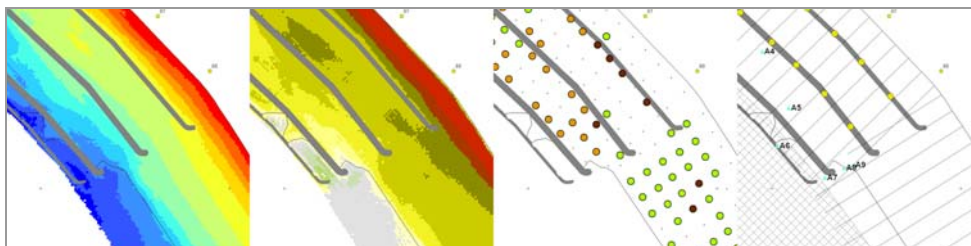




## CASCADEPROEF SCHELPHOEK

VOORTGANGSRAPPORTAGE MONITORING TOT EN MET SEPTEMBER 2012

Datum 7 november 2012  
Status Definitief





## Colofon

Uitgegeven door	Meetinformatiedienst Zeeland (Middelburg)
Informatie	Edwin Paree
Telefoon	0118 622 336
E-mail	edwin.paree@rws.nl
Uitgevoerd door	Edwin Paree
Opmaak	VW-Huisstijl 2009 / Edwin Paree
Datum	7 november 2012
Status	Definitief
Versienummer	1.3



## Inhoud

	Samenvatting—6
<b>1</b>	<b>Inleiding—7</b>
<b>2</b>	<b>PROEF SCHELPHOEK—8</b>
<b>3</b>	<b>GOLVEN EN STROMING—11</b>
3.1	Stroommetingen—11
3.2	Golfmetingen—11
3.3	Geohydrologie—12
<b>4</b>	<b>MORFOLOGIE—14</b>
4.1	Visuele inspectie—14
4.1.1	Ontgrondingen—14
4.1.2	Stabiliteit stortstenen dammen—15
4.1.3	Aangroei dammen—15
4.1.4	Getijdenpoelen en epifauna—15
4.1.5	Bodemleven/wadpieren—15
4.1.6	Sedimentsamenstelling—16
4.1.7	Zandverstuiving—16
4.1.8	Doorstroomopeningen—16
4.1.9	Dikte oxydatielaag—17
4.2	Hoogtemetingen—18
4.2.1	Multibeam—18
4.2.2	RTK-dGPS—22
4.2.3	SET-metingen—26
4.2.4	Bepalen omvang ontgrondingen—27
4.2.5	Sedimenttransportrichtingmetingen met behulp van minisuppleties—27
4.2.6	Bepaling van verstuivingen—29
4.2.7	Zettingen—29
4.2.8	Sedimentbemonsteringen mosselperceel Praet—30
<b>5</b>	<b>Ecologie—31</b>
5.1	Bodemdierbemonsteringen—31
5.1.1	Endofauna (dieren in de bodem)—31
5.1.2	Epifauna (dieren op de bodem)—31
5.1.3	Gebiedsdekkende opname bodemleven—32
5.2	Begroeiing flora en fauna op de dammen—34
5.2.1	Breuksteen en palenrij—34
5.2.2	Oesterkorven—36
5.3	Ongewenste zandverspreiding—37
5.4	Vogeltellingen (uitbesteding)—37
5.5	Bodemleven in relatie tot zee-aasspitterij—37
<b>6</b>	<b>Aanbevelingen—39</b>
<b>Bijlage</b>	<b>1: Braun-Blanquet schaal &amp; Beschrijving Enteromorpha-gemeenschap—40</b>
<b>Bijlage</b>	<b>2: Tabel met resultaten inventarisatie flora en fauna PQ's dammen—41</b>

## Samenvatting

In januari 2012 zijn de werkzaamheden aan de zandhongerpilot Cascadeproef Schelphoek opgeleverd. Dit document beschrijft de ecologische en morfologische ontwikkelingen van de proef tot en met augustus 2012 aan de hand van de diverse metingen welke door de Meetinformatiedienst Zeeland zijn verricht.

Golfbelasting en stroming zijn, in tegenstelling tot de Galgeplaat suppletie, nauwelijks aanwezig in de schelphoek (alleen beperkt tot specifieke omstandigheden). Dit zal er mede toe doen dat de suppletie en de cascade nagenoeg nog op zijn plek liggen. Alleen de zandbuffer welke tegen de dijk is aangelegd is wat afgetopt en uitgevlakt.

De Wadpier is op de suppletie al weer bijna overal aangetroffen, waarschijnlijk mogelijk door de laag dynamische condities die in Schelphoek heersen en de beschikbaarheid van voedsel (veel Diatomeeën). De cascade met zijn dammen lijkt een positieve uitwerking te hebben op de diversiteit van het bodemleven. Rond de dammen zijn Lanice en de zager al volop aangetroffen.

De dammen van de cascade hebben in het eerste seizoen al vele gedaantewisselingen ondergaan; na oplevering geheel kaal, in het voorjaar en zomer groen door de vele darmwieren en tevens bruin door de aanslag van diatomeeën en slib. De kiemblaadjes van de Fucus (bruinwier) welke in de zomer, op alle vier de dammen, werden aangetroffen waren in oktober al 10cm lang. Deze bruinwieren die zich nu veelal nog op de stortsteen aan de randen van de dammen bevinden geven de dammen een bruine omzoming. De wieren geven op de hoogste dam al enige bedekking, doch neemt de bedekking van de dammen naar de LW meer toe. Krabben, Alikruiken, Zeeanemonen zijn ook op en tussen het breuksteen van de dammen waargenomen.

## Dankwoord

Als eerste en enige wil ik Mariska Bijleveld bedanken voor de prettige samenwerking!

## 1 Inleiding

Deze voortgangsrapportage geeft een overzicht van de resultaten van de metingen op en rond de zandhongerpilot "Cascadeproef Schelphoek". Het doel van deze rapportage is de betrokkenen een actueel beeld te geven van de ontwikkelingen in de ecomorfologie op en rond de proef.

Het rapport is niet evaluerend van aard. Er worden geen conclusies getrokken, doch wordt er een objectief beeld geschetst van de ontwikkeling van de proef aan de hand van de diverse meetresultaten. Het rapport is bedoeld voor eenieder die betrokken is bij de monitoring van één of meerder zandhongerpilots in de Oosterschelde.

De volgorde waarin de resultaten van de metingen worden besproken is synchroon aan de volgorde van de beschrijving van de metingen en in het Monitoringsplan proef Schelphoek (Witteveen & Bos, maart 2011).

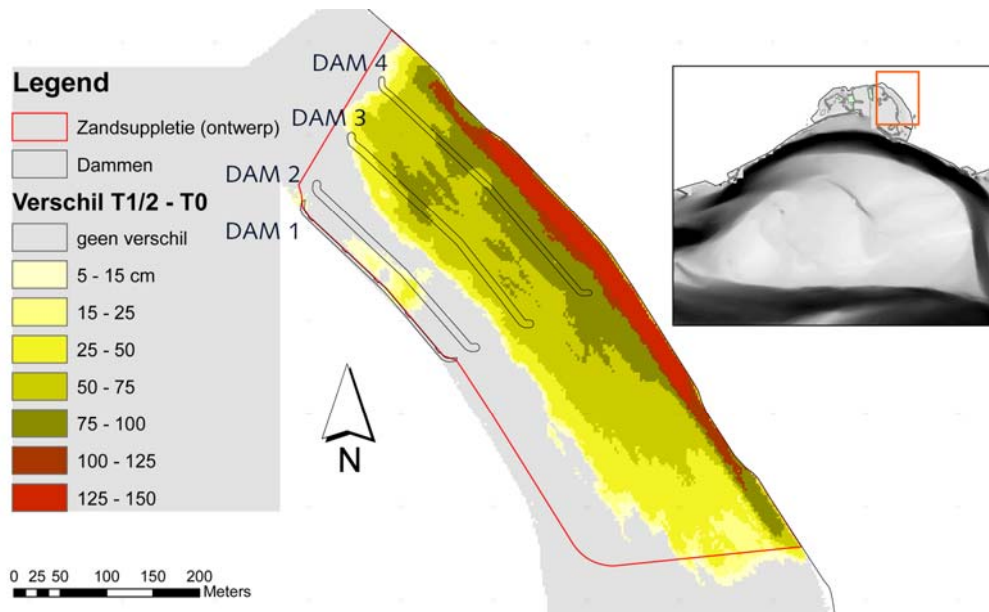
In het rapport worden alleen de resultaten van de metingen gepresenteerd die door Rijkswaterstaat zelf zijn uitgevoerd. Resultaten van o.a. vogeltellingen en bodemdierbemonsteringen zijn terug te vinden in eigen rapportages van de marktpartijen welke deze uitbestedingen hebben uitgevoerd.

In het rapport wordt veelvuldig gebruik gemaakt van het benoemen van de momenten waarop de metingen plaats vinden zoals bijv. T1, T2. De basis van de T-momenten betreffen de hoogtemetingen middels RTK welke elk kwartaal plaats vinden vanaf het eerste kwartaal 2012 (T1) en lopen tot en met 4<sup>e</sup> kwartaal 2014 (T12). Multibeammetingen worden bijv. 2x/jr gedaan. Hierbij wordt dezelfde aanduiding voor het T-moment gebruikt als bij de RTK-metingen, dus de 2<sup>e</sup> multibeammeting welke in het 4<sup>e</sup> kwartaal van 2012 plaats vindt heet dan ook de T4.

Het rapport geeft de belangrijkste resultaten van de metingen weer. Voor de volledige datasets wordt verwezen naar de projectschijf van RWS DZL:  
P:\dzl\Cascadeproef\_Schelphoek

## 2 PROEF SCHELPHOEK

Voor de suppletie zijn 85.339 beunkuubs zand gewonnen in de Oosterschelde Roompot (Witteveen & Bos, 2011). Dit komt ongeveer overeen met ca. 78.000 profielkuubs. Hiermee is de suppletie aangelegd in aug/sept 2011. De dammen als onderdeel van de cascade zijn later aangelegd in de periode november/december 2011. Oplevering van het werk was medio januari 2012. Figuur 1 geeft de dikte van het zandpakket aan na aanleg van de suppletie in oktober 2011.



**Figuur 1: Schelphoek, verschilkaart hoogtes T $\frac{1}{2}$  en T0 met locaties en nummering van de dammen**

Figuur 1 betreft een verschilkaart tussen de hoogtes van de uitmeting van de suppletie van Jan De Nul (okt 2011 = T $\frac{1}{2}$ ) met T0 (meting RWS mei 2011). De locaties waar de dammen aangelegd worden zijn als vier langwerpige elementen te herkennen. De verschilkaart laat zien dat er een buffer tegen de dijk is gerealiseerd met diktes tot 1,5m. Verder is het gros van de suppletie ca. 50-75cm dik. Met het beschikbare zand kon niet het hele besteksgebied (rode lijn) gesuppleerd worden. Er is voor gekozen om het profiel vanaf de dijk op te bouwen en dus het zand zo hoog mogelijk aan te brengen met behoud van de buffer.





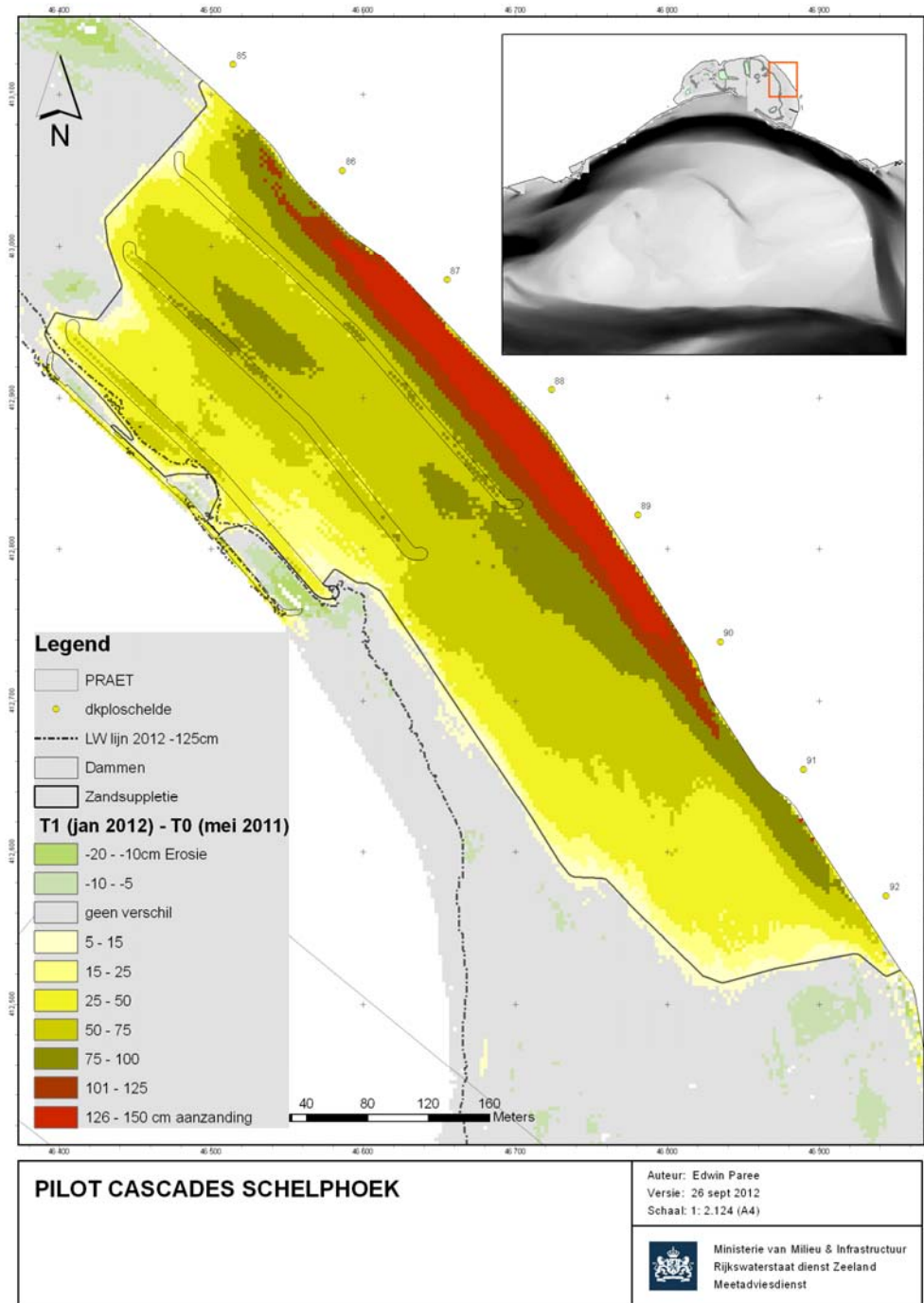
**Figuur 2: putten en bulten tussen dam 1 en 2**

#### Aanleg dammen

Tussen dam 1 en 2 zijn (graaf)werkzaamheden geweest voor het plaatsen van de damwand in dam 1 en het verwijderen van de Japanse oesters welke ter plaatse van dam 1 aanwezig waren. Er is weinig tot geen zand tussen deze twee dammen gesuppleerd. Dit heeft voor een flink reliëf gezorgd (putten en bulten). Zie foto in figuur 2. Met extreem laagwater leidt dit tot flinke getijdenpoelen. Tot juli 2012 heeft er wel enige uitvlakking opgetreden, doch is het reliëf nog goed zichtbaar. Op het substraat is flink wat dood schelpmateriaal aanwezig (Japanse oesters).

