


Monitoringsplan proef Schelphoek



Monitoringsplan proef Schelphoek

referentie	projectcode	status
RW1809-28/winb/060	RW1809-28-10	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
drs. V.J. Coenen	drs. D.F.J. Bel	2 maart 2011

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. M. Caljouw	

Witteveen+Bos
Alexanderstraat 21
Postbus 85948
2508 CP Den Haag
telefoon 070 370 07 00
telefax 070 360 00 98
www.witteveenbos.nl

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding van proef Schelphoek	1
1.2. Locatie Schelphoek	1
1.3. Doel van de proef	2
1.4. Monitoring	2
1.5. Mosselpercelen	3
1.6. Doel van voorliggende rapportage	3
2. ONTWERP PROEF SCHELPHOEK	5
2.1. Het ontwerp van de proef	5
2.2. Uitvoering van de proef	6
2.2.1. Suppletie	6
2.2.2. Drempels	6
2.3. Planning	7
3. MEETINSPANNING	8
3.1. T0 meting	9
4. MONITORING VAN GOLVEN EN STROMING	10
4.1. Stroomsnelheden	10
4.2. Golfhoogte	12
4.2.1. Golfhoogte vóór de proeflocatie	12
4.2.2. Golfhoogte op de proeflocatie	13
4.2.3. T0-meting en overzicht	14
4.3. Geohydrologie	14
4.4. Overzicht metingen golven en stroming	16
5. MONITORING VAN MORFOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN	17
5.1. Visuele inspectie	17
5.1.1. Bamboestokken	18
5.1.2. Foto's	18
5.2. Hoogtemeting	18
5.2.1. Multibeam	19
5.2.2. RTK-dGPS	19
5.2.3. SET-metingen	21
5.3. Bepalen omvang ontgroningen	22
5.4. Sedimenttransport	23
5.5. Bepalen van verstuiving	23
5.6. Zettingen	24
5.7. Overzicht metingen morfologie	24
6. MONITORING VAN ECOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN	25
6.1. Bodemdierbemonstering	25
6.1.1. Endofauna (dieren in de bodem)	25
6.1.2. Epifauna (dieren op de bodem)	28
6.2. Bodemdierbemonstering op de drempelconstructies	29
6.2.1. Breuksteen en palenrij	29
6.2.2. Oesterkorven	30
6.3. Ongewenste zandverspreiding	30
6.4. Vogeltellingen	30

7. MONITORING EFFECTEN OP MOSSELPERCELEN	33
7.1. Hoogtemetingen	33
7.2. Productiegewicht van de mosselen	35
7.3. Overzichtstabel mosselmonitoring	36
8. DATAVERWERKING	37
9. SAMENVATTING	38
10. LITERATUUR	40

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding van proef Schelphoek

Na aanleg van de Oosterscheldewerken stroomt er minder water in en uit de Oosterschelde en daardoor stroomt er minder water door de getijdengeulen. Het water in de geulen is daardoor zo langzaam gaan stromen dat sediment uit de geulen niet meer wordt meegevoerd naar het intergetijdengebied (de platen). Bij storm spoelt er wel zand van de platen in de geulen. Doordat er wel zand wordt weggevoerd maar niet meer wordt aangevoerd is het evenwicht verstoord en verdwijnt er intergetijdengebied. Dit proces staat bekend als 'zandhonger'.

Van de 11.300 ha intergetijdengebied in 1986 is nu nog ruwweg 10.000 ha over. De zeespiegelstijging versnelt naar verwachting dit verdrinken (op dit moment zijn de effecten van zeespiegelstijging nog niet meetbaar). Door het verdrinken verliezen de dijken hun golfremmend voorland. Tijdens de lente- en herfstmigratie van meer dan 100.000 steltlopers vormen de intergetijdengebieden van de Oosterschelde een belangrijke pleisterplaats. Het verlies aan platen, slikken en schorren is niet alleen nadelig voor de natuur, maar ook voor de recreatie (achteruitgang landschap) en schelpdiervisserij.

