Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee/*RIKZ*
bibliotheek
RIKZ/OS-95.802x
(rekst) 930

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/*RIKZ*
Meetkundige Dienst

Verklarende tekst bij

LANDSAT atlas Schelde estuarium

Een selectie van satellietbeelden vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen

Drs. C. Storm[1]
Ing. D.C. van Maldegem[1]
H.J. den Hollander[2]
Ir. J.M.M. Kokke[2]

Werkdocument RIKZ OS-95.802X
Rapport MD-GAT 95-21

februari 1995

[1]Rijksinstituut voor Kust en Zee/*RIKZ*
[2]Meetkundige Dienst

Inhoudsopgave

	Voorwoord	*5*
	Samenvatting	*7*
1	**Inleiding**	*9*
2	**Remote Sensing: achtergronden en Methodiek**	11
2.1	Wat is remote sensing?	11
2.2	Wat 'ziet' een remote sensing instrument?	11
2.3	Waarom Landsat?	12
2.4	Remote Sensing van het Schelde estuarium met Landsat	12
2.4.1	Landsat MSS en TM versus karakteristieke spectra	12
2.4.2	Reflecties water	13
2.4.3	Reflecties land	13
2.5	Verstoringen	13
2.6	Bewerking en presentatie van de Landsat opnamen	14
2.7	Selectie uit beschikbare Landsat opnamen	14
2.8	Leeswijzer	15
3	**Patronen in LANDSAT beelden**	17
3.1	Patronen in het water	17
3.2	Patronen in het drooggevallen gebied	17
4	**Beschrijving bij de LANDSAT beelden**	19
4.1	Landsat MSS 21 september 1976; tweede helft vloed	19
4.1.1	Water (false colour)	19
4.1.2	Droogvallend (false colour)	19
4.2	Landsat TM 30 april 1984; eerste helft vloed	19
4.2.1	Water (true colour)	19
4.2.2	Drooggevallen (true colour)	19
4.3	Landsat TM 16 juni 1986; eerste helft eb	20
4.3.1	Water (true colour)	20
4.3.2	Drooggevallen (false colour)	20
4.4	Landsat TM 5 oktober 1989; laagwaterkentering	21
4.4.1	Water (true colour)	21
4.4.2	Drooggevallen (false colour)	21
4.4.3	Watertemperatuur	21
4.5	Landsat TM 1 mei 1990; tweede helft eb	22
4.5.1	Water (true colour)	22
4.5.2	Drooggevallen (false colour)	22
4.6	Landsat TM 15 mei 1992; vloed	22
4.6.1	Water (true colour)	22
4.6.2	Drooggevallen (false colour)	22
4.6.3	Watertemperatuur	22
4.7	Landsat TM 9 mei 1993; laagwaterkentering	23
4.7.1	Water (true colour)	23
4.7.2	Drooggevallen (false colour)	23
5	**Patronen in het water**	25
5.1	Algemeen	25
5.2	Troebelheid per geul	25
5.3	Troebelheid in relatie met het getij	26
5.4	Troebelheid in havens en toegangsgeulen	26
5.5	Patronen in temperatuur wateroppervlak	27
6	**Patronen in het drooggevallen gebied**	29
6.1	Algemeen	29
6.2	Patronen in slik- of plaatgebieden	29
6.3	Patronen in schorren	30
6.4	Patronen gerelateerd aan het seizoen	30
7	**Conclusies**	31
8	**Aanbevelingen: het gebruik van Landsat in het Schelde estuarium**	33
9	**Referenties**	35

Lijst van Bijlagen

BIJLAGE A	Bij de Meetkundige Dienst beschikbare satelietopnamen	36
BIJLAGE B	Meetlocaties Watertemperatuur Zeeland	37
BIJLAGE C	Achtergrondinformatie	38

Lijst van Tabellen

Tabel 2.1	Band-specificaties van Landsat-MSS	12
Tabel 2.2	Band-specificaties van Landsat-TM	12
Tabel 2.3	De voor deze atlas geselecteerde Landsat beelden met: de gekozen sensor, de opnamedatum en de getijfase te Vlissingen (tijdstip 11.10 MET).	14
Tabel A	Bij de Meetkundige Dienst te Delft aanwezige Landsat MSS, Landsat TM en Spot beelden (bijgewerkt tot eind 1994) [vetgedrukte beelden zijn in deze atlas opgenomen].	36
Tabel B1	Watertemperatuur van meetpalen voor tijdstip van LANDSAT beelden (11.10 MET) (bron VCZ Directie Zeeland).	37
Tabel B2	Lokaties en hoogte temperatuursensor van de verschillende meetpalen (bron VCZ Directie Zeeland).	37
Tabel C1	De opgetreden getijslag en de getijfactor voor Hansweert (getijamplitude Hansweert: gemiddeld doodtij 3,66 m, gemiddeld getij 4,48 m en gemiddeld springtij 5,03 m).	38
Tabel C2	De gemiddelde maandelijkse watertemperatuur (°C) aan het oppervlakte van Vlissingen (daghoogwater) en Bath (daghoogwater en daglaagwater) berekend over de periode 1971 t/m 1980 (Tienjarige overzichten 1971-1980).	39
Tabel C3	De maandelijks gemiddelde afvoeren (m^3/s) te Schelle (België) weergegeven van de maand van opname (M) en de drie voorafgaande maanden respectievelijk M-1, M-2 en M-3.	39
Tabel C4	De meetfrequentie en enkele meetwaarde tijdens de overkomst van de satelliet.	39
Tabel C5	Analyseresultaten watermonsters (oppervlakte) 16 juni 1986	39
Tabel C6	Analyseresultaten watermonsters (oppervlakte) 1 mei 1990	40
Tabel C7	De windsnelheid, windrichting en luchtdruk te Vlissingen op de meetdagen van 10 tot 11 uur MET (bron Klimatologische Dienst KNMI de Bilt).	40

Lijst van Figuren

Figuur 2.1	Spectrale energiefluxen van zon en aarde; zichtbaar licht aangegeven	11
Figuur 2.2	Landsat MS en TM banden (zichtbaar en nabij-infrarood) Spectrale kenmerken van karakteristieke oppervlakken	12
Figuur C1	Bemonsteringslocaties waterkwaliteitsmeetnet Schelde estuarium	40

Voorwoord

Het kaartmateriaal in deze atlas is gemaakt door Hans den Hollander via analyse en bewerking van Landsat beelden op een ERDAS-IMAGINE beeldverwerkingssysteem. Jos Kokke heeft de meer inhoudelijke aspecten van remote sensing beschreven. Beiden zijn werkzaam op de afdeling remote sensing en fotogrammetrie van de Meetkundige Dienst te Delft. De tekst bij de beelden en de benodigde data zijn uitgewerkt door Kees Storm en Dirk van Maldegem van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) te Middelburg.

Een aantal personen en instanties zijn wij zeer erkentelijk voor hun medewerking. Leo Uit den Bogaard (Universiteit Utrecht) heeft gezorgd voor de dieptelijnen en dijkcontouren die als referentie zijn toegevoegd aan de satellietbeelden.
De waterstandsgegevens zijn verkregen van: de Dienst der Kusthavens Hydrografie te Oostende (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap; Departement Leefmilieu en Infrastructuur), Anand Ramrattan (afdeling ITS) van het RIKZ en Frans van Balen (VCZ) van de Directie Zeeland. Het VCZ heeft ook de watertemperatuurgegevens geleverd. De klimatologische gegevens (windsnelheid, windrichting en luchtdruk te Vlissingen) zijn afkomstig van de Klimatologische Dienst van het KNMI in de Bilt. Jo de Brabander (RIKZ) heeft de figuren met de topografische aanduidingen gemaakt. André Akkerman en Wim Storm (RIKZ) hebben zorg gedragen voor de grafische vormgeving. Tot slot willen we Bart Althuis en Jacques Vroon (beiden RIKZ) bedanken voor het becommentariëren van dit rapport.

Samenvatting

Het doel van deze atlas is de toegankelijkheid van Landsat beelden te verbeteren ten behoeve van zowel het onderzoek als het beheer in het Schelde estuarium. Satellietbeelden bevatten een schat aan informatie, zowel ruimtelijk als temporeel. Toch is satellietinformatie tot op heden slechts spaarzaam gebruikt voor morfologisch en ecologisch onderzoek in de Zeeuwse delta. Een belangrijke drempel bij het gebruik van remote sensing was het sterk specialistische karakter ervan en de beperkte toegankelijkheid van de beelden.

Deze atlas, waarin een selectie van Landsat beelden van het Schelde estuarium is opgenomen, kan er toe bijdragen de afstand tussen Remote sensing en de gebruikers te verkleinen. Er wordt aangetoond welke kwalitatieve morfologische en ecologische informatie uit Landsat beelden kan worden verkregen. Specifiek wordt nagegaan of met satellietopnamen het inzicht kan worden vergroot in de temporele en ruimtelijke patronen in het water, de intergetijdegebieden en de schorren van het Schelde estuarium. Deze opnamen kunnen worden gebruikt voor presentaties en kwalitatieve analyses, eventueel gerelateerd aan een getijfase en/of seizoen. Het rapport is dus in eerste instantie bedoeld voor beleidsmakers en onderzoekers die met het Schelde estuarium te maken hebben.

Een bruikbaar Landsat beeld ontstaat als de overkomst van de satelliet (1 keer per 18 dagen) samenvalt met een onbewolkte hemel. Per jaar wordt er van de Zeeuwse delta maar een gering aantal goede opnamen gemaakt. De Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat heeft een selectie van deze beelden in haar bezit. De oudste Landsat opname dateert uit 1976, maar het gros is van na 1986. De als true colour verwerkte beelden vertonen over het algemeen meer contrast in het water, terwijl met de false colour beelden meer contrast wordt verkregen in de drooggevallen gebieden, vooral voor het begroeide gedeelte. Om het aantal beelden van de atlas beperkt te houden zijn deze in één beeld gecombineerd. De true- en false colourbeelden zijn puur kwalitatief en kunnen dus alleen vergelijkenderwijs worden gebruikt. De temperatuurbeelden kunnen wel kwantitatief worden geïnterpreteerd, rekening houdend met een zekere onnauwkeurigheidsmarge. Het is belangrijk te beseffen dat deze informatie alleen betrekking heeft op het oppervlak van het water of land.

De intensiteit van de reflectie vanaf het water is gerelateerd aan de troebelheid: hoe troebeler het water, hoe sterker de reflectie. Het meest heldere water is vrijwel altijd aanwezig in het mondingsgebied van de Westerschelde. Ten oosten van de haven van Zeebrugge op de Vlakte van de Raan zijn vrijwel altijd relatief troebele gebieden waargenomen. Minder troebele patronen worden aangetroffen in de diepere geuldelen. Langs de platen, slikken en ondiepten zijn vrijwel altijd hoge troebelheden waargenomen. Over het algemeen zijn de verschillen in reflectie tussen diepe en ondiepe geulen in het oostelijk deel kleiner dan in het westelijk deel en op de Voordelta. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de toename van de troebelheid in stroomopwaartse richting. Verschillen in dwarsrichting zijn waarschijnlijk

gerelateerd aan eb- en vloeddominanties. In de haven van Zeebrugge, de Sloehaven en de Braakmanhaven is de troebelheid in de haven duidelijk lager dan direct buiten de haven. De overige havens in de Westerschelde zijn te klein om daarbinnen nog duidelijke patronen te kunnen waarnemen.
In de false colour beelden kan duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen het begroeide en onbegroeide deel van het drooggevallen gebied, respectievelijk in rode en blauwe tinten. De intensiteit van de reflectie wordt in het drooggevallen gebied bepaald door het vochtgehalte van de bovenste cm's van de bodem. Het onderscheid tussen droog en nat intergetijdegebied kan zowel met true als false colour beelden goed worden gemaakt. De randen van platen vertonen over het algemeen een relatief sterke reflectie, hetgeen wijst op een goede drainage. De intensiteit van de reflectie van centrale delen van platen en van de slikken is meestal lager door meer vochtige of slibrijke omstandigheden. Het Verdronken Land van Saeftinge is het enige schor waarin op deze schaal nog duidelijke patronen kunnen worden waargenomen.

De temperatuur van het wateroppervlak loopt zowel in de voorjaars- als najaarsbeelden geleidelijk op vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen. Het temperatuurverschil is in het voorjaar groter dan in het najaar, met name door het koudere zeewater. In sommige gevallen is binnen één geul of tussen eb- en vloedgedomineerde geulen een gering temperatuursverschil aangetroffen. Locaties met zeer hoge temperaturen langs de plaatranden (waterlijn) en op de platen zijn het gevolg van de snelle opwarming van ondiepe waterlagen. Vóór de kerncentrales van Borssele en Doel kan de invloed van het koelwater worden waargenomen. Vooral de "pluim" bij Doel is goed ontwikkeld.
Uit deze analyse blijkt dat Landsat beelden op een kwalitatieve wijze kunnen bijdragen tot een beter ruimtelijk inzicht in patronen zoals troebelheidsbanen in het water, eventueel gerelateerd aan een bepaalde getijfase, en meer of mindere vochtige delen van het drooggevallen intergetijdegebied. Vooral vanaf 1986 is bij de Meetkundige Dienst te Delft een uitgebreid archief aan bruikbare beelden verzameld. Deze reeks van beelden bevat zowel veel ruimtelijke als temporele informatie en is daardoor bijvoorbeeld zeer geschikt voor monitoring. Daarnaast kunnen de beelden worden gebruikt om ruimtelijke extrapolaties uit te voeren van locatiegebonden metingen, zoals bodembemonsteringen, vegetatiekarteringen en troebelheidsmetingen. Eventuele combinatie met andere ruimtelijke informatie, zoals hoogteligging, of met modelresultaten biedt goede perspectieven, zeker in cobinatie met het gebruik van GIS technieken.

1 Inleiding

Morfologen en ecologen hebben voor hun onderzoek in het Schelde estuarium relatief weinig gebruik gemaakt van satelliet Remote Sensing (RS), in tegenstelling tot bijvoorbeeld de luchtfotografie. Stronkhorst (1986) heeft destijds geconcludeerd dat Landsat TM en MSS met name door beperkingen in resolutie (spectraal, radiometrisch, temporeel en ruimtelijk) niet geschikt waren om gebruikt te worden voor een operationeel waterkwaliteitsmeetsysteem (monitoring). Satellietopnamen geven een kwalitatief overzicht van patronen in water- en bodemeigenschappen binnen een groot gebied en zijn daardoor bij uitstek geschikt voor algemeen, oriënterend onderzoek. Allewijn et al (1992) geven een groot aantal voorbeelden op welke wijze Landsat kan worden ingezet bij het onderzoek naar morfologische veranderingen, bodemsamenstellingen, stromingen, waterkwaliteit en vegetatie. Op dit moment wordt onder-zoek verricht naar mogelijkheden van optische remote sensing ten behoeve van vegetatiekartering en naar de sedimentsamenstelling van de Platen van Valkenisse (Kokke en Van Zanten, 1994; Kokke, 1994).

Een belangrijk knelpunt voor het gebruik van satelliet RS voor de onderzoeker is de hoge graad van specialisatie die nodig is om RS beelden te verwerken en te analyseren en het gebrek aan gelijktijdige grondwaarnemingen. Een heel ander aspect is de bereikbaarheid van de beelden. In de loop van de tijd zijn reeds een groot aantal satelliet beelden, en met name Landsat opnamen, door Rijkswaterstaat aangekocht. Deze beelden zijn opgeslagen in computerbestanden en bewerkte beelden bereiken de onderzoeker slechts sporadisch. De drempel om daadwerkelijk remote sensing te betrekken in het onderzoek is daardoor vrij hoog.

Het doel van deze atlas is derhalve om de toegankelijkheid van deze zowel ruimtelijk- als temporeel interessante gegevens voor een groter onderzoekspubliek te ontsluiten. Specifiek wordt nagegaan of met satellietopnamen het inzicht kan worden vergroot in de temporele en ruimtelijke patronen in het water, de intergetijdegebieden en de schorren van het Schelde estuarium. Deze opnamen kunnen worden gebruikt voor presentaties en kwalitatieve analyses, eventueel gerelateerd aan de getijfase en het seizoen. Het rapport is dus in eerste instantie bedoeld voor beleidmakers en onderzoekers die met het Schelde estuarium te maken hebben.

In hoofdstuk 2 wordt eerst een algemene inleiding gegeven in remote sensing en meer specifiek, de Landsat sensor. Er wordt aangegeven hoe de beelden geïnterpreteerd kunnen worden. Kort wordt ingegaan op de wijze waarop de presentaties zijn vervaardigd, en hoe de selectie van de opnamen is uitgevoerd.
In hoofdstuk 4 worden de beelden beschreven, waarbij onderscheid is gemaakt in "water" en "drooggevallen" gebied. In hoofdstuk 5 en 6 worden per gebied de opmerkelijke patronen besproken en wordt bijvoorbeeld ingegaan op de invloed van de getijfase of het seizoen. In hoofdstuk 7 worden de temperatuurbeelden besproken.

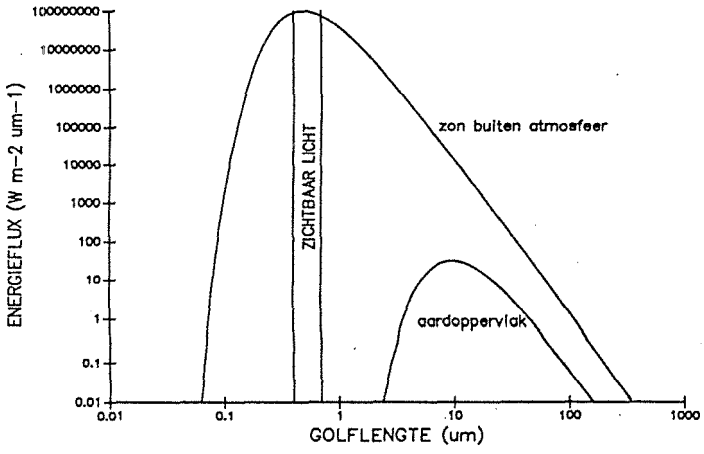
In Bijlage C zijn een aantal meetwaarden opgenomen die eventueel bruikbaar zijn voor een verdere interpretatie van de Landsatbeelden: getijgegevens, windgegevens, gegevens met betrekking tot de waterkwaliteit, slibgehalten, watertemperatuur en Scheldeafvoer. Telkens zijn meetwaarden gezocht die zo goed mogelijk samenvallen met het tijdstip waarop de verschillende Landsat opnamen zijn gemaakt.

2 Remote Sensing: Achtergronden en Methodiek

2.1 Wat is remote sensing?

Remote Sensing (afgekort RS), ook wel teledetectie of aardobservatie genoemd, is de wetenschap van het op afstand waarnemen van gebieden, objecten en fenomenen via analyse van de data die verkregen zijn met behulp van een apparaat dat niet in kontakt staat met de onderzochte karakteristiek (naar Lillesand en Kiefer, 1987). Remote Sensing omvat de instrumentele middelen, technieken en methoden om op afstand het 'aardoppervlak' (land, zee, atmosfeer) waar te nemen, als beeld vast te leggen en te analyseren (zie ook H.J. Buiten en J.G.P.W. Clevers, 1990). Remote Sensing opnametechnieken maken het de mens mogelijk om ook buiten het zichtbare spectrum de omgeving waar te nemen en in kaart te brengen. RS meet objectieve, positiegebonden fysische gegevens, waarmee bij toepassing van de juiste verwerkingstechnieken zowel kwalitatieve als kwantitatieve kenmerken van het waargenomen object kunnen worden bepaald. Dankzij het feit dat RS de toestand van een relatief groot gebied in korte tijd in een ruimtelijk beeld kan vastleggen (momentopname) kan men inzicht krijgen in samenhangen en begrenzingen van gebieden.

Figuur 2.1
Energie door aarde en zon uitgestraald



Door middel van analyse van een (tijd)reeks van RS opnamen van hetzelfde gebied kunnen veranderingen in de tijd worden gevolgd en processen worden bestudeerd.

Remote Sensing dient gezien te worden als een extra bron van informatie, die door combinatie met in situ (punt)metingen, modellen en overige geografische informatie beter kan inspelen op de informatiebehoefte. Koppeling van Remote Sensing gegevens met Geografische Informatie Systemen is een goed middel om deze informatie toegankelijk te maken voor de gebruiker. Remote Sensing technieken zijn in twee hoofdlklassen te verdelen. Bij passieve remote sensing wordt natuurlijke (electromagnetische) straling gemeten, terwijl actieve sensoren met behulp van een eigen stralingsbron energie uitzenden en informatie putten uit het van een object of oppervlak terugkerende signaal (bijv. Radar- en Lidar-technieken).

2.2 Wat 'ziet' een remote sensing instrument?

Voor passieve remote sensing is de zon de primaire energiebron. In Fig. 2.1 is te zien hoeveel elektromagnetische energie de zon bij elke golflengte uitstraalt. Objecten op of bij het aardoppervlak reflecteren de zonnestraling in meer of mindere mate. De hoeveelheid aan het aardoppervlak gereflecteerde straling is karakteristiek voor (de toestand van) het geobserveerde object of oppervlak. De van de zon afkomstige natuurlijke straling is maximaal in het voor het menselijk oog zichtbare gedeelte van het elektromagnetische spectrum (400-700 nm), maar bevat ook energie daarbuiten. Het is daardoor mogelijk informatie te betrekken uit het gereflecteerde spectrum buiten het zichtbare gebied.
Net als de zon zenden alle objecten warmtestraling uit. De energieverdeling over het spectrum wordt bepaald door de temperatuur van het object. De warmtestraling van het aardoppervlak is onzichtbaar voor het menselijk oog (Fig. 2.1). Deze straling kan met een remote sensor, bijvoorbeeld vanaf een satelliet, geregistreerd worden.

2.3 Waarom Landsat?

Hoewel inmiddels met een veelvoud aan satellieten informatie van het aardoppervlak wordt verzameld, is voor deze atlas van het Schelde estuarium gekozen voor analyse van opnamen gemaakt met Landsat vanwege het feit dat deze al over een periode van ruim 20 jaar opnamen heeft gemaakt, waarvan een tiental reeds beschikbaar zijn bij Rijkswaterstaat (Bijlage A).

Tabel 2.1
Band-specificaties van Landsat-MSS

band	golflengte-interval (µm)			
4	0,5	-	0,6	groen
5	0,6	-	0,7	rood
6	0,7	-	0,8	NIR
7	0,8	-	1,1	NIR
8*	10,4	-	12,6	TIR

Tabel 2.2
Band-specificaties van Landsat-TM

band	golflengte-interval (µm)			
1	0,45	-	0,52	blauw
2	0,52	-	0,60	groen
3	0,63	-	0,69	rood
4	0,76	-	0,90	NIR
5	1,55	-	1,75	NIR
6	10,40	-	12,50	TIR
7	2,08	-	2,35	NIR

* Alleen Landsat 3

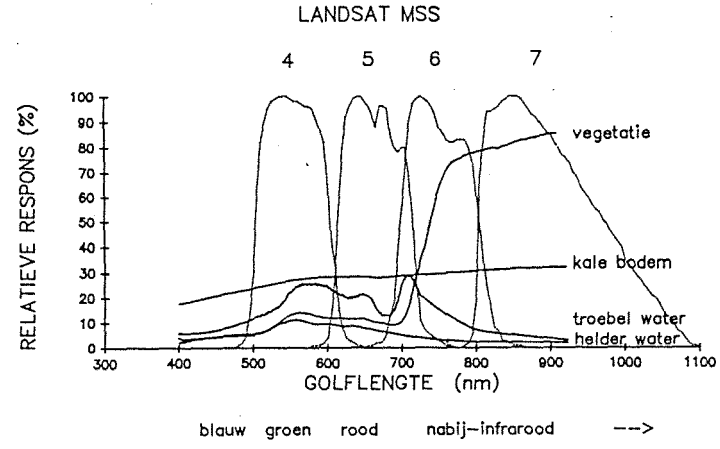
De eerste Landsat-satelliet werd gelanceerd in 1972 en had tot doel de aardse natuurlijke hulpbronnen vanuit de ruimte te observeren. Elke 2 tot 4 jaar werd een nieuwe satelliet gelanceerd ter vervanging van de vorige. In verband met het gebruik door met name de landbouwsector kwam men voor het eerste multispectrale systeem (MSS) tot 3 spectrale banden in het zichtbare en 1 band in het nabij-infrarode gebied. In Landsat 3 werd een thermisch infrarode band toegevoegd. De Landsat-satellieten beschrijven een polaire baan (noord-zuid) en nemen stroken op van 185 km breedte. De MSS-scanners registreren beeldelementen van 80 bij 80 m in de visuele en nabij-infrarode band en 240 bij 240 m in de thermisch infrarood band. Vanaf Landsat 4 werd, naast de MSS, een tweede generatie multispectrale scanners geïntroduceerd, de Thematic Mapper (TM), met smallere spectrale banden; 4 in het zichtbare, 2 in het nabij-infrarood en 1 in het thermisch infrarood. Met de smallere banden van TM kunnen de wat subtieler spectrale verschillen beter worden waargenomen, terwijl de mate van gedetailleerdheid groter is. De TM-scanners nemen nl. in het zichtbare en nabij-infrarood beeldelementen op van 30 bij 30 m, in het thermisch infra-rood van 120 bij 120 m. In bovenstaande Tabellen 2.1 en 2.2 zijn de bandspecificaties van MSS en TM opgenomen
(de nummering van de banden is historisch bepaald).