Dat er tijdens de aanleg van de stortstenen dammen nog met zand is geschoven is goed in figuur 3 te zien. Deze figuur geeft het verschilbeeld van de in- en uitmeting van RWS weer ( $T1 - T0$ ; verschillen jan 2012 minus mei 2011).

De uiteindelijke vorm van de suppletie na oplevering van het werk in januari 2012 ( $T1$ ) varieert dus iets met die van de situatie direct na de suppletie ( $T\frac{1}{2}$ ). De kubering binnen de contour om de suppletie komt neer op 66.500 kuub. Dit is inclusief de stortstenen dammen.



Figuur 3: Verschilkaart T1-T0 (jan 2012 - mei 2011)

### 3 GOLVEN EN STROMING

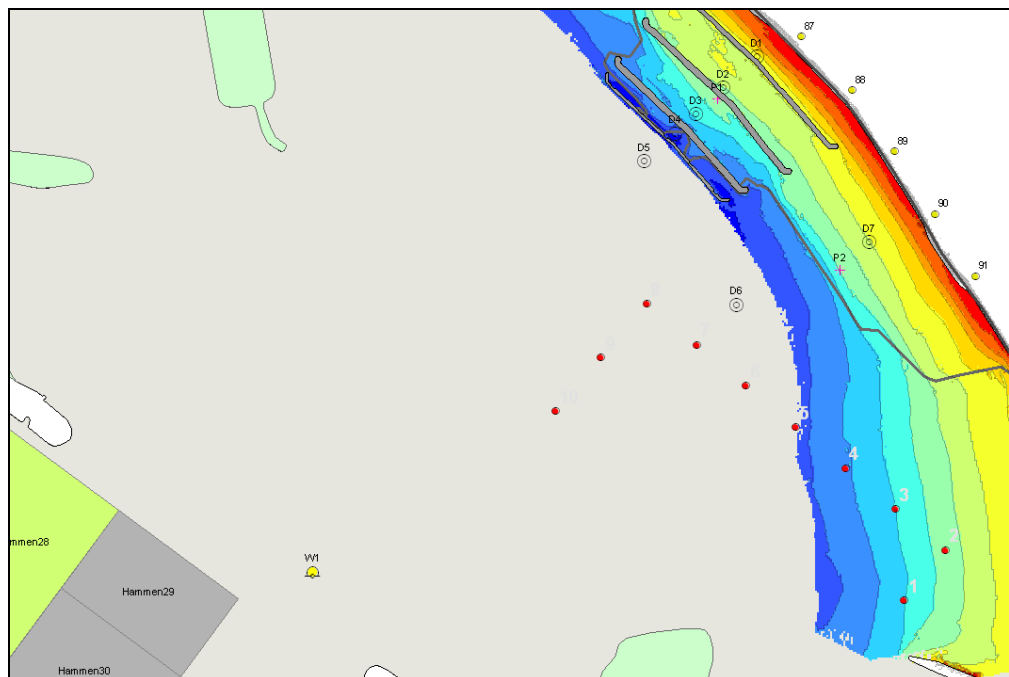
#### 3.1 Stroommetingen

In de T0-periode zijn geen stroommetingen verricht. Stroommetingen na aanleg van de proef worden vanaf november 2012 verricht.

#### 3.2 Golfmetingen

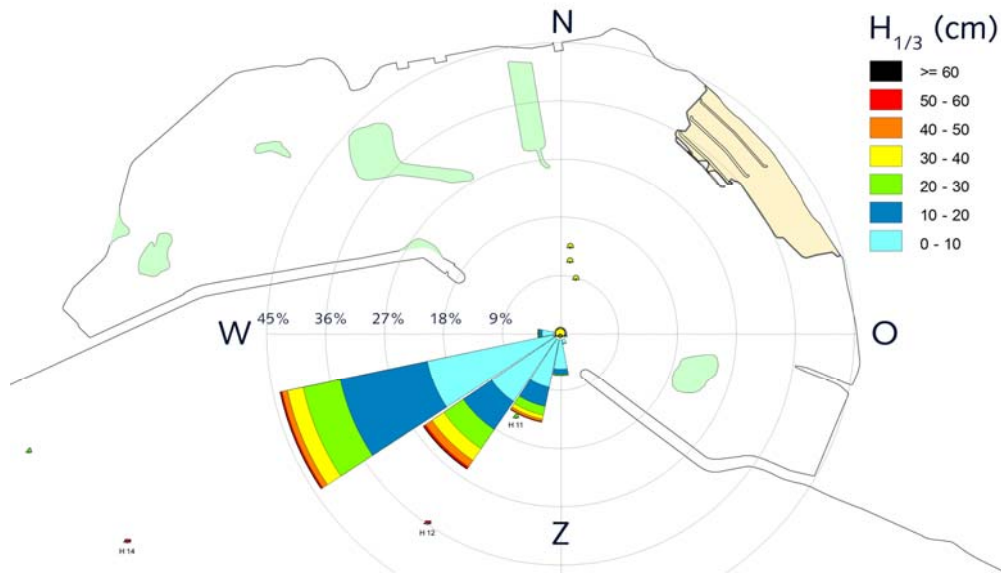
Golfhoogtes worden doorgaans gemeten met drukdozen op het tidaal en met behulp van golfmeetboeien in het subtidaal. Drukdozen meten met een hoge frequentie de druk van de waterkolom boven de druksensor. Uit deze relatieve meetwaarden kunnen golfhoogtes berekend worden. Het principe van de waverider berust op het meten van de valversnelling terwijl de boei op de golven op en neer beweegt. De golfmeetboei meet een veelheid aan parameters waaronder ook de golfrichting. Bij de drukdozen wordt alleen de hoogte gemeten.

T0 golven met drukdozen zijn gemeten eind maart t/m half mei 2011 en 3 t/m 16 september 2011 op de locaties D1 en D7 (zie figuur 4).



**Figuur 4: locaties T0-golfmetingen: Waverider W1 en drukdozen D1 en D7**

Golven worden sinds eind augustus 2011 (t/m einde proef) ook met behulp van een waverider net aan de binnenkant van Schelphoek gemeten (zie locatie W1 in figuur 4).



**Figuur 5: Golfklimaat Schelphoek 1 okt 2011 – 1 okt 2012:  $H_{1/3}$  - Gemiddelde hoogte van het 1/3 deel hoogste golven in centimeters**

De cascadeproef ligt in de beschutting van de dijken en de twee nollen. Alleen bij zuidwestelijke winden kunnen golven van formaat van buiten de Schelphoek binnendringen. De waverider is zodanig geplaatst dat deze golven geregistreerd kunnen worden. Het golfklimaat over de periode van één jaar (okt 2011-okt 2012) weergegeven in figuur 5, laat dan ook zien dat de meeste en de hoogste golven uit (west)zuidwestelijke richtingen komen

### 3.3 Geohydrologie

De natheid/uitdroging van de bodem wordt visueel beoordeeld/gevolgd. Het hele gebied is goed te overzien. De plekken welke mogelijk uitdrogen zullen eenvoudig in een kaart ingetekend kunnen worden. Dit alles wordt ondersteund met foto's vanaf de dijk (voorbeeld zie figuur 6).



**Figuur 6: natheid sediment gezien vanaf de dijk, jan. feb. en apr. 2012**

Vergeleken met de Galgeplaat-suppletie is er – ook op het onverdedigde deel - minder sprake van uitdroging. Meest voor de hand liggende oorzaken zijn geringere hoogteverschillen (en dus flauwere hellingen) en dat het water in minder richtingen weg kan stromen (begrenzing door dijk).

De hoger gelegen buffer tegen de dijk droogt nog wel uit.

Door de werkzaamheden zijn er diverse hoogtes en laagtes op de suppletie aanwezig. Deze worden door golf- en getijdenwerking weer afgevlakt. In apr. 2012 waren de meeste sporen van de werkzaamheden op het onverdedigde deel al weg. Zelfs grote brede dwarsstrandse ribbelpatronen hebben zich hier weer weten te herstellen (zie figuur 7). Afgezien van de buffer, lijkt het onverdedigde deel weinig uit te drogen. Ook de toppen van de grote ribbels blijven nog enigszins nat.



**Figuur 7: dwarsstrandse ribbelpatronen op onverdedigde deel suppletie Schelphoek, apr 2012**

Tussen de dammen zijn de oneffenheden nog steeds aanwezig, doch was hier in april (ten opzichte van februari) ook al enige afvlakking te zien. De dammen houden het water tegen, waardoor de suppletie (extra?) nat blijft. Plaatselijk zijn openingen in de dammen aangebracht (alleen het geotextiel ontbreekt hier). Deze zijn in het veld goed te herkennen aan de afwateringsstroompjes welke "uit" de dammen komen. Doch is er niet bij elke opening een afwateringsgeultje te zien. Dit alles zorgt ervoor dat er best wat (getijde)poeltjes tussen de dammen zijn ontstaan. De hogere delen van de oneffenheden geven nog wel een droge indruk.

De luchtfoto met opnamedatum 22 mei 2012 is een welkome aanvulling op de bestaande foto's welke de natte en droge plekken tussen de dammen goed laat zien. Zie figuur 8.



**Figuur 8: luchtfoto cascade Schelphoek, 22 mei 2012**  
© JORA SOLUTIONS B.V. 2012.



## 4 MORFOLOGIE

### 4.1 Visuele inspectie

Tijdens een visuele inspectie wordt op een breed scala aan parameters met betrekking tot geomorfologie en hydrodynamica gelet. Hulpmiddelen hierbij zijn visuele markeringen (mbv bamboes) en foto's. Visuele inspecties zijn uitgevoerd op: 16 jan 2012, 23 feb (extra), 12 april en 26 juli.

Met behulp van bamboestokken is de grens van de suppletie gemarkeerd (direct na gereedkomen werk, medio jan. 2012). Aan de hand van deze visuele markeringen kan ter plaatste iets over zandverplaatsingen en de richting ervan gezegd worden. Tot op heden kan gezegd worden dat er weinig tot geen transport voorbij de bamboes is geweest, doch hooguit wat afvlakking van de suppletie.

Foto's worden ingezet bij:

- veranderingen bij visuele markeringen vast te leggen (1x/jr)
- veranderingen bij sedimentatie/erosieplots vast te leggen (1x/jr)
- veranderingen rond de koppen van – en tussen - de dammen (1x/jr)
- natheid sediment in beeld brengen (4x/jr)
- overzichtfoto vanaf de dijk (4x/jr), voorbeeld zie figuur 9
- overige opmerkelijkheden.



**Figuur 9: voorbeeld overzichtsfoto vanaf de dijk**

Tijdens de visuele inspecties wordt op de volgende zaken gelet en/is het volgende geconstateerd:

#### 4.1.1 *Ontgroningen*

Tijdens de ontwerpfase was er vrees voor ontgroningkuilen langs de koppen van de dammen als gevolg van afstromend water. Tot op heden is hier niets van betekenis van in het veld waargenomen. In het veld is wel te zien dat het water (deels) via de koppen afstroomt, maar dit stelt zo weinig voor dat er helemaal geen kuilen zijn en de geultjes slechts enkele centimeters diep zijn.

#### 4.1.2 *Stabiliteit stortstenen dammen*

De dammen geven een zeer stabiele indruk. De matige vorst begin 2012 heeft er wel voor gezorgd dat her en der stenen in de dammen zijn verpulverd. Deze liggen nu in vele stukjes uiteen, maar dit lijkt geen effect op de stabiliteit van de dammen te hebben gehad.

De dammen en schanskorven zijn volgens bestek aangelegd. Na oplevering zijn de schanskorven toch beschadigd geraakt (zie figuur 10). De korven lijken op een aantal plaatsen open te zijn gesprongen. De schanskorven hebben de functie ervoor te zorgen dat de oesters en stenen niet kunnen bewegen als gevolg van golfbelasting. Nu de stenen en oesters vrij los liggen is geen optimale aangroei van organismen te verwachten.



**Figuur 10: Open gesprongen korven in dam 1**

#### 4.1.3 *Aangroei dammen*

In januari troffen we de dammen nog geheel kaal aan. In april waren ze echter al grotendeels bedekt met diatomeeën, soms zelfs in lagen van bijna een centimeter dik (incl. slib). Ook het groene darmwier was al aanwezig, waardoor de grijze kleur was vervangen door een groene (wier) en bruine (diatomeeën) kleur. In juli werden al diverse wieren op de constructies aangetroffen waarbij de meesten op dam 1 en 2 zaten. Betreft veelal darmwier en zeesla van de groenwieren. Daarnaast ook Purperwier (roodwier) aangetroffen. Meer over aangroei dammen in paragraaf 5.2.

#### 4.1.4 *Getijdenpoelen en epifauna*

De openingen in de dammen 3 en 4 zorgen voor enkele ondiepe getijdenpoelen (max. 15cm diep). Krab, Garnaal en Grondel zijn al met regelmaat in deze plassen aangetroffen. Meer hierover in paragraaf 5.1.2.

#### 4.1.5 *Bodemleven/wadpieren*

In januari kon worden waargenomen dat aan de randen van de suppletie rekolonisatie (door Wadpieren) al aan de gang was. In februari werden sporadisch volwassen wadpieren midden op de suppletie aangetroffen worden. In deze maand was de bedekking met juveniele wadpieren ook weer sterk toegenomen. De tweede migratieperiode van juveniele wadpieren vindt plaats in de periode maart/juni. Het "broedwad" heeft de suppletie weten te vinden. In april 2012 was te zien dat er een flinke rekolonisatie van wadpieren is geweest! Afgezien van de zandbuffer waren zowat overal (juveniele) wadpieren te zien. Met name op het onverdedigde deel van de suppletie. Tussen de dammen waren het vooral de natte plekken welke waren

bevolkt met wadpieren. In juli zat de wadpier overal. Wát een verschil met de Galgeplaat waar dat jaren duurde. De buffer langs de kant van de dijk maakt hierop nog een uitzondering. Deze ligt nog te hoog en/of droogt nog te veel uit voor de wadpier.

Tijdens de epifaunabemonstering van de getijdepoelen (paragraaf 5.1.2) werd ook kokkelbroed aangetroffen. Niet veel, maar wel noemenswaardig. Meer over het bodemleven in paragraaf 5.1.3 'Gebiedsdekkende opname bodemleven'.

#### 4.1.6 *Sedimentsamenstelling*

Het sediment gebruikt voor de suppletie is wat grover dan dat er van origine in Schelphoek voorkomt. De oorspronkelijke bodem wordt gekenmerkt als fijnzandig (D50 gemiddeld gemeten op 180 mu) terwijl dat van het gesuppleerde materiaal ca. 300 mu is (middelfijn zand) Dit was op voorhand al bekend.