In de periode 2004-2010 zijn verkenningen uitgevoerd naar mogelijke maatregelen om de 'zandhonger' te vertragen, te stoppen of zelfs te keren (zie onder andere [ref. 3.] en [ref. 4.]). Twee mogelijke ingrepen zijn: (i) strategische zandsuppleties om de zandhonger in de voordelta weg te nemen (ii) aanpassingen aan ontgrondingskuilen om zandtransport door de Oosterscheldekering mogelijk te maken. Idee is om met suppleties op strategisch gekozen locaties of erosieremmende maatregelen bestaand intergetijden-gebied te behouden of misschien zelfs te herstellen. Omdat weinig bekend is over aanlegkosten, effectiviteit, te verwachten levensduur en effecten van suppleties op natuur, troebelheid en de gebruikers (mossel- en oesterkweek, vissers, duikers en recreatie) is beproeving van de maatregelen in de praktijk noodzakelijk.

Er is in het vooronderzoek een aantal praktijkproeven gedefinieerd om de effectiviteit en duurzaamheid van maatregelen beter te kunnen beoordelen. Eén van deze proeven is de proef Schelphoek. De proef Schelphoek bestaat uit een geïntegreerde aanleg van zowel een dijkvoetsuppletie als een cascade oeververdediging op proeflocatie Schelphoek. Met de dijkvoetsuppletie wordt zand aan de voet van de dijk aangebracht. Het aangebrachte zand moet zich geleidelijk over het voorliggende slik verspreiden met een snelheid waarbij bodemdieren niet massaal begraven worden door wegspoelend zand. Het wegspoelen naar de zone beneden de laagwaterlijn wordt bemoeilijkt door de cascade oeververdediging.

De proef Schelphoek maakt onderdeel uit van de MIRT Verkenning zandhonger. Het hoofddoel van deze MIRT Verkenning is om na te gaan of er effectieve maatregelen zijn voor het afremmen van het erosieproces. Met de proef in Schelphoek wordt bepaald of een gecombineerde dijkvoetsuppletie met cascadedrempels een effectieve oplossing is voor de bescherming van slikken.

1.2. Locatie Schelphoek

Schelphoek ligt in de Oosterschelde aan de zuidkant van Schouwen-Duiveland, tussen Burgh-Haamstede en Zierikzee. Het is een gebied van ongeveer 210 ha groot, dat is ontstaan door een dijkdoorbraak tijdens de watersnoodramp in 1953. De dijkdoorbraak is nooit hersteld. Om de ontstane waterpartij is een ringdijk aangelegd. Het gebied binnen de ringdijk heeft een relatief beschutte ligging vanwege de aanwezigheid van restanten dijk, die dateren van voor 1953. De baai die ontstaan is na de dijkdoorbraak staat in open verbinding met de Oosterschelde door een opening van circa 500 m.

In de baai is een natuurgebied ontstaan met het karakter van een zilt water en intergetijdengebied. Het schorareaal in Schelphoek is van zeer kleine omvang en door beperkte aanvoer van sediment vanuit

de Oosterschelde zal schorontwikkeling niet vanzelf optreden. De golven en getij zijn de aandrijvende krachten voor morfologische veranderingen, maar een aantal menselijke ingrepen in het gebied spelen ook een duidelijke rol.

Het gebied Schelphoek is grotendeels in beheer van Staatsbosbeheer. De Oosterscheldedijk is in beheer bij het waterschap Zeeuwse Eilanden. In afbeelding 1.1 is Schelphoek weergegeven met het projectgebied.

afbeelding 1.1. Locatie proef Schelphoek met projectgebied



Bron: Google Earth.

1.3. Doel van de proef

Rondom de aanleg van de geïntegreerde dijkvoetsuppletie met een cascade oeververdediging is er een aantal onzekerheden. Het is onduidelijk in welke mate een cascade oeververdediging in staat is om het zand vast te houden en daarmee is de effectiviteit van de cascade (in feite de verlenging in jaren van de suppletie) niet zeker. Het doel van de proef is te bezien hoe het zand uit de suppletie zich door getij en golven verspreidt over het voorliggende slik en of de cascade het wegspoelen van het zand in de richting van de geul weet te vertragen. Hierbij is het belangrijk wat de effecten zijn van de proef op bodemligging, morfologie, golven, stroming en de herkolonisatie van bodemdieren op de cascade.

