989	1993
14	1969	1973	1976	1979	1981	1985	1989	1993
15	1969	1973	1975	1979	1981	1985	1989	1993
16	1969	1973	1975	1979	1981	1985	1989	1993
17	1970	1972	1976	1978	1982	1984	1989	1992
18	1970	1972	1976	1978	1982	1984	1990	1992
19	1970	1972	1976	1978	1982	1985	1989	1992
44	-	-	1976	1979	1981	1985	1989	1993
49	1968	1972	1976	1980	1983	1988	1988	1995

Het verloop in de tijd van het natte volume in de verschillende vakken kenmerkt zich door een trend met daar bovenop fluctuaties van enkele procenten (bijlage D). De trend weerspiegelt de morfologische ontwikkeling. De fluctuaties hangen vaak samen met veranderingen in het oppervlak van de gegevens

binnen dat vak. De uitbijters zijn het gevolg van veranderingen in het oppervlak of fouten in de lodingen (te diep/ondiep gemeten).

Zoals in paragraaf 2.3 reeds is genoemd, zijn voor het opstellen van een zandbalans gegevens nodig die het gehele balansvak beslaan. Omdat de lodingsvakken van de Westerscheldemonding slechts om de twee jaar zijn gemeten, zijn gegevens uit verschillende jaren gecombineerd. Welke gegevens van de diverse vakken voor een bepaalde combinatie van jaren is gebruikt, is weergegeven in tabel 3.2. De uitbuiters in de kuberingen van de verschillende vakken zijn niet meegenomen in de zandbalans van het gehele gebied. Soms echter is van deze regel afgeweken omdat anders dezelfde lodingsgegevens dubbel zouden worden gebruikt.

In bijlage E worden de bodems van de gebiedsdekkende gegevens gepresenteerd.

3.3 Bodemhoogteverschilkaarten

Door het maken van bodemhoogteverschilkaarten kan een betere indruk verkregen worden van de betrouwbaarheid van de gegevens. Ook kunnen met bodemhoogteverschilkaarten morfologische veranderingen geanalyseerd worden. De morfologische veranderingen van de Westerscheldemonding worden later in paragraaf 4.3 nader geanalyseerd.

De bodemhoogteverschilkaarten staan in bijlage F. De klassenindeling van de bodemhoogteverschilkaarten bevat de klasse ± 0.2 m. Deze klasse bevat de niet significante verschillen (zie paragraaf 2.4, tabel 2.3). De veranderingen zijn in 2 à 4 jaar tijd over het algemeen 0.2 m tot 0.5 m groot. Wat sterk in het oog springt is de 'streperigheid' van de gegevens: om en om zijn parallelle zones met erosie of sedimentatie waarneembaar. De ligging van de 'strepen' komt overeen met de ligging van de meetraaien, zoals een blik op de vaklodingsbladen leert. De oorzaak van de 'streperigheid' ligt in fouten van de lodingsgegevens die per raai verschillen: de verschillen in bodemhoogte tussen twee jaren worden versterkt dan wel verzwakt. De onnauwkeurigheid van de gemeten en verwerkte resultaten is vaak groter dan de opgetreden morfologische veranderingen. Overigens worden als de afwisselingen van erosie en sedimentatie over een voldoende groot oppervlak gemiddeld worden, de fout deels uitgemiddeld en de fout in de zandbalans is dan relatief gering.

3.4 Definitie vak voor grootschalige zandbalans

De monding van de Westerschelde waarvoor de grootschalige zandbalans opgesteld moet worden is begrensd door open en gesloten randen. Deze randen zijn gekozen aan de hand van de morfologische grenzen van de delta in de Westerscheldemonding. De vaste randen van de delta bestaan uit de oevers van Walcheren, Zeeuwsch-Vlaanderen en Vlaanderen. De open waterranden zijn als volgt gedefinieerd: in het westen aan de zeezijde de NAP -20 m dieptelijn, in het oosten in de hals van de Westerschelde de lijn Vlissingen-Breskens, in het noorden op de scheiding tussen monding van de Wester- en Oosterschelde genaamd de Domburger Rassen en in het zuiden de overgang van delta naar de kust ter hoogte van de lijn loodrecht op de kust bij Oostende.

Omdat dit gehele gebied niet wordt gedekt door de beschikbare lodingsgegevens is hier en daar de grens aangepast. Vooral de zuidelijke grens is hierdoor sterk beïnvloed: deze grens is dan ook een stuk noordelijker, namelijk net iets ten zuiden van Zeebrugge, komen te liggen. Omdat oevergegevens ontbreken ligt bij de kust de vakgrens een stuk zeewaarts. Ook kan hier en daar de NAP -20 m dieptelijn niet vastgelegd worden doordat gegevens ontbreken. Een ander probleem is dat er meerdere

Grootschalige zandbalans van de Westerscheldemonding

NAP -20 m dieptelijnen zijn doordat op deze waterdiepte de Vlaamsche Banken liggen die ook nog kunnen verplaatsen. De bodemveranderingen in het gebied waarvoor de zandbalans is opgesteld worden in de bodemhoogteverschilkaarten gepresenteerd (bijlage F).

4 RESULTATEN

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de morfologische ontwikkelingen van de Westerscheldemonding beschreven aan de hand van bodemhoogteverschillen en de uitkomsten van de zandbalans (kuberings). Voordat de resultaten besproken zullen worden, is het van belang te weten welke waarde deze gegevens hebben. In paragraaf 2.4 is reeds ingegaan op de nauwkeurigheid van de gegevens. In dit hoofdstuk zal aan de hand van de resultaten bekeken worden hoe de fouten doorwerken in de gegevens. Hiervoor zal paragraaf 4.2 aandacht worden besteed aan de "niet-morfologische verschijnselen", d.w.z. fouten in bodemhoogteverschillen.

De morfologische veranderingen van de Westerscheldemonding zijn af te leiden van de bodemhoogteverschilkaarten, die een ruimtelijk beeld geven van de verdieping/verondieping van een gebied (paragraaf 4.3). Het is echter niet mogelijk om aan de hand van deze bodemhoogteverschilkaarten vast te stellen of de verdieping/verondieping wordt veroorzaakt door migratie van een geul of erosie/sedimentatie in de geul of op de plaat. Daarom zijn voor bepaalde delen van het gebied dwarsprofielen getekend. De bodemhoogteverschilkaarten zijn overigens niet gecorrigeerd voor baggeren en storten

Aan de hand van een zandbalans van de gehele Westerscheldemonding kan gezien worden of de Westerscheldemonding een im- of exporterend gebied is (paragraaf 4.4).

4.2 Kwaliteit van de bodemhoogteverschilkaarten en de lodingsgegevens

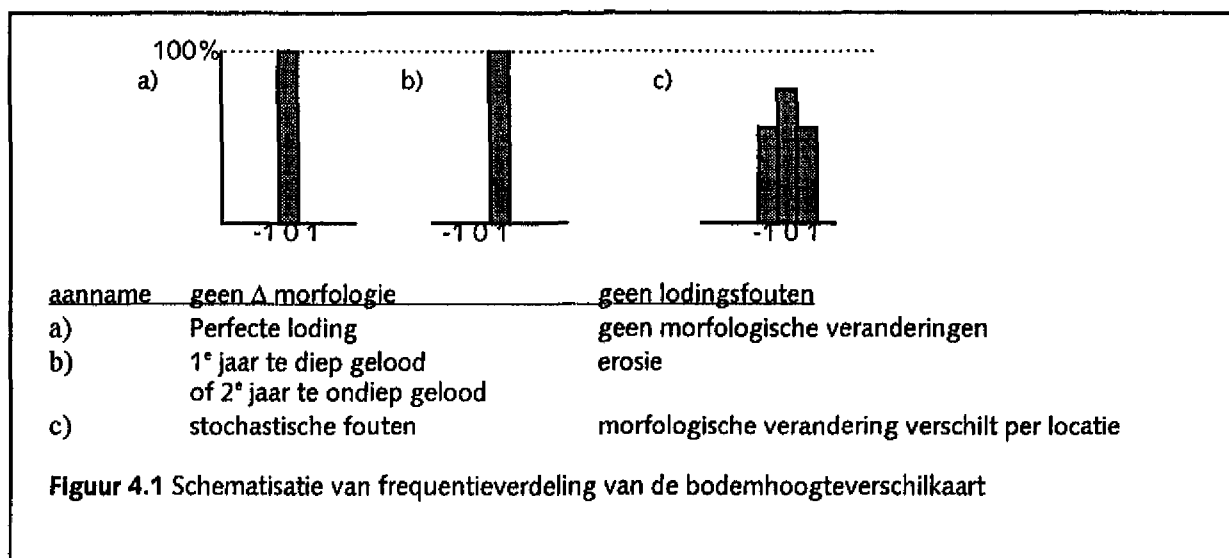
De bedoeling van deze paragraaf is aan te geven welke lodingsfouten in de bodemhoogteverschilkaarten naar voren komen. In eerste instantie zal dit gebeuren aan de hand van verschijnselen op de kaarten, daarna zal geprobeerd worden een schatting te geven van de grootte van de lodingsfout op basis van frequentieverdelingen van de bodemhoogteverschillen.

Als eerste valt op dat op de bodemhoogteverschilkaarten een duidelijk strepenpatroon te zien is, wat kan aangeven dat de lodingen afwisselend te diep of te ondiep zijn gepeild. De oorzaken voor de lodingsfouten zijn reeds genoemd in paragraaf 2.4. Het strepenpatroon komt waarschijnlijk overeen met de gevaren lodingsraaien. De verschillen in de bodemhoogte van het raai patroon liggen tussen 1969 en 1972 tussen de -50 en 100 centimeter, terwijl tussen 1989 en 1993 de verschillen tussen -50 en +50 centimeter liggen (bijlage F4 en F10). Zelfs in de laatste bodemhoogteverschilkaarten is het streperige patroon van de lodingen nog goed te zien.

Het tweede dat opvalt is dat er veranderingen in dit strepenpatroon te zien op de bodemhoogteverschilkaarten. Deze veranderingen zijn vooral in vak 12 goed te zien. De raaien lopen eerst evenwijdig aan de begrenzing van het vak, terwijl ze later schuin over het vak lopen (Bijlage F). Ook het raai patroon van de vakken 15 t/m 17 is in de loop der tijd veranderd. Deze verschillen vallen niet in de bodemhoogteverschilkaarten weg. Zoals al in paragraaf 2.5 is besproken valt bij middeling de stochastische fout bij het interpoleren weg als er sprake is van hetzelfde raai patroon, hetzelfde gebied en min of meer dezelfde geometrie. Er wordt over de periode 1969-1993 echter niet voldaan aan de eerste aanname en dit betekent dat een deel van de stochastische fout doorwerkt in de zandbalans.

Ten derde is bij het samenstellen van de kaarten gebruik gemaakt van gegevens uit verschillende jaren. Hierdoor zijn de overgangen in de bodemhoogteverschillen soms erg abrupt. Meestal zijn de westelijke vakken (13 t/m 16 en 44) in hetzelfde jaar opgenomen en de oostelijke vakken in het jaar ervoor of erna. De grens tussen de vakken 12 en 17 en de vakken 13 en 15 is dan ook te wijten aan verschil in het moment van loding. Daarnaast wordt dit nog eens versterkt door een verschil in raai patroon (Bijlage F5). De bodemhoogteverschilkaarten kunnen daarom niet worden gebruikt voor morfologische ontwikkelingen die zich afspelen op een tijdschaal van 2 jaar of korter. De kleinschalige morfologie kan tussen de eerste lodingsdag en de laatste al veranderd zijn, zeker als het tijdschaal van de lodingen een half jaar is.

Aan de hand van frequentieverdelingen van de bodemhoogteverschilkaarten (bijlage F11 t/m F14) is het vaak mogelijk om de fout van de lodingen, de veranderingen van de morfologie of een combinatie van die twee te bepalen. Figuur 4.1 geeft aan hoe de frequentieverdeling eruit kan zien.



De bodemhoogteverschilkaarten zijn telkens berekend door het eerste jaar van het jaar erna er van af te trekken. Daarom is een positief verschil gelijk aan het dieper loden van het eerste jaar of het ondieper loden van het tweede jaar. De verandering van de bodemhoogte is het gevolg van morfologische veranderingen en lodingsfouten. Het is uiteindelijk de bedoeling om de lodingsfouten uit de metingen te filter. Hiervoor is het belangrijk te weten hoe de frequentieverdelingen eruit zullen zien als geen morfologische veranderingen of als er geen lodingsfouten zijn geweest.

Als geen morfologische veranderingen zijn geweest, dan zal de frequentieverdeling bestaan uit een piek bij het verschil nul en bij de andere diepteverschillen geen frequentie (fig. 4.1a). Als er in het eerste jaar van de bodemhoogteverschilkaart te diep is gelood of in het tweede jaar te ondiep, zal het gemiddelde positief zijn (fig. 4.1b). Het gemiddelde geeft dus een indicatie van de systematische fouten die in die periode is gemaakt. Als de fout van de loding binnen het vak (dus de stochastische fouten) verschilt dan zal de frequentieverdeling breder zijn (fig. 4.1c).

Als er geen lodingsfouten zijn gemaakt, zijn alle veranderingen morfologische veranderingen. Met deze aanname kan het volgende over de figuren gezegd worden. Een verdeling als fig. 4.1a geeft dan aan dat er geen morfologische veranderingen zijn geweest. Als het gemiddelde positief is, dan is het gebied verondiept (fig. 4.1b). Verschillen in de morfologische ontwikkelingen binnen het gebied zijn te zien aan een brede frequentieverdeling. De verdelingen van de verschillende gebieden in de

Westerscheldemond zullen een combinatie zijn van zowel morfologische veranderingen als lodingsfouten.

In het voorgaande deel is beschreven hoe de frequentieverdelingen eruit kunnen zien. In het onderste deel zal de frequentieverdeling van een van de lodingsvakken van de Vlakte van de Raan beschreven worden. Hiervoor is vak 13 gekozen, omdat in dit vak geen geulen en geen bagger- of stortlocaties liggen. De morfologische veranderingen zullen in dit gebied dus niet zo groot zijn. Om vervolgens de grootte van de lodingsfout te kunnen bepalen, wordt aangenomen dat er geen morfologische veranderingen hebben plaats gevonden.

Het gemiddelde van de verschillende frequentieverdelingen geeft de systematische fout tussen twee jaren aan (tabel 4.1, bijlage F 11). Als er in 1992/1993 geen lodingsfouten zijn gemaakt, dan blijken alle andere jaren te ondiep zijn gelood. (vb.: afwijking van 78/79 = $15.6 - 8.9 + 14.6 + 20.9 = 42.2$ cm te ondiep gepeild)

Tabel 4.1. Gemiddelde diepteverschil van vak 13

	Gem. vak 13 (cm)
69/70 72/73	5.3
72/73 75/76	9.4
75/76 78/79	14.3
78/79 81/82	-20.9
81/82 85/86	-14.6
85/86 88/89	+8.9
88/89 92/93	-15.6

De afwijkingen in het gemiddelde zijn systematische fouten, de verwachting was dat het gemiddelde de ene keer positief is en de andere keer negatief is. Dit is niet het geval, dus zullen in de meeste jaren wel lodingsfouten gemaakt zijn. De frequentieverdeling van vak 13 (bijlage F11) geeft in de eerste paar jaren een vrij brede verdeling weer, de verdeling wordt vanaf 1982 smaller. Dit betekent dat de stochastische fout in de loop der tijd is afgenomen (als aangenomen is de morfologie niet is veranderd).

Het is niet onwaarschijnlijk dat in vak13 wel morfologische veranderingen hebben plaats gevonden. Het gehele vak zou dan volgens de metingen over deze periode steeds dieper geworden zijn, immers uitgaande van de aanname van geen fouten in de lodingen van 9293 waren alle andere jaren te ondiep gelood.

Voor een algemener beeld zijn voor de vakken 15 en 12 en een aantal raaien in vak 13 en 12 de frequentieverdelingen bepaald. In vak 15 is in deze periode veel gebaggerd, wat ook tot uitdrukking komt in de frequentieverdeling. Zo is in de frequentieverdeling van 8186 en 8993 een tweede piek en een scheve verdeling waar te nemen. Deze tweede piek en de scheve verdelingen geven aan dat er over die periode verdieping heeft plaats gevonden. Zo'n scheve verdeling is ook, zij het minder nadrukkelijk, te zien in de frequentieverdelingen van vak12. Bij vak 15 was de tweede piek altijd aan de zelfde kant van de eerste piek, dit is echter niet het geval bij vak 12. Mogelijk gaat het bij vak 12 toch om lodingsfouten, de ene keer in het gebied te diep en de andere keer te ondiep gelood is. Een ander verschijnsel, dat bij deze frequentieverdelingen goed te zien is, zijn de kleine pieken. Deze kleine pieken liggen telkens om de tien centimeter. Dit komt omdat vroeger om de decimeter de lodingen werden afgekapt, en dus in decimale werd gemeten. Tegenwoordig gebeurt het niet meer op deze wijze.

Als op raainiveau naar de frequentieverdeling wordt gekeken, dan zijn de verdelingen vaak scheef. Bij een groot gebied worden de verschillen, ten zij ze heel nadrukkelijk zijn, uitgemiddeld. Ook hier zijn de wisselingen in scheefheid te zien. Deze wisselingen zijn waarschijnlijk het gevolg van het te

diep/ondiep loden van de raai. De conclusie die hieruit te trekken is dat er dus niet op een te kleine schaal naar de lodingen gekeken kan worden.

Samenvattend:

Aan de hand van frequentieverdelingen van de bodemhoogteverschillen kan worden vastgesteld of de gemeten bodemhoogte is toe- of afgenomen. Het is echter niet te achterhalen of de veranderingen van het gemiddelde het gevolg zijn van veranderingen van de morfologie of het gevolg van lodingsfouten. Daarom is de grootte van de systematische en de stochastische fout in het loden niet te bepalen. Sommige verschijnselen, zoals baggeren, komen wel in de frequentieverdeling als tweede piek waar te nemen.

4.3 Morfologische veranderingen

4.3.1 Morfologische veranderingen in de Westerscheldemonding

Om een goed beeld te krijgen in de morfologische veranderingen in de Westerscheldemonding, zullen de veranderingen over de totale beschikbare periode (1969-1993) besproken worden. Deze periode is weer opgesplitst in twee perioden (1969-1979 en 1979-1989), waarbij in de tweede periode de menselijke ingrepen in het gebied het grootst zijn (veel baggerwerkzaamheden en uitbouw van de haven van Zeebrugge, 1984).

Middellange termijn ontwikkeling (20 en 10 jarige ontwikkeling)

Op de bodemhoogteverschilkaart van over de 20 jarige ontwikkeling (1969 en 1993) (bijlage F.1a) vallen een aantal morfologische veranderingen op. Ten eerste de duidelijke verdieping van de vaargeul en sedimentatie in de omgeving van Zeebrugge. Ten tweede de opeenvolging van erosie-sedimentatie langs de kust van Walcheren en in het gebied tussen Vlissingen en Breskens. Ten derde het streperige patroon dat op het Centrale Banken Gebied goed zichtbaar is. Wanneer meer wordt ingezoomd op deze gebieden kunnen de veranderingen per gebied in meer in detail worden beschreven.

De geulen Wielingen/Scheur en het Pas van 't Zand zijn in de periode 1969-1993 met zo'n 2 à 8 m verdiept. Deze verdieping is het gevolg van de baggerwerkzaamheden in de geul en van de getijwerking die heeft gezorgd voor een uitschuring van de geul.

Aangrenzend aan de haven van Zeebrugge is een ontgrondingskuil te zien. Deze ontgrondingskuil is ontstaan na of tijdens de uitbouw van de haven van Zeebrugge (zie bijlage F8). Door de uitbouw van de haven zijn de langstromingen in dit gebied veranderd. Deze verandering van stroming zou volgens verwachting een erosiegebied aan de oostzijde van de haven van Zeebrugge veroorzaken, dit is echter niet het geval doordat in dit gebied veel gestort wordt.

Het gebaggerde sediment, afkomstig uit de Wielingen/Scheur, wordt ten noorden en ten zuiden van de Wielingen/Scheur gestort (zie fig 1.1), waarbij het grootste deel ten noorden van de Wielingen/Scheur wordt gestort 426 Mm³ over de gehele periode ten noorden van de Wielingen/Scheur met name op S1 en 117Mm³ over gehele periode ten zuiden van de Wielingen/Scheur. Ongeveer een vierde van het totaal gestorte sediment wordt door golven en stroming weer herverdeeld (Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu,1993).

Het noordelijk deel van de kust van Walcheren (Domburger Rassen) vertoont een afwisselend patroon van erosie en sedimentatie. Het gaat hier om kleinschalige migratie van banken. Langs de kust van zuidwest Walcheren is een migratie van twee geulen te zien (bijlage F2b). De Geul van de

Rassen migreert naar het oosten, deze migratie is het sterkst in het noorden van het gebied (Bijlage H). De Geul van de Rassen erodeert de westzijde terwijl het Bankje van Zoutelande niet naar het Oostgat migreert. Dit betekent dus een versmalling van het Bankje van Zoutelande, wat uiteindelijk gevolgen zal hebben voor de aanval van golven op de zuidwest kust van Walcheren. De migratie van het Oostgat is in de loop der tijd ook veranderd, maar het is gevaarlijk om hier morfologische conclusie aan vast te knopen omdat op hellingen snel lodingsfouten worden gemaakt. Het oostelijke deel van de Wielingen laat een afwisselend sedimentatie/erosie patroon zien. Wat de oorzaken en de achterliggende processen hiervan zijn, is niet geheel duidelijk. Mogelijk geeft een 3D animatie van dit deel daar meer inzicht in.

In de vak 14,13 en 12 (Centrale Banken gebied) is nog steeds het raaien patroon duidelijk te zien, terwijl de verwacht werd dat over een periode van 20 jaar de morfologische veranderingen groot genoeg zouden zijn om het streperige raai patroon te overstemmen. Blijkbaar zijn van de morfologische veranderingen in het Centrale Banken Gebied niet significant in vergelijking met de lodingsfouten.

De 10 jarige ontwikkeling over de eerste periode (1969-1979 bijlage F 2a) laat voor bij Scheur/Wielingen en de kust van Walcheren een ander patroon zien, dan te zien is over de gehele periode, omdat in deze periode de menselijke activiteiten tot 1979 nog niet zo groot zijn als na 1979. In de Wielingen en Scheur vinden in de periode 1969-1979 al wel baggeractiviteiten plaats, maar dat heeft dan nog niet zijn piek bereikt (zie figuur 2.1). Uit de profielen 10 en 11 (bijlage H) is het verschil tussen de verdieping in de periode 1969-1979 en de periode 1979-1989 goed te zien. In de periode 1969-1979 is er maar een smalle ondiepe geul gebaggerd in vergelijking met het profiel van de geul van 1989. Omdat er in de periode 1969-1979 minder gebaggerd is, is de storthoeveelheid in deze periode ook kleiner en dus de omvang van de sedimentatie gebieden ook kleiner. In de periode 1979-1989 is de bodem op de stortlocaties op de meeste plaatsen meer 2 meter verhoogd, terwijl in de periode 1969-1979 de verandering van de bodemhoogte minder was. Over de periode 1969-1979 is de bodem voor de haven van Zeebrugge verondiept, terwijl over de periode 1979-1989 een verdieping van 2 à 8 meter heeft plaats gevonden. Dit laatste hangt samen met de uitbouw van de haven van Zeebrugge in 1984.

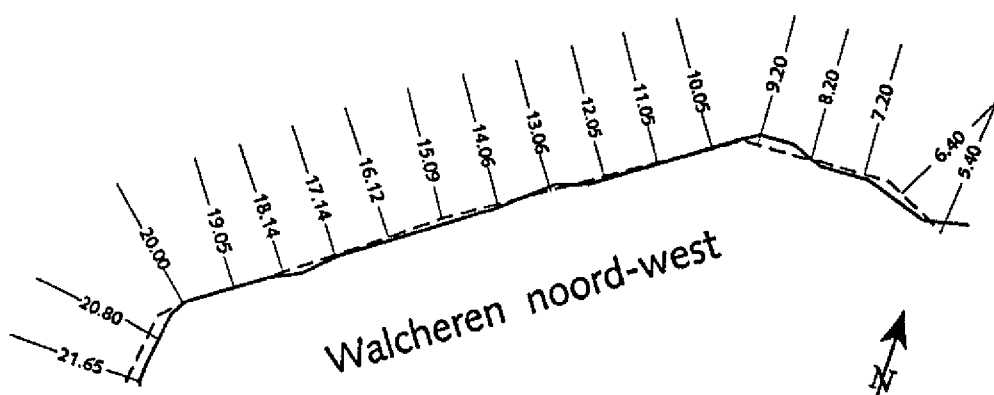
De 10-jarige ontwikkeling en de 20-jarige ontwikkeling van de Domburger Rassen is in grote lijnen hetzelfde. Op de kop van Walcheren, d.w.z. in de Aanloop Oostgat, heeft sedimentatie plaats gevonden aan de westzijde van de geul, terwijl de oostzijde van de geul geërodeerd is (Bijlage F2b en H1). Dit betekent dus dat de geul naar de kust toe migreert. De kust van Walcheren heeft zich over de periode 1969-1979 anders ontwikkeld dan over de periode 1979-1989 (Bijlage F2b en F3b). Direct langs de kust heeft in de periode 1969-1979 sedimentatie plaats gevonden terwijl in de periode erna (1979-1989) dit sedimentatie-gebied is geërodeerd. Bij het begin van de Wielingen treedt ongeveer hetzelfde patroon op als in de 20-jarige periode. Dit patroon speelt echter wel op een kleinere ruimte schaal dan in de periode 1969-1993 af.

Ook het Centrale Banken gebied laat een duidelijk raaien patroon te zien. De bodemhoogteverschilkaart voor de periode laat overwegend sedimentatie zien in tegenstelling tot de erosie over de periode 1979-1989. Dit kan verklaard worden doordat veranderingen van de reductiemethode (van de gemeten diepte naar een diepte ten opzicht van NAP) bij het Centrale Banken gebied waarschijnlijk een grote invloed hebben op de gemeten diepten. Het is achteraf niet vast te stellen hoe groot de fout door reductie is, maar aangezien die gebiedsafhankelijk is kan het best zijn dat een bepaald jaar te ondiep of te diep is gelood. Het is echter niet mogelijk om dit te achterhalen en het is dus ook niet mogelijk om vast te stellen welke meting fout is (zie paragraaf 4.2).

4.3.2 Morfologische veranderingen van de oevers

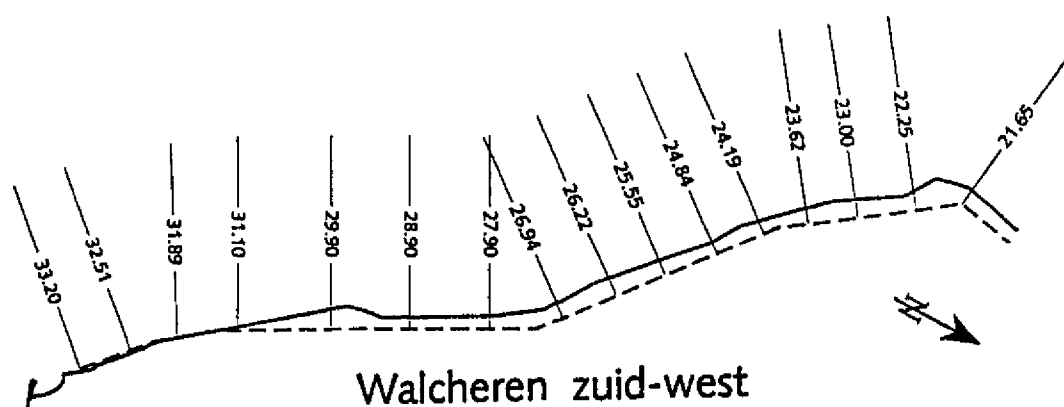
De morfologische ontwikkeling van de oevers zou in eerste instantie beschreven worden op basis van de JARKUS gegevens. Dit was om diverse redenen uiteindelijk niet meer mogelijk. Daarom is voor het beschrijven van de morfologische ontwikkeling van de oevers gebruik gemaakt van de studies van Bouwmeester et al. (1994) en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1997). De studie van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1997) geeft een overzicht van de evolutie van de kustlijn langs de Vlaamse Oostkust (Blankenberge t/m Nederlandse grens). De studie van Bouwmeester et al. (1994) beschrijft de morfologische ontwikkeling van de Nederlandse kust op basis van JARKUS gegevens. In deze studie is de 30-jarige (1963 t/m 1992) en de 10-jarige (1983 t/m 1992) trend per raai berekend. De JARKUS-raaien vallen voor een gedeelte samen met de lodingsgegevens, de ontwikkeling van de onderwateroever moet dus overeenkomen met de eerder gevonden bodemhoogteverschillen (bijlage F). Aan de hand van deze studies zal de oeverontwikkeling van Walcheren, Zeeuwsch-Vlaanderen en de Vlaanderen besproken worden.

De ontwikkeling van de noordwestkust van Walcheren kan in twee delen opgesplitst worden, het deel ten noorden van Domburg en het deel tussen Domburg en Westkapelle (fig. 4.2a). In het noordelijkste deel is de sedimentatie en de erosie van de onderwateroever groot in vergelijking met de ontwikkelingen tussen Domburg en Westkapelle. De erosie en sedimentatie van het strand en de duinen zijn minder groot, maar vertonen in grote lijn wel dezelfde ontwikkeling als de onderwateroever. Het verschil in ontwikkeling van de onderwateroever tussen het noordelijke deel en het zuidelijk deel van de noordwestkust van Walcheren is het gevolg van de afname van de invloed van de getijdegeul de Roompot (Bouwmeester et al. 1994). In het zuidelijke deel van de noordwestkust van Walcheren is er sprake van een stabiel en licht erosieve kust. De ontwikkelingen van het strand zijn in dit deel statistisch niet significant.



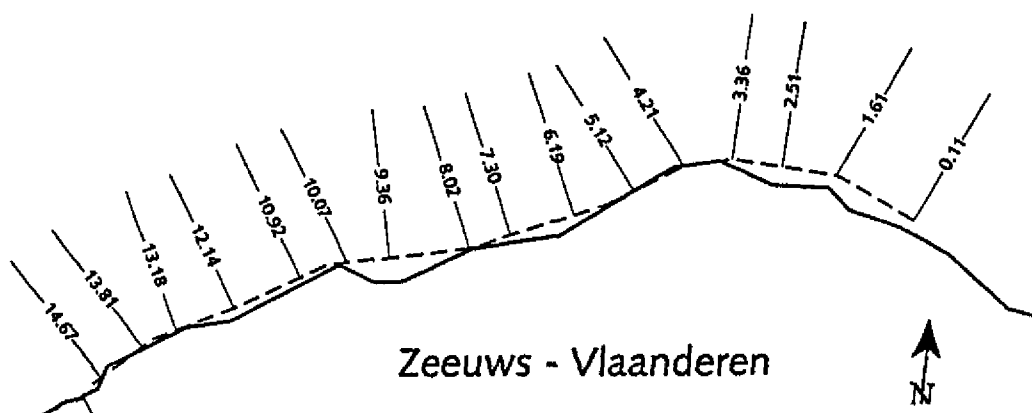
Figuur 4.2a Overzicht JARKUS-raaien (Bouwmeester et al., 1994)

De ontwikkeling van de zuidwestkust van Walcheren vertoont een ander patroon. In dit gebied is sprake van een achteruitgang van de onderwateroever en het strand, deze ontwikkeling is echter statistisch niet altijd significant (Bouwmeester et al., 1994). Deze ontwikkeling is het gevolg van het langzaam opdringen van het Oostgat. De ontwikkeling van de onderwateroever van Walcheren komt over een met het beeld dat de bodemhoogteverschilkaarten over de periode 1969-1993 te zien is (bijlage F1b).



Figuur 4.2b Overzicht JARKUS-raaien (Bouwmeester et al., 1994)

De ontwikkeling van de onderwateroever en het strand van Zeeuwsch-Vlaanderen vertonen in grote lijnen dezelfde ontwikkeling. Over het grootste deel van de kust is sprake van licht erosie met uitzondering van het stuk Nieuwesluis tot het kruishoofd (4.61-8.61, zie figuur 4.2b). In Bouwmeester et al (1994) wordt het volgende gezegd over de ontwikkeling van de duinen: "Aangezien Zeeuwsch-Vlaanderen voor het grootste gedeelte beschermd wordt door zeedijken, kan er nauwelijks gesproken worden over natuurlijk gedrag van aanwezige duinen". Van de Zeeuwsch-Vlaanderse oever is geen detail bodemhoogteverschilkaart gemaakt, het is daarom niet goed mogelijk om een vergelijking te maken tussen de lodingsgegevens en de oevergegevens.



Figuur 4.2c Overzicht JARKUS-raaien (Bouwmeester et al., 1994)

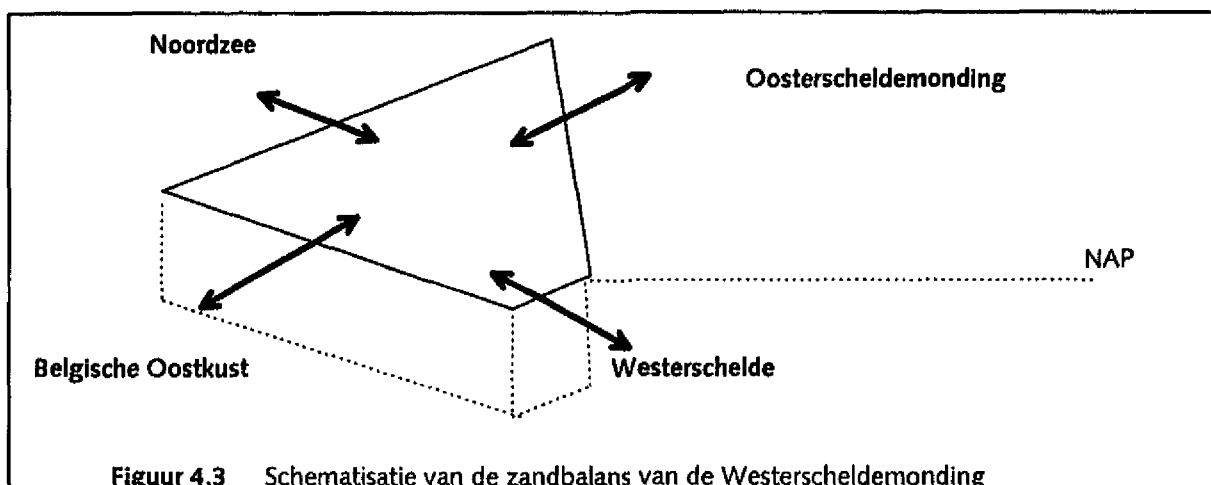
De onderstaande beschrijving van de Belgische oeverontwikkeling is gebaseerd op het rapport van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (1997). De periode waarover de trend van de oeverontwikkeling is berekend verschilt per raai. Het begin van de periode varieert en is afhankelijk van de laatste suppletie en het einde van de periode is 1995. Als er bijvoorbeeld in 1979 voor het laatst is gesuppleerd dan is de trend berekend over de periode 1979-1995. Het zandvolume van het strand is aan de zuidwestzijde van Zeebrugge toegenomen. Doordat de haven van Zeebrugge is uitgebreid, is de kustlangse stroming veranderd. De oevers direct aangrenzend aan de zuidwestzijde van de haven van Zeebrugge liggen nu aan de leizijde, waardoor in dit gebied aanzanding heeft

plaats gevonden. De verandering van de duinaanzet is klein in vergelijking met de ontwikkelingen van het strand. Door onder meer de verandering van de kustlangse stroming is aan de noordoostzijde van Zeebrugge erosie waar te nemen. De erosie is het grootst direct aangrenzend aan de haven en ter hoogte van Knokke. Langs dit deel van de kust is sprake van lichte toename van het zandvolume van de duinaanzet.