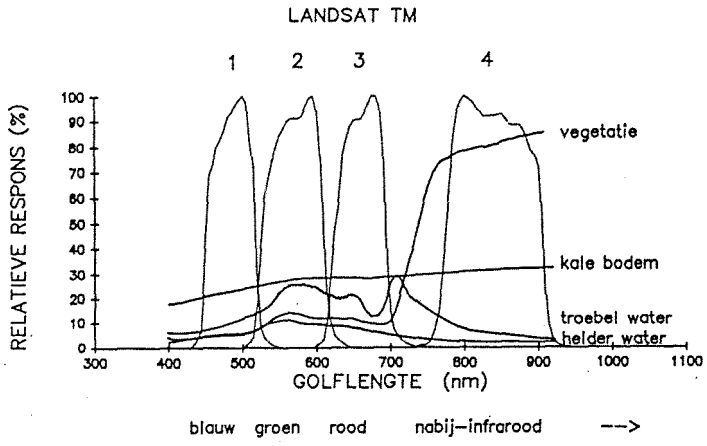
2.4 Remote Sensing van het Schelde estuarium met Landsat

2.4.1 Landsat MSS en TM versus karakteristieke spectra

Voor deze atlas is interessant of met satellietopnamen het inzicht in temporele en ruimtelijke patronen in het water, de intergetijdegebieden en de schorren van het Schelde estuarium vergroot kan worden. In
Fig. 2.2 zijn de karakteristieken van de Landsat MSS en TM banden in het zichtbare en nabij-infrarode deel van het spectrum bijeengebracht
(zie ook Tabel 2.1 en 2.2). Toegevoegd zijn enkele spectra, die als karakteristiek kunnen worden beschouwd voor de verschillende voor-komende thema's in dit gebied. De beide spectra van water, resp. van relatief helder en van troebel water, zijn met een factor 2 versterkt om ze samen met het spectrum van vegetatie en dat van een kale zandige bodem in één plaatje te kunnen presenteren. Ook zijn onder de grafiek de bijbehorende kleuren vermeld.
De figuur illustreert o.a. dat de grens land-water met behulp van de nabij-infrarode band van zowel MSS als TM goed te detecteren is, omdat water (helder of troebel) slechts zeer weinig straling van die golflengten reflecteert. Op deze wijze kunnen land en water in een remote sensing beeld perfect van elkaar worden onderscheiden.

Figuur 2.2
Landsat MSS en TM banden (zichtbaar en nabij-infrarood)
Spectrale kenmerken van karakteristieke oppervlakten





2.4.2 Reflecties water

Door aanwezigheid van algen, aquatisch humus, dood organisch materiaal en anorganisch materiaal worden effecten teweeggebracht zoals absorptie, verstrooiing en fluorescentie van licht. Ook voor het menselijk oog zijn de gevolgen van deze effecten goed zichtbaar, ze "kleuren" het water. Vergelijking van de beide spectra van water in figuur 2 bevestigt dat. Het specifieke patroon in het groene en rode gedeelte van het spectrum van troebel water wijst op de aanwezigheid van algen. Ruim boven 700 nm. wordt de lichtabsorptie van water dominant, zodat daar weinig of geen informatie meer omtrent troebelheid aanwezig is. Helder water reflecteert voor alle golflengten zeer weinig licht, zoals uit de figuur duidelijk naar voren komt. De beide spectra van water zijn versterkt weergegeven om ze samen met spectra van droge delen in een leesbaar plaatje te kunnen presenteren. Zowel bij MSS als bij TM zijn de banden relatief breed ten opzichte van de spectrale fenomenen in het water. Dit is een nadeel omdat per band alle gereflecteerde lichtenergie wordt opgeteld; dit leidt er toe dat spectraal smalle fenomenen niet afzonderlijk gedetecteerd kunnen worden.
Landsat MSS bezit slechts 2 kanalen (groen en rood) voor detectie van de troebelheid. Landsat TM is in het voordeel met 3 smallere banden (blauw, groen en rood) en een grotere mate van gedetailleerdheid. Derhalve is voor deze atlas waar mogelijk Landsat TM gebruikt. Kortom, voor remote sensing van de troebelheid worden de zichtbare kleuren gebruikt. Op een remote sensing beeld van water ziet men dan ook veelal de natuurlijke kleuren; dit wordt 'true colour' genoemd.

2.4.3 Reflecties land

Een kale bodem vertoont over het algemeen een langzaam oplopend spectrum (daardoor wordt de typische grauwe kleur van kale bodems bepaald). De reflectie-eigenschappen worden bepaald door chemische en fysische eigenschappen, zoals bodemsamenstelling, korrelgrootte e.d. De spectrale karakteristiek van vegetatie wordt voor een groot deel bepaald door verschillen in absorptie van blauw, rood en groen licht door pigmenten. Het feit dat in het groene gebied minder absorptie optreedt dan in het rode en blauwe geeft planten hun groene kleur. In het gebied tussen 700 en 1000 nm. speelt absorptie vrijwel geen rol en wordt reflectie dominant. Het vegetatiespectrum in figuur 2 illustreert deze effecten. Onderscheid tussen vegetatietypen kan het best gemaakt worden met banden in het groene, rode en nabij-infrarode deel van het spectrum.
Voor kartering van de 'droge' delen van het Schelde estuarium is, zowel voor MSS als voor TM, gebruik gemaakt van de groene, rode en nabij-infrarode kanalen. Omdat het menselijk oog ongevoelig is voor licht in het nabij-infrarood wordt er een kleurverschuiving toegepast om ook deze band zichtbaar te maken; nabij-infrarood, rood en groen worden in het eindresultaat gerepresenteerd door respectievelijk rood, groen en blauw. Vegetatie zal in het remote sensing beeld rood zijn, omdat vegetatie in het nabij-infrarood relatief sterk reflecteert. Deze presentatiewijze wordt 'false colour' genoemd.

2.5 Verstoringen

Het door de Landsat satelliet waargenomen licht heeft, naast interactie met het aardoppervlak, ook tweemaal de weg door de atmosfeer afgelegd. In de atmosfeer wordt licht door de aanwezige componenten zoals luchtmoleculen, aerosolen, ozon, atmosferische gassen in variabele hoeveelheden (CO_2, NO_x, etc.) en waterdamp geabsorbeerd en verstrooid. De invloed van deze componenten is afhankelijk van de golflengte zodat het mogelijk is dat hetzelfde object aan het aardoppervlak bij verschillende atmosferische omstandigheden verschillende 'kleuren' krijgt. De atmosferische omstandigheden zijn variabel, zowel in ruimte als in tijd. Ook de variabele zonnestand heeft invloed op de hoeveelheid licht die door de sensor wordt waargenomen. Hoewel er methoden zijn om voor deze effecten te corrigeren zijn de beelden in deze atlas niet voor atmosferische effecten gecorrigeerd. Dit betekent dat slechts relatieve betekenis kan worden gehecht aan de kleuren, die men op de beeldprodukten aantreft.
Een ander aspect, dat soms kan worden waargenomen zijn evenwijdige banden die schuin van WNW tot OZO door het beeld staan. Dit wordt in de remote sensing aangeduid als 'striping'. Per band worden gelijktijdig 16 sensoren gebruikt om het aardoppervlak loodrecht op de vliegrichting van de satelliet (van NNO naar ZZW) af te tasten (vergelijkbaar met een kam met 16 tanden). Verschillen in

gevoeligheid tussen de individuele sensoren veroorzaken het genoemde striping effect.
Verder worden de optische en thermische banden van Landsat sterk beïnvloed door eventuele bewolking of rookpluimen. Deze zijn zichtbaar als donkere vlekken of een meer of minder dichte waas. De rookpluimen of sluiers worden alleen in de directe omgeving van steden of industiegebieden waargenomen. Bewolking is op de geselecteerde beelden nauwelijks aanwezig.

2.6 Bewerking en presentatie van de Landsat opnamen

De Landsat TM data zijn ingelezen en omgezet naar een ERDAS -IMAGINE formaat, zodat de digitale bestanden in een zichtbaar beeld kunnen worden omgezet. Er is gekozen voor een vaste schaal van de beelden (1:125.000). De grootte van het getoonde beeld is daardoor afhankelijk van het door de satelliet opgenomen gebied.
Om de satellietopnamen met andere gegevens te kunnen vergelijken is het nodig dat deze opname naar een geografisch stelsel getransformeerd wordt, de geometrische correctie. Het binnendijkse gebied is gemaskeerd met behulp van een door het RIKZ aangeleverde dijkbegrenzing.
Per satelliet-opname is vervolgens een scheiding land-water aangebracht met behulp van het nabij-infrarode kanaal. Het deel dat geclassificeerd is als water is afgebeeld in 'true colour' weergave en het deel dat als land is geclassificeerd in 'false colour' weergave, beide met een optimaal contrast verkregen door 'stretching'. Dit houdt in dat het verschil tussen de minimale en maximale digitale waarden, zoals ze voorkomen in het beeld, worden vergroot tot het maximaal mogelijke.
De land- en waterbeelden zijn in één presentatie samengevoegd. Hieraan zijn een aantal topografische kenmerken toegevoegd zoals dieptelijnen, de dijklijn en enkele plaatsaanduidingen. De Landsat beelden zijn in het ERDAS - IMAGINE systeem bewerkt, maar de resultaten kunnen ook bijvoorbeeld via ARC - INFO (GIS) worden gepresenteerd.

Aan de hand van de thermische band van de TM (band 6) kan een temperatuurbeeld van het wateroppervlak worden gemaakt. De intensiteiten in deze band dienen daarvoor te worden gecalibreerd met gemeten watertemperatuur gegevens van de tijd van overkomst. Voor een goed verband tussen de reflectie in de thermische band en de watertemperatuur en de gemeten watertemperatuur aan het oppervlak, zijn minimaal 3 waarden nodig. De betrouwbaarheid neemt toe wanneer er meer ijkpunten gebruikt worden. In Zeeland wordt door het VCZ van de Directie Zeeland al sinds het begin van de jaren tachtig op verschillende locaties de watertemperatuur aan of nabij het wateroppervlak gemeten, en elke 10 minuten opgeslagen in een bestand. In Bijlage 2 is aangeven welke meetpalen zijn gebruikt bij de calibratie. De temperatuur is niet overal op dezelfde diepte ten opzichte van het wateroppervlak bepaald (Bijlage B). Toch worden alle waarden wordt door een zeer dunne laag aan het oppervlak, ca. enkele tientallen microns dik, wordt hierdoor een fout geïntroduceerd. Een andere foutenbron wordt veroorzaakt doordat vrijwel altijd moet worden geëxtrapoleerd. Het gemeten bereik aan watertemperaturen is altijd kleiner dan het totale bereik in de thermische band. Deze fout door extrapolatie speelt voornamelijk een rol in het Belgische deel. De calibratie, de representativiteit van de meetwaarde en de extrapolatie veroorzaken een geschatte onnauwkeurigheid van 2 tot 3°C. De onauwkeurigheid loopt op bij de hogere temperaturen.

2.7 Selectie uit beschikbare Landsat opnamen

In Bijlage A is een overzicht gegeven van de door de Rijkswaterstaat reeds aangekochte Landsat opnamen van het Schelde-estuarium vanaf 1976 tot en met 1993. Deze opnamen gerangschikt naar type satelliet, maand van opname en getijomstandigheden. Hieruit is een zevental opnamedata geselecteerd (Tabel 2.3). Bij de selectie is rekening gehouden met een aantal aspecten: 1) een zo goed mogelijke verdeling over de periode vanaf 1976, 2) een zo volledig mogelijke opname (van sommige opnamen is slechts een beperkt aantal banden aangekocht) en 3) zoveel mogelijk variatie in de half-dagelijkse getijfase. De geselecteerde opnamen zijn vrijwel geheel onbewolkt. Deze omstandigheid komt in dit deel van Nederland bijna uitsluitend voor in omstandigheden met een goed ontwikkeld hogedrukgebied. De windsnelheid is dan laag tot vrij laag en de windrichting varieert van noordoost tot zuid.

Tabel 2.3
De voor deze atlas geselecteerde Landsat beelden met: de gekozen sensor, de opnamedatum en de getijfase te Vlissingen (tijdstip 11.10 MET).

sensor	opnamedatum		getijfase 0,5 maand.	0,5 daag.	waterstand Vlissingen 11.10 MET (m NAP)
MSS	21 september	1976	doodtij	vloed	+1,5
TM	30 april	1984	springtij	vloed	-1
TM	16 juni	1986	doodtij	eb	NAP
TM	05 oktober	1989	gemiddeld	lw	-2
TM	01 mei	1990	gemiddeld	eb	-1,5
TM	15 mei	1992	springtij	vloed	NAP
TM	09 mei	1993	springtij	vloed	-2

2.8 Leeswijzer

Het is belangrijk dat men zich bij het gebruik van deze atlas terdege bewust is van een aantal "beperkingen". De reeks van Landsat TM beelden van het water geven een indruk van de ruimtelijke en temporele troebelheidsverschillen van de oppervlaktelaag van enkele decimeters tot enkele meters dikte. Hoe troebeler het water, hoe sterker de weerkaatsing (reflectie) van het invallende licht is, met als gevolg een lichte kleur. Hoe helderder het water, hoe verder het licht doordringt in het water om daar geabsorbeerd te worden, zodat minder licht zal weerkaatsen met als gevolg een donkere kleur. Afhankelijk van de troebelheid van het water worden de bovenste dm's tot m's van de waterkolom de reflectie kunnen beïnvloeden van de optische banden. In de beschrijving van de beelden wordt dit consequent doorgevoerd. Gebieden met een lichte kleur wijzen op een sterke reflectie en worden troebel genoemd. Gebieden met een donkere kleur bevatten relatief weinig zwevend stof.

De true en false colour beelden zijn puur kwalitatief. Deze beelden kunnen dus alleen vergelijkenderwijs worden gebruikt. Een bepaalde kleur kan binnen één opname een verschillende eenheid representeren. Dit betekent ook dat een bepaalde kleur op verschillende beelden een verschillende eenheid kan representeren. Voor de thermische band zijn alleen de bovenste tientallen micrometers van belang. De temperatuurbeelden kunnen wel als kwantitatieve gegevens worden geïnterpreteerd, weliswaar met een onnauwkeurigheid van ongeveer 0,5 °C.

Voor de ligging van platen en geulen en plaatsaanduidingen wordt verwezen naar Bijlage D.

3 Patronen in LANDSAT beelden

3.1 Patronen in het water

De troebelheid van het water is een complex gegeven, veroorzaakt door een combinatie van opgeloste- en onopgeloste stoffen in het water, van organische of anorganische aard. De belangrijkste opgeloste stoffen die de kleur van het water kunnen beïnvloeden zijn fotosynthesische pigmenten, zoals fytoplankton en feotine, yellow substance en chemische verontreinigingen. De belangrijkste onopgeloste stoffen zijn algen, organische microverontreinigingen, kleideeltjes, mineralen en zware metalen.
De onopgeloste organische en anorganische deeltjes zitten meestal door kleefstoffen van algen en bacteriën gebonden in vlokken met een diameter van 10 tot ≤100µm. De vlokvorming wordt sterk beïnvloed door het zoutgehalte en de viscositeit.
De troebelheid van het oppervlaktewater in het Schelde estuarium wordt sterk bepaald door de concentratie aan deze al of niet geflocculeerde organische en anorganische zwevende stof. De opgeloste stoffen spelen een ondergeschikte rol in de troebelheid van het water. De concentratie van zwevende stof in het wateroppervlak van het estuarium varieert onder invloed van een aantal factoren:

a) een ruimtelijke en temporele variatie in stroomsnelheden ten gevolge van het getij: bij een hogere stroomsnelheid kunnen meer deeltjes door turbulentie bovenin de waterkolom worden gebracht en wordt resuspensie van bodemmateriaal bewerkstelligt
b) het verschuiven van het troebelheidsmaximum in de Beneden Zeeschelde in relatie met het getij en de Scheldeafvoer; een grotere afvoer zorgt ook voor een extra aanvoer van vers slib vanuit het stroomgebied van de Schelde
c) door windgolven wordt bodemmateriaal in ondiepe gebieden geresuspendeerd; dit is in principe een seizoenaal verschijnsel
d) een temporele variatie in de primaire produktie van bodemdieren, schorvegetatie en algen en daardoor een variatie in de gehaltes van organische stoffen op diverse trofische niveaus die daarbij vrijkomen; de primaire produktie in het zoete estuariene deel is sterk afhankelijk van het zuurstofgehalte
e) menselijke activiteiten zoals bagger- en stortactiviteiten en lozingen (poldergemaal of waterzuiveringsinstallatie) kunnen lokaal verhoogde zwevend stof concentraties veroorzaken.

3.2 Patronen in het drooggevallen gebied

Het duidelijkste onderscheid in het drooggevallen gebied (schorren, slikken en platen) is die tussen het geheel of gedeeltelijk begroeide gebied, weergegeven door rode tinten, en het onbegroeide gebied, weergegeven in wit-blauwe tot grijsblauwe tinten. De rode tinten in het begroeide gedeelte van het droog gevallen gebied worden veroorzaakt door de sterke reflectie van het (nabij)infrarood door schorvegetatie en eventueel bodemalgen (macrophytobenthos). Een dichtere vegetatiebedekking veroorzaakt over het algemeen een sterkere reflectie en uit zich in een helder rode tint. De reflectie in het onbegroeide gedeelte van het droog gevallen gebied wordt met name bepaald door het vochtgehalte van de bovenste cm's van de bodem. Over het algemeen geldt dat een droge bodem sterker reflecteert. Op de beelden is dit zichtbaar door heldere wit-blauwe tinten. Dit zijn voornamelijk gebieden die relatief snel opdrogen doordat ze zandig zijn en in de buurt van een geul of steile helling liggen waardoor ze goed draineren. Op warme en winderige dagen kan verdamping een belangrijk aandeel hebben in het "opdrogen" van platen en slikken. Hierdoor ontstaan echter geen contrasten binnen één beeld omdat dit voor het gehele gebied geldt.
Gebieden met veel bodemvocht of een dunne waterlaag aan het oppervlak reflecteren relatief slecht. Dit zijn de grijsblauwe tot donkergrijsblauwe tinten. Deze eenheid is ingewikkelder en kan door eem aantal factoren worden bepaald. Zo kan een gebied vochtig zijn omdat het: a) net is droog gevallen zodat er nog onvoldoende tijd is voor een goede drainage, b) relatief slibrijk is zodat het veel bodemvocht kan vasthouden, c) gelegen is in het midden van een omvangrijk vlak gebied zodat het water niet kan draineren (vlakke grondwaterspiegel) of d) een combinatie van factoren a tot en met c.

Uit veldwaarnemingen is bekend dat in sommige rustige delen van het intergetijdegebied, met name gedurende de zomer, een dunne laag microphytobenthos (diatomeeën) kan worden gevormd (De Jong en De Jonge, 1994). Door een iets sterkere reflectie in het NIR kan een gebied een enigszins rode tint krijgen. Deze is echter moeilijk te onderscheiden van de relatief donkere tinten door de hogere vochtgehalten.

4 Beschrijving bij de LANDSAT beelden

4.1 Landsat MSS 21 september 1976; tweede helft vloed (zie pag. 4,5 atlas)

4.1.1 Water (false colour)

In het water verlopen de kleuren van donker rood tot wit. De donkere patronen komen over het algemeen voor in de diepere geulen en wijzen op relatief helder water. De lichte patronen, welke horen bij hoge troebelheden, worden vooral langs de ondiepten, de platen en slikken, waargenomen.
Het meest heldere water is van west naar oost aangetroffen in het Oostgat, de Rede van Vlissingen, de Honte, de Overloop van Hansweert, het Middelgat, en de inloop van de Schaar van Waarde. Relatief troebel water komt voor op de ondiepten van de Voordelta (Vlakte van de Raan), langs de kust ten oosten van de haven van Zeebrugge (Paardenmarkt), midden in de Wielingen, in de monding van de Sloehaven, in de Braakmanhaven en in de oostelijke uitloop van de Everingen. De geulen in het oostelijk deel van de Westerschelde reflecteren over het algemeen sterker dan de geulen in het westelijk deel. De verschillen in troebelheden zijn niet erg groot. Duidelijke troebelheidsbanen worden niet waargenomen. Dit kan wellicht worden verklaard doordat het een doodtij is.
Opvallend is het grote verschil in reflectie op de Voordelta tussen de Wielingen en het Oostgat. Ook kan in de Sloehaven een sterke gradiënt worden waargenomen: hoge troebelheden in de monding en helder water in de beide uiteinden van de haven.

4.1.2 Drooggevallen (false colour)

De lichte eenheden met een relatief sterke reflectie, behorende bij goed gedraineerde zandige gebieden, worden over het algemeen langs de randen van de platen waargenomen. Op de Hooge Platen wijkt dit patroon enigszins af. Hier wordt in het westen een soort noord-zuid "rug" waargenomen. Op het oostelijk deel van de Hooge Springer, wordt eveneens een gebied met een sterke reflectie waargenomen. Hierbinnen is waarschijnlijk sprake van schorbegroeiing of een bedekking van diatomeen. De reflectie van de slikken is in het algemeen laag, een aanwijzing voor relatief hoge bodemvochtgehalten. Dit is een belangrijke aanwijzing voor het feit dat de slikken over het algemeen slibrijker zijn industriegebieden waargenomen. Bewolking is op de geselecteerde beelden vrijwel niet aanwezig.

4.2 Landsat TM 30 april 1984; eerste helft vloed (zie pag. 6,7 atlas)

4.2.1 Water (true colour)

In het water verlopen de kleuren van donkerblauw-groen tot lichtgrijs. Omdat van dit beeld de NIR band ontbreekt, is alleen een true colour beeld opgesteld. Dit betekent ook dat de stretching over de geulen en platen is uitgevoerd, met als gevolg dat er minder gradiënten in reflecties kunnen worden weergegeven. Het water in het Oostgat en de Deurloo op de Voordelta is het minst troebel, hier worden de donkerste kleuren waargenomen. Relatief helder water (donkergrijze tinten) is ook waargenomen in de Wielingen, de Rede van Vlissingen, het westelijk deel van de Everingen, de Pas van Terneuzen, de Overloop van Hansweert, het Middelgat, de inloop van de Schaar van Waarde, het Zuidergat, de Overloop van Valkenisse en ter hoogte van Zandvliet. Relatief hoge troebelheden (lichtgrijze kleuren) worden waargenomen in de ondiepere gebieden, het gebied rondom de drempel van Borssele, de Spijkerplaat en in de oostelijke uitloop van de Everingen. De verschillen in troebelheden zijn in het westelijk deel groter dan in het oostelijk deel. De reden hiervoor is dat in Vlissingen de vloedstroom al redelijk is aangetrokken, terwijl in de Zeeschelde de stroming net is gekenterd (laagwaterkentering).
De sterke gradiënt in de Sloehaven is ook op dit beeld duidelijk zichtbaar. Het gebied met relatief hoge troebelheden lijkt verder in de haven door te dringen dan op het beeld van 21 september 1976.

4.2.2 Drooggevallen (true colour)

Doordat niet gebruik gemaakt kon worden van het nabij infra-rood, kan geen duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen het begroeide en onbegroeide gedeelte. De lichte eenheden met een relatief sterke reflectie, worden over het algemeen langs de randen van de platen waargenomen.
Op de Hooge Platen wordt, evenals in het beeld van 21 september 1976, een noord-zuid gelegen zone met een sterke reflectie waargenomen, waarschijnlijk een goed gedraineerde zandige rug. Westelijk hiervan ligt een gebied waar hoge en lage reflectie als een golfpatroon worden afgewisseld. Mogelijk wordt dit patroon veroorzaakt door golfwerking.
De platen in het oostelijk deel, de Platen van Ossenisse, de Plaat van Walsoorden en de platen van Valkenisse, vertonen over het algemeen een sterkere reflectie dan de vochtigere centrale delen van de Hooge Platen, de Middelplaat, de Rug

van Baarland en de Brouwersplaat.
De slikken hebben overwegend donkere kleuren, die wijzen op vochtigere en slibrijkere omstandigheden. Uitzonderingen hierop vormen de goed gedraineerde, overwegend zandige slikken tussen de Sloehaven en Borssele, het slik te westen van de Braakman, het slik voor Zuidgors en de slikken bij de grote kreekmondingen in het Land van Saeftinge.
Binnen het Land van Saeftinge zijn weinig patronen te herkennen. Het verschil in reflectie tussen de Selenapolder en het schor zijn duidelijker dan in de opname van 21-09-76. Ook in de Selenapolder zelf zijn zeer verschillende patronen herkenbaar, als gevolg van een gedifferentieerd bodemgebruik zoals bekend uit veldwaarnemingen.

