

Alternatieve stortstrategie voor de Westerschelde

Voortzetting monitoringsprogramma proefstorting Walsoorden

LOT 2

Een ecologisch monitoringsprogramma met intensieve bodembemonstering en ecologische analyse van de omgeving van de stortzones

Rapport 4/6

Daphne van der Wal, Tom Ysebaert, Tjeerd Bouma, Herman Hummel, Carlo Heip, Peter Herman

Januari 2007



NIOO rapport 2007

Lot 2

Rapport 4/6

Doc:	NIOO_walsoorden2_4-6.doc
Naam:	NIOO Rapport Walsoorden2 Lot 2 Deel 4 van 6
Datum:	08.01.2007
In opdracht van:	Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek
Namens opdrachtgever:	Yves Plancke
Uitvoering door:	Daphne van der Wal
Versie: 1	Revisie:

Rapportnummer:	NIOO Walsoorden2 Lot2_4-6
Code opdrachtgever	
Status:	

Autorisatie Opgemaakt Gecontroleerd Goedgekeurd	Naam Daphne van der Wal	Paraaf	Datum
--	----------------------------	--------	-------



Het copyright van deze notitie is nadrukkelijk voorbehouden aan KNAW-NIOO. Niets uit dit rapport mag op enigerlei wijze worden vermenigvuldigd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KNAW-NIOO, noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander doel dan waarvoor het is vervaardigd. Het is de opdrachtgever toegestaan vrijelijk kopieën van deze notitie te maken.

Voortzetting monitoringsprogramma proefstorting Walsoorden. Een ecologisch monitoringsprogramma met intensieve bodembemonstering en ecologische analyse van de omgeving van de stortzones: Voortgangsrapport 4/6. *Daphne van der Wal, Tom Ysebaert, Tjeerd Bouma, Herman Hummel, Carlo Heip en Peter Herman (2007), 35 pp.* NIOO-CEME Rapport KNAW-NIOO, Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke. ISSN Nummer 1381-6519

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	3
2. Uitgevoerde veldmetingen inter- en subtidale habitat – mei 2006.....	5
3. Uitgevoerde veldmetingen inter- en subtidale habitat – jun/aug 2006.....	9
4. Uitgevoerde veldmetingen intertidale habitat – sep/okt 2006	10
5. Uitvoering vliegtuigsurvey – jun/okt 2006.....	11
6. Tijdschema uitgevoerde en geplande metingen	13
7. Data analyse – jun/aug 2006.....	14
8. Data analyse – sep/okt 2006.....	17
9. Data analyse – nov/dec 2006.....	23
10. Referenties.....	30
Appendix 1.....	31
Appendix 2.....	32
Appendix 3.....	34
Appendix 4.....	36

1. Inleiding

In vele kustwateren, estuaria en havens met intensieve scheepvaart wordt regelmatig gebaggerd om de diepte van de vaargeulen op peil te houden. Bovendien wordt ook aanlegbaggerwerk uitgevoerd wanneer wordt beslist een vaargeul te verruimen om grotere schepen toegang tot de haven te verschaffen. Zowel het baggerwerk voor aanleg als voor onderhoud vereisen dat stortplaatsen worden gevonden voor grote hoeveelheden zand of slib.

Een verdere verdieping van de Westerschelde vergt zeer grote baggerinspanningen. Tot nu toe gebeurde dat in nevengeulen, aanvankelijk zo dicht mogelijk in de buurt van de drempels die op diepte moeten worden gehouden. Het gevolg daarvan was dat de getijdestromen het zand binnen kortste keren weer brachten op de plek waar het was weggebaggerd. Vloed- en ebscharen zijn dus voor de hand liggende stortplaatsen. Maar tot hoever? De Schaar van Waarde bereikte ooit bijna een verzadiging aan storthoeveelheid, en dreigde haar schaarfunctie te verliezen. Op dat deel van de rivier zou min of meer een ééngeul-stelsel gekomen zijn, indien het storten niet was verminderd. Het proces bleek nog omkeerbaar, gezien het ondertussen opnieuw dieper worden van deze schaar. Na de tweede verdieping van de Westerschelde in 1997/1998 bepaalde Rijkswaterstaat immers dat de baggerspecie uit het oostelijke deel van de Westerschelde, waar het onderhoud van de vaargeul het meeste werk gaf, verder naar het westen moest worden gestort. Die voorwaarde werd mede gesteld om te voorkomen dat de nevengeulen zo ver met baggerzand zouden worden gevuld dat de stroming er geheel zou verdwijnen. Dat zou ten koste gaan van het kenmerkende karakter van de Westerschelde als estuarium met een vertakt geulensysteem.

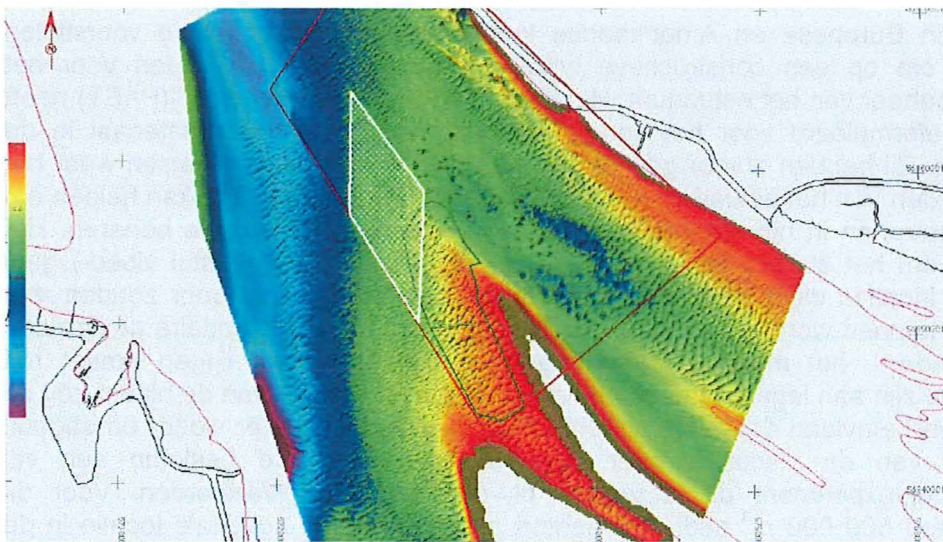
Recent hebben Europese en Amerikaanse kustbeheerders verschillende voorstellen geformuleerd om op een constructieve wijze het storten aan te wenden voor het morfologisch beheer van het estuarium. Het 'Port of Antwerp Expert Team' (PAET) heeft ook ideeën geformuleerd voor het constructief aanwenden van stortmateriaal in de Westerschelde. Zij hebben ervoor gepleit het materiaal te storten op plaatsen waar het de natuurwaarden van het estuarium kan versterken, en waar het tevens kan helpen om de stromingspatronen in het estuarium te reguleren en de morfologie te beheren. Het baisidee was om het storten te verplaatsen van de secundaire (meestal vloed-) geul naar ondiepe locaties dicht bij eroderende koppen van platen. Daardoor zouden drie doelstellingen kunnen worden verenigd: het 'verstoppen' van de secundaire geulen zou worden verhinderd, het materiaal zou langer ter plaatse blijven liggen omdat het onderhevig zou zijn aan lagere stroomsnelheden, en de morfologie van de platen zou zo kunnen worden beïnvloed dat zij de stroom effectiever verdelen over vloed- en ebgeul. In het kader van de discussie over deze beheersoptie werd besloten een vrij grootschalig veldexperiment uit te voeren bij de Plaat van Walsoorden. Voor dit experiment werd 500 000 m³ sediment gestort op een ondiepe subtidale locatie in de omgeving van de plaat. Toestemming voor deze storting is verleend in 2004, en de experimentele dumping met een precisie-diffusor werd gestart in december 2004. Het experiment was succesvol in het precies localiseren van het sediment in de bedoelde zone, waar de hoogte van het bed is verhoogd met 2 m.

De ecologische gevolgen van het storten van een dergelijk groot volume sediment zijn moeilijk te voorspellen. Daarom werd een ecologisch monitoringprogramma gestart om

in staat te zijn eventuele negatieve ecologische gevolgen van het project te detecteren. In de afwezigheid van ongewenste ecologische effecten zou deze alternatieve stortstrategie een belangrijk hulpmiddel kunnen worden bij het beheer en de bescherming van het estuarium. De resultaten van dit ecologisch monitoringprogramma zijn te vinden in Forster et al. (2006). Forster et al. (2006) concludeerden dat de stortproef geen grote morfologische veranderingen teweeg heeft gebracht, daarvoor was het gestorte volume te klein. In overeenstemming daarmee, concludeerden ze dat de stortproef de groeiomstandigheden voor macrobenthos in het ondiep sublittoraal niet heeft verbeterd. Ook heeft de stortproef de morfologie van de plaat niet beïnvloed. Er is dus ook geen nieuw ecologisch interessant intertidaal habitat gecreëerd. In vergelijking met historische gegevens (uit 1989-1990) over de plaat van Walsoorden en het omringende subtidale gebied, is gebleken dat soortenrijkdom en dichtheid van het macrobenthos in het subtidale gebied fors zijn verminderd. Op de plaat daarentegen wordt een toename van dichtheid en biomassa van het macrobenthos waargenomen.

Begin 2006 is de proef herhaald en is opnieuw 500 000 m³ sediment gestort op een ondiepe subtidale locatie in de omgeving van de plaat. De positie van de stortlocatie verschilde wel van de eerste stortproef (Figuur 1). Ook voor deze nieuwe stortproef is een intensief monitoringprogramma opgesteld. Het NIOO is verantwoordelijk voor het ecologisch luik en dit is het voortgangsrapport van het nieuwe ecologische monitoringprogramma. Dit monitoringprogramma is een voortzetting van het monitoringprogramma zoals beschreven door Forster et al. (2006).

De voortgangsrapportages voor dit project zijn dusdanig opgesteld dat steeds aangevuld wordt bij de vorige rapportage waardoor een goed beeld verkregen wordt van wanneer wat gebeurd is en van de voortgang van het project.

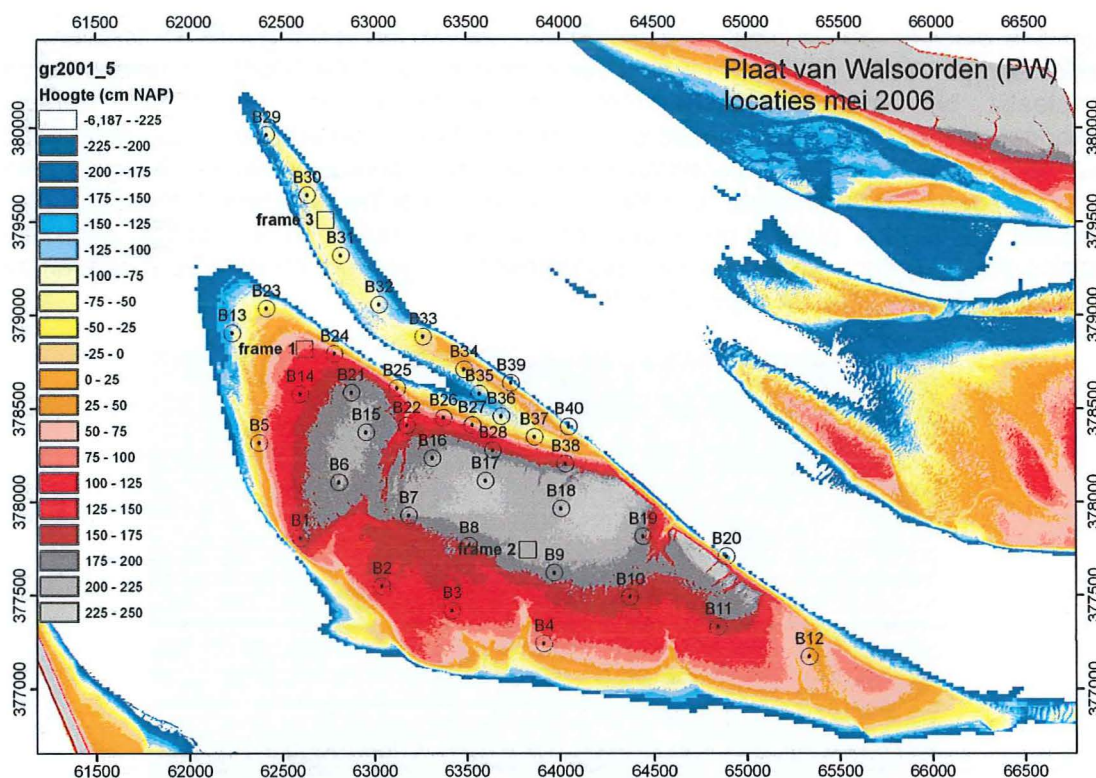


Figuur 1. Positie van de stortlocatie van de stortproef 2006.

2. Uitgevoerde veldmetingen inter- en subtidale habitat - mei 2006

Een opvallend kenmerk van het Westerschelde estuarium is de aanwezigheid van vele zandbanken en slikplaten die bij laagtij droogvallen. Deze intertidale gebieden zijn belangrijke foerageergebieden voor vele duizenden watervogels en voor grote populaties van juveniele vissen en schelpdieren. De Plaat van Walsoorden is één van de grootste intertidale gebieden van het estuarium.

In het intertidale habitat van de plaat van Walsoorden is een ruimtelijke survey uitgevoerd op 16 en 17 mei 2006. Een ruimtelijk net van 40 punten is geselecteerd op de plaat. Dit net is reeds bemonsterd in april en september 2004 en 2005 (Forster et al. 2006). De stations zijn zo gekozen dat een maximale variabiliteit in sedimentsamenstelling wordt bemonsterd. De dichtheid van de stations is het hoogst in het westelijk deel van de plaat, waar de meeste veranderingen worden verwacht (Figuur 2). Appendix 1 geeft de exacte coördinaten van de 40 bemonsteringslocaties.