4.3. Zandbalans

De uitwisseling tussen de Westerscheldemonding en zijn omgeving en binnen de Westerscheldemonding is in figuur 4.3 schematisch weergegeven. De uitwisseling van de omgeving staat, uit stilistische overwegingen, alleen in de bovenste zone aangegeven maar speelt zich echter voornamelijk af op de diepere delen van de Westerscheldemonding.

Met behulp van het programma VAKGIS (gemaakt door Uit den Bogaard) is het natte volume voor het gedefinieerde vak bepaald. Aan de hand van de veranderingen van de natte volumes is vast te stellen of er over de periode zand is geïmporteerd of geëxporteerd.



Figuur 4.3 Schematisatie van de zandbalans van de Westerscheldemonding

Uit de zandbalans blijkt dat het zandvolume over de periode 1969 t/m 1993 afneemt. De berekeningen van het zandvolume zijn, overigens gedaan over de periode 1975 t/m 1993, omdat in deze jaren het vak 44 is meegenomen uit het jaar 1975. Aan het einde van de paragraaf wordt hierop terug gekomen.

Tabel 4.2 Verandering van het zandvolume

	Δ Zandvolume	Δ Zandvolume (gecorrigeerd)*
1969-1993	-87 Mm ³	-180 Mm ³
1975-1993	-167 Mm ³	- 249 Mm ³

* gecorrigeerd voor het baggervolume van de haven van Zeebrugge.

De haven van Zeebrugge valt buiten de balans. Er is in deze periode 12 Mm³ zand gewonnen, dat dus uit het systeem verdwijnt.

Grootschalige zandbalans van de Westerscheldemonding

De verandering van het zandvolume hebben drie oorzaken: natuurlijke ontwikkelingen van de Westerscheldemond, menselijk ingrepen in het gebied en door fouten in het loden. Helaas is niet te achter halen, voor welk onderdeel verantwoordelijk is voor de veranderingen. Om de gevoeligheid van de zandbalans te bepalen worden twee experimentele aanname gedaan.

Aanname 1:

Over de gehele periode blijft ongeveer een kwart van het gestorte materiaal liggen (Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1993). Stel nu dat ook een kwart van de baggerspecie wordt geëxporteerd.

Over de periode is 457 Mm^3 gestort, dus een kwart is 115 Mm^3 . Over de periode 1975 t/m 1993 is een export van 167 Mm^3 berekend (tabel 4.2). Als dus 115 Mm^3 verklaard wordt door transport van baggerspecie, dan betekent dit dat slechts 52 Mm^3 sediment op natuurlijke wijze wordt geëxporteerd.

Aanname 2:

Stel dat er in het jaar 1975/1976 een fout bij het loden gemaakt is in het bepalen van de waterstand van 0.05 cm over het gehele gebied. Waardoor de waterdiepte systematisch met 0.05 cm te ondiep is gelood.

Een lodingsfout van 0.05 m komt voor het gehele balansvak overeen met een volumeverandering van 35 Mm^3 . Om de berekende verandering van zandvolume van 167 Mm^3 over de periode 1975 t/m 1993 ligt een foutenrange, als gevolg van fouten in het loden, van 35 Mm^3 .

Uit deze twee experimentele aanname blijkt dat systematische fouten in het loden en fouten in bepaling van bagger- en stortvolume veel invloed kunnen hebben op de zandbalans.

Samengevat:

Het zandvolume van de Westerscheldemonding neemt volgens de metingen af over de periode 1969 t/m 1993 af. De gemeten veranderingen in het volume zijn te verklaren door natuurlijke ontwikkelingen, fouten in het loden, export van gebaggerd materiaal naar andere gebieden. Hoe groot het aandeel is van de drie verschillende aspecten is niet bekend.

Enkele overwegingen achteraf:

De zandbalans is zo gekozen dat alle stortlocaties en de baggerlocaties binnen het vakken vallen, met uitzondering van de haven van Zeebrugge. Deze is buiten het vak gelaten omdat over de periode 1969 t/m 1993 erg veel is veranderd in dit gebied (uitbouw van de haven van Zeebrugge 1984 met de daarbij behorende ingrepen). Als de haven van Zeebrugge wel meegenomen zou zijn in de zandbalans, dan zou de invloed van het storten en het baggeren op de veranderingen van het zandvolume nul zijn, omdat het dan alleen gaat om een verplaatsing van materiaal binnen het gebied. Nu de haven van Zeebrugge niet is meegenomen moet er dus gecorrigeerd worden voor een import van sediment ($\text{Volume}_{\text{storten}} > \text{Volume}_{\text{bagger}}$) in het gebied. Er is gecorrigeerd door het cumulatieve baggervolume bij het zandvolume van het balansvak op te tellen. Hierdoor ontstaat een te grote correctie voor dit verschil, doordat een deel van het materiaal niet op de stortplaats blijft liggen en mogelijk weer in de haven van Zeebrugge terecht komt. De verandering van het zandvolume zal dus hoogst waarschijnlijk tussen de twee lijnen in liggen (bijlage G1).

In paragraaf 2.4 en 4.2 is gesproken over fouten die ontstaan in de zandbalans, door fouten in de lodingen. De fout die door speelt in de zandbalans zijn de "variabele systematische fouten". Het

probleem van deze fouten is dat niet te achterhalen is hoe groot de fout is geweest. Alleen kan gezegd worden dat in de loop der tijd deze fout hoogstens kleiner is geworden doordat er meer correcties en controles worden toegepast tijdens het meten. Een extra fout, die bij het opstellen van de zandbalans, ontstaat doordat er van vak 44 en vak 49 niet van alle jaren gegevens zijn. Het oppervlak dat van vak 49 wordt gebruikt is vrij klein, dus zal het niet zoveel invloed hebben op de zandbalans. Van vak 44 worden echter wel alle gegevens gebruikt. Eerder is een zandbalans opgesteld zonder vak 44, de trend voor de jaren 1975 t/m 1993 is hetzelfde met of zonder vak 44. De invloed van vak 44 op de gehele geeft geen veranderingen in de trend, mogelijk wel in veranderingen in de volumes. Voor de jaren 1969 en 1972 zijn voor vak 44 gegevens gebruikt van 1975.

5 DISCUSSIE

5.1 Inleiding

Uit de voorgaande hoofdstukken is gebleken dat door verschillende oorzaken de gegevens vaak discutabel zijn. Met als gevolg dat er bij de resultaten, zowel de morfologische verschilkaarten als de zandbalans, een aantal vraagtekens gezet kunnen worden. In dit hoofdstuk zal onder andere worden ingegaan op de nauwkeurigheid van de gegevens en wat een mogelijke oplossing zou zijn om meer inzicht te krijgen in de fouten van de gebruikte gegevens (paragraaf 5.2). In paragraaf 5.3 zullen de morfologische veranderingen van de Westerscheldemonding behandeld worden. De resultaten van de zandbalans zullen in paragraaf 5.4. besproken worden aan de hand van zandbalans die in het verleden is opgesteld.

5.2 Nauwkeurigheid van de zandbalans

In voorgaande hoofdstukken (§2.4 en §4.2) is reeds ingegaan op de nauwkeurigheid van de gegevens en hoe deze doorwerken in de resultaten. Uit §4.2 blijkt dat er aan nauwkeurigheid van de gegevens nogal wat scheelt. De nauwkeurigheid van de lodingsgegevens is de afgelopen tijd al sterk verbeterd. Toch zal er, zolang de waterstand op de plaats van loding niet exact bepaald kan worden, een systematische fout in de lodingsgegevens blijven bestaan. Ook als de x, y, z met één instrument en dus allemaal tegelijk gemeten kunnen worden, is er tijdens de meeste metingen nog steeds sprake van niet ideale meetomstandigheden (weersinvloeden e.d.), en dus van onnauwkeurigheden.

Het is moeilijk om de nauwkeurigheid van de lodingen te bepalen, met name omdat de morfologische veranderingen moeilijk te scheiden zijn van de nauwkeurigheid van de lodingen. Dit wordt nog eens versterkt door het feit dat in de loop der tijd veel is veranderd in de meetmethode en de meetinstrumenten. Het zal dus waarschijnlijk zeer moeilijk zijn om voor een bepaald lodingsvak de lodingsfout te bepalen.

Het strekt tot aanbeveling om de grenzen van het balansvak te verruimen zodat grote morfologische veranderingen niet op de grens van het zandbalansvak vallen. Daarnaast zou een balans waarin onderscheid gemaakt wordt tussen de stort- de baggerlocaties mogelijk meer inzicht geven in de effecten van baggeren en storten op het gebied. Hiervoor moeten de stort- en baggerlocaties wel nauwkeuriger bekend zijn dan voor deze zandbalans.

De stort- en baggerhoeveelheden zijn zeer groot in vergelijking met de mogelijke morfologische veranderingen die in het gebied hebben plaats gevonden. Op de bodemhoogteverschilkaarten (bijlage F) is duidelijk te zien dat een groot sedimentatiegebied deels buiten het balansvak valt. Dit sedimentatiegebied is mogelijk wel ontstaan door het transport van baggerspecie. Het is daarom belangrijk inzicht te krijgen in het transport van het baggerspecie. Door de Belgen zijn weliswaar een aantal studie gedaan naar het transport van stortsediment, maar dit richt zich voornamelijk op slib (Ministerie van Volksgezondheid et al., 1993). Dit soort grote morfologische veranderingen zouden ruim binnen het balansvak moeten vallen om een goede zandbalans op te kunnen stellen.

5.3 Morfologische veranderingen

In de periode 1969-1993 zijn de grootste morfologische veranderingen direct of indirect het gevolg van menselijk ingrijpen op het systeem (baggeren en storten). In deze periode zijn grote hoeveelheden sediment gebaggerd en gestort ($\pm 550 \text{ Mm}^3$). De verdieping van Wielingen/Scheur is een direct en indirect gevolg van deze baggerwerkzaamheden. Hierdoor is het belang van deze getijdegeul toegenomen. Het belang van de Wielingen/Scheur was in de periode 1800 t/m 1970 door autonome veranderingen ook aan het toenemen (van Enckevort, 1996). In de periode 1800 t/m 1970 is een verschuiving van één van de hoofdgeulen, van Deurloo naar Wielingen/Scheur, opgetreden. Door het baggeren is deze ontwikkeling sterk versnelt. De ontwikkeling voor de kust van Walcheren en het Deurloo/Geul van de Rassen systeem is natuurlijke, die mogelijk wel beïnvloed worden door de huidige ingrepen in het systeem. De morfologische veranderingen op het Centrale Banken gebied, behalve de stortlocaties, zijn niet significant. De oevers van zowel Walcheren, Zeeuws-Vlaanderen als België worden al eeuwen door menselijke ingrepen beïnvloed. In de periode 1970 t/m 1993 zijn voor de handhaving van de kust de nodige suppleties uitgevoerd. Door de uitbouw van de haven van Zeebrugge is de noordoostelijke oever geërodeerd en de zuidwestelijke oever gesedimenteerd.

5.4 Zandbalans van de Westerscheldemonding

5.4.1 Resultaten en vergelijking met literatuur

Over de periode 1975 t/m 1993 is een tussen de 167 t/m 249 Mm^3 sediment geëxporteerd. Deze ruime marge is het gevolg van het niet opnemen van de haven van Zeebrugge in de balans. Omdat niet bekend is welk percentage van gestort sediment weer in de haven van Zeebrugge terecht komt, is niet te bepalen hoeveel sediment wordt geëxporteerd. Daarnaast spelen fouten in de metingen (zie paragraaf 5.2) een rol in de balans. Een fout in 'squat' van 10 cm veroorzaakt een verschil in volume van 5 Mm^3 , uitgaande van een oppervlak van de NAP -6 meter lijn. De fout veroorzaakt door 'squat' verschilt per boot en daarmee ook per lodingsvak. De fout zal voor een bepaald jaar dus hoogst waarschijnlijk niet voor het gehele gebied gelden. Dit zelfde geldt voor fouten in de reductie. Een fout in de reductie van 20 cm over het gehele gebied, veroorzaakt een fout in zandbalans van 140 Mm^3 .

In het verleden zijn verschillende zandbalansen voor de Westerscheldemonding opgesteld, soms in combinatie met de Westerschelde. Deze balansen zijn vaak ook op diverse manieren berekend. Als al in het rapport van Storm et al. (1994) wordt gesproken dat iets simpels als de grootte van de pixel al invloed heeft op de uitkomst van de zandbalans. Dit betekent hoogstwaarschijnlijk dat de verschillende methode, ook met dezelfde gegevens, een andere uitkomst kunnen geven. In het rapport van van Enckevort (1996) en Uit den Bogaard (1991), worden de uitkomsten van de verschillende zandbalans beschreven. Uit den Bogaard (1991) heeft op basis van hydrografische kaarten (dieptelijnen) een zandbalans van de Westerscheldemonding over de periode 1878-1931 berekend met behulp van ArcInfo. In deze periode is 280 Mm^3 sediment geëxporteerd uit een gebied met een oppervlak van 438 km^2 . De huidige zandbalans is berekend over een gebied van 690 km^2 , hierdoor is het niet mogelijk de verschillende balansen te vergelijken. Er kan alleen bepaald worden dat over beide periode het zandvolume van de Westerscheldemonding is afgenomen.

5.4.2. Zandbalans en de omgeving

De import van zand in het systeem van de Westerscheldemonding slaat in 1978 om naar export. Het is belangrijk er achter te komen waarom deze omslag heeft plaatsgevonden. De Westerscheldemonding heeft vier gebieden waarmee uitwisseling plaats vindt (zie figuur 4.3);

- de Belgische kust
- de Westerschelde
- de Monding van de Oosterschelde
- en de Noordzee.

Uitwisseling met de Belgische kust

Over de uitwisseling van sediment met het Belgische kust gebied is niet zoveel bekend. Wel is bekend het sediment zich in noordelijke richting langs de Nederlandse kust wordt getransporteerd. De uitbreiding van de haven van Zeebrugge heeft waarschijnlijk een deel van het langstransport in noordelijke richting naar de Westerscheldemonding beperkt. De vraag is echter hoe het langstransport veroorzaakt door golven in verhouding staat met het transport door de eb- en vloedstroming in de Scheur en Wielingen.

Wanneer de gegevens van de Belgische instanties binnen zijn gekomen, kan een balans worden opgemaakt van het gebied tussen Zeebrugge en Oostende. Deze balans zal vergeleken worden met de balans van de Westerscheldemonding.

Uitwisseling met de Noordzee

In het algemeen wordt aangenomen dat er over de NAP -20m dieptelijn bij een gesloten kust geen uitwisseling van sediment tussen de continentale plaat en de kuststrook is. Echter bij de Westerscheldemonding is niet sprake van een gesloten kust, maar een kust waar een groot aantal banken liggen. Ook in Postma et al. (1991) wordt voor de zandbalans van de Oosterscheldemonding een transport berekend over de NAP -20 m dieptelijn. Om te bepalen of er ook uitwisseling tussen de Westerscheldemonding en het continentale plat plaats vindt, zouden meer gegevens buiten de NAP -20 m lijn gebruikt moeten worden voor de balans en er moet een analyse van de gevoeligheid van het systeem gemaakt worden met de gegevens uit transportformules.

Uitwisseling met de Oosterscheldedelta

Uit Postma et al. (1991) is een balans opgemaakt voor de Oosterscheldedelta voor de periode van 1970 - 1983 waarin op basis van waarnemingen in de morfologie (van den Berg, 1987 in Postma et al. 1991) wordt aangenomen dat de uitwisseling met de Westerscheldemonding 0 is. De morfologische veranderingen op de Domburger Rassen zouden niet significant zijn (van den Berg in: Postma et al., 1991) Het feit dat er geen morfologische veranderingen hebben plaats gevonden hoeft echter niet te betekenen dat er geen netto transport over de Domburger Rassen heeft plaats gevonden.

Uit de bodemhoogteverschilkaart van 1969-1993 blijkt dat de veranderingen inderdaad niet zo heel groot zijn, dat het voornamelijk gaat om migratie van banken loodrecht op kust gaat en niet in kustlangse richting.

Om de aanname dat er geen uitwisseling plaats vindt tussen de Oosterschelde- en de Westerscheldedelta te toetsen zouden voor het gebied van de Domburger Rassen de verandering in zandvolumes in de loop der tijd is moeten worden berekend. Daarnaast zouden zandtransportformules gebruikt kunnen worden om het langstransport te berekenen.

Uitwisseling met de Westerschelde

Voor de Westerschelde is een balansberekening uitgevoerd over de periode van 1955 t/m 1994 (Uit den Bogaard, 1995) op ongeveer dezelfde wijze als in dit onderzoek is gedaan. In zijn rapport berekend Uit den Bogaard op twee verschillende manieren de zandbalans namelijk met behulp van lineaire interpolatie en met behulp van trendlijnen. Deze twee methoden geven verschillende uitkomsten, zoals in tabel 5.1 te zien is.

Tabel 5.1 Zandbalans Westerschelde en Westerscheldemonnd

	Westerschelde		Westerscheldemonnd
	lineaire interpolatie	trendlijnen	lineaire interpolatie
1970-1980	+ 52 Mm ³		- 42 Mm ³ *
1980-1994	- 3 Mm ³	+ 61 Mm ³ (70-94)	-130 Mm ³ *

* niet gecorrigeerd voor baggerwerkzaamheden in haven van Zeebrugge

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat in de periode 1970-1980 beide gebieden importerend zijn. Het is dus niet zo dat de Westerschelde en de Westerscheldemonnd een gesloten systeem is, anders zo de import van bijvoorbeeld de Westerschelde overeenkomen met de export van de Westerscheldemonnd.

Samenvattend

Tot nu toe is er te weinig bekend over het transport van en naar de omliggende gebieden om de zandbalans sluitend te maken. In het ideale geval is het mogelijk om de balans met transport of balans gegevens sluiten te maken. De kans is echter groot dat er een restfout in de balans zit, veroorzaakt door fouten in de ladingen of fouten in de bagger- en stortgegevens en in de randvoorwaarden op de open randen.

6 CONCLUSIES

- De morfologische ontwikkelingen van het gehele mondingsgebied wordt voor het grootste deel bepaald door menselijke ingrepen.
 - * Door de baggerwerkzaamheden is de Wielingen/Scheur verdiept en als gevolg van de werking van het getij is deze verdieping naar zowel de oost- als de westzijde uitgebreid. Door de verdieping is het belang van de Wielingen/Scheur voor het getij toegenomen.
 - * Door de uitbouw van de haven van Zeebrugge is er een grootte ontgrondingskuil voor de haven van Zeebrugge ontstaan. Daarnaast zijn de oevers aan de zuidwest- en noordoostzijde respectievelijk gesedimenteerd en geërodeerd.
 - * De stortwerkzaamheden zorgen voor grote sedimentatie gebieden op de Westzijde van het Centrale Banken gebied en op de Paardemarkt (vlakte ten oosten van Zeebrugge).
- Het grootste deel van de morfologische veranderingen in het westelijke deel van het Centrale Banken gebied is niet significant. De enige morfologische verschijnselen die wel op het westelijke deel van Centrale Banken gebied waarneembaar zijn, zijn de stortgebieden.
- Aan de zuidwestkust van Walcheren vinden de volgende ontwikkelingen plaats:
 - * De Geul van de Rassen migreert naar de kust toe en erodeert het bankje van Zoutelande aan de westzijde. Dit heeft een versmalling van het Bankje van Zoutelande tot gevolg.
 - * Veranderingen van het Oostgat zijn niet goed waarneembaar. Geulhellingen zijn moeilijk nauwkeurig te loden, daarom zijn aan de veranderingen van de helling van het Oostgat geen conclusies verbonden.
- De Westerscheldemonding is over de periode 1969 t/m 1993 een exporterend gebied. Over de periode 1975 t/m 1993 is ongeveer 167 Mm^3 sediment geëxporteerd.
- Zowel voor de zandbalans als de morfologische veranderingen spelen de nauwkeurigheden een grote rol. Dit betekent dat er een ruime marge bij de interpretatie van de gegevens gehanteerd moet worden. Zo veroorzaakt een fout in 'squat' van 10 cm een verschil in volume van 5 Mm^3 , uitgaande van een oppervlak van de NAP -6 meter lijn. Een fout in de reductie van 20 cm, veroorzaakt een fout in zandbalans van 140 Mm^3 . De veranderingen van het zandvolume kunnen dus niet als harde cijfers gehanteerd worden.

7 AANBEVELINGEN

Om het inzicht in het morfologisch functioneren van de Westerscheldemonding te vergroten waarbij de resultaten van de grootschalige zandbalans het uitgangspunt zijn, wordt het volgende aanbevolen:

- De grootschalige zandbalans op een aantal punten verruimen in tijd en ruimte, zodat
 - * de Belgische kust tot en met Oostende in de balans is opgenomen en er geen grote morfologische veranderingen op de grens van het gebied liggen, de veranderingen in de NAP -20 m lijn goed te analyseren zijn
 - * een grootschalige zandbalans kan worden opgesteld voor de periode 1800 t/m heden
- De zanduitwisseling over de grenzen van de Westerscheldemonding nader te onderzoeken.
 - * Daarbij wordt gedacht aan literatuur over de ontwikkeling van deze gebieden en aan het gebruik van transportformules;
 - * en het gebruik maken van een waterbewegingsmodel.
 - * En koppelen aan de bestaande zandbalans van de Westerschelde.
- Om inzicht te vergroten in deelgebieden van de monding moeten detailbalansen worden gemaakt. Daarbij is het van groot belang dat lodingsfouten een beperkte rol blijven spelen. Aan deze eis kan worden voldaan door de vakken van de detailbalans niet te klein te kiezen.
- Onderzoeken in hoeverre de ontwikkeling langs de kust van Walcheren veroorzaakt worden door de bagger- en stortactiviteiten in en rondom de Wielingen en Scheur. Mogelijk geeft het onderzoek van Svašek (1997) hierover meer inzicht.
- Het maken van een 3D animatie van de Westerscheldemonding om zo beter inzicht te kunnen verkrijgen in de morfologische veranderingen

LITERATUUR

- Cauwenberghe, C. van, 1966. Hydrografische analyse van de Scheldemonding ten oosten van de meridiaan 3°05'tot Vlissingen. Het ingenieursblad,35,17, 565-576
- Cauwenberghe, C. van,1971. Hydrografische analyse van de Vlaamse Banken langs de Belgisch-Franse kust.
- Bouwmeester ,E.C, R.B. Kalf, A.M. Walburg,1994. Statistische analyse van de Nederlandse morfologische kustontwikkeling. RIKZ/94-045
- Haartsen, T., W.A. Ligtendag, F. Steenhuisen, 1997. Project KUST*2000 Historische reconstructie dieptelijnen Nederlandse kust. Arctisch Centrum, Rijksuniversiteit Groningen.
- Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu-Beheerseenheid van het Mathematische Model van de Noordzee en het Scheldeëstuarium (IHE-BMM) en Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap/ departement Leefmilieu en Infrastructuur Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, 1993. Ecologische impact van baggerspecieoplossingen voor de Belgische kust
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap/departement Leefmilieu en Infrastructuur Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, 1997. Kustlijnkaarten Oostkust. Evolutie tot mei 1995.
- Mol, G.,1995. Menselijke ingrepen in de Westerschelde. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee.
- Westlake S.J., P.F. Heinen, S.Knudsen, P. Heddinga, 1996. Accuracy of Nourtec bathymetric survey, Rijkswaterstaat, National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ, Coastal Research Station, Danish Coastal Authority.
- Postma, R., J. Mulder, T. Louters, F. Hallie en F. de Vos, 1991. Een kwalitatieve prognose van de morfologie van de Oosterschelde-buitendelta in 2010. Rijks Universiteit Utrecht, Geografisch Instituut, Vakgroep Fysische Geografie, Instituut voor Ruimtelijk Onderzoek, Rapport GEOPRO 1991.10
- Svašek,1995. KUST*2000. Definitiestudie: Westerscheldemond (no. 1).
- Svašek,1997. Getijanalyse Westerscheldemond.
- Storm, C., P. Bollebakker, J. de Jong en G. Mol, 1994. Nauwkeurigheid zandbalans Westerschelde 1965-1990 en aanbevelingen ter optimalisatie. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Rapport RIKZ-94-008.
- Uit den Bogaard, L.A.,1991. Relatie zandbalans Westerschelde met de morfologie van de eb-getijdedelta en kust, Universiteit Utrecht, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, GEOPRO 1991.021
- Uit den Bogaard, L.A.,1995. Zandbalans Westerschelde. 1955 - 1994. Universiteit Utrecht, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, IMAU Rapport 95-0
- Van den Berg, J.H.,1987.Toelichting bij de isallobatenkaart Voordelta 1975-1984, nota ZL 87.0020
- Van Enckevort, I., 1996. Morfologische onderzoek Westerschelde monding. Deel 1 en 2. . Universiteit Utrecht, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, IMAU Rapport 96-21.
- Van der Spek, A.,1997. De geologische opbouw van de ondergrond van het mondingsgebied van de Westerschelde en de rol hiervan in de morfologische ontwikkeling. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Afdeling Geo-Marien en Kust, concept

BIJLAGE A Inventarisatie lodingsgegevens Westerscheldemonding vanaf 1800

BIJLAGE A.1
Afkortingen:
DdHydr: Nederlandse Dienst der Hydrografie van de Marine

BHD: Belgische Hyrdografische Dienst

Ram: Rijksarchief Den Haag

Radh: Rijksarchief Middelburg

MD: Meetdienst Zeeland

DirZ: Directie Zeeland

jaar	titel	kenmerk	meetdienst	bron	schaal	bi RIKZ	in gis?
1801	Cote Nord de France	hydrografische	Beautemps-	BHD		Ja	Nee
1804		hydrografische	Beautemps-	RIKZ		Ja	Nee
1823	Monden der Schelde	hydrografische	DdHydr	RAdh-MD	1:50.000	Ja	Nee
1842	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh-MD	1:50.000	Ja	Nee
1847	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1849	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1855	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1856	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1859	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1861	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1863	Monden der Schelde	hydrografische	DdHydr	RAdh-MD	1:50.000	Ja	Nee
1866	Carte generale des Bancs des	zeekaart	België	BHD	1:100.00	Ja	Nee
1867	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1869	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1870	Rade d'Ostende	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1870	Rade de Nieuport	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1871	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1872	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1873	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1874	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1875	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1877	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1878	Monden der Schelde	hydrografische	DdHydr	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1879	Carte generale de la Cote des		België	BHD	1:168.80	Nee	Nee
1879	Reconnaissance	hydrografische	België	BHD	1:40.000	Ja	Nee
1881	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1882	Mer du Nord-Partie comprise	hydrografische	België	BHD	1:40.000	Nee	Nee
1882	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1883	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1884	Embouchure de l'Escaut	hydrografische	België	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1884	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1885	Westgat, D. Rassen*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:15.000	Nee	Nee
1886	Monden der Schelde	hydrog. krt herd.	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1894	Monden der Schelde	zeekaart	DdHydr	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1899	Steendiep, Kaloo*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25000	Nee	Nee
1900	Embouchure de l'Escaut		België	BHD	1:40.000	Nee	Nee
1900	Plan Wenduine-Knokke		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1901	Atterrages d'Ostende	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1901	Mer du Nord-Partie comprise		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1901	minuutblad Knocke-		België	BHD	1:40.000	Nee	Nee
1901	Plan Dunkerque-Flessingue		België	BHD	1:80.000	Nee	Nee
1902	Mer du Nord-Partie comprise	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1902	Monden der Schelde	zeekaart herz	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee

1907	Monden der Schelde	zeekaart	DdHydr	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1919	Monden der Schelde	zeekaart herz	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1921	Monden der Schelde	zeekaart	DdHydr	RAdh-RAm	1:50.000	Ja	Nee
1922	Bol van Knocke-Walischstaart	vakloding	DdHydr	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1922	Monden vd Westerschelde	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1924	Noordzee Vlaamse Banken	hydrografische	België	BHD	1:80.000	Ja	Nee
1925	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Ja	Nee
1925	Wandelaar-Cadzand	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1926	Sardijneul	vakloding	DdHydr	RAdh	1:2.500	Nee	Nee
1927	Noordzee, Blankenberge-		België	BHD		Nee	Nee
1928	Oostgat en Domburger	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1928	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1928	Sluissche Hompels	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1929	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1930	Blankenberge-Knokke		België	BHD		Nee	Nee
1930	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1931	Ingang Wielingen en Duerloo	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1931	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:10.000	Nee	Nee
1931	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1932	Mond Oosterschelde*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25000	Nee	Nee
1932	Monden van de Schelde,	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:50.000	Nee	Nee
1932	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1932	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1932	Toegangen tot de	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1933	Bredene-Cadzand		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1933	Drempel Oostgat	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:50.000	Ja	Nee
1933	Monden der Schelde	zeekaart herz	DdHydr	RAdh-RAm	1:50.000	Ja	Nee
1933	Monden der Schelde	zeekaart herz	DdHydr	RAdh-RAm	1:50.000	Ja	Nee
1933	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1934	Blankenberge-Knokke		België	BHD	1:10.000	Nee	Nee
1934	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1935	Middelkerke-Akaert	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1935	Reede Vlissingen, Honte tot	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1935	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1935	Sluissche Hompels	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1935	Wandelaar	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1935	Zuydcoote-Middelkerke	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1936	Cadzand-Nieuwsluis		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1936	Kwintbank	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1936	Reede					Nee	Nee
1936	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:5.000	Nee	Nee
1936	Westhinder-Oostdyck		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1937	Buiten Ratel		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1937	Deurloo, oostgat	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1937	Kaloo en Botkil	minuutblad	DdHydr	RAdh	1:25.000	Ja	Nee
1937	Slovegat		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1938	Blankenberge-Knokke		België	BHD		Nee	Nee
1938	Drempel van de Wandelaar		België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1938	Mond der Westerschelde	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1938	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:5.000	Nee	Nee
1938	Sardijneul	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:5.000	Nee	Nee

1938	Vlaamse Banken	samengesteld	België	BHD	1:100.00	Nee	Nee
1938	wandelaar	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1939	Landing Oostende	hydrografische	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1939	Sardijngeul	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:5.000	Nee	Nee
1940	Bankje van Zoutelande	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1944	Kadzand tot Vlissingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1944	Lodingen Zeebrugge tot	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1944	Vaargeul be-W Zeebrugge	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:50.000	Nee	Nee
1944	Vaargeul Zeebrugge naar	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:50.000	Nee	Nee
1945	Monden der Schelde	zeekaart herz	DdHydr	RAdh-RAM	1:50.000	Ja	Nee
1945	Oostgat	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1946	Monden der Schelde	zeekaart herz	DdHydr	RAdh-RAM	1:50.000	Ja	Nee
1946	Oostgat	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1946	Sardijngeul	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:10.000	Ja	Nee
1946	Toegang Oostgat	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:50.000	Ja	Nee
1946	Vlaamsche Banken	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:100.00	Nee	Nee
1946	Wielingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:50.000	Ja	Nee
1947	Blankenberge-Knokke	hydrografische	Belgie			Ja	Nee
1947	Zeebrugge	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:5.000	Nee	Nee
1948	Domburger Rassen*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25000	Nee	Nee
1948	Wielingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1948	Wielingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1948	Zeebrugge	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:5.000	Nee	Nee
1948	Zeebrugge	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:5.000	Nee	Nee
1948	Zeebrugge	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:5.000	Nee	Nee
1949	Deurlo	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1949	Sardijngeul	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:10.000	Nee	Nee
1951	Monden der Schelde	zeekaart herz	DdHydr	RAdh-RAM	1:50.000	Ja	Nee
1952	Reede Vlissingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1952	Westerschelde van Vlisingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1953	Kaloo Steendiep*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25000	Nee	Nee
1953	Kaloo*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25000	Nee	Nee
1954	Bankje van Zoutelande	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1954	NZee, DeHaan tot NLse grens		België	BHD		Nee	Nee
1955	Deurloo, Vlakte van de Raan,	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1955	Rabsbank, Schooneveld	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1955	Thorntonbank Westpit	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1955	Wielingen, Schooneveld	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1955	Wielingen, Vlakte van de	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1956	Domburger Rassen*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25000	Nee	Nee
1956	Oostgat, Deurloo	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1957	Sardijngeul	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:10.000	Ja	Nee
1957	Steendiep Kaloo*	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25000	Nee	Nee
1957	Wielingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1959	Aanloop Oostgat	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee
1959	Dregblad rede Vlissingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1959	Oostgat Galgeput	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:10.000	Ja	Nee
1960	Wielingen omg. wrak no 57	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:10.000	Nee	Nee
1961	Aanloop Oostgat	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1961	Deurloo, Wielingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1961	Oostgat, Deurloo, Wielingen	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Ja	Nee

1962	Schooneveld-Vlakte van de	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1962	Schooneveld-Wandelaar	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1962	Steenbanken-Steendiep-	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1962	Vlakte van de Raan	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1962	Wielingen-Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1963	Oost Dyck Buiten Ratel	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1963	W-/N-Hinder tot Rabsbank	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:100.00	Nee	Nee
1964	Buiten Ratel Oost Dyck	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1964	Dyck-, Breed-, Binnen Ratel-	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1964	Nzee Goote Bank2	vakloding	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1964	Nzee, Goote Bank1	vakloding	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1964	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1964	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1964	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1964	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1965	Nieuwpoort-DeHaan	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1965	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1965	Wielingen-Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1966	Schouwen-, Middel- en	vakloding	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1966	Schouwenbank-Aanloop	vakloding	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1966	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1966	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1966	Wielingen-Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1967	Akkaert- en Gootebank	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1967	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1967	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1967	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1967	Zuydcoote-Westende	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1968	Aanloop Oostgat	vakloding	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1968	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1968	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1968	Wielingen-Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1969	Middenbank-Steenbank	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1969	Middenbank-Steenbank	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1969	Middenbank-Steenbank-	vakloding	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1969	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1969	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1969	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1969	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1969	Vlaamse Banken	samengesteld	België	BHD	1:100.00	Nee	Nee
1970	Steenbank-Oostgat	minuutblad	DdHydr	DdHydr	1:25.000	Nee	Nee
1970	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1970	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1970	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1970	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1970	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1971	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1971	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1971	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1972	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1972	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja

1972	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1972	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1972	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1972	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1972	vak 49	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1972	Wielingen-Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Nee	Nee
1973	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1973	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1973	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1973	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Nee	Ja
1974	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1974	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1974	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1974	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1974	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1975	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1975	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1975	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1976	vak 49	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1977	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1977	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1977	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1978	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1978	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1978	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1978	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1978	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1978	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1978	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1979	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1979	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1979	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1979	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1980	Kwinte- Middelkerkebank	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1980	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1980	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1980	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1980	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1980	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1980	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1980	vak 49	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1981	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1981	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1981	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja

1981	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1981	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1982	Goote Bank	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1982	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1982	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1982	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1982	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1982	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1982	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1983	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1983	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1984	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1984	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1984	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1984	vak 49	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1984	Westende-De Haan	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1984	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1985	Midden Akkaert	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1985	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1985	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1985	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1985	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1985	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1985	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1985	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1986	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1986	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1986	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1986	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1986	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1986	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1987	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1987	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1987	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1987	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1987	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1988	Thorntonbank	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1988	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1988	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1988	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1988	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1988	vak 49	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1988	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1989	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1989	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1989	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1989	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1989	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1989	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1989	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1989	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja

1989	Westende De Haan	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1990	Goote Bank	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1990	Kwinte- en Middenkerke	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1990	Midden Akkaert	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1990	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1990	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1990	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1990	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1990	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1990	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1990	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1990	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1991	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1992	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1992	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1992	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1992	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1992	vak 49	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1992	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1993	Midden Akkaert	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1993	vak 12	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1993	vak 13	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1993	vak 14	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1993	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1993	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1993	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1993	Westende De Haan	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1994	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1994	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1994	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1994	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1994	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1995	Kwinte Middekerkebank	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1995	Raan	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee
1995	vak 15	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1995	vak 16	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1995	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1995	vak 44	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1996	vak 11	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1996	vak 17	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1996	vak 18	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1996	vak 19	vakloding	MD Zeeland	DirZ	1:10.000	Ja	Ja
1996	Wielingen Scheur	vakloding	België	BHD	1:20.000	Ja	Nee

NB: de database moet nog verder worden bij gewerkt. Er staat alleen "JA" bij "in GIS", als de gegevens zijn geïnterpoleerd.