4.3 Landsat TM 16 juni 1986; eerste helft eb (zie pag. 8,9 atlas)

4.3.1 Water (true colour)

In het water verlopen de kleuren van donkerblauw-groen tot lichtgrijs. In tegenstelling tot de voorgaande beelden van 21-09-76 en 30-04-84 worden de donkerste kleuren niet op de Voordelta maar in het oostelijk deel van de Westerschelde aangetroffen, tussen Hansweert en de Belgisch-Nederlandse grens.
In de kustzone voor Zeeuws Vlaanderen wordt een gebied met hoge troebelheden waargenomen. Op de grens van het beeld, in de buurt van het Zwin, is de invloed van een wolk zichtbaar. Vanaf de Hooge Platen in de richting van de Wielingen is een duidelijke troebelheidsbaan aanwezig. Westelijk van Terneuzen zijn de verschillen in troebelheid redelijk geprononceerd. Watermassa's met relatief hoge troebelheden worden over het algemeen ten westen van de drooggevallen plaatdelen aangetroffen en in de Schaar van de Spijkerplaat. De sterke gradiënt in de Sloehaven is ook op dit beeld duidelijk zichtbaar. In het oostelijk deel zijn zowel de diepe als de ondiepe geulen relatief helder, een gevolg van het uitzakking van het suspensiemateriaal tijdens de hoogwaterkentering. De hoge troebelheid in de Zeeschelde valt samen met de ligging van het troebelheidsmaximum als gevolg van de zout-zoet gradiënt.

4.3.2 Drooggevallen (false colour)

Door de relatief hoge waterstand op het moment van de opname ligt een groot deel van de platen en slikken onder water. De gebieden die al droog zijn gevallen zijn, door de korte droogvalduur, nog relatief slecht gedraineerd. De meeste platen en slikken vertonen daarom een lage reflectie met geringe ruimtelijke verschillen. Gebieden met een relatief sterke reflectie zijn aangetroffen op de Hooge Platen, het slik bij Borssele, het slik ten westen van de Braakman en het slik voor het Konijnenschor en de Marlemonse Plaat.
In de begroeide delen van het Land van Saeftinge zijn wel duidelijke patronen aanwezig. Het oostelijk en zuidelijk gedeelte zijn helder rood gekleurd, terwijl het Konijnenschor, dat duidelijk lager is gelegen meer een rood-blauwe kleur heeft. De helder rode kleur wijst, gezien de locaties en het concentrische patroon, op rietvelden.
De Selenapolder is vrijwel in zijn geheel helder-rood gekleurd. De verschillen in bodemgebruik zoals waargenomen in de opname van 30-04-84 zijn hier vrijwel afwezig.

4.4 Landsat TM 5 oktober 1989; laagwaterkentering (zie pag. 10,11 atlas)

4.4.1 Water (true colour)

De kleuren op de Voordelta verlopen van donkerblauw naar wit. In dit gedeelte van het beeld kunnen allerlei spectaculaire patronen worden waargenomen. De donkerblauwe kleur lijkt in de Westerschelde naar het oosten toe te veranderen in een bruin-rode kleur. Verschillen in reflectie-eigenschappen worden naar het oosten toe ook steeds kleiner.
Relatief helder water wordt aangetroffen in het Oostgat, de Deurloo, de haven van Zeebrugge, het oostelijk deel van de Wielingen, het zuidelijk deel van de Rede van Vlissingen, de vloedschaar van de Spijkerplaat, het Vaarwater langs Hoofdplaat, het westelijk deel van de Everingen, de Sloehaven en de Braakmanhaven. De Vlakte van de Raan en het gebied ten oosten van de haven van Zeebrugge (Bol van Heist en Paardenmarkt) kennen een hoge troebelheid. In de Paardenmarkt en de Wielingen zijn langgerekte troebele banen te zien die evenwijdig aan de stroming liggen. De patronen op de Vlakte van de Raan lijken vooral gerelateerd aan de waterdiepte. De smalle zig-zag banen zijn veroorzaakt door (vissers)boten.
Relatief troebele gebieden in de Westerschelde zijn het noordelijk deel van de Rede van Vlissingen, de ebschaar van de Spijkerplaat, het westelijk deel van de Pas van Terneuzen, de oostelijke uitloop van de Everingen, het Middelgat, de Overloop van Hansweert en de Bocht van Walsoorden.
In dit beeld kunnen een aantal duidelijke troebelheidsbanen worden waargenomen. De meest duidelijke is een troebelheidsbaan vanaf de Pas van Terneuzen via de ebschaar van de Spijkerplaat en de Honte naar de Rede van Vlissingen. De belangrijkste bron van deze baan lijkt gelegen ten westen van de Braakmanhaven. Aan de westzijde van de Rug van Baarland ligt tussen een troebelheidsbaan uit het Middelgat en de plaat een zone met relatief helder water. De troebelheidsbaan laat ter hoogte van Hoedekenskerke los van de plaat. Vanaf de Bocht van Walsoorden tot aan Hansweert loopt eveneens een, zij het minder duidelijke troebelheidsbaan.
In de buurt van de Boudewijnsluis kan een paarse tint worden waargenomen die veroorzaakt wordt door rookpluimen afkomstig van het ernaast gelegen industriegebied.

4.4.2 Drooggevallen (false colour)

De kleuren van de platen en slikken lopen van donkergrijs tot lichtblauw. De noord-zuid rug op de Hooge Platen is minder sterk geprononceerd dan in de voorgaande beelden. De zone met sterke reflecties op de Hooge Springer, die in 1976 ongeveer midden op de plaat lag, is nu vervangen door een sterk reflecterende rand langs de Pas van Terneuzen en de Springergeul. Zo'n zandige rug is nu ook waar te nemen op de Lage Springer. De Middelplaat en de Plaat van Baarland vertonen relatief weinig reflectieverschillen. Op de Molenplaat, de Platen van Ossenisse, de Plaat van Walsoorden en de Platen van Valkenisse worden zandige gebieden waargenomen op die delen van de platen die sterk worden aangestroomd, in het verlengde van een vloed- of ebschaar. Op de plaat komen ook scherpe grenzen voor tussen delen met een hoge en lage reflecties. Deze zogenaamde "schilden" zijn in het veld en in luchtfotoïnterpretaties veelvuldig waargenomen. Het centrale deel van de Ballastplaat is eveneens zandig.
De slikken worden vrijwel overal met een donkergrijze kleur weergegeven, uitgezonderd het slik bij Borssele, het slik te westen van de Braakman en het slik voor het Konijnenschor en de Marlemonse Plaat.
Als deze opname wordt vergeleken met de opname van 16 juni 1986 dan valt op dat de schorbegroeiing over het algemeen in een meer heldere rode tint wordt weergegeven. In het schor van het land van Saeftinge zijn vergelijkbare patronen zichtbaar als op 21-09-76. De oostelijke en zuidelijke delen, hebben ongeveer dezelfde kleur als de rand van het Konijnenschor. Schoruitbreiding heeft plaatsgevonden in de Spauwer en op de eerste Platte Plaat.

4.4.3 Watertemperatuur

Vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen loopt de watertemperatuur geleidelijk op van 15 à 16 tot 17 à 18 °C. De ebgeulen lijken een iets hogere temperatuur te hebben dan de ernaast gelegen vloedgeulen.
Rondom de platen koelt het water af, dit is een teken dat de luchttemperatuur lager is dan de watertemperatuur en dat de platen tijdens het droogvallen zijn afgekoeld. Voor de kerncentrales van Borssele en Doel en voor de DOW te Terneuzen zijn watertemperaturen tot
19 à 20 °C geregistreerd.

4.5 Landsat TM 1 mei 1990; tweede helft eb (zie pag.14,15 atlas)

4.5.1 Water (true colour)

Evenals het vorige beeld van 05-10-89 is ook dit een spectaculaire opname met een veelvoud aan patronen. De kleuren op de Voordelta lopen van donkerblauw naar wit. Vrijwel de gehele Voordelta lijkt bedekt met een groene waas. De donkerblauwe kleur lijkt in de Westerschelde naar het oosten toe te worden ingenomen door een grijsrode kleur.
De gebieden met relatief helder water, een geringe reflectie, zijn de Noordzee, het Oostgat, de Deurloo, de haven van Zeebrugge, het westelijk en oostelijk deel van de Wielingen, de vloedschaar van de Spijkerplaat, het Vaarwater langs Hoofdplaat, het westelijk deel van de Everingen, de Sloehaven, de Braakmanhaven, het Middelgat, het Zuidergat en de Overloop van Valkenisse.
Relatief troebele delen liggen op de Vlakte van de Raan en ten oosten van de haven van Zeebrugge (Bol van Heist en Paardenmarkt). In de Paardenmarkt en de Wielingen zijn langgerekte troebelheidsbanen te zien die evenwijdig aan de stroming liggen. De patronen op de Vlakte van de Raan lijken vooral gerelateerd aan de waterdiepte. Op de overgang tussen de Wielingen en de Vlakte van de Raan liggen heldere en troebele banen vlak bij elkaar. Het is bekend dat in dit gebied veel wordt gebaggerd en gestort. Het is echter onduidelijk of eventuele stortingen van baggerspecie hierbij een rol kunnen hebben gespeeld.
Vanuit het Vaarwater langs Hoofdplaat en de Hooge Platen loopt een troebelheidsbaan naar de Wielingen. Deze is ook waargenomen op het beeld van 16-06-86. Gebieden met een relatief sterke reflectie zijn de westelijke inloop en de oostelijke uitloop van de Everingen, de Overloop van Hansweert en de Bocht van Walsoorden en de Schaar van Waarde. Verder naar het oosten worden de gradinten in de geulen steeds onduidelijker.
In de buurt van de Antwerpen worden de witte reflecties veroorzaakt door rookpluimen die afkomstig zijn van het ernaast gelegen industriegebied.

4.5.2 Drooggevallen (false colour)

De platen en slikken vertonen minder verschillen in reflecties dan voorgaande beelden. Wellicht speelt de beperkte droogvalduur hierbij een rol. Op de centrale delen van de grotere platen zijn "witte vlekken" waargenomen, een aanwijzing voor een dunne waterlaag door beperkte drainage.
Als deze opname wordt vergeleken met de opname van oktober 1989 dan valt op dat de schorbegroeiing in een minder helder rode kleur wordt weergegeven. De reden hiervoor is waarschijnlijk dat in oktober een dichtere schorbegroeiing aanwezig is dan in begin mei. Het oostelijk deel van de Selenapolder is nu grijs gekleurd, zoals de slikken. In januari 1990 is de zomerdijk, die overigens goed kan worden waargenomen, doorgebroken zodat de Selenapolder weer met elk springtij vol kan lopen en de schorvegetatie zich kan herstellen.

4.6 Landsat TM 15 mei 1992; vloed (zie pag. 16,17 atlas)

4.6.1 Water (true colour)

In het water verlopen de kleuren van donkerblauw tot lichtgrijs. Naar het oosten toe neemt de intensiteit van een bruingroene kleur toe.
Evenals in de meeste voorgaande beelden, bevindt het minst troebele water zich in de Deurloo, het Oostgat, de Wielingen en de Rede van Vlissingen. De troebelheid van het water neemt toe naar het oosten. Het minder troebele water bevind zich in de grote geulen: vloedschaar van de Spijkerplaat, de Everingen (met uitzondering van de oostelijke uitloop), de Sloehaven, de Pas van Terneuzen, het Middelgat en de Overloop van Hansweert. Ten zuidoosten van de Drempel van Hansweert bevindt zich eveneens relatief helder water. In het oostelijk deel en in de Zeeschelde is het verschil in reflectie tussen diepe en ondiepe geulen gering.
In de buurt van Antwerpen is het water bijna paars, een verschijnsel dat waarschijnlijk door atmosferische verschillen is veroorzaakt.
De relatief hoge troebelheden vallen over het algemeen samen met het gebied boven de NAP-10 m dieptelijn. Duidelijke troebelheidsbanen worden in dit beeld niet waargenomen. De sterke gradiënt in de Sloehaven is ook op dit beeld duidelijk zichtbaar.

4.6.2 Drooggevallen (false colour)

De kleuren van de platen en slikken lopen van donkergrijs tot lichtblauw. Evenals voor de voorgaande beelden geldt dat de lichtere delen vaak aan de randen van de platen liggen.
In het westen van de Hooge Platen ligt tegen het Vaarwater Langs Hoofdplaat een gebied met hoge reflecties. Het centrale deel aan de noordzijde van de plaat vertoont juist hele donkere reflecties. Dit is het restant van de zone die oorspronkelijk in noord-zuid richting over de plaat lag en nu slibrijk is geworden. Slibrijke gebieden worden ook waargenomen op de Molenplaat en op de Plaat van Walsoorden.
Dit is het eerste beeld waarin de reflecties in de Selenapolder vrijwel overeen komen met die in het Land van Saeftinge. In het uiterste westelijke en oostelijk deel van de Selenapolder worden gebieden waargenomen die onbegroeid zijn.

4.6.3 Watertemperatuur

Vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen loopt de watertemperatuur geleidelijk op van ca. 11 tot 17 °C te Antwerpen. Het temperatuurverschil is in dit beeld groter dan in het najaarsbeeld van 05-10-89, met name als gevolg van het het koudere zeewater. Er is een duidelijk verschil in watertemperatuur tussen de Schaar van de Spijkerplaat en het Vaarwater langs Hoofdplaat. Deze laatste is ongeveer één graad warmer. In de oostelijke uitloop van de Everingen kan goed worden waargenomen hoe het koudere water door de vloedstroom bijna recht oversteekt

naar de Overloop van Hansweert. Ditzelfde verschijnsel speelt in de Appelzak en de Pas van Rilland. Het water in de Zimmermangeul is duidelijk warmer dan het water in de nabij gelegen hoofdgeul. De temperatuur van het vloedwater is waarschijnlijk gestegen onder invloed van het overstromen van de tijdens droogval opgewarmde platen.
Vóór de kerncentrales van Borssele en Doel kan de invloed van het koelwater worden waargenomen. De "pluim" bij Doel is sterk ontwikkeld. De pluim wordt door de vloedstroom in zuidelijke richting afgebogen.

4.7 Landsat TM 9 mei 1993; laagwaterkentering (zie pag. 20, 21 atlas)

4.7.1 Water (true colour)

In het water verlopen de kleuren van donkerblauw tot lichtgrijs. Naar het oosten toe neemt de intensiteit van een roodgroene kleur steeds meer toe. Het helderste water bevindt zich in de Noordzee, de zuidelijke delen van de Deurloo en het Oostgat, de Wielingen, de vloedschaar van de Spijkerplaat, het Vaarwater Langs Hoofdplaat en de Sloehaven. De troebelheid van het water neemt toe naar het oosten. In de Zeeschelde is het verschil in reflectie gering.
Gebieden met een relatief sterke reflectie liggen op de Vlakte van de Raan en ten oosten van de haven van Zeebrugge (Bol van Heist en Paardenmarkt). In de Paardenmarkt en de Wielingen zijn langgerekte banen te zien die evenwijdig aan de stroming liggen. De patronen op de Vlakte van de Raan lijken vooral gerelateerd aan de waterdiepte. Op de overgang tussen de Wielingen en de Vlakte van de Raan liggen heldere en troebele banen vlak bij elkaar (zie ook opname 01-05-90). Dit zijn de locaties met de laagste reflecties. In de monding kan langs de Zeeuws-Vlaamse kust een troebelheidsbaan worden waargenomen. Dit is het restant van een baan die tijdens de eb is ontstaan bij de Hooge Platen, zoals waargenomen op de beelden van 16-06-86 en 01-05-90. Tijdens de laagwaterkentering is een gedeelte van het zwevende stof uitgezakt, waardoor de baan is vervaagd.
De invloed van de ebstroom blijkt goed uit het patroon van de troebelheden. De hogere troebelheden zijn waargenomen in de ebdominante geulen: de Pas van Terneuzen, het Middelgat, het Zuidergat, het westelijk deel van de Overloop van Valkenisse en het Nauw van Bath. Dit patroon is vooral duidelijk op de Drempel van Hansweert, waar het troebeler water uit het Zuidergat contrasteert met het minder troebele water uit de Schaar van Waarde. In dit beeld zijn de verschillen in de Sloehaven en de Braakmanhaven groot.
De sterke reflecties ten westen van Westkapelle zijn waarschijnlijk het gevolg van schuimkoppen van brekende golven. In de buurt van de sluis bij Lillo en de Punt van Melsele wordt de witte reflectie veroorzaakt door rookpluimen die afkomstig zijn van het ernaast gelegen industriegebied.

4.7.2 Drooggevallen (false colour)

De kleuren van de platen en slikken lopen van donkergrijs tot lichtblauw. Evenals voor de voorgaande beelden geldt dat de lichtere delen vaak aan de randen van de platen liggen.
Het gebied met relatief hoge reflecties in het westen van de Hooge Platen is verder verkleind. Het centrale deel aan de noordzijde van de plaat vertoont lichte reflecties, welke duiden op de aanwezigheid van ondiepe wterplassen. Platen met relatief donkere reflecties zijn de Lage Springer, de Molenplaat, de plaat tussen de Rug van Baarland en de Molenplaat, het zuidelijk deel van de Plaat van

Walsoorden en het oostelijk deel van de Platen van Valkenisse.
De slikken van de Everingen en de Plaat van Baarland zijn nu aan elkaar gegroeid door het verondiepen van het Boerengat. De slikken voor het Paulinaschor en het Zuidgors, de Platen van Hulst, het slik bij Waarde en de slikken voor het Land van Saeftinge hebben een lichtere reflectie dan de overige slikken. De hogere reflectie kan wijzen op lagere slibpercentages.
In het land van Saeftinge lijken de donkerrode reflecties samen te vallen met de rietvelden en met de begroeiing van de kommen. Het onbegroeide gebied in het oostelijk deel van de Selenapolder lijkt in vergelijking met het voorgaande beeld (09-05-93) te zijn uitgebreid.

5 Patronen in het water

5.1 Algemeen

Het meest heldere water is op deze Landsat beelden vrijwel altijd aanwezig in het mondingsgebied van de Westerschelde. Alleen op het beeld van 16 juni 1986 is de meest heldere zone waargenomen in de omgeving van Hansweert. Ten oosten van de haven van Zeebrugge op de Vlakte van de Raan zijn vrijwel altijd relatief troebele gebieden waargenomen. De minder troebele patronen komen overeen met de diepere geuldelen. Langs de platen, slikken en ondiepten zijn vrijwel altijd hoge troebelheden waargenomen.
In het algemeen neemt de troebelheid in de Westerschelde stroomopwaarts toe. In één beeld is ter hoogte van Antwerpen weer een afname van troebelheden waargenomen. Naast een verandering in troebelheid, weergegeven door steeds lichtere kleuren, lijkt in de meeste beelden ook de kleur van het water in stroomopwaartse richting te veranderen van een min of meer blauwe tint naar een rode of groene tint. De reden van deze kleurveranderingen is waarschijnlijk toe te schrijven aan atmosferische effecten.
Behalve kleurverschillen door diepteveranderingen en in longitudinale richting, kunnen ook patronen in dwarsrichting worden waargenomen. Deze zijn mogelijk te relateren aan verschillen in eb- en vloeddominantie tussen hoofd- en nevengeulen en binnen een geul.

5.2 Troebelheid per geul

De troebelheid van het Oostgat en de Deurloo is in vrijwel alle beelden ten opzichte van de Westerschelde relatief klein. De enige uitzondering vormt het beeld van 16-06-86, waarbij in het westelijk deel überhaupt weinig patronen in het water kunnen worden waargenomen. Tussen het Oostgat en de Deurloo is vaak een langgerekte troebele zone zichtbaar, ter hoogte van het Bankje van Zoutelande. Aan de westelijke zijde wordt het relatief heldere water vrij scherp begrensd door het troebele water op de vlakte van de Raan.

De Wielingen is in de omgeving van de lijn Vlissingen-Breskens bijna zonder uitzondering relatief helder. Deze zone met relatief helder water strekt zich verder westwaarts uit, maar tegelijkertijd wordt deze smaller. Ter hoogte van de haven van Zeebrugge raakt deze zone als het ware ingeklemd tussen het troebele water aan de noordzijde de Vlakte van de Raan en aan de zuidzijde de Bol van Heist.

In de beelden van 05-10-89, 01-05-90 en 09-05-93 kunnen allerlei langgerekte troebelheidsbanen worden waargenomen. Deze banen liggen in de langsrichting van de stroming.

De Rede van Vlissingen wordt tijdens de vloed gevuld met relatief helder water uit de Wielingen. Tijdens eb, maar ook net na de laagwaterkentering zoals op het beeld van 09-05-93 is het water veel troebeler. Dit relatief troebele water wordt tijdens de eb via de Honte aangevoerd. De Spijkerplaat is een extra bron voor zwevend stof tijdens de eb.

Het Vaarwater Langs Hoofdplaat lijkt tijdens vloed iets minder troebel te zijn dan tijdens eb. Vanuit het Vaarwater langs Hoofdplaat en de Hooge Platen loopt in het tweede gedeelte van de eb een troebelheidsbaan in de richting van de Wielingen. Deze is waargenomen op de beelden van 16-06-86, 01-05-90 en 09-05-93. De bron voor dit zwevende stof lijkt gelegen in de westelijke inloop van het Vaarwater. Het ligt voor de hand dat het in suspensie gebracht materiaal van de Hooge Platen hierbij een rol kan spelen. Een andere mogelijkheid is dat het hier materiaal betreft dat tijdens de vloed in een smalle strook langs de kust is getransporteerd en in de monding van het Vaarwater langs Hoofdplaat is afgezet. Bij voldoende sterke ebstroom wordt dit sediment geresuspendeerd en in westelijke richting verplaatst.
De Schaar van de Spijkerplaat wordt onderverdeeld in een vloed- en een ebschaar. De vloedschaar van de Spijkerplaat is zowel tijdens de vloed- als ebfase relatief helder. De ebschaar van de Spijkerplaat is tijdens de eb over het algemeen troebeler dan tijdens de vloed. Tijdens de eb wordt de ebschaar gevoed door sedimentrijk water uit de Pas van Terneuzen.

De Honte is evenals de ebschaar van de Spijkerplaat tijdens de eb over het algemeen troebeler dan tijdens de vloed. Tijdens de eb wordt de Honte via de Drempel van Borssele gevoed door sedimentrijk water uit de Pas van Terneuzen.

De Pas van Terneuzen lijkt vooral in het tweede gedeelte van de eb sterk in troebelheid toe te nemen. De hogere troebelheden in de ebgeulen kunnen in de beelden van 05-10-89 en 09-05-93 ongeveer tot Terneuzen worden gevolgd. De troebelheden lijken tijdens vloed lager te zijn.

Het westelijke deel van de Everingen is relatief helder tijdens de vloed en tijdens

het eerste gedeelte van de eb. Het water wordt in het tweede gedeelte van de eb aan de randen troebeler, waarschijnlijk onder invloed van de afstroming van sedimentrijk water van de Middelplaat, de Plaat van Baarland en het slik van de Everingen.

Het oostelijk deel van de Everingen en met name de overgang naar het Middelgat is zowel tijdens de eb als de vloed zeer troebel. Dit komt waarschijnlijk doordat in dit ondiepe gebied grote stroomsnelheden voorkomen, zowel tijdens de vloed als de eb, waardoor het bodemmateriaal wordt geresuspendeerd.

De troebelheden in de Overloop van Hansweert zijn niet consequent gerelateerd aan een getijfase. Het zuidelijk deel van de Overloop van Hansweert is in een aantal beelden bij eb en vloed relatief helder. In de beelden van 01-05-90 en 05-05-89, beiden tijdens de eb, is echter de gehele overloop vrij troebel. De hoogste troebelheden lijken op te treden in de knik ter hoogte van Ossenisse.

Het Middelgat lijkt over het algemeen minder troebel te zijn dan de Overloop van Hansweert. Tijdens de opnamen van 01-05-90 en 09-05-93 (ebfase) is het Middelgat wel troebel.

Over het algemeen zijn geen grote verschillen waar te nemen in de troebelheid in de geulen tussen Hansweert en Bath. In de beelden van 05-10-89 en 09-05-93 is het Zuidergat ter hoogte van de Drempel van Hansweert troebeler dan het water uit de Schaar van Waarde. In de opname van 1 mei 1990 is het Zuidergat en de Overloop van Valkenisse minder troebel. Op het beeld van 09-05-93 is ter hoogte van de Drempel van Valkenisse aan de noordzijde het water troebeler dan aan de zuidzijde. Een vreemd fenomeen is de heldere band water in de opname van 15-05-92 ten zuidoosten van de Drempel van Hansweert halverwege de vloed. De troebelheden in het nevengeulengebied lijken over het algemeen hoog. Wel wordt opgemerkt dat een groot deel vrij ondiep is, zodat reflectie vanaf de bodem een rol kan spelen.
De troebelheden in de omgeving van de Belgisch-Nederlandse grens zijn in alle beelden, met uitzondering van de opname van 16-06-86 relatief hoog. In een aantal beelden (05-10-89; 01-05-90; 09-05-93) is het water in het oostelijk deel van de Appelzak relatief helder. Westelijk daarvan is het water over het algemeen troebel.