Figuur 2. Bemonsteringslocaties op de Plaat van Walsoorden. Tevens zijn de 3 posities waar frames geplaatst zijn voor hydrodynamische metingen aangeduid.

Op de 40 locaties zijn monsters genomen voor macrobenthos (volgens protocollen gebruikt voor de biomonitoring van de Westerschelde), sedimentsamenstelling (granulometrie, slibgehalte), en chlorofyl-a (zie ook Forster et al., 2006). De bemonstering werd uitgevoerd door de werkgroep Ruimtelijke Ecologie en de Monitoring

Taakgroep van het NIOO. Voor het macrobenthos werden drie cores (8 cm diameter) gestoken en samengevoegd. Dit monster werd in het veld gezeefd op een zeef met maaswijdte 1 mm en in het labo gefixeerd met formaldehyde voor latere analyse. Sediment werd verzameld tot op een diepte van 5 cm gebruik makend van een afgezaagde spuit met een binnendiameter van 2 cm. Deze monsters werden in het labo gevriesdroogd voor latere korrelgrootte-analyse. Voor chlorophyll a werden drie sediment monsters gestoken van de bovenste cm met een afgezaagde spuit met binnendiameter 1 cm. Deze monsters werden direct bevroren en in het donker bewaard en in het labo gevriesdroogd en verder bewaard in een -80 °C diepvriezer tot latere analyse.

Tevens zijn in het veld op elke locatie reflectie metingen (metingen van de 'kleur' van het sedimentoppervlak) uitgevoerd met behulp van een draagbare hyperspectrale radiometer (Ramses Trios, Duitsland). Individuele spectra werden gemeten op een hoogte van 40 cm boven het sedimentoppervlak en per locaties werden er drie toevallig gekozen metingen uitgevoerd.

Sedimentatie-erosiemetingen zijn niet kunnen uitgevoerd worden tijdens de benthosbemonstering, en de geplande meting einde mei is wegens stormomstandigheden moeten afgelast worden.

Op drie plaatsen op de plaat, representatief voor de drie belangrijkste macrobenthos-assemblages (zoals gebleken uit de waarnemingen van 2004-2005) zijn tevens frames geplaatst om hydrodynamische metingen uit te voeren (Figuur 3). Verticale stroomsnelheidsprofielen zullen worden gemeten d.m.v. een autonoom veldmeetstation dat is uitgerust met vier electromagnetische stroomsnelheidsmeters, hoogfrequente druksensoren (om golfhoogte te meten) en OBS troebelheidsmeters. De apparatuur is ingezet op de drie punten gedurende drie opeenvolgende dagen (zelfde periode in spring-doodtijcyclus), en zal op elke plaats twee hoogwaters meten. De metingen zijn uitgevoerd in juni 2006 en september 2006.



Figuur 3. Frames geplaatst op de Plaat van Walsoorden voor het uitvoeren van hydrodynamische metingen. Eigenlijke metingen worden uitgevoerd in juni en september 2006.

Daarnaast is in mei 2006 een campagne uitgevoerd in de subtidale habitat.

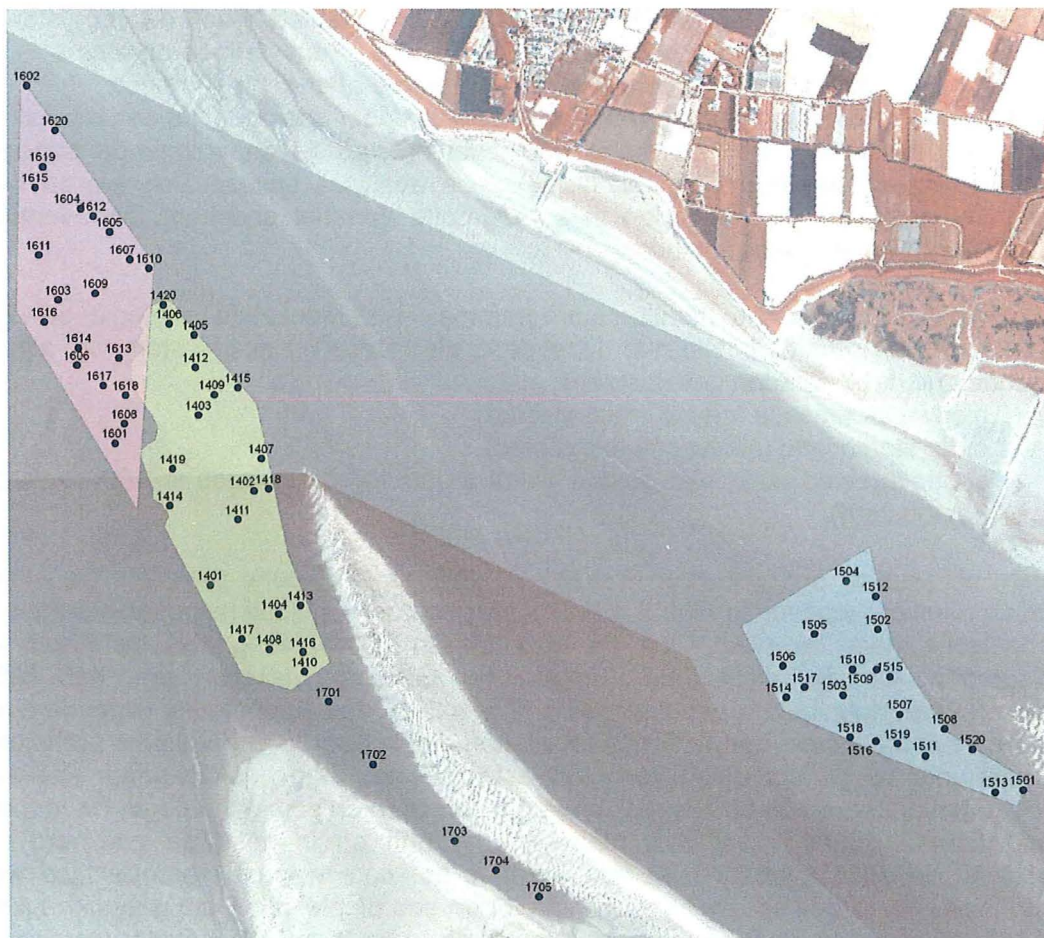
Directe ecologische effecten worden verwacht in het gebied waar de proefstorting uitgevoerd wordt. In het eerste ecologische monitoringprogramma zijn bemonsteringsstations gekozen op basis van een before-after-control-impact (BACI) ontwerp. Deze benadering wordt vaak gebruikt door ecologen om een bepaalde impact te detecteren. Voor een korte samenvatting van de onderliggende principes wordt verwezen naar Forster et al. (2006). De analyses spitsen zich toe op twee aspecten: eventuele veranderingen in korrelgrootte van het sediment, en eventuele veranderingen in het macrobenthos.

In het nieuwe ecologische monitoringprogramma wordt eenzelfde strategie gevolgd, maar aangezien de stortlocatie niet dezelfde is als tijdens de eerste stortproef zijn de volgende drie deelgebieden geselecteerd:

- nieuwe stortlocatie (nieuw impactgebied)
- oude stortlocatie (nieuw controlegebied)
- controlegebied waar niet gestort wordt (controlegebied reeds in 2004 en 2005 bemonsterd)

Binnen elk van de drie gebieden werden 20 stations willekeurig gekozen. De exacte locaties zijn weergegeven in Figuur 4. Additioneel werden vijf stations geselecteerd in de uitspoelzone naar de plaat, dus de geul tussen de landtong van de Plaat van Walsoorden en de plaat zelf (Figuur 4). Gebruik makend van het NIOO onderzoeksvaartuig 'Luctor' werd op 16 en 17 mei 2006 de bemonstering uitgevoerd met een Reineck box-corer (opp 0.77 m^2) tot op een diepte van 30 cm (volgens protocollen gebruikt voor de biomonitoring van de Westerschelde). Aan boord werden drie sub-cores (8 cm diameter) uit de Reineck box core gestoken en samengevoegd. Dit monster werd gezeefd op een zeef met maaswijdte 1 mm en in het labo gefixeerd met formaldehyde voor latere analyse. Uit dezelfde box-core waaruit macrobenthos werd bemonsterd, werd ook sediment verzameld tot op een diepte van 5 cm gebruik makend van een afgezaagde spuit met een binnendiameter van 2 cm. Dit monster werd in het laboratorium gevriesdroogd voor latere korrelgrootte-analyse. De bemonstering werd uitgevoerd door de werkgroep Ruimtelijke Ecologie en de Monitoring Taakgroep van het NIOO.

Appendix 2 geeft de exacte coördinaten van de bemonsterde stations.

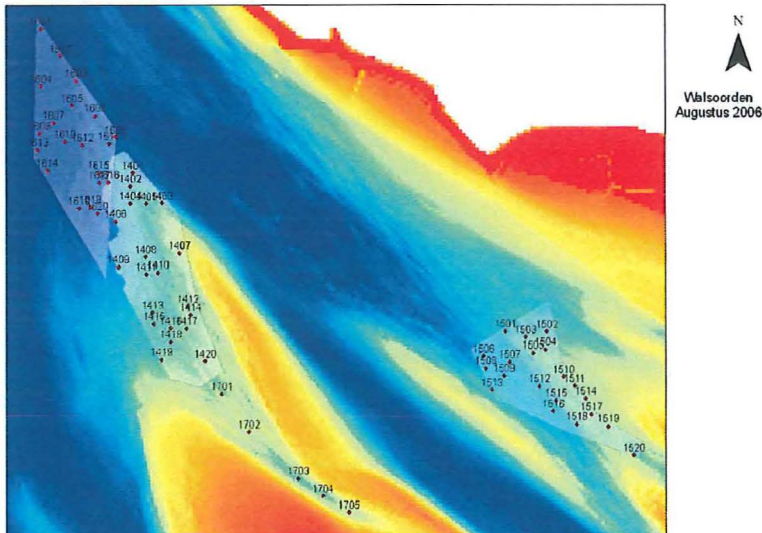


Figuur 4. Kaart met de posities van de verschillende stations die bemonsterd werden in het ondiep sublittoraal op 16 en 17 mei 2006. Drie gebieden werden bemonsterd: nieuw impactgebied (= nieuwe proefstortlocatie, paars), controlegebied 1 (= oude proefstortlocatie, geel) en controlegebied 2 (gebied waar niet gestort wordt, blauw). In elk gebied werden random 20 stations geselecteerd. Additioneel werden 5 stations bemonsterd in het geultje t.h.v. de Plaat van Walsoorden.

3. Uitgevoerde veldmetingen inter- en subtidale habitat – jun/aug 2006

In de periode 12-15 juni 2006, in de periode 4-5 juli en in de periode 28-31 augustus zijn wederom metingen op het intertidaal verricht en zijn monsters genomen, inclusief sedimentbemonstering, pigmenten en hyperspectrale metingen op de 40 vaste stations (Appendix 1, Figuur 2) en sedimentatie-erosiemetingen op de drie vaste stations (Appendix 1). Daarnaast is in de periode 28-31 augustus het macrozoobenthos en het sediment bemonsterd, zowel in het subtidaal als in het intertidaal. Op het intertidaal zijn de 40 vaste stations bemonsterd (Figuur 2, Appendix 1), in het subtidaal zijn nieuwe punten random geselecteerd in de drie vakken (Figuur 5, Appendix 3). De methoden zijn gelijk aan die beschreven zijn in het vorige hoofdstuk. De tabel in hoofdstuk 6 geeft een overzicht van de tijdstippen van de veldcampagnes.

Op drie plaatsen op de plaat, representatief voor de drie belangrijkste macrobenthos-assemblages (zoals gebleken uit de waarnemingen van 2004-2005) zijn frames geplaatst om hydrodynamische metingen uit te voeren (Figuur 3). Verticale stroomsnelheidsprofielen zijn gemeten d.m.v. een autonoom veldmeetstation dat is uitgerust met vier electromagnetische stroomsnelheidsmeters, hoogfrequente druksensoren (om golfhoogte te meten) en OBS troebelheidsmeters. De apparatuur is ingezet op de drie punten gedurende drie opeenvolgende dagen (zelfde periode in spring-doodtijcyclus), en zal op elke plaats twee hoogwaters meten. De metingen zijn uitgevoerd op 12-15 juni 2006 en 28-31 augustus 2006.



Figuur 5. Kaart met de posities van de verschillende stations die bemonsterd worden in het ondiep sublittoraal in de periode 28-31 augustus 2006. Drie gebieden werden bemonsterd: nieuw impactgebied (= nieuwe proefstortlocatie, paars), controlegebied 1 (= oude proefstortlocatie, geel) en controlegebied 2 (gebied waar niet gestort wordt, blauw). In elk gebied werden random 20 stations geselecteerd. Additioneel werden 5 stations bemonsterd in het geultje ter hoogte van de Plaat van Walsoorden.

4. Uitgevoerde veldmetingen intertidale habitat – sep/okt 2006

Op 28 en 29 september 2006 zijn 40 intertidale stations opnieuw bemonsterd, waarbij hyperspectrale metingen (met behulp van een Trios RAMSES radiometer) zijn verricht, het sediment is bemonsterd voor korrelgrootteverdeling, en een bemonstering voor chlorofyl-a en andere pigmenten is uitgevoerd.