* Titel onbekend, geeft globaal het gebied weer

Voor de inventarisatie zijn naast de verschillende de archieven ook van Cauwenberghe (1966) en van Cauwenberghe (1971) gebruikt.

Het gebied van de kaarten staat op verschillende kaarten van de Meetdienst Zeeland, deze kaarten hebben de volgende codes:

1966 t/m .. C-6 70.585

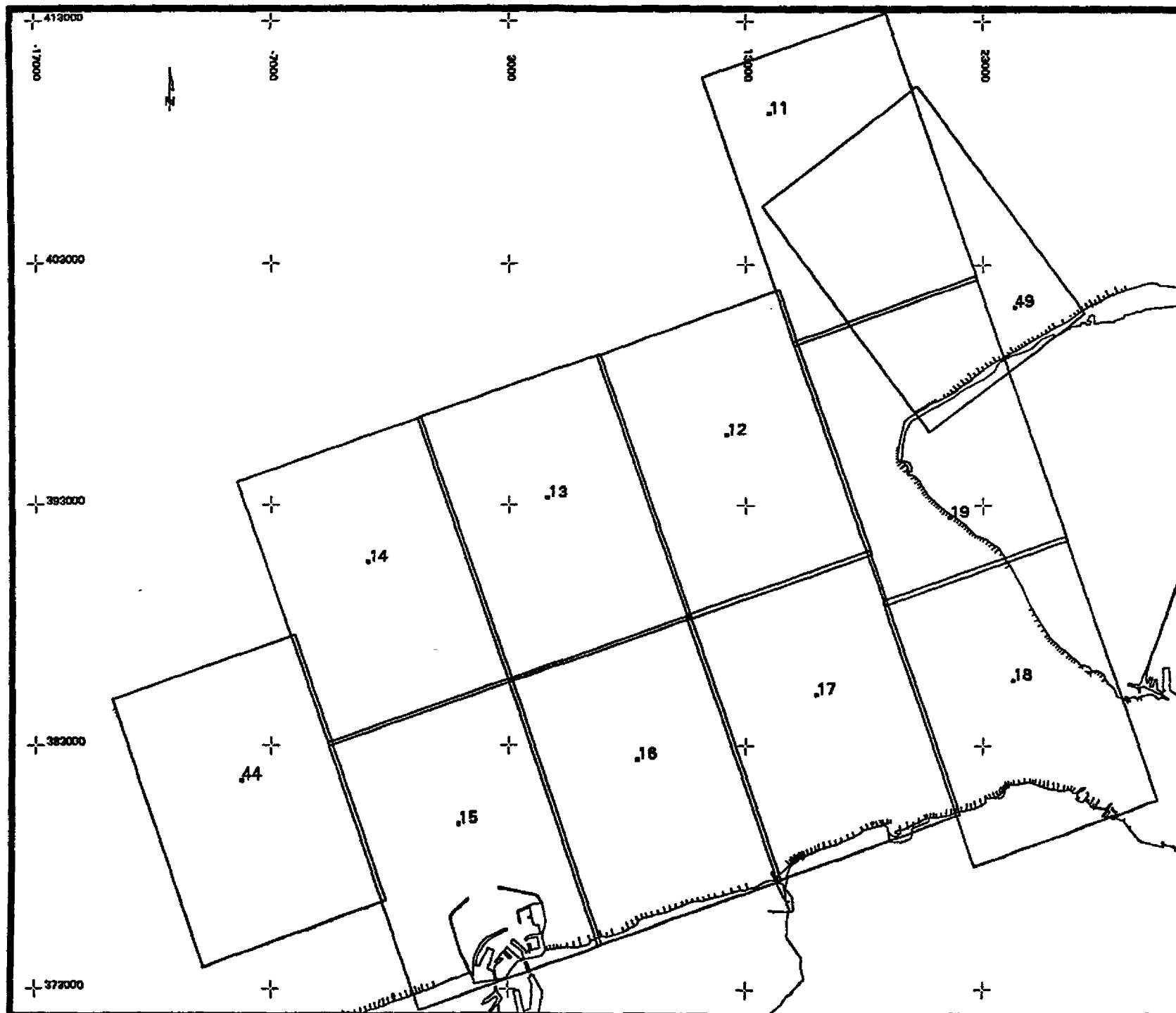
1818 t/m 1951 C-6 56.256

t/m 1934 C-6 56.214
1935 t/m 1944 C-6 56.215
1945 t/m 1949 C-6 56.216
1950 t/m 1955 C-6 56.217
1951 t/m 1962 C-6 56.257
1956 t/m 1965 C-6 58.97
1960 t/m .. C6 63.471

- I. Rijksarchief in Den Haag
- II. Rijksarchief in Middelburg
- III. Dienst der Hydrografie van de Marine, Den Haag
- IV. RIKZ Middelburg
- V. Directie Zeeland
- VI. Meetdienst Zeeland
- VII. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Leefmilieu en Infrastructuur.

Deze verschillende instanties konden op verschillende manieren een groot aantal verschillende kaarten leveren:

- ad 1) Het Rijksarchief in Den Haag heeft het archief van de Hydrografische Dienst van de Marine overgenomen tot 1938. Dit archief bestaat uit zeekaarten, hydrografische kaarten en minuutbladen. Van de kaarten zijn negatieven leverbaar.
- ad 2) Het Rijksarchief Middelburg beschikt over een klein aantal zeekaarten afkomstig van de Meetdienst Zeeland. Van een aantal kaarten zijn 1:1 copieën gemaakt.
- ad 3) De Hydrografische dienst van de Marine bezit alle minuutbladen die door deze dienst zijn vervaardigd vanaf 1938. Ook van deze kaarten zijn 1:1 afdrukken te krijgen.
- ad 4) Bij het RIKZ was de kaart van Beutemp-Beaupré van de Westerschelde al aanwezig.
- ad 5) De directie heeft de gegevens die door de Meetdienst worden gemeten verwerkt. Van de directie zijn digitale gegevens afkomstig.
- ad 6) De Meetdienst beschikt over een aantal hydrografische kaarten die ook aanwezig zijn bij het rijksarchief in Den Haag. Een aantal van deze kaarten stonden op calque waardoor ze gemakkelijk te reproduceren zijn.
- ad 7) Van het ministerie hebben we een groot aantal gegevens (1800 t/m 1995) ontvangen in diverse soorten materiaal (1:1 copieën, negatieven en positieven)



OVERZICHT RWS VAKKODDINGEN Westerscheldemonding

Loding vanaf 1960

BIJLAGE A.2

Bron: RWS vakkoddingen.

Schaal 1:225.000



Annemiek van der Sluis
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

[illegible]**COSTENDE**

Gelode gebieden langs de
Belgische kust sinds 1980

BIJLAGE B Inventarisatie overgegevens

BIJLAGE B

Walcheren

Gebied	Meting	Jaar	Aantal raaien	Frequentie	Locatie
Westwatering	s	1882 t/m 1924	30	Jaarlijks	Peilboek 10,16
	s	1924 t/m 1967	30	om 2 jr, niet '42- 46	Peilboek 16 (t/m 1940)
	o	1882 t/m 1967	variërend	jaarlijks	Peilboek 9
Rijkszeewering	o	1868 t/m 1964	23 later 30		Peilboek 7,7a,8
Noordwatering	s	1882 t/m 1924	22	jaarlijks	Peilboek 12,16
	s	1924 t/m 1942	22	om de 2 jaar	Peilboek 16 (t/m 1940)
	s	1947 t/m 1958	22	jaarlijks	onbekend
	s	> 1958	40	jaarlijks	onbekend
	o	1882 t/m 1920			Peilboek 11
Geheel Walcheren	d	>1967		1 maal per 5 jaar	DONAR,ZEEKOE
	o	>1967		Jaarlijks	DONAR,ZEEKOE

Zeeuwsch Vlaanderen

Gebied	Meting	Jaar	Aantal raaien	Frequentie	Locatie
	s	1882 t/m 1960	variërend	variërend	Peilboek 1a, microfilm
	o	1875 t/m 1955	variërend	variërend	onbekend, microfilm
	d	1880 t/m 1960	variërend	variërend	microfilm
	d	>1967		1 maal per 5 jaar	DONAR,ZEEKOE
	o	>1967		Jaarlijks	DONAR,ZEEKOE

Belgisch Vlaanderen

Jaar	Meting	Aantal raaien	Frequentie	Locatie
'54,'62,'70,'72,'75,'76,'79 en '82	Peiling bodem ligging	onbekend	n.v.t.	onbekend
1971-1973	s	onbekend	halfjaarlijks	onbekend
1976-1978	s	onbekend	halfjaarlijks	onbekend

s = strandmetingen

o = oeversmetingen

d = doorlodingen

de Nederlandse gegevens zijn deels aanwezig bij het Archief van Directie Zeeland (afdeling NXI)

de Belgische gegevens zijn waarschijnlijk aanwezig bij het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap

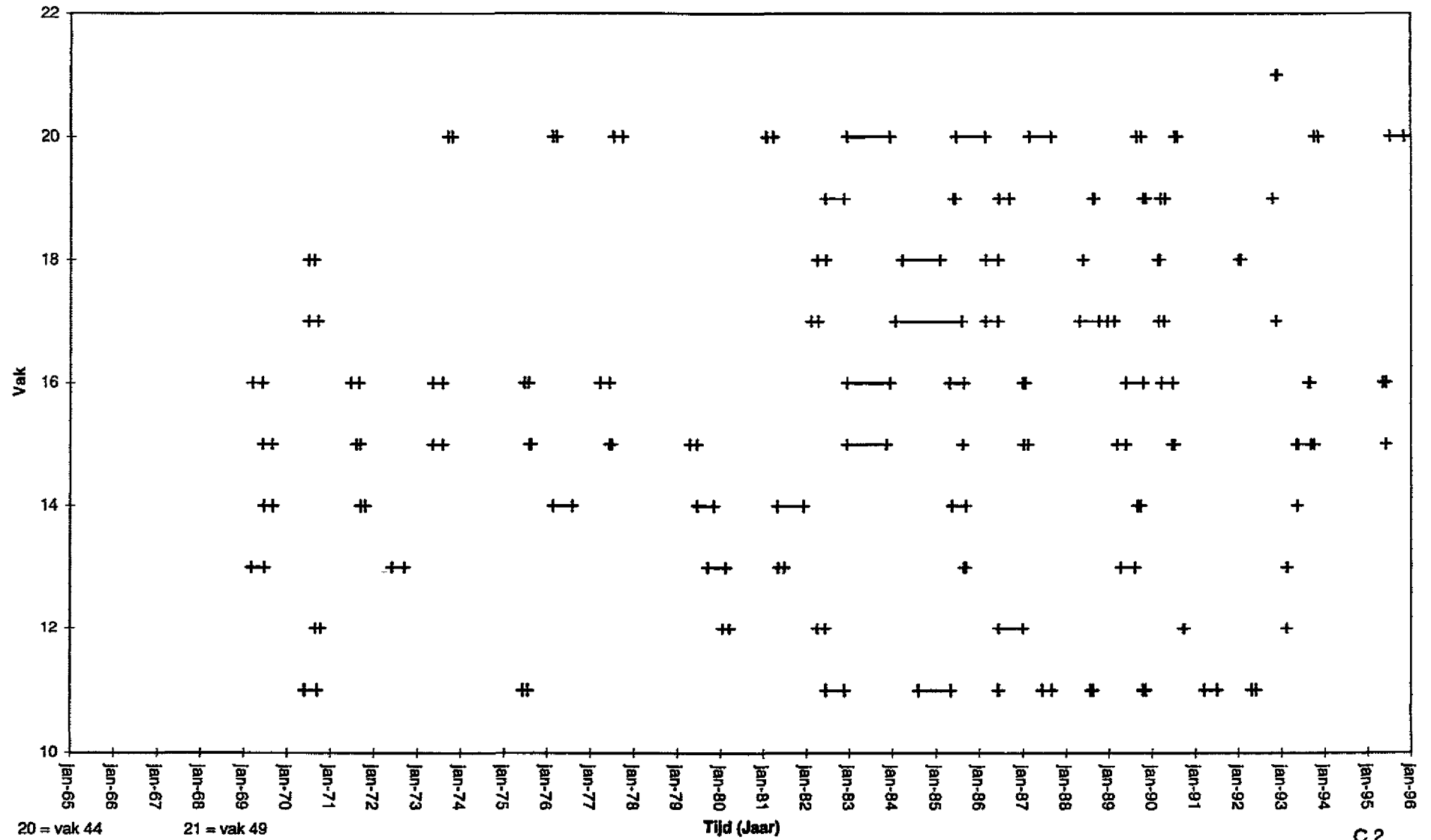
bron: van Enckevort (1996)

BIJLAGE C Overzicht van de beschikbare vaklodingsgegevens

Bijlage C.1 Overzicht beschikbare grid van de Westerscheldemonding

Vak	11	12	13	14	15	16	17	18	19	44	49
Jaar											
64	.						.	.	.		
65		.									
66			.			.					
67	.							.	.		
68		.					.				.
69			.	.	.	.					
70	.	.					.	.	.		
71				.	.	.					
72	.	.	.				.	.	.		.
73				.	.	.				.	
74	.	.					.	.	.		
75			.		.	.					
76	.	.		.			.	.	.	.	.
77					.	.				.	
78	.	.	.	.			.	.	.		
79				.	.	.				.	
80	.	.	.				.	.	.		.
81			.	.	.	.				.	
82	.	.					.	.	.		
83					.	.				.	.
84							.	.			
85	.		.	.	.	.			.	.	
86	.	.					.	.	.		
87	.				.	.			.	.	
88	.						.	.	.		.
89	.		.	.	.	.	.		.	.	
90		.			.	.	.	.	.	.	
91	.										
92	.						.	.	.		.
93		.	.	.	.	.				.	
94	.						.	.	.		
95					.	.				.	.
96	.						.		.		

Overzicht lodingsperiode



BIJLAGE D Ontwikkeling van de natte volumina van de lodingsvakken

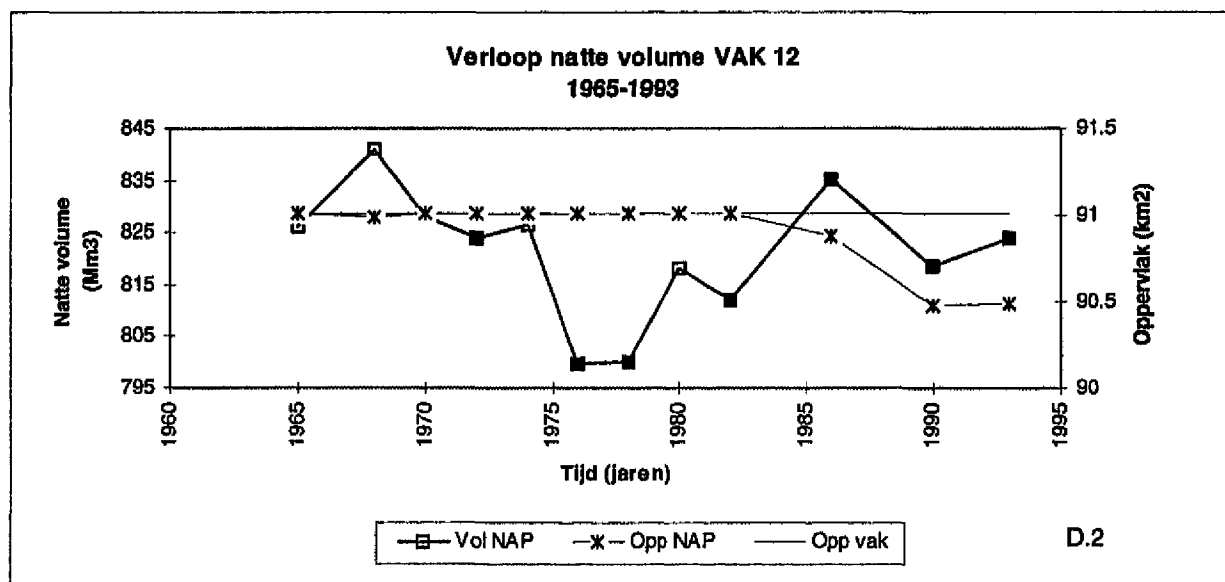
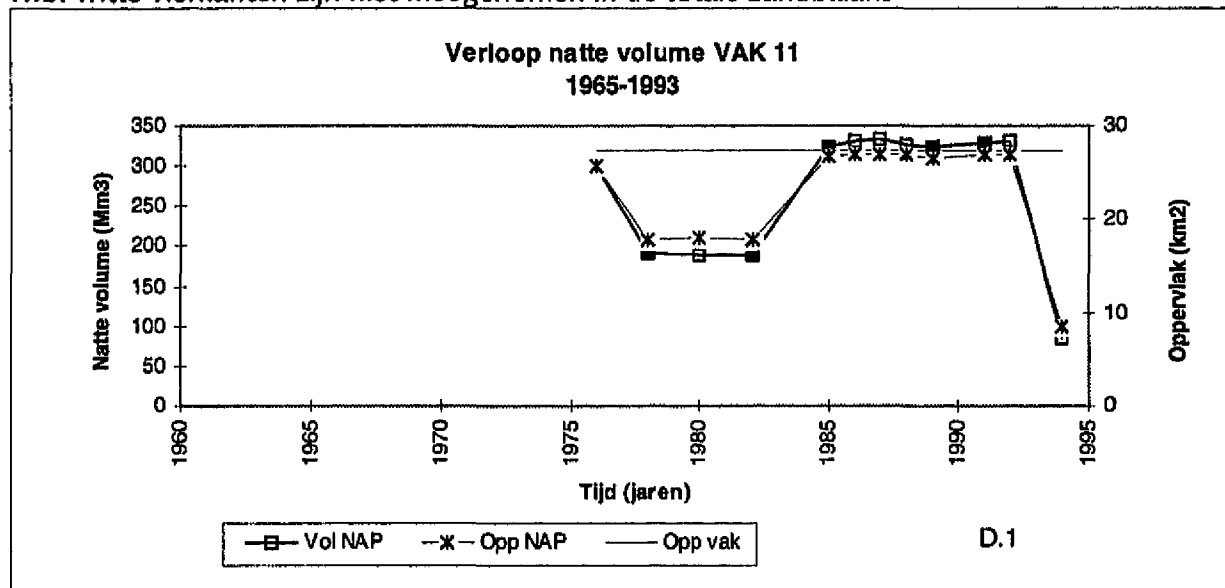
BIJLAGE D

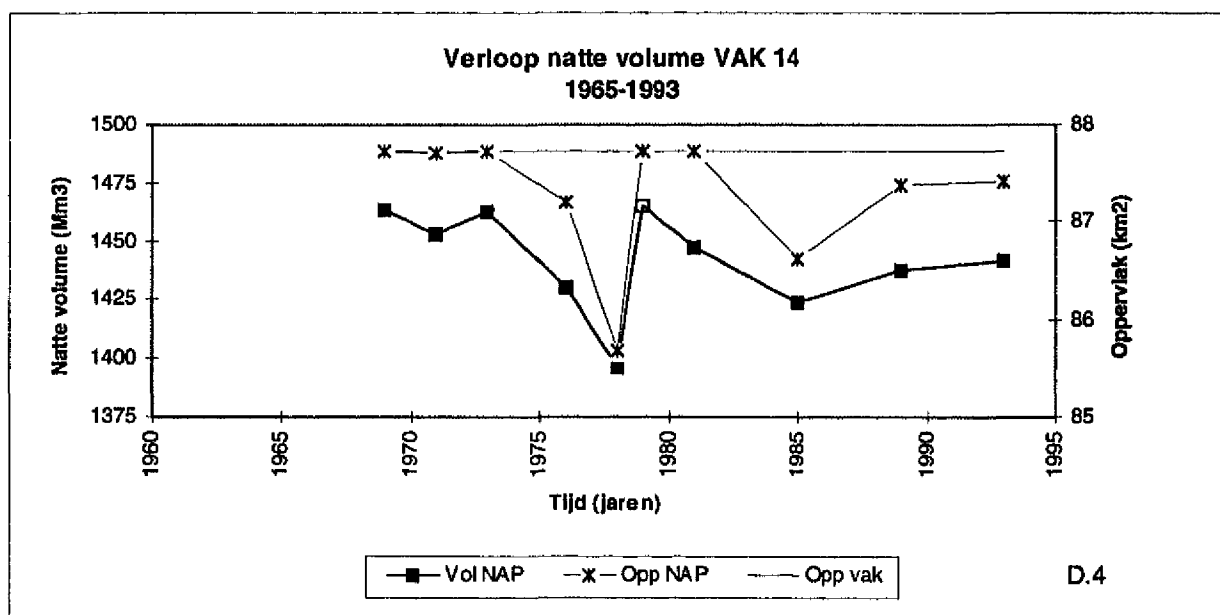
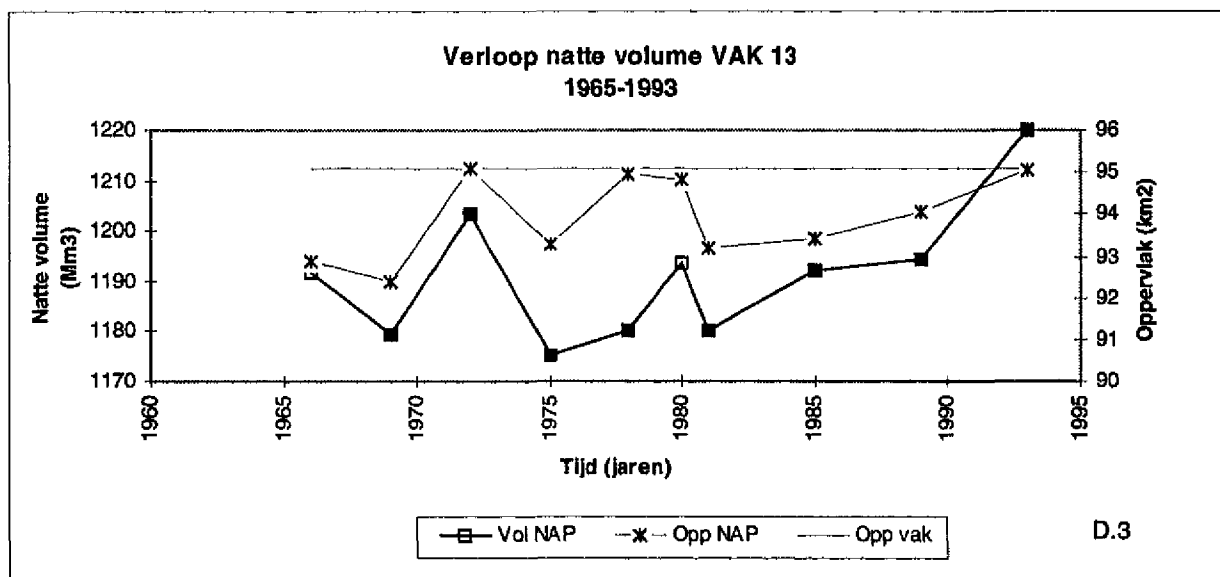
Vol NAP: het natte volume onder NAP

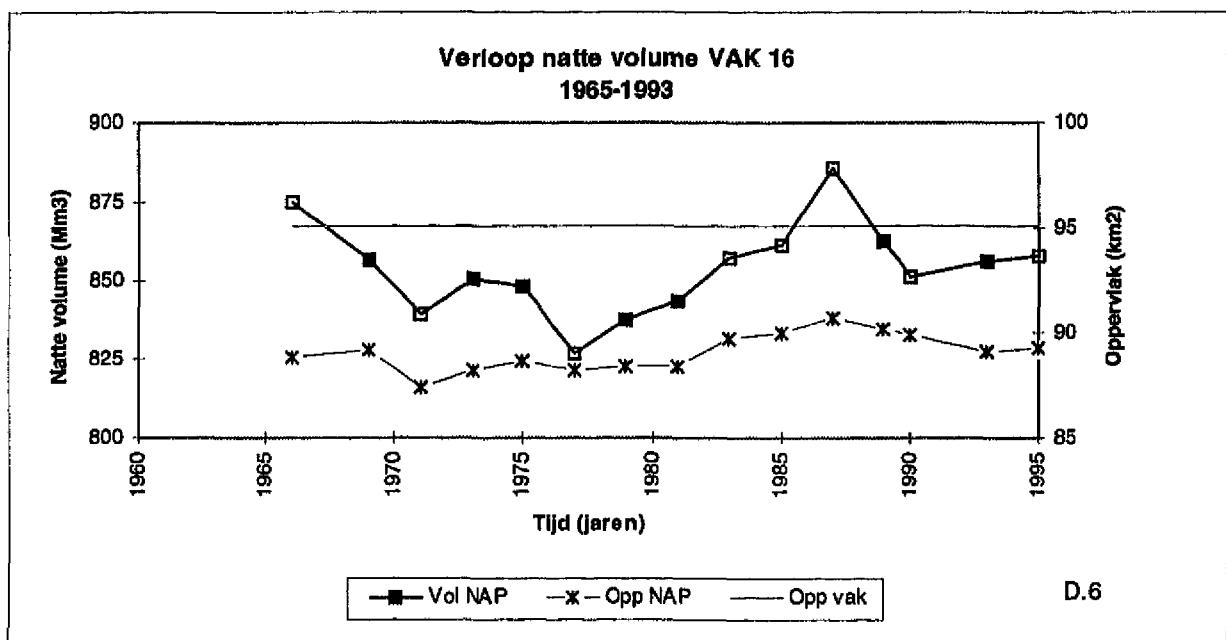
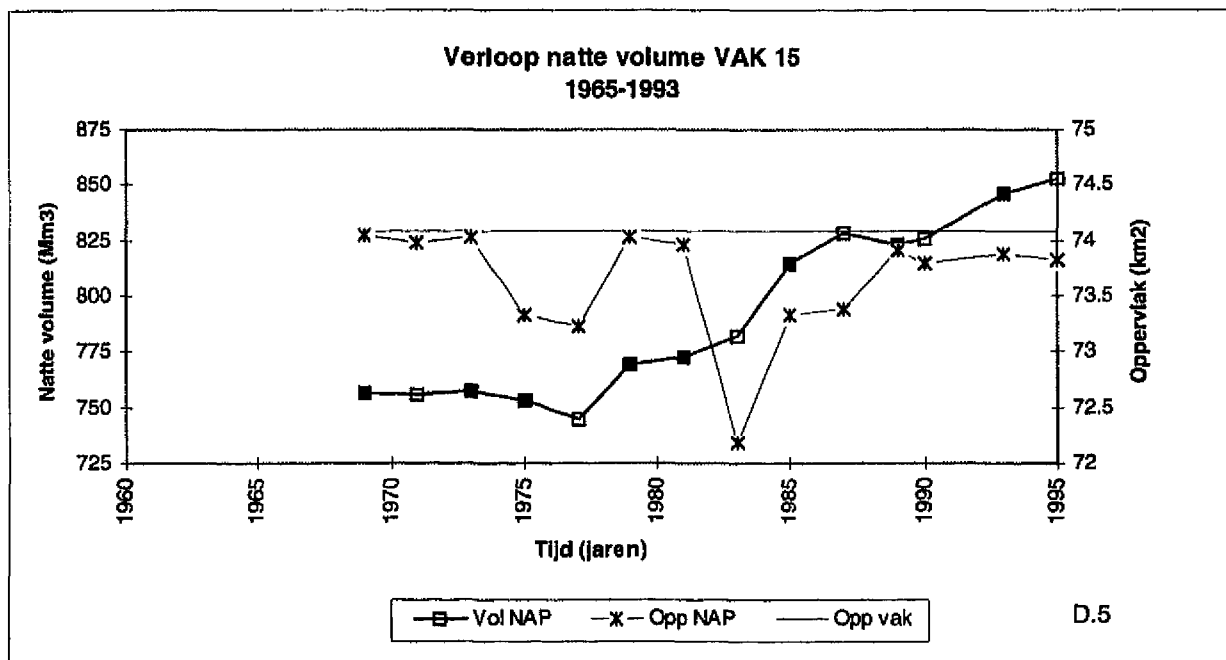
Opp NAP: het oppervlak op NAP niveau

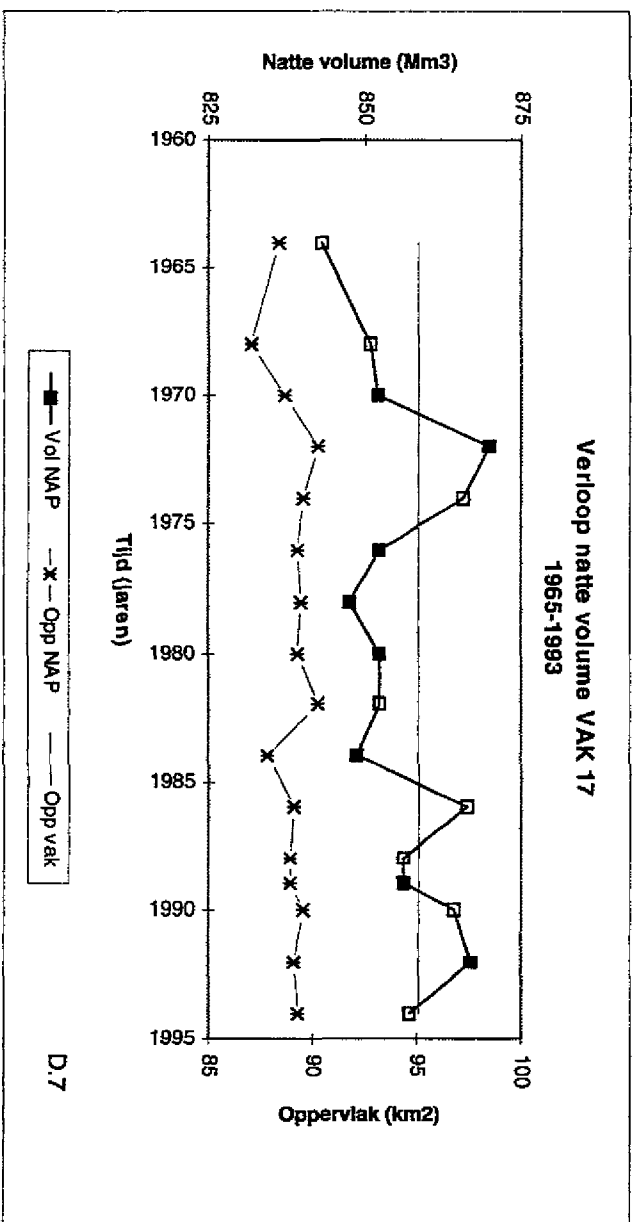
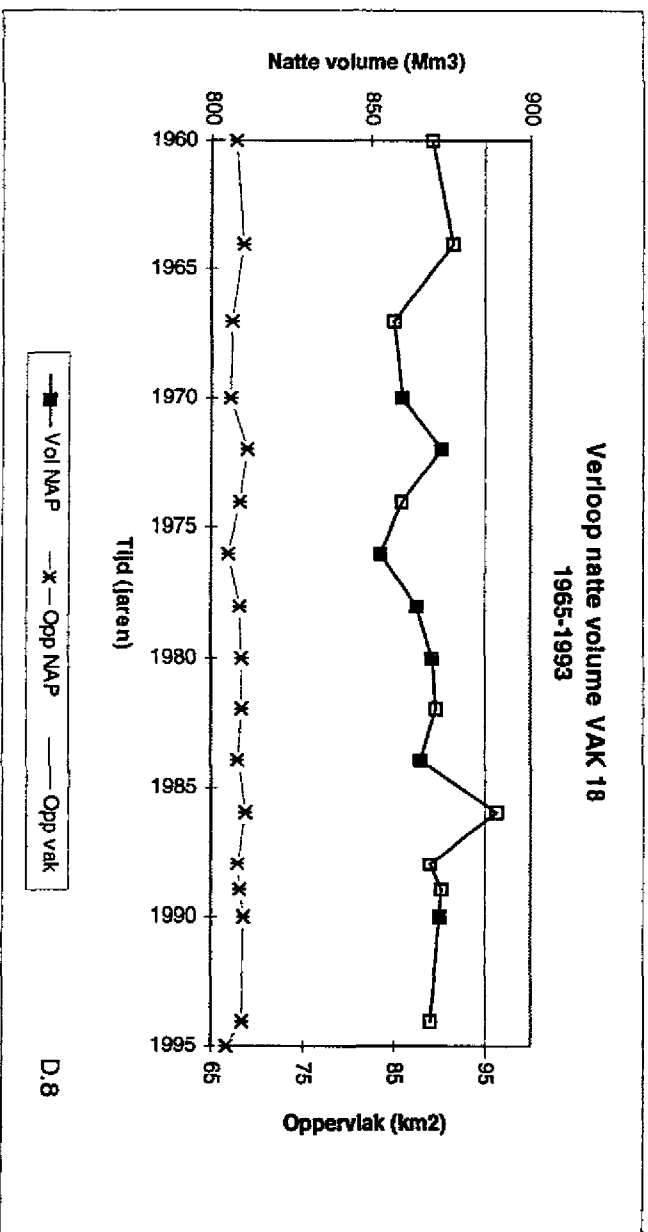
Opp VAK: oppervlak van het vak waarover de balans is berekend, dit kan veranderen Door het ontbreken van data.