In de Beneden Zeeschelde is sprake van een enkel-geulstelsel. Op de Landsat beelden is in dit gedeelte vrijwel geen variatie te zien in de troebelheid van het oppervlaktewater. Wel kan uit de algemene gradiënt van monding tot Antwerpen worden afgeleid dat de troebelheid relatief hoog is. Dit is geheel in overeenstemming met metingen die aangeven dat in dit gedeelte het troebelheidsmaximum met het getij op en neer beweegt.
In het beeld van 15-05-92 wordt ter hoogte van Antwerpen relatief helder water aangetroffen. Dit wordt toegeschreven aan uitzakking van suspensie materiaal uit het bovenste deel van de waterkolom tijdens de laagwaterkentering.

5.3 Troebelheid in relatie met het getij

De verschillen in troebelheden in het beeld van 30-04-84 zijn in het westelijk deel groter dan in het oostelijk deel en op de Zeeschelde. De reden hiervoor is dat in Vlissingen de vloedstroom al redelijk is aangetrokken, terwijl in België de stroom net is gekenterd (laagwaterkentering).
In het beeld van 16-06-86 zijn de verschillen in reflectie tussen diepe en ondiepe geulen in het oostelijk deel klein. Westelijk van Terneuzen zijn de verschillen in troebelheid meer geprononceerd. Het relatief heldere water in het oostelijk deel kan worden verklaard door uitzakking van suspensie materiaal tijdens de hoogwaterkentering. In het mondingsgebied is de ebstroom al redelijk ontwikkeld.

Vanuit het Vaarwater langs Hoofdplaat en de Hooge Platen loopt in het tweede gedeelte van de eb een troebelheidsbaan in de richting van de Wielingen. Deze is waargenomen op de beelden van 16-06-86, 01-05-90 en 09-05-93. Een andere, aan de eb-fase gerelateerde, troebelheidsbaan is waargenomen vanaf de Pas van terneuzen via de ebschaar van de Spijkerplaat en de Honte naar de Rede van Vlissingen (05-10-89). De belangrijkste bron van deze baan lijkt gelegen ten westen van de Braakmanhaven. Tijdens eb is waargenomen dat ter hoogte van Hoedekenskerke een troebele baan als het ware "los" komt van de plaat. Tussen de troebele zone en de plaat bevind zich relatief helder water. Vanaf de Bocht van Walsoorden tot aan Hansweert loopt eveneens een weliswaar minder duidelijke troebelheidsbaan (05-10-89). Aan de westzijde van de Rug van Baarland ligt tussen een troebelheidsbaan uit het Middelgat de plaat een zone met relatief helder water. Deze troebelheidsbanen vallen samen met geulen of geuldelen met een sterke stroming in die bepaalde getijfase. Delen die in de luwte van de stroming liggen, bijvoorbeeld aan de achterzijde van platen, zijn relatief helder. Deze patronen kunnen in de meeste beelden voor zowel de vloed- als ebfase worden waargenomen.

5.4 Troebelheid in havens en toegangsgeulen

De haven van Zeebrugge is slechts op vier beelden zichtbaar. Op het MSS beeld van 21 september 1976 is nauwelijks een invloed van de havenpieren te zien op de troebelheid van het water. In tegenstelling tot wat het beeld laat zien, was de uitbreiding nog niet gerealiseerd. Op de TM beelden van 5 oktober 1989, 1 mei

1990 en 9 mei 1993 is wel een duidelijke invloed zichtbaar. Binnen de zeehaven worden reflecties waargenomen die vergelijkbaar zijn met de diepere delen van de Wielingen en de Honte. Het verschil met het water buiten de pieren is groot, mede door de zeer hoge reflecties in het marine troebelheidsmaximum ter hoogte van de Paardenmarkt.
In de meeste beelden kan een sterke gradiënt worden waargenomen in de Sloehaven vanaf de havenmond tot aan de twee haven-uiteinden, van respectievelijk hoge naar zeer lage troebelheden. Hoever het troebele water de haven in kan komen hangt af van de fase in het getij. Echter, het water aan de uiteinden van de haven is in alle beelden helder.
In de Braakmanhaven kan een soortgelijk patroon als in de Sloehaven worden waargenomen. Omdat de haven, in relatie met de grootte van de havenmond vrij kort is, kan het relatief troebele water wel tot achterin de haven reiken. De overige havens in de Westerschelde zijn te klein om hierbinnen nog duidelijke patronen te kunnen waarnemen.
De toegangsgeulen tot de grote zeesluizen van het Antwerpse havengebied staan bekend als belangrijke slibvangers. In deze Landsatbeelden zijn op deze locaties geen duidelijke patronen in de troebelheid van het oppervlak zichtbaar.

5.5 Patronen in temperatuur wateroppervlak

Er zijn in deze atlas slechts twee van de in totaal vijf verwerkte temperatuurbeelden opgenomen, gezien de grote overlap in aangetroffen ruimtelijke patronen. Toch zijn ook de waarnemingen uit de niet gepresenteerde beelden gebruikt in deze analyse.

De watertemperatuur van het oppervlak loopt zowel in de voorjaars- als najaarsbeelden geleidelijk op vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen. Het temperatuursverschil is in het voorjaar groter dan in het najaar, met name door het koudere zeewater. In sommige gevallen is binnen één geul of tussen eb- en vloedgedomineerde geulen een, zij het gering, temperatuursverschil aangetroffen. Plekken met zeer hoge temperaturen langs de plaatranden (waterlijn) en op de platen zijn het gevolg van snelle opwarming van ondiepe waterlagen. Vóór de kerncentrales van Borssele en Doel kan de invloed van het koelwater worden waargenomen. De "pluim" bij Doel is over het algemeen goed ontwikkeld.

6 Patronen in het drooggevallen gebied

6.1 Algemeen

De lichte eenheden met een relatief sterke reflectie, worden over het algemeen langs de randen van de platen waargenomen. De centrale delen van platen zijn over het algemeen donkerder, hetgeen wijst op een geringere reflectie. De reflectie van de slikken komt in het algemeen overeen met de donkerste reflecties op de platen, waarschijnlijk door relatief hoge bodemvochtgehalten. Dit is een belangrijke aanwijzing voor het feit dat de slikken over het algemeen slibrijker zijn dan de platen. Uitzonderingen hierop vormen het slik tussen de Sloehaven en Borssele, het slik te westen van de Braakman, het slik voor Zuidgors en de slikken bij de grote kreekmondingen in het Land van Saeftinge.
Van het slik ten westen van de Braakmanhaven is bekend dat dit met zand is opgespoten, vermoedelijk omstreeks 1978. Het lijkt dat in de loop van de tijd de intensiteit van de reflectie van dit slik afneemt, hetgeen zou kunnen wijzen op een toename van het vochtgehalte door slikverlaging en/of een toename in slibgehalten.
In de slikken vóór het Land van Saeftinge en in de kreekmondingen van het Speelmansgat, de IJskelder en het Hondegat, komen wel zones voor met hogere reflectiewaarden. Uit recente veldwaarnemingen is bekend dat deze mondingen sterk zandig zijn.
Op de Molenplaat, de Platen van Ossenisse, de Plaat van Walsoorden en de Platen van Valkenisse worden zandige gebieden waargenomen op die delen van de platen die sterk worden aangestroomd, in het verlengde van een vloed- of ebschaar. Op de plaat komen ook scherpe grenzen voor tussen delen met een hoge en lage reflecties. Deze zogenaamde "schilden" zijn in het veld en in luchtfotoïnterpretaties veelvuldig waargenomen.

6.2 Patronen in slik- of plaatgebieden

Op de Hooge Platen wordt in het westen, vooral in de beelden vóór 1989 een noord-zuid zone waargenomen met relatief hoge reflecties. Op het oostelijk deel van de Plaat, de Hooge Springer, kan eveneens een gebied met een hoge reflectie worden waargenomen. Hierbinnen is waarschijnlijk sprake van schorbegroeiing of een bedekking van diatomeen. Het centrale deel aan de noordzijde van de plaat vertoont juist hele donkere reflecties. Dit is het restant van de zone die oorspronkelijk in noord-zuid richting over de plaat lag. Dit zou kunnen wijzen op de aanwezigheid van een relatief slibrijke gebied.
De westelijke punt van de Hooge Platen vertoont in de opname van 30-04-84 een gebied waar hoge en lage reflectie als een golfpatroon worden afgewisseld. Mogelijk is dit het gevolg van golfwerking.
Het slik voor het Paulinaschor is op vrijwel alle beelden relatief donker, en dus relatief slibrijk. Het oostelijk deel van het slik, ten westen van de Braakmanhaven, vertoont op alle beelden met uitzondering van 1976 een sterke reflectie, hetgeen wijst op een relatief droog en zandig slik. Dit zandige slik is ontstaan in 1978 toen via een grote hoeveelheid zand op het slik is gestort. Het lijkt erop dat de verschillen met de directe omgeving in de loop der tijd kleiner worden, waarschijnlijk door een toename van de slibgehalten in het gesuppleerde slik.

Op het slik van de Everingen is geen duidelijke patronen waargenomen. Het zuidelijk deel van de Plaat van Baarland is een relatief hoog en droog gedeelte. Het noordelijk deel, gelegen in de binnenbocht van het Boerengat, lijkt een soort vlije en is duidelijk vochtiger, en waarschijnlijk ook slibrijker dan het zuidelijke deel.
Op het beeld van april 1984 (true colour) zijn op de Middelplaat twee schilden waar te nemen die, getuige hun vorm, door de vloed zijn opgebouwd. In latere beelden worden deze niet meer waaargenomen. De Middelplaat wordt qua reflectie een steeds homogenere plaat.

Op de Platen van Hulst zijn geen duidelijke patronen waargenomen.

De Rug van Baarland, Brouwersplaat en Molenplaat zijn vrij zandig met name aan de westelijke en oostelijke randen. Ten zuiden en noorden van de kortsluitgeul tussen het Middelgat en de Overloop van Hansweert zijn donkere reflecties waargenomen. Deze delen liggen lager dan de plaatdelen aan weerszijden ervan en zijn waarschijnlijk mede door hun beschutte ligging relatief slibrijk.

Uit recente veldwaarnemingen is bekend dat de slikken van de Biezelingse Ham en Kapellenbank zeer slibrijk zijn. Dit word bevestigd door de lage reflecties op de Landsat beelden vanaf 1989. Het beeld van 1984 en 1986 laat echter relatief hoge reflecties zien. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze gebieden in de loop van de tijd slibrijker zijn geworden.

Vanaf 1984 vertonen de Platen van Ossenisse een eenduidig patroon: relatief hoge reflecties langs de randen van de plaat en relatief lage reflecties in het cen-

trum. Opvallend is dat het centrale deel met lage reflecties geleidelijk is uitgebreid. Uit veldwaarnemingen weten we dat dit gedeelte bijna geleidelijk tot hoogwaterniveau (NAP +2 m) is opgehoogd.

De Plaat van Walsoorden is ten zuiden van de Schaar van Valkenisse ontstaan door het samenvoegen van de Plaat van walsoorden en de Platen van Valkenisse, in het begin van de jaren tachtig. In dit verhaal wordt deze verder aangeduid als de Plaat van Walsoorden. De verzameling platen ten noord-oosten van de Schaar van Valkenisse worden hier verder aangeduid als de Platen van Valkenisse. Op de oudere beelden zijn duidelijke schilden aanwezig. Deze zijn in de loop van de tijd steeds minder duidelijk geworden. Door het samenkomen van de twee platen en de opvulling van de laagte ertussen is een grote aaneengesloten plaat ontstaan op een niveau van bijna gemiddeld NAP +2 m, met slechts geringe hoogteverschillen. Dit betekent dat grote delen van de plaat alleen onderlopen bij een gemiddeld getij of hoger.

De Platen van Valkenisse zijn in deze periode qua vorm sterk veranderd. De reflecties zijn over het algemeen vrij hoog, hetgeen wijst op relatief zandige platen. In het noordoostelijk deel van de platen zijn echter ook enkele donkere, waarschijnlijk slibrijke gebieden waar te nemen.

Op het slik van Waarde zijn geen duidelijke patronen waargenomen.

Het gedeelte van het slik van Baalhoek langs de geul lijkt sterker te reflecteren dan het gedeelte langs de dijk. Dit kan wijzen op een meer zandige bodem nabij de geul, maar ook op een betere drainage.

De slikken vóór het Land van Saeftinge laten over het algemeen een sterke reflectie zien en zijn waarschijnlijk vrij zandig, met name het gedeelte vanaf het Speelmansgat tot aan de Schaar van de Noord. Het slik ten westen van het Speelmansgat vertoont meestal een donkere reflectie. Dit geldt ook voor de oostelijke rand langs de Pas van Rilland.
Het zuidwestelijk deel van het slik van Bath reflecteert sterker dan het resterende deel van het slik, door een betere drainage.

Het slik van de Ballastplaat bestaat uit twee verschillende delen: 1) het gedeelte langs de dijk, dat altijd donkere reflecties vertoont en slibrijk is en 2) de kleine plaat op de leidam, die juist redelijk sterk reflecteert en zandig is.

6.3 Patronen in schorren

Het Verdronken Land van Saeftinge is het enige schor waarin nog duidelijke patronen kunnen worden waargenomen. Dit is met ca. 2700 ha dan ook verreweg het grootste schor in het Schelde estuarium.

In het Land van Saeftinge zijn op alle beelden patronen te zien. De Kleur en intensiteit van de patronen zijn echter ruimtelijk niet erg consistent. Het relatief hoog gelegen oostelijk en zuidelijk deel heeft in het beeld van 21-09-76 dezelfde soort reflectie als het lager gelegen Konijnenschor, met een andere begroeiing. In de andere beelden zijn duidelijke verschillen waarneembaar. In sommige beelden zijn de rietvelden door hun patroon en ligging als aparte eenheden te onderscheiden. In het beeld van 09-05-93 lijken de donkerrode reflecties samen te vallen met de rietvelden en met de begroeiing van de kommen. Uit veldwaarnemingen is bekend dat dit de kommen voornamelijk begroeid zijn met Zeebies.

De Selenapolder en de leidingendam kunnen op alle beelden goed worden waargenomen. De dam vormt sinds 1966 de scheiding tussen het Land van Saeftinge en de Selenapolder. Aan de geulzijde van de polder lag een zomerdijk die een paar keer per jaar overspoelde. Het water kon vervolgens draineren via een uitgebreid greppelsysteem en een duiker. In de winter van 1990 is na een aantal forse stormen de zomerdijk doorgebroken. Deze dijk is niet meer hersteld en sindsdien heeft het getij steeds meer vat gekregen op de Selenapolder, zodat schorvegetatie weer kon aanslaan.
In de verschillende beelden tot en met 1989 zijn in de polder duidelijk andere reflecties te zien, die wijzen op verschillen in bodemgebruik. Vanaf de opname van 1990 is vooral het oostelijk deel van de polder veranderd, doordat hier een onbegroeid gebied is ontstaan.

6.4 Patronen gerelateerd aan het seizoen

Er zijn niet voldoende Landsat beelden om een eventuele invloed van het seizoen op het bodemoppervlak van het intergetijdegebied te kunnen waarnemen. Uit veldwaarnemingen is bekend dat er over het algemeen in het voorjaar en de zomer meer slib op de platen en slikken ligt dan in het najaar en winter. Het is interessant om te onderzoeken of deze verschillen ook tot uitdrukking komen in andere Landsatbeelden.

7 Conclusies

Per jaar wordt er van de Zeeuwse Delta slechts een gering aantal geslaagde Landsat opnamen gemaakt, omdat alleen bij onbewolkte omstandigheden bruikbare resultaten ontstaan. Dit komt vrijwel uitsluitend voor in situaties met een hoog luchtdrulgebied boven noordwest Europa en bijgevolg lage windsnelheden en een NO tot Z windrichting. De Meetkundige Dienst van de Rijkswaterstaat heeft een aanzienlijk aantal deel van de bruikbare Landsat opnamen aangeschaft. De oudste opname dateert uit 1976, maar de meeste zijn van na 1986.

De true en false colour beelden, zoals gepresenteerd in deze atlas, zijn puur kwalitatief. De informatie uit Landsat beelden heeft alleen betrekking op het oppervlak van ofwel water of land. De true colour beelden vertonen over het algemeen meer contrast in het water, terwijl met de false colour beelden meer contrast wordt verkregen in de drooggevallen gebieden, doordat vegetatie er duidelijk uitspringt.

Het meest heldere water is op de true colour beelden vrijwel altijd aanwezig in het mondingsgebied van de Westerschelde. De minder troebele patronen komen sterk overeen met de diepere geuldelen. Ten oosten van de haven van Zeebrugge op de Vlakte van de Raan zijn vrijwel altijd relatief troebele gebieden waargenomen, evenals langs platen, slikken en ondiepten. Over het algemeen zijn de verschillen in reflectie tussen diepe en ondiepe geulen in het oostelijk deel kleiner dan in het westelijk deel en op de Voordelta, waar de reflectieverschillen vaak zeer geprononceerd zijn. Dit wordt veroorzaakt doordat de troebelheden in de Westerschelde stroomopwaarts toenemen.

De patronen in dwarsrichting lijken gerelateerd te zijn aan eb- en vloeddominantie in de geulen. In verschillende geulen zijn troebelheidsbanen waargenomen, zoals in de Wielingen, de Pas van Terneuzen en het Middelgat. Deze troebelheidsbanen vallen samen met geulen of geuldelen met een sterke stroming in die bepaalde getijfase. Gebieden die in de luwte van de stroming liggen, bijvoorbeeld aan de achterzijde van platen, zijn relatief helder. Deze patronen kunnen in de meeste beelden voor zowel de vloed- als ebfase worden waargenomen.

In de grotere havens, de haven van Zeebrugge, de Sloehaven en de Braakmanhaven, zijn de reflecties in de haven duidelijk lager dan direct buiten de haven. De overige havens in de Westerschelde zijn te klein om hierbinnen nog duidelijke patronen te kunnen waarnemen.

De goed gedraineerde zandige delen van het intergetijdegebied met relatief sterke reflecties worden over het algemeen langs de randen van de platen waargenomen. De centrale delen van de platen zijn over het algemeen donkerder, hetgeen wijst op een geringere reflectie. De lage reflectie van de slikken wijst op relatief hoge bodemvochtgehalten, een belangrijke aanwijzing voor het feit dat de slikken over het algemeen slibrijker zijn dan de platen. Het Verdronken Land van Saeftinge is het enige schor waarin op deze schaal duidelijke patronen kunnen worden waargenomen.

De watertemperatuur van het oppervlak loopt zowel in de voorjaars- als najaarsbeelden geleidelijk op vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen. Het temperatuursverschil is in het voorjaar groter dan in het najaar, met name door het koudere zeewater. In sommige gevallen is binnen één geul of tussen eb- en vloedgedomineerde geulen een, zij het gering, temperatuursverschil aangetroffen. Plekken met zeer hoge temperaturen langs de plaatranden (waterlijn) en op de platen zijn het gevolg van snelle opwarming van ondiepe waterlagen. Vóór de kerncentrales van Borssele en Doel kan de invloed van het koelwater worden waargenomen. De "pluim" bij Doel is over het algemeen goed ontwikkeld.

8 Aanbevelingen: het gebruik van Landsat in het Schelde estuarium

De Landsat TM beelden zijn te gebruiken voor veel technisch-wetenschappelijke doeleinden. In het kader van deze atlas beperken we ons tot het geven van aanbevelingen met betrekking tot het Schelde-estuarium die vallen binnen het missiestatement van RIKZ. Dit missiestatement is gericht op het geven van adviezen over het duurzaam gebruik van estuaria, kusten en zeeën en de bescherming tegen overstroming door de zee. RIKZ ontwikkelt en onderhoudt daartoe de kennis- en gegevensinfrastruktuur. Onze aanbevelingen hebben specifiek betrekking op het duurzaam gebruik van estuaria waarbij het Schelde-estuarium als voorbeeld is gebruikt.
Een van de sterkste kanten van de satellietbeelden ten opzichte van andere waarnemingen is dat er een overzicht wordt gegeven van een groot gebied op één moment, een zogenaamde synoptische opname. Hierdoor kunnen verschijnselen op grote ruimteschaal worden bestudeerd. Daarnaast kan een eventueel verband worden onderzocht tussen de patronen en het getij of seizoen. Het grootste deel van deze informatie is echter kwalitatief. Alleen als meer bekend wordt over de reflectie eigenschappen in relatie tot de oppervlaktekenmerken gecombineerd met gelijktijdige grondwaarnemingen, wordt het mogelijk om de opnamen nader te kwantificeren.

historisch materiaal
"Meten is Weten" is een leus bij RIKZ. Veel meten kost echter veel geld en de vraag is of men het achteraf ook wil weten. Met satellietbeelden is het mogelijk om achteraf een opgetreden situatie te analyseren, althans vanaf het moment dat satellietopnamen beschikbaar zijn, ongeveer vanaf midden jaren zeventig. Deze satellietbeelden kunnen zodoende worden gezien als een waardevol archief van historische gegevens.
Satellietbeelden kunnen worden gebruikt om het areaal aan intergetijdegebied in kaart te brengen. In de Westerschelde is dit relatief onbelangrijk omdat deze jaarlijks wordt gepeild. Voor de Voordelta en de Oosterschelde, die minder frequent worden gepeild, is dit wellicht wel een goede optie. Het gebruik van Landsat biedt goede mogelijkheden bij de kartering van habitats, doordat slibrijke en of natte delen en begroeide delen kunnen worden onderscheiden. Op deze gebieden wordt in het kader van het BCRS-project onderzoek uitgevoerd in de Westerschelde (Kokke en Van Zanten, 1994; Kokke, 1994).

meet- en monitoringsplan
Om de gegevensinfrastruktuur te onderhouden en ontwikkelen vindt regelmatig monitoring plaats in het Schelde-estuarium. Een van de problemen bij het opzetten van een monitoringsplan is de sterke ruimtelijke en temporele variatie van het systeem. Satellietbeelden zijn met name geschikt voor het krijgen van inzicht in de ruimtelijke variatie in bijvoorbeeld troebelheidsbanen in het water gerelateerd aan een getijfase of bepaalde patronen op slikken en schorren. Zo kunnen bijvoorbeeld meet- en bemonsteringslocaties met behulp van Landsat opnamen worden geoptimaliseerd.

ondersteuning modellen
Om de kennis van de estuaria verder te ontwikkelen wordt onder meer gebruik gemaakt van waterbewegings- en morfologische modellen. De resultaten van deze modellen zouden kunnen worden vergeleken met de resultaten van bewerkte Landsat opnamen.

9 Referenties

Allewijn, R. et al., 1992. Inleiding remote sensing voor water-, infrastructuur- en milieutoepassingen. RWS Meetkundige Dienst, MDLKR-R-9228.

Buiten, H.J., en Clevers, J.G.P.W., 1990. Remote Sensing, theorie en toepassingen van landobservatie. Pudoc, Wageningen, 517 p.

Dienst Getijdewateren (DGW), 1989. Tienjarig overzicht der waterhoogten, afvoeren en watertemperaturen; 1971-1980. Rijkswaterstaat Den Haag.

Dienst Getijdewateren (DGW), 1992. Jaarboek van afvoeren, waterstanden, golven en waterkwaliteit 1990. Rijkswaterstaat Den Haag.

Jong, de D.J., en Jonge, de V.N., 1994. Dynamiek van mycrophytobenthos in het Westerschelde estuarium. RIKZ Werkdocument OS 94.806X.

Kokke, J.M.M., and Van Zanten, S., 1994. Towards remote sensing mapping of estuarine sediment types and salt marsh vegetation using high spectral resolution. Proceedings 6th Int. Symp. on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, Val d'Isére, France, p 307-316.

Kokke, J.M.M, 1994. Mapping of sediment distribution in intertidal areas with optical Remote Sensing. BCRS rapport 94-15.

Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W., 1987. Remote sensing and image interpretation (2nd edition). John Wiley & Sons.

RIKZ, 1994. Gemiddelde getijkromme 1991.0. RIKZ afdeling Informatiesystemen, Den Haag.

Stronkhorst, J., 1986. Troebelheidspatronen in de Deltawateren van ZW Nederland op TM en MSS Satellietbeelden. RWS GWWS Nota.405.

Visser, W., Verlinde, W., Landman, E., en Holierhoek, M.M., 1994. Milieumeetnet Rijkswateren. M.W.T.L. planning 1995. Riza nota 94.053.