De sedimentatie-erosie (SEB) plotjes zijn ook afgelezen op 28 september 2006. Daarnaast is de absolute hoogte van de drie sedimentatie-erosie plotjes opgemeten met behulp van een laser profiler, zodat de SEB metingen voortaan niet meer relatief ten opzichte van de bovenkant van de lat van de SEB (als afstand tot het sediment), maar ten opzichte van NAP kunnen worden uitgedrukt. Hoogte van de *bovenkant van het frame* is:

B13: -0.473 m NAP

B14: 1.799 m NAP

B18: 2.504 m NAP

In een volgende meetcampagne zullen de absolute coördinaten van de plotjes worden ingemeten met behulp van een DGPS, en zullen de hoogten worden gevalideerd.

5. Uitvoering vliegtuigsurvey – jun/okt 2006

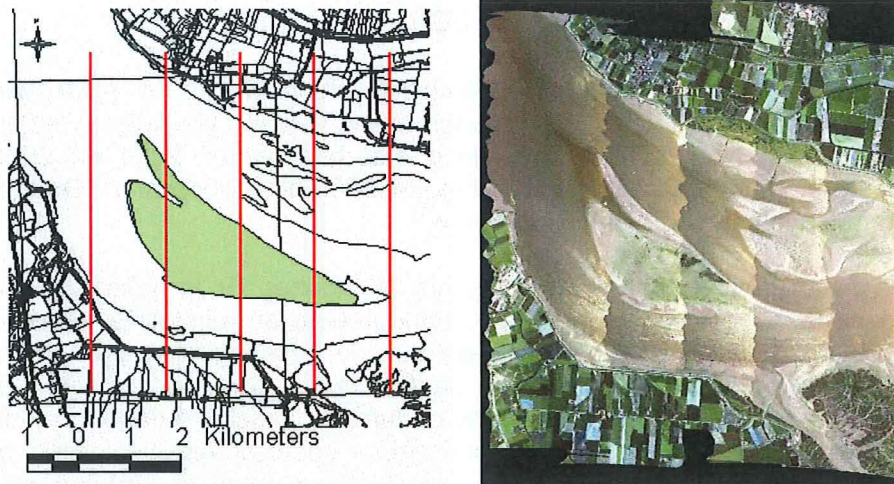
Veranderingen in sedimentsamenstelling en bentisch chlorofyl op de plaat van Walsoorden zullen ook in kaart worden gebracht door middel van een vliegtuigsurvey. In verband met seizoensfluctuatie, en om vergelijking met beelden uit 2004 en 2005 mogelijk te maken, was het noodzakelijk de vlucht in juni 2006 uit te voeren. VITO heeft de airborne hyperspectrale campagne laten uitvoeren.

De CASI III sensor van de UK Environment Agency is ingezet. Er is gekozen voor dezelfde 18 banden in het VNIR golflengtebereik, bandbreedte en ruimtelijke resolutie (4m) als in 2005. In Appendix 4 is een specificatie van de bandsettings opgenomen. Door dezelfde bandsettings te kiezen, zullen de beelden beter vergelijkbaar zijn. Het vliegtuig van de Environment Agency was standby gedurende geschikte dagen in juni. Na onsuccesvolle missies in de eerste twee vensters (door onder andere bewolking, of doordat geen toestemming werd verkregen van Air Traffic Control in verband met conflicterende vluchten) in juni, is een succesvolle missie volbracht in het derde venster, op 30 juni 2006, 10:10-11:50 UTC. De hyperspectrale beelden zijn genomen in een noord-zuid richting (Figuur 1a) bij laag water, en bij hoge zonnestand. Tijdens overkomst waren windsnelheden laag (2Bft, NNE), het zicht was ca 13.9 km, de luchtdruk was 1024.7 hPa en de relatieve luchtvochtigheid was 62%.

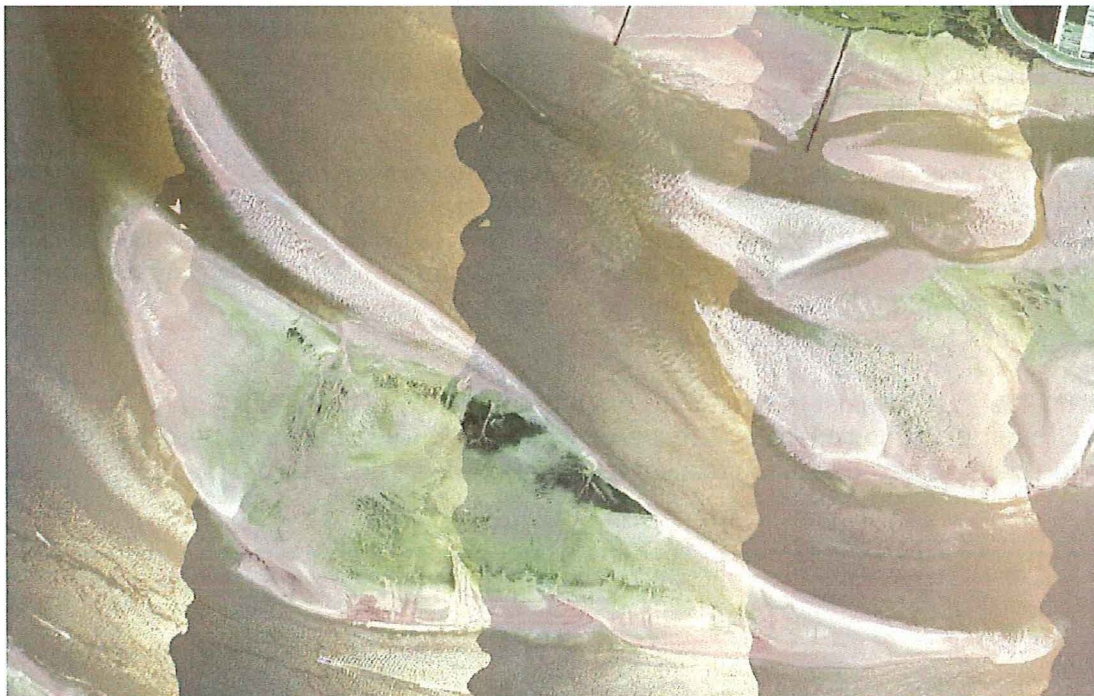
Tijdens overkomst van het vliegtuig op 30 juni 2006 zijn door VITO metingen gedaan om een atmosferische correctie van het beeld mogelijk te maken, onder andere met een Sunphotometer voor het bepalen van het ozon gehalte in de atmosfeer.

Op 4 en 5 juli is door NIOO een ground-truthing campagne op de Plaat van Walsoorden uitgevoerd, nodig voor de calibratie en validatie van de classificatie van de beelden. Hierbij zijn metingen verricht en monsters genomen op de 40 vaste intertidale stations, inclusief hyperspectrale metingen met de TRIOS Ramses radiometer en monsternamen voor de korrelgrootte-verdeling van het sediment, chlorophyll-a en andere pigmenten en vochtgehalte (zie vorige hoofdstuk).

De beelden zijn inmiddels geometrisch gecorrigeerd en gemosaiekt (Figuur 6b en 7). VITO heeft de atmosferische correctie van de beelden verricht, en is in oktober 2006 met de classificaties begonnen (zie verder hoofdstuk Data analyse).



Figuur 6a. Geplande vluchtlijnen over de Plaat van Walsoorden (links) en b. quicklook van het CASI III beeld van 30 juni 2006 (rechts).



Figuur 7. Quicklook van het CASI-III beeld, detail Walsoorden. Het beeld is geometrisch gecorrigeerd, maar nog niet atmosferisch gecorrigeerd.

6. Tijdschema en geplande projectactiviteiten

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gedane en geplande activiteiten binnen het project.

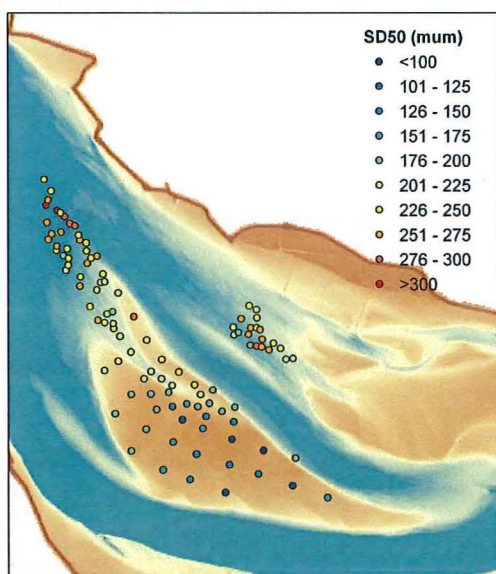
Tabel 1: Overzicht van beoogde en gerealiseerde werkzaamheden

Week Datum maandag	Project taken						Vliegtuig survey
	Benthos	Hydrodynamica	Sed. Eros. Bar	RAMSES	Chlorofyl	Sediment	
3-Apr-06							
10-Apr-06							
17-Apr-06							
24-Apr-06							
1-May-06							
8-May-06							
15-May-06	GEDAAN			GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	
22-May-06							
29-May-06			MISLUKT; TEVEEL WIND				
5-Jun-06							
12-Jun-06		GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	
19-Jun-06							
26-Jun-06							
3-Jul-06			GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN
10-Jul-06							
17-Jul-06							
24-Jul-06							
31-Jul-06							
7-Aug-06							
14-Aug-06							
21-Aug-06							
28-Aug-06	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	
4-Sep-06							
11-Sep-06							
18-Sep-06							
25-Sep-06			GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	GEDAAN	
2-Oct-06							
9-Oct-06							
16-Oct-06							
23-Oct-06							
30-Oct-06							
6-Nov-06							
13-Nov-06							
20-Nov-06							
27-Nov-06							
4-Dec-06							
11-Dec-06							
18-Dec-06							
25-Dec-06							
1-Jan-07							
8-Jan-07			GEPLAND	GEPLAND	GEPLAND	GEPLAND	

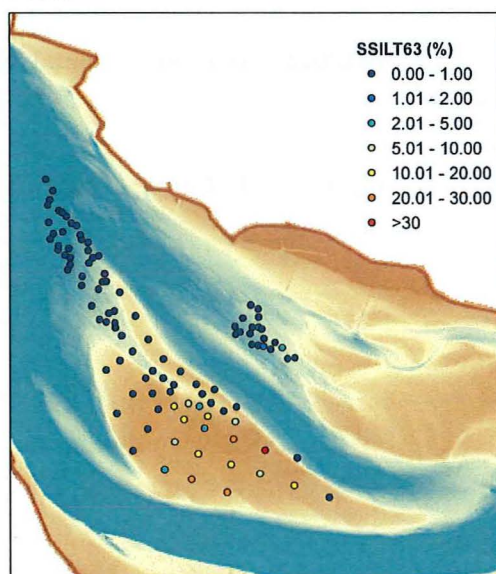
7. Data analyse - jun/aug 2006

Sediment monsters, chlorofyl monsters en benthos monsters worden momenteel geanalyseerd, en zijn over het algemeen nog niet beschikbaar voor data verwerking.

De sedimentmonsters van 16 en 17 mei 2006 zijn al wel geanalyseerd met behulp van een Malvern laser particle sizer. De eerste resultaten zijn hieronder weergegeven. Figuur 8 geeft de mediane korrelgrootte van het sediment, en Figuur 9 geeft het slibgehalte van het sediment op de gemonsterde subtidale en intertidale stations.

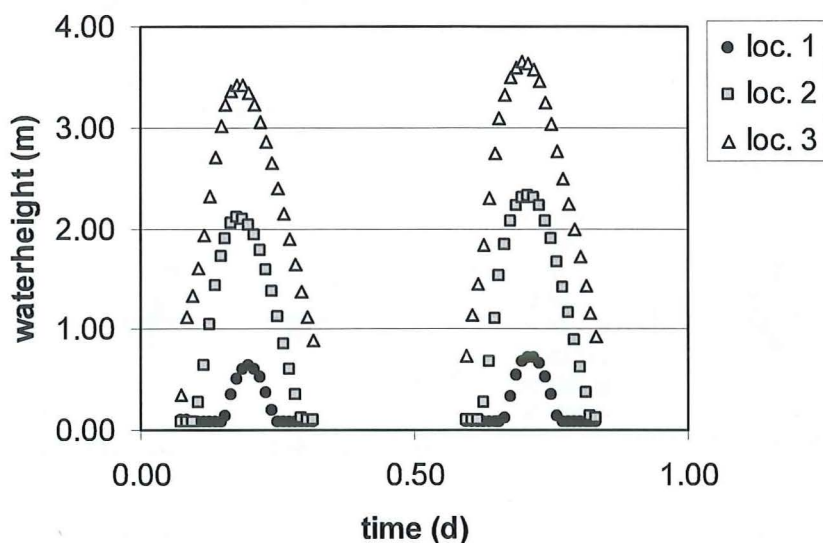


Figuur 8. Mediane korrelgrootte (in μm), monsters van het intertidaal en subtidaal, 16 en 17 mei 2006.



Figuur 9. Slibgehalte (percentage kleiner dan $63 \mu\text{m}$) van het intertidaal en subtidaal, monsters 16 en 17 mei 2006.