1.4. Monitoring

Voorafgaand, tijdens en na afloop van de proef zullen door Rijkswaterstaat metingen worden uitgevoerd ter evaluatie van de proef. Dit betekent dat metingen dienen te worden gedaan welke inzicht geven in:

- de effecten van proef op de hydrodynamica (golven, stroming);
- de morfologische effecten van de proef (sedimenttransport en bodemverandering ter plekke en in nabijheid van de proef);
- het functioneren van de zandvangdempels (zanddichtheid, stabiliteit);
- de duurzaamheid van de proef, hoe lang blijft het zand op zijn plek;

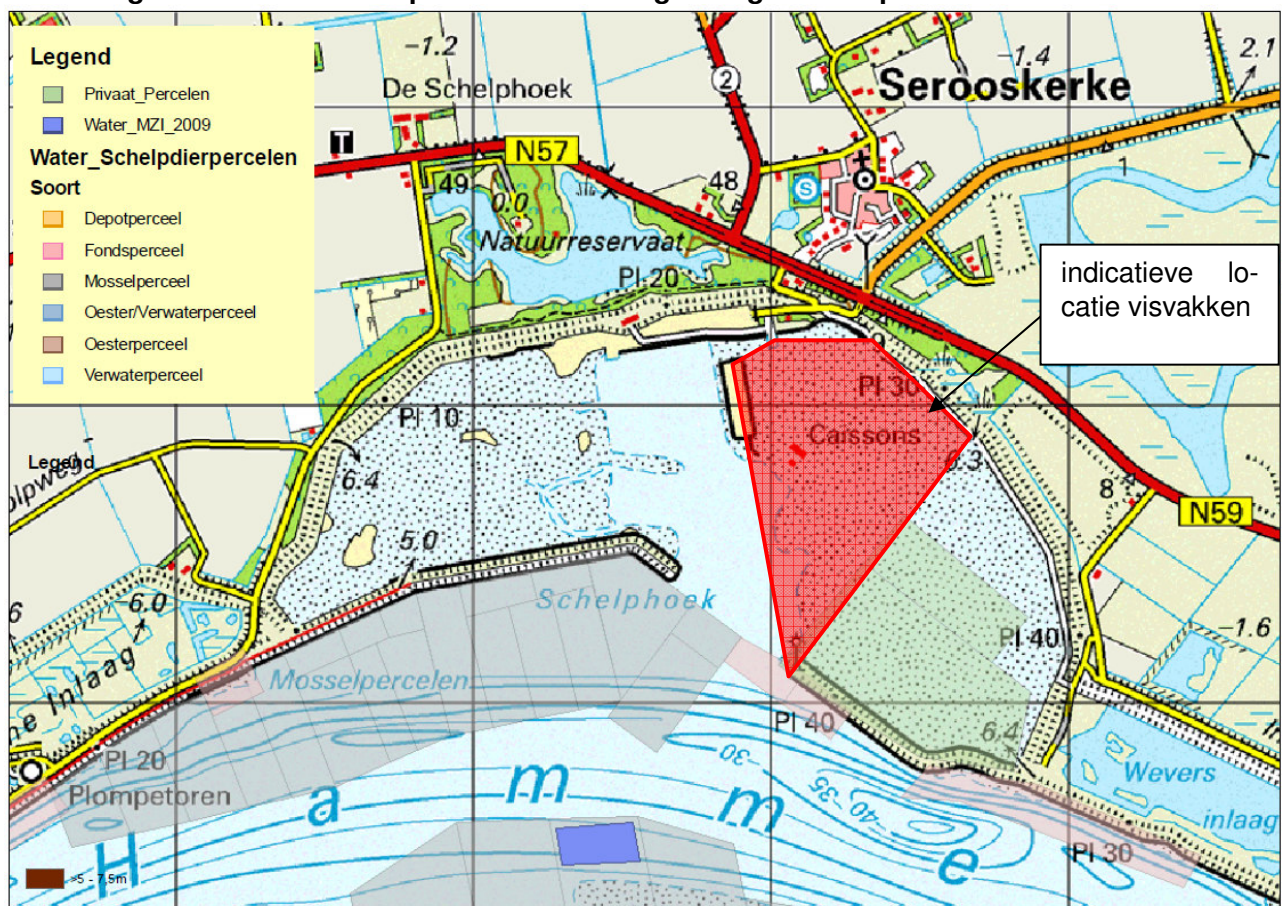
- effecten van de proef op ecologie (soortensamenstelling, biomassa en aantal individuen van bodemdieren) en foerageerintensiteit door steltlopers;
- effecten op de aangrenzende mosselpercelen;
- ontwikkeling van aangroei op de met oesters gevulde schanskorven.

Het monitoringsplan gepresenteerd in deze rapportage sluit zo veel als mogelijk aan op het monitoringsplan wat is opgesteld voor de monitoring van de proefsuppletie op de Galgeplaat [ref. 1.]. Door hierop aan te sluiten zijn de resultaten van beide proeven goed met elkaar te vergelijken.