BIJLAGE A Bij de Meetkundige Dienst beschikbare Satellietopnamen

De Meetkundige Dienst te Delft heeft over de afgelopen 20 jaar een groot aantal satelliet beelden verzameld. In onderstaande Tabel A zijn de opnamedate weergegeven van goede beelden van de Zeeuwse Delta van de Landsat MSS, de Landsat TM en de Spot satelliet.

De MSS-scanners registreren beeldelementen van 80 bij 80 m in de visuele en nabij-infrarode banden en 240 bij 240 m in de thermisch infrarood band. Vanaf Landsat 4 werd, naast de MSS, een tweede generatie multispectrale scanners geïntroduceerd, de Thematic Mapper (TM), met smallere spectrale banden; 4 banden in het zichtbare, 2 in het nabij-infrarood en 1 in het thermisch infrarood. Met de smallere banden van TM kunnen wat subtieler spectrale verschillen beter worden waargenomen, terwijl de mate van gedetailleerdheid groter is. De TM-scanners nemen namelijk in het zichtbare en nabij-infrarood beeldelementen op van 30 bij 30 m, in het thermisch infra-rood van 120 bij 120 m. De SPOT satellieten zijn, evenals de Landsat MSS en TM uitgerust met multispectrale sensoren. De ruimtelijke resolutie is groter, namelijk 10 bij 10 m. Spot beelden zijn ook in dit overzicht meegenomen omdat deze qua bewerking en mogelijkheden grote overeenkomsten vertonen met de in deze atlas gebruikte Landsat beelden.

Tabel A
Bij de Meetkundige Dienst te Delft aanwezige Landsat MSS, Landsat TM en Spot beelden (bijgewerkt tot eind 1994) [vetgedrukte beelden zijn in deze atlas opgenomen].

LandsatMSS	LandsatTM	SPOT
21-09-1976	**30-04-1984**	13-05-1988
28-06-1983	**16-06-1986**	27-08-1990
25-05-1987	23-05-1989	15-08-1991
05-07-1987	**05-10-1989**	05-08-1992
02-04-1988	**01-05-1990**	09-08-1992
	13-07-1990	
	24-10-1990	
	02-09-1991	
	15-05-1992	
	22-05-1992	
	09-05-1993	
	07-09-1993	
	14-02-1994	

BIJLAGE B Meetlocaties Watertemperatuur Zeeland

Aan de hand van de thermische band van de TM (band 6) kan een temperatuurbeeld van het wateroppervlak worden gemaakt. De intensiteiten in deze band dienen daarvoor te worden gecalibreerd met gemeten watertemperatuur gegevens op het tijdstip van overkomst. In Zeeland wordt door het VCZ van de Directie Zeeland al sinds het begin van de jaren tachtig op verschillende locaties de watertemperatuur aan of nabij het wateroppervlak gemeten, en om de 10 minuten opgeslagen in een bestand. In Tabel B1 is aangeven welke meetpalen zijn gebruikt bij de calibratie. In Tabel B2 zijn de locaties van de meetpalen aangegeven, met vermelding van de meetdiepte en meetperiode.

Tabel B1
Watertemperatuur van meetpalen voor tijdstip van LANDSAT beelden (11.10 MET) (bron VCZ Directie Zeeland).

datum:	Temperatuur (°C)							
	MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6	MP7	MP8
21 sep 1976	-		-	-	-	-	-	-
30 apr 1984	-		9,1	9,4	11,3	-	-	11,5
16 jun 1986	-		14,8	15,0	17,1	-	-	16,5
05 okt 1989	16,6	16,3	15,5	16,3	14,9	15,2	-	-
01 mei 1990	13,6	12,2	11,7	11,3	13,1	15,1	-	-
15 mei 1992	14,7	13,2	12,0	12,5	14,8	15,7	-	-
09 mei 1993	14,2	13,2	11,5	-	13,8	14,3	-	-

Tabel B2
Lokaties en hoogte temperatuursensor van de verschillende meetpalen (bron VCZ Directie Zeeland)

Meetpaal:	Xcoor	Ycoor	Gemeten Van	Tot	Diepte sensor m - opp.
MP1 Baalhoek	65541	375998	09-04-87	...	0,5
MP2 Hoofdplaat	35637	377879	28-01-87	...	0,5
MP3 Vlakte v. d. Raan	06083	392714	25-06-81	...	NAP -2,5*
MP4 OS 15	22275	401002	26-05-82	30-09-92	NAP -2,5*
MP5 Marollegat	71992	388510	26-02-82	...	0 (oppervlak)
MP6 Veerse Meer	37907	393311	13-12-88	...	0,5
MP7 OS10	21388	403540	12-10-80	13-05-82	NAP -2,5*
MP8 Lodijkse Gat	67532	392560	12-10-80	16-01-87	0 (oppervlak)

NB 1 Voor de meeste palen is de diepte van de sensor gerelateerd aan het wateroppervlak. Dit geldt niet voor de meetpalen MP3, MP4 en MP7, waar op een vaste diepte tov van 2,5 m beneden NAP is gemeten.

NB 2 De nummering van de meetpalen MP1 t/m MP8 is arbitrair.

BIJLAGE C Achtergrondinformatie

Deze Bijlage is opgenomen als extra achtergrondinformatie bij de interpretatie van de beelden.

Dieptelijnen en contouren

Om de interpretatie van de Landsatbeelden te vergemakkelijken zijn dieptelijnen en contouren toegevoegd. De dieptelijnen NAP -2,5 m, NAP -10 m en NAP -20 m zijn afkomstig uit diepteschematisaties van de Westerschelde. De diepteschematisaties zijn verkregen door de originele lodingsraaien in het DIGIBEELD systeem te interpoleren. Er is getracht het verschil in opnamedatum van het satellietbeeld en de dieptegegevens zo klein mogelijk te houden. Van de Voordelta zijn de dieptelijnen van 1975, 1985 en 1990 gebruikt. In de Westerschelde zijn de dieptelijnen gebruikt van 1977, 1985, 1990 en 1992. Van het belgische deel van de Schelde, de Beneden Zeeschelde, zijn bij gebrek aan andere digitale gegevens alleen de dieptelijnen van 1992 gebruikt.
De contouren representeren de situatie van midden jaren 80. In de periode van 1976 tot en met 1993 kan deze echter lokaal afwijken, zoals bijvoorbeeld bij de containerkade in Antwerpen en de extra zeesluis nabij Zandvliet.

Opgetreden waterstanden

Per Landsat beeld zijn voor een aantal locaties de opgetreden (gemeten) waterstanden weergegeven. Dit betreft de getijstations te Zeebrugge, Vlissingen, Hansweert en Prosperpolder. De opgetreden waterstand is weergegeven ten opzichte van NAP. Bij elke presentatie is tevens het tijdstip aangegeven waarop de Landsat opname is gemaakt. Voor dit gebied bedraagt dit standaard 11.10 uur MET.
In Tabel C1 is het opgetreden getijverschil (verschil tussen hoog- en laagwater) voor het getijstation Hansweert weergegeven met de getijfactor, ofwel het opgetreden getijamplitude gedeeld door het gemiddelde getijamplitude.

Tabel C1
De opgetreden getijslag en de getijfactor voor Hansweert (getijamplitude Hansweert: gemiddeld doodtij 3,66 m, gemiddeld getij 4,48 m en gemiddeld springtij 5,03 m).

opname	opgetreden getijverschil	getijfactor
	m	(-)
21 sep 1976	4,1	0,92
30 apr 1984	5,6	1,25
16 jun 1986	3,9	0,87
05 okt 1989	4,3	0,96
01 mei 1990	4,2	0,94
15 mei 1992	5,1	1,14
09 mei 1993	5,1	1,14

Bron: voor 1976 slotgemiddelden 1981.0; voor 1984 t/m 1993 slotgemiddelden 1991.0. De gegevens van de opgetreden waterstanden voor de verschillende getijstations zijn opgevraagd bij de volgende instanties: Zeebrugge (Dienst der Kusthavens Hydrografie te Oostende, van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap; Departement Leefmilieu en Infrastructuur); Vlissingen, Hansweert en Prosperpolder tot '89 (RIKZ Rijkswaterstaat) en Prosperpolder vanaf '90 (VCZ Directie Zeeland, Rijkswaterstaat)

Watertemperatuur

In Tabel C2 is de gemiddelde maandelijkse watertemperatuur aan het oppervlakte gegeven voor Vlissingen (daghoogwater) en Bath (daghoogwater en daglaagwater) berekend over de periode 1971 t/m 1980. Hieruit kan een indruk worden verkregen van de seizoenale temperatuursfluctuaties en de temperatuursgradiënt in de Westerschelde (Tienjarige overzichten 1971-1980). De jaarlijks gemiddelde watertemperatuur van de Westerschelde was van 1981 tot en met 1987 vrij constant. Daarna is deze een aantal graden gestegen. De minimale temperaturen zijn vanaf 1987 met ca. 6 °C gestegen, waarschijnlijk als gevolg van zachte winters (RWS Jaarboek 1990).

Tabel C2
De gemiddelde maandelijkse watertemperatuur (°C) aan het oppervlakte van Vlissingen (daghoogwater) en Bath (daghoogwater en daglaagwater) berekend over de periode 1971 t/m 1980 (Tienjarige overzichten 1971-1980).

Locatie (Tijdstip)	jan	feb	mar	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Vlissingen (HW)	4.6	4.3	5.6	8.2	11.9	15.7	18.3	19.0	17.5	14.1	10.0	6.6
Bath (HW)	4.5	4.9	6.6	9.5	13.7	17.5	19.5	19.9	17.6	13.8	9.2	6.2
Bath (LW)	4.8	5.1	6.7	9.6	13.9	17.5	19.6	19.9	17.8	14.0	9.5	6.5

Scheldeafvoer

De fluctuaties in de Scheldeafvoer beïnvloed in belangrijke mate, weliswaar met een zekere vertraging, de waterkwaliteit in de Beneden Zeeschelde en het oostelijk deel van de Westerschelde. In tabel C3 zijn de maandelijkse gemiddelde afvoeren te Schelle (België) weergegeven van de maand van opname en de twee maanden daarvoor.

Tabel C3
De maandelijks gemiddelde afvoeren (m^3/s) te Schelle (België) weergegeven van de maand van opname (M) en de drie voorafgaande maanden respectievelijk M-1, M-2 en M-3.

opname	M	M-1	M-2	M-3
21 sep 1976	35	29	29	33
30 apr 1984	126	135	221	159
16 jun 1986	85	865	197	168
05 okt 1989	56	53	40	49
01 mei 1990	49	82	117	163
15 mei 1992	74	95	133	112
09 mei 1993	62	80	91	134

Bron: Antwerpse zeehavendiensten

Slibgehalten in suspensie

RIKZ beschikt over 2 slibmetingen in het schaar van de Spijkerplaat, die exact samenvallen met de overkomst van de satelliet op 5 oktober 1989 en 1 mei 1990. De overkomst van de satelliet valt namelijk binnen de continue scanning met het meetponton Zeekat op één lokatie (Tabel C4). De slibgehalten zijn berekend met behulp van de ijklijn van de troebelheid.

Tabel C4
De meetfrequentie en enkele meetwaarde tijdens de overkomst van de satelliet.

Datum meting Zeekat	meetfrequentie	berekend slibgehalte	watertemp ±1 min.
5 oktober 1989	12 min.	24 mg/l	14.8 °C
1 mei 1990	12 min.	25 mg/l	11.5 °C

In de periode 1970 tot 1990 zijn zeer regelmatig watermonsters genomen van het wateroppervlak in de Westerschelde en de Westerscheldemonding. Uit deze monsters is o.a chloridegehalte, slibgehalte, zandgehalte en watertemperatuur bepaald.

De opnamedatums, die zich het dichtst bevinden bij de overeenkomst van de satelliet zijn 27 september 1976, 7 mei 1984, 16 juni 1986, 2/3 oktober 1989 en 1/2 mei 1990. De bemonsteringen op 16 juni 1986 en 1 mei 1990 vallen samen met de overkomstdatum van de satelliet. De analyseresultaten zijn gegeven in de tabellen C5 en C6. De bemonstering op 16 juni 1986 bij de MSB om 12.30 uur bevindt zich het dichtst bij de overeenkomst van de satelliet. De bemonsteringen op 16 juni 1986 en 1 mei 1990 zijn tijdens eb genomen. De bemonsteringslocaties zijn aangegeven in Fig. C1.

Tabel C5
Analyseresultaten watermonsters (oppervlakte) 16 juni 1986

Lokatie	tijd [MET]	Chloride [mg/l]	slib [mg/l]	zand [mg/l]	watertemp. [°C]
Boei MSB	12.30	18570	5	3	-
Boei SG/W	15.21	16560	4	2	-
Boei W3	6.25	17063	5	3	15.6
Boei SS/VH	7.05	16536	7	3	15.6
Boei 10	7.45	14720	5	4	16.3
Boei 28a	9.00	12977	6	2	17.0
Boei 49	13.35	10397	7	3	17.1
Boei 59a	14.15	8374	6	12	17.8
Boei76	15.45	4374	22	4	18.6

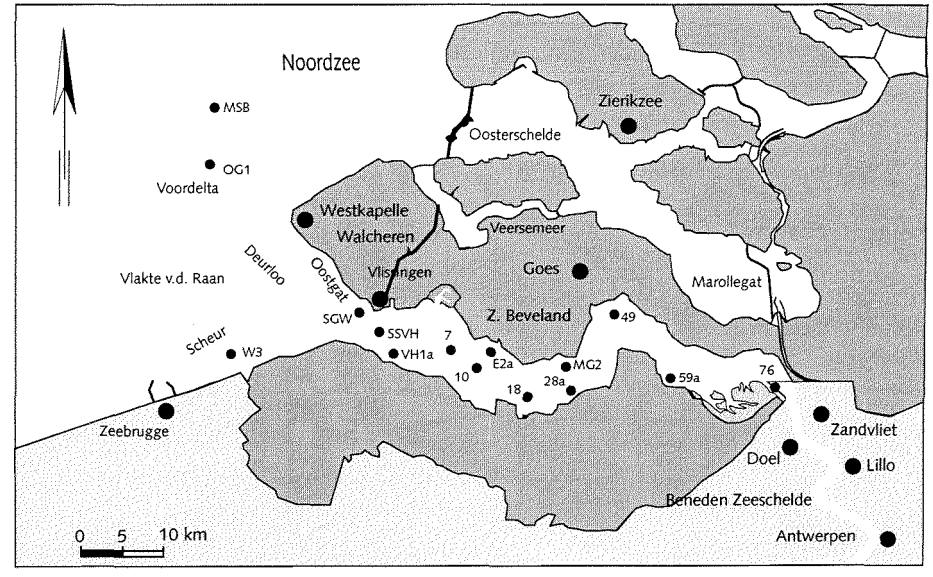
Tabel C6
Analyseresultaten watermonsters (oppervlakte) 1 mei 1990

Lokatie	tijd [MET]	Chloride [mg/l]	slib [mg/l]	zand [mg/l]	watertemp. [°C]
Boei W3	16.25	17401	10	10	12.0
Boei SS/VH	17.10	16252	12	45	12.4
Boei 7	17.30	15634	16	9	12.5
Boei E2a	18.55	15864	9	11	12.7
Boei MG2	19.20	14265	26	12	12.5
Boei 28a	19.30	13195	38	10	12.5
Boei 18	19.50	14270	27	12	12.5
Boei 10	20.05	15271	21	12	12.5
Boei VH1a	20.25	16847	49	13	12.5

Tabel C7
De windsnelheid, windrichting en luchtdruk te Vlissingen op de meetdagen van 10 tot 11 uur MET (bron Klimatologische Dienst KNMI de Bilt).

opname	windsnelheid gem m/s	max m/s	Bf	windrichting* °(tov N)		Luchtdruk hPA
21 sep 1976	3,6	4,6	3	90	O	1023,5
30 apr 1984	4,6	6,2	3	90	O	1015,4
16 jun 1986	3,6	5,1	3	100	O	1014,3
05 okt 1989	6,7	8,2	4	170	Z	1021,5
01 mei 1990	5,7	8,2	4	70	ONO	1032,2
15 mei 1992	5,1	7,7	3	330	NNW	1027,7
09 mei 1993	6,7	9,3	4	60	ONO	1017,0

Figuur C1
Bemonsteringslocaties waterkwaliteitsmeetnet Schelde estuarium

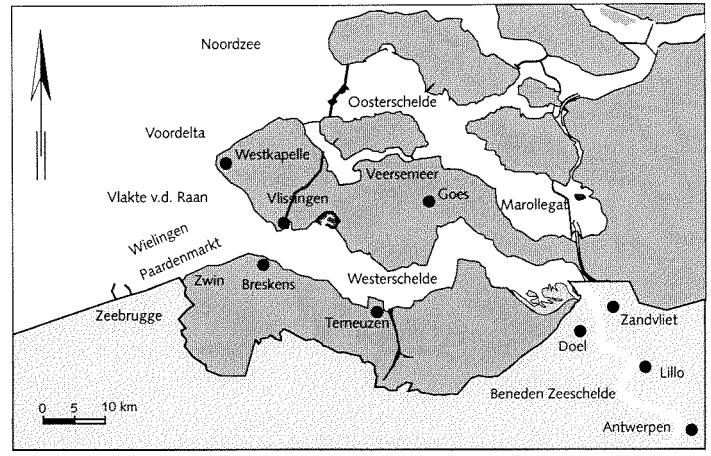


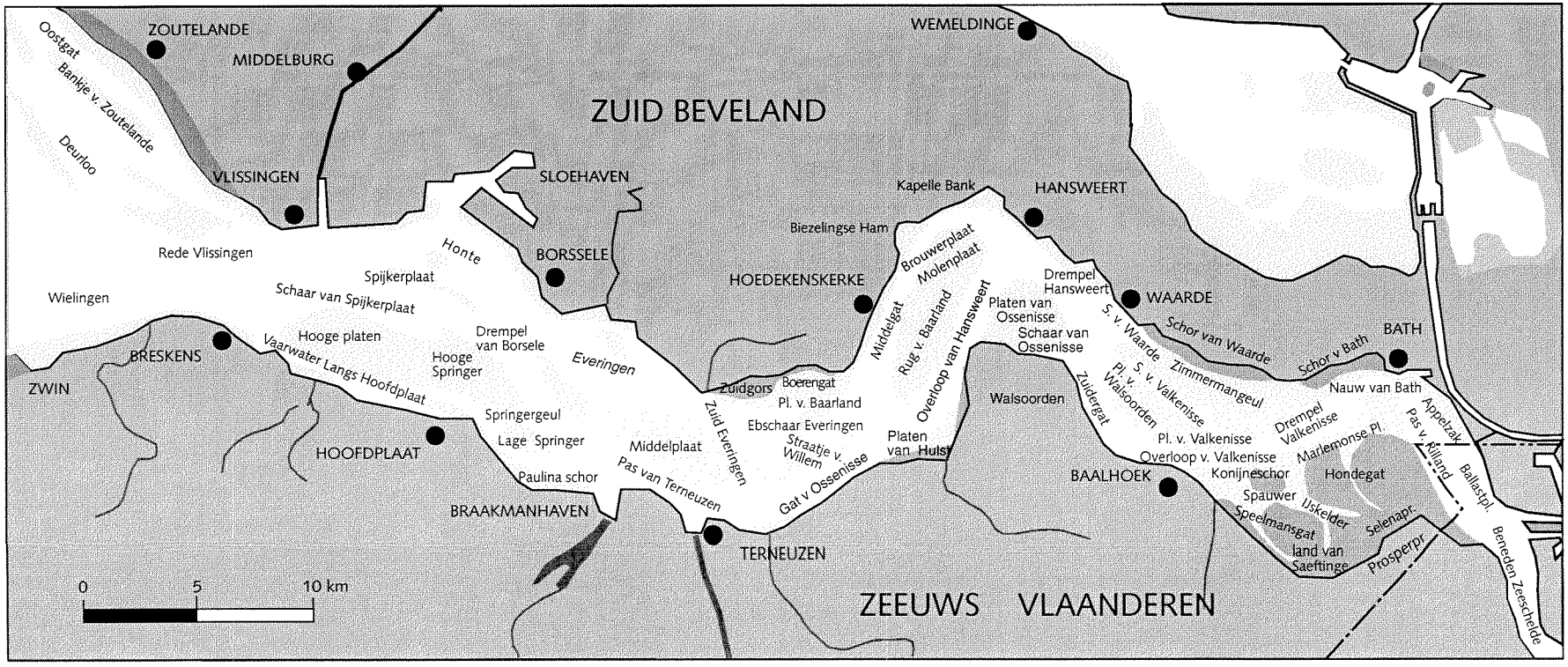
Waterkwaliteitsgegevens

In het Schelde-estuarium worden regelmatig watermonsters genomen en vinden metingen plaats in het kader van het Milieuneetnet Rijkswateren (Visser et al., 1994). Het tijdstip van bemonstering en de gemeten parameters zijn te vinden in het WORSRO bestand. Het tijdstip van bemonstering is veelal kort voor LW kentering. Parameters, die mogelijk een relatie hebben met de patroonverschillen van de satellietbeelden zijn onder andere watertemperatuur, chloride, zwevende stof, opgelost- en particulair organisch koolstof, chlorophyl en pigment.

Wind- en luchtdrukgegevens

De wind- en luchtdrukgegevens van het KNMI station te Vlissingen zijn voor de meetdagen en het tijdstip van opname in Tabel C7 aangegeven. Op het moment van opname zijn de geselecteerde opnamen vrijwel geheel onbewolkt. Dit komt in dit deel van Nederland bijna uitsluitend voor in omstandigheden met een goed ontwikkeld hoog luchtdrukgebied boven noordwest Europa. De windsnelheid is dan laag tot vrij laag en de windrichting varieert van NO tot Z.