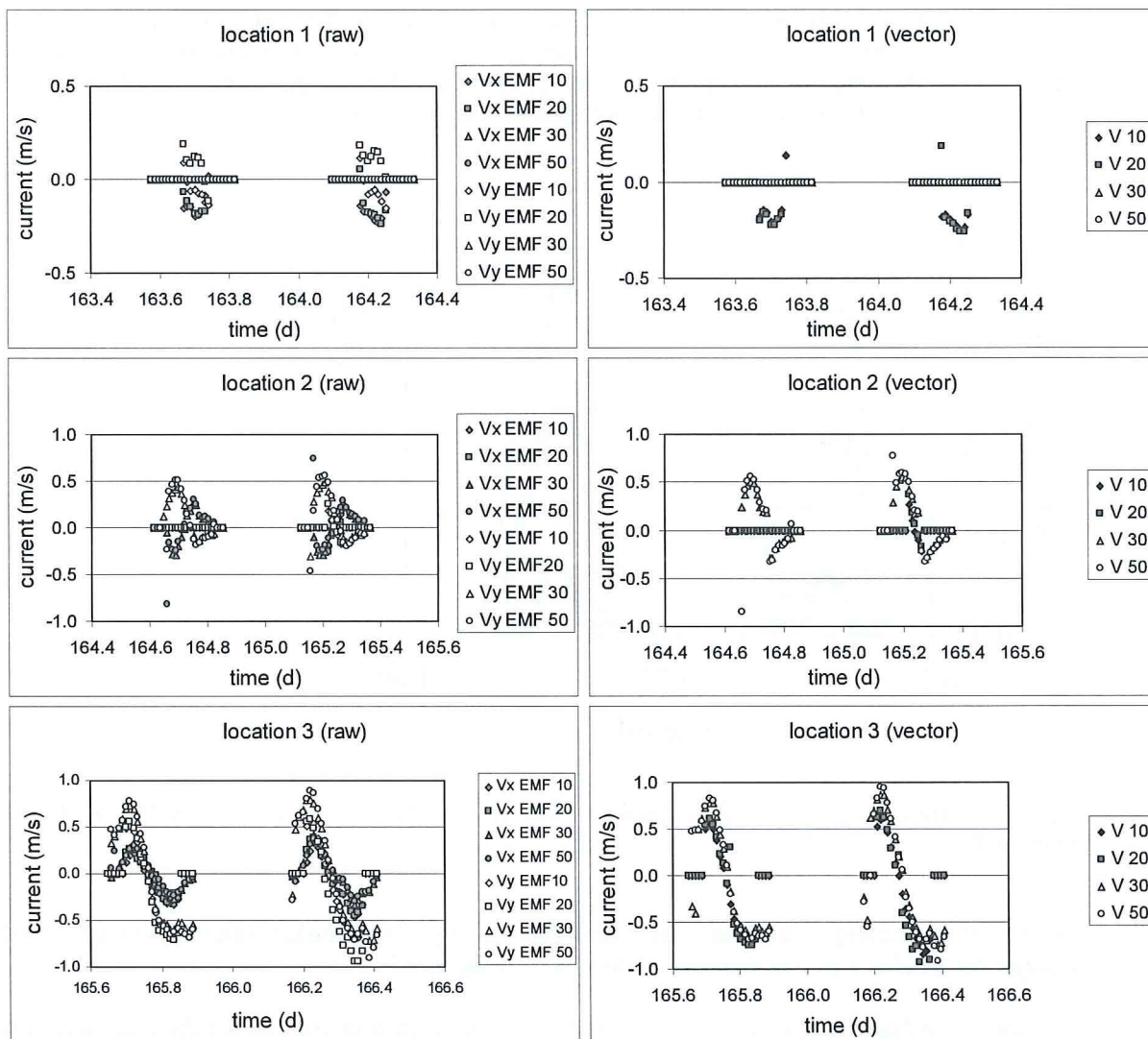
De resultaten van een eerste vlugge analyse van de hydrodynamische metingen uit juni worden hieronder getoond. Locatie 1, midden op de plaat is het hoogst gelegen, en heeft dus de kortste en laagste inundatie. Locatie 3 is het laagst gelegen, en heeft de langste overstromingsduur en de hoogste water kolom (Figuur 10).



Figuur 10. Getij curven voor de 3 locaties waar in juni 2006 hydrodynamische metingen zijn uitgevoerd.

In lijn met de metingen aan de overstromingsduur, zijn de gemeten stroomsnelheden het hoogst op locatie 3 en het laagste op locatie 1 (Figuur 11).

De getoonde figuren betreffen slechts een eerste vlugge analyse, en de data dienen dan ook nader uitgewerkt te worden.

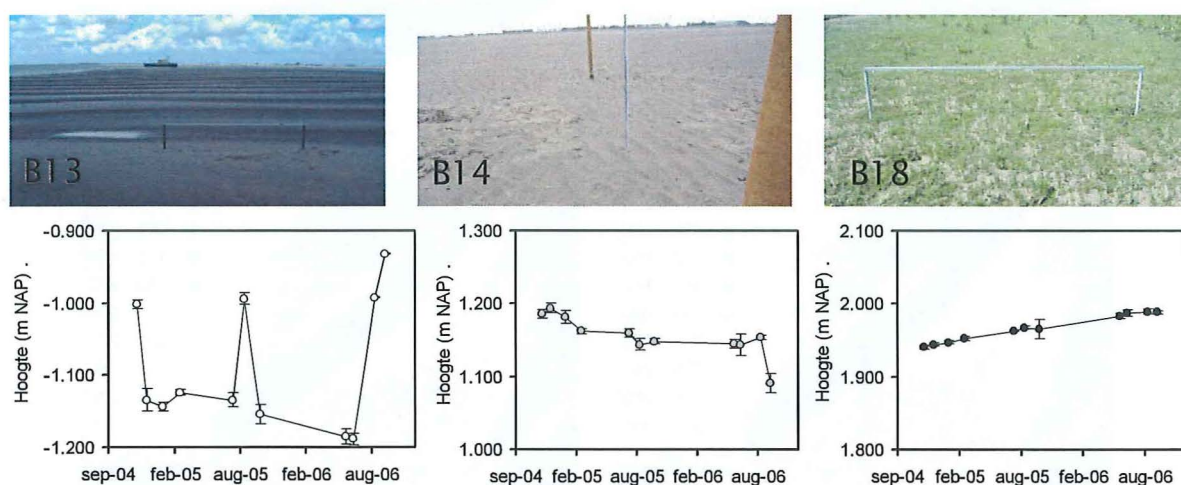


Figuur 11. Stroomsnelheden zoals gemeten in de X en Y richting en de daaruit berekende vector voor de 3 locaties waar in juni 2006 hydrodynamische metingen zijn uitgevoerd.

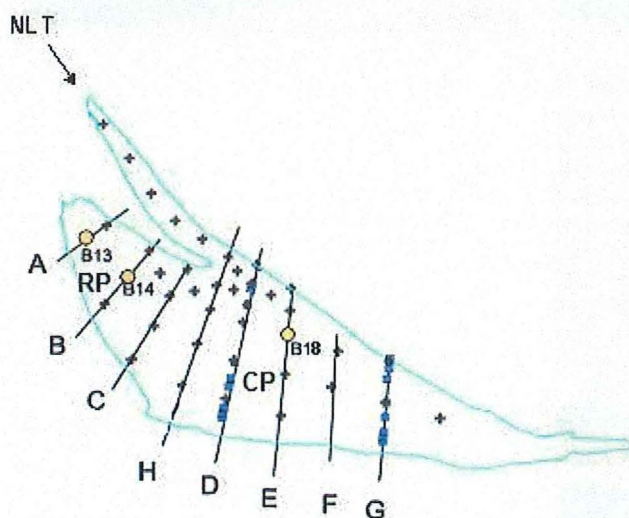
8. Data analyse - sep/okt 2006

Sedimentatie-erosie metingen

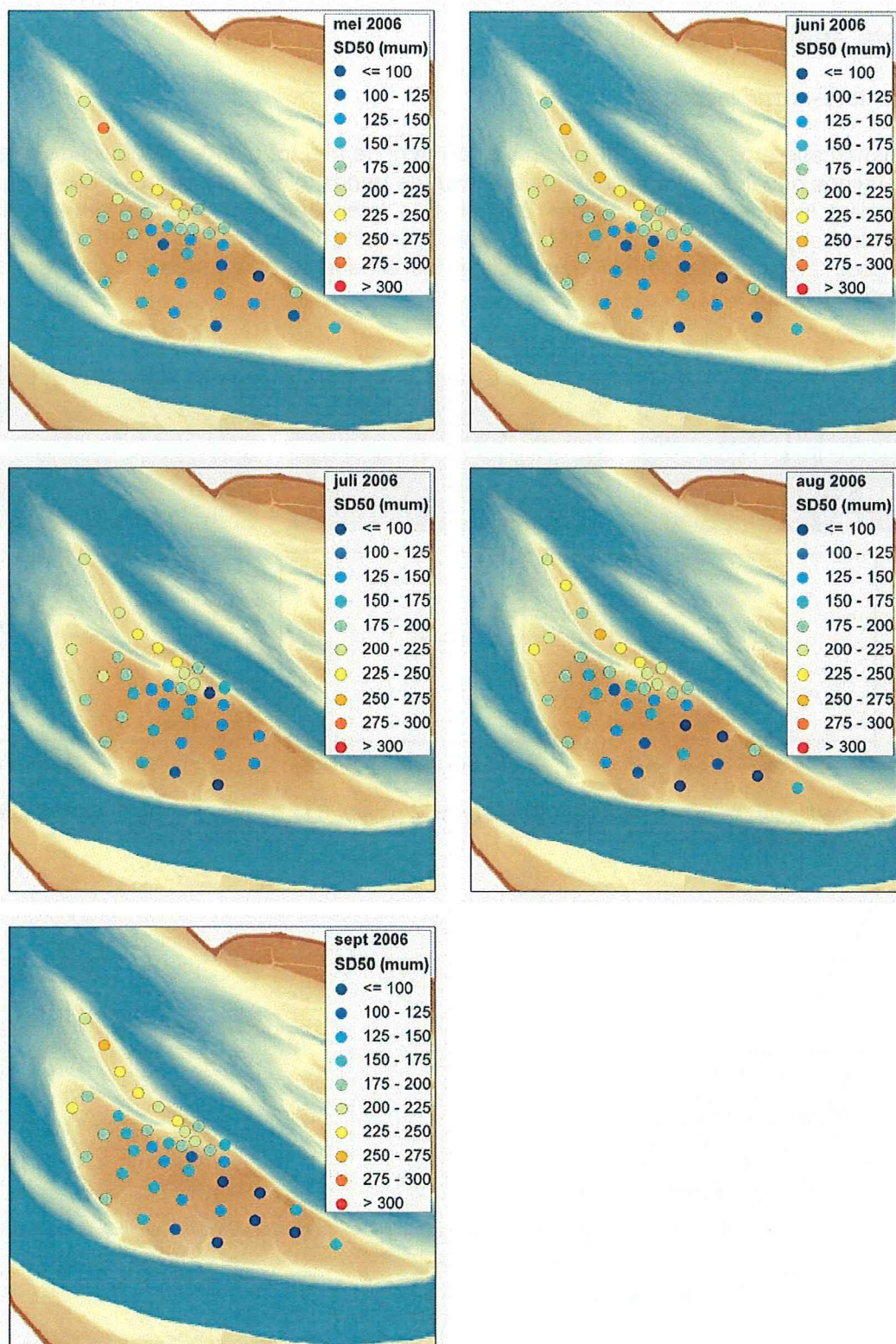
De sedimentatie-erosie (SEB) metingen van de periode mei tot oktober 2006 op de drie vaste stations geven een voortzetting te zien van de trends in de twee voorgaande jaren: ontwikkeling in de westelijke stations B13 en B14 laten een licht dalende trend zien, waarbij de hoogte op station B13 tijdelijk sterk toeneemt tijdens het passeren van een megaribbel, terwijl op station B18 een gestage toename in de hoogte (ca 2.5 cm/jaar) is vastgesteld (Figuur 12).



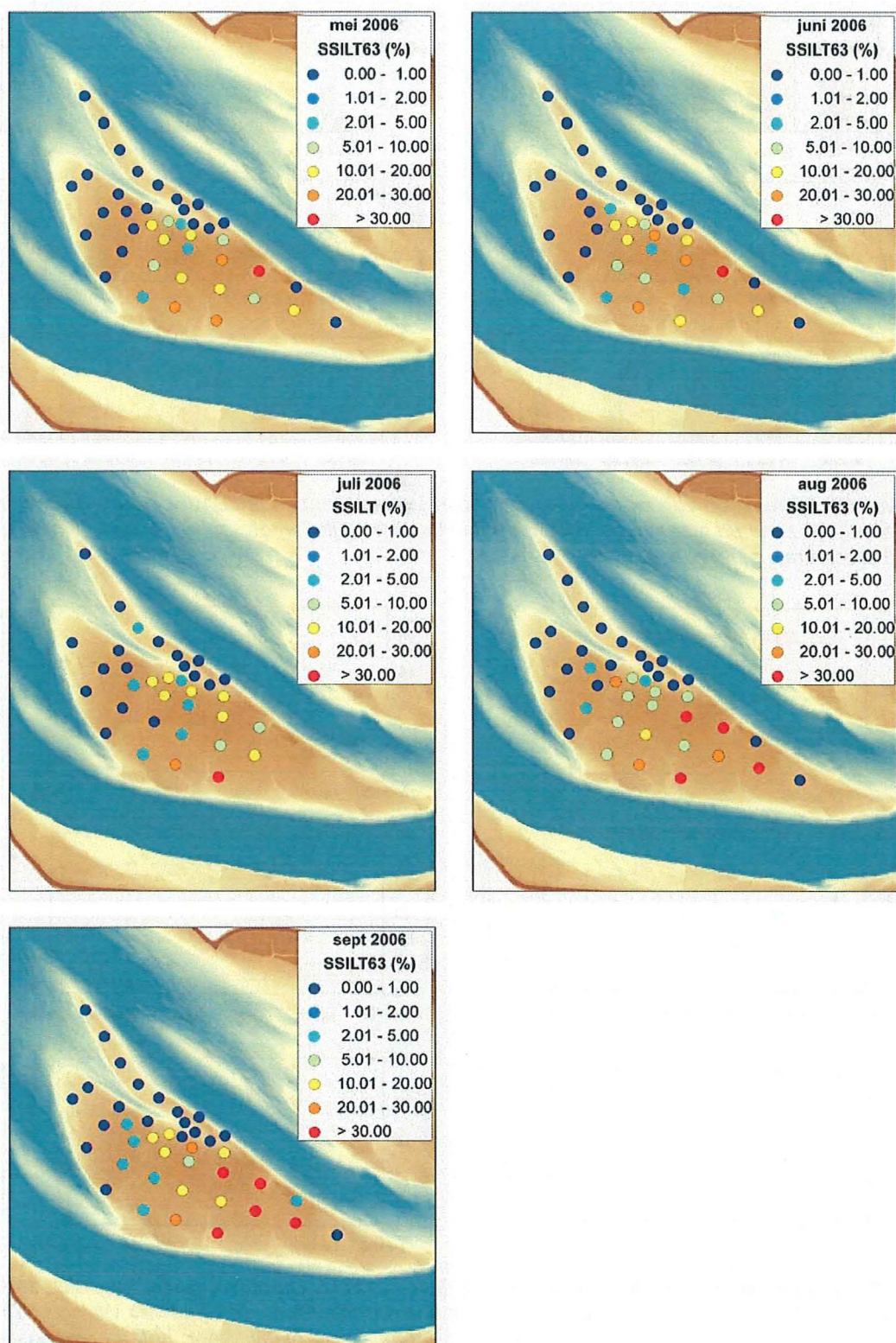
Figuur 12. Sedimentatie-erosiemetingen op station B13 (links), B14 (midden) en B18 (rechts) (zie Figuur 13 voor lokaties).