Rond de laagwaterlijn en tussen de dammen 1 en 2 zit meer slib in de bodem. Dit was ook voor de aanleg van de proef al het geval. Door de graafwerkzaamheden wisselen slibvelden zich af met zandhopen tussen dam 1 en 2; slib in de putten, zand op de bulten. Tussen dam 2 en 3 bevindt zich ook nog een slibveld, welke waarschijnlijk veroorzaakt door de werkzaamheden (nabij bij de zuidoostelijke kop, tegen de dam aan). Hier zak je tot je enkels in weg. Er bestaat nog geen indruk dat de dammen voor meer slib in sediment zorgen. Slechts een enkele keer is achter een dam (vanaf het water gezien) wat meer slib aangetroffen, maar dat was bij een volgend bezoek weer weg.

Zowel ten noorden als ten zuiden van de proef (waar geen suppletiezand ligt) en globaal onder NAP -75 cm wordt gekenmerkt door een slibrijke bodem. In deze gebieden wordt niet op pieren maar op zagers gespit. Tot op heden is er nog geen enkele aanwijzing dat er ook maar een klein beetje zand op deze gebieden is bijgekomen.

#### 4.1.7 *Zandverstuiving*

Eolisch transport op en over de dijk is ongewenst. Tijdens de aanleg van de suppletie is er echter best wat zand de (met gras begroeide) dijk opgewaaid. Dit zand is tussen de werkweg en de kruin van de dijk blijven liggen. Het meeste zand ligt rond de afrastering naast de werkweg (plaatselijk 8cm). Het zand is niet verder op de dijk gekomen dan halverwege de afstand van de werkweg tot de kruin. Vrijwel al dit zand is vermoedelijk verwaaid tijdens de aanleg vanaf de hoge voorraden met zand welke ook met hoog water droog bleven.

Nu na aanleg wordt al het zand tijdens hoogwater nat. Bij 6 Bft en hoger vind er nog wel enige verstuiving plaats, maar slechts enkele meters de dijk op en niet eens tot de werkweg.

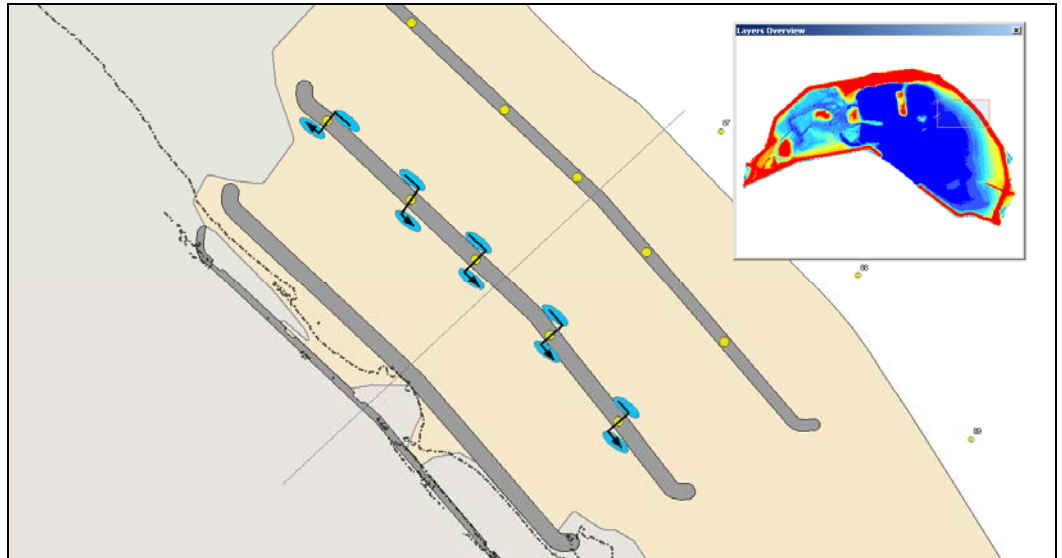
In juli was gebleken dat de grasmat weinig last heeft gehad van de zandverstuiving. Alleen tussen dijkpaal 85 en 86 heeft een strook van ca. 30m lengte en 2m breed (breedte vanaf de werkweg gezien) zichtbaar een minder dichte begroeiing.

#### 4.1.8 *Doorstroomopeningen*

In dam 3 en 4 zijn om de 50m doorstroomopeningen aangebracht. Er zijn geen fysieke openingen zichtbaar, maar alleen het grondkerend doek ontbreekt zodat het water er makkelijker doorheen kan stromen. Bij dam 3 lijkt een duidelijk patroon te zijn tussen de openingen en de aanwezigheid van getijdenpoeltjes. Het water lijkt hier schuin door de dammen via de openingen af te stromen, veelal in ZO richting. De getijdenpoelen en stroomrichtingen rond dam 3 zijn in figuur 11 schematisch weergegeven.



Bij dam 2 echter zijn bij wijze van proef helemaal geen openingen aangebracht. Dat het water hier rond de koppen harder afstroomt, is in het veld niet te zien; er zijn sowieso nergens ontgrondingskuilen gevormd en ook aan de slechts enkele centimeters diepe geultjes langs de koppen is geen verschil te zien.

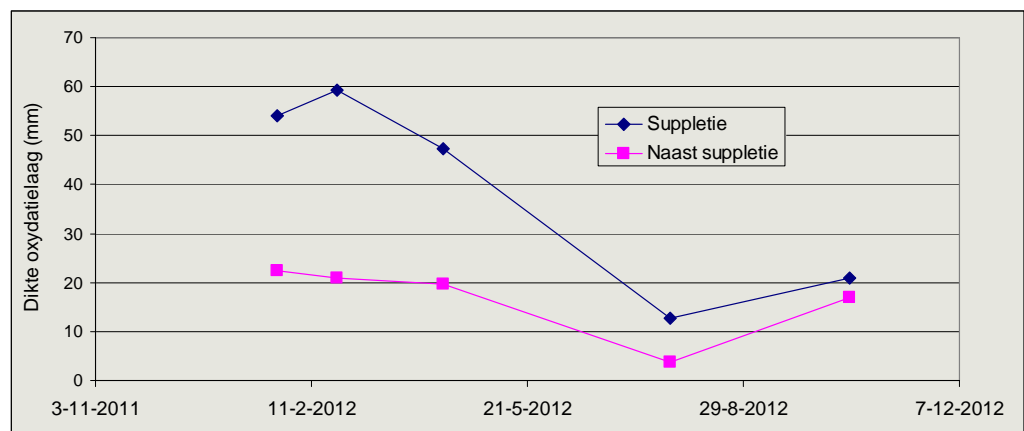


**Figuur 11: schematische weergave stroming door dam 3**

#### 4.1.9

##### *Dikte oxydatielaag*

Tijdens elke sedimentatie-erosiemeting wordt de dikte van de oxydatielaag op elk plot gemeten. Feitelijk wordt de diepte gemeten waar de grenslaag ligt tussen de geel/bruine geoxydeerde laag en de grijs/zwarte gereduceerde laag. De resultaten zijn in figuur 12 weergegeven als gemiddelde waarden voor alle plots welke op de suppletie liggen en alle gemiddelde waarden welke naast de suppletie liggen. Tot en met juli ligt de grenslaag op de suppletie ruim een factor 2 dieper dan naast de suppletie. Interessant is dat in oktober de lagen op zowel de suppletie als naast de suppletie gemiddelde bijna even diep liggen. Het interessante is dat dit in vergelijking met de Galgeplaat suppletie, bij de Galgeplaat enkele jaren duurde en hier bij de Schelphoek dat dit al na een half jaar gelijk is.



**Figuur 12: Dikte oxydatielaag op en naast de suppletie**

## 4.2 Hoogtemetingen

### 4.2.1 *Multibeam*

Om de morfologische ontwikkelingen beneden de laagwaterlijn te kunnen bepalen en om te kunnen constateren of het zand ook richting open water beweegt (ZW-richting) zijn ook hier diepte/hoogte gegevens benodigd. Dit is echter niet te realiseren met behulp van RTK omdat deze meetmethode te voet wordt uitgevoerd. Daarom wordt met een ondiep stekend vaartuig (M.S. Pegasus, RWS ZH) dit gebied met behulp van multibeam vlakdekkend in kaart gebracht.

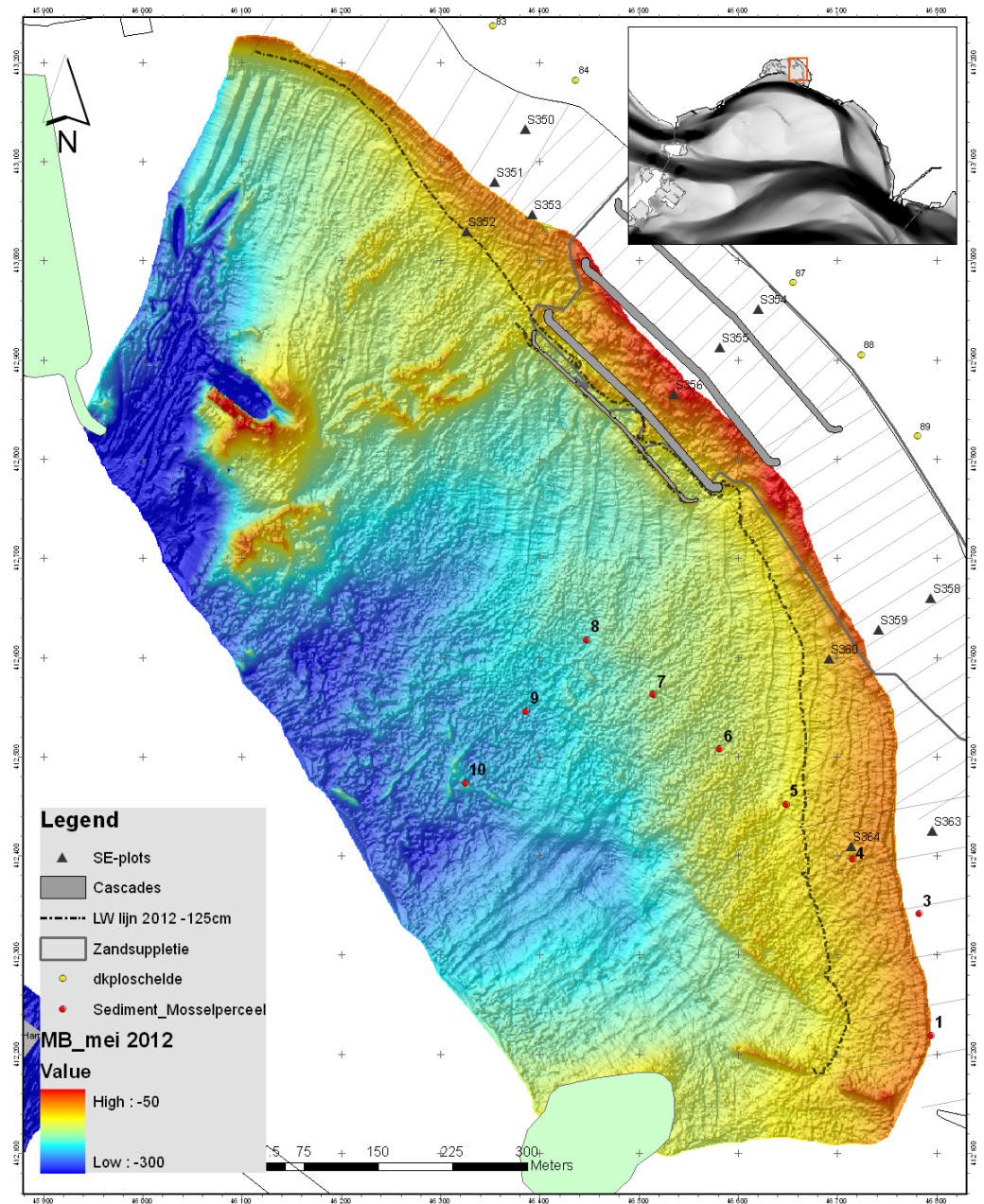
#### Methode

Mbv een multibeamsensor bevestigd onder een schip kan varend de diepte van de waterbodem bepaald worden. Door een geluidspuls uit te zenden en de tijd op te nemen hoe lang het duurt voordat de echo wordt waargenomen kan de waterbodemdiepte bepaald worden. In tegenstelling tot singlebeam wordt geen enkele geluidspuls (beam) uitgezonden, maar 2 x 256 pulsen in een breed spectrum aan richtingen. Op deze manier kan de diepte van de bodem onder de boot met drie maal de waterdiepte met een onnauwkeurigheid van +/- 10cm in kaart gebracht worden.

#### Resultaten

Multibeammetingen hebben plaatsgevonden op:  
26 apr 2011 (T0), 23 feb 2012 (T1) en 8 mei 2012 (T2).

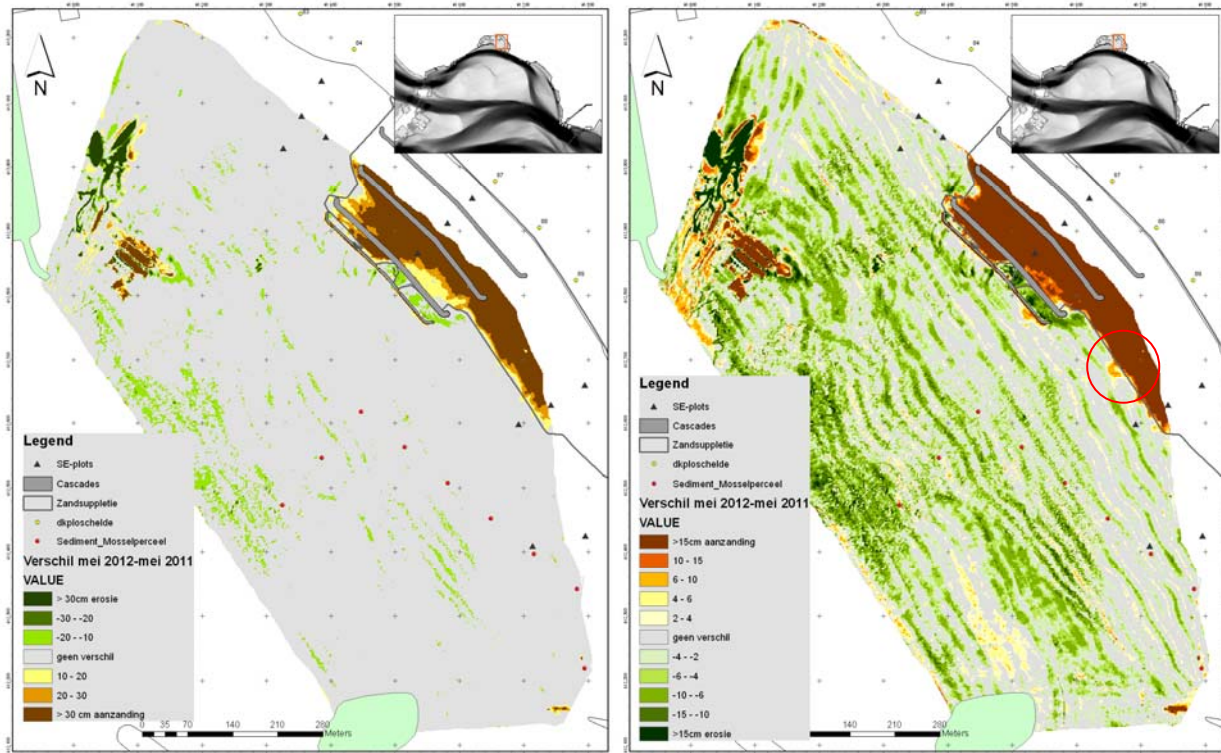
Zie figuur 13, voor het dieptebeeld van mei 2012 in de Schelphoek bemeten met multibeam.