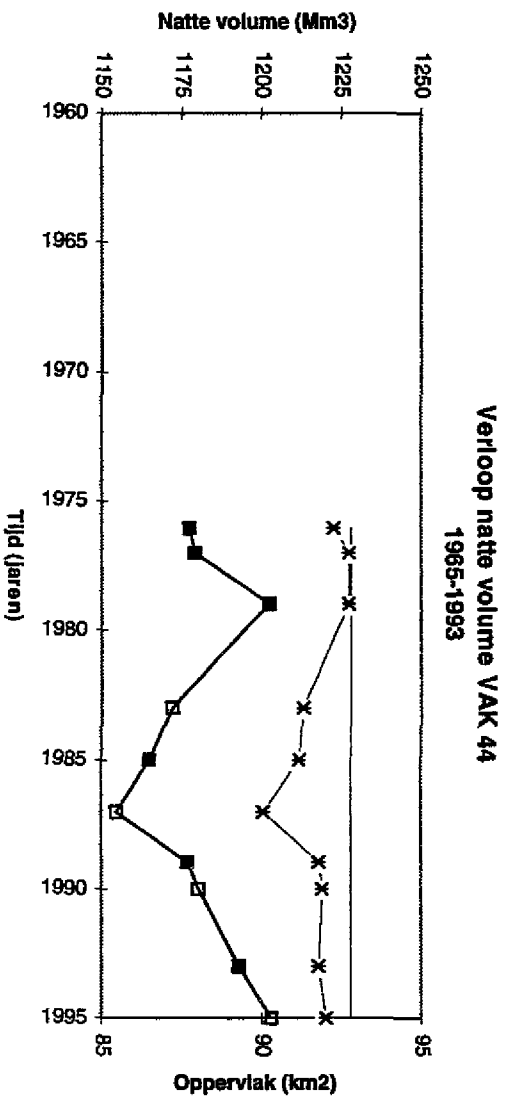
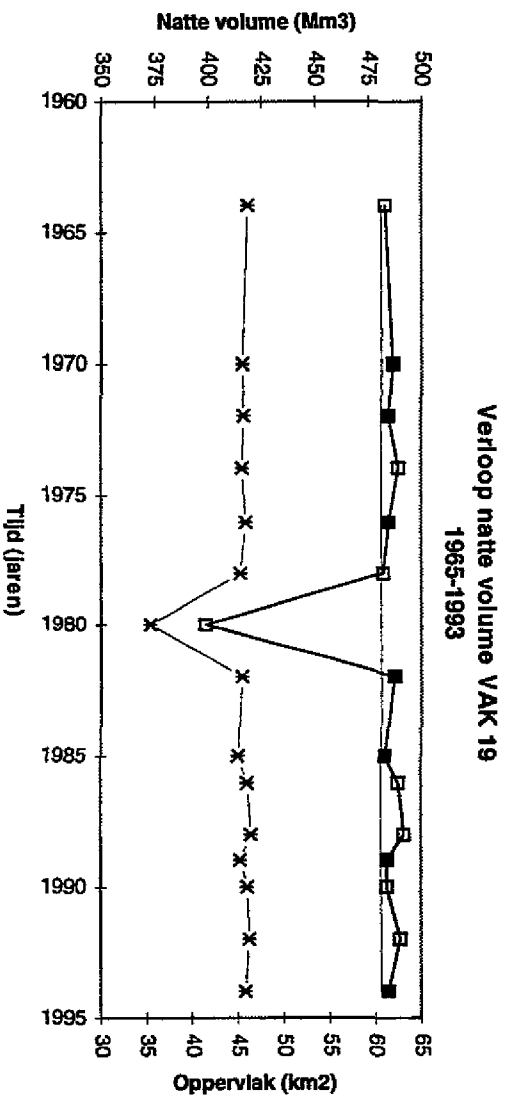
N.B. witte vierkanten zijn niet meegenomen in de totale zandbalans



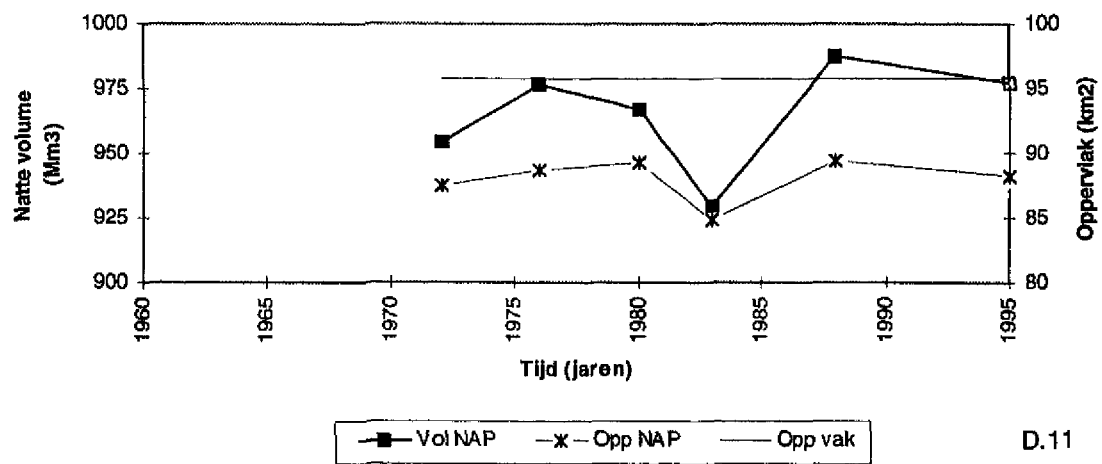






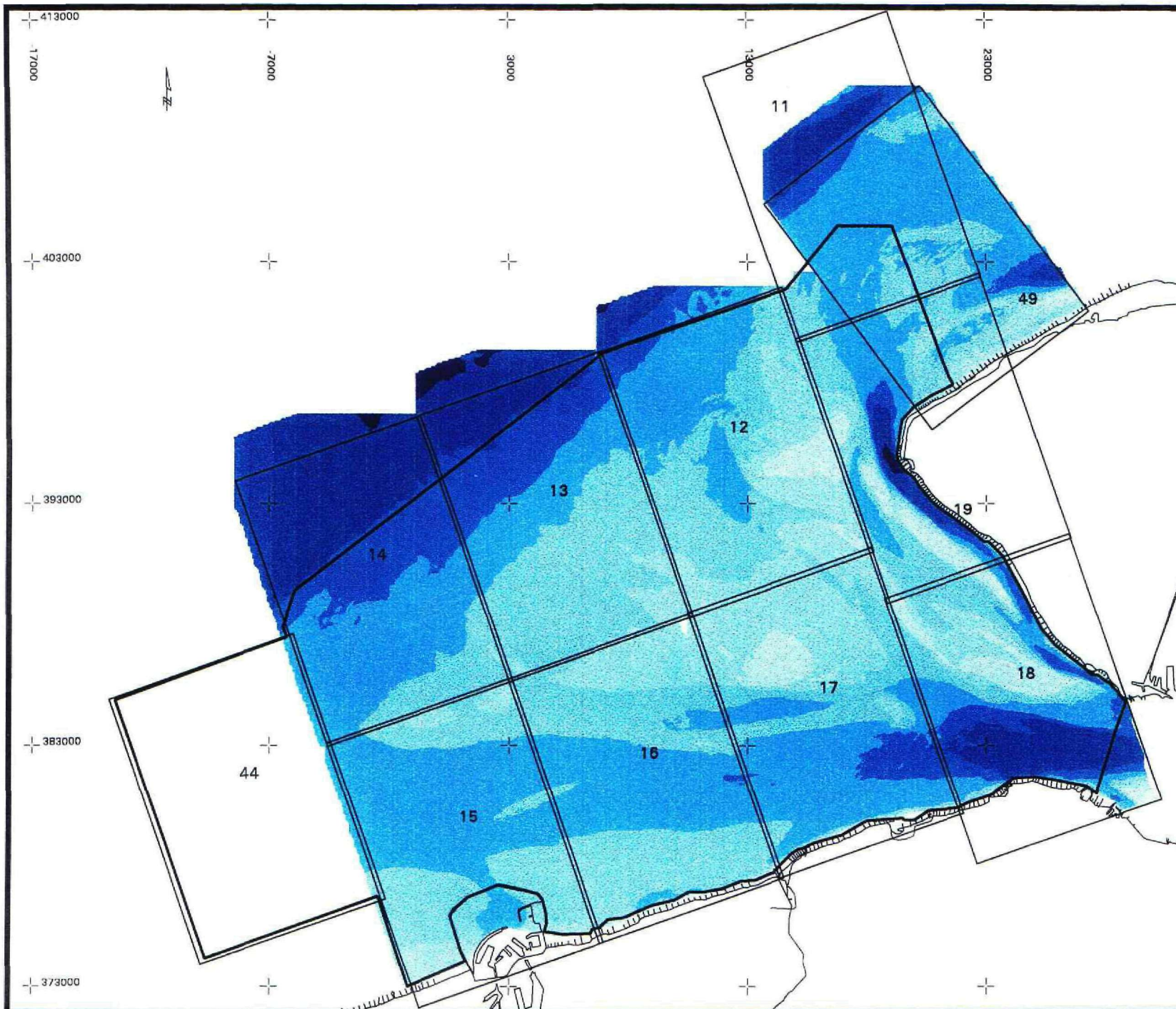


Verloop natte volume VAK 49
1965-1993



D.11

BIJLAGE E Dieptekaarten Westerscheldemonding 1969-1993



DIEPTEKAART Westerscheldedemoning 1969/1970

Legenda

	-100 tot -30 m
	-30 tot -20 m
	-20 tot -15 m
	-15 tot -10 m
	-10 tot -7.5 m
	-7.5 tot -5 m
	-5 tot -2.5 m
	-2.5 tot -0 m
	0 tot 2.5 m
	2.5 tot 4 m

Zandbalansvak

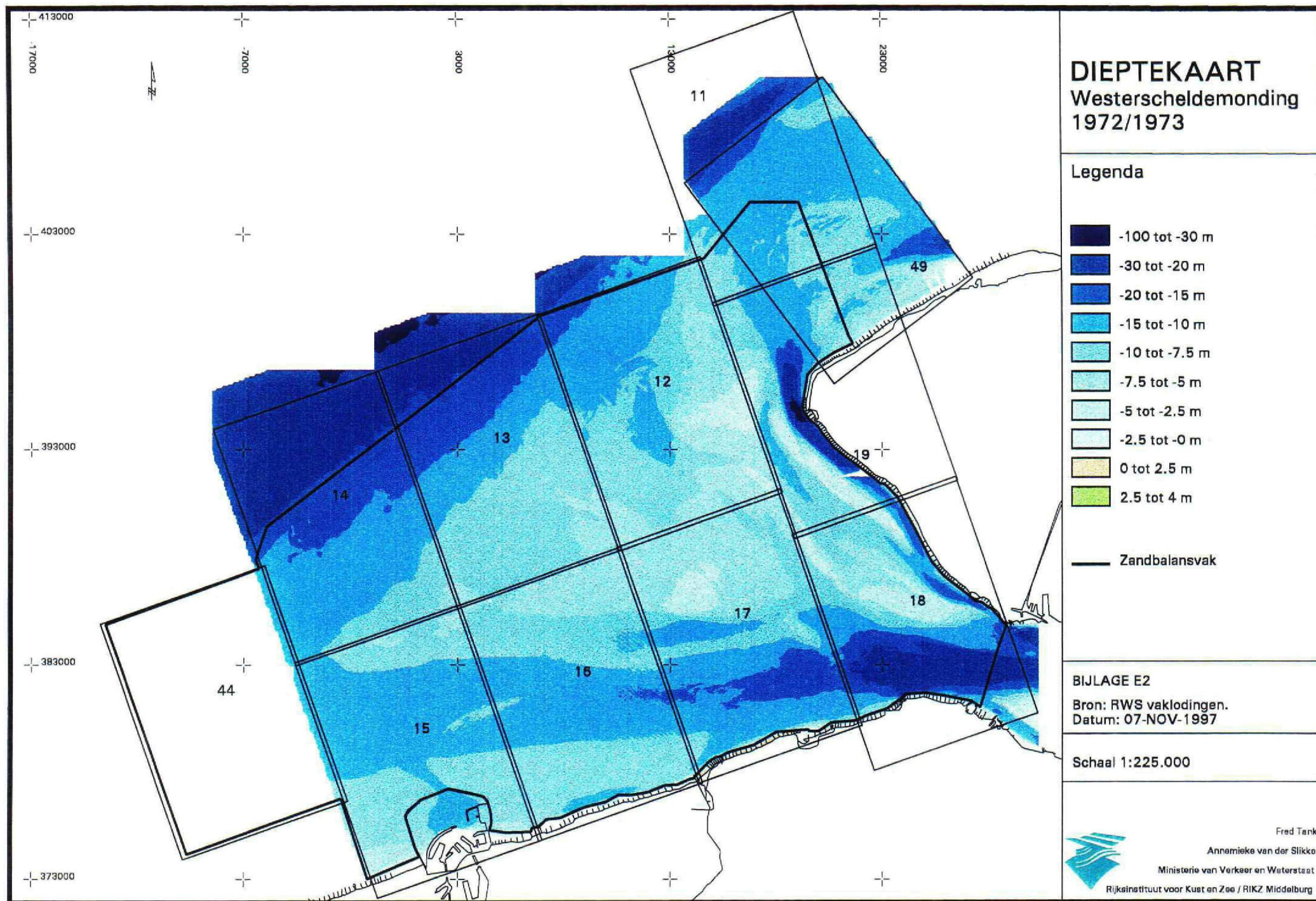
BIJLAGE E1

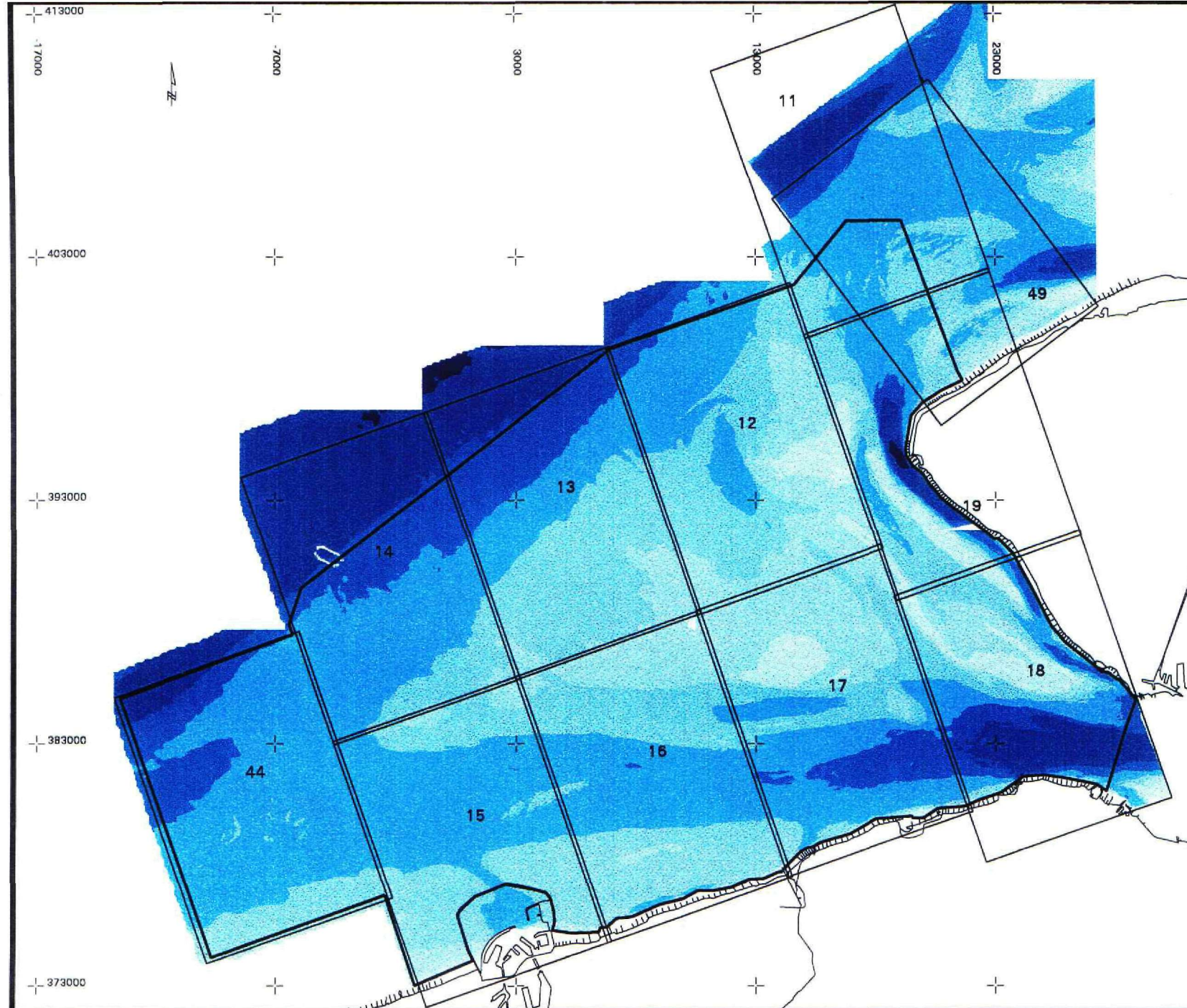
Bron: RWS vaklodingen.
Datum: 07-NOV-1997

Schaal 1:225.000



Fred Tank
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg





DIEPTEKAART Westerscheldedemoning 1975/1976

Legenda

	-100 tot -30 m
	-30 tot -20 m
	-20 tot -15 m
	-15 tot -10 m
	-10 tot -7.5 m
	-7.5 tot -5 m
	-5 tot -2.5 m
	-2.5 tot -0 m
	0 tot 2.5 m
	2.5 tot 4 m

Zandbalansvak

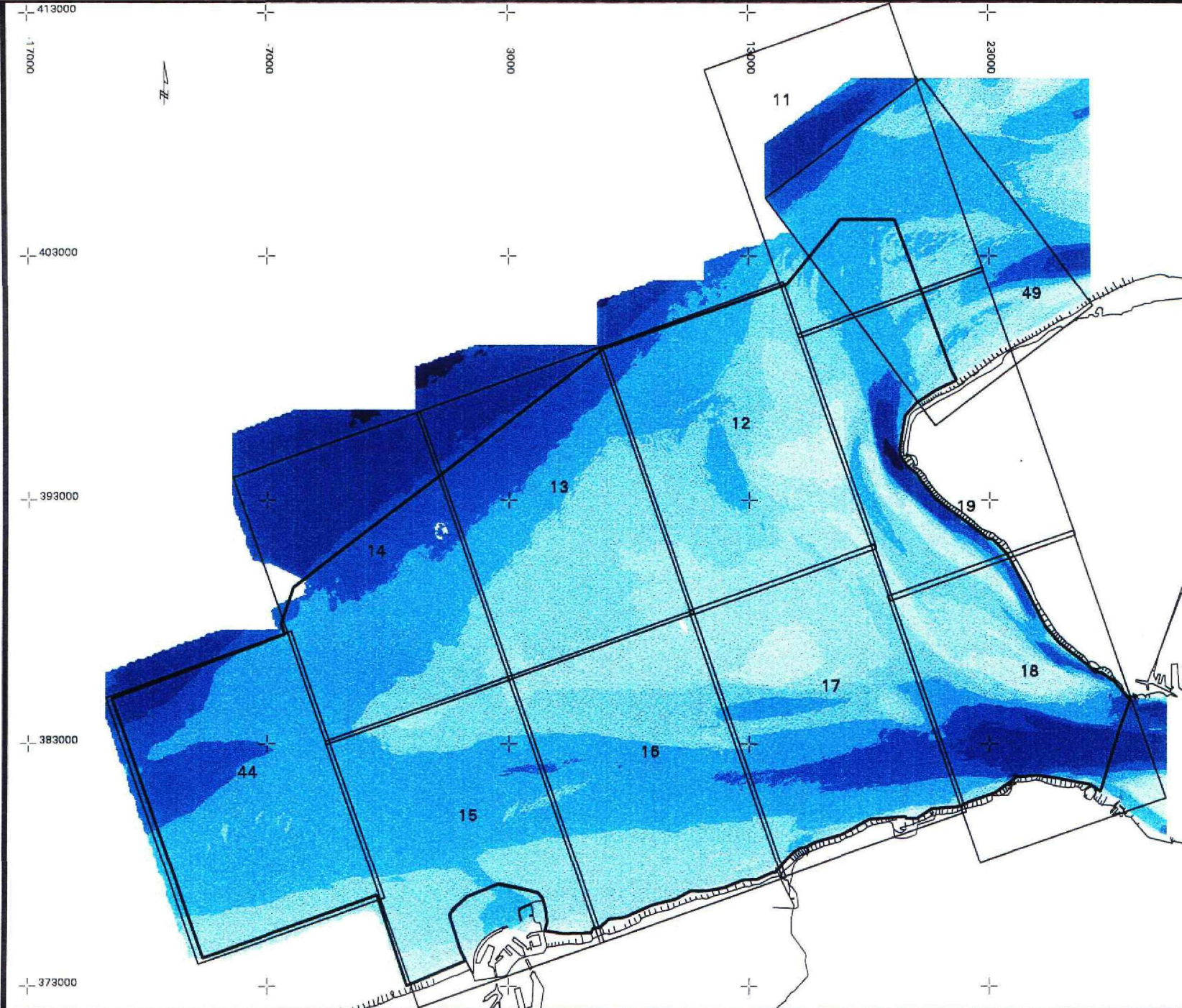
BIJLAGE E3

Bron: RWS vaklodingen.
Datum: 07-NOV-1997

Schaal 1:225.000



Fred Tank
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



DIEPTEKAART Westerscheldedemonding 1978/1979

Legenda

- 100 tot -30 m
- 30 tot -20 m
- 20 tot -15 m
- 15 tot -10 m
- 10 tot -7.5 m
- 7.5 tot -5 m
- 5 tot -2.5 m
- 2.5 tot -0 m
- 0 tot 2.5 m
- 2.5 tot 4 m

— Zandbalansvak

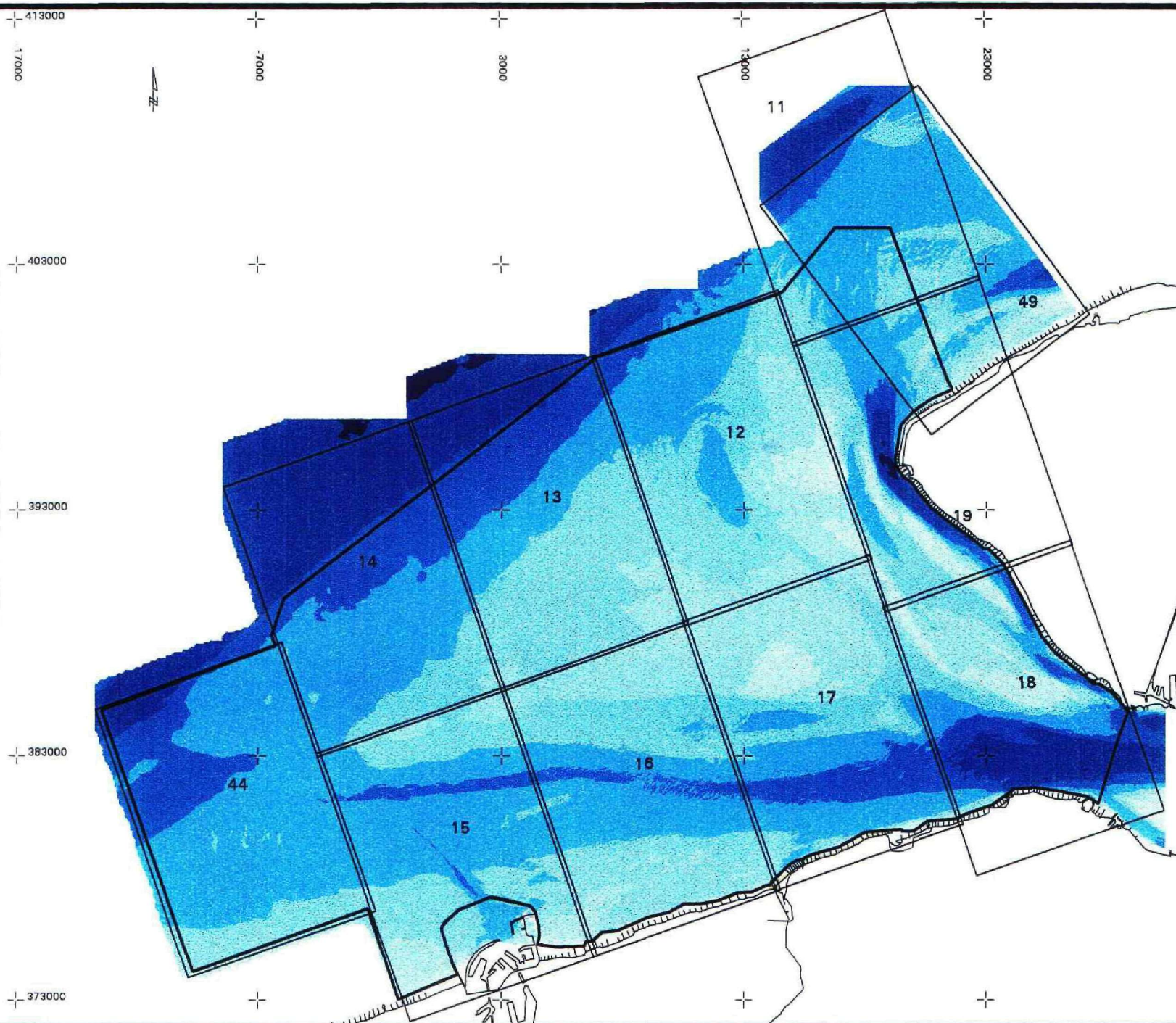
BIJLAGE E4

Bron: RWS vaklodingen.
Datum: 07-NOV-1997

Schaal 1:225.000



Fred Tank
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

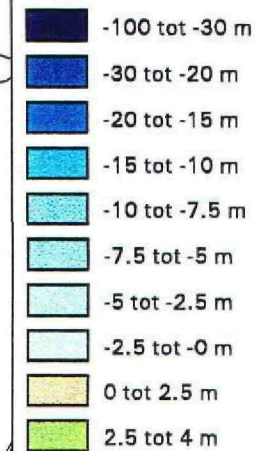


DIEPTEKAART

Westerscheldemonding

1981/1982

Legenda



Zandbalansvak

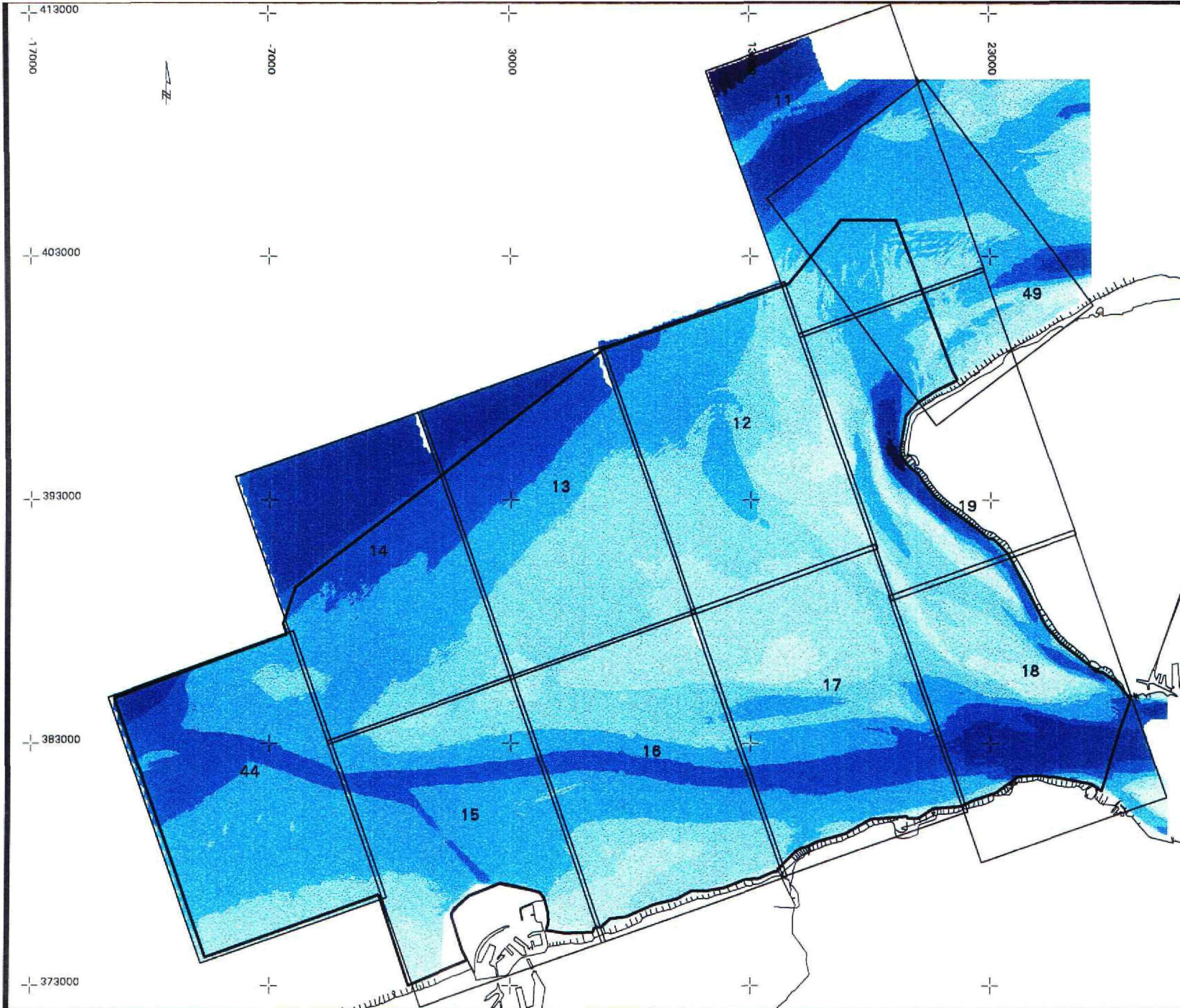
BIJLAGE E5

Bron: RWS vaklodingen.
Datum: 07-NOV-1997

Schaal 1:225.000



Fred Tank
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

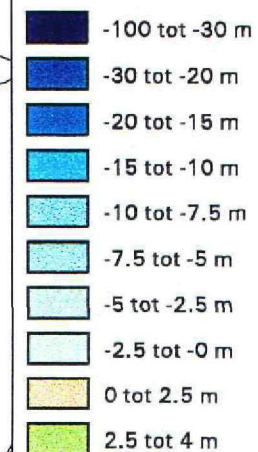


DIEPTEKAART

Westerscheldemonding

1985/1986

Legenda



Zandbalansvak

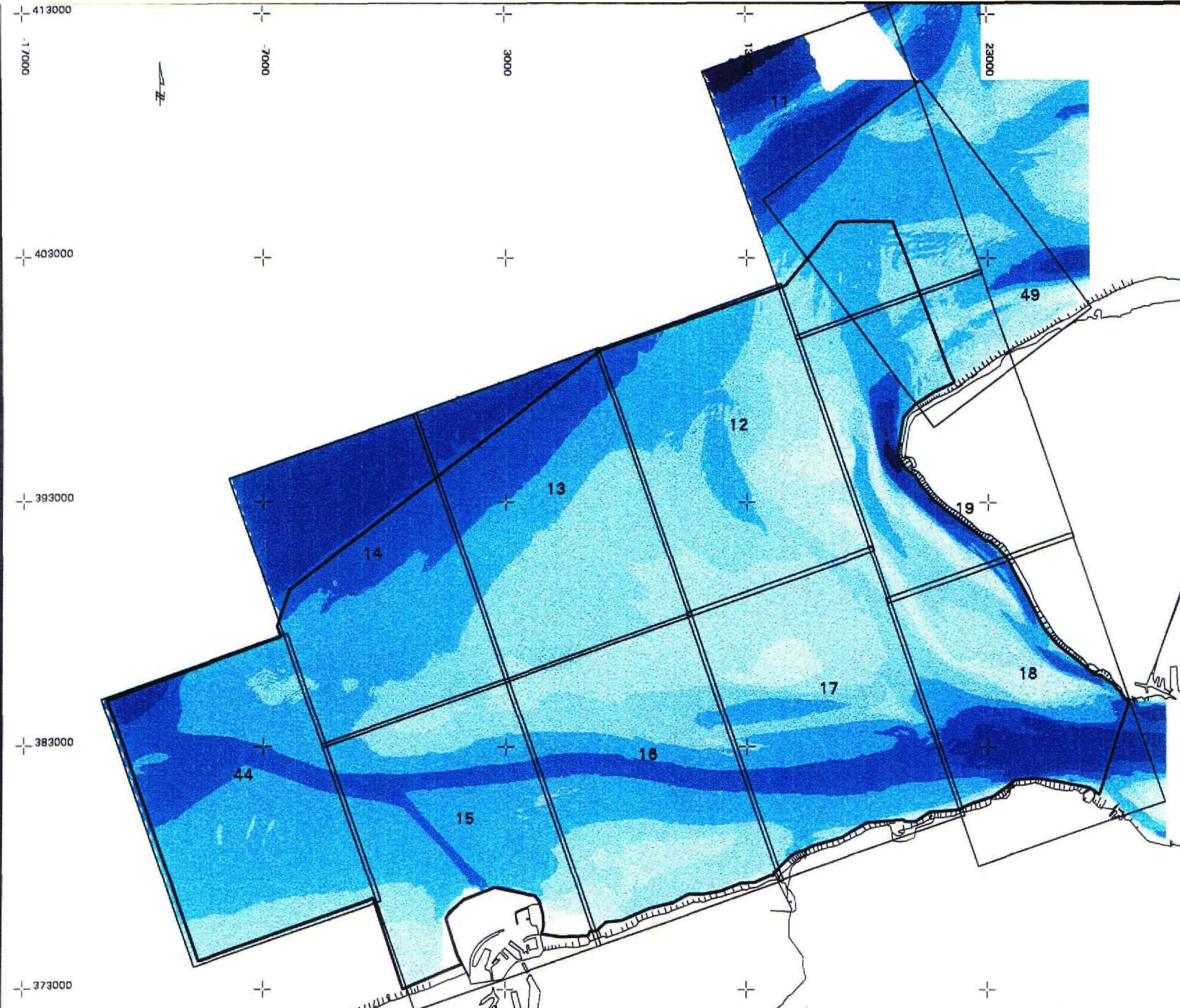
BIJLAGE E6

Bron: RWS vaklodingen.
Datum: 07-NOV-1997

Schaal 1:225.000



Fred Tank
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

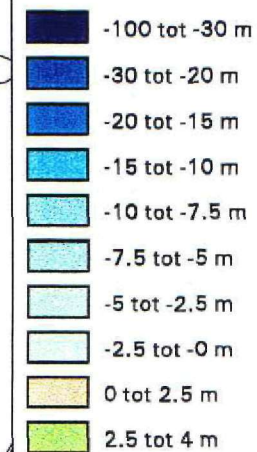


DIEPTEKAART

Westerscheldedemonding

1988/1989

Legenda



Zandbalansvak

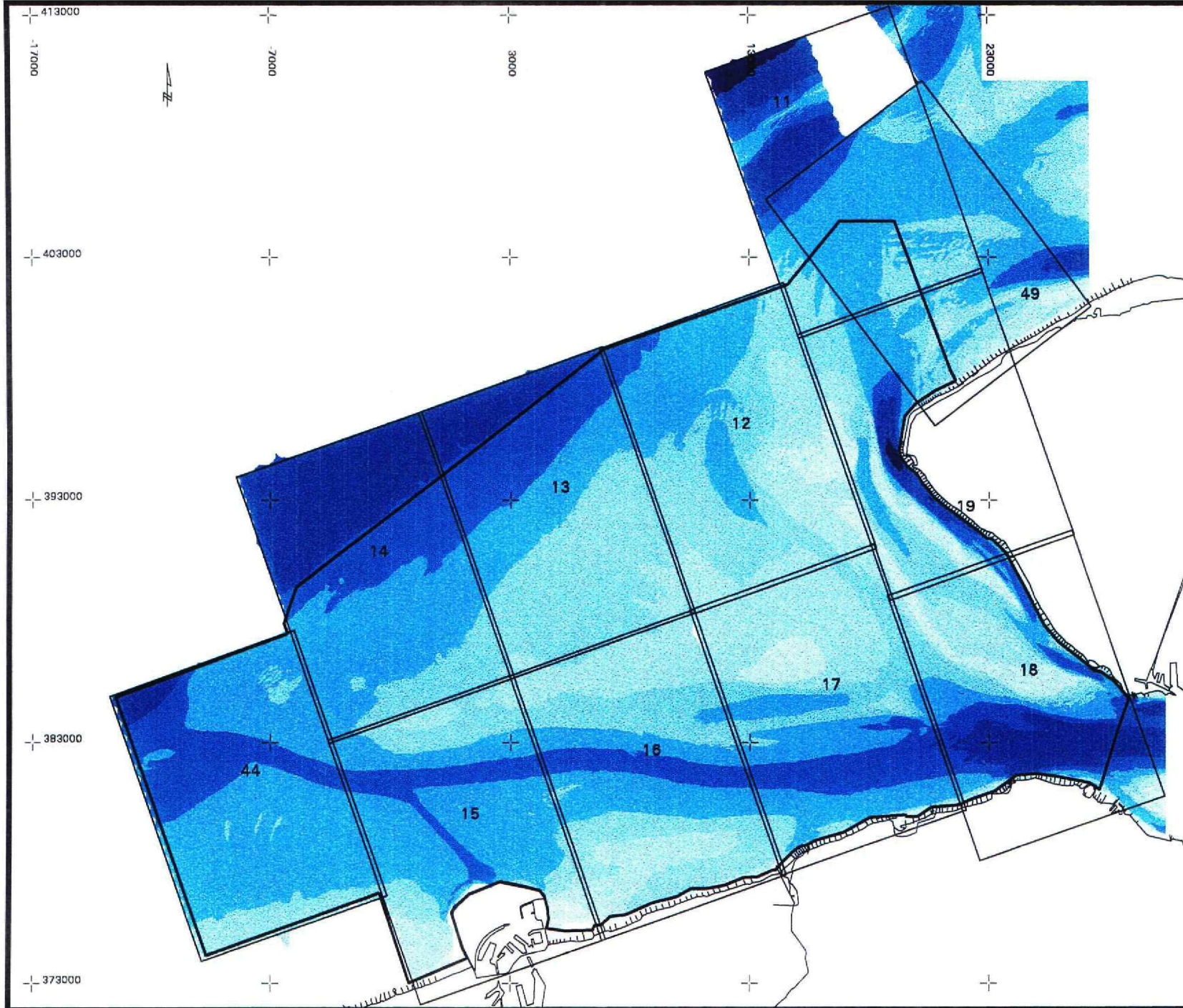
BIJLAGE E7

Bron: RWS vaklodingen.
Datum: 07-NOV-1997

Schaal 1:225.000



Fred Tank
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



DIEPTEKAART Westerscheldemonding 1992/1993

Legenda

	-100 tot -30 m
	-30 tot -20 m
	-20 tot -15 m
	-15 tot -10 m
	-10 tot -7.5 m
	-7.5 tot -5 m
	-5 tot -2.5 m
	-2.5 tot -0 m
	0 tot 2.5 m
	2.5 tot 4 m