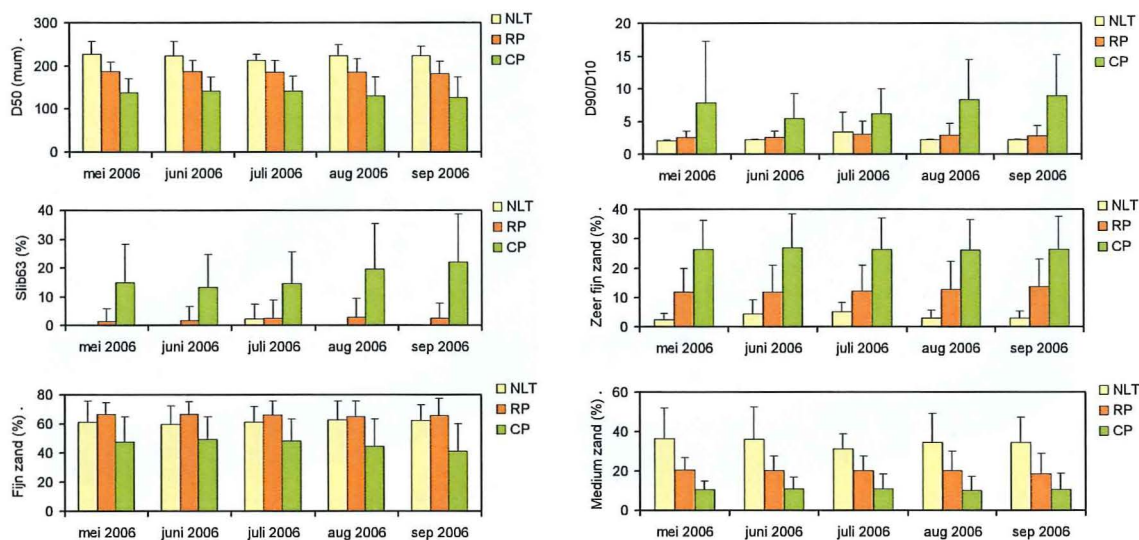
Figuur 13. Lokatie van de SEB stations B13, B14 en B18, transecten A-H en habitats NLT, RP en CP op de Plaat van Walsoorden. De plustekens geven de ligging van de 40 intertidale stations weer.



Figuur 14. Mediane korrelgrootte (in μm) uit sedimentmonsters genomen in het intertidaal in mei, juni, juli, augustus en september 2006.



Figuur 15. Slibgehalte (percentage kleiner dan 63 μm) uit sedimentmonsters genomen in het intertidaal in mei, juni, juli, augustus en september 2006.



Figuur 16. Tijdreeksen van mediane korrelgrootte D50, sortering D90/D10, percentage slib, zeer fijn zand, fijn zand en medium zand op de habitats Noordelijke landtong (NLT), rand van de plaat (RP) en centrale plaat (CP).

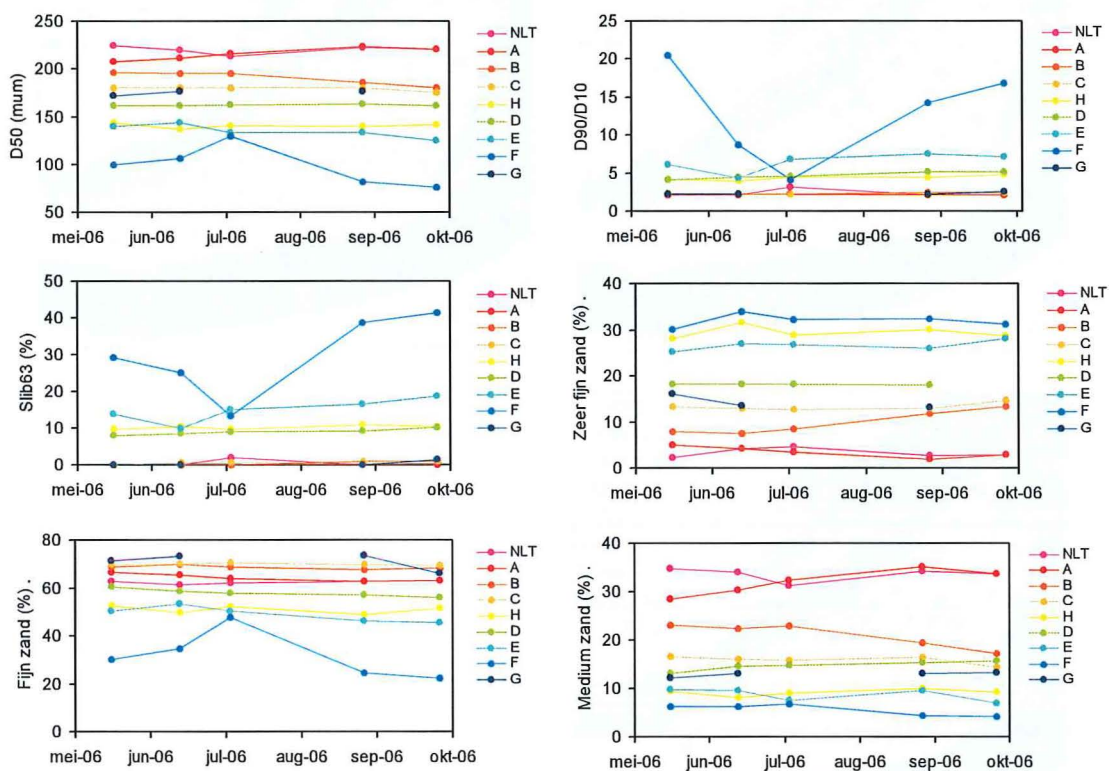


Fig. 17. Tijdreeksen van mediane korrelgrootte D50, sortering D90/D10, percentage slib, zeer fijn zand, fijn zand en medium zand op de verschillende transecten op de Plaat van Walsoorden. De kleurcodering gaat van roze (Noordelijke landtong), naar blauw voor het meest oostelijke transect. Zie Figuur 13 voor de positie van de transecten.

Korrelgrootte van het sediment

De sedimentmonsters genomen in het intertidaal in mei, juni, juli, augustus en september 2006 zijn in het laboratorium geanalyseerd met behulp van een Malvern particle sizer, waarmee de korrelgrootte-verdeling (inclusief mediane korrelgrootte D50 en percentage materiaal kleiner dan $63 \mu\text{m}$ Slib63) is bepaald. Figuur 14 en 15 tonen de ruimtelijke verdeling van het slibgehalte en de mediane korrelgrootte in de tijd.

In een eerste, voorlopige uitwerking zijn de korrelgrootte data van de 40 intertidale stations geaggregeerd volgens de in fase 1 van het project gespecificeerde methoden, waarin onderscheid wordt gemaakt in drie verschillende habitats (respectievelijk de Noordelijke landtong NLT, de rand van de plaat RP en de centrale plaat CP), alsmede een onderverdeling in transecten (zie Figuur 13).

Figuur 16 geeft de veranderingen in korrelgrootte-verdeling van het sediment weer in de tijd, met onderscheid tussen monsters op de Noordelijke landtong, de rand van de plaat en het centrale deel van de Plaat van Walsoorden. Er zijn geen belangrijke veranderingen geconstateerd in de tijd, maar wel consistente verschillen tussen de habitats (NLT is het meest zandig, CP is het meest slibrijk). Een statistische analyse moet uitwijzen of de veranderingen en verschillen significant zijn.

Figuur 17 geeft de verschillen in korrelgrootte-verdeling van het sediment gemiddeld per transect. Over het algemeen is eenzelfde patroon gevonden als in 2004-2005, met uitzondering van de sedimentkarakteristiek van de monsterpunten op het meest oostelijk gelegen transect G, die grover lijkt dan voordien. Een statistische analyse moet duidelijk maken of de verschillen significant zijn.

Chlorofyl-a

Een deel van de chlorofyl-monsters is in het laboratorium geanalyseerd. Met behulp van HPLC bepalingen zijn de pigmenten, inclusief chlorofyl-a, bepaald van monsters genomen in mei, juni en juli 2006. Eerste resultaten van de chlorofyl-a metingen worden getoond in Figuur 18. Chlorofyl-a is het laagst op de Noordelijke landtong (NLT) en het hoogst op het centrale deel van de plaat (CP). Met name in de CP habitat werd een grote variatie in chlorofyl-a gevonden.

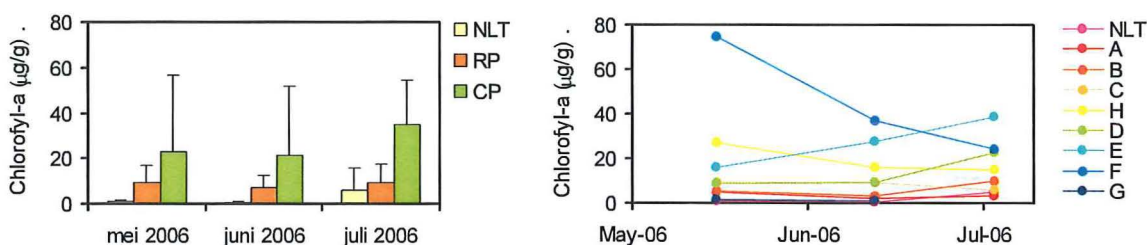


Fig. 18. Chlorofyl-a, gemiddeld voor iedere habitat (links) en gemiddeld per transect (rechts).

Hyperspectrale beelden

De hyperspectrale beelden van 30 juni 2006 zijn door VITO-TAP in Mol atmosferisch gecorrigeerd en gegeocorrigeerd. De ground-truthing data (sediment-korrelgrootte, chlorofyl, vocht en hyperspectraalmetingen op de 40 intertidale stations in de week van de overkomst van het vliegtuig) zijn uitgewerkt en aangeleverd aan VITO. Een eerste classificatie van de beelden voor het vervaardigen van een NDVI (vegetatie-index) kaart en een ecotopenkaart is door VITO uitgevoerd, maar zal nog worden gevalideerd.

9. Data analyse – nov/dec 2006

In deze fase van het onderzoek is een groot deel van de monsters in het laboratorium geanalyseerd. Daarnaast is de basis-analyse van de hyperspectrale beelden (door onderaannemer VITO) en hyperspectrale grondmetingen (door CEME) verricht.

Macrobenthos data

De macrobenthos monsters die in mei en augustus 2006 zijn genomen in zowel het subtidaal als het intertidaal zijn alle tot op soortniveau geteld en gewogen, en per soort uitgedrukt in dichtheid (aantal per m²) en biomassa (mg asvrijdrooggewicht per m²). De soorten zijn daarnaast ingedeeld in functionele groepen, op grond van hun voornaamste voedingsbron, namelijk in: suspension feeders, deposit feeders, surface deposit feeders, predators, omnivores en een kleine groep unknown. Figuur 19 en 20 geven een overzicht van de ruimtelijke verdeling van de biomassa van enkele functionele groepen.

Chlorofyl-a

De monsters van augustus en september 2006 zijn met behulp van een HPLC analyse op pigment-gehalten geanalyseerd. Figuur 21 toont de ruimtelijke spreiding in Chl-a van de gemeten reeks.