**Figuur 13: multibeamopname mei 2012**

In figuur 13 is te zien dat het gebied onder de LW-lijn nog steeds erg ondiep is. Grote delen zijn ondieper dan NAP -3m. De banen die dankzij de schaduwwerking (hillshade) zichtbaar zijn hebben geen morfologische betekenis, maar betreffen de zichtbare onnauwkeurigheden van het multibeamstelsel (direct onder het schip is de onnauwkeurigheid het grootst).

Uiteindelijk gaat het niet om de dieptes maar om de eventuele veranderingen in de dieptes van de waterbodem. In figuur 14 is het verschilbeeld (veranderingen) van mei 2012 (T2) met de T0-meting van mei 2011 te zien.



**Figuur 14: Verschilkaart multibeam Schelphoek mei 2012 – mei 2011 met twee verschillende klassenindelingen (T2-T0)**

Normaal gesproken worden verschilwaarden binnen het bereik van de onnauwkeurigheid van het meetsysteem als "geen verschil" gepresenteerd. Zie hiervoor het linker beeld in figuur 14. Verschillen kleiner en groter dan 10cm zijn als 'geen verschil' met lichtgrijs weergegeven. De figuur laat duidelijk zien waar is gesuppleerd. Verder zijn er rond het suppletiegebied nauwelijks verandering te zien.

Toch wil men graag veranderingen minder dan 10cm (tot enkele cm) ook graag kunnen zien. Hierbij kunnen veranderingen eerder worden waargenomen. Daarom is hetzelfde verschilbeeld in het rechter beeld in figuur 14 weergegeven, waarbij een 'krappere' klassenindeling is toegepast. Deze klassenindeling wordt normaal gesproken gebruikt bij verschilkaarten van het RTK-systeem met onnauwkeurigheden +/- 2cm. In het verschilbeeld zijn nu meer patronen waar te nemen. De meeste patronen zijn toe te wijten aan onnauwkeurigheden binnen het multibeamstelsel. De vaarbanen van het schip zijn zelfs zichtbaar, dit omdat de onnauwkeurigheid onder het schip juist het grootst is.

De verwachting was dat morfologische veranderingen van enkele centimeters door deze banen heen toch zichtbaar zouden zijn. De ontwikkelingen zijn niet zo groot geweest, doch is een "pluim" van aanzanding (rood omcirkeld) in het rechter kaartbeeld wel te zien en in het linker niet, welke niet op een onnauwkeurigheid van het multibeamstelsel wijst. Tevens zijn ten zuidwesten van dam 1 sporen van het werkschip te zien (erosie als gevolg van schroefwater en zwaibewegingen) welke in het linker kaartbeeld een stuk minder zichtbaar zijn.

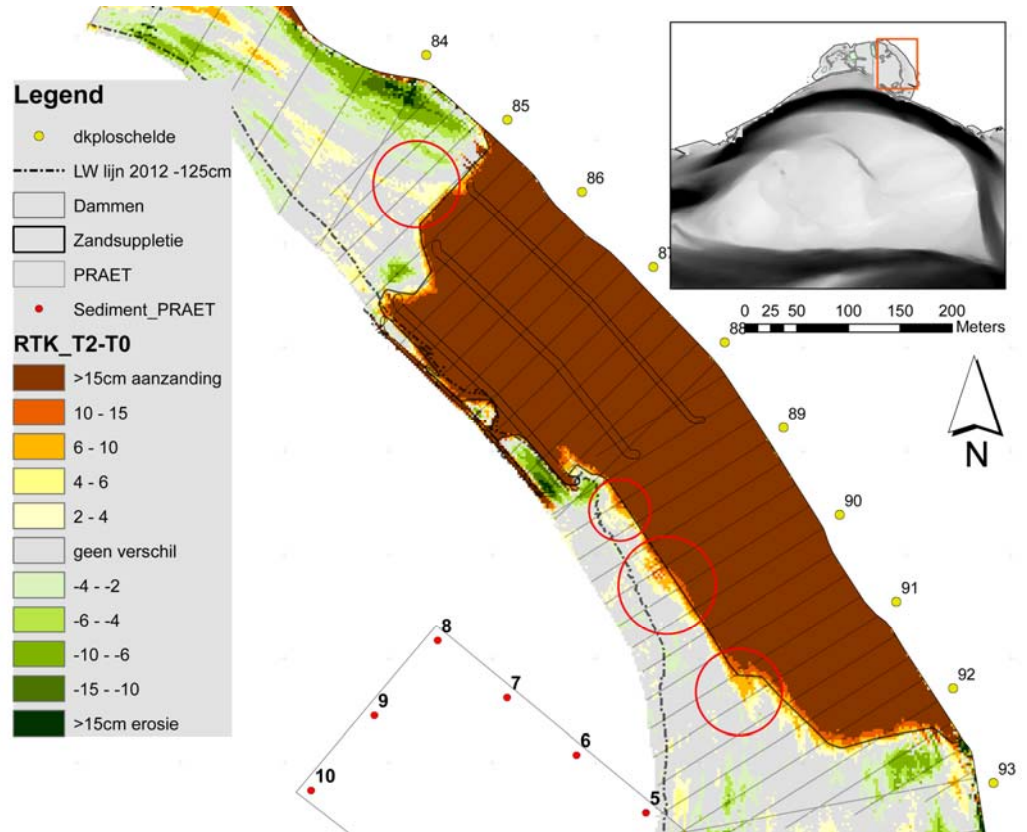
#### MULTIBEAM versus RTK met oog op inzetbaarheid in ondiep water

Met het gebruik van multibeam in ondiep water en morfologische veranderingen in beeld brengen met dit systeem kleiner dan 10cm is nog niet veel ervaring opgedaan. Daarom wordt er hier wat dieper in de materie ingegaan door vergelijk te



maken met nauwkeurigere RTK-metingen. Gelukkig is er enige overlap tussen de metingen met multibeam en RTK en zijn de meetperioden ook vergelijkbaar.

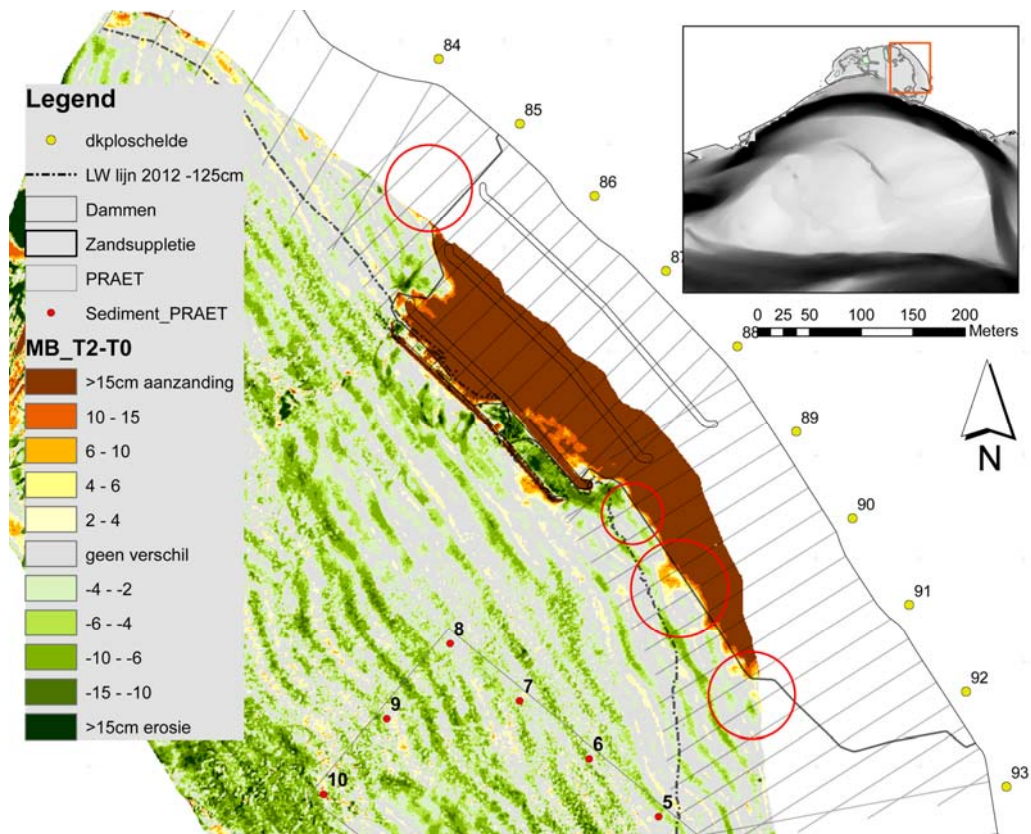
Om te zien hoe multibeam ten opzichte van RTK presteert zijn in figuur 15 en 16 de verschilbeelden T2-T0 van beide systemen gepresenteerd.



**Figuur 15: verschilbeeld T2-T0 RTK-meetsysteem**

Figuur 15 geeft het verschilbeeld T2-T0 van het RTK-meetsysteem weer. Aangezien het de verschilkaart T2-T0 betreft is niet alleen te zien waar gesuppleerd is (T1), maar ook wat de ontwikkelingen na de aanleg zijn geweest (T2). Op vier plaatsen lijkt er een indicatie te zijn dat er wel enige sedimenttransport heeft plaats gevonden. Deze plekken zijn rood omcirkeld. De meest noordelijke en meest zuidelijke plek zijn waarschijnlijk veroorzaakt door golfwerking in combinatie met (af)stroming (transport). De middelste plekken lijken te duiden op afvlakking. Wat de kaart duidelijk laat zien is dat de veranderingen klein zijn en dat het suppletiezand maximaal 25m getransporteerd is.

In figuur 16 zijn de verschillen over dezelfde periode gepresenteerd, maar dan van het multibeamsysteem. Ter referentie zijn de rode cirkels in de kaart gelaten.



**Figuur 16: Verschilbeeld T2-T0 met multibeam-systeem**

Dat er aanzanding buiten het initiële suppletiegebied is, is zelfs nog beter - met meer detail - te zien dan met de RTK-metingen. Ook de multibeammetingen laten zien dat het sediment niet verder dan 25m van de suppletie getransporteerd is.

De onnauwkeurigheden van het multibeamsysteem zijn goed in de verschilkaarten terug te zien als rechte lijnen van 'erosie en sedimentatie'. Morfologische verschillen zijn veelal aan andere vormen herkenbaar. Mocht de situatie zich voordoen dat het zand van de suppletie zich verspreidt, dan zou dit ook zichtbaar moeten zijn met behulp van het multibeamsysteem.

#### 4.2.2 RTK-dGPS

Deze moderne manier van waterpassen maakt gebruik van het GPS signaal van satellieten en twee satellietontvangers. Door te werken met twee satellietontvangers, één op een vast punt met bekende hoogte in de omgeving en één op het bewegende object (op de rug van de surveyor in het veld) en de gegevens van de twee ontvangers te combineren, is de nauwkeurigheid in de XY-richting op te voeren tot centimeter niveau en in de Z-richting (hoogte) tot circa 2cm.

De hoogten van het grootste gedeelte van het projectgebied worden met behulp van RTK bepaald. Zie figuur 17 voor actueel hoogtebeeld projectgebied en ligging RTK-raaien. RTK-metingen hebben plaatsgevonden op:

- T0 18 mei 2011
- T1/2 okt 2011 (RTK/Singlebeam van Jan de Nul, na gereedkomen suppletie, voor aanleg cascade)
- T1 27 jan 2012
- T2 26 apr 2012

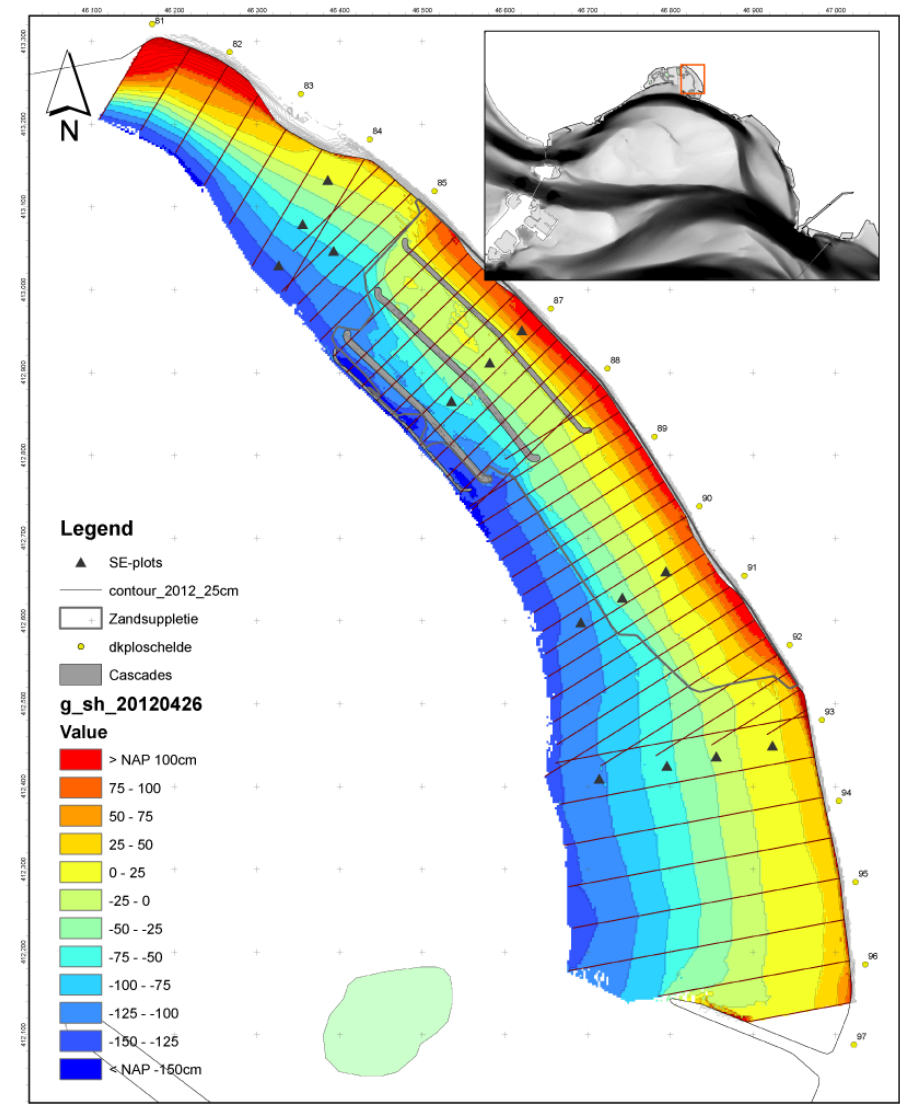
T3 10 juli 2012; Hoogtes lijken onbetrouwbaar. Nagegaan wordt of de dataset nog gecorrigeerd kan worden.