Zandbalansvak

BIJLAGE E8

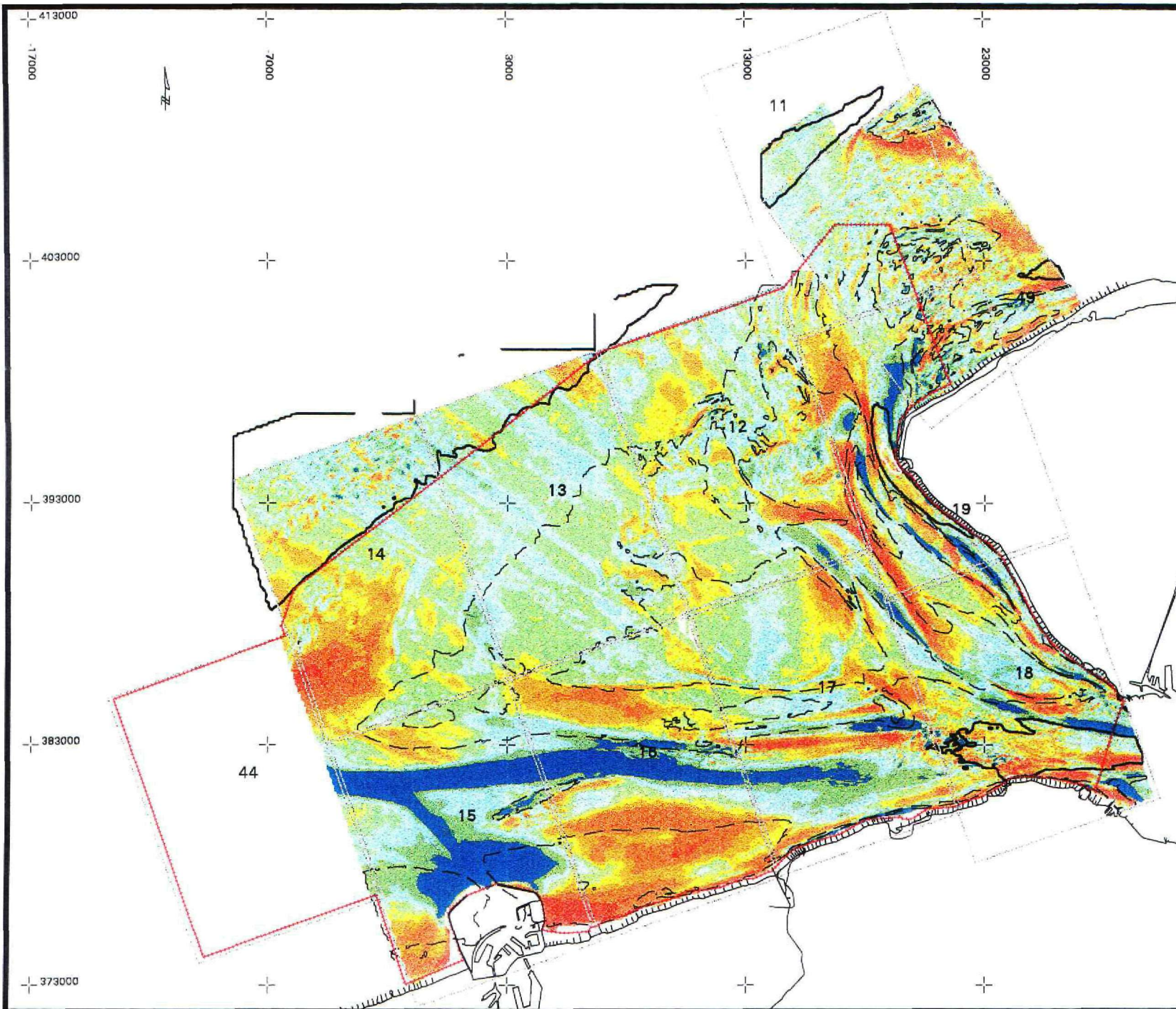
Bron: RWS vaklodingen.
Datum: 07-NOV-1997

Schaal 1:225.000



Fred Tank
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

BIJLAGE F Verschilkaarten Westerscheldemonding 1969-1993



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldedemoning
1969-1993

Legenda

- <-8 m
- 8 t/m -2 m
- 2 t/m -1 m
- 1 t/m -0.5 m
- 0.5 t/m -0.2 m
- 0.2 t/m 0.2 m
- 0.2 t/m 0.5 m
- 0.5 t/m 1 m
- 1 t/m 2 m
- 2 t/m 8 m
- >8 m
- 20 NAP
- 10 en -7.5 NAP
- Zandbalansvak

BIJLAGE F1a

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000

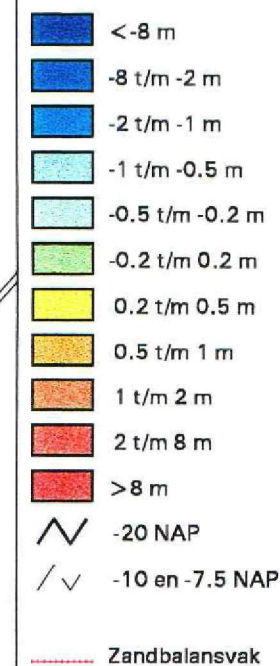


Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1969-1993

Legenda



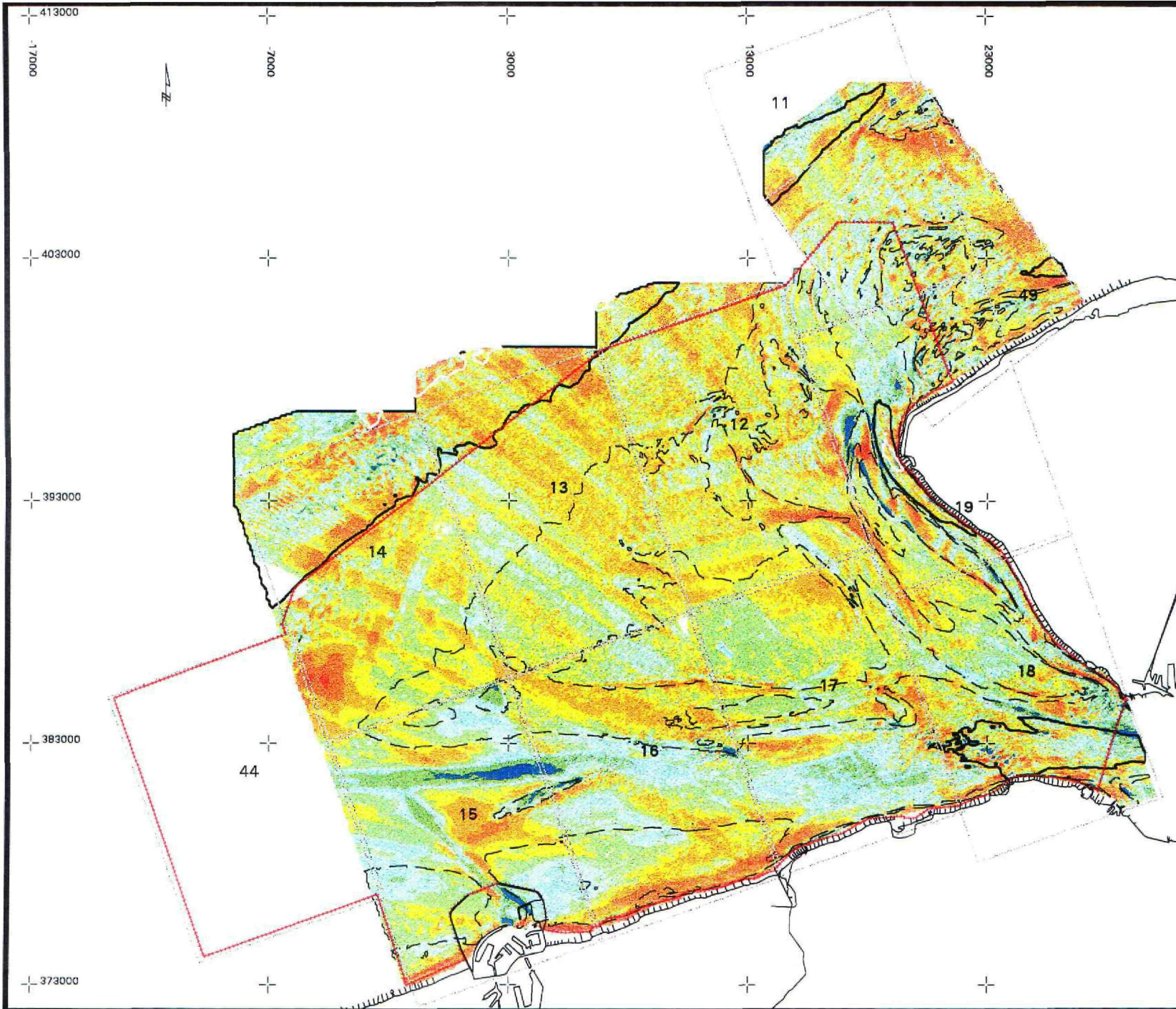
BIJLAGE F1b

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:100.000



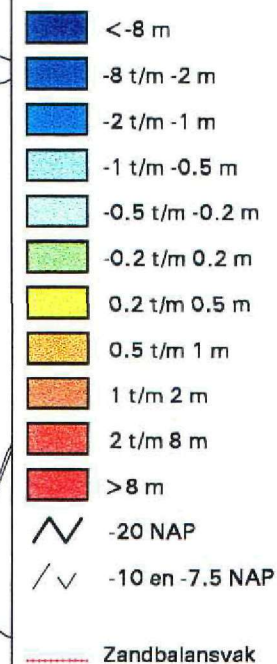
Annemieke van der Stikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1969-1978

Legenda



BIJLAGE F2a

Bron: RWS vaklodgingen.

Schaal 1:225.000

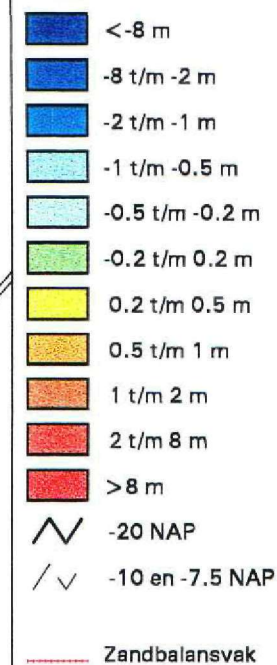


Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1969-1978

Legenda



BIJLAGE F2b

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:100.000

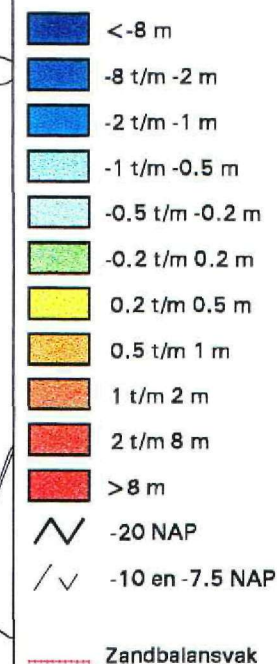


Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1979-1989

Legenda



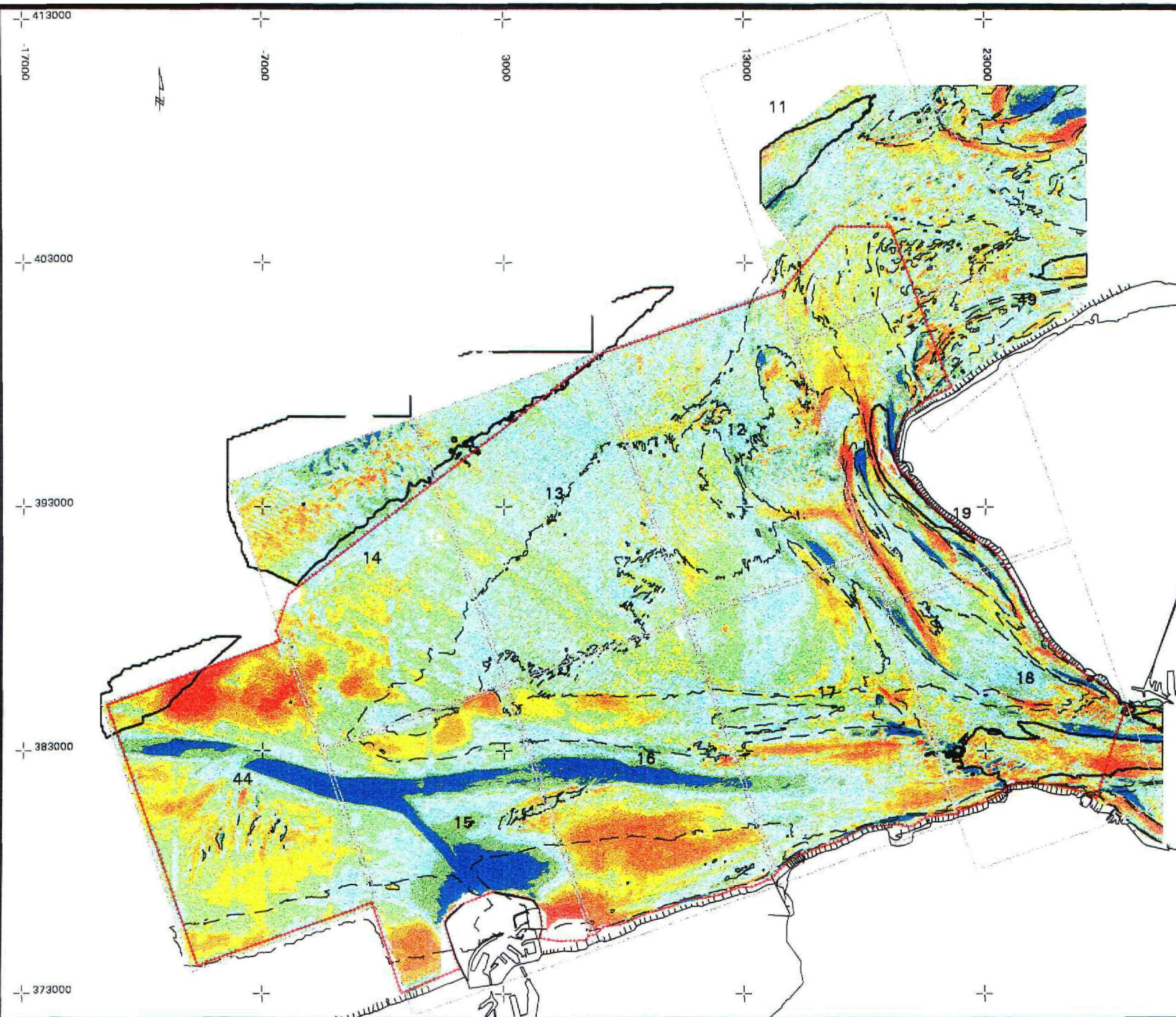
BIJLAGE F3a

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



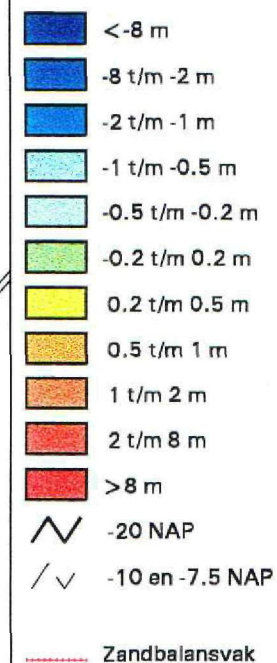
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldedemonding
1979-1989

Legenda



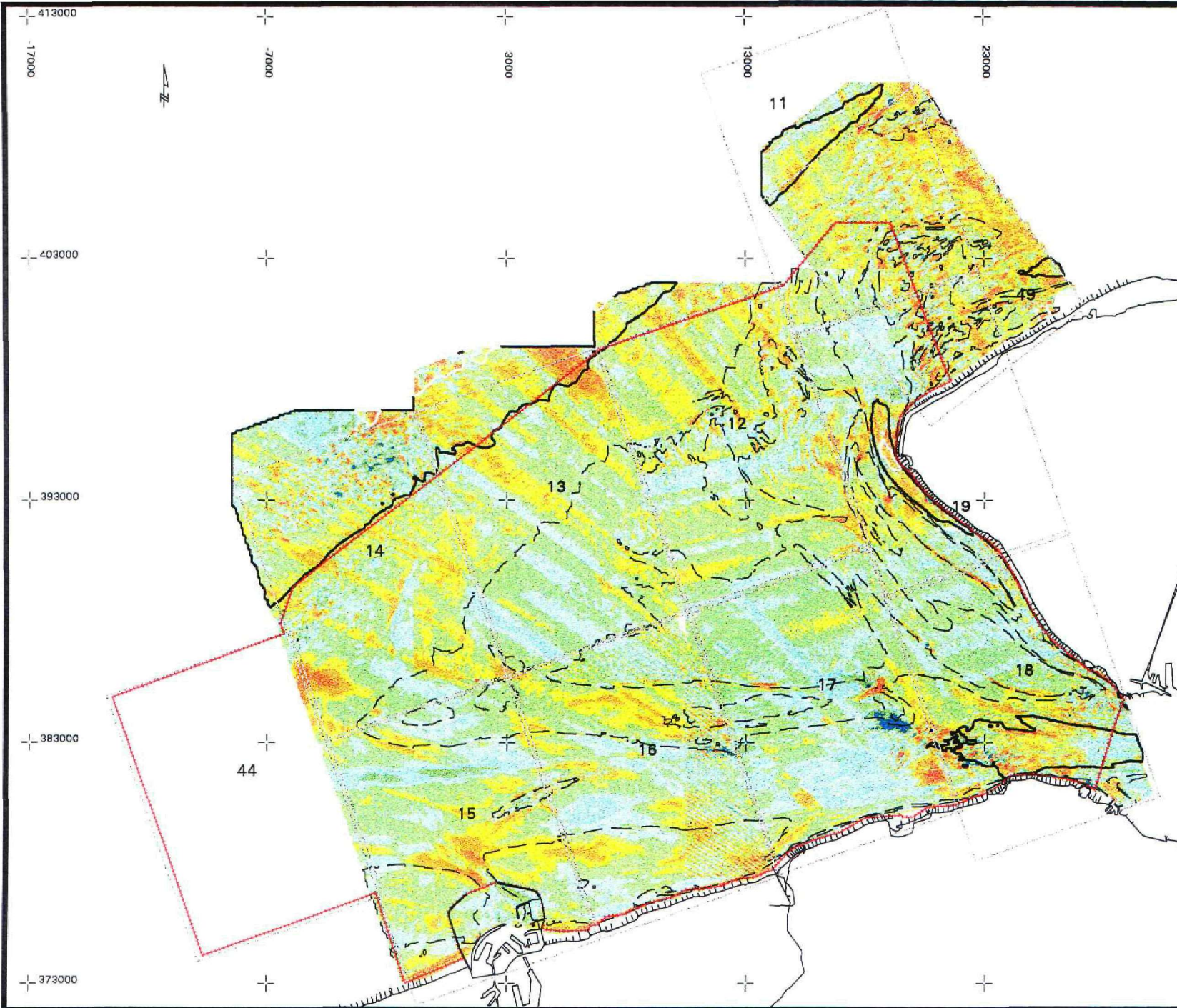
BIJLAGE F3b

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:100.000



Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1969-1972

Legenda

- < -8 m
- 8 t/m -2 m
- 2 t/m -1 m
- 1 t/m -0.5 m
- 0.5 t/m -0.2 m
- 0.2 t/m 0.2 m
- 0.2 t/m 0.5 m
- 0.5 t/m 1 m
- 1 t/m 2 m
- 2 t/m 8 m
- > 8 m
- 20 NAP
- 10 en -7.5 NAP
- Zandbalansvak

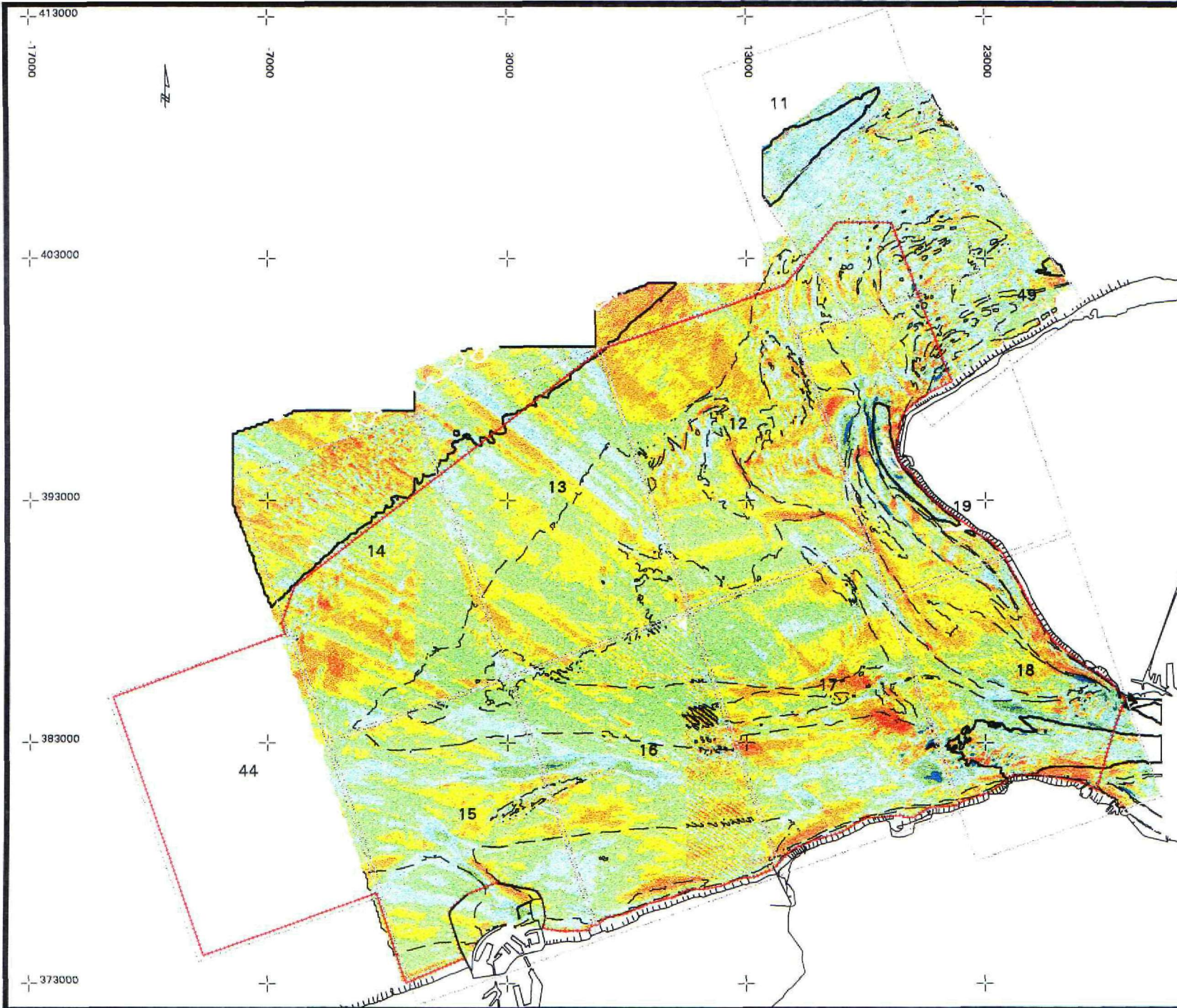
BIJLAGE F4

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



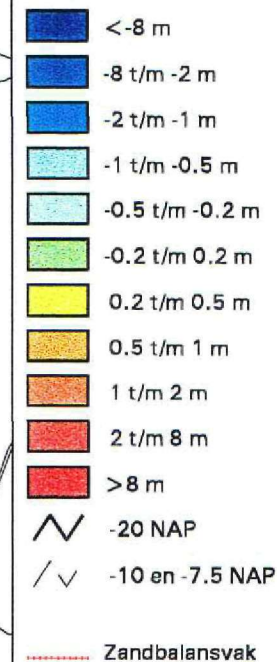
Annelieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1972-1976

Legenda



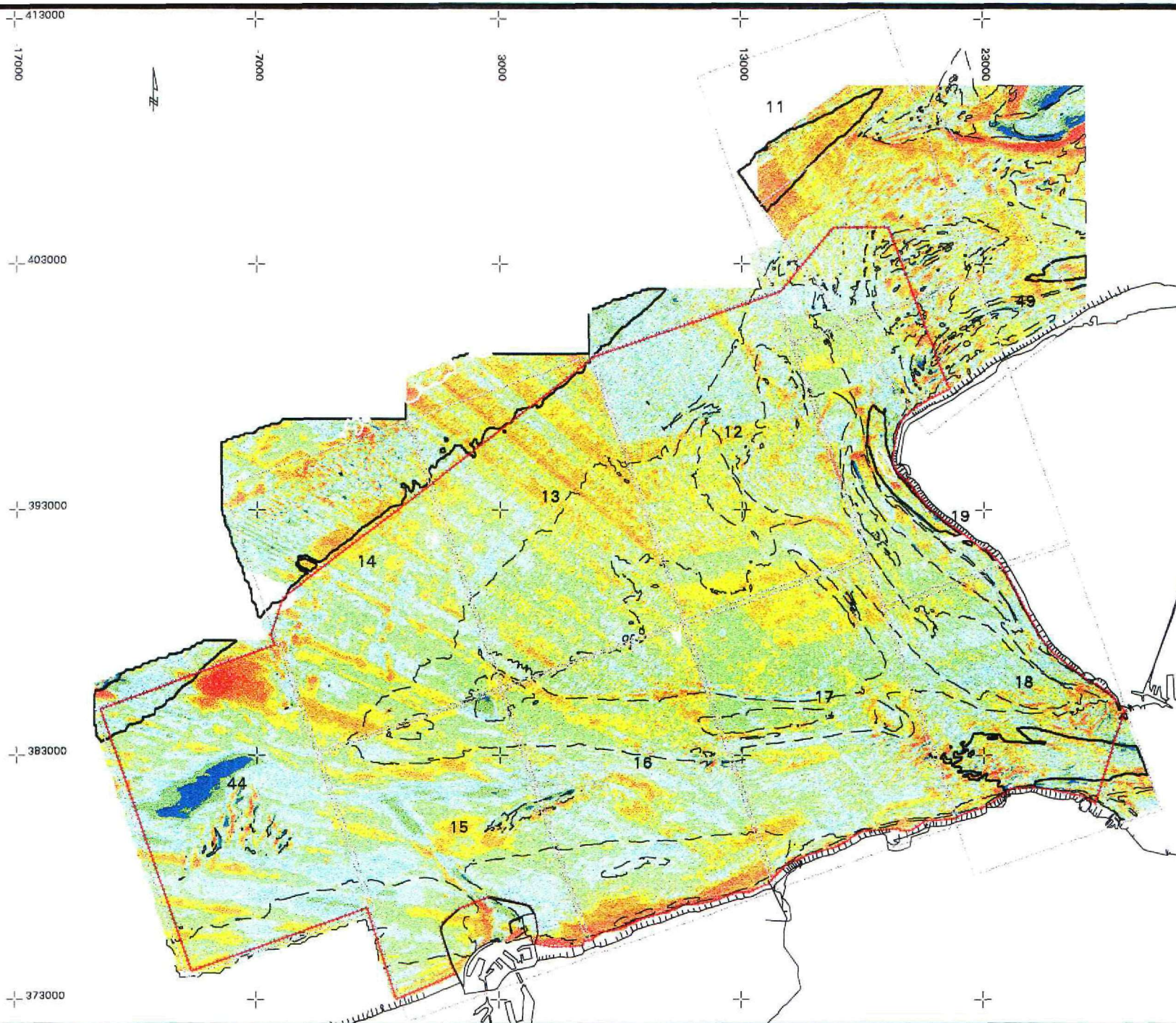
BIJLAGE F5

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



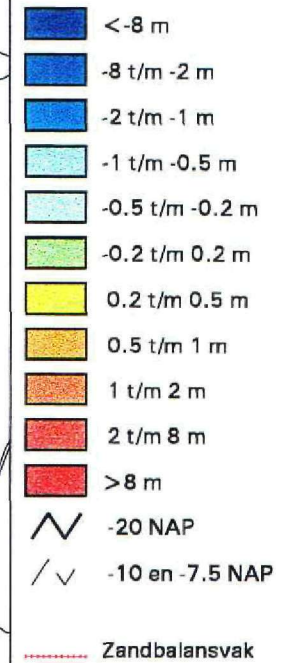
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1976-1978

Legenda



BIJLAGE F6

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

413000
17000
403000
393000
383000
373000

7000
3000
13000
23000

BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1978-1981

Legenda

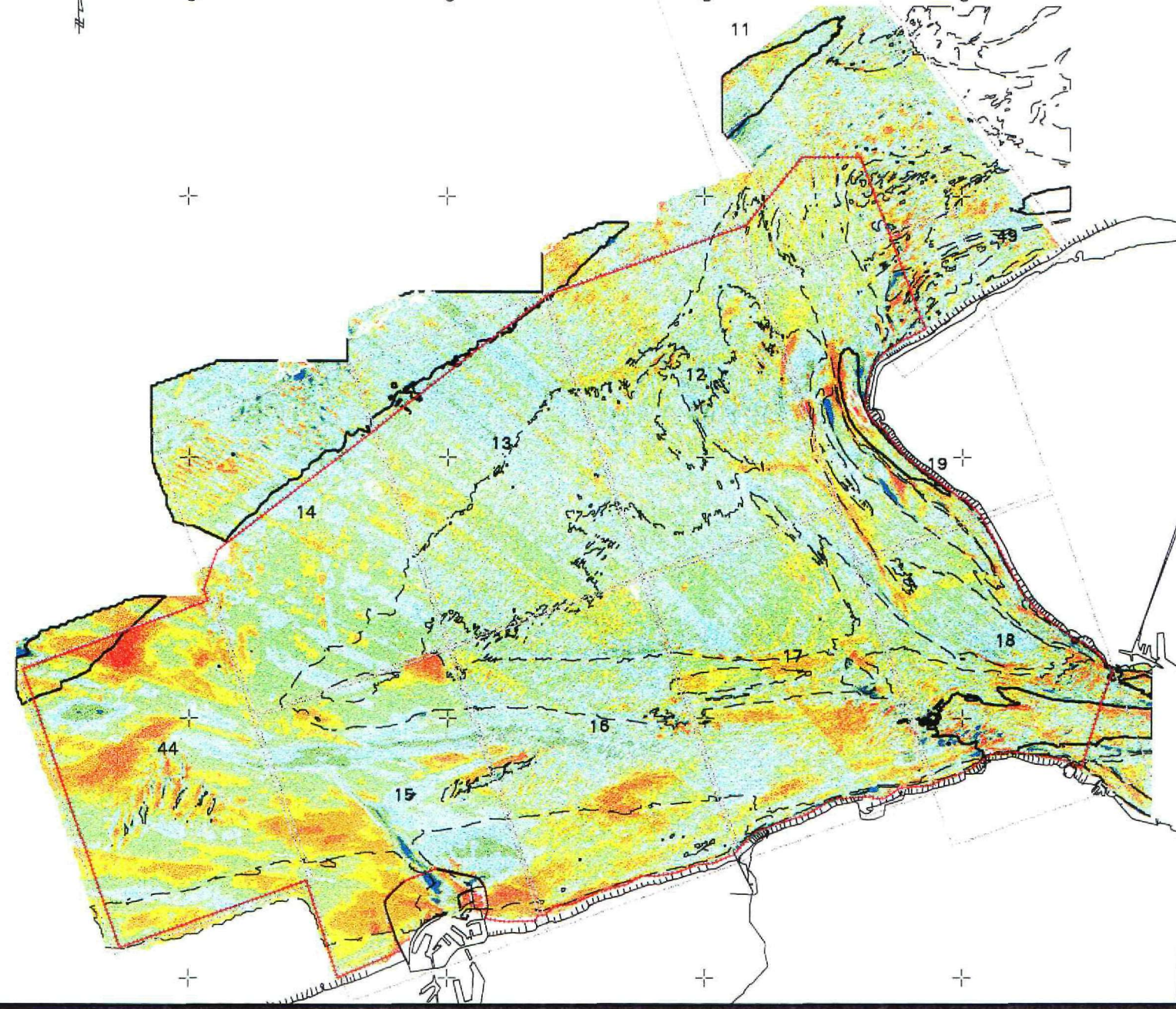
- < -8 m
- 8 t/m -2 m
- 2 t/m -1 m
- 1 t/m -0.5 m
- 0.5 t/m -0.2 m
- 0.2 t/m 0.2 m
- 0.2 t/m 0.5 m
- 0.5 t/m 1 m
- 1 t/m 2 m
- 2 t/m 8 m
- > 8 m
- ~ -20 NAP
- / \ -10 en -7.5 NAP
- Zandbalansvak