1.5. Mosselpercelen

Uit [ref. 5.] blijkt direct buiten schelphoek een groot aantal mosselpercelen aanwezig: direct voor de ingang van Schelphoek en langs de westelijke dam. Daarnaast zijn in de Schelphoek visvergunningen afgegeven voor paling- en kreeftenvisserij [ref. 6.]. De locatie van de mosselpercelen en het gebied wat vergund is voor visserij is aangegeven in afbeelding 1.2.

afbeelding 1.2. Locatie mosselpercelen en visvergunningen Schelphoek



Om tijdens de uitvoering en gedurende de levensduur van de proef negatieve effecten op de productiviteit van mosselpercelen te voorkomen, is in samenwerking met de mosselsector een monitoringsplan opgesteld.

1.6. Doel van voorliggende rapportage

De voorliggende rapportage beschrijft de proef Schelphoek en de uitvoering daarvan. De effecten van de proef op bodemligging, morfologie, golven, stroming, herkolonisatie van bodemdieren en mossel-

percelen zijn zeer belangrijk. Dit is belangrijk omdat de omvang van deze effecten aangeven of een gecombineerde dijkvoetsuppletie met cascadedrempels een effectieve oplossing is voor de bescherming van de slikken en daarmee geschikt is als oplossing voor de Zandhonger in de Oosterschelde. Het doel van de voorliggende rapportage is een voorstel van een monitoringsplan waarbij deze effecten inzichtelijk worden gemaakt.

2. ONTWERP PROEF SCHELPHOEK

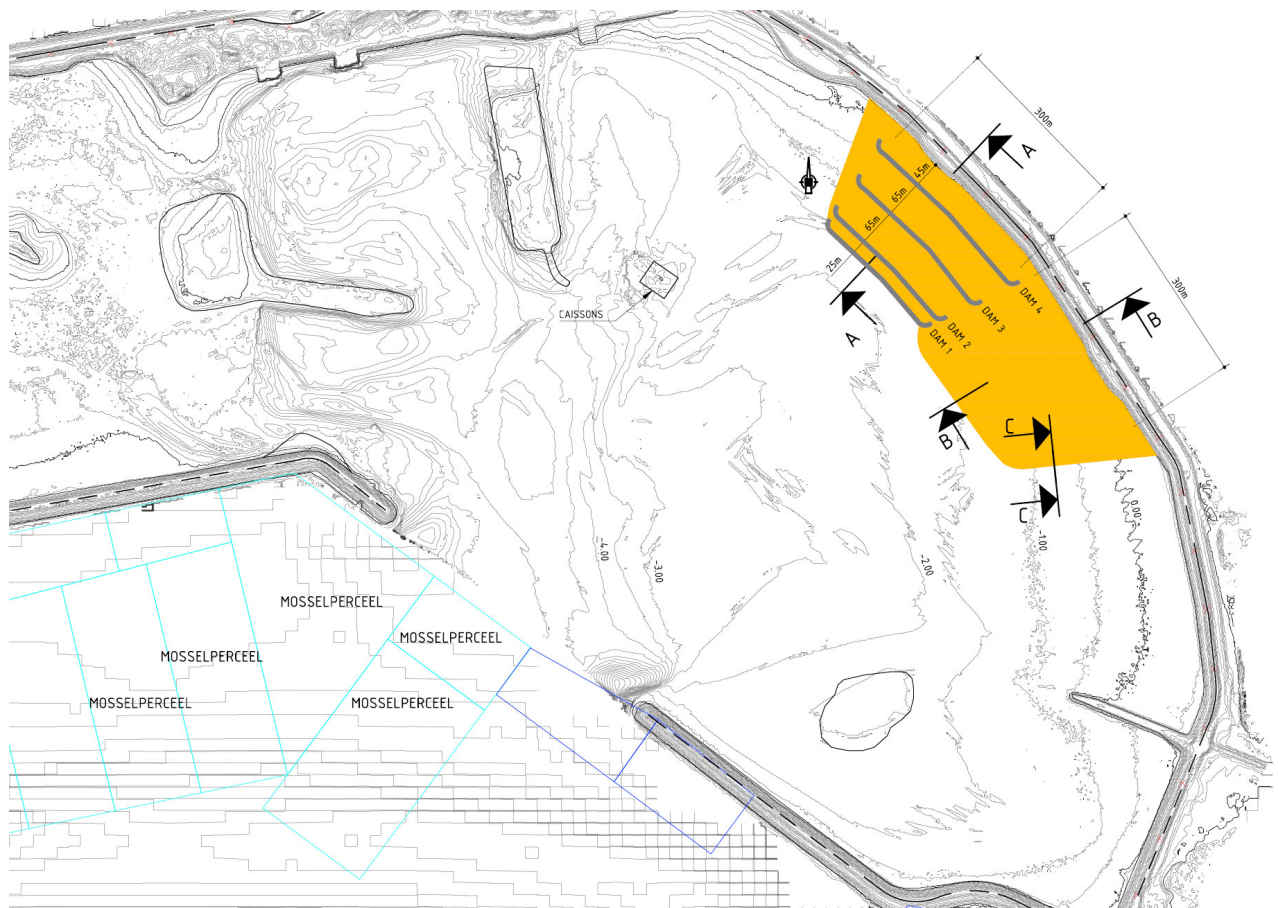
Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van het conceptontwerp van de proef Schelphoek. Een uitwerking van het ontwerp is gegeven in [ref. 2.]