Voordat het ontwerp definitief was werden al T0 metingen gedaan om de autonome ontwikkeling van het slik in beeld te brengen. Raaistelsel was nog anders dan nu.

T-1 12 okt 2010 (lees T min één)

T-2 17 jun 2010

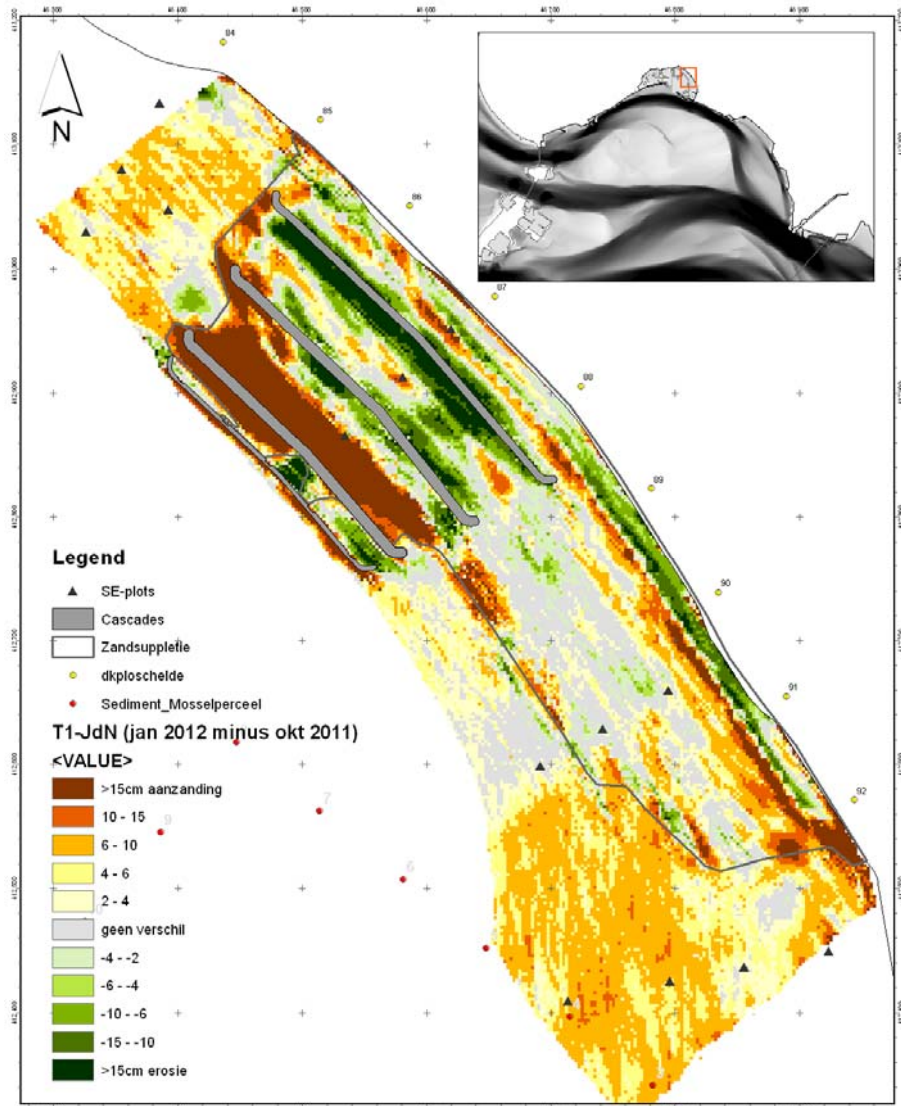
Het verloop van de dieptelijnen verradt waar de suppletie begint. De zandbuffer tegen de dijk is goed te zien.



**Figuur 17: Hoogtes Schelphoek 26 april 2012 met ligging RTK-raaien en SE-plots**

In figuur 18 is de verschilkaart te zien van verschillen tussen de T1 (jan 2012) met de situatie na het gereedkomen van de zandsuppletie maar voor de aanleg van de cascade (T½). In deze periode is er op diverse plaatsen erosie en sedimentatie opgetreden. Bij het interpreteren hiervan moet men rekening houden dat:

- om de dammen te kunnen plaatsen het een en ander aan zand is verzet;
- er nog egalisatiewerkzaamheden hebben plaatsgevonden
- er rond december 2012 zo'n 5 tal stormen van 8 Bft zijn geweest.



**Figuur 18: Verschilkaart T1-T1/2 (jan 2012 minus oktober 2011)**

*LET OP: de geel oranje gebieden ten noorden en zuiden van de suppletie zijn geen MORFOLOGISCHE verschillen! Alleen het suppletiegebied is bij beide metingen middels RTK gemeten. Het gebied buiten de suppletie is bij de T½ varend bemeten middels singlebeam met hogere onnauwkeurigheid (orde grootte 10cm). Bij de T1 is het gebied buiten de suppletie wel weer bemeten met RTK. De verschillen in de kaart buiten de suppletie laten meer de onnauwkeurigheid van het singlebeamsysteem dan morfologische verschillen. Bij de interpretatie van de figuur dient hier rekening mee te worden gehouden.*

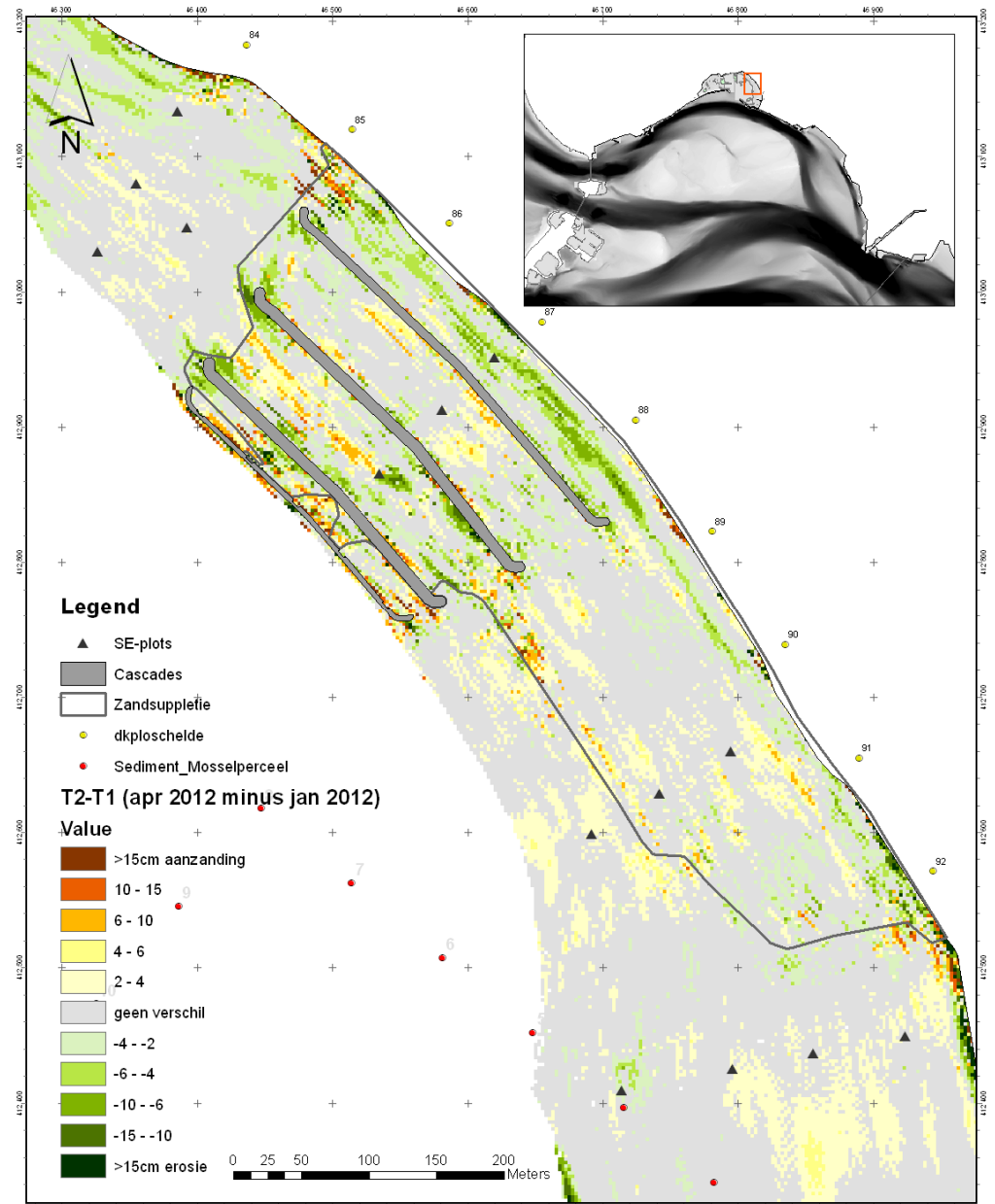
In de verschilkaart in figuur 18 is te zien dat de buffer tegen de dijk wat in hoogte heeft verloren, waarbij het meeste zand er net voor is blijven liggen (uitvlakking). De buffer welke achter dam 4 ligt, lijkt minder te zijn geërodeerd dan het deel van de buffer dat niet verdedigd is.

N.B. feitelijk is januari 2012 uitgangspunt van ontwikkelingen na aanleg van het werk (T1)



De erosie/sedimentatie patronen op de cascade zijn lastig te verklaren omdat mogelijk de verschillen zijn veroorzaakt door de werkzaamheden aan de dammen. Interessant zijn de verschillen rond dam 4 bovenaan de cascade. Zijn dit stormeffecten of komt dit toch door de werkzaamheden? Om dit te kunnen beantwoorden zou bij de aannemer nog nagegaan moeten worden of dit door graafwerkzaamheden gebeurd kan zijn.

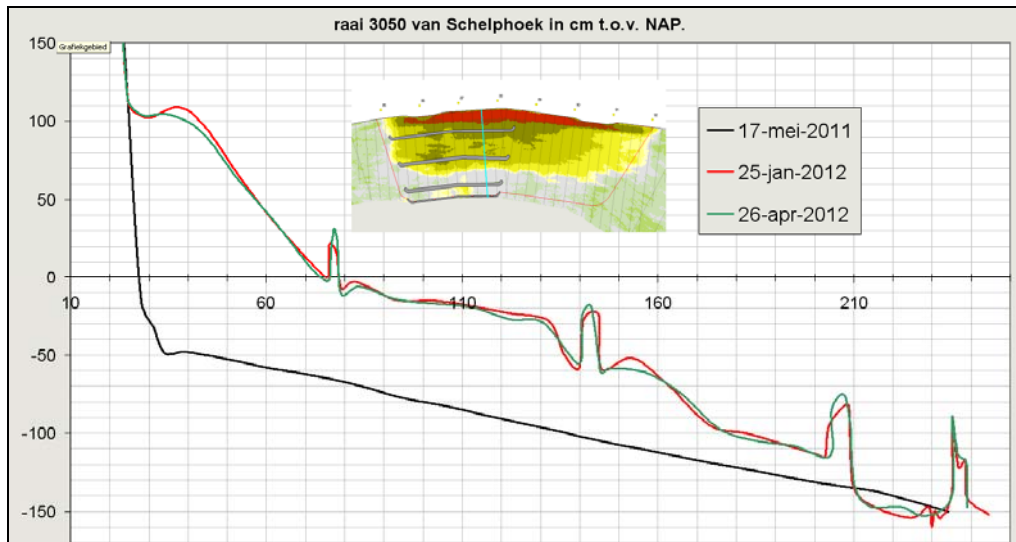
De gele gebieden boven en onderin het verschilbeeld zijn wederom de nauwkeurighedsverschillen tussen RTK en Singlebeam te zichtbaar zijn geworden.



**Figuur 19: Verschilkaart T2-T1 (apr 2012 minus jan 2012)**

Nadat alle werken zijn gereedgekomen, dus inclusief de cascade met dammen, zijn de morfologische verandering juist marginaal. Er is nog iets van afvlakking van de buffer te zien en enige erosie rond de noordelijke koppen van de dammen. Verder geen indicaties dat het zand een bepaalde richting op beweegt. Opmerkelijk dat nu de meeste erosie van de buffer juist op de cascade heeft opgetreden (zie figuur 19).

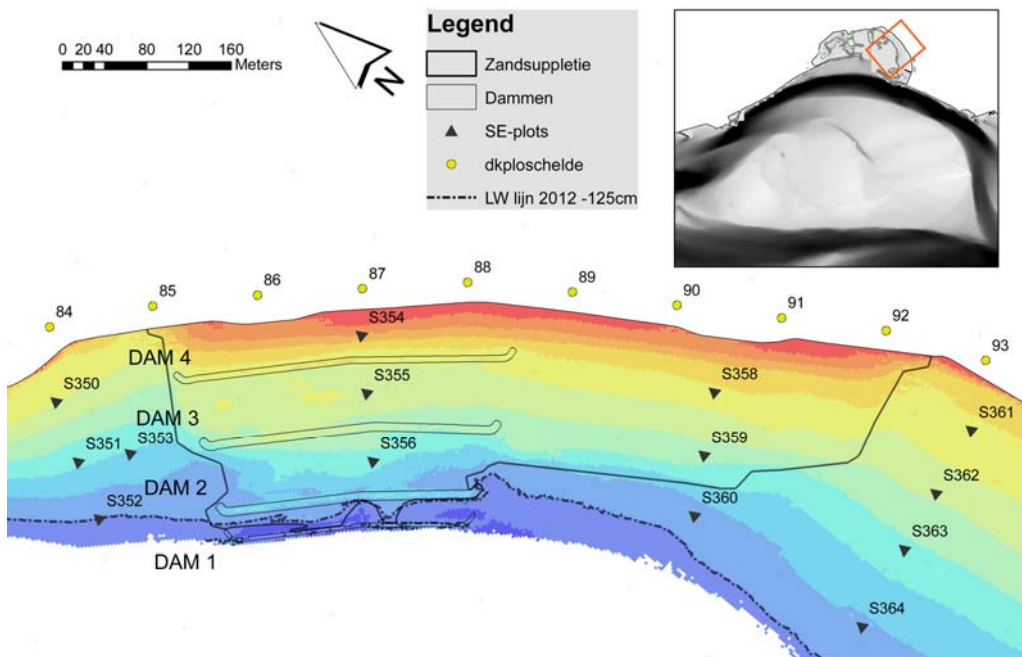
RTK-gegevens kunnen ook met behulp van dwarsprofielen gepresenteerd worden. In figuur 20 zijn de dwarsprofielen van profiel 3050 gepresenteerd. Wat in het veld niet zo opvalt, maar in het profiel wel, is dat voor en achter dam 3 er enige verdieping in het profiel is te zien. Mogelijk zorgt golfwerking in combinatie met stroming toch voor enige erosie/ontgronding langs deze dam.