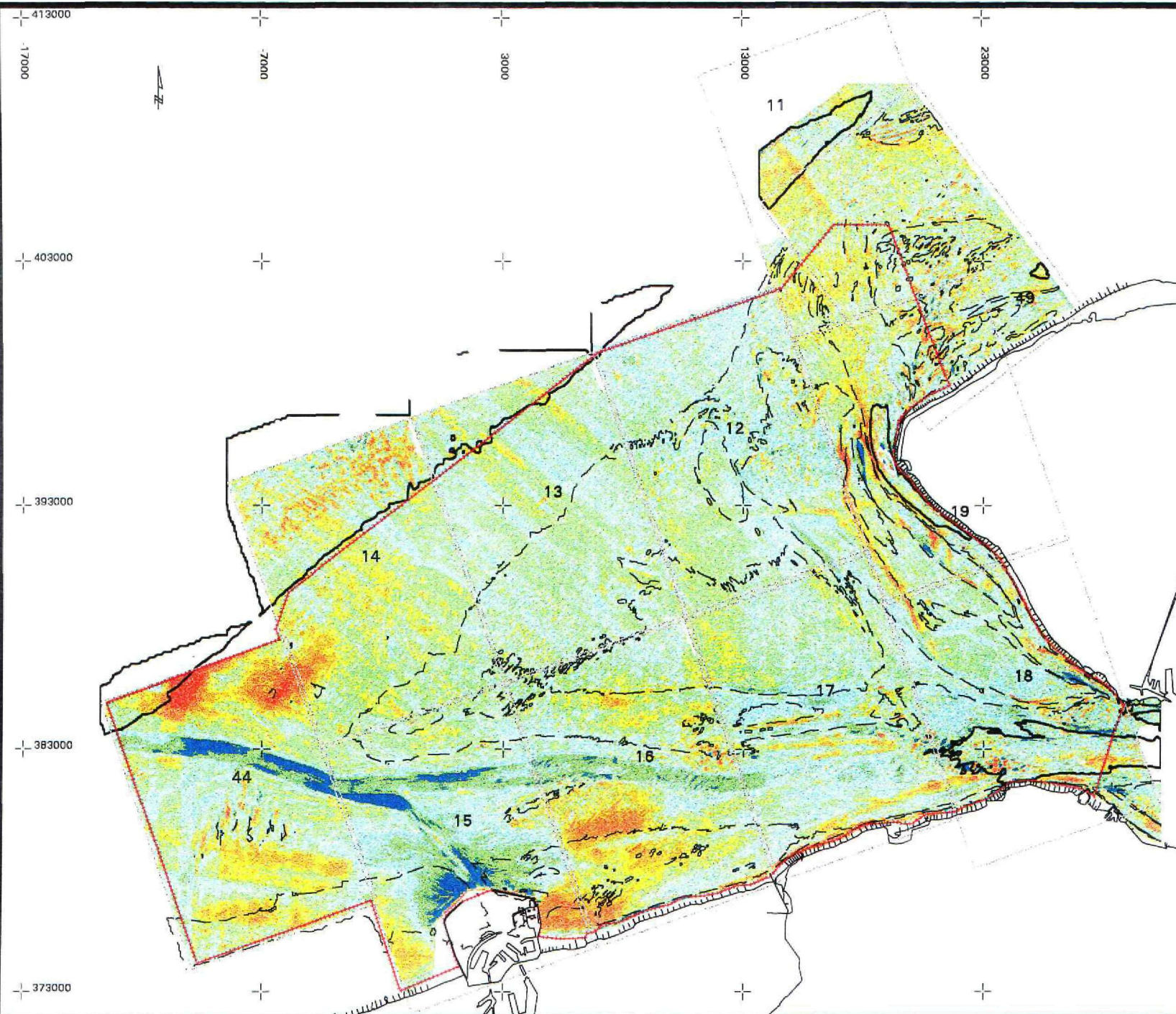
BIJLAGE F7
Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

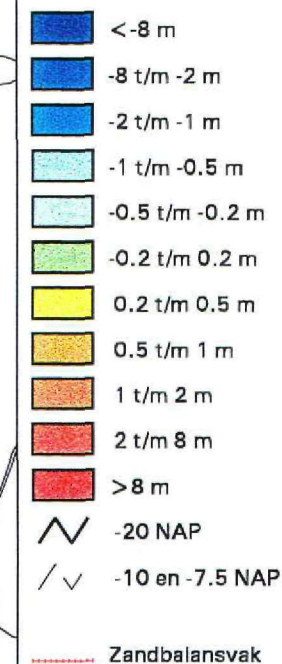




BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1981-1985

Legenda



BIJLAGE F8

Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

413000
17000
403000
393000
383000
373000

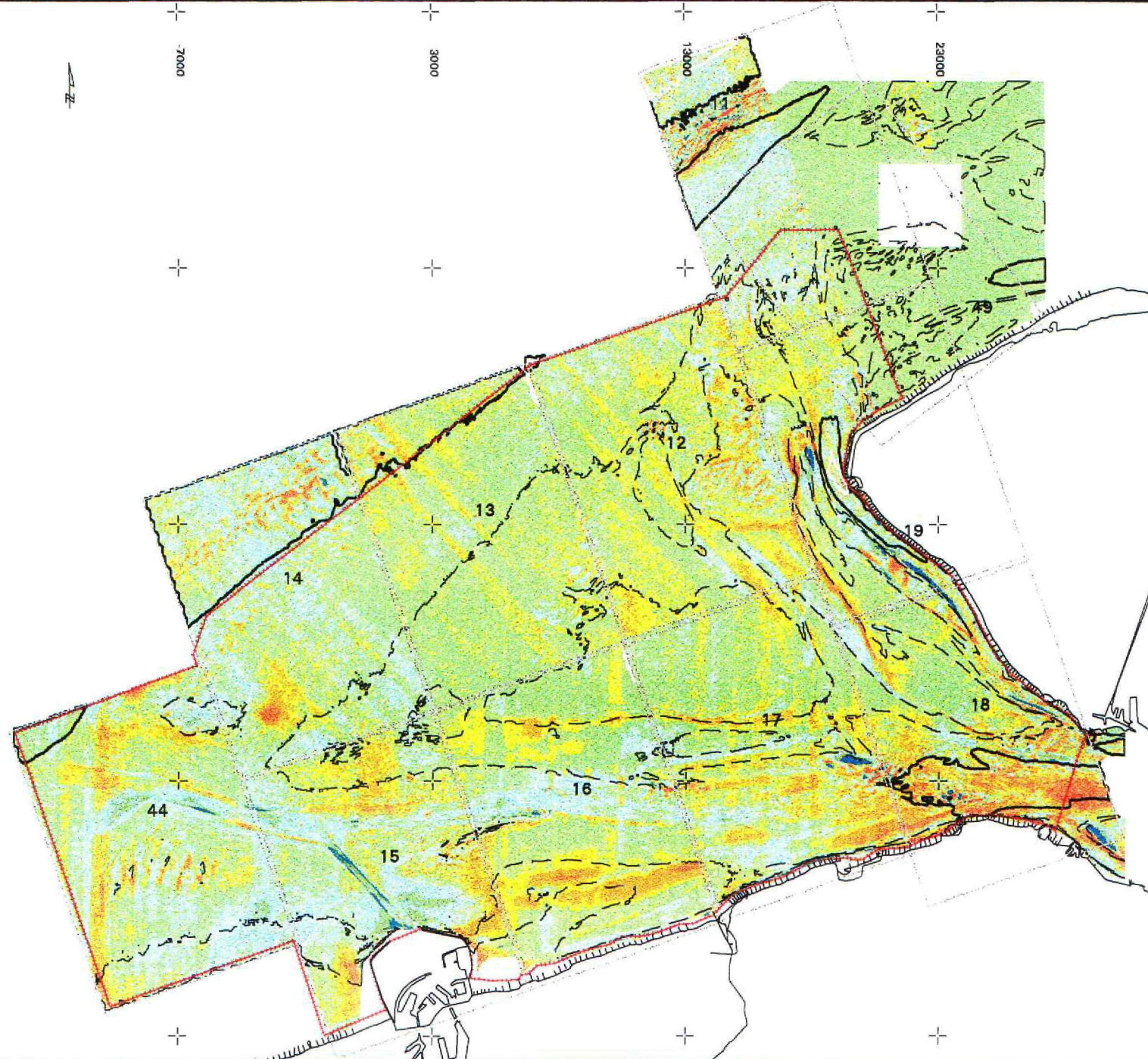


7000
3000

3000

13000

23000



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1985-1989

Legenda

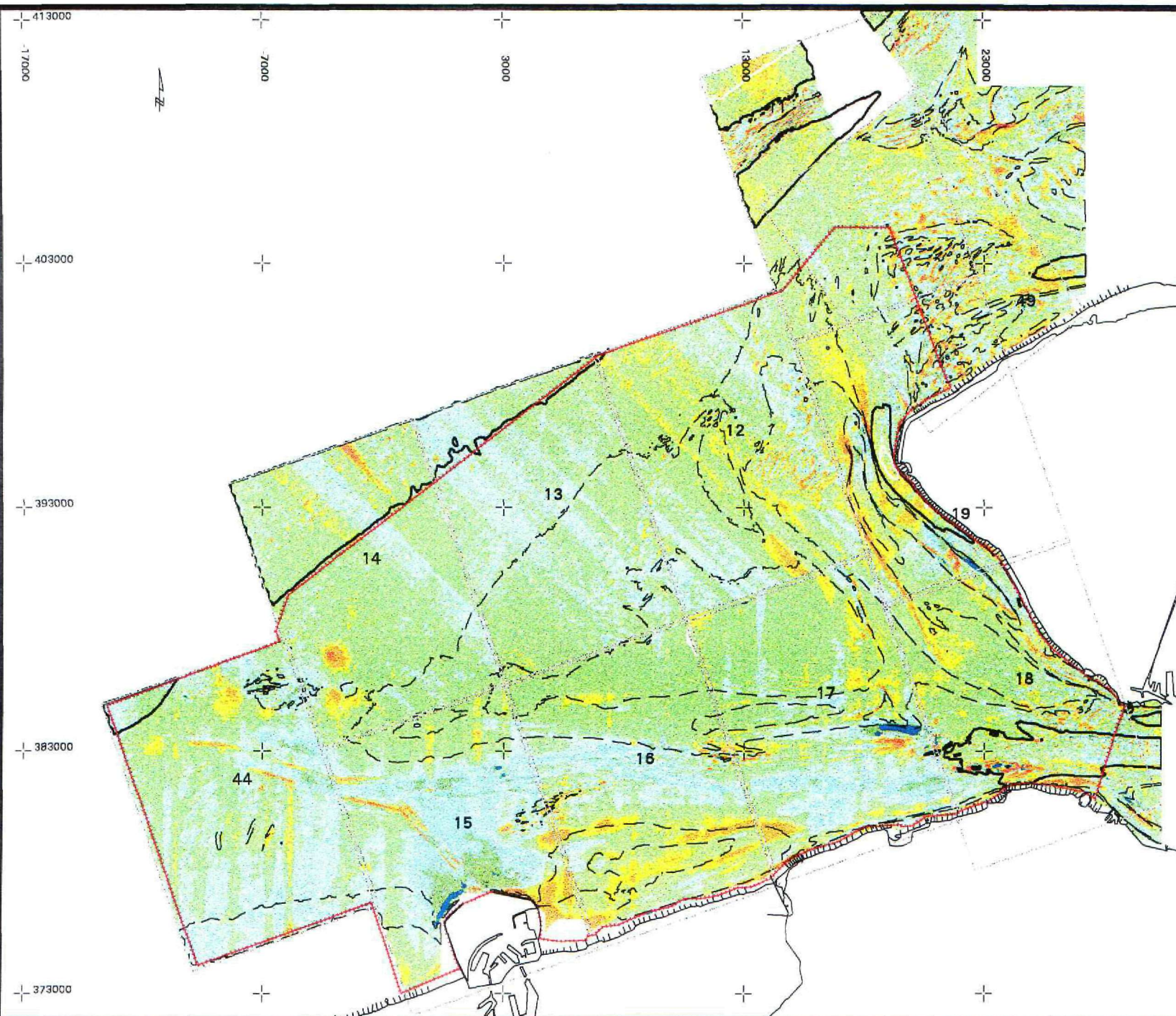
- < -8 m
- 8 t/m -2 m
- 2 t/m -1 m
- 1 t/m -0.5 m
- 0.5 t/m -0.2 m
- 0.2 t/m 0.2 m
- 0.2 t/m 0.5 m
- 0.5 t/m 1 m
- 1 t/m 2 m
- 2 t/m 8 m
- > 8 m
- ~ -20 NAP
- / \ -10 en -7.5 NAP
- Zandbalansvak

BIJLAGE F9
Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



BODEMHOOGTE- VERSCHILKAART

Westerscheldemonding
1969-1993

Legenda

- < -8 m
- 8 t/m -2 m
- 2 t/m -1 m
- 1 t/m -0.5 m
- 0.5 t/m -0.2 m
- 0.2 t/m 0.2 m
- 0.2 t/m 0.5 m
- 0.5 t/m 1 m
- 1 t/m 2 m
- 2 t/m 8 m
- > 8 m
- 20 NAP
- 10 en -7.5 NAP
- Zandbalansvak

BIJLAGE F10

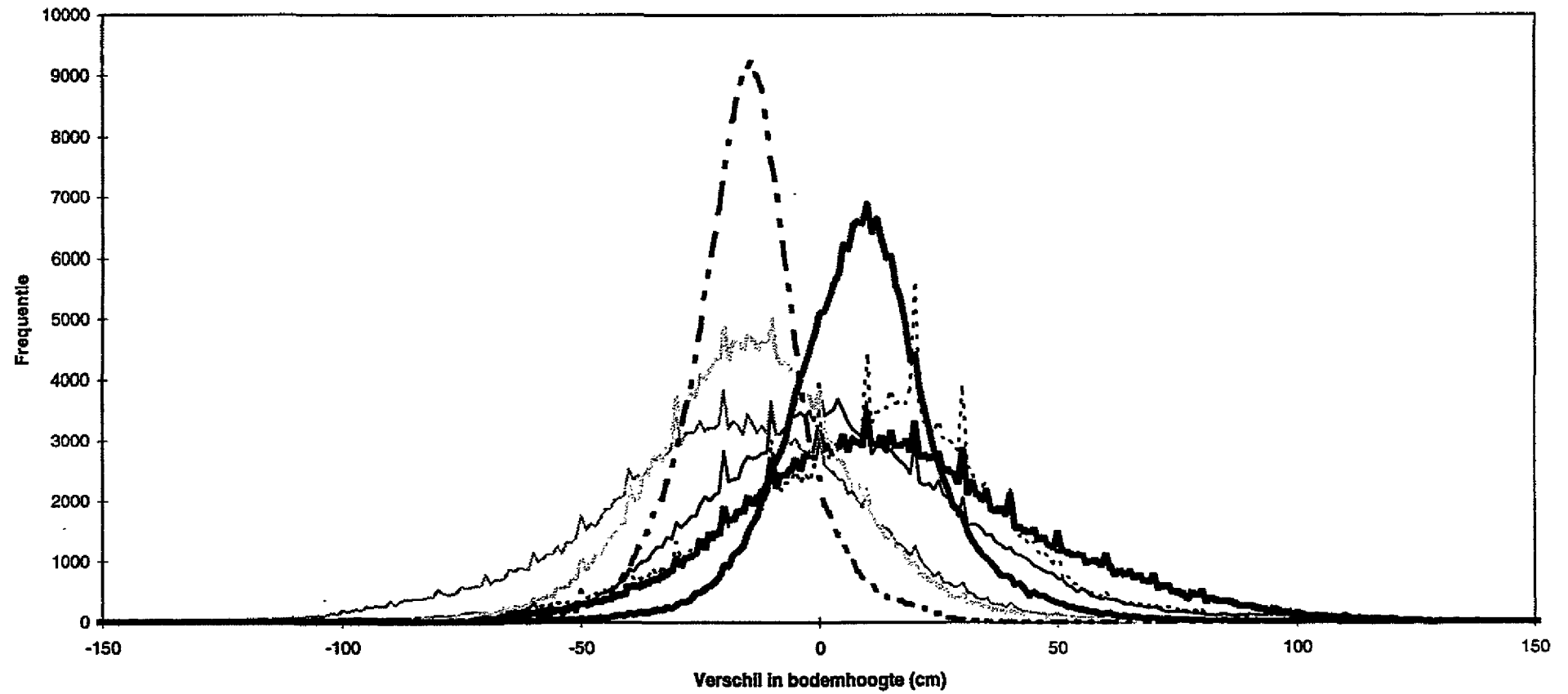
Bron: RWS vaklodingen.

Schaal 1:225.000



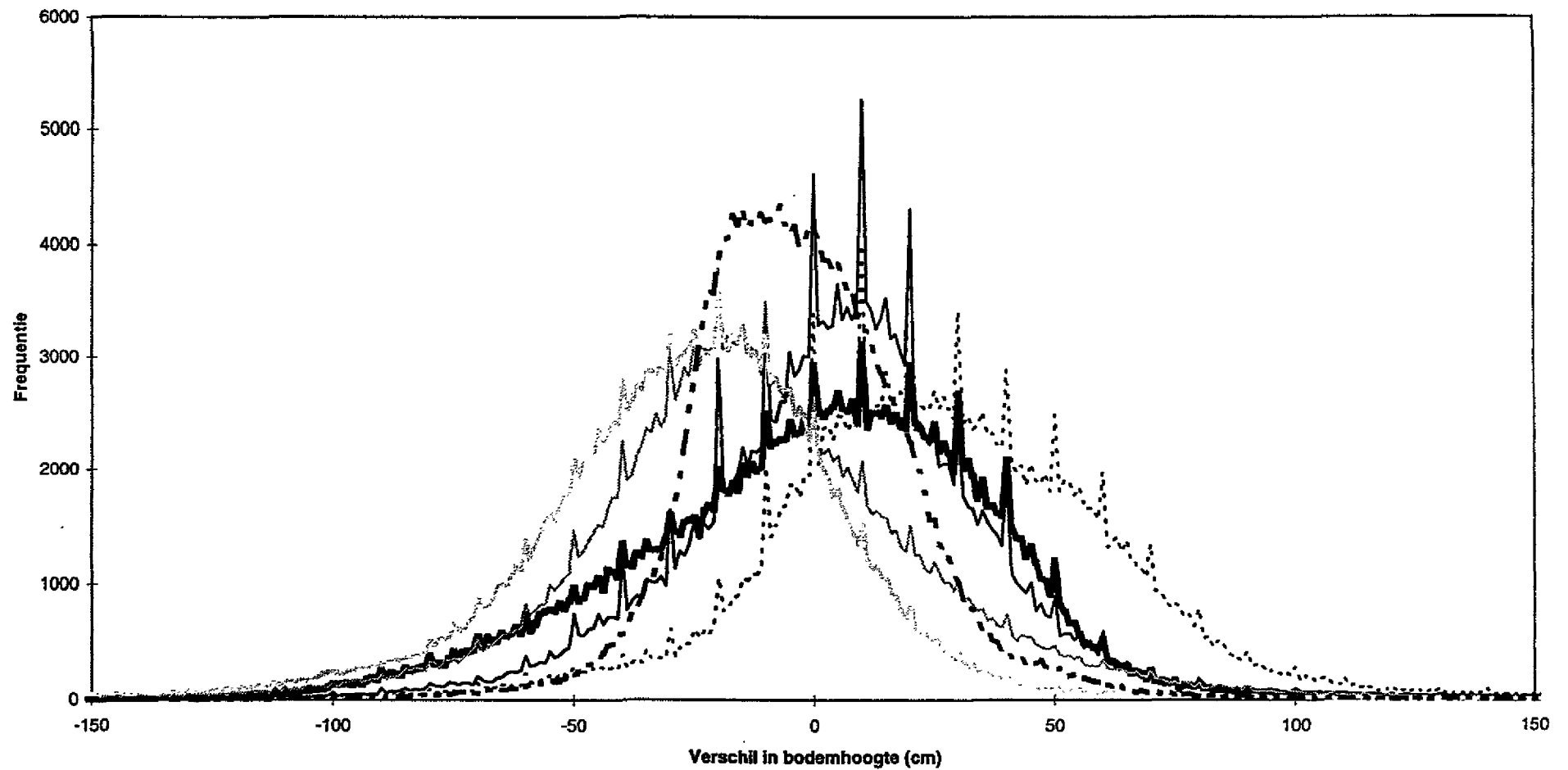
Annemieke van der Slikke
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

Frequentieverdeling van bodemhoogteverschillen vak 13



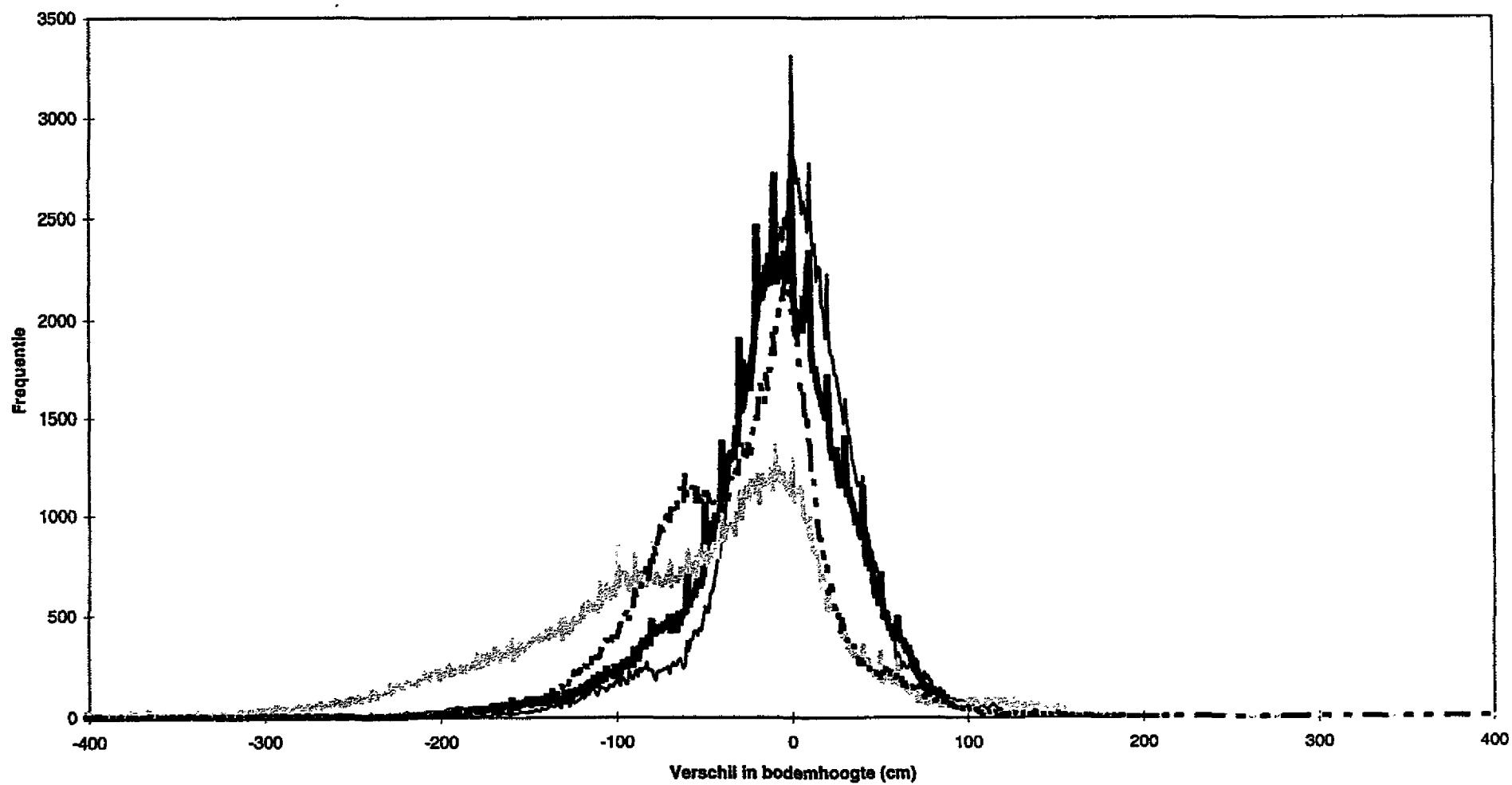
— 6973v13 aantal — 7579v13 — 7882v13 ... 8186v13 — 8589v13 - - 8993v13

Frequentieverdeling van bodemhoogteverschillen
vak 12



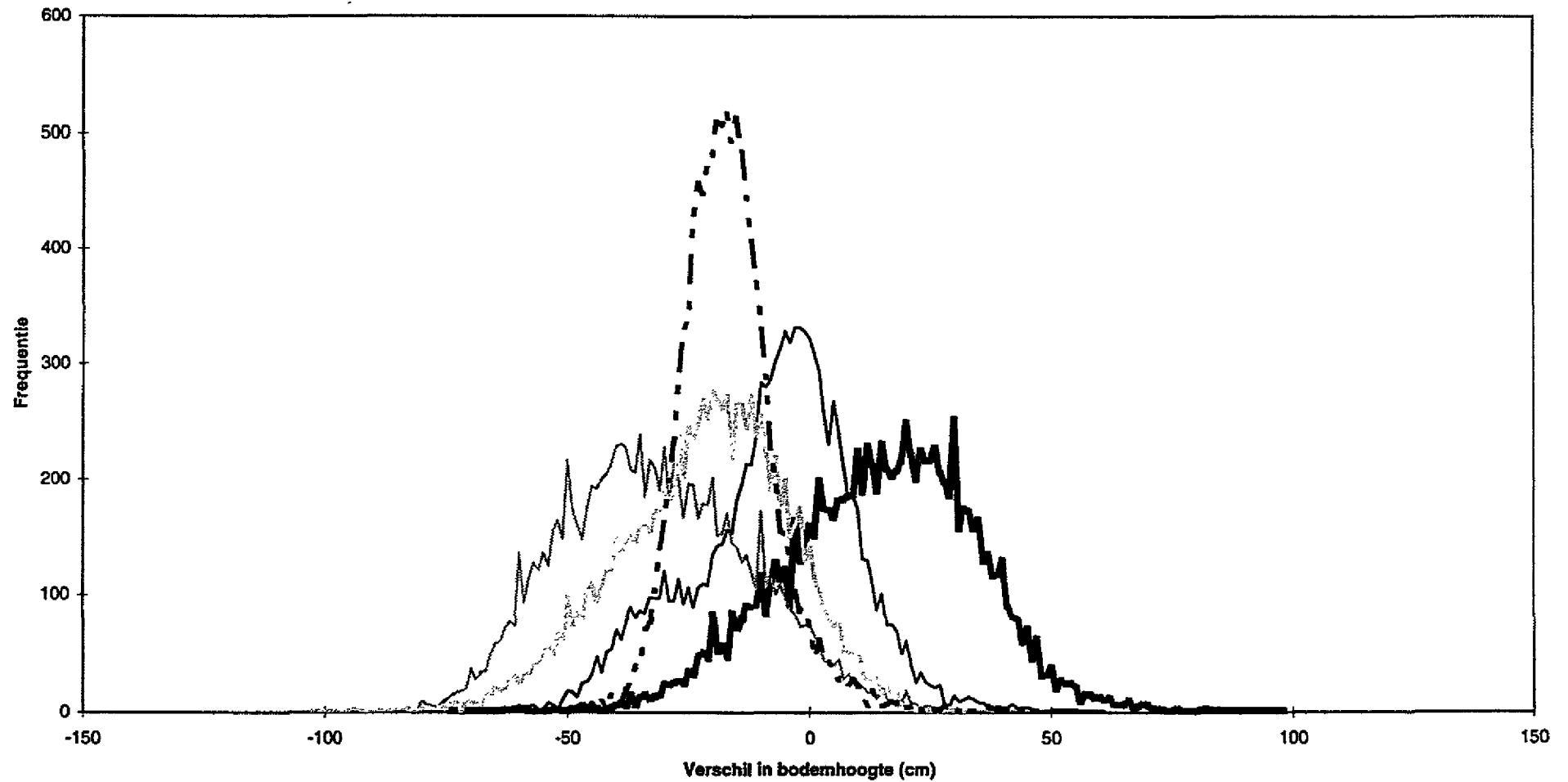
— 6973v12 aantal 7276v12 — 7579v12 — 7882v12 - - - 8186v12 - . - 8993v12

Frequentie van bodemhoogteverschillen
vak 15



— 6973v15 aantal — 7579v15 — 7882v15 — 8186v15 — 8993v15

Frequentie van bodemhoogteverschillen raai 1

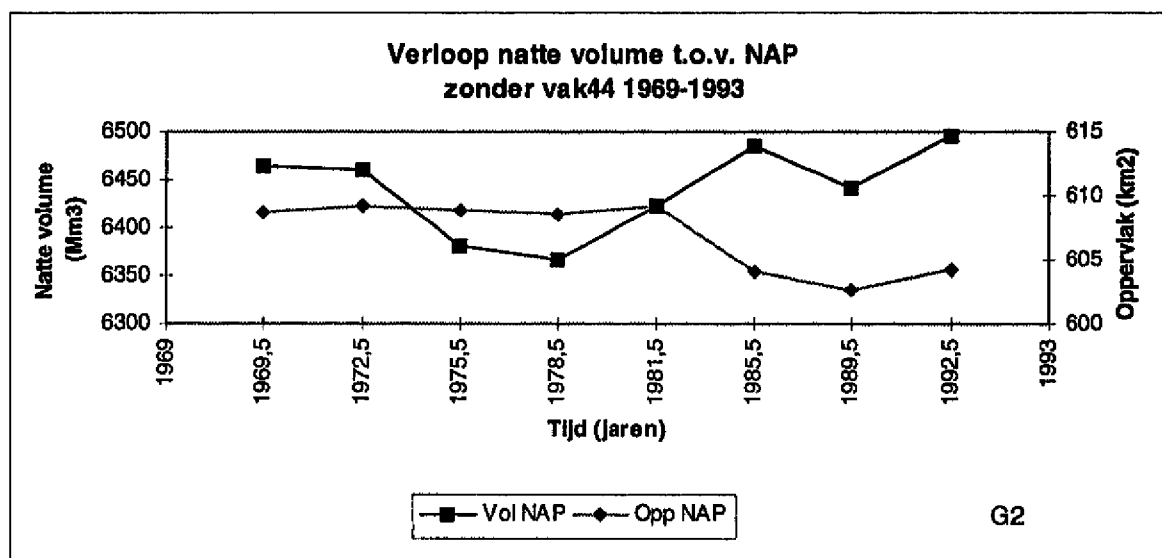
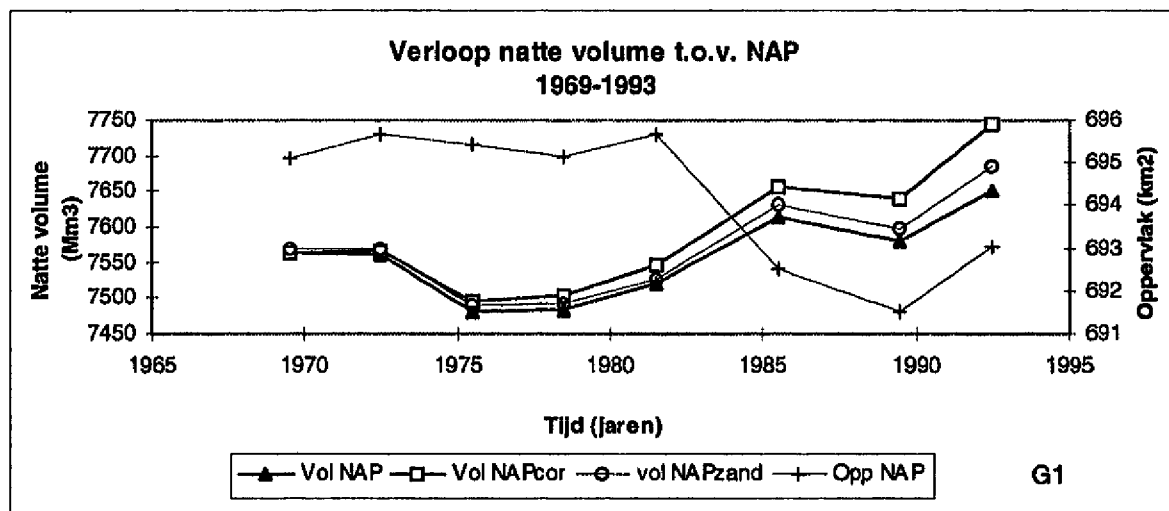


6973vraai1 aantal 7579vraai1 7882vraai1
 8186vraai1 8993vraai1

BIJLAGE G Ontwikkeling van de natte volumina voor de gehele Westerscheldemon

BIJLAGE G

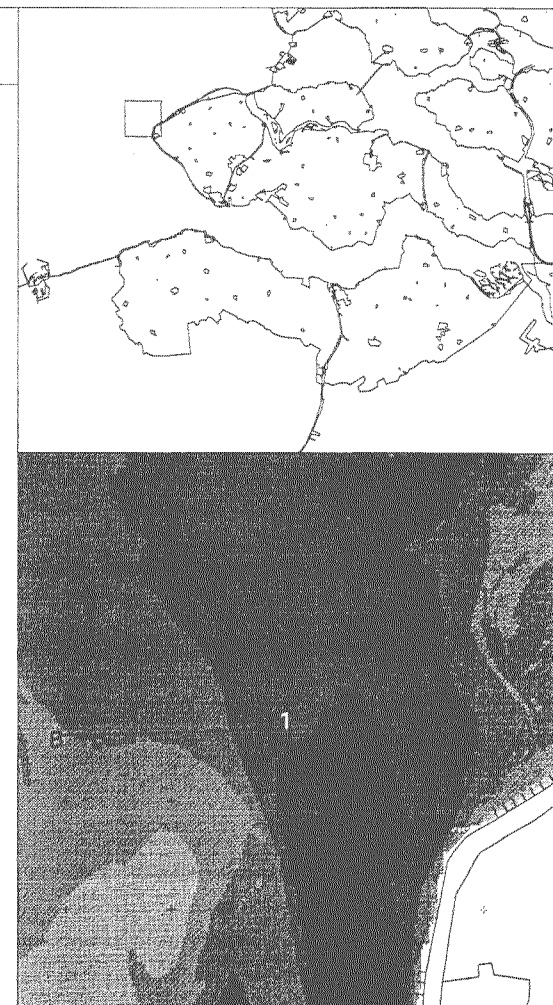
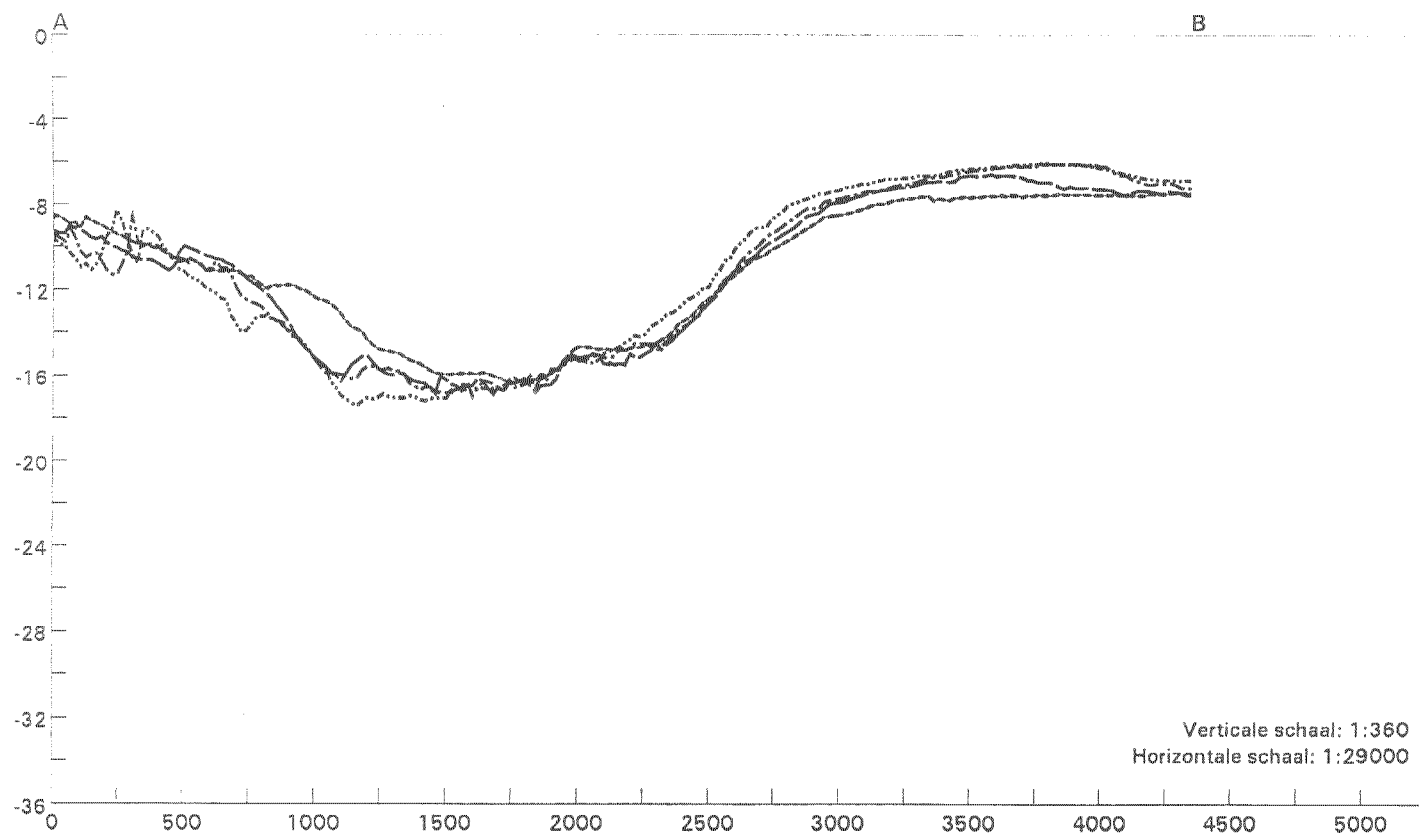
vol NAP: natte volume beneden NAP
 vol NAP cor: natte volume beneden NAP gecorrigeerd voor de baggerwerkzaamheden in de haven van Zeebrugge. De haven valt buiten de balans
 vol NAPzand: natte volume beneden NAP gecorrigeerd voor de zandwinning over deze periode
 Opp NAP: oppervlak over de zandbalans is berekend