2.1. Het ontwerp van de proef

De proef betreft een suppletie tegen de dijkvoet die aan de slikzijde gedeeltelijk verdedigd wordt door een cascade oeververdediging met zandvangdempels aan de oostzijde van Schelphoek (afbeelding 2.1). De lay-out en hoofddimensies van zowel de dijksuppletie als de cascade oeververdediging (aantal, lengte, breedte, hoogte en het materiaal) zijn bepaald in [ref. 2.]. Het optimaliseren van parameters heeft geleid tot een ontwerp van de proef welke op voorhand als meest effectief wordt gezien maar ook als voldoende representatief voor de Oosterschelde.

De cascade bestaat uit een serie drempels, die als walletjes op het slik worden aangebracht (zie afbeelding 2.2). Om een vergelijking te kunnen maken met een traditionele zandsuppletie zonder drempels wordt naast de cascade een traditionele zandsuppletie geplaatst. Beide gedeelten zijn circa 300 meter lang (gemeten langs de dijk) en circa 200 meter breed (dwars op de dijk). De hoeveelheid zand die gesuppleerd wordt is circa 85.000 m³.

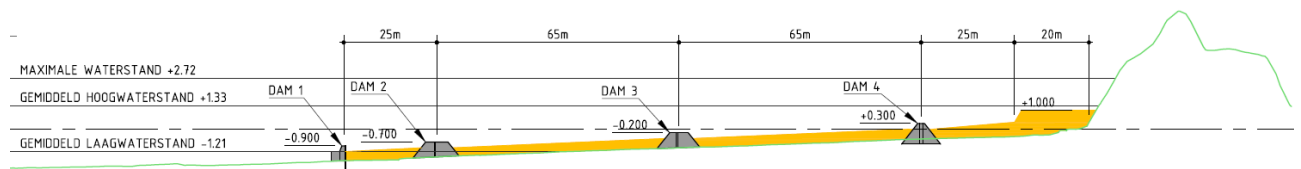
afbeelding 2.1. Lay-out proef Schelphoek



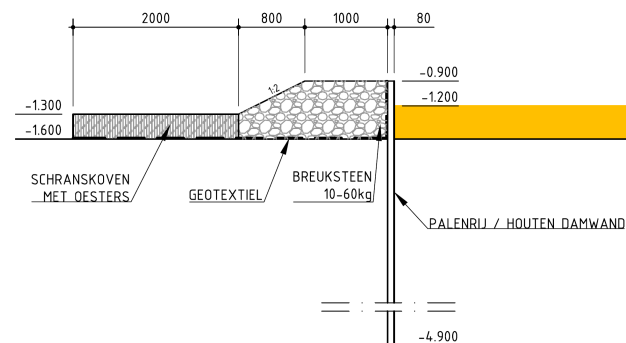
De drempels zijn ongeveer 0,5 m tot 1 m hoog en zijn opgebouwd uit verschillende materialen waaronder een palenrij, breuksteen en schanskorven. De drempels zijn zanddicht zodat de drempels in staat

zijn om zand vast te houden. De constructies zijn enigszins waterdoorlatend zodat het terugtrekkende water door de constructie kan stromen. Een gedeelte van het terugtrekkende water zal vermoedelijk langs de constructie gaan stromen en daarom worden erin de drempels om de 50 m openingen gecreëerd. In afbeelding 2.3 is een dwarsdoorsnede van één van de drempels weergegeven.

afbeelding 2.2. Doorsnede AA: ontwerp cascadedrempels en dijkvoetsuppletie met in groen de huidige situatie en geel de zandsuppletie



afbeelding 2.3. Doorsnede van een drempel



2.2. Uitvoering van de proef

In afbeelding 2.4 zijn in een overzichtstekening de belangrijkste componenten van de uitvoering van de proef gegeven. De uitvoering is onder te verdelen in de suppletie van het zand en het aanbrengen van de zandvangdrempels.