**Figuur 20: dwarsprofielen RTK-metingen raai 3050**

#### 4.2.3 SET-metingen

Aangezien de zandhonger in de Oosterschelde zich gemiddeld manifesteert met één à twee centimeter per jaar en de verwachting is dat de ontwikkelingen in Schelphoek niet harder zullen gaan is ervoor gekozen om ook op en naast de suppletie met behulp van sedimentatie-erosie plots (Sedimentation Erosion Table, SET) met een hogere nauwkeurigheid te meten ( $\pm 5\text{mm}$ ). Hiermee kunnen over de relatief korte evaluatietijd toch nauwkeurige trendberekeningen gemaakt worden.



**Figuur 21: ligging 14 sedimentatie-erosieplots Schelphoek**

In figuur 21 zijn de locaties van de 14 meetplots als zwarte driehoekje terug te vinden. Tussen dam 1 en dam 2 was ook een S/E-plot gepland. In verband met grote oneffenheden na aanleg van de dammen heeft het niet veel zin hier te meten. Dit meetplot is daarom ingezet tussen dam 3 en plot S351. Op deze manier kan nog sneller eventuele sedimentatie van zand afkomstig van de suppletie waargenomen worden.

Sedimentatie-erosiemetingen vinden elk kwartaal plaats. Reeds op: 16 jan 2012, 23 feb (extra), 12 april, 26 juli en 18 oktober.

SET-metingen worden altijd met visuele inspecties gecombineerd. Op de SET-locaties wordt naast de sedimentatie-erosiemeting ook gekeken naar:

- lutumgehalte (methode Stiboka)
- wadpieren/m<sup>2</sup>
- richting stroomribbels indien aanwezig
- dikte oxidatielaag
- evt. opmerkingen

De vijf waarnemingen laten nog weinig spannende ontwikkelingen zien. Al is dit ook een gegeven; dat er weinig verandert. Het meest hooggelegen plot S354 is 6 cm geërodeerd als gevolg van erosie/afvlakking van de buffer. Plot S356 tussen dam 2 en 3 is ook 6 cm geërodeerd waarvan de oorzaak waarschijnlijk gezocht moet worden in het uitvlakken van de oneffenheden in de suppletie als gevolg van de werkzaamheden. De andere plots laten veranderingen <1cm zien. De reeks is nog maar kort, later valt hier meer over te zeggen. Tot nu toe zijn de metingen (op 1 meting bij plotnr. S351 na) nog niet verstoord geweest door pierenspitactiviteiten.

#### 4.2.4 *Bepalen omvang ontgroningen*

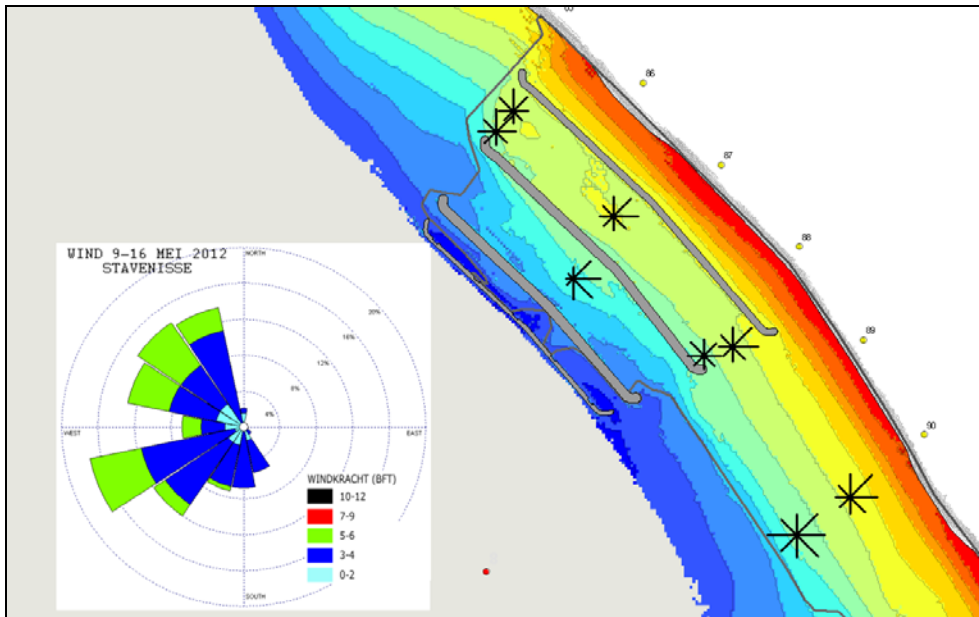
Eventuele ontgroningen zouden met behulp van RTK-metingen worden opgevolgd. Aangezien ontgroningen nog niet hebben plaatsgevonden en ook niet meer worden verwacht (mogelijk hooguit tijdelijk tijdens zware storm) wordt volstaan met het visueel beoordelen/opvolgen van evt. ontgroningen (zie paragraaf 4.1.1).

#### 4.2.5 *Sedimenttransportrichtingmetingen met behulp van minisuppleties*

Minisuppleties zijn een middel om netto sedimenttransportrichting in situ in beeld te kunnen brengen. In het intergetijdegebied wordt een exact ronde berg zand neergelegd met hoogte van ca. 15 tot 20cm en een straal van ca. 1m. Golven en (windgedreven) stroming zorgen voor verplaatsing/vervorming van de hoop zand. Dit geeft iets aan van de netto sedimenttransportrichting (Paree, 2012).

In de T0-periode waren eerder al sedimenttransportrichtingsmetingen gedaan. Tijdens een stevige ZW-wind was duidelijk een veelal naar het noorden gericht sedimenttransport te zien.

Op 9 mei 2012 zijn een 8-tal minisuppleties aangelegd welke 16 mei weer zijn be-meten. Tijdens deze periode heeft er veel al een matig tot krachtige wind uit het westen gestaan. Deze wind + golven + en getijdenstroming heeft ervoor gezorgd dat het transport in deze periode meer een NO component heeft gehad.

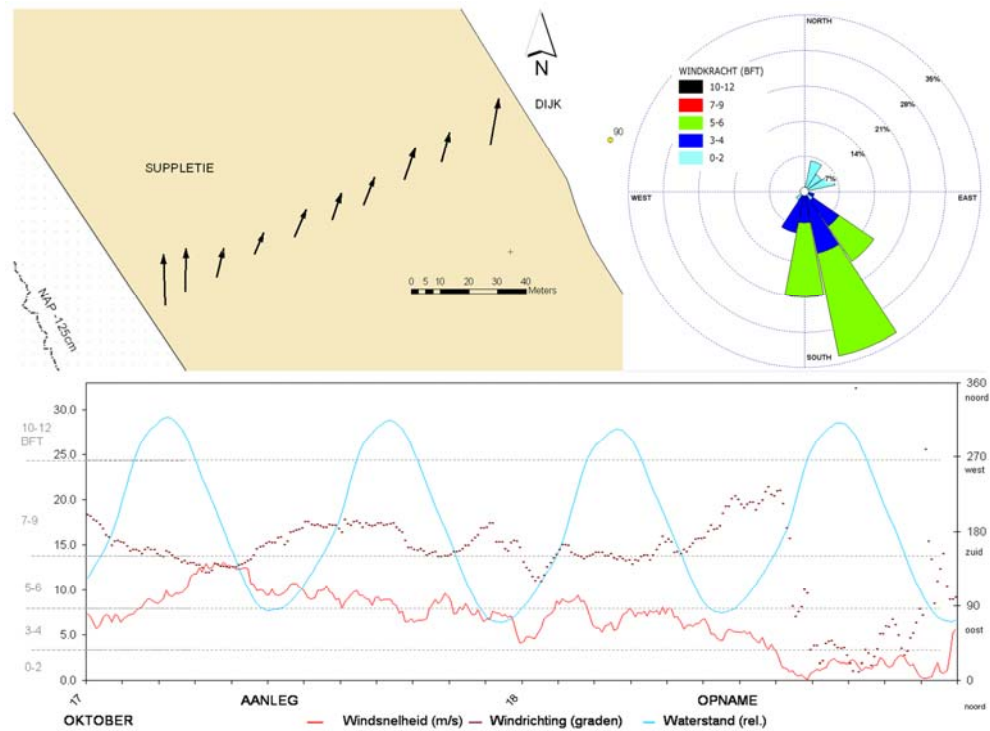


**Figuur 22: Resultaat sedimenttransportrichtingmeting mbv minisuppleties. Aanleg 9 mei, opname 16 mei 2012 (lijnen zijn met factor 10 vergroot) en opgetreden wind (Stavenisse).**

Wat op valt is dat bij beide metingen het transport richting de dijk is of anders parallel aan de dijk (zie figuur 22).

Op 17 oktober 2012 zijn 10 minisuppleties uitgevoerd in een raai van de laagwaterlijn tot aan de dijk op het onverdedigde deel van de suppletie in dezelfde raai als waar golven en stroming gemeten gaan worden. Eerdere metingen lieten transport het slik op zien. De reden om een raai met minisuppleties aan te leggen was om te kijken of er richting de dijk het transport dan meer parallel met de dieptelijnen zou lopen. Gezien de stevige wind uit hoofdzakelijk zuidelijke richtingen konden de minisuppleties de volgende dag al bemeten worden. Zie figuur 23 voor het resultaat.

De meting laat zien dat het transport het sterkst was richting de laagwaterlijn en meer richting de dijk en wat minder transport midden op het intergetijdegebied. Wederom transport van sediment het slik op en deels richting de cascade. Blijkbaar moet er nog dichter tegen de dijk aan gemeten worden om parallelle transporten te zien.



**Figuur 23: Resultaat sedimenttransportmeting mbv minisuppleties (wind: Zeelandbrug, water: Stavenisse)**

#### 4.2.6 *Bepaling van verstuingen*

Er is voor gekozen de verstuingen niet meer te meten, maar tijdens een visuele inspectie ronde mee te nemen als zijnde parameter om te beoordelen. Zie paragraaf 4.1.7.

#### 4.2.7 *Zettingen*

Tijdens projectgroepoverleg eind 2011 was besloten geen zettingen meer te gaan meten in het gebied. De 10 zakbakens waren te hoog om tijdens een reguliere RTK-meting mee te kunnen meten. Ook uit esthetisch oogpunt is besloten de zakbakens voor de oplevering uit het gebied te laten verwijderen.

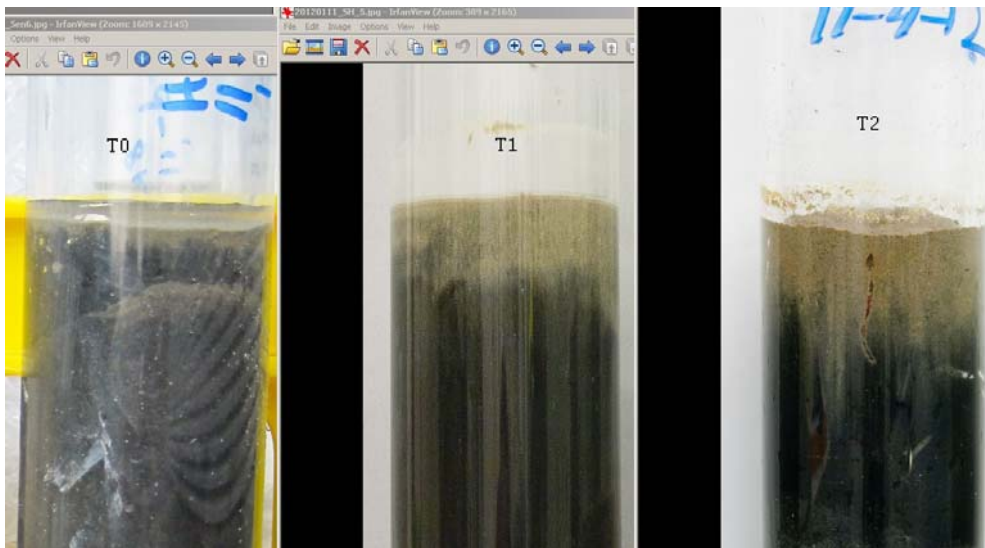
#### 4.2.8 *Sedimentbemonsteringen mosselperceel Praet*

Aanvullend op het monitoringsplan van Witteveen&Bos wordt ook een sedimentbemonstering op het nabijgelegen mosselperceel "Praet" uitgevoerd.

Het is niet wenselijk dat zand afkomstig van de zandsuppletie het nabijgelegen op het mosselperceel "Praet" komt. Met behulp van RTK-metingen en multibeammetingen kan al nagegaan worden in welke richting het zand zich beweegt. Als extra controle liggen er rond het mosselperceel 10 monsterpunten welke elk kwartaal op sedimentsamenstelling worden beoordeeld.

De bodem van het perceel bestaat uit fijn zand. Een "invasie" van het grovere zand afkomstig van de suppletie moet hierbij te onderscheiden zijn. Bij voorkeur wordt de beoordeling visueel in de zuigerboorbuis gedaan, bij twijfel door vergelijking van zeefkrommes van de laagjes zand middels labanalyses.

In figuur 4 (en 13) zijn de monsterpunten als rode bolletjes weergegeven welke samen een rechthoek vormen. Voorbeeld van sedimentmonsters (mbv zuigerboor) zijn in figuur 24 weergegeven.



**Figuur 24: Voorbeelden van de monsters sedimentsamenstelling mosselperceel Praet (monster heeft doorsnede van 4cm).**

De monsters van meetpunt 5 (meest dichtbij de suppletie gelegen) waren aanleiding voor twijfel. Twijfel omdat mogelijk een iets grotere korrel te zien was in de buizen vanaf de T1. Alle monsters van meetpunt 5 (T0 t/m T3) worden op sedimentsamenstelling geanalyseerd. Een analysevoorstel/plan van aanpak is in de maak. Een beoordelingsverslag incl. de resultaten van de RTK- en multibeammeting zal ergens 4<sup>e</sup> kwartaal 12 beschikbaar zijn.



## 5 Ecologie

### 5.1 Bodemdierbemonsteringen

#### 5.1.1 Endofauna (dieren in de bodem)

Resultaat T0 op:

P:\Cascadeproef Schelphoek\UITBESTEDINGEN\BODEMDIEREN\Product T0 opname 2010\ Schelphoek T0 Rapportage MT2011-05.pdf  
T1 gepland okt 2012.

#### 5.1.2 Epifauna (dieren op de bodem)

Op 23 augustus 2012 heeft de eerste epifaunabemonstering plaats gevonden. Tijdens deze bemonstering/inventarisatie wordt naar het voorkomen van Garnalen, Krabben en Grondels gekeken.