Hyperspectrale grondmetingen

De metingen gedaan met behulp van de RAMSES radiometer op de 40 intertidale stations zijn uitgewerkt voor mei, juni, juli, augustus en september 2006. Uit de reflectantie-spectra zijn waarden van de vegetatie-index NDVI bepaald (Figuur 22). Hierbij is aangesloten bij de bandbreedten en bandcentra zoals die ook vanuit het vliegtuig met de CASI sensor zijn bepaald (zie Appendix 4, gecalibreerde golflengten). Dit betekent dat voor de rode band (CASI band 11, R_{866nm}) een gemiddelde reflectantie uit de RAMSES spectra is berekend over de golflengten 678nm tot en met 689nm, en voor de infrarode band (CASI band 17, R_{866nm}), een gemiddelde reflectantie uit de RAMSES spectra is berekend over de golflengten 857nm tot en met 874nm, met voor de NDVI:

$$NDVI_{2006} = (R_{866nm} - R_{683nm}) / (R_{866nm} + R_{683nm})$$

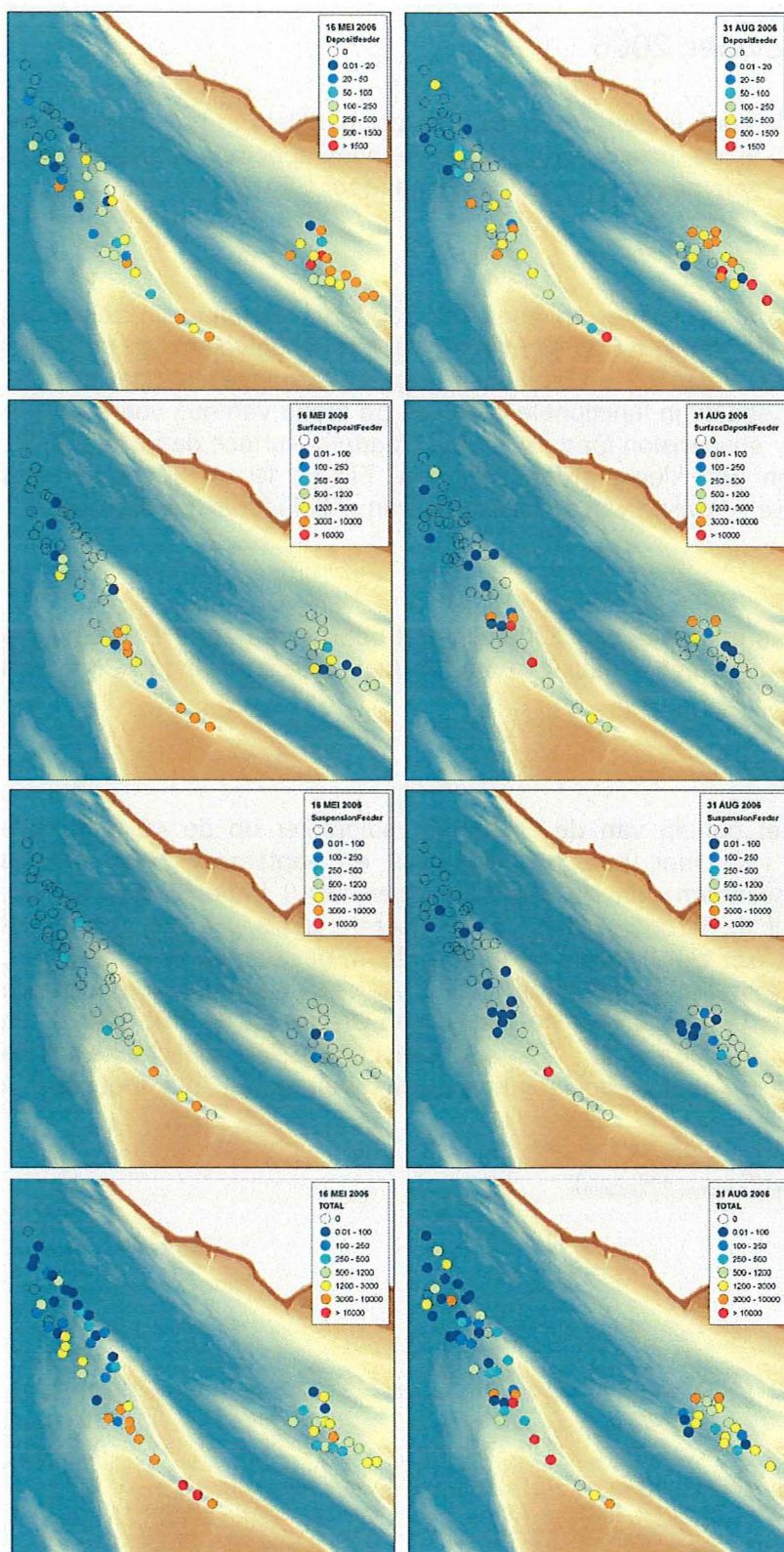


Fig. 19. Biomassa (in mg/m²) van functionele groepen (deposit feeders, surface deposit feeders, suspension feeders en totale macrobenthos), subtidaal, voor mei (links) en aug (rechts) 2006.

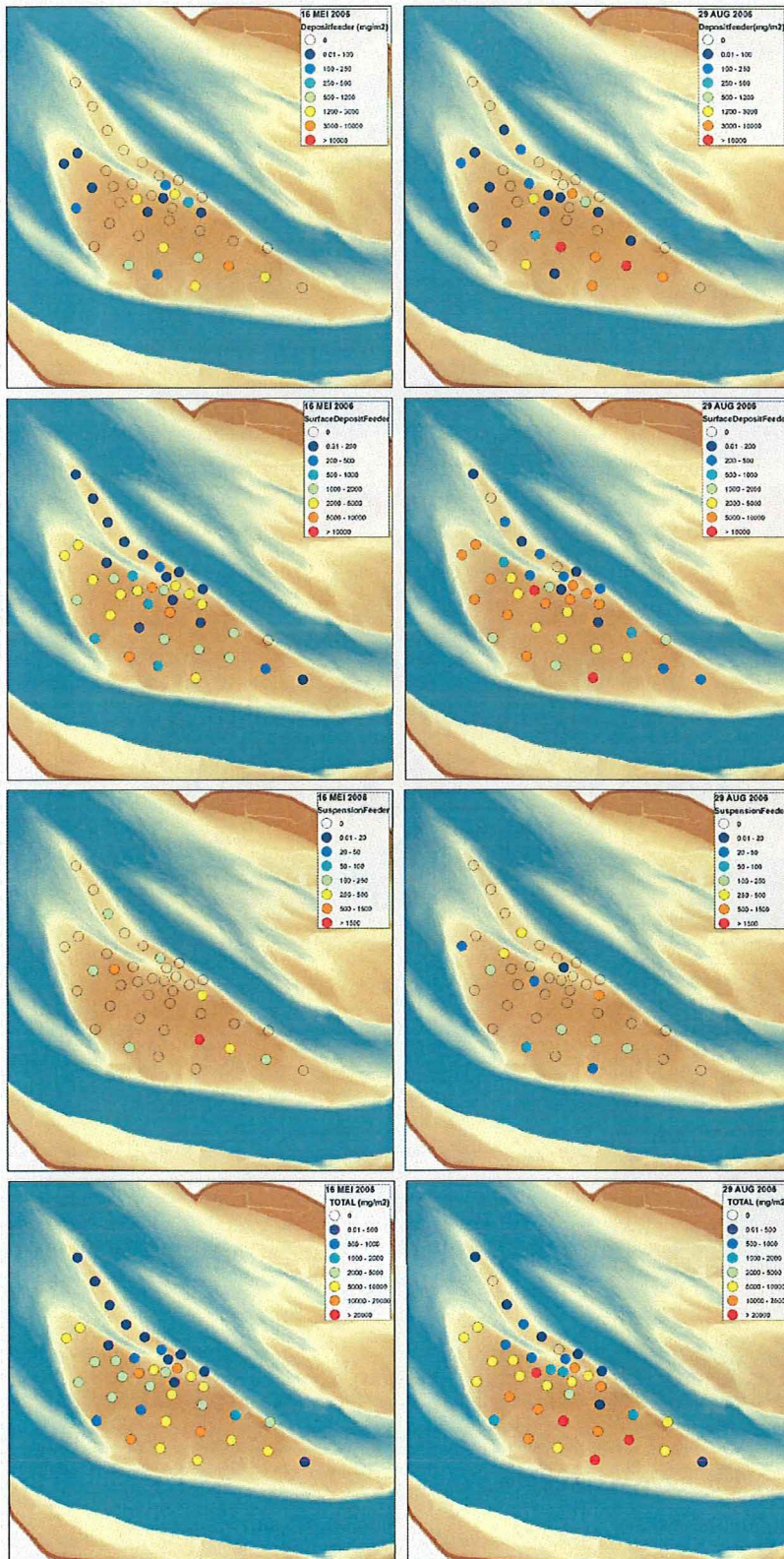


Fig. 20. Biomassa (in mg/m²) van functionele groepen (deposit feeders, surface deposit feeders, suspension feeders en totale macrobenthos), intertidaal, voor mei (links) en aug (rechts) 2006.

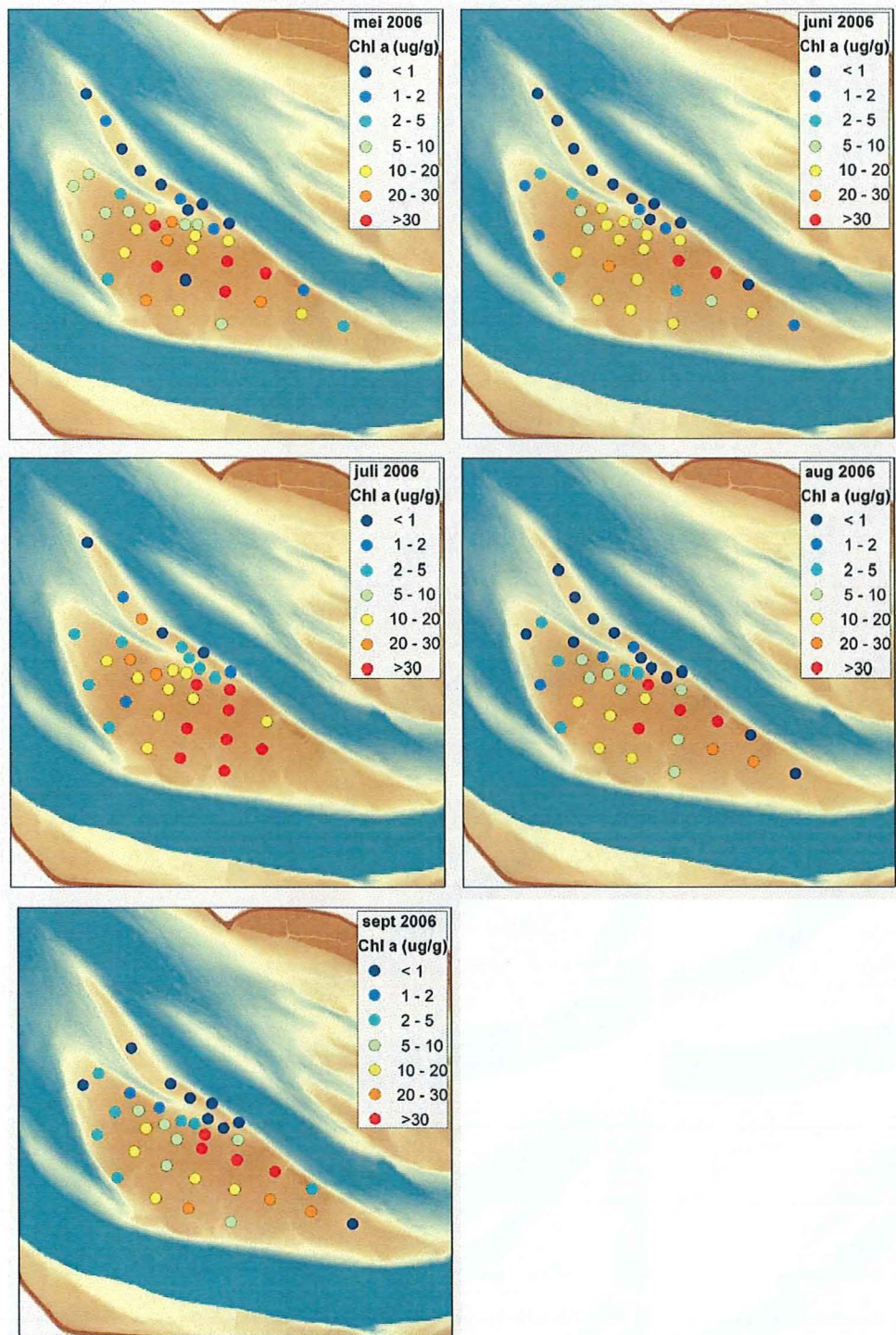


Fig. 21. Chlorofyl-a gehalte zoals bemonsterd in 2006.