2.2.1. Suppletie

Het suppletiezand zal gewonnen worden in de aanloop naar de Roompotsluizen in de Oosterschelde. Het zand wordt van buiten de schelphoek aangevoerd door middel van bakken of een kleine sleephopperzuiger. De bakkenzuiger of sleephopperzuiger komt aan de zuidoost zijde van de schelphoek te liggen (nabij de Weversinlaag, zie afbeelding 2.4) en het zand wordt door een landleiding langs de teen van de oostelijke dijk hydraulisch verpompt naar de project locatie.

Bij het suppleren van zand worden eerst 'bunds' (dijkjes) aangelegd rondom het drooggevallen stort bij laagwater (bunds zijn donker oranje in afbeelding 2.4). In de 'bunds' wordt aan de noordwest zijde een stortkist geplaatst voor de afwatering. Na het suppleren wordt het zand uitgereden tot het gewenste profiel. Daarna wordt begonnen aan het plaatsen van de zandvangdrempels.

2.2.2. Drempels

Het materiaal voor de drempels zal voornamelijk via het water worden aangeleverd. De bestaande RoRo kades in de Schelphoek worden gebruikt voor overslag en tijdelijke opslag. Vanuit de RoRo kade zal een gedeelte over land en een gedeelte over water worden getransporteerd naar de projectlocatie.

Het materiaal zal over de Hoosjesweg aan de ene kant en over een tijdelijke werkweg over het strand naar de projectlocatie worden vervoerd (zie afbeelding 2.4). Stenen worden dan in relatief kleine hoeveelheden gestort waardoor vissen vermoedelijk zullen schrikken en tijd hebben om op tijd weg te zwemmen.

afbeelding 2.4. Uitvoering proef Schelphoek



2.3. Planning

De maximale uitvoerduur die wordt gehanteerd voor de proef Schelphoek is 3,5 maand waarbij twaalf weken voor het suppleren van zand en zes weken voor de aanleg van de drempels. De proef zal worden uitgevoerd tussen 1 juni 2011 en 15 september 2011.

3. MEETINSPANNING

Voorafgaand, tijdens en na afloop van de proef Schelphoek zullen metingen worden uitgevoerd ter evaluatie van de proef. Op basis van de evaluatie kan worden bepaald of een dijkvoetsuppletie gecombineerd met een cascadeverdediging een effectieve manier is om het verlies van intergetijdengebied te verminderen. Om de proef goed te kunnen beoordelen dienen de metingen inzicht te geven. Onderstaand wordt per thema aangegeven wat inzichtelijk gemaakt dient te worden om een goede beoordeling van de proef te kunnen geven:

- morfologie:
 1. bodemhoogteverandering ter plekke en in nabijheid van de proef;
 2. verandering in bodemsamenstelling, bijvoorbeeld de korrelgrootte;
 3. plaats waar het zand bij erosie van de suppletie naar toe gaat;
 4. erosiesnelheid en grootte van zandverlies van de suppletie;
 5. zandvangdrempels: i) lokale morfologische effecten (ontgrondingen), ii) functioneren van zandvangdrempels: zanddichtheid, stabiliteit, invloed op golven, stroming en sedimenttransport en daarmee effect op globale morfologie;
 6. zettingen van het gebied;
- hydrodynamica en geohydrologie:
 7. de effecten van de proef op de hydrodynamica (golven, stroming);
 8. inzicht in de hydraulische belasting waaraan de proef, in de jaren na aanleg, wordt blootgesteld. Dit is belangrijk omdat de hydraulische belasting de drijvende kracht voor de morfologische veranderingen is en daarnaast een rol heeft bij de herkolonisatie van bodemdieren;
 9. het effect van de proef op de droogvalduur en vochtigheid van drooggevallen gebied. Het is belangrijk om inzichtelijk te hebben of bepaalde gebieden snel uitdrogen (bijvoorbeeld de rand van de suppletie) of dat in bepaalde gebieden het water heel goed wordt vastgehouden (dit is bijvoorbeeld mogelijk direct achter een