De opdracht was om alle getijdenpoelen kleiner dan rond 1m geheel te inventariseren en van de grotere poelen 10% van het totale poelenoppervlak. Zie figuur 25 met voorbeeld getijdenpoel.

Alle poelen tussen dam 2 en 3 en tussen dam 3 en 4 zijn geïnventariseerd. Met een standaard macrofauna handnet (breed 30cm, aluminium omranding) is het te inventariseren oppervlak leeggeschept. Tussen dam 1 en 2 kon niet worden geïnventariseerd omdat dat gebied pas droog komt bij een springtij. Tussen dam 4 en de dijk zijn nauwelijks getijdenpoelen aanwezig.



**Figuur 25: voorbeeld getijdenpoel en monsternemer met macrofauna handnet**

De resultaten van de inventarisatie zijn in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1: resultaten inventarisatie epifauna getijdepoelen Schelphoek

Epifauna in getijdepoelen	Tussen dam 2 en 3	Tussen dam 3 en 4
Bemonsterd oppervlak m2	17.9	122
Soorten	Aantallen / m2	Aantallen / m2
Krab	0.11	0.06
Garnaal klein <1cm	3.97	1.22
middel	5.42	4.68
groot >2,5cm	0.28	0.37
Totaal	9.66	6.26
Grondel	0.34	0.87

Het oppervlak intergetijdenpoel is tussen dam 3 en 4 is ca. 6x groter dan tussen dam 2 en 3 terwijl deze hoger in de intergetijdenzone ligt. Dit is iets merkwaardig, maar kan mogelijk verklaard worden doordat de buffer tegen de dijk lang water blijft verliezen. Gemiddeld genomen zijn er hier minder Garnalen, maar meer Grondels waargenomen. De gemiddelde aantallen krabben zijn slechts gebaseerd op twee individuen tussen cascades 2 en 3 en zeven individuen tussen dam 3 en 4.

De aanwezigheid van poelen lijkt het gevolg van de doorstroomopeningen in dam 3 en 4. De poelen zijn niet diep, gemiddeld 5-7cm met maximale dieptes tot 15cm. Tussen dam 2 en 3, tegen dam 3 bevonden redelijk wat (aangespoelde) wieren.

### 5.1.3

#### *Gebiedsdekkende opname bodemleven*

Aanvullend op het bestaande monitoringsprogramma wordt het bodemleven gebiedsdekkend in kaart gebracht. Op alle RTK-raaien welke op een afstand van 25m van elkaar vandaan liggen, wordt om de 20m o.a. het aantal wadpierenhoopjes/m2 geteld.

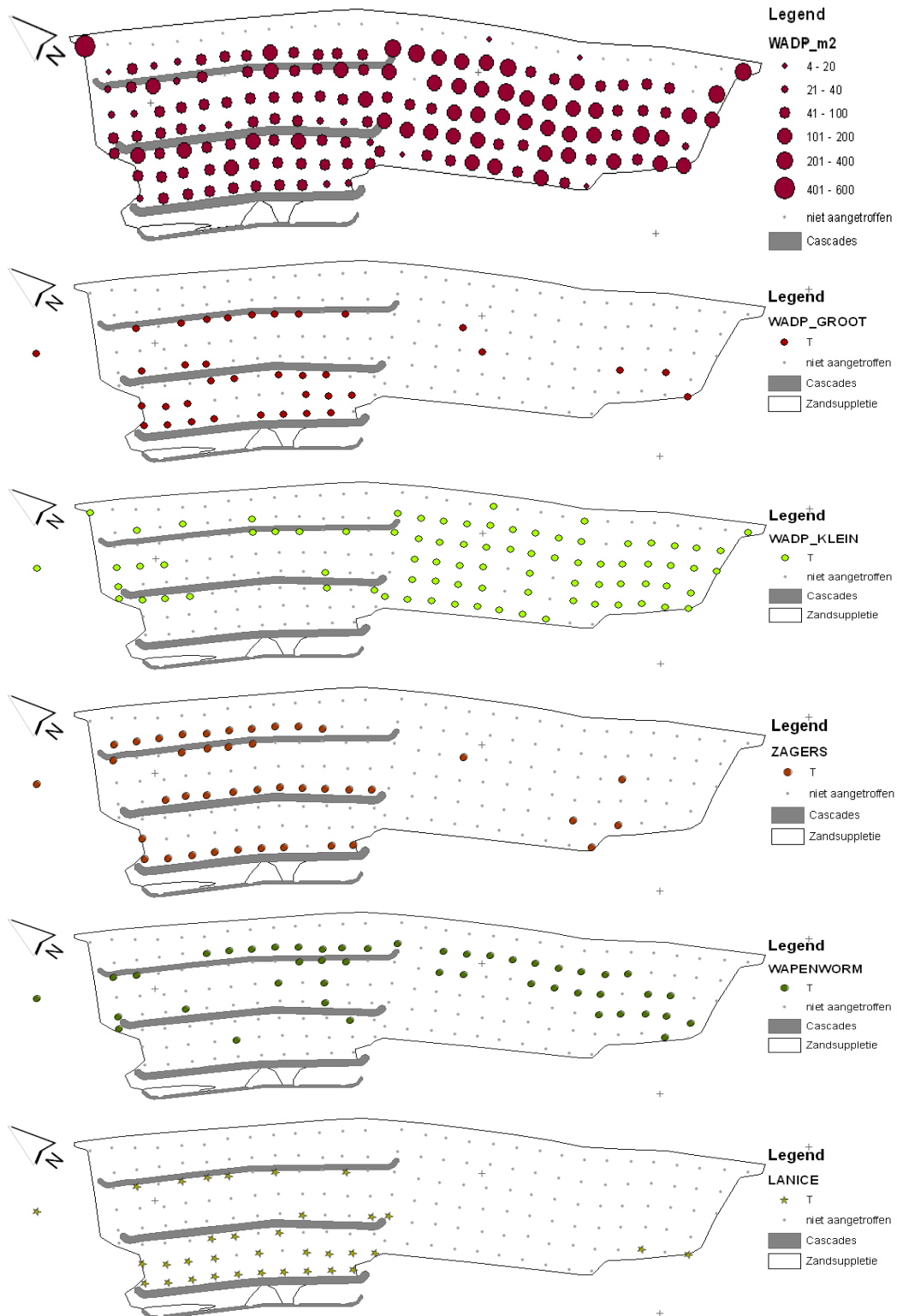
Op 24 augustus 2012 is deze gebiedsdekkende opname uitgevoerd. Door de bodem enkele malen open te spitten wordt gekeken welke bodemdieren voorkomen. Binnen een vierkant van 50x50cm wordt het aantal wadpieren geteld. Met de kokkelhark of vingers wordt gekeken of er geen/weinig/veel kokkels voorkomen. Verder worden er visueel nog enkele andere bepalingen gedaan zoals kijken naar voorkomen van zee-sla, diatomeeën, slib etc. Tevens wordt aangegeven of de groottes en aantallen aan de definitie "spitbaar" volgens Sportvisserij ZW-Ned. voldoet.

Dit is op 178 locaties uitgevoerd door twee personen in vijf uur tijd. In figuur 26 is een voorbeeld weergegeven van de methode op een meetlocatie.



**Figuur 26: voorbeeld methode gebiedsdekkende opname**





**Figuur 27: een selectie van de resultaten van de gebiedsdekkende opname**

NB: de resultaten van Wadpier klasse "middelgroot" zijn niet gepresenteerd! Wat de groottes betreft: groot zijn hoopjes van volwassen Wadpieren. Met klein worden de hoopjes van het wadpierenbroed bedoeld.

In figuur 27 is een selectie van de resultaten van de gebiedsdekkende opname van 23 augustus 2012 weergegeven. De selectie is beperkt tot de soorten welke een "interessant" verspreidingspatroon laten zien.

De wadpier is – afgezien van de buffer – overal aangetroffen. De cascade heeft een duidelijke (positieve) invloed op het voorkomen van de bodemdieren waaronder ook de wadpier. Het meeste broed (WADPIER\_KLEIN) is aangetroffen juist op het onverdedigde deel van de suppletie, terwijl de adulten meer op de cascade zijn te vinden. Mogelijk is hier een relatie met het voorkomen van diatomeeën welke tussen de dammen meer voorkomen dan op het onverdedigde deel van de suppletie. Zagers zijn aangetroffen rond de dammen evenals Lanice. Lanice (schelpkokerworm) houdt van een natter habitat wat in dit geval de getijdenpoelen en het nattere zand tussen de dammen is. De Wapenworm komt op beide gedeeltes van de suppletie voor, maar lijkt op het onverdedigde deel wat meer geconcentreerd in een zone voor te komen. De Kokkel was nog de grote afwezige; slechts 1 kokkel en een paar broedjes werden waargenomen.

De volledige set met parameters waar naar is gekeken is in tabel 2 weergegeven. De overige (alle) resultaten staan verzameld in:

P:\dz\Cascadeproef\_Schelphoek\MEETDATA EN RESULTATEN\GIS

Tabel 2: volledige set met parameters gebiedsdekkende opname

Parameter	eenheid	Parameter	eenheid	Parameter	eenheid
Diatomeeën	ja/nee	Wapenworm	ja/nee	Kokkel	geen/weinig/veel
Zeesla	geen/weinig/veel	Gest. Dieseltreinworm	ja/nee	Tapijtschelp	ja/nee
Corophium	ja/nee	Zagers	ja/nee	Wadslakje	ja/nee
Plofzand	ja/nee	Zager spitbaar	ja/nee	Nonnetje	ja/nee
Stroomribbels	ja/nee	Wadpier	aantal/m2	Lanice	ja/nee
Golfribbels	ja/nee	Wadpier grootte	klein/middel/groot	Pygospio	ja/nee
Slibrijk	ja/nee	Wadpier spitbaar	ja/nee	Getijdepoel	ja/nee

NB: Verder kwam er nog een (voor ons onbekende) worm voor welke geregeld werd aangetroffen (ca. 5cm, spitse kop en spitse staart). Deze had achteraf ook in kaart gebracht kunnen worden.

## 5.2 Begroeiing flora en fauna op de dammen

De begroeiing van flora en fauna op de dammen is middels PQ's geïnventariseerd en geclassificeerd. De resultaten zijn uitgebreid omschreven en met foto's toegelicht in het document:

P:\dz\Cascadeproef\_Schelphoek\MEETDATA EN RESULTATEN\VEGETATIE\Opname van de pq\_20121004.pdf

In de paragrafen 5.2.1 en 5.2.2 is een samenvatting van de resultaten gepresenteerd.

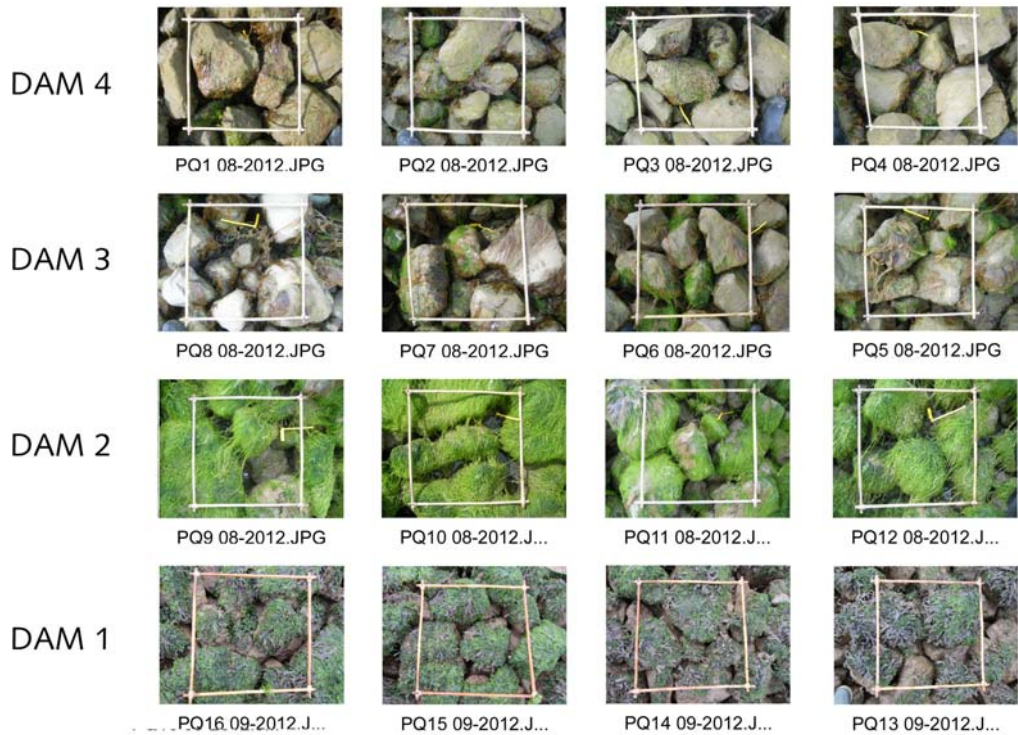
### 5.2.1 Breuksteen en palenrij

Eén keer per jaar wordt de flora en fauna op 16 PQ's op de dammen gekarteerd (alle voorkomende soorten / levensgemeenschap). Op 22 augustus zijn de PQ's voor het eerst gekarteerd (behalve op dam 1, deze komt alleen droog met goed laag springtij, deze is op zondag! 23 september alsnog geïnventariseerd).

Op elke dam liggen 4 PQ's. De levensgemeenschap van elke PQ wordt geclassificeerd volgens de typering methode van Meijer (type voornamelijk bepaald door

dominante wiersoort). Verder wordt van elke soort de bedekking bepaald volgens de methode Braun-Blanquet.

Het eerste "groei en bloei" seizoen heeft de dammen al een ander aanzicht gegeven, zie figuur 28.



**Figuur 28: foto's PQ's begroeiing dammen**

Op dam 4 (het dichtst tegen de dijk aan) werden enkele wieren aangetroffen met bedekkingen tot enkele procenten. Dam 2, meer naar de laagwaterlijn, was al meer begroeid met soorten welke bedekkingen gaven van 51-75% (4) met een totaalbedekking tot wel 90%. Darmwier (echte pioniersoort) en Purperwier zorgen voor de grootste bedekkingen.

Alle resultaten staan weergegeven in de tabel in bijlage 2.

Fucus op de dammen 2 t/m 4 gaf nog weinig bedekking, en kon gezien de kleine kiemblaadjes nog niet op soortniveau gedetermineerd worden. Maar gezien de vele kleine blaadjes die we op de breukstenen aantreffen lijkt dit veelbelovend (zie figuur 29). Tijdens de visuele inspectie van medio oktober werd weer een blik geworpen op de PQ's. De kleine Fucusblaadjes van 22 augustus waren in oktober gegroeid naar blaadjes van gemiddeld 10cm lang! Op dam 1 echter, welke een zeer korte droogvalduurtijd kent, was Fucus al veel meer ontwikkeld, gaf aanzienlijke bedekkingen en kon als Blaaswier worden gedetermineerd.