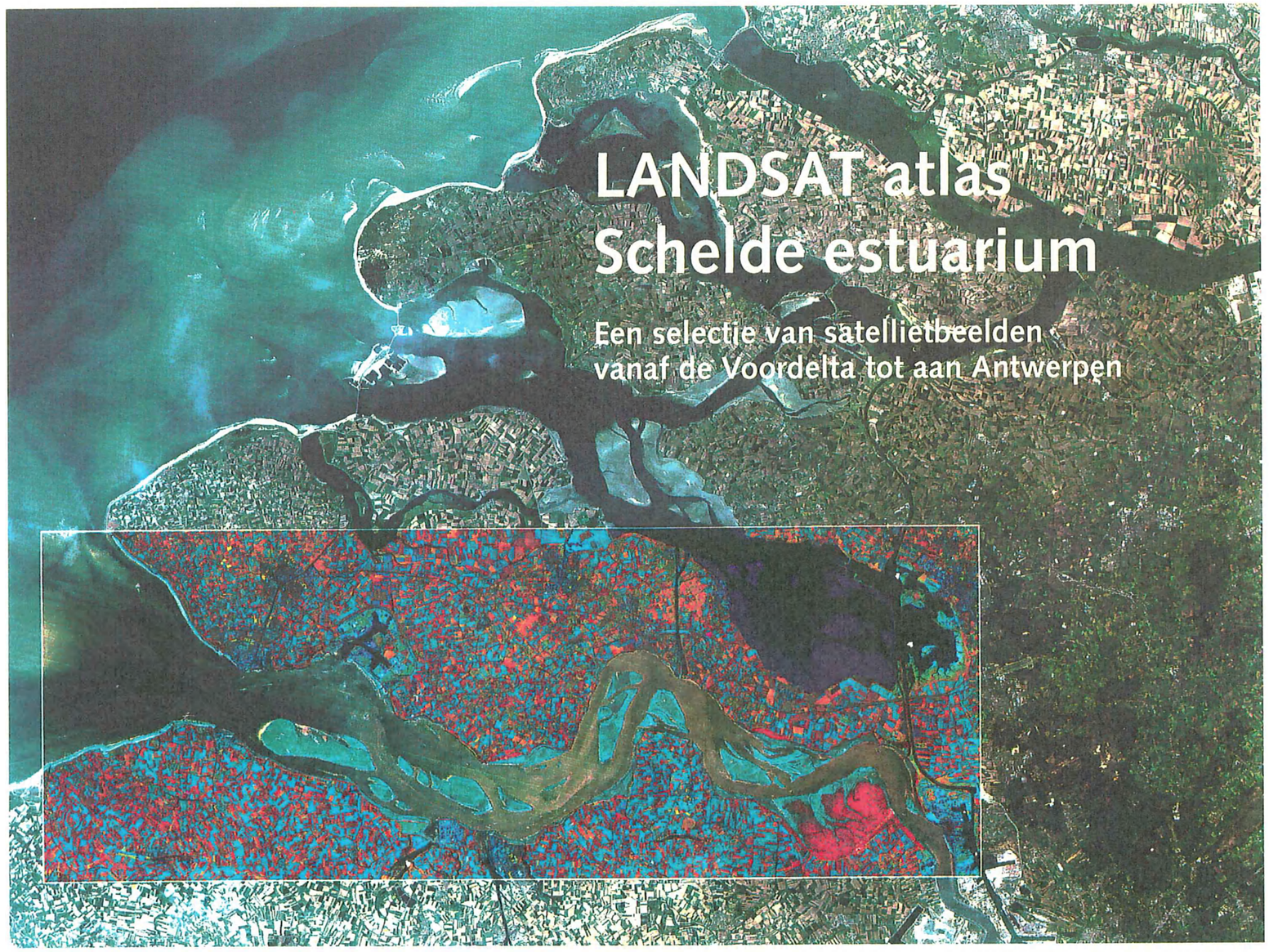

Noordzee
Oosterschelde
Voordelta
Westkapelle
Veersemeer
Vlakte v.d. Raan
Vlissingen
Goes
Marollegat
Wielingen
Paardenmarkt
Zwin
Breskens
Westerschelde
Zeebrugge
Terneuzen
Zandvliet
Doel
Lillo
Beneden Zeeschelde
0 5 10 km
Antwerpen


ZOUTELANDE
MIDDELBURG
WEMELDINGE
Oostgat
Bankje v. Zoutelande
Deurloo
ZUID BEVELAND
VLISSINGEN
SLOEHAVEN
Kapelle Bank
HANSWEERT
Biezelingse Ham
Rede Vlissingen
Honte
BORSSELE
Brouwerplaat
Molenplaat
Spijkerplaat
HOEDEKENSKERKE
Drempel Hansweert
WAARDE
Wielingen
Schaar van Spijkerplaat
Middelgat
Rug v. Baarland
Platen van Ossenisse
S. v. Waarde
Schor van Waarde
BATH
Hooge platen
Drempel van Borsele
Schaar van Ossenisse
Overloop van Hansweert
Schor v Bath
BRESKENS
Hooge Springer
Everingen
Zuidgors
Boerengat
Pl. v. Baarland
Zuidergat
Pl. v. Walsoorden
S. v. Valkenisse
Zimmermangeul
Nauw van Bath
ZWIN
Vaarwater Langs Hoofdplaat
Walsoorden
Ebschaar Everingen
Drempel Valkenisse
Springergeul
Zuid Everingen
Straatje v. Willem
Pl. v. Valkenisse
Marlemonse Pl.
Appelzak
Lage Springer
Middelplaat
Platen van Hulst
Overloop v. Valkenisse
Pas v. Kiland
HOOFDPLAAT
Paulina schor
Pas van Terneuzen
Gat v Ossenisse
Konijneschor
Hondegat
Ballastpl.
BAALHOEK
BRAAKMANHAVEN
Spauwer
IJskelder
Selenapr.
Speelmansgat
land van Saeftinge
Prosperpr.
Beneden Zeeschelde
TERNEUZEN
0 5 10 km
ZEEUWS VLAANDEREN

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/*RIKZ*
Meetkundige Dienst



LANDSAT atlas Schelde estuarium

Een selectie van satellietbeelden vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/*RIKZ*
Meetkundige Dienst

LANDSAT atlas Schelde estuarium

Een selectie van satellietbeelden vanaf de Voordelta tot aan Antwerpen

Drs. C. Storm[1]
Ing. D.C. van Maldegem[1]
H.J. den Hollander[2]
Ir. J.M.M. Kokke[2]

Werkdocument RIKZ OS-95.802X
Rapport MD-GAT 95-21

februari 1995

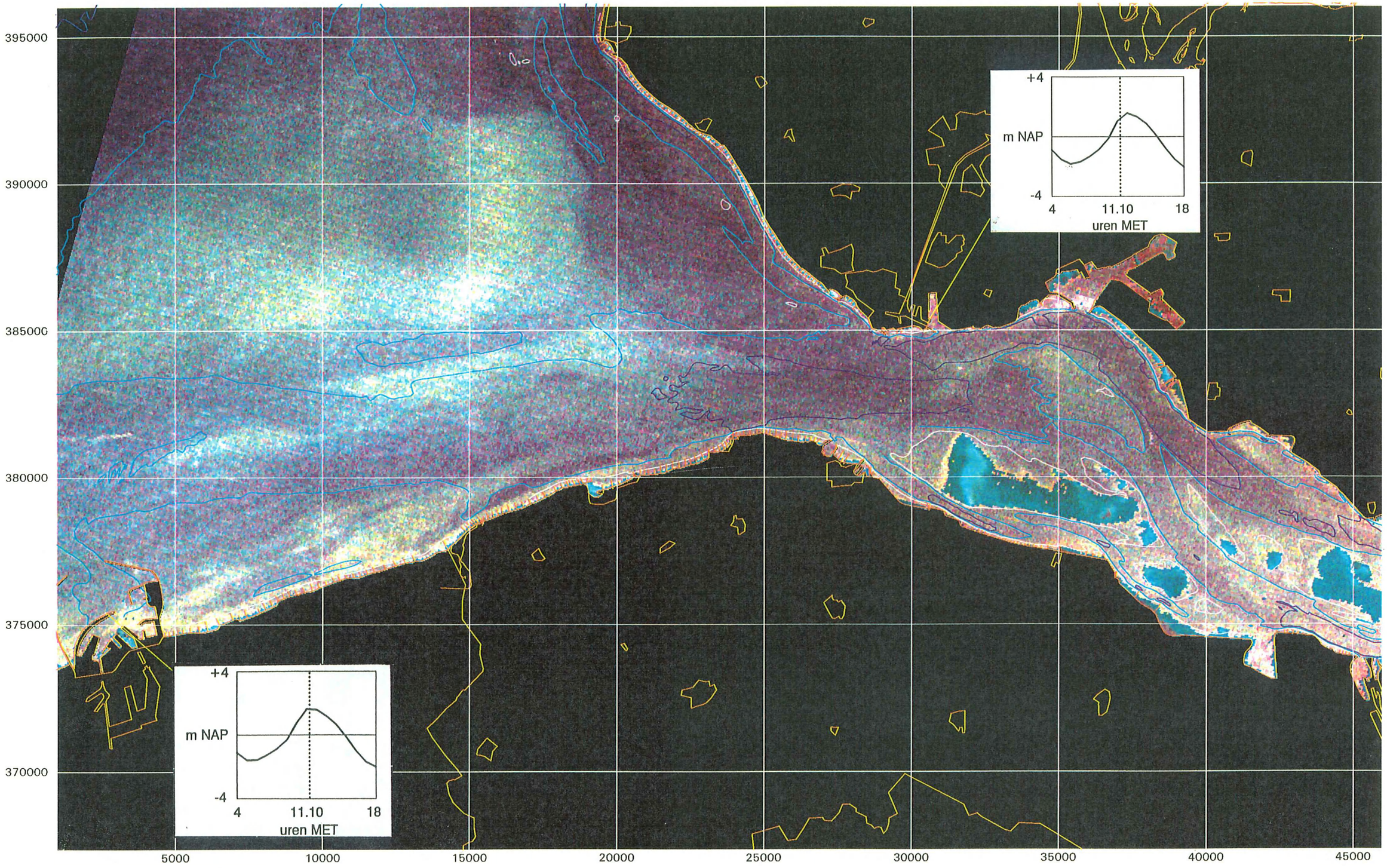
[1] Rijksinstituut voor Kust en Zee/*RIKZ*
[2] Meetkundige Dienst

Inhoudsopgave

LANDSAT beelden

Landsat MSS	21 september 1976; tweede helft vloed		
	false colour	overzicht west	4
		" oost	5
Landsat TM	30 april 1984; eerste helft vloed		
	true colour	overzicht west	6
		" oost	7
Landsat TM	16 juni 1986; eerste helft eb		
	combinatie true en false colour	overzicht west	8
		" oost	9
Landsat TM	5 oktober 1989; laagwaterkentering		
	combinatie true en false colour	overzicht west	10
		" oost	11
	watertemperatuur	overzicht west	12
	"	" oost	13
Landsat TM	1 mei 1990; tweede helft eb		
	combinatie true en false colour	overzicht west	14
		" oost	15
Landsat TM	15 mei 1992; vloed		
	combinatie true en false colour	overzicht west	16
		" oost	17
	watertemperatuur	overzicht west	18
	"	" oost	19
Landsat TM	9 mei 1993; laagwaterkentering		
	combinatie true en false colour	overzicht west	20
		" oost	21

LANDSAT MSS Schelde estuarium west



Intergetijdegebieden en water in False colour

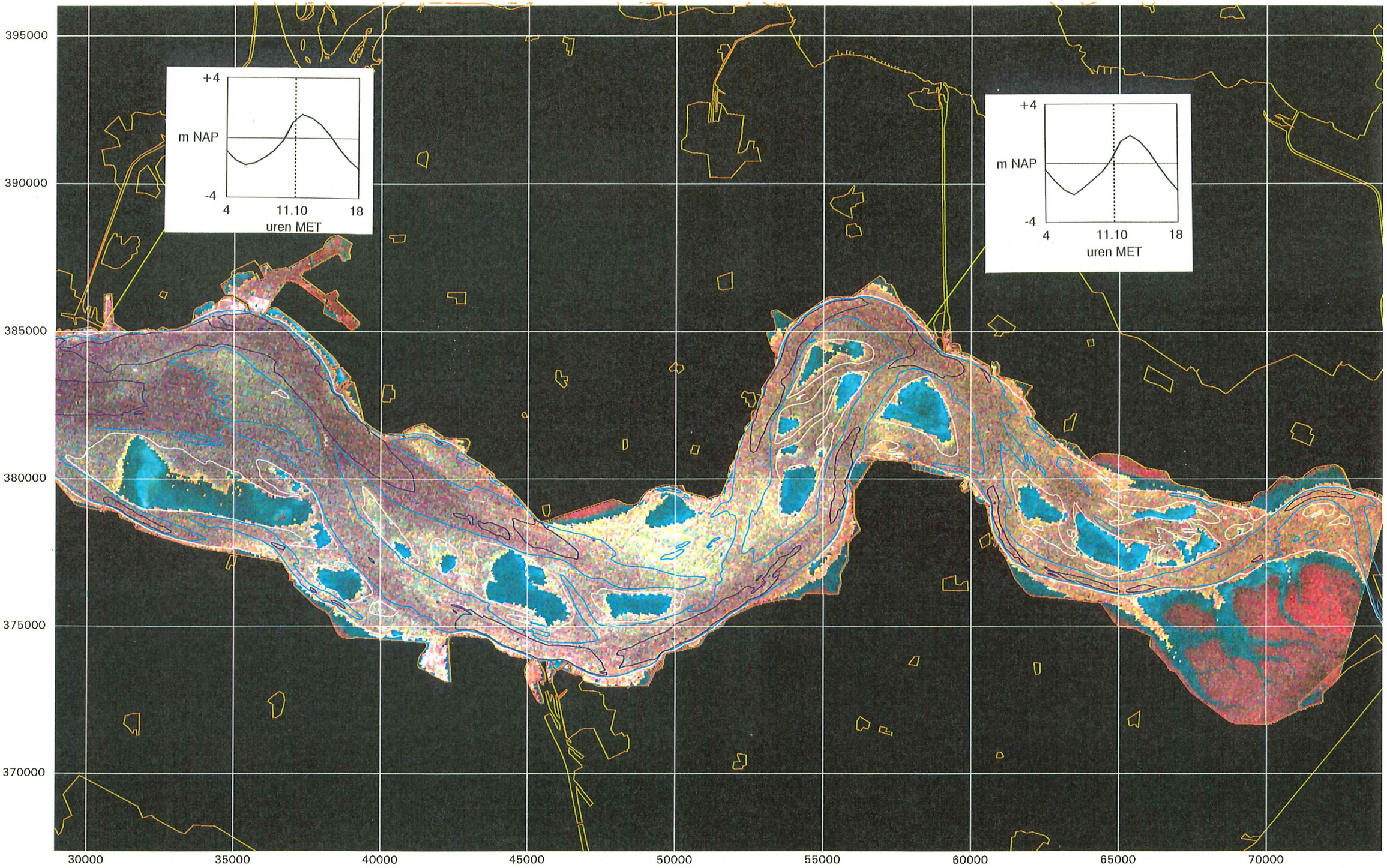
Dieptelijnen 1975
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 21 september 1976
DOODTIJ

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Z

LANDSAT MSS Schelde estuarium oost



Intergetijdegebieden en water in False colour

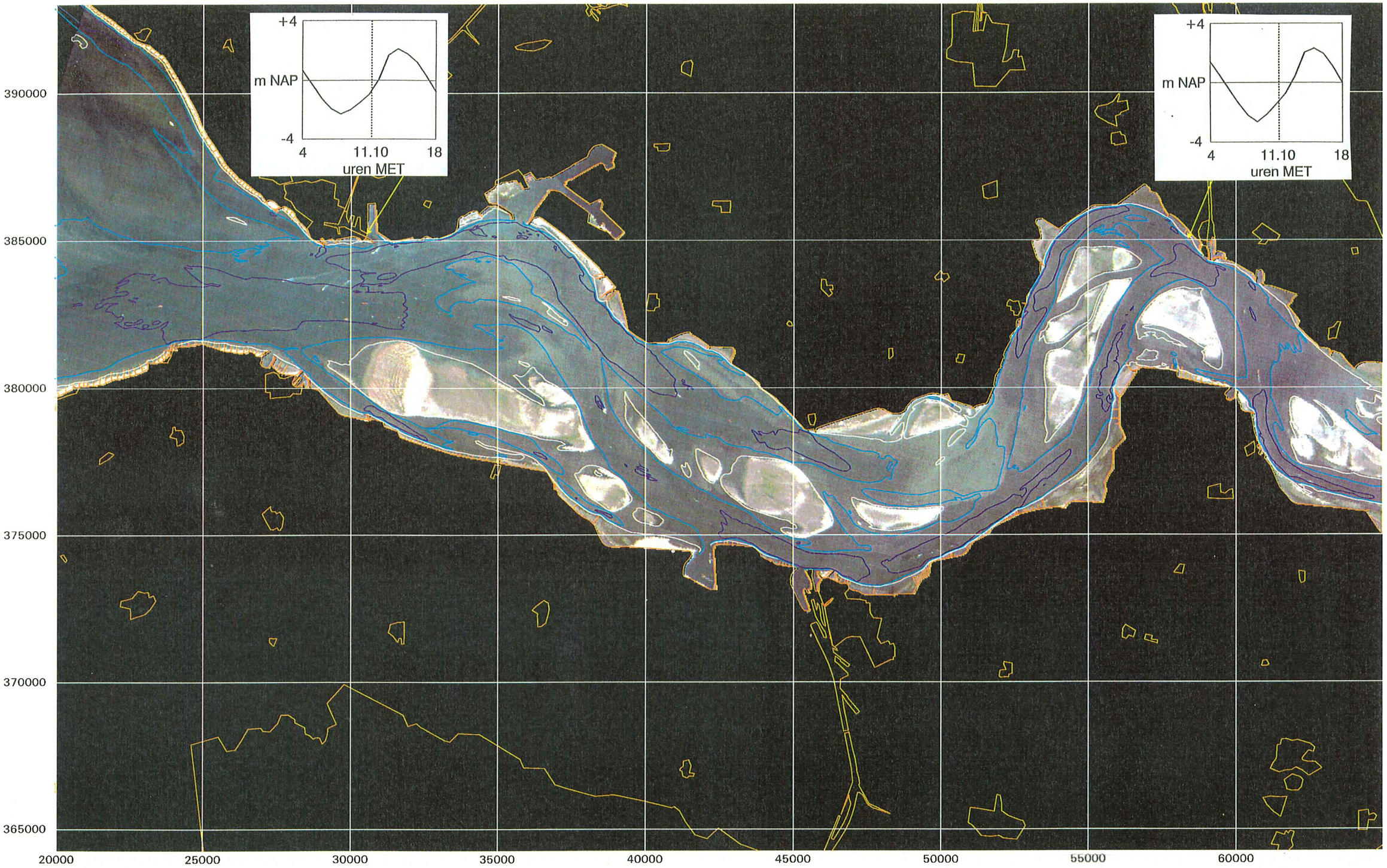
Dieptelijnen 1975
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 21 september 1976
DOODTIJ

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



Intergetijdegebieden en water in True Colour

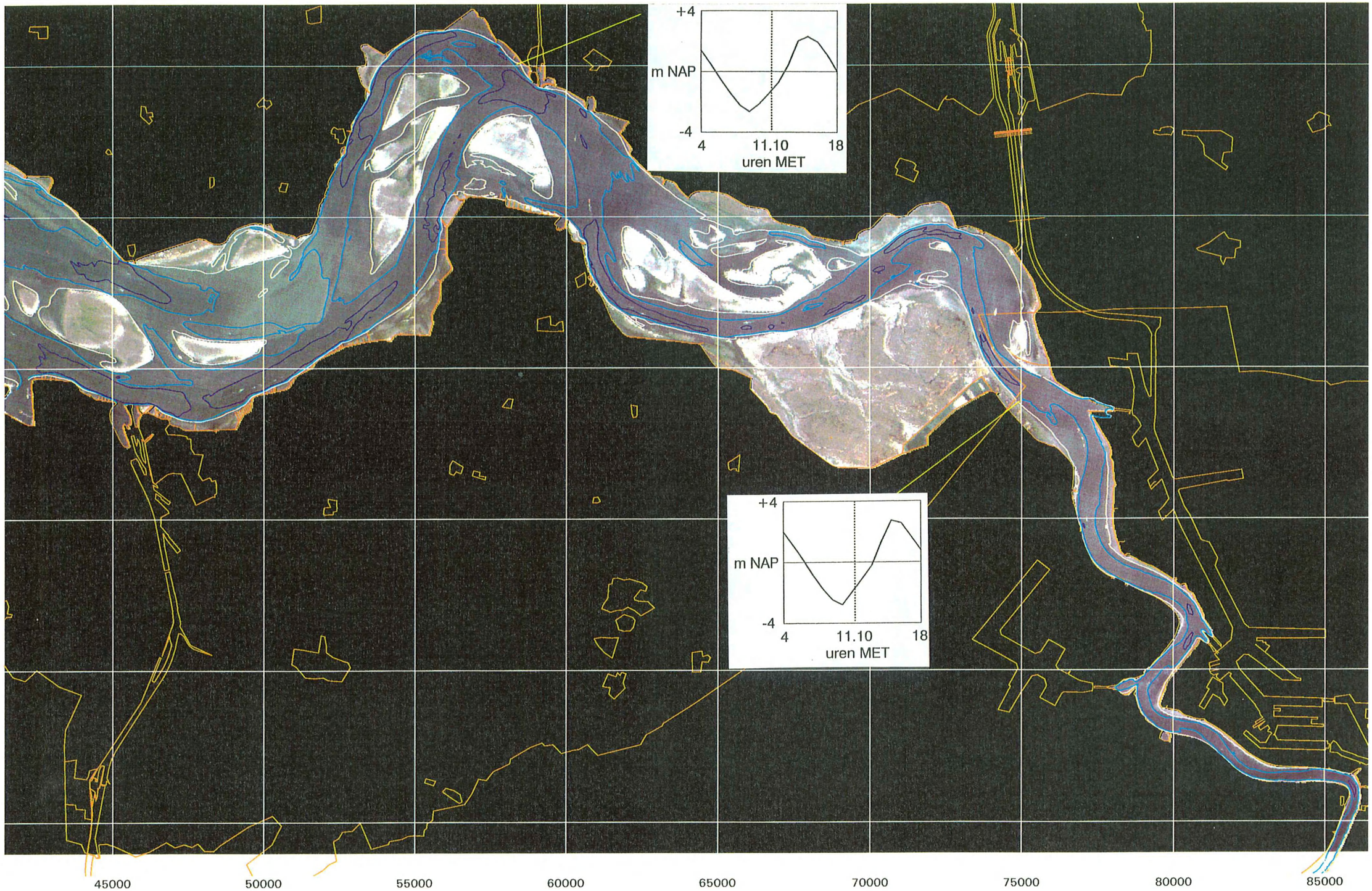
Dieptelijnen 1985
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 30 april 1984
SPRINGTIJ

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Z

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



Intergetijdegebieden en water in True Colour

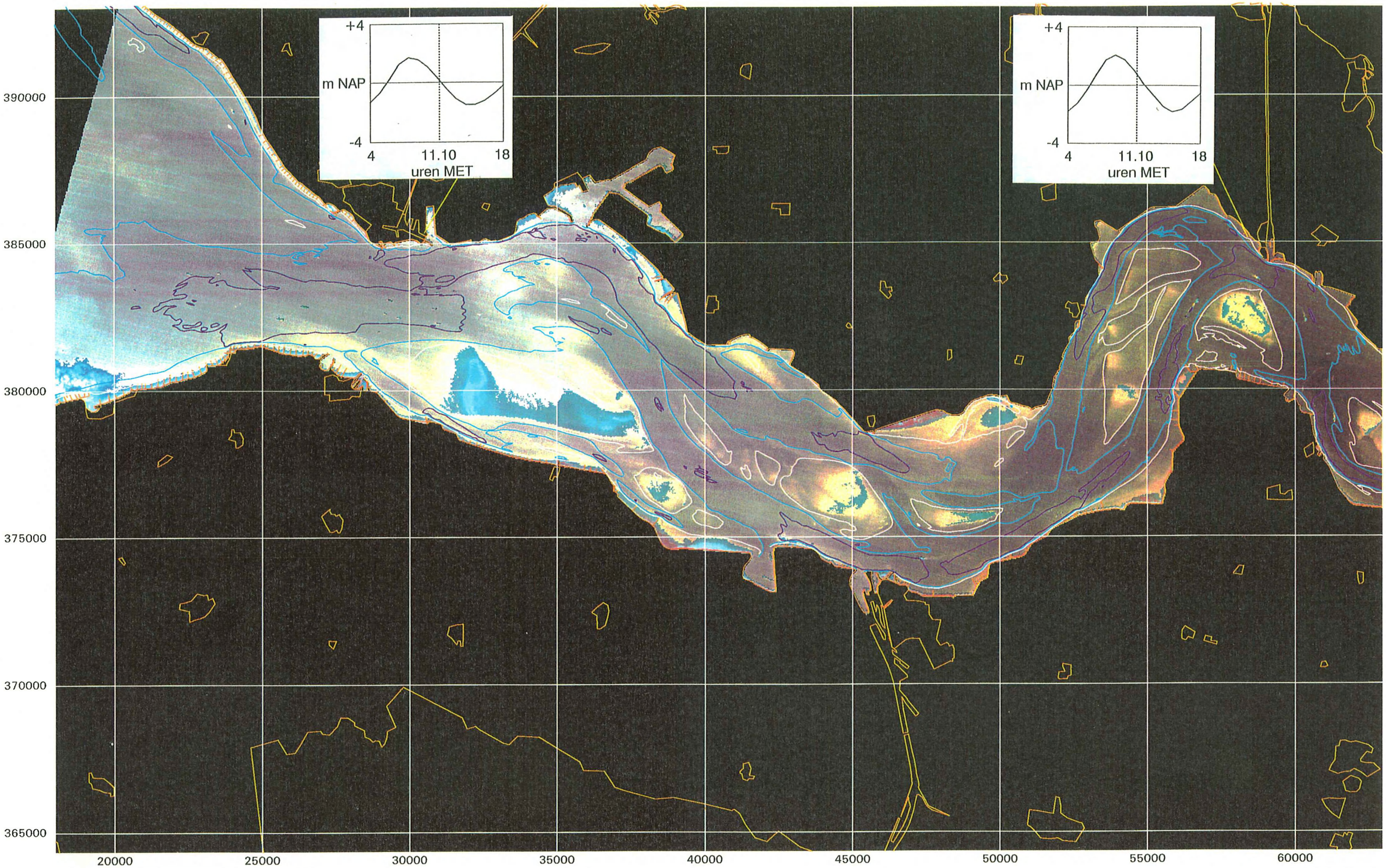
Dieptelijnen 1985
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 30 april 1984
SPRINGTIJ