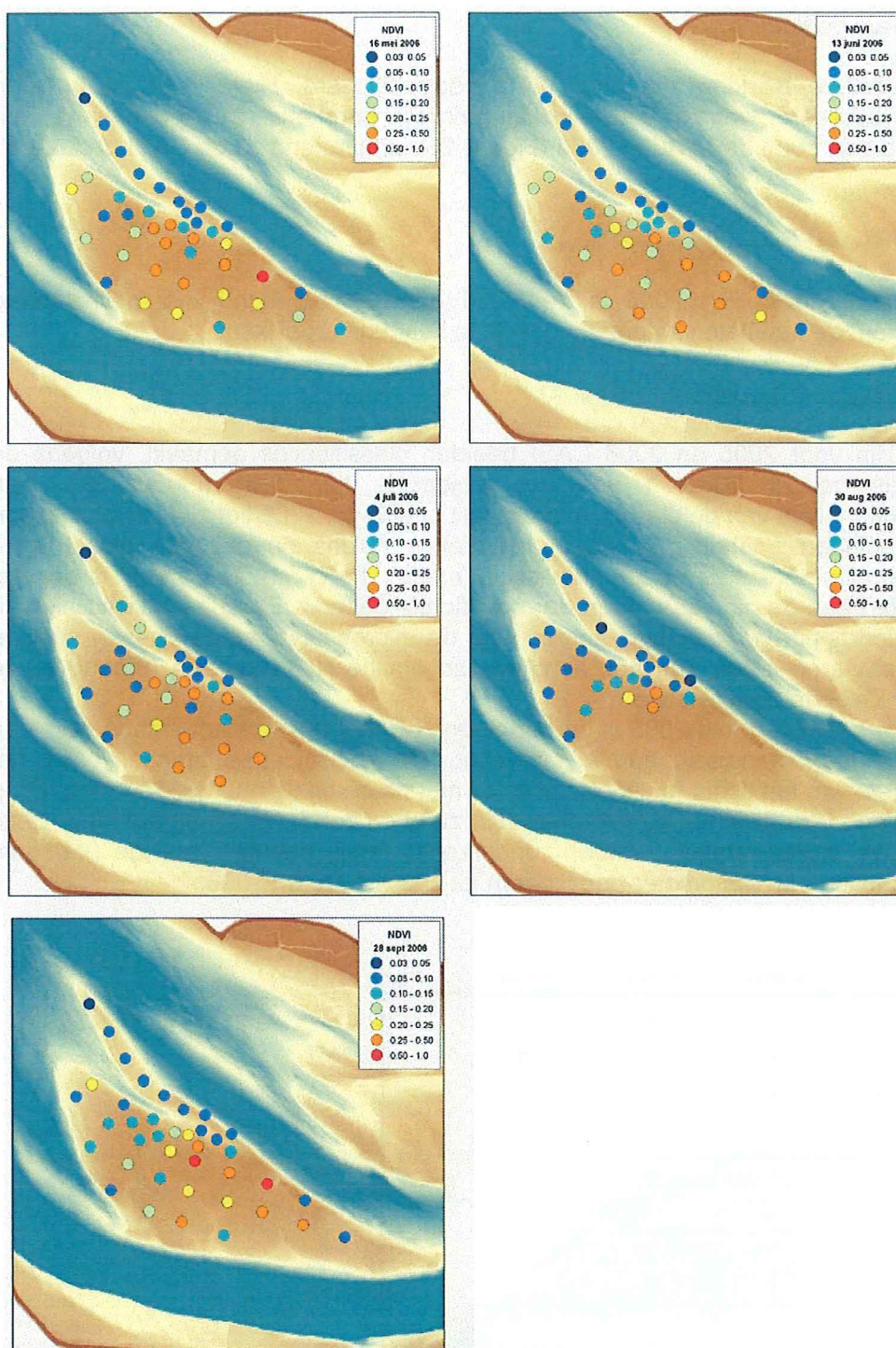


Fig. 22. NDVI uit de hyperspectrale grondmetingen voor 2006.

Hyperspectrale beelden

De hyperspectrale beelden zijn door VITO geclassificeerd. Hierbij zijn de beelden opnieuw gecalibreerd, waarbij nieuwe golflengten zijn berekend (zie Appendix 4). Een gevalideerde kaart van de NDVI in 2006 (Figuur 23) is berekend uit de CASI banden 12 en 17:

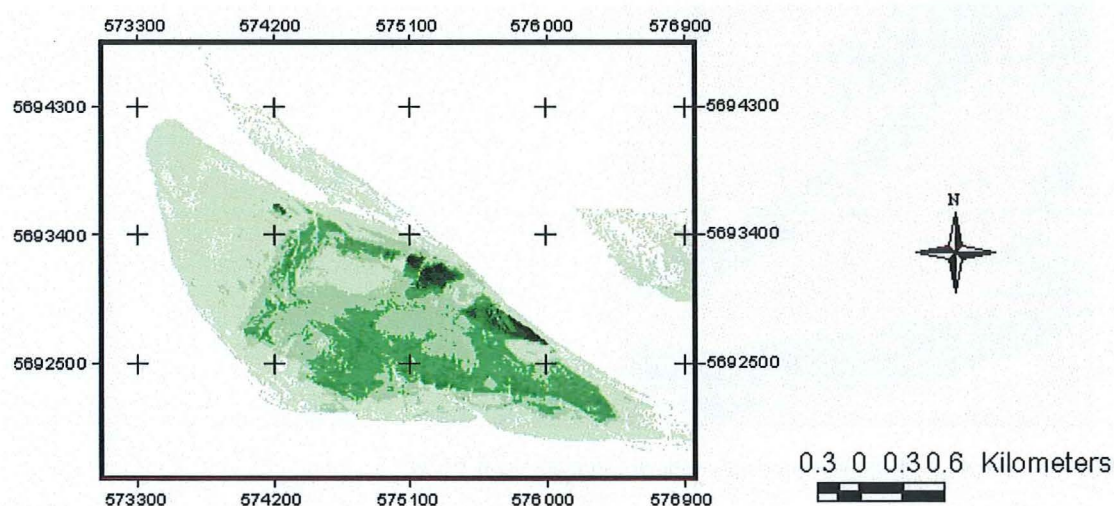
$$NDVI_{2006} = (R_{866nm} - R_{683nm}) / (R_{866nm} + R_{683nm})$$

Voor het CASI beeld van 2005 is de NDVI opnieuw berekend met gelijkaardige golflengten, om de resultaten zo goed mogelijk te kunnen vergelijken:

$$NDVI_{2005} = (R_{865nm} - R_{682nm}) / (R_{865nm} + R_{682nm}).$$

Daarnaast zijn voor 2005 en 2006 CASI beelden classificaties gemaakt, volgens de methode die ook in Fase 1 van het project is toegepast (Figuur 24). Een gevoeligheidsanalyse van de classificatie van het beeld van 2006 liet zien dat de klassen 'vochtige gebieden', 'schor', 'fijn zand', en 'zand' telkens op dezelfde plaats werd 'microphytobenthos', enkel de onderverdeling in 'matig', 'hoog' en 'zeer hoog' is anders. Dit is te wijten aan de manier waarop de classificatie gebeurt. Een beschrijving hiervan zal in het eindrapport worden opgenomen. Om de microphytobenthos klassen door de jaren te bestuderen is het dan ook aangewezen om de NDVI kaarten (Figuur 21) te gebruiken en niet de classificaties.

Op het NDVI beeld van juni 2005 is, in het algemeen, het microphytobenthos over een groter areaal sterk aanwezig dan in juni 2006. De classificaties laten zien dat het westelijke deel van het schor is uitgebreid en er met name bij de noordelijke landtong op enkele plaatsen verschillen in korrelgrootte (fijn zand en zand) zijn waargenomen. Deze veranderingen zullen nader worden onderzocht met behulp van de velddata (sedimentmonsters en radiometer-bepalingen) uit zowel 2005 en 2006.



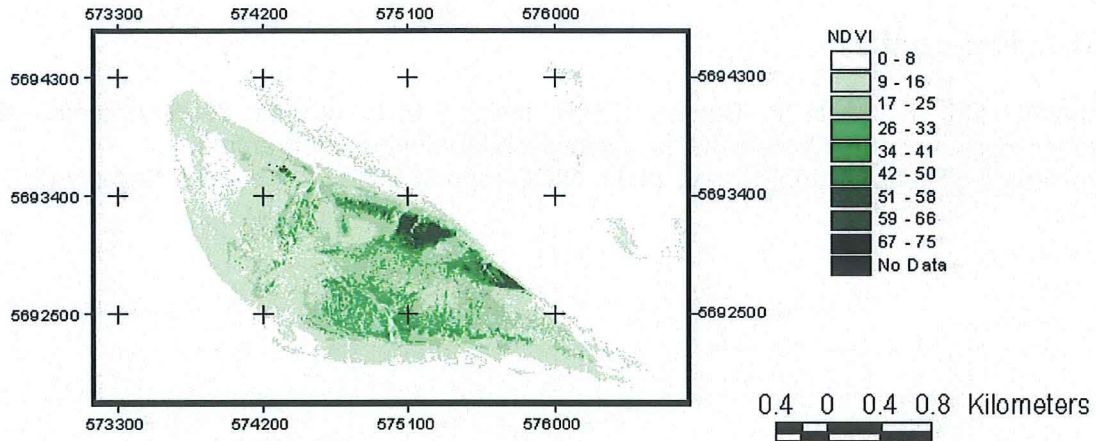


Fig. 23. NDVI uit het CASI beeld van 2005 (boven, 4 m resolutie), NDVI uit het CASI beeld van 2006 (onder, geresampled tot 4 m resolutie).

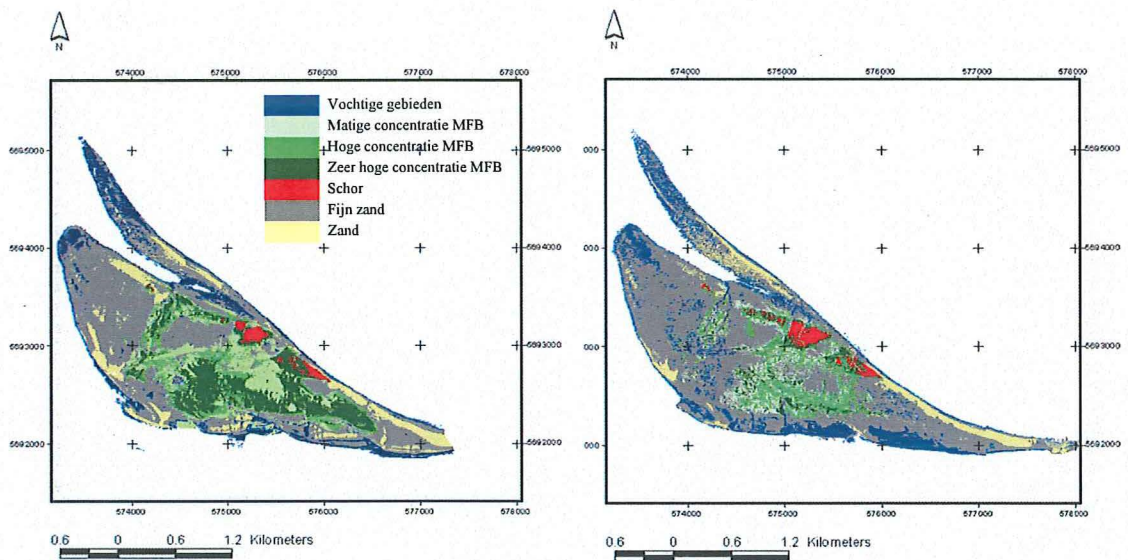


Fig. 24. Classificatie van 2005 (links, 4m resolutie) en 2006 (rechts, geresampled naar 4m) van de Plaats van Walsoorden.

10. Referenties

Forster, R.M., F. Rossi, K. Bonnie, C.H.R. Heip, P.M.J. Herman. 2006. Alternatieve stortstrategie voor de Westerschelde: Ecologisch Monitoringsprogramma proefstorting Walsoorden. Rapport 11/11. NIOO rapport 2006-02. Yerseke, Nederland.

Appendix 1. Coördinaten van de intertidale bemonsteringslocaties bemonsterd op 16 en 17 mei 2006. Op alle locaties zijn stalen genomen voor benthos, sediment, en chlorophyll a en zijn fluorescentie metingen verricht met RAMSES. Zie Figuur 2 voor de posities van de verschillende locaties. Bemonstering van het sediment, chl-a en RAMSES en sedimentatie-erosiemetingen in het intertidaal zijn herhaald in juni, juli, augustus en september. In augustus is ook het benthos bemonsterd.

Station []	N (WGS84) [dd mm.mm]	E (WGS84) [dd mm.mm]	X (RD) [m]	Y (RD) [m]	Z (NAP) (2001) [m]	Benthos	Sediment	Chl-a	RAMSES	SedEr plot
B1	51 22.9116	4 03.5914	62598	377806	1.55	x	x	x	x	
B2	51 22.7774	4 03.9763	63040	377549	1.49	x	x	x	x	
B3	51 22.7099	4 04.3066	63421	377417	1.28	x	x	x	x	
B4	51 22.6203	4 04.7332	63913	377242	0.86	x	x	x	x	
B5	51 23.1844	4 03.3930	62377	378316	0.42	x	x	x	x	
B6	51 23.0743	4 03.7677	62808	378104	1.98	x	x	x	x	
B7	51 22.9826	4 04.0945	63184	377927	1.99	x	x	x	x	
B8	51 22.8990	4 04.3796	63512	377766	1.74	x	x	x	x	
B9	51 22.8247	4 04.7748	63968	377620	1.91	x	x	x	x	
B10	51 22.7595	4 05.1257	64373	377492	1.60	x	x	x	x	
B11	51 22.6778	4 05.5374	64848	377332	1.62	x	x	x	x	
B12	51 22.5962	4 05.9603	65336	377172	0.51	x	x	x	x	
B13	51 23.4995	4 03.2579	62231	378903	-0.90	x	x	x	x	x
B14	51 23.3279	4 03.5793	62598	378578	1.40	x	x	x	x	x
B15	51 23.2203	4 03.8910	62956	378372	2.06	x	x	x	x	
B16	51 23.1494	4 04.2017	63314	378234	1.97	x	x	x	x	
B17	51 23.0869	4 04.4509	63601	378113	2.27	x	x	x	x	
B18	51 23.0110	4 04.8013	64005	377965	2.27	x	x	x	x	x
B19	51 22.9344	4 05.1811	64443	377815	1.85	x	x	x	x	
B20	51 22.8280	4 05.2620	64881	377610	-1.46	x	x	x	x	
B21	51 23.3338	4 03.8188	62876	378584	1.93	x	x	x	x	
B22	51 23.2429	4 04.0809	63177	378410	1.13	x	x	x	x	
B23	51 23.5725	4 03.4170	62418	379035	-0.39	x	x	x	x	
B24	51 23.4451	4 03.7371	62785	378792	0.91	x	x	x	x	
B25	51 23.3497	4 04.0313	63123	378609	0.63	x	x	x	x	
B26	51 23.2659	4 04.2518	63376	378449	0.99	x	x	x	x	
B27	51 23.2469	4 04.3860	63531	378411	0.70	x	x	x	x	
B28	51 23.1752	4 04.4846	63643	378276	1.76	x	x	x	x	
B29	51 24.0729	4 03.4041	62420	379963	-0.83	x	x	x	x	
B30	51 23.9014	4 03.5971	62638	379641	-0.75	x	x	x	x	
B31	51 23.7296	4 03.7590	62820	379319	-0.69	x	x	x	x	
B32	51 23.5898	4 03.9424	63028	379056	-0.90	x	x	x	x	
B33	51 23.4994	4 04.1494	63265	378884	-0.18	x	x	x	x	
B34	51 23.4072	4 04.3443	63488	378709	0.00	x	x	x	x	
B35	51 23.3379	4 04.4170	63570	378579	-1.29	x	x	x	x	
B36	51 23.2450	4 04.5120	63677	378405	-0.95	x	x	x	x	
B37	51 23.2162	4 04.6748	63865	378348	-0.41	x	x	x	x	
B38	51 23.1396	4 04.8183	64029	378203	1.69	x	x	x	x	
B39	51 23.3708	4 04.5617	63739	378637	-0.84	x	x	x	x	
B40	51 23.2487	4 04.8299	64046	378405	-1.10	x	x	x	x	