BIJLAGE H Profielen

Profiel 1 Aanloop Oostgat

'971031.113409'



- Profiel 1 van g6970
- Profiel 1 van g7879
- · - · - Profiel 1 van g8586
- Profiel 1 van g9293



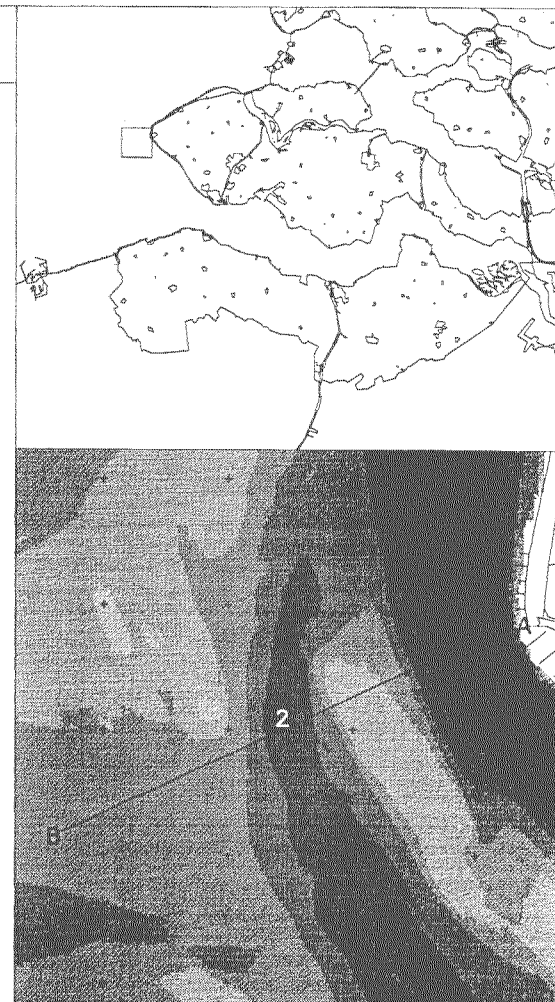
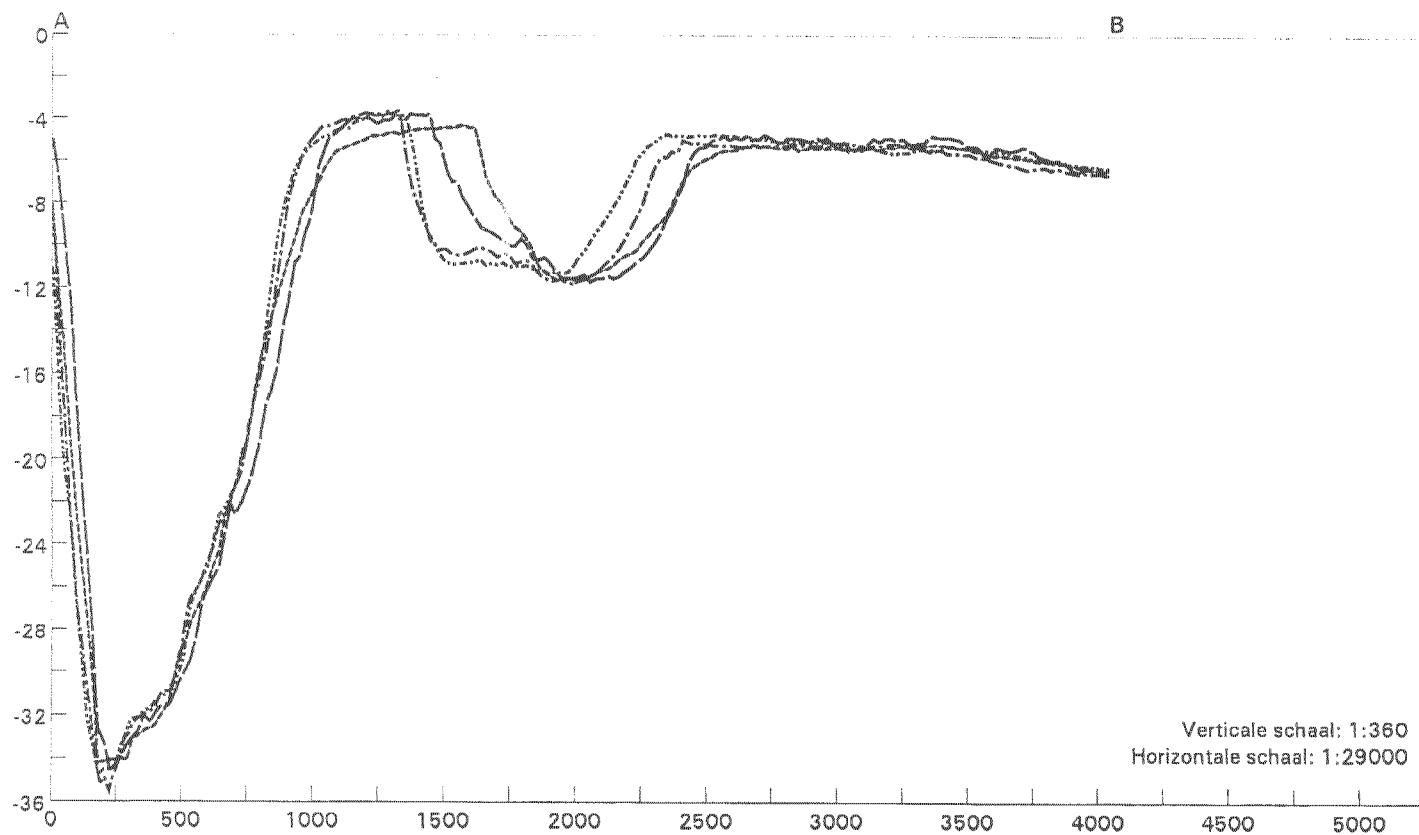
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 2 Noordelijke deel Oostgat

'971029.124957'



- Profiel 2 van g6970
- Profiel 2 van g7879
- Profiel 2 van g8586
- Profiel 2 van g9293



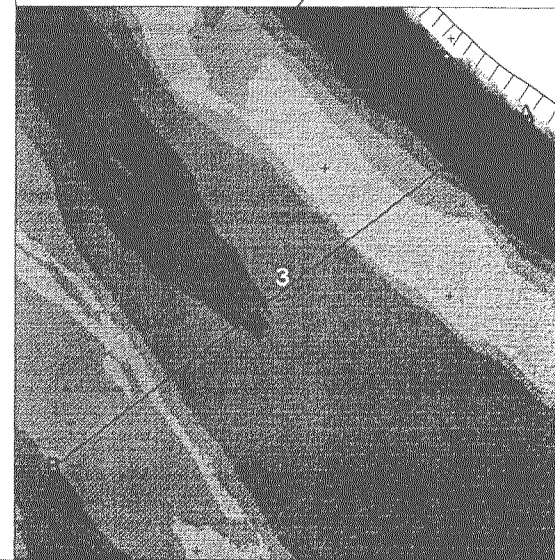
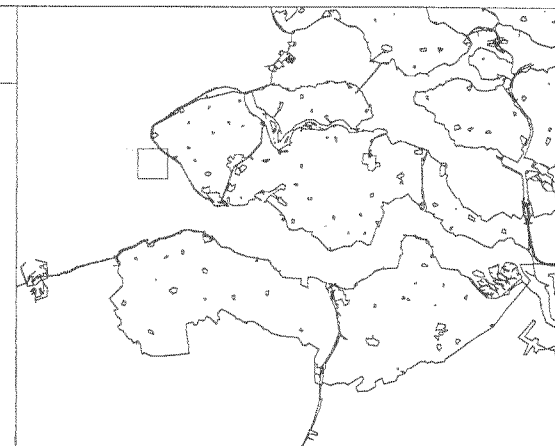
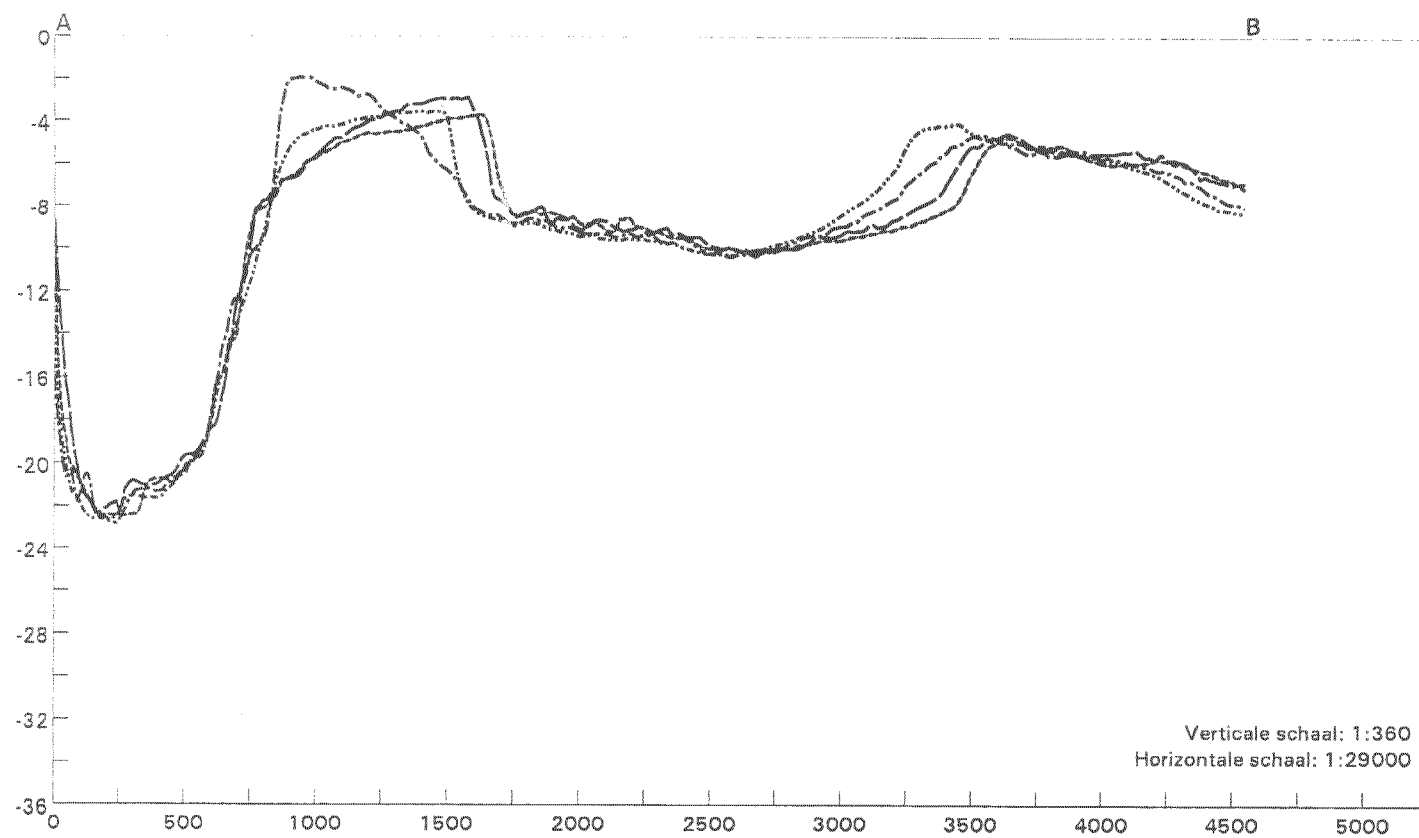
KUST* 2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 3 Middendeel Oostgat

'971029.125054'



- Profiel 3 van g6970
- Profiel 3 van g7879
- Profiel 3 van g8586
- Profiel 3 van g9293



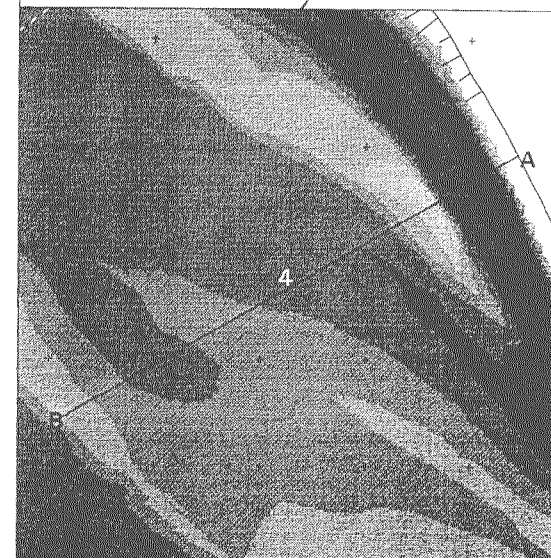
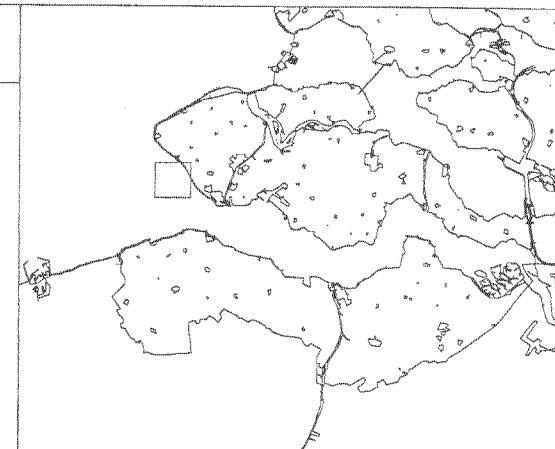
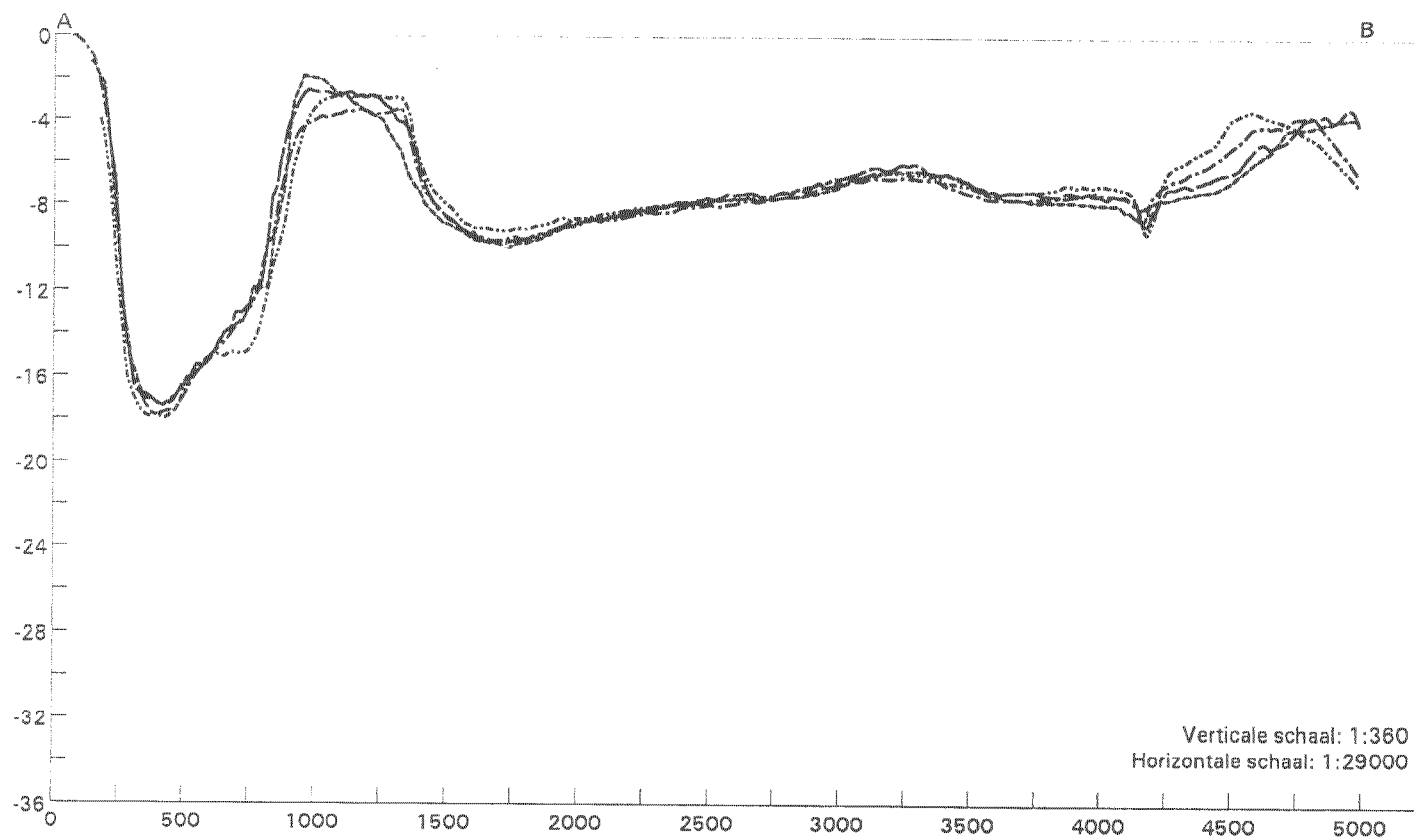
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 4 Zuidelijk deel Oostgat

'971029.135033'



- Profiel 4 van g6970
- Profiel 4 van g7879
- Profiel 4 van g8586
- Profiel 4 van g9293



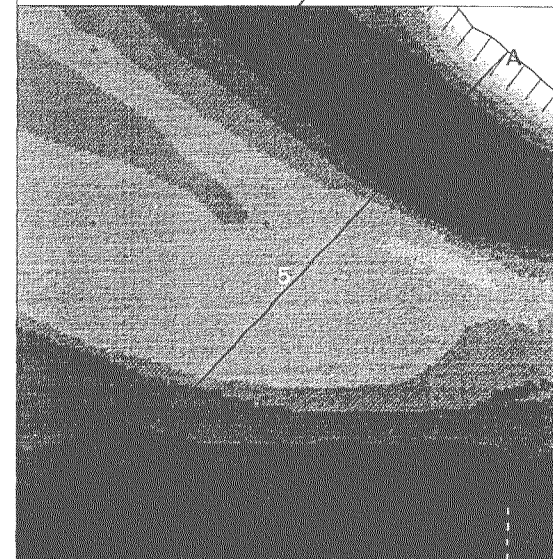
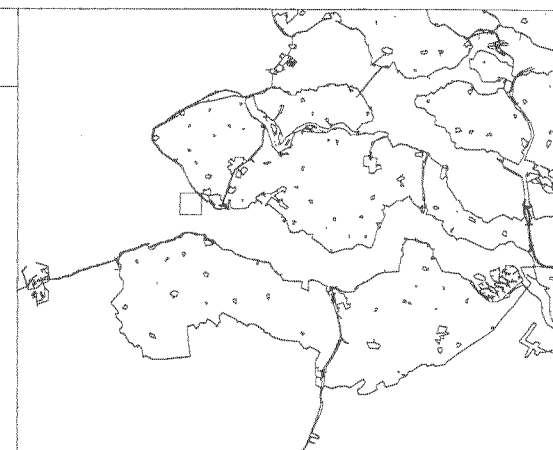
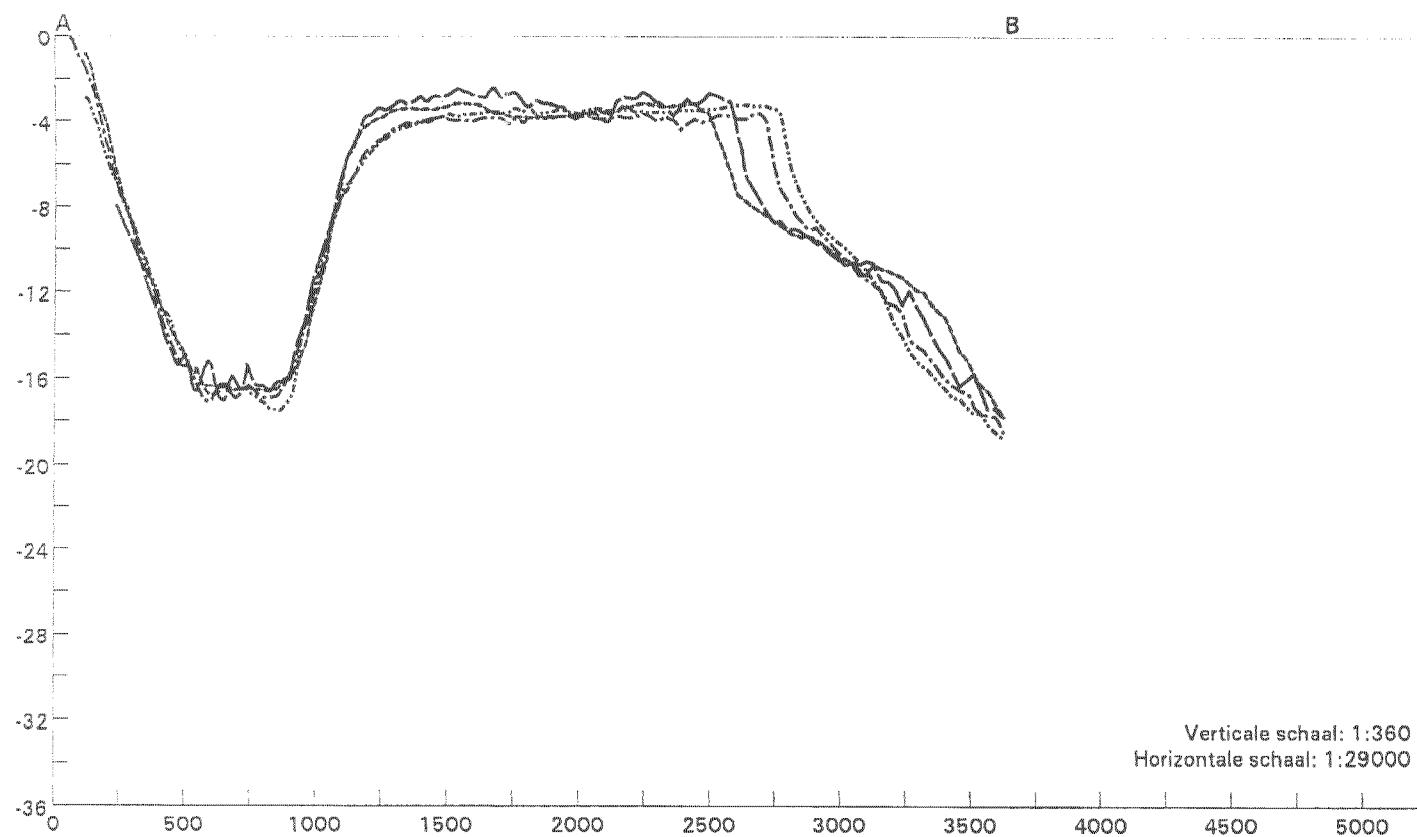
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 5 Galgeput

'971031.111345'



- Profiel 5 van g6970
- Profiel 5 van g7879
- Profiel 5 van g8586
- Profiel 5 van g9293



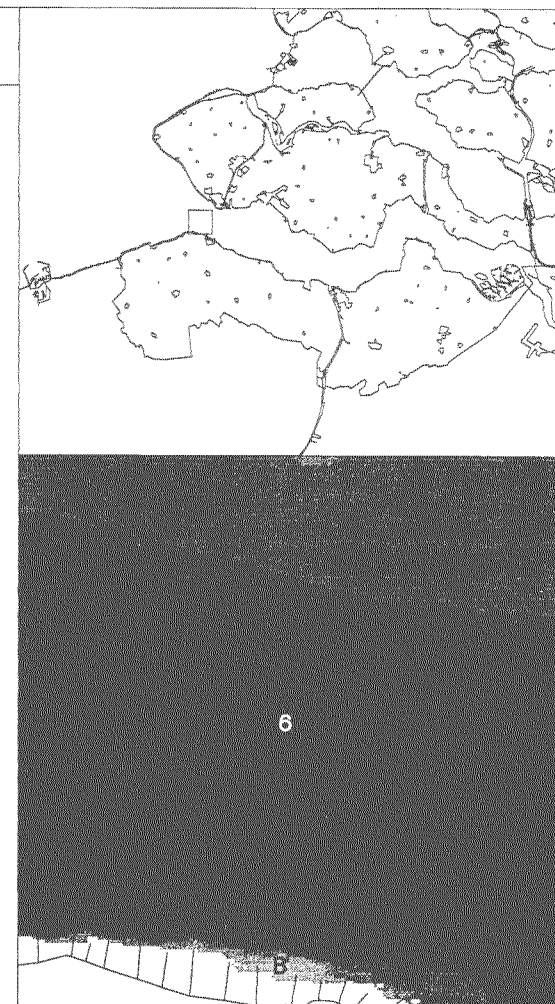
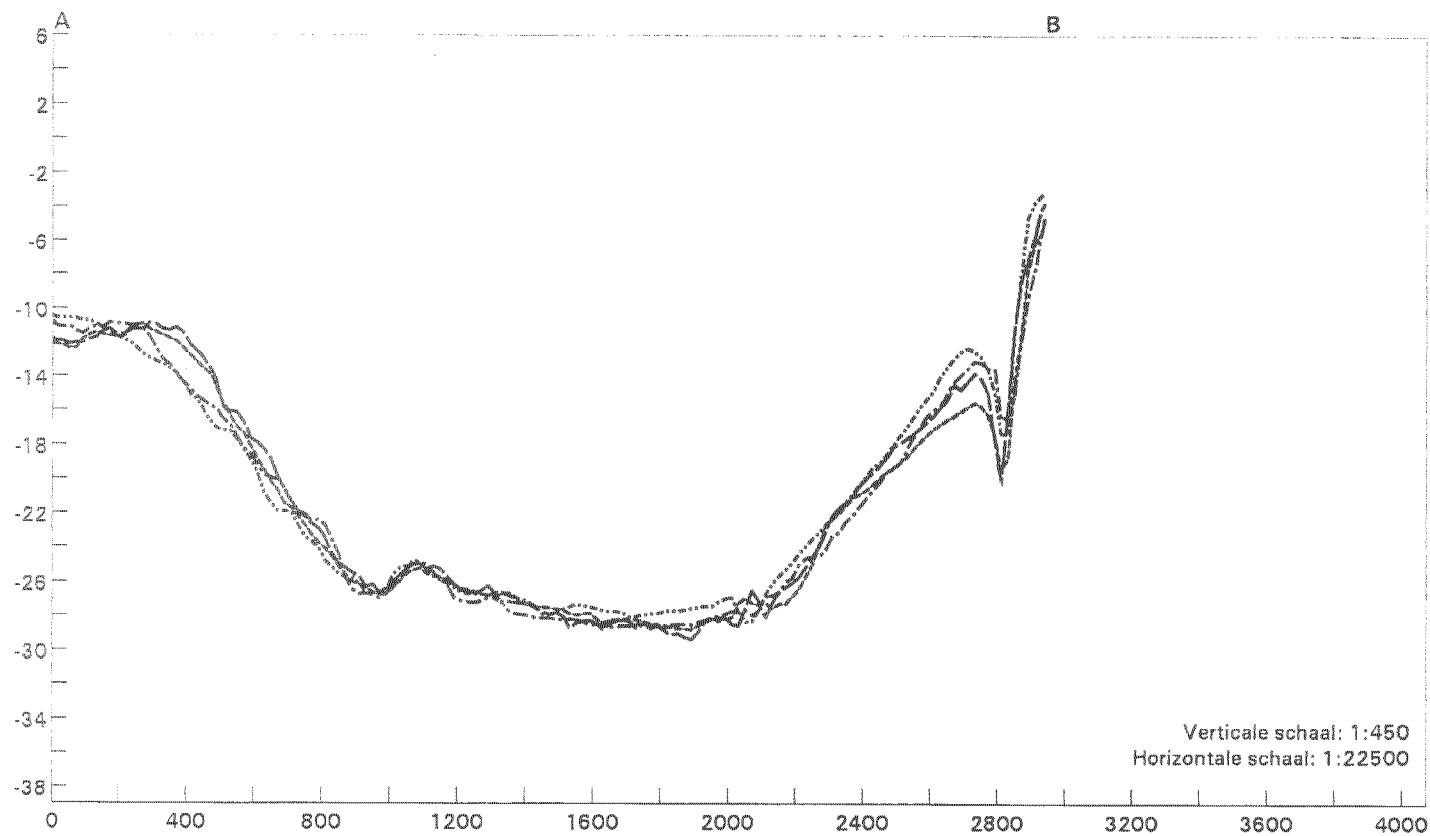
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 6 Oostelijke deel Wielingen

'971029.135207'



- Profiel 6 van g6970
- Profiel 6 van g7879
- Profiel 6 van g8586
- Profiel 6 van g9293



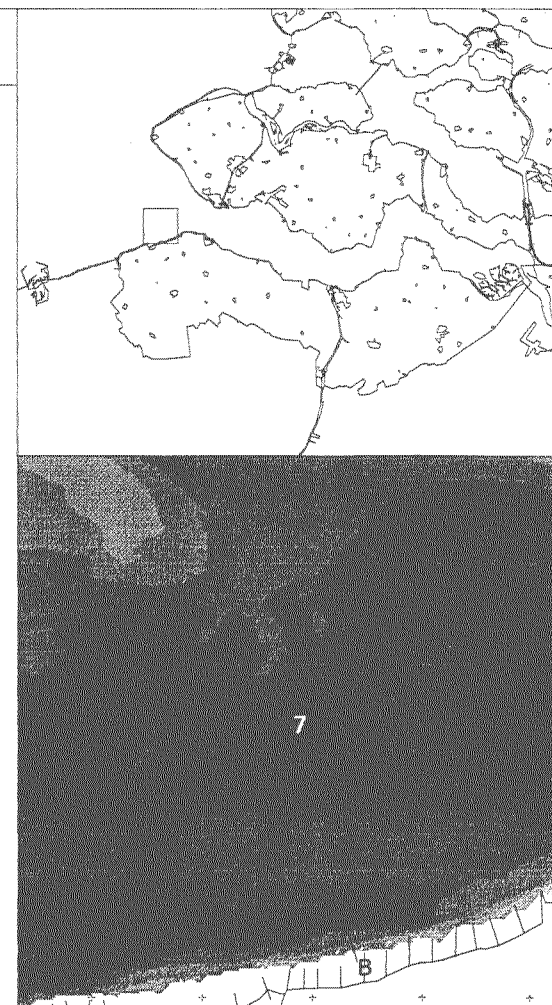
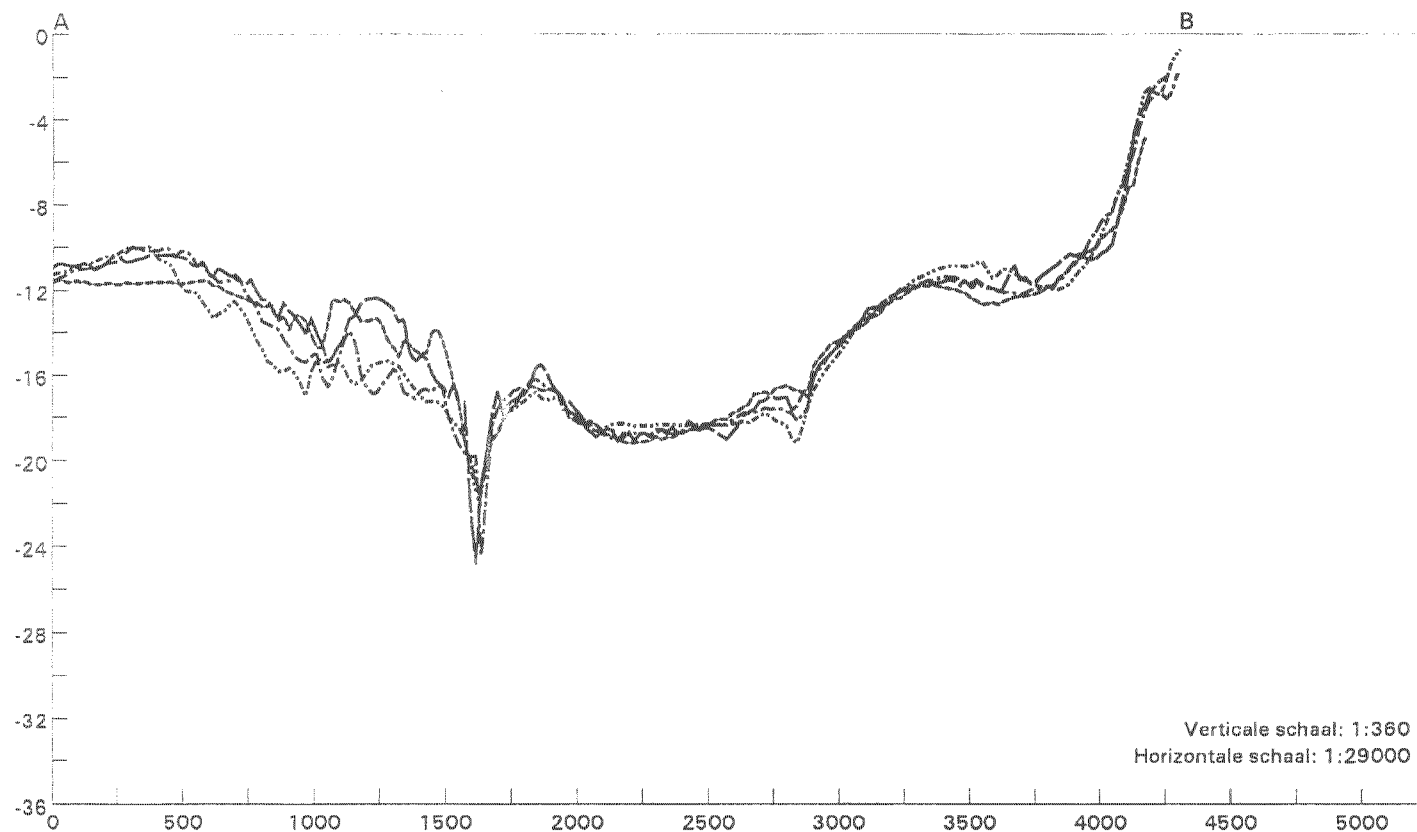
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 7 Middendeel Wielingen