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



Schaal 1 : 125.000

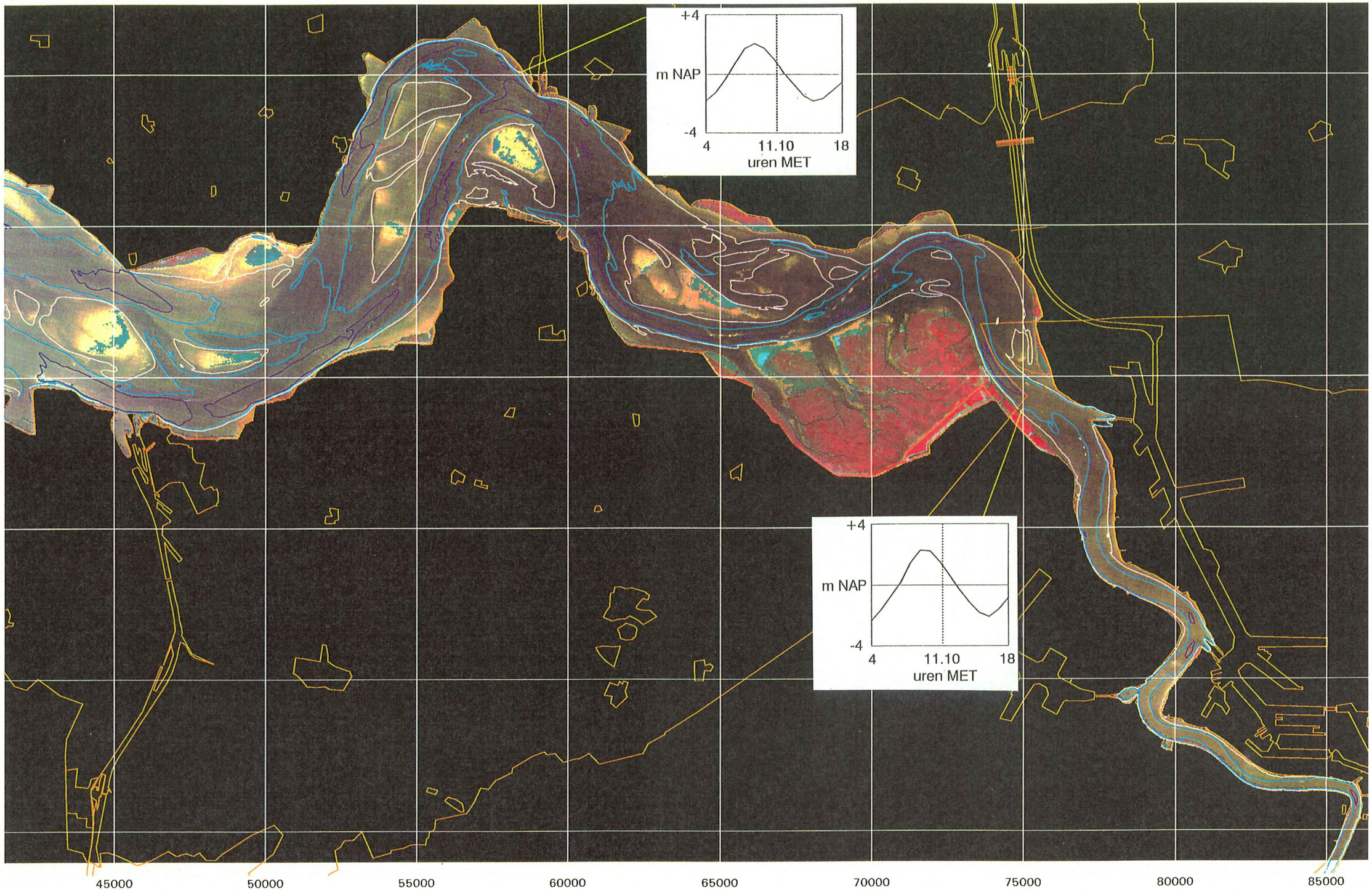
Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour
Wit blauwe pluim boven Het Zwin zijn wolken

Opname datum 16 juni 1986
DOODTIJ

Dieptelijnen 1985
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Z

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

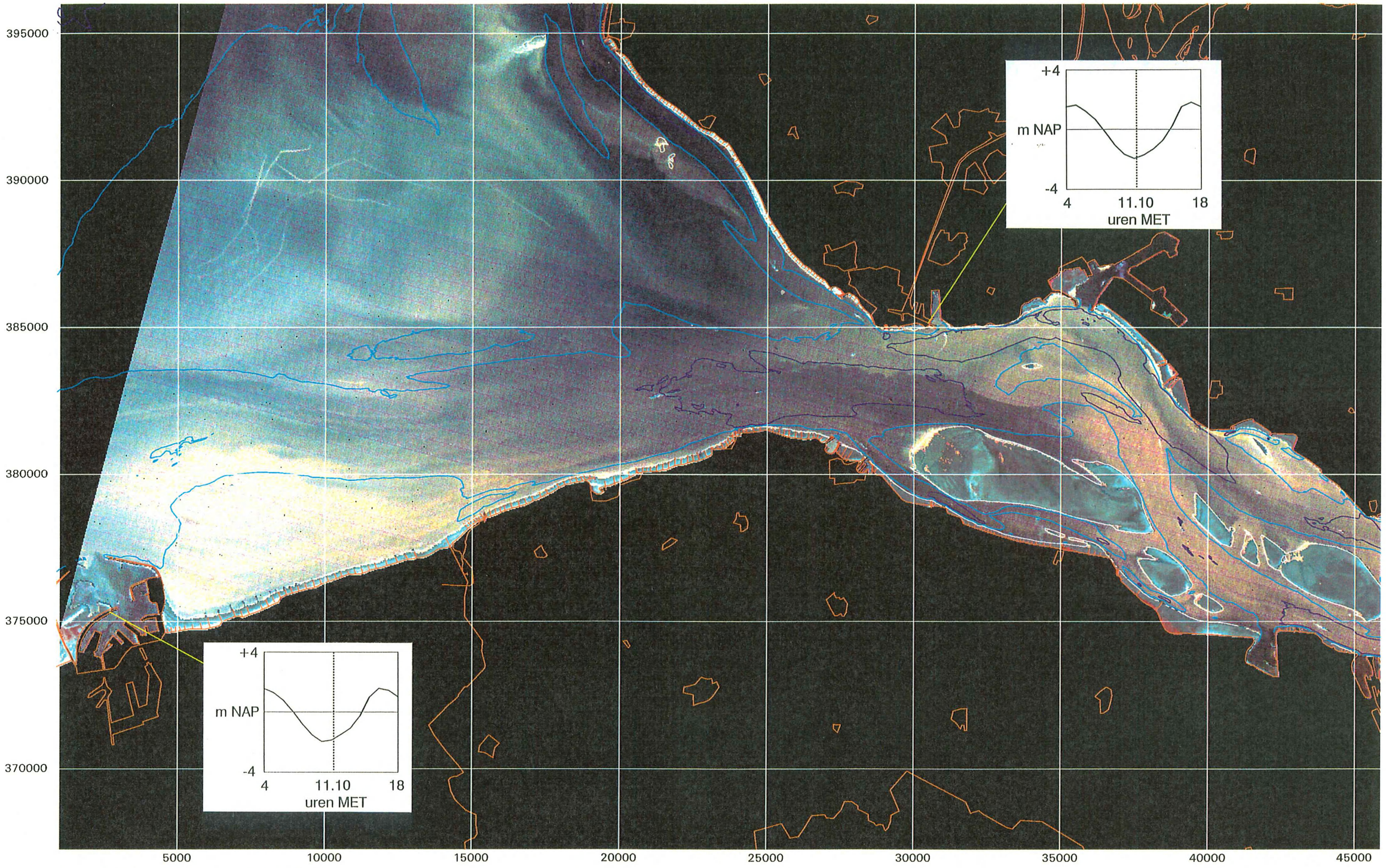
Opname datum 16 juni 1986
DOODTIJ

Schaal 1 : 125.000

Dieptelijnen 1985
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

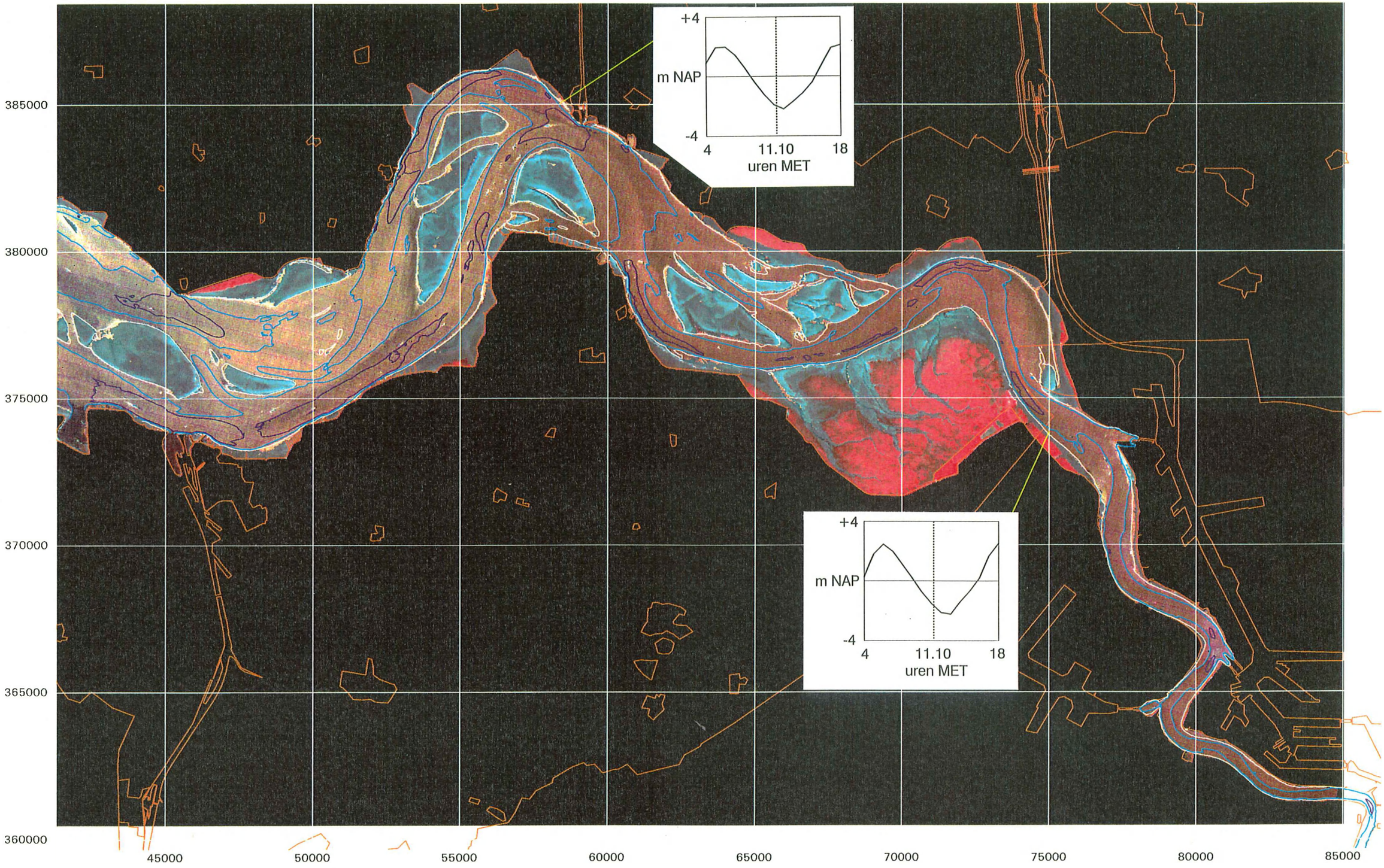
Dieptelijnen 1989 / 1990
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 5 oktober 1989.
GEMIDDELDTIJ

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

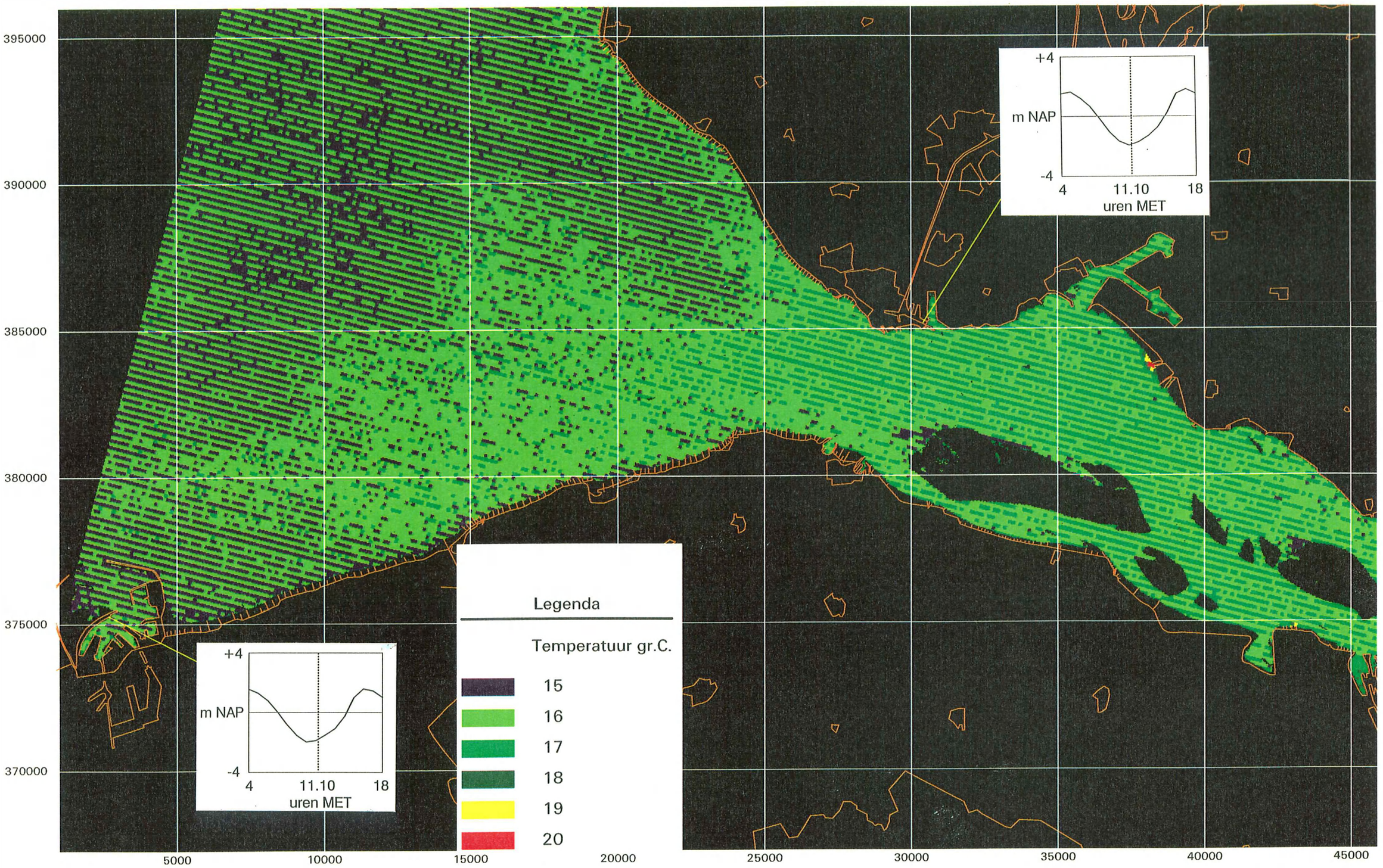
Dieptelijnen 1989 / 1990
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 5 oktober 1989.
GEMIDDELDTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



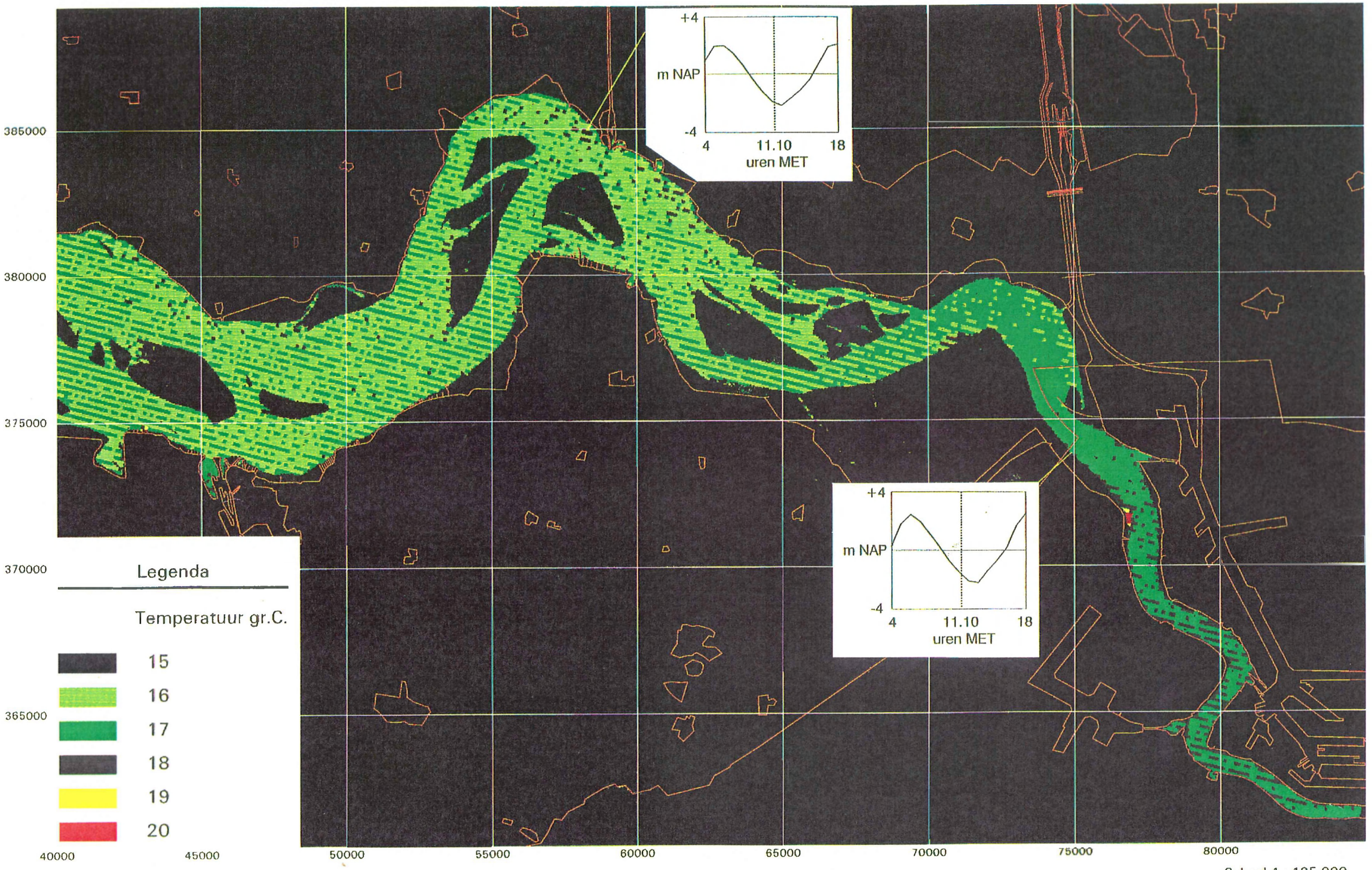
Temperatuur beeld Landsat TM.

Opname datum 5 oktober 1989.
GEMIDDELDTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



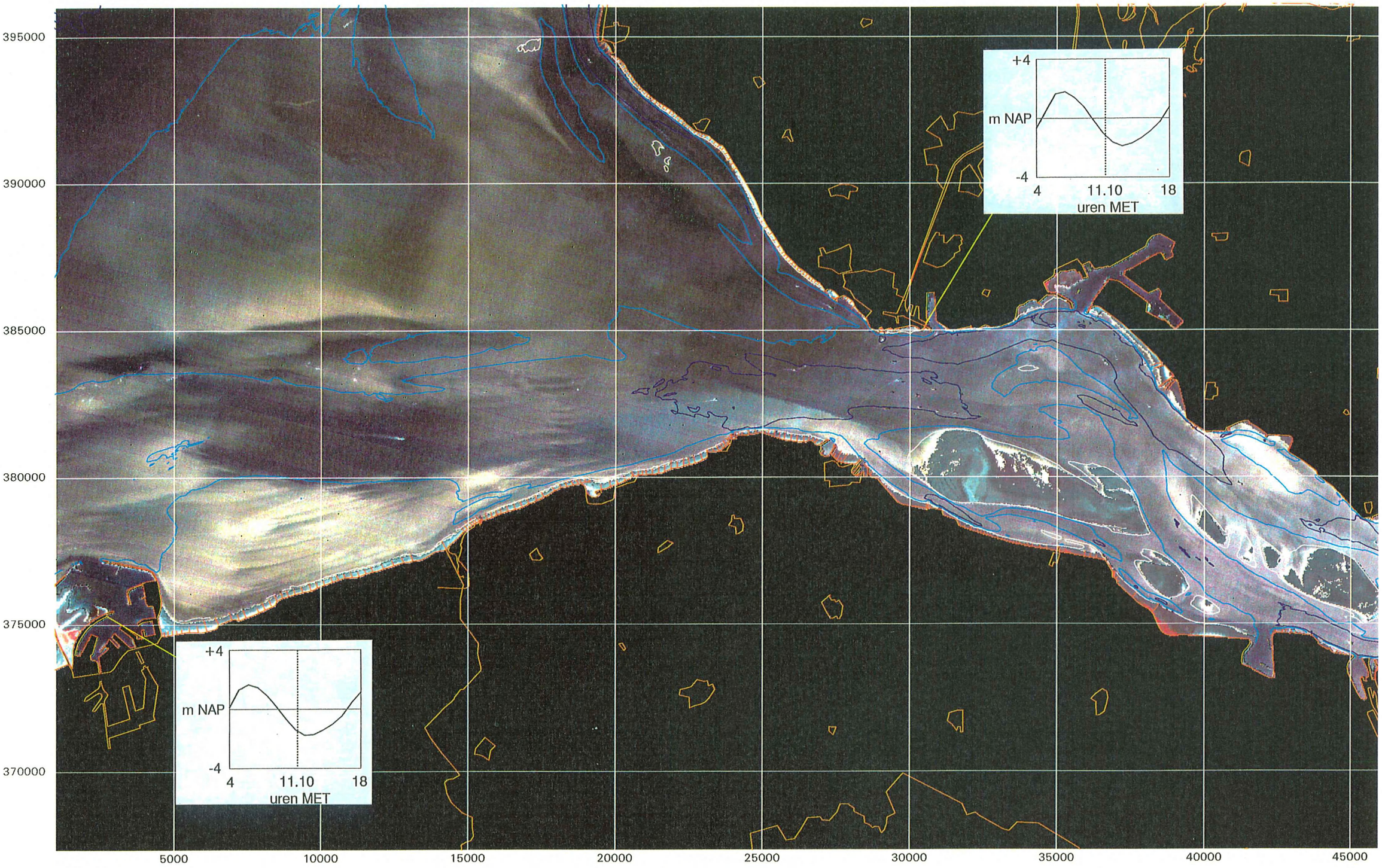
Temperatuur beeld Landsat TM.