Appendix 2. Coördinaten van de subtidale bemonsteringslocaties bemonsterd op 16 en 17 mei 2006. Op alle locaties is het benthos en het sediment bemonsterd. Zie Figuur 4 voor de posities van de verschillende locaties.

locatie	BIS number	WGS84- N		WGS84- E		X (RD)	Y (RD)	Benthos	Sediment
		°	'	°	'				
B 1	1501	51	23.614	4	5.520	64859	379068	x	x
B 2	1502	51	23.909	4	5.077	64354	379624	x	x
B 3	1503	51	23.785	4	4.975	64232	379397	x	x
B 4	1504	51	23.999	4	4.979	64244	379792	x	x
B 5	1505	51	23.898	4	4.886	64133	379609	x	x
B 6	1506	51	23.838	4	4.794	64024	379498	x	x
B 7	1507	51	23.751	4	5.146	64429	379330	x	x
B 8	1508	51	23.725	4	5.280	64584	379279	x	x
B 9	1509	51	23.834	4	5.074	64349	379486	x	x
B 10	1510	51	23.834	4	5.003	64266	379487	x	x
B 11	1511	51	23.674	4	5.224	64518	379186	x	x
B 12	1512	51	23.971	4	5.069	64347	379739	x	x
B 13	1513	51	23.609	4	5.436	64761	379060	x	x
B 14	1514	51	23.780	4	4.805	64035	379390	x	x
B 15	1515	51	23.821	4	5.116	64396	379461	x	x
B 16	1516	51	23.701	4	5.076	64346	379238	x	x
B 17	1517	51	23.799	4	4.860	64099	379424	x	x
B 18	1518	51	23.707	4	4.999	64257	379251	x	x
B 19	1519	51	23.696	4	5.140	64421	379229	x	x
B 20	1520	51	23.688	4	5.366	64682	379208	x	x
C 1	1601	51	24.596	4	3.802	62900	380924	x	x
C 2	1602	51	25.098	4	2.967	61947	381873	x	x
C 3	1603	51	24.473	4	3.890	62997	380694	x	x
C 4	1604	51	24.569	4	3.781	62874	380875	x	x
C 5	1605	51	24.447	4	4.014	63139	380643	x	x
C 6	1606	51	24.870	4	3.375	62413	381441	x	x
C 7	1607	51	24.426	4	4.119	63261	380602	x	x
C 8	1608	51	24.449	4	3.928	63040	380649	x	x
C 9	1609	51	24.516	4	3.847	62948	380775	x	x
C 10	1610	51	25.097	4	3.137	62145	381867	x	x
C 11	1611	51	24.613	4	3.612	62679	380960	x	x
C 12	1612	51	24.641	4	3.675	62753	381010	x	x
C 13	1613	51	24.404	4	3.991	63111	380565	x	x
C 14	1614	51	24.645	4	3.614	62683	381020	x	x
C 15	1615	51	24.796	4	3.517	62575	381300	x	x
C 16	1616	51	25.248	4	2.888	61862	382152	x	x
C 17	1617	51	25.133	4	3.067	62065	381936	x	x
C 18	1618	51	24.484	4	4.095	63235	380710	x	x
C 19	1619	51	25.072	4	3.021	62010	381824	x	x
C 20	1620	51	24.716	4	3.621	62693	381150	x	x

Appendix 2. Vervolg.

locatie	BIS number	WGS84- N		WGS84- E		X (RD)	Y (RD)	Benthos	Sediment
		°	'	°	'				
D 1	1401	51	23.970	4	3.072	62031	379779	x	x
D 2	1402	51	24.148	4	3.199	62184	380106	x	x
D 3	1403	51	24.287	4	3.028	61992	380367	x	x
D 4	1404	51	23.918	4	3.278	62269	379679	x	x
D 5	1405	51	24.437	4	3.012	61978	380646	x	x
D 6	1406	51	24.457	4	2.936	61890	380684	x	x
D 7	1407	51	24.208	4	3.219	62210	380217	x	x
D 8	1408	51	23.852	4	3.251	62235	379557	x	x
D 9	1409	51	24.326	4	3.074	62046	380438	x	x
D 10	1410	51	23.812	4	3.359	62359	379480	x	x
D 11	1411	51	24.094	4	3.151	62127	380007	x	x
D 12	1412	51	24.376	4	3.017	61981	380534	x	x
D 13	1413	51	23.935	4	3.344	62345	379709	x	x
D 14	1414	51	24.117	4	2.945	61889	380055	x	x
D 15	1415	51	24.340	4	3.145	62129	380463	x	x
D 16	1416	51	23.848	4	3.353	62353	379548	x	x
D 17	1417	51	23.870	4	3.169	62140	379592	x	x
D 18	1418	51	24.152	4	3.242	62235	380112	x	x
D 19	1419	51	24.186	4	2.954	61901	380181	x	x
D 20	1420	51	24.492	4	2.918	61870	380750	x	x
1	1701	51	23.756	4	3.433	62443	379375	x	x
2	1702	51	23.641	4	3.568	62596	379159	x	x
3	1703	51	23.501	4	3.817	62880	378894	x	x
4	1704	51	23.448	4	3.942	63023	378792	x	x
5	1705	51	23.400	4	4.072	63172	378701	x	x

Appendix 3. Coördinaten van de subtidale bemonsteringslocaties bemonsterd in de periode 28-31 augustus 2006. Op alle locaties wordt het benthos en het sediment bemonsterd. Zie Figuur 5 voor de posities van de verschillende locaties.

Lokatie	BIS nummer	WGS84- N		WGS84- E		WGS84- N	WGS84- E	X (RD)	Y (RD)
		°	'	°	'	°	'	m	m
D1	1401	51	24.435	4	2.973	51.4073	4.04955	61932	380643
D2	1402	51	24.393	4	2.960	51.4066	4.04933	61915	380566
D3	1403	51	24.344	4	3.118	51.4057	4.05196	62097	380472
D4	1404	51	24.342	4	2.962	51.4057	4.04936	61916	380471
D5	1405	51	24.341	4	3.040	51.4057	4.05066	62007	380468
D6	1406	51	24.285	4	2.890	51.4048	4.04817	61831	380368
D7	1407	51	24.190	4	3.210	51.4032	4.05351	62199	380184
D8	1408	51	24.176	4	3.042	51.4029	4.0507	62004	380162
D9	1409	51	24.143	4	2.910	51.4024	4.04849	61849	380103
D10	1410	51	24.129	4	3.105	51.4021	4.05175	62075	380073
D11	1411	51	24.122	4	3.047	51.402	4.05079	62008	380062
D12	1412	51	24.026	4	3.257	51.4004	4.05428	62247	379879
D13	1413	51	24.005	4	3.083	51.4001	4.05138	62045	379844
D14	1414	51	24.000	4	3.270	51.4	4.0545	62262	379831
D15	1415	51	23.970	4	3.088	51.3995	4.05146	62050	379779
D16	1416	51	23.956	4	3.173	51.3993	4.05288	62148	379751
D17	1417	51	23.956	4	3.250	51.3993	4.05417	62238	379749
D18	1418	51	23.915	4	3.173	51.3986	4.05289	62147	379675
D19	1419	51	23.860	4	3.128	51.3977	4.05214	62093	379574
D20	1420	51	23.857	4	3.347	51.3976	4.05578	62346	379565
B1	1501	51	23.965	4	4.840	51.3994	4.08067	64082	379733
B2	1502	51	23.967	4	5.045	51.3995	4.08408	64319	379732
B3	1503	51	23.949	4	4.941	51.3991	4.08234	64198	379700
B4	1504	51	23.913	4	5.041	51.3985	4.08402	64313	379632
B5	1505	51	23.900	4	4.979	51.3983	4.08298	64240	379610
B6	1506	51	23.889	4	4.731	51.3981	4.07885	63952	379593
B7	1507	51	23.872	4	4.862	51.3979	4.08103	64104	379559
B8	1508	51	23.851	4	4.744	51.3975	4.07907	63967	379523
B9	1509	51	23.829	4	4.838	51.3971	4.08063	64075	379480
B10	1510	51	23.828	4	5.130	51.3971	4.0855	64414	379474
B11	1511	51	23.801	4	5.187	51.3967	4.08645	64478	379421
B12	1512	51	23.798	4	5.011	51.3966	4.08352	64275	379419
B13	1513	51	23.784	4	4.775	51.3964	4.07959	64000	379398
B14	1514	51	23.762	4	5.244	51.396	4.0874	64543	379347
B15	1515	51	23.753	4	5.098	51.3959	4.08496	64374	379335
B16	1516	51	23.720	4	5.084	51.3953	4.08473	64356	379274
B17	1517	51	23.713	4	5.273	51.3952	4.08789	64576	379257
B18	1518	51	23.681	4	5.202	51.3947	4.0867	64492	379199
B19	1519	51	23.678	4	5.356	51.3946	4.08927	64671	379189
B20	1520	51	23.590	4	5.485	51.3932	4.09141	64817	379024
C1	1601	51	24.873	4	2.507	51.4146	4.04179	61407	381466
C2	1602	51	24.791	4	2.604	51.4132	4.04341	61517	381312

C3	1603	51	24.716	4	2.684	51.4119	4.04474	61607	381170
C4	1604	51	24.698	4	2.510	51.4116	4.04184	61405	381141
C5	1605	51	24.640	4	2.668	51.4107	4.04446	61585	381029
C6	1606	51	24.610	4	2.781	51.4102	4.04635	61716	380972
C7	1607	51	24.586	4	2.575	51.4098	4.04292	61476	380931
C8	1608	51	24.553	4	2.509	51.4092	4.04182	61399	380873
C9	1609	51	24.546	4	2.883	51.4091	4.04805	61831	380850
C10	1610	51	24.529	4	2.635	51.4088	4.04391	61543	380825
C11	1611	51	24.526	4	2.853	51.4088	4.04754	61796	380814
C12	1612	51	24.519	4	2.723	51.4087	4.04539	61646	380804
C13	1613	51	24.501	4	2.501	51.4084	4.04168	61387	380776
C14	1614	51	24.437	4	2.551	51.4073	4.04251	61443	380657
C15	1615	51	24.435	4	2.804	51.4072	4.04673	61736	380646
C16	1616	51	24.404	4	2.853	51.4067	4.04755	61792	380588
C17	1617	51	24.402	4	2.809	51.4067	4.04681	61741	380585
C18	1618	51	24.328	4	2.765	51.4055	4.04609	61688	380450
C19	1619	51	24.324	4	2.710	51.4054	4.04516	61623	380444
C20	1620	51	24.309	4	2.801	51.4052	4.04669	61729	380413
1	1701	51	23.756	4	3.433	51.3959	4.05721	62443	379375
2	1702	51	23.641	4	3.568	51.394	4.05947	62596	379159
3	1703	51	23.501	4	3.817	51.3917	4.06362	62880	378894
4	1704	51	23.448	4	3.942	51.3908	4.0657	63023	378792
5	1705	51	23.400	4	4.072	51.39	4.06787	63172	378701

Appendix 4. Bandsettings van de CASI II sensor van de Environment Agency.

Bandnummer	Geplande golflengte en bandbreedte (nm)	Gecorrigeerde en gecalibreerde centrale golflengte (nm)	Gecorrigeerde en gecalibreerde bandbreedte in FWHM (nm)
001:	441.9 +/- 6.7	442.13	13.42
002:	490.4 +/- 6.7	492	14.76
003:	511.0 +/- 6.7	512.71	13.66
004:	529.7 +/- 6.7	531.29	12
005:	559.9 +/- 6.8	560.29	13.82
006:	603.4 +/- 6.8	604.05	12.58
007:	620.5 +/- 6.8	621.41	13.46
008:	647.1 +/- 4.9	648.49	7.44
009:	666.1 +/- 4.9	666.39	7.9
010:	673.8 +/- 3.0	674.38	2.7
011:	682.4 +/- 5.9	682.62	8.32
012:	694.8 +/- 4.9	696.8	8.7
013:	705.3 +/- 5.9	707.08	5.98
014:	719.7 +/- 6.8	719.27	12.36
015:	753.2 +/- 5.9	756.55	10.2
016:	775.3 +/- 6.9	777.48	10.72
017:	864.9 +/- 9.8	865.74	17.12
018:	939.3 +/- 10.8	943.42	19.46