'971029.135316'



- Profiel 7 van g6970
- Profiel 7 van g7879
- · - · - Profiel 7 van g8586
- Profiel 7 van g9293



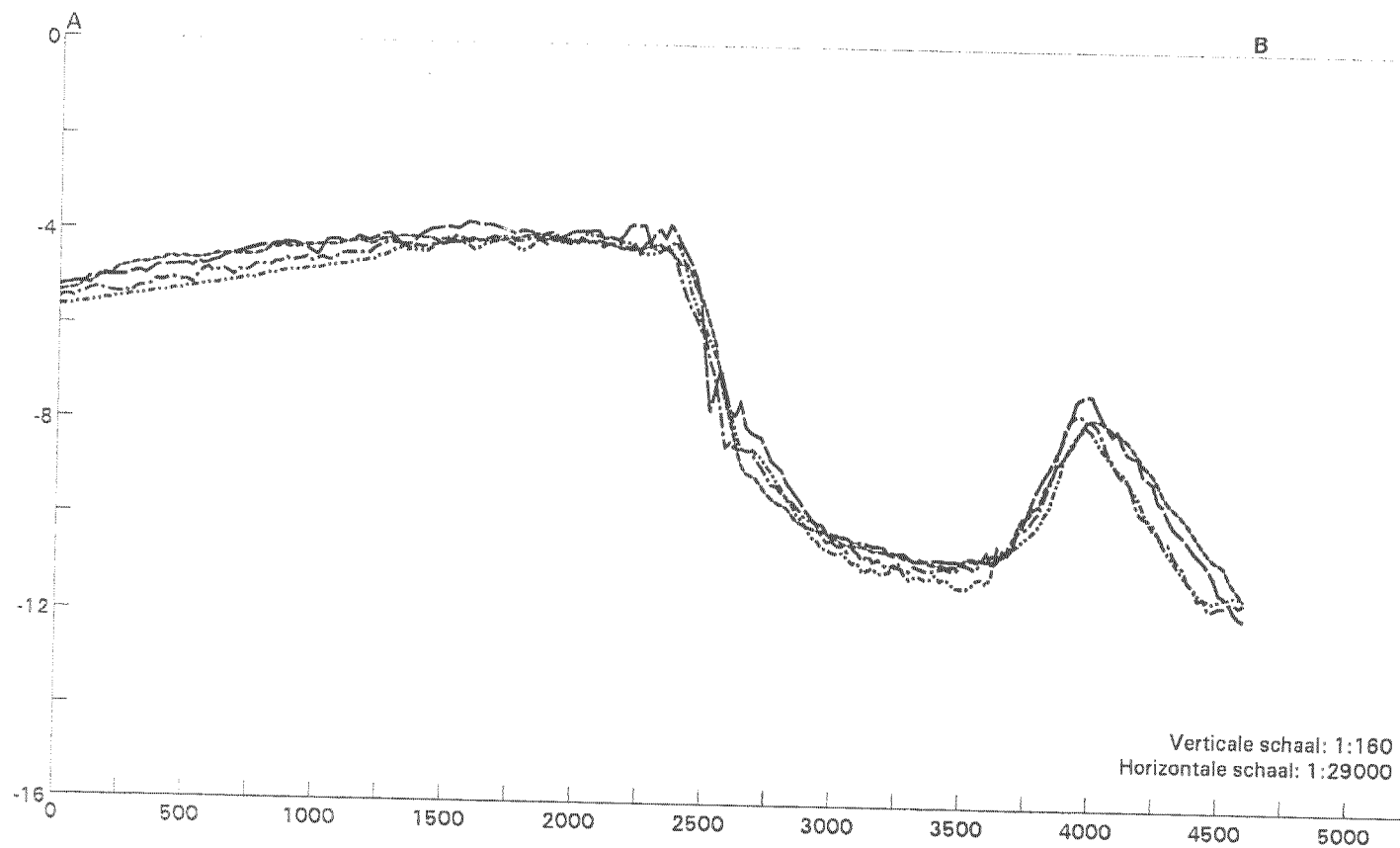
KUST* 2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

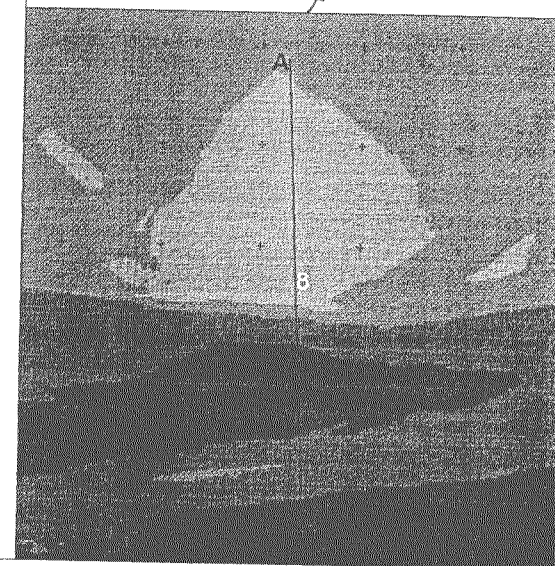
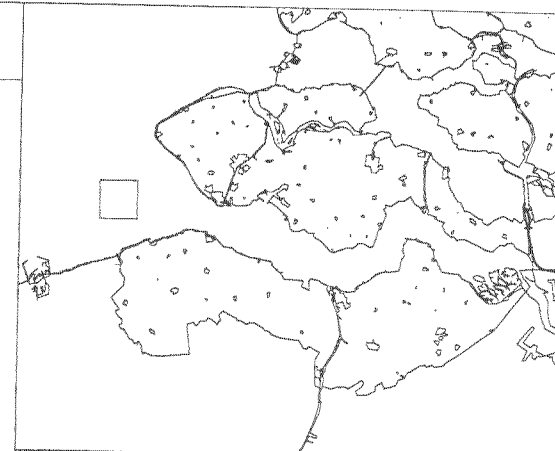
Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 8 Spleet en Vlake van de Raan

'971029.135745'



- Profiel 8 van g6970
- Profiel 8 van g7879
- Profiel 8 van g8586
- Profiel 8 van g9293



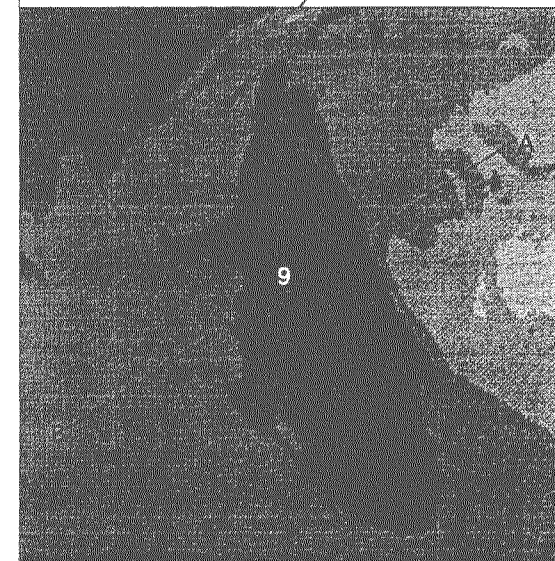
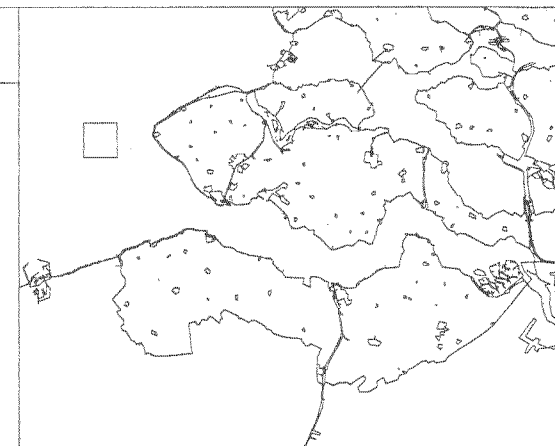
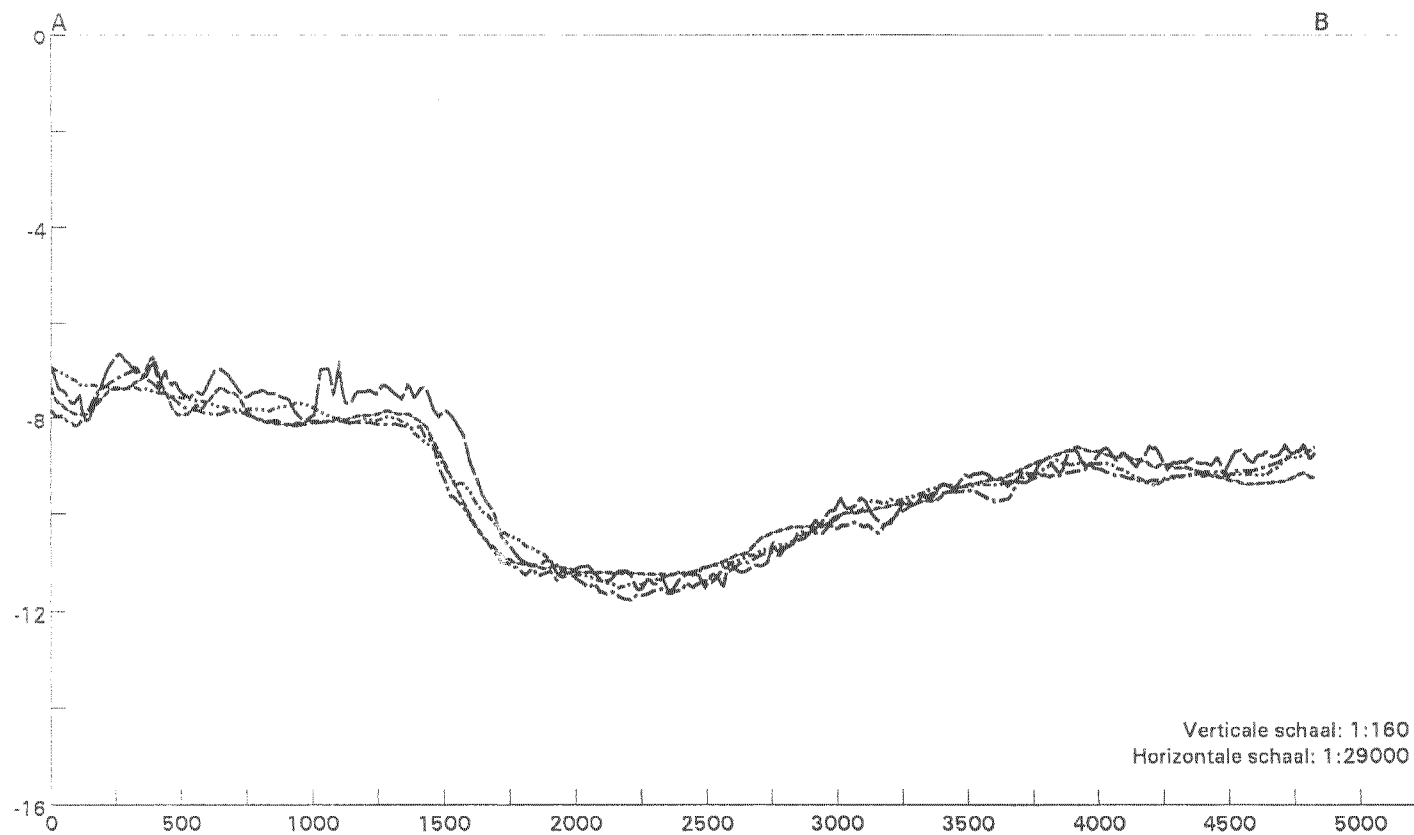
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 9 Noordelijke Deurloo

'971029.135844'



- Profiel 9 van g6970
- Profiel 9 van g7879
- Profiel 9 van g8586
- Profiel 9 van g9293



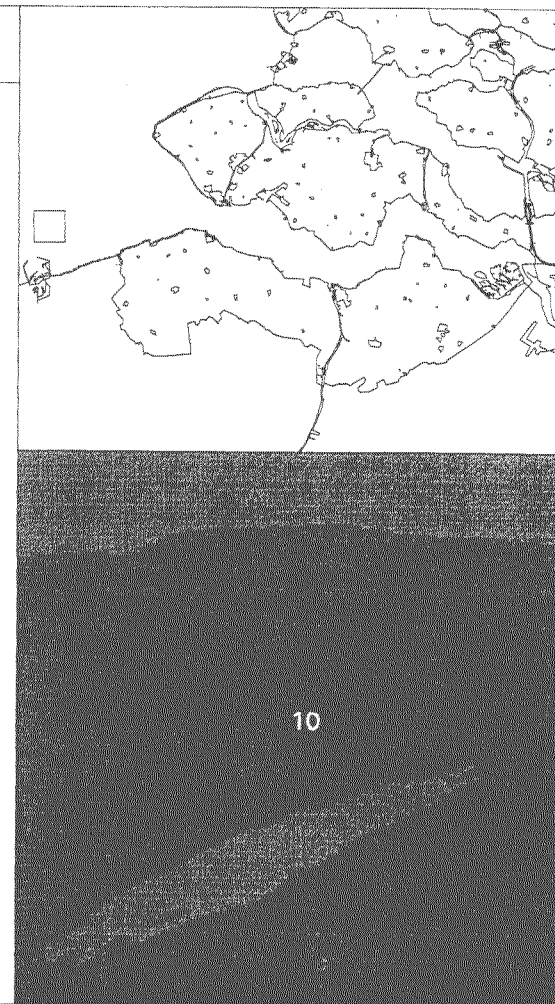
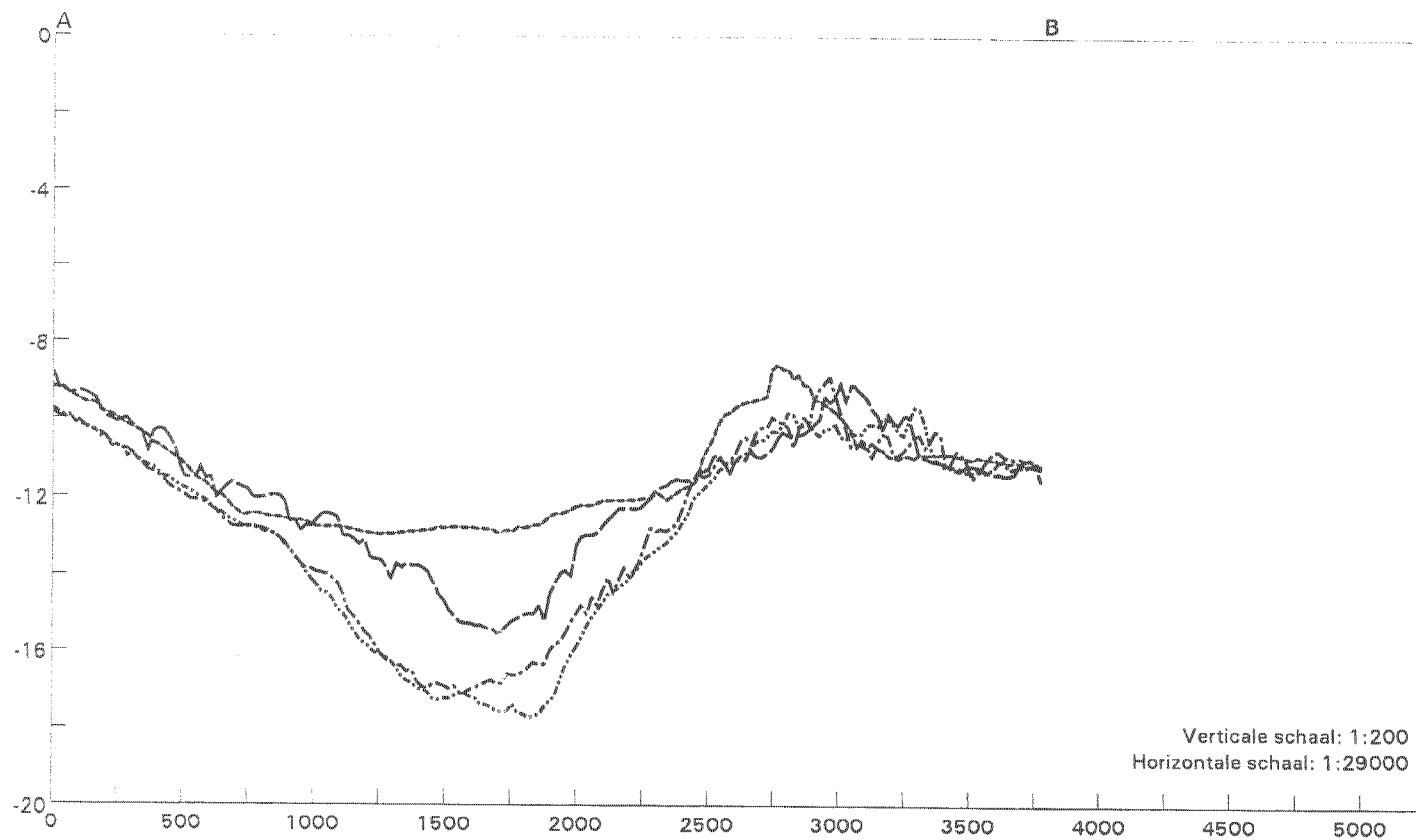
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 10 Scheur ten NO van Zeebrugge

'971103.163319'



- Profiel 10 van g6970
- Profiel 10 van g7879
- - - - Profiel 10 van g8586
- Profiel 10 van g9293



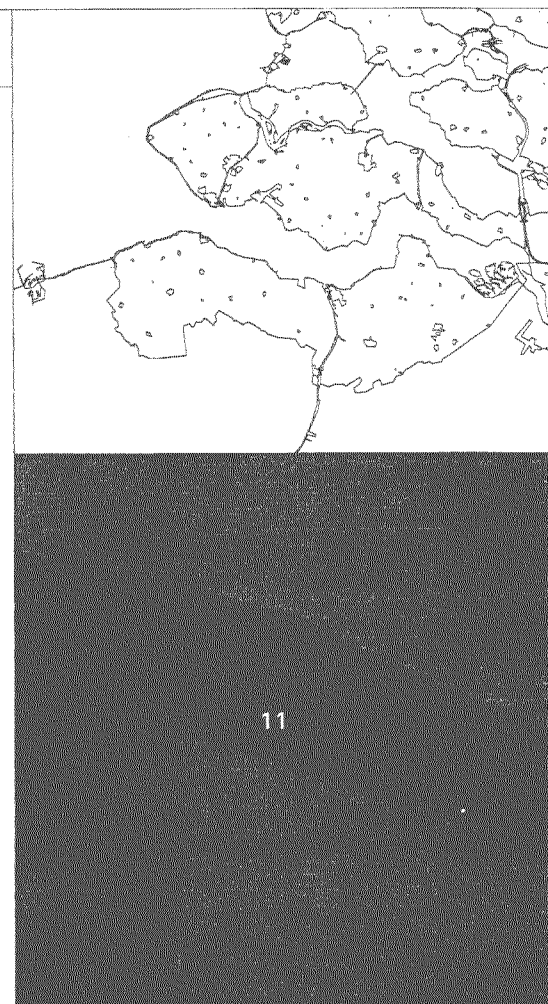
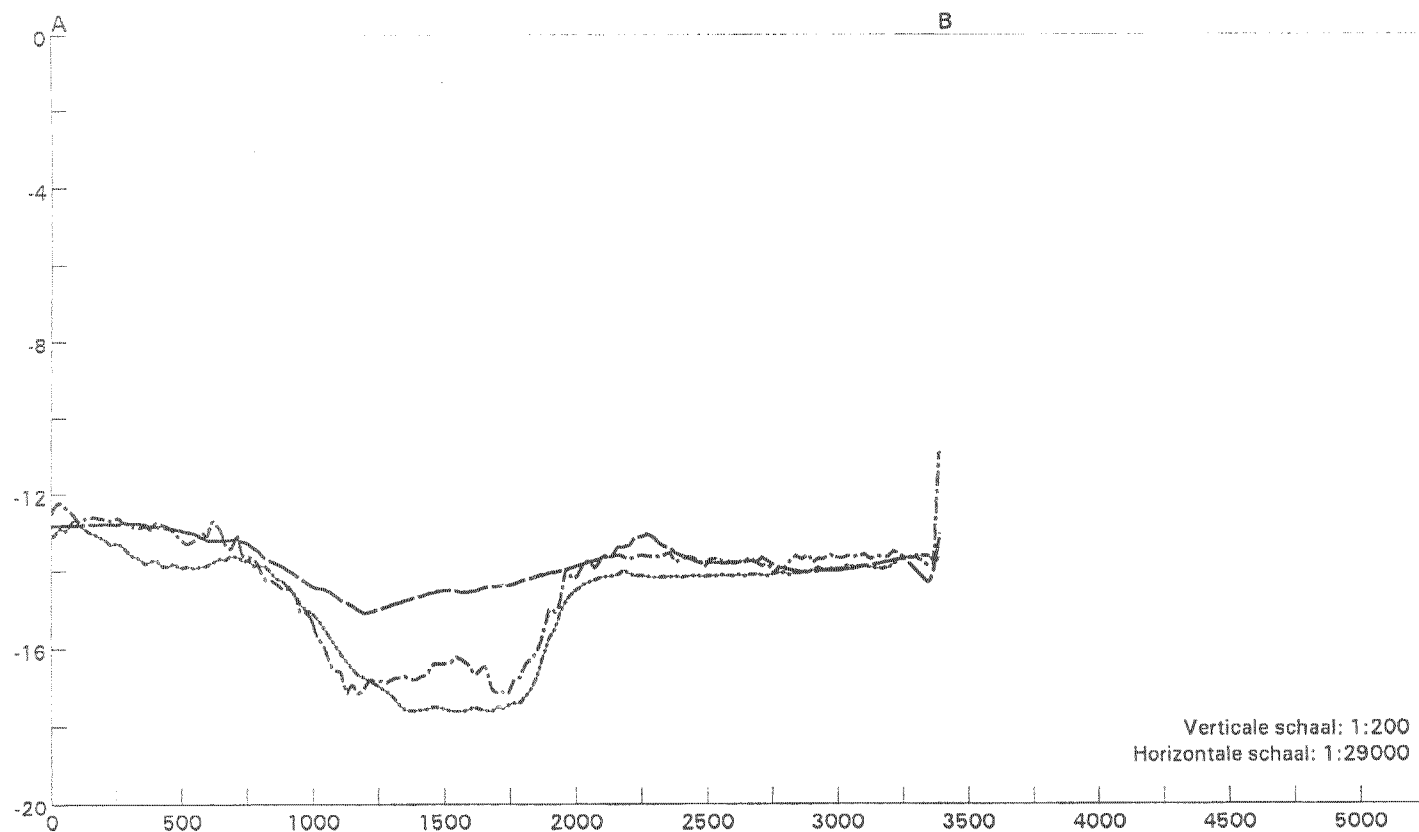
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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

Profiel 11 Westelijke deel Scheur

'971103.163400'



- Profiel 11 van g6970
- Profiel 11 van g7879
- · - · - Profiel 11 van g8586
- Profiel 11 van g9293



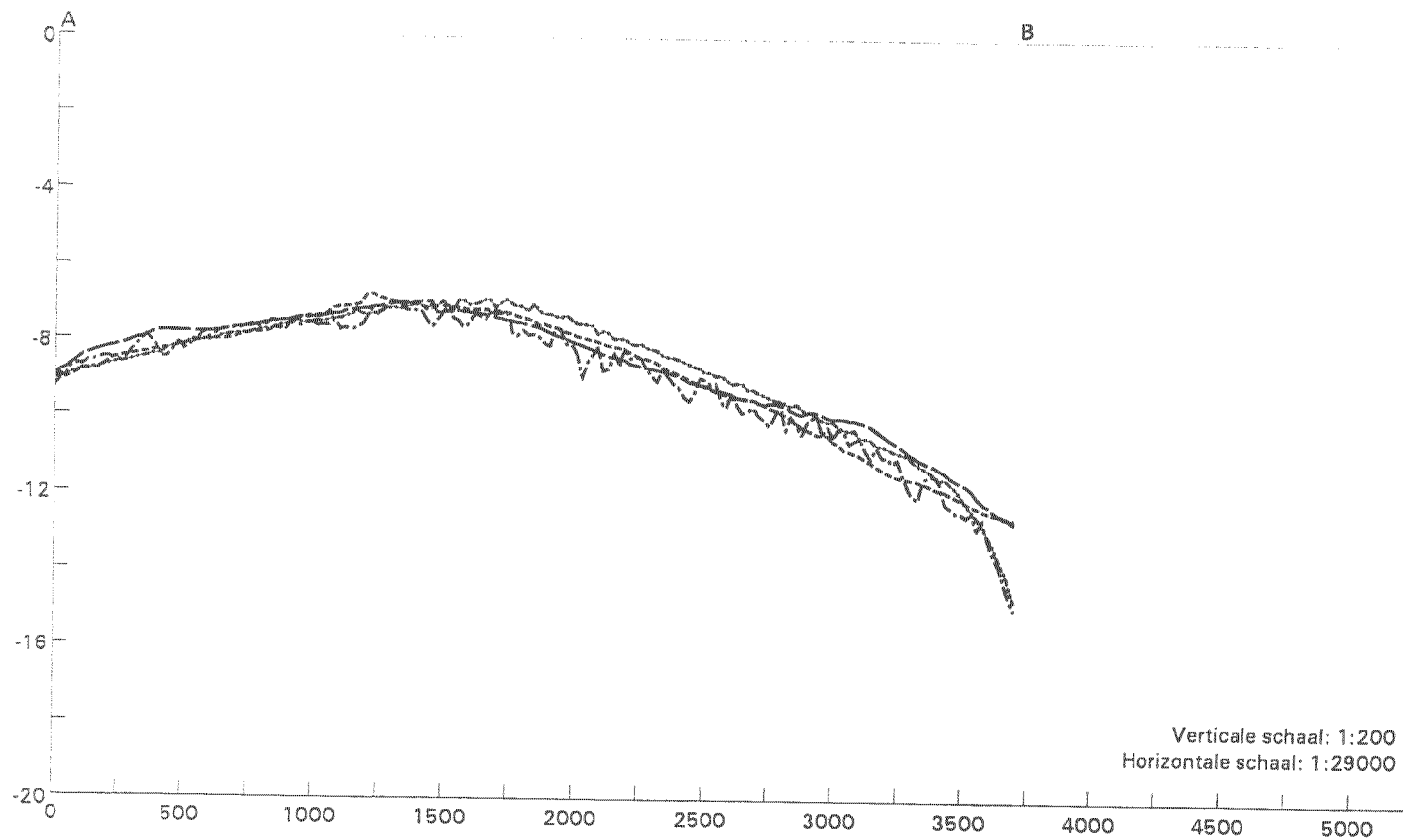
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

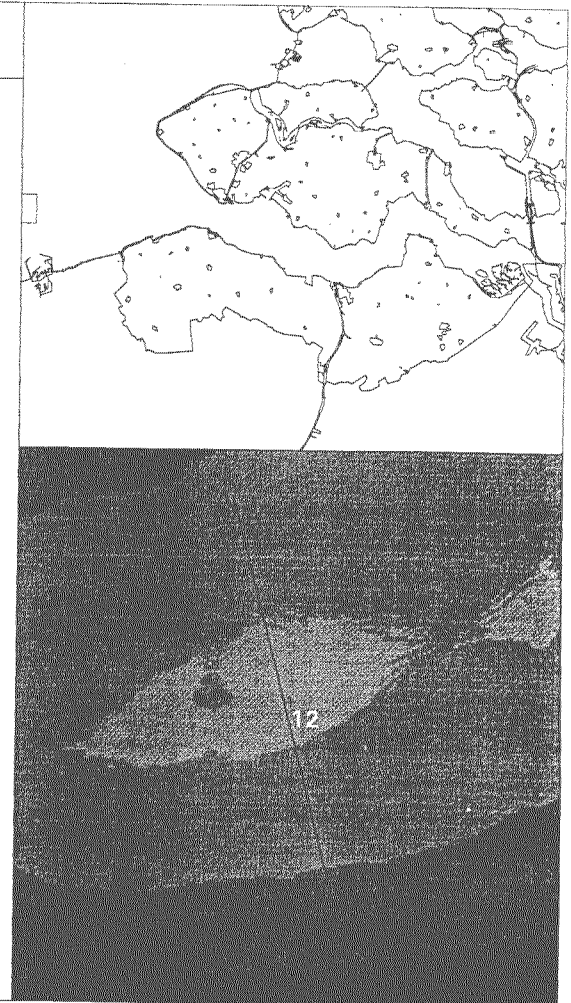
Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 12 Droogte van Schooneveld

'971103.163513'



- Profiel 12 van g6970
- Profiel 12 van g7879
- - - - Profiel 12 van g8586
- Profiel 12 van g9293



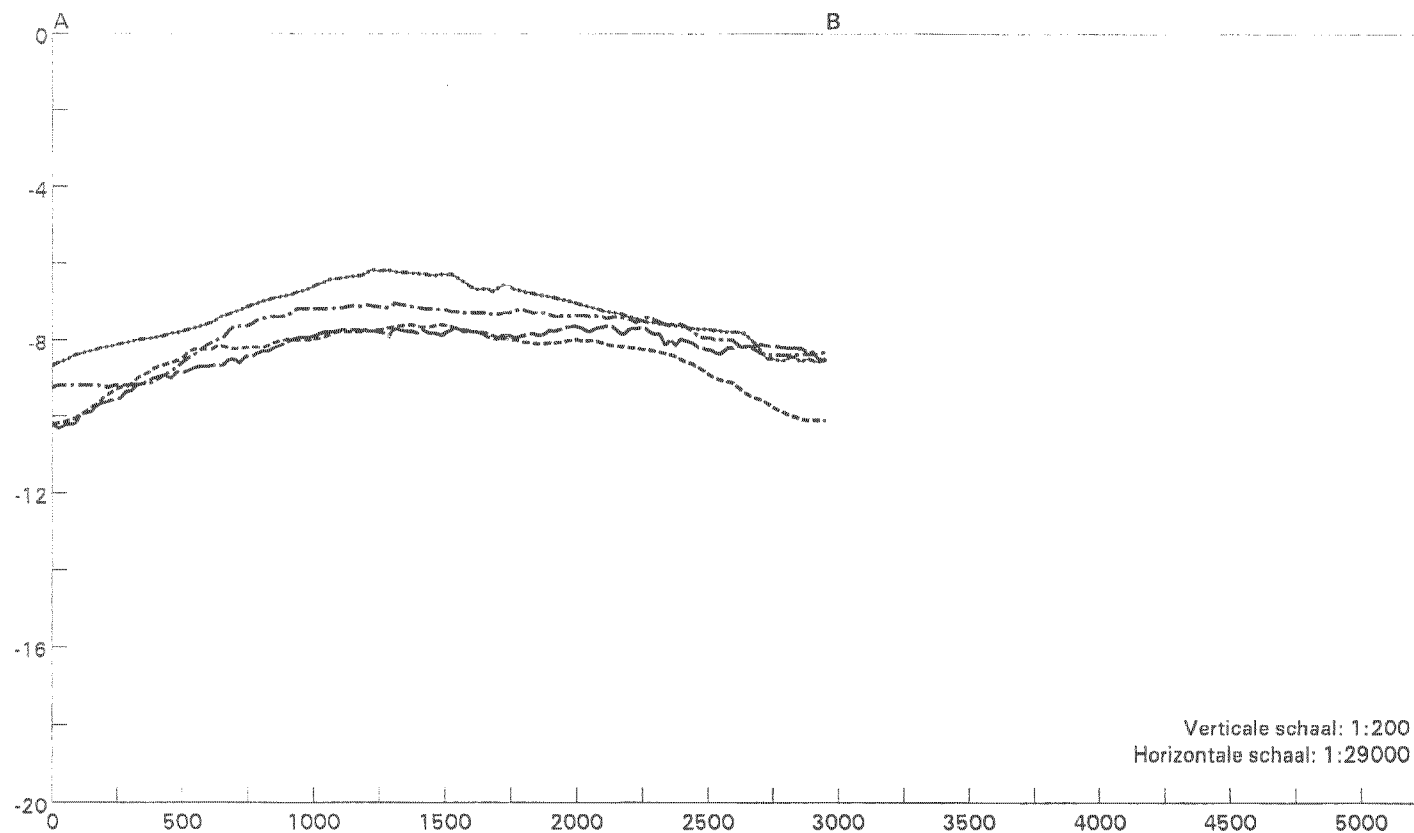
KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

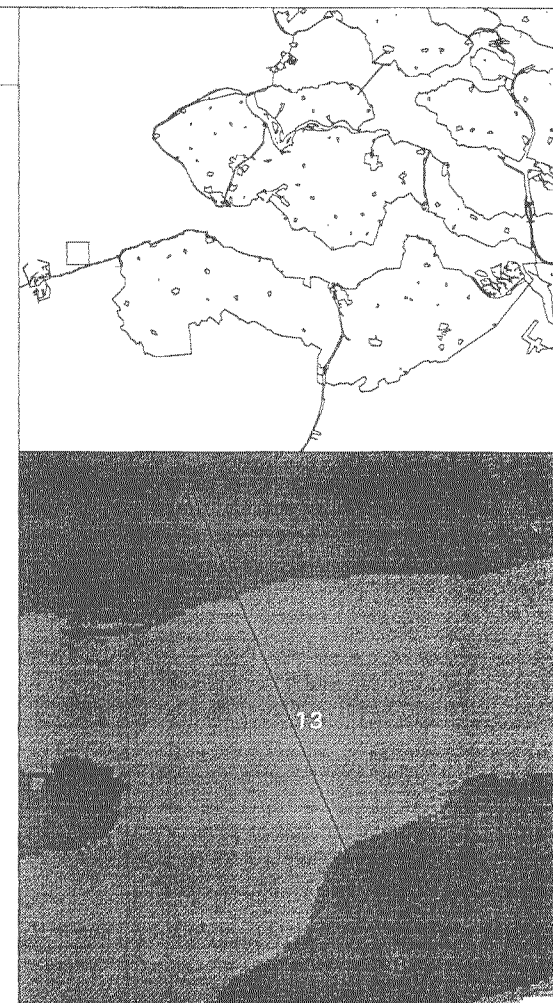
Arc-Info applicatie: ProfielGIS
Drs. L.A. Uit den Bogaard

Profiel 13 Paardemarkt

'971103.163555'



- Profiel 13 van g6970
- Profiel 13 van g7879
- · - · - Profiel 13 van g8586
- Profiel 13 van g9293



KUST*2000

Rijksinstituut voor Kust en Zee
Rijkswaterstaat

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