Opname datum 5 oktober 1989.
GEMIDDELDTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

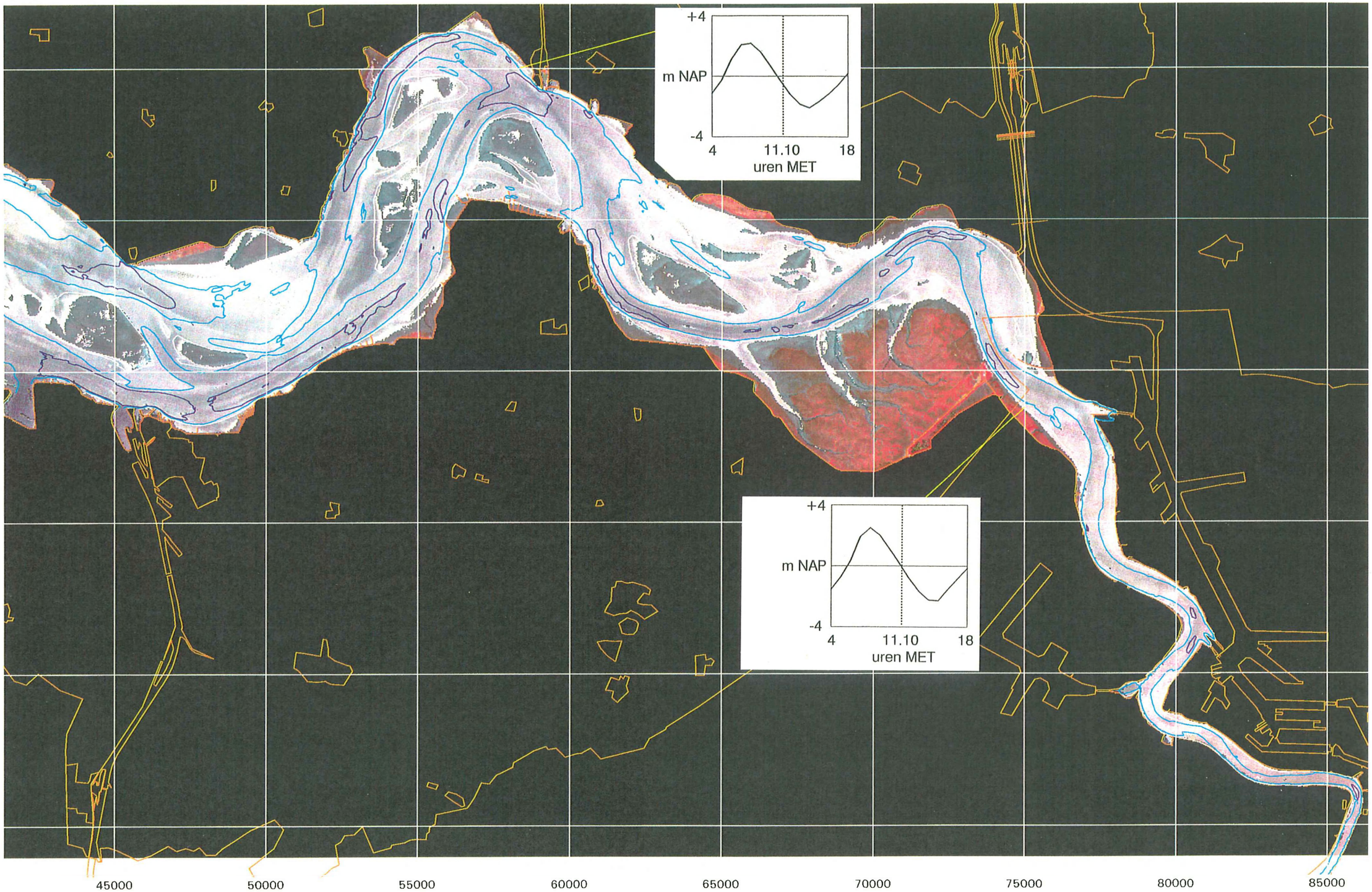
Dieptelijnen 1989 / 1990
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 1 mei 1990.
GEMIDDELDTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

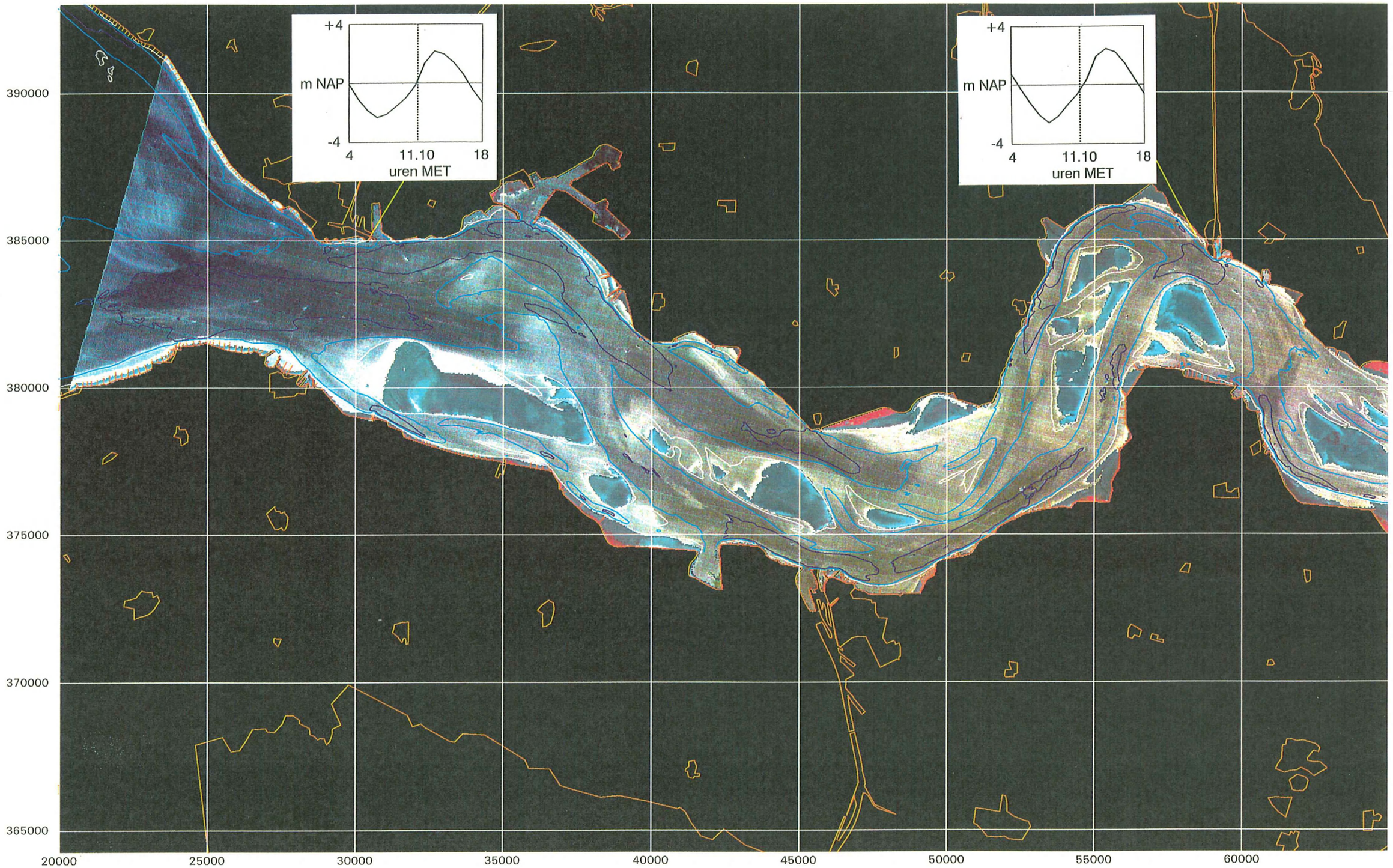
Dieptelijnen 1989 / 1990
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 1 mei 1990.
GEMIDDELDTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

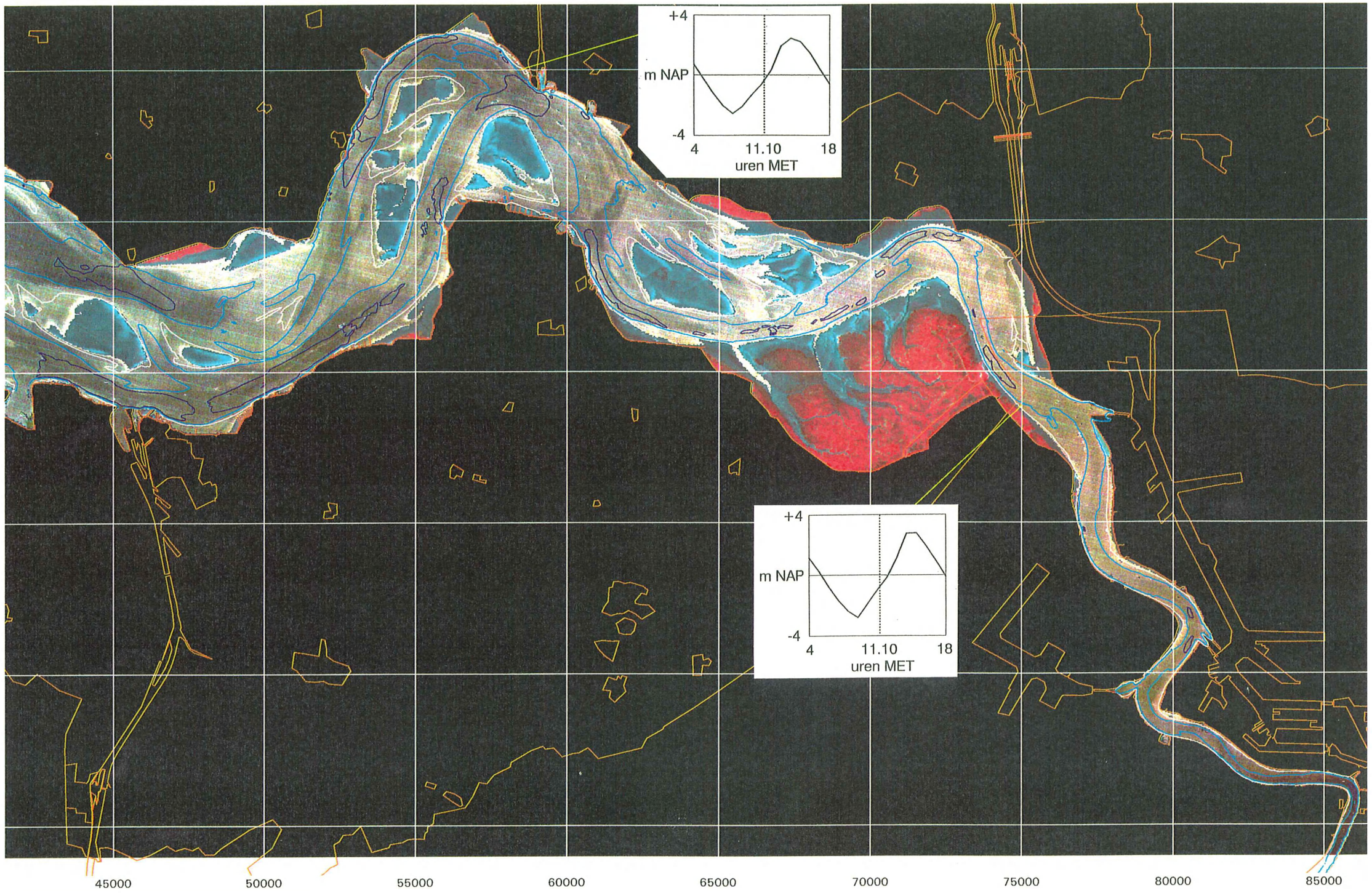
Dieptelijnen 1992
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 15 mei 1992.
SPRINGTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

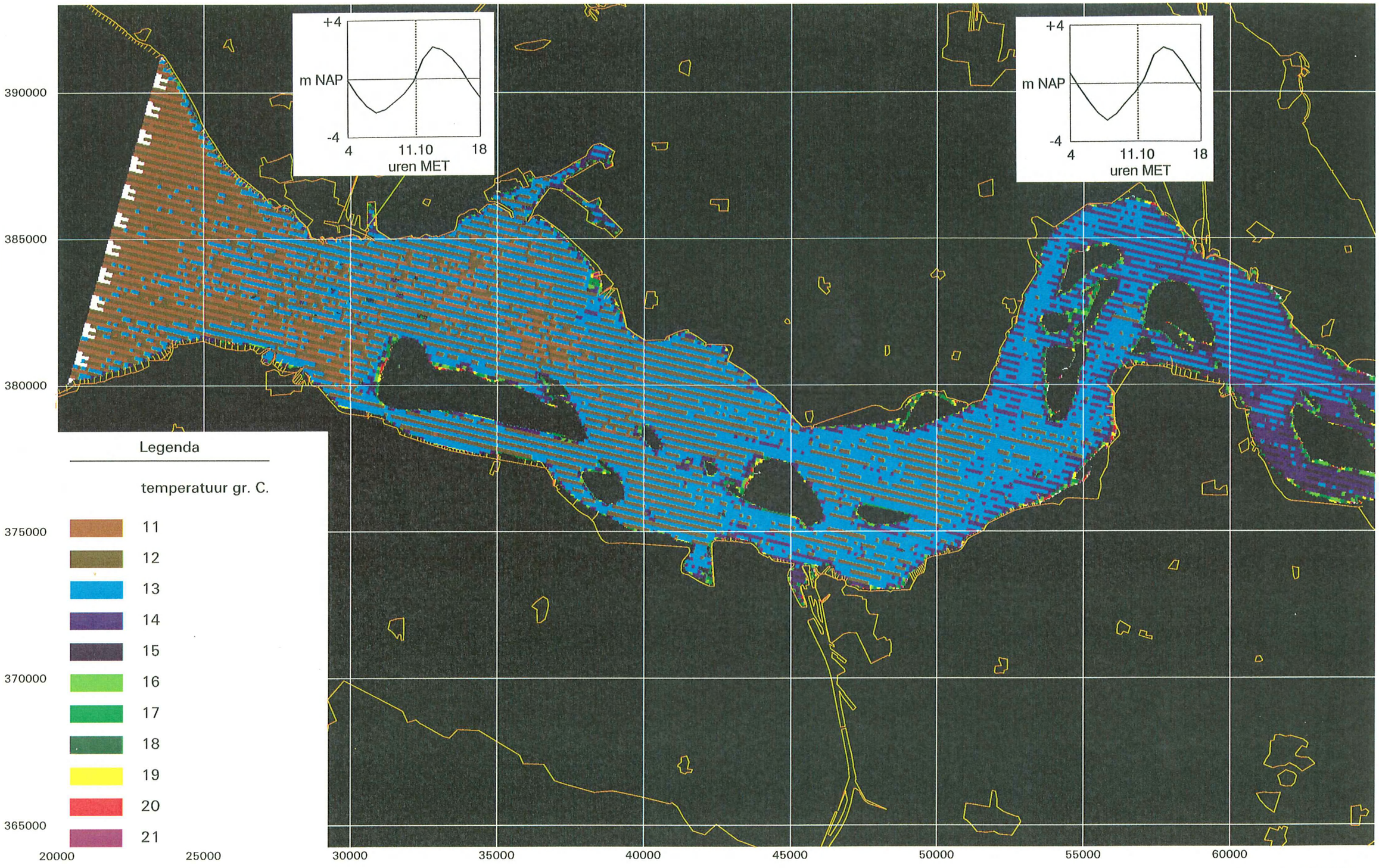
Opname datum 15 mei 1992.
SPRINGTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Dieptelijnen 1992
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



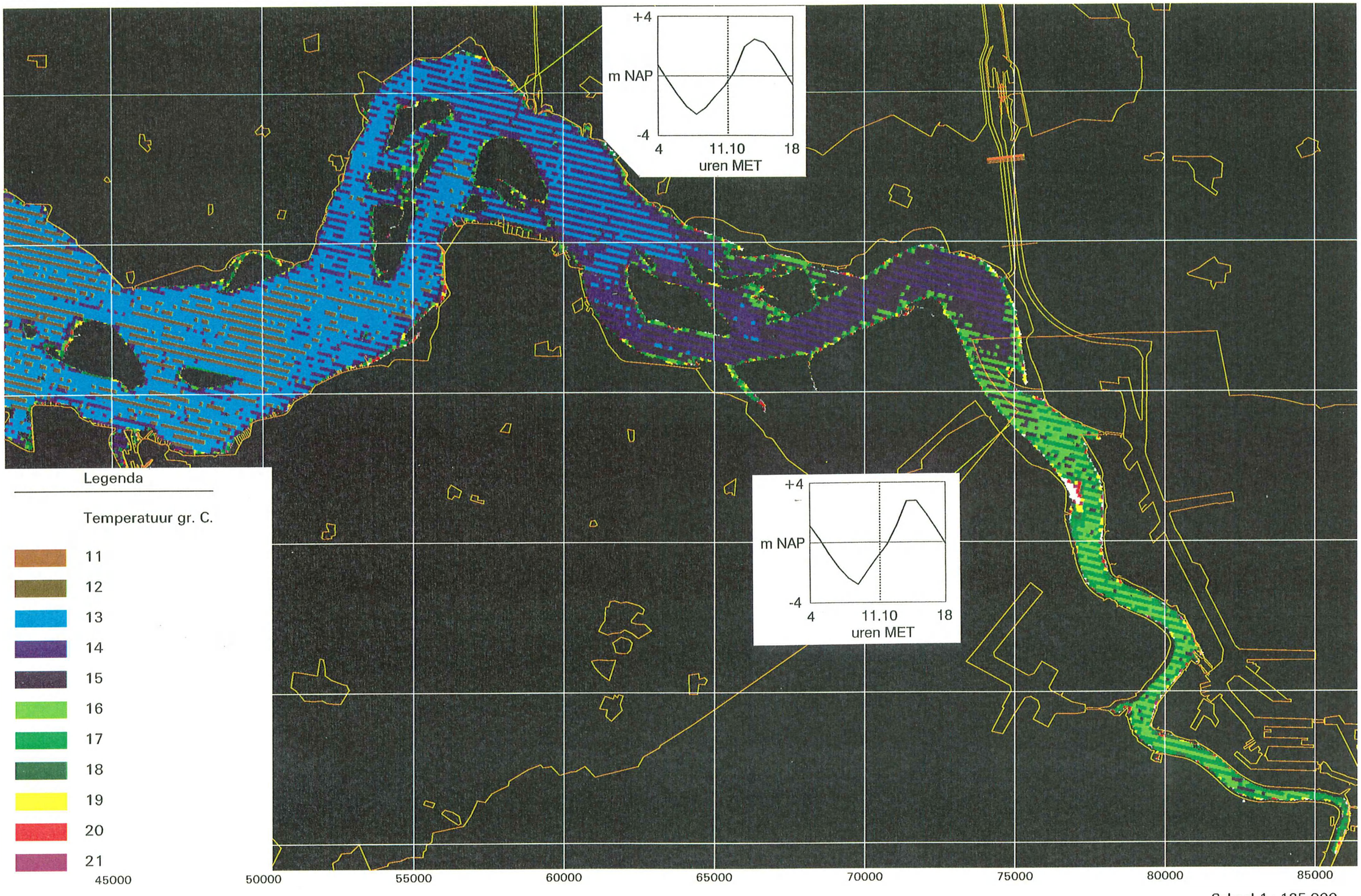
Temperatuur beeld Landsat TM.

Opname datum 15 mei 1992.
SPRINGTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust er

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



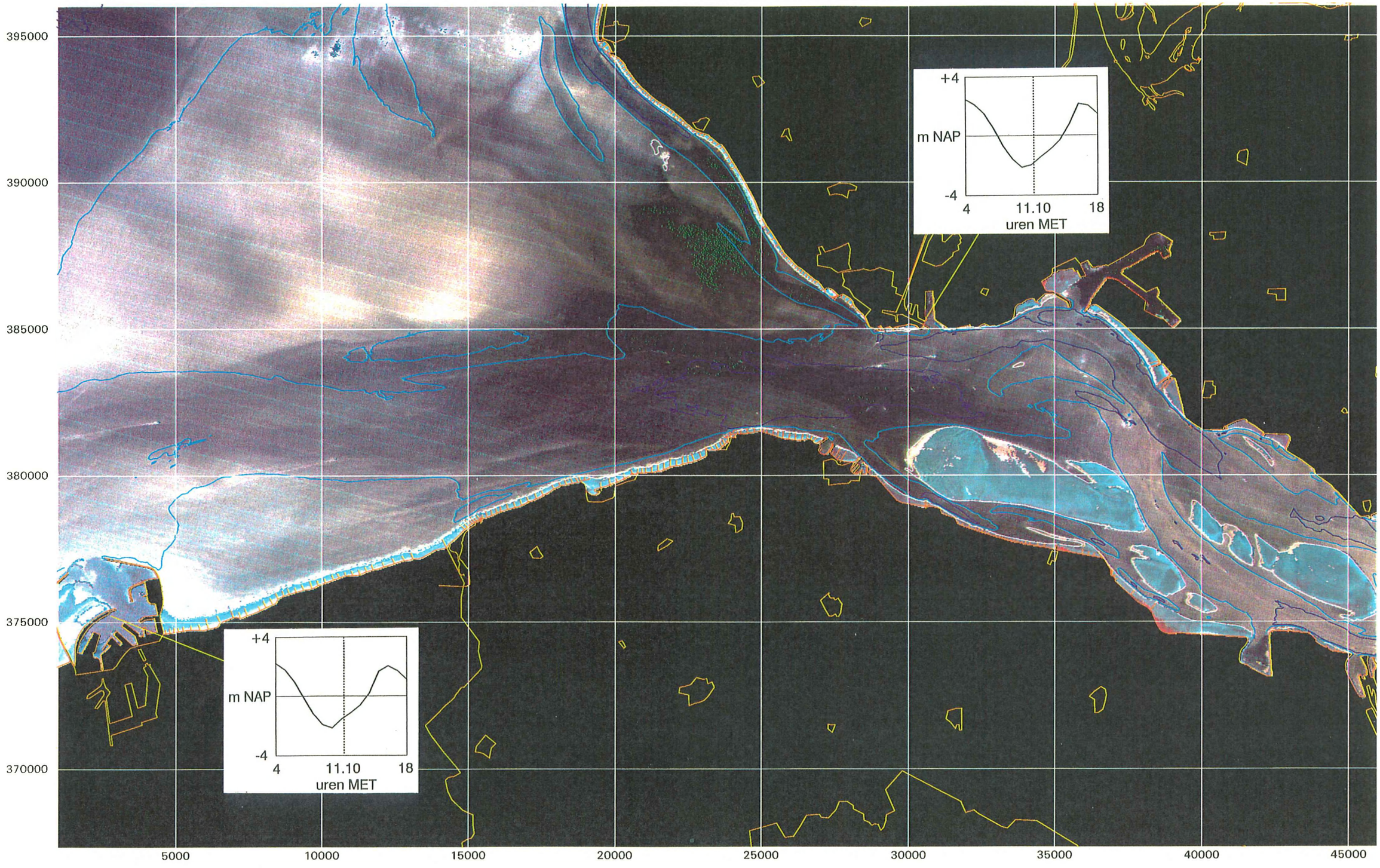
Temperatuur beeld Landsat TM.

Opname datum 15 mei 1992.
SPRINGTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee

LANDSAT TM Schelde estuarium west



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

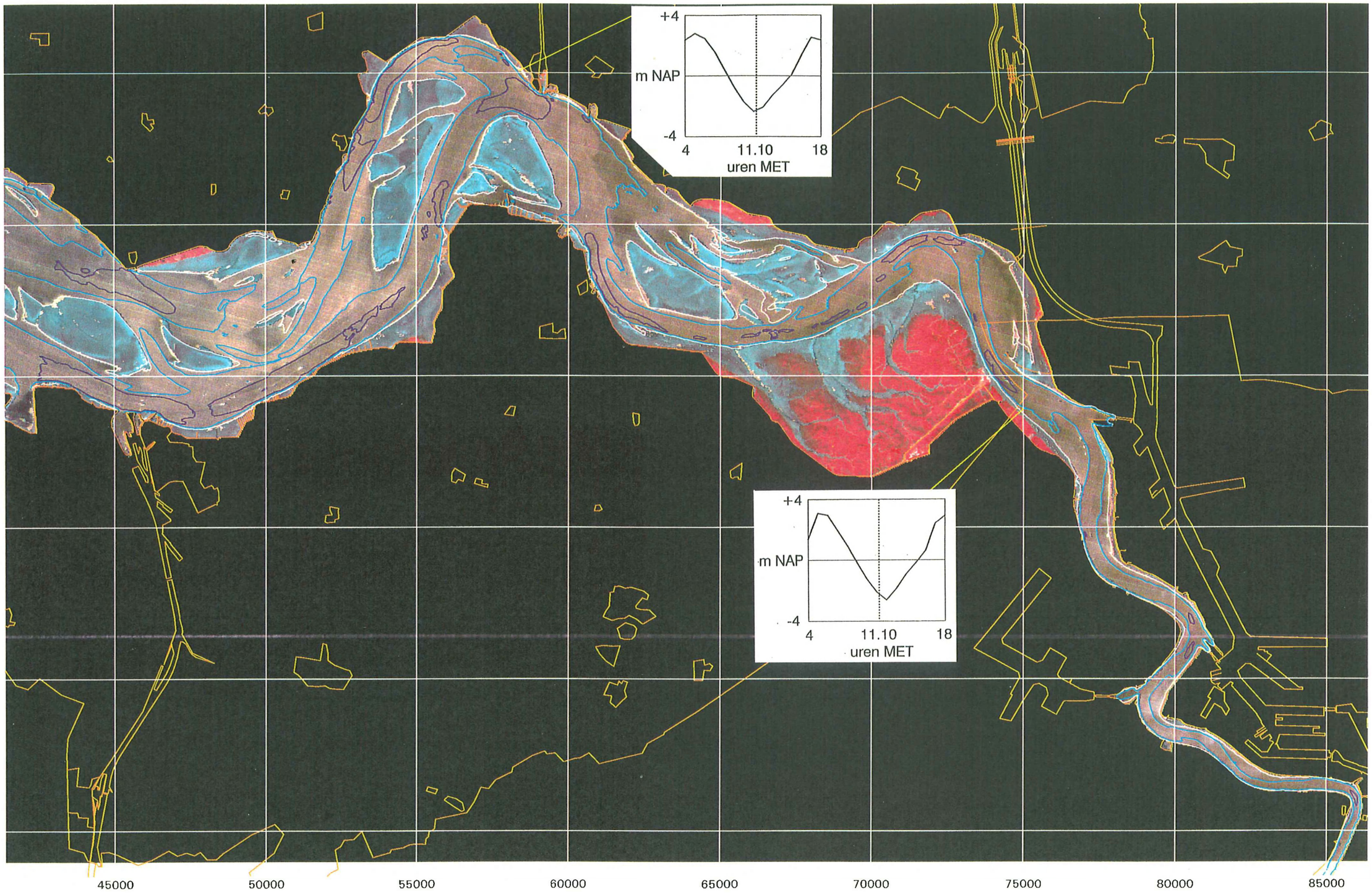
Dieptelijnen 1992
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Opname datum 9 mei 1993.
SPRINGTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust er

LANDSAT TM Schelde estuarium oost



Intergetijdegebieden in False Colour
Water in True Colour

Opname datum 9 mei 1993.
SPRINGTIJ.

Schaal 1 : 125.000

Dieptelijnen 1992
Witte lijn : NAP - 2.5 m.
Blauwe lijn : NAP - 10 m.
Donker blauwe lijn : NAP - 20 m.

Rijkswaterstaat
Meetkundige Dienst
Rijksinstituut voor Kust en Zee