**Figuur 29: kleine fucus blaadjes op de breuksteen**

Op de dammen 2 t/m 4 komt het Echt darmwier en Purperwier voor. Dit zijn echte pionierssoorten. Het is waarschijnlijk dat deze wieren in de loop van de tijd plaats maken voor andere soorten. De totale bedekkingsgraad neemt flink toe naarmate de dam lager gelegen is. De zeepokken zijn op de zijvlakken van de stenen in alle PQ's duidelijk aanwezig. Sporadisch zijn garnaltjes en alikruikjes aangetroffen tussen de stenen.

De Zeesla die is aangetroffen in de PQ's is niet vastgehecht.

Op dam 1 zijn er op de zijvlakken van de stenen anemonen en Valse oesterdief aangetroffen.

### 5.2.2 Oesterkorven

De korven welke tegen dam 1 aanliggen zijn deels gevuld met alleen breuksteen en deels met breuksteen welke overdekt met dode Japanse oesters. Dit als experiment om na te gaan welke beter/snelser begroeien. De inventarisatie is op 23 september 2012 verricht. De levensgemeenschap van elke PQ wordt geclassificeerd volgens de typering methode van Meijer (voornamelijk bepaald door dominante wiersoort). Verder wordt van elke soort de bedekking bepaald volgens de methode Braun-Blanquet.



**Figuur 30: PQ korven, steen en breuksteen**

Zowel de oesters als de stenen waren voorzien van een laagje diatomeeën/slib. Bij de PQ's 19 en 20 is er zand tussen de oesters gekomen, en dat zorgt er voor dat er water blijft staan. De toplaag met oesters is op sommige plaatsen in de korf verplaatst en heeft een plek gevonden in het gaas tegen de dam aan. De voorzijde van de korf bevat dan alleen nog breuksteen. Zie figuur 30 voor foto's van de PQ's ten tijde van de opname.

Alle resultaten staan weergegeven in de tabel in bijlage 2.

Er is nog geen significant verschil te zien tussen de aangroei bij de oesters en de stenen. Dit wordt veroorzaakt door het gaas wat over het substraat zit. Zowel de stenen als de oesters zijn nagenoeg niet begroeid. Bijna al het wier zit vastgehecht aan het gaas. De uitzondering is het roodwier wat op de oesters en de stenen in kleine hoeveelheden vastzit. Soms liggen de schanskorven open. De oesters en stenen die onder de openingen liggen zijn dan wel begroeid.

Het Zeesla zit voor een deel vastgehecht aan het gaas en komt over de gehele dam verspreid voor. Tussen de oesters en het breuksteen komen geregeld anemonen, sponzen, zeesterren en zakpijpjes voor.

### **5.3 Ongewenste zandverspreiding**

Voor de verspreiding van zand, of dit nu gewenst of ongewenst is, wordt verwezen naar de paragraaf hoogtemetingen 4.2.

### **5.4 Vogeltellingen (uitbesteding)**

Resultaat T0 op P:\Cascadeproef Schelphoek\UITBESTEDINGEN\VOGELTELLING\Microsoft Word - 20010-3 rap schelp laagwater-eindrapport 5.pdf

In oktober 2012 volgen T1 vogeltellingen.

### **5.5 Bodemleven in relatie tot zeeasspitterij**

In aanvulling op het bestaande monitoringsprogramma wordt er specifiek naar de geschiktheid van het bodemleven gekeken vanuit het oogpunt van de zeeasspitterij.

In samenspraak met Sportvisserij ZW Nederland is het aantal locaties waar wadpieren tijdens een visuele inspectie worden geteld uitgebreid. Op alle SET-raaien worden sinds april 2012 op meerdere plaatsen de wadpieren/m<sup>2</sup> geteld. Niet alleen dus op de SET-locaties zelf maar ook op 2 a 3 locaties tussen alle SET-plots.

Wanneer wadpieren/m<sup>2</sup> worden geteld wordt voor Sportvisserij ZW Nederland aangekend of het spitbaar is of niet. Combinatie van de grootte en aantal van de hoopjes geeft de waarde spitbaar of niet. De indruk is, dat met name de randen van de suppletie en op enkele plaatsen verder op de suppletie, al weer spitbaar zijn. Dit belooft veel goeds voor dit en komend seizoen. De eerste pierenspithopen hebben we in juli ook al op de suppletie mogen aantreffen.

Tijdens de gebiedsdekkende opname van 23 augustus 2012 (paragraaf 5.1.3) is in het geheel een goed beeld gekregen van het bodemleven. Er is ook gekeken naar de spitbaarheid van het bodemleven. Met andere woorden, zijn de dichtheden van voldoende grote wadpieren/zagers zodanig dat een zeeasspitter aan zijn trekken kan komen. Op het onverdedigde deel van de suppletie lijken de aantallen wadpieren veelbelovend, maar deze hebben nog de tijd nodig om te groeien, aangezien er nog maar weinig/geen spitbare formaten werden aangetroffen. Tussen de dammen werden meer de grotere wadpieren aangetroffen. Op enkele plaatsen zijn de dichtheden van grote wadpieren zo groot dat hier gespuit kan worden.

Interessant is dat de zager het naar zijn zin lijkt te hebben rond de dammen. Deze soort kwam voor de aanleg niet voor op dit deel van het slik. Gezien het aantal zagers dat hier voor lijkt te komen lijken de zagers het spitten waard. Voor de zeeasspitter geeft dit meer keus en variatie in het gebied.

**NB:** In het monitoringsplan van Witteveen & Bos staan nog twee hoofdstukken, te weten:

- 7. Monitoring van effecten op mosselpercelen en
- 8 . Dataverwerking.

Wat betreft hoofdstuk 7, dit gaat geheel buiten de Meetinformatiedienst om. Hier kan geen terugkoppeling over worden gegeven.

Wat betreft hoofdstuk 8, alle data en rapportages die ten grondslag liggen aan dit voortgangsrapport zijn terug te vinden op de P:\dzl\Cascadeproef\_Schelphoek van RWS DZL.

## 6 Aanbevelingen

Zand op de grasmat van de dijk had eenvoudig voorkomen kunnen worden door de afrastering langs de werkweg winddicht te maken. Plaatselijk gebeurde dit van nature al door het hoge gras tegen de afrastering waardoor achter de afrastering geen zand op de grasmat terecht was gekomen.

De schanskorven welke tegen dam 1 aanliggen hebben veelal een te lage vulling of zijn slecht afgewerkt waardoor de inhoud van oesters en breuksteen los in de korven ligt. Hierdoor is geen optimale aangroei te verwachten. Het verdient aanbeveling om in het vervolg de korven dusdanig strak toe te passen dat de inhoud niet kan bewegen. Tevens dient men er op te letten dat het gaas van de korven als gevolg van golfbelasting zelf ook niet mag bewegen. Bij de schanskorven bij de oesterriffen De Val en Vianen is er al van geleerd dat dit metaalmoeheid veroorzaakt al binnen twee jaar de korven uiteenvallen.

De getijdenpoelen zijn nu ondiep en worden in stand gehouden door water dat door de openingen door de dammen stroomt. Er zouden mogelijk meer getijdenpoelen kunnen zijn als de dammen niet rechtlijnig zouden zijn. Dus met meer knikken en hoeken er in, zodanig dat de constructies water tegen houden en diepere poelen ontstaan.

Om een indruk te krijgen van hoe de wierbegroeiing op de dammen er over een aantal jaar uit kan zien, kan het best worden gekeken naar het Vogeleiland 't Heertje in de Schelphoek. Het talud bestaat hier ook uit hardsubstraat en de wierbegroeiing ziet er hier goed ontwikkeld uit.

Het plaatsen van een informatiebord is aan te bevelen. Op het plateau (buitendijks) met gras en houten tafels/banken met uitzicht op de proef zou een uitgelezen plek zijn.

Het in beeld brengen van morfologische verschillen < 10cm in ondiepwatergebieden lijkt mogelijk. Meer ervaring hier naar opdoen is gewenst.

## LITERATUUR

Witteveen & Bos, 2011. Inmeting beun 'Taccola' en hoeveelheidbepaling. Notitie RW1809-28/zutd/088. November 2011.

Paree, Edwin, 2012 (in prep). Minisuppleties. Methode om in situ netto sedimenttransportrichting in beeld te brengen. Middelburg.



## Bijlage 1: Braun-Blanquet schaal & Beschrijving Enteromorpha-gemeenschap

### Braun-Blanquet schaal

symbool	bedekking	abundantie	numerieke transformatie
r	≤1%	1 individu	1
+	≤1%	2-5 individuen, aanwezig	2
1	≤5%	6-50 individuen, duidelijk aanwezig	3
2m	≤5%	>50 individuen, sterk aanwezig	4
2a	5% - 15%	-	5
2b	16% - 25%	-	6
3	26% - 50%	-	7
4	51% - 75%	-	8
5	76% - 100%	-	9

Bron: [http://nl.wikipedia.org/wiki/Braun-Blanquet\\_\(methode\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Braun-Blanquet_(methode))

### Beschrijving Enteromorpha-gemeenschap

#### 4.3.6. Enteromorpha-gemeenschap (*gemeenschap waarin darmwieren domineren*)

De soorten uit het groenwierengeslacht *Enteromorpha* kunnen als pioniersoorten beschouwd worden. Zodra er kaal substraat beschikbaar is ontstaat er vaak een vegetatie van vrijwel uitsluitend *Enteromorpha* spp. Op veel plaatsen is dit een tijdelijke zaak, te denken valt aan stormschade en vorstschade (kruieend ijs) aan bestaande bruinwervegetaties. Open plaatsen worden dan vaak door *Enteromorpha* spp. ingenomen. Later worden deze soorten meestal weer verdrongen door de oorspronkelijk aanwezige bruinwieren. Onder bepaalde, kennelijk minder gunstige omstandigheden blijkt *Enteromorpha* spp. aanzienlijk langer stand te houden. Er komen meerdere soorten *Enteromorpha* in deze levensgemeenschap voor. De belangrijkste soorten zijn *Enteromorpha compressa* en *Enteromorpha intestinalis*.

In tabel 10a zijn de 245 opnamen samengevat waarin *Enteromorpha* spp. domineert. Het blijkt dat er ondanks het pionierkarakter van deze gemeenschap in totaal 31 verschillende soorten zijn gevonden. In vergelijking met de Cirripedia/Littorinidae-gemeenschap hebben een aantal daarvan een hogere presentie. Dit valt te verklaren uit het feit dat een deel van de opnamen opengevallen plaatsen in oorspronkelijke bruinwiergemeenschappen betreft.

Er kunnen binnen de Enteromorpha-gemeenschap vier subtypen worden onderscheiden. De presentie van de verschillende soorten in de subtypen is weergegeven in tabel 10b.

- subtype met *Porphyra umbilicalis* / *Porphyra* spp.
- subtype met *Ulva* spp. (zeesla).
- subtype met relatief veel soorten (met een geringe bedekking), zonder *Porphyra umbilicalis* / *Porphyra* spp. en zonder *Ulva* spp.
- soortenarme variant van c.

Het eerste subtype wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van kropvormige *Porphyra umbilicalis*. In het algemeen vormt het subtype een zone tussen de *Blidingia*- en de *Fucus spiralis*-gemeenschap (zie par. 4.3.7.).

Het tweede subtype kenmerkt zich door de relatief grote bedekking van *Ulva* spp. De ligging is onderin het eulitoraal, vaak op kreukelbermen, en vaak onder de *Fucus serratus*-gemeenschap (zie par. 4.3.9.).

Het derde subtype kan verspreid over het gehele eulitoraal gevonden worden, op plaatsen waar de oorspronkelijke *Fucus*-gemeenschap is aangetast.

Het vierde subtype is een soortenarme variant van het derde subtype. Meestal komen er slechts 2-4 verschillende taxa in een opname voor en de bedekking van *Enteromorpha* spp. is (zeer) hoog (tot 100%). Dit betreft de pioniergemeenschap op nieuw aangebracht substraat of op (door storm of ijsgang) kaalgeslagen plaatsen.

De Enteromorpha-gemeenschap werd op een groot aantal substraattypen gevonden. Het is dan ook niet duidelijk of er een voorkeur voor bepaalde substraten geldt. De presentie in het aantal opnamen op kalksteen ligt wel aanzienlijk hoger ligt dan op basalt.

Bron: De levensgemeenschappen op harde substraten in de getijdzone van de Oosterschelde; A.J.M. Meijer en A.C. van Beek, bureau Waardeburg, 1988.



<b>Bijlage 2: Tabel met resultaten inventarisatie flora en fauna PQ's dammen</b>														
<b>PQ Inventarisatie 22 augustus 2012 Schelphoek Drempel 2/3/4</b>														
Mariska Bijleveld en Edwin Paree														
<b>Inventarisatie 23 september 2012 Schelphoek Drempel 1 / korven</b>														
Mariska Bijleveld														
		Roodwieren		Groenwieren			Bruinwieren		Fauna				Levensgemeenschap	
		Purperwier	onbekend	Klein darmwier	Echt darmwier	Zeesla	Fucus	Kleine zee-eik	Blaaswier	Knotswier	Onbekend	Zeepokken	Anemoon	Alikruik
		<i>Porphyra umbilicalis</i>	<i>Gelidium pusillum ?</i>	<i>Blidingia maginata</i>	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	<i>Ulva lactuca</i>	<i>Fucus spec.</i>	<i>Fucus spiralis</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Ascophyllum nodosum</i>				
<b>DIJK</b>														
<b>Dam 4</b>	PQ1	2b		2a	r		1					1		6. Enteromorpha, subtype a
	PQ2	2b		2a	2a	r	1					1		6. Enteromorpha, subtype a
	PQ3	2a		-	1	r	2a	r		r		1		6. Enteromorpha, subtype a
	PQ4	2a		1	2m		1					1		6. Enteromorpha, subtype a
<b>Dam 3</b>	PQ5	3		2a	2a	r	1					1		6. Enteromorpha, subtype a
	PQ6	2b		2a	2b		1					1		6. Enteromorpha, subtype a
	PQ7	2b			2a		2a					1		6. Enteromorpha, subtype a
	PQ8	2b		1	r	r	1	r				1		6. Enteromorpha, subtype a
<b>Dam 2</b>	PQ9	1			4		1					1		6. Enteromorpha, subtype d
	PQ10				4	r	1					1		6. Enteromorpha, subtype d
	PQ11	2a			4		1					1		6. Enteromorpha, subtype d
	PQ12				4	r	r	r				1		6. Enteromorpha, subtype d
<b>Dam 1</b>	PQ13				3	r			3			1		Enteromorpha / Fucus vesiculosus
	PQ14				4	r			3			1	Stompe	Enteromorpha / Fucus vesiculosus
	PQ15				4	r			2b			1	r	Enteromorpha / Fucus vesiculosus
	PQ16				4	2a			2b			1		Enteromorpha / Fucus vesiculosus
<b>Korven</b>														
steen	PQ17				2b	r			r			1		Enteromorpha, subtype b
steen	PQ18		2m		2m	r						1		Enteromorpha, subtype b
oesters	PQ19				1	5					2m	1		Enteromorpha, subtype b
oesters	PQ20				2m	5						1		Enteromorpha, subtype b
<b>WATER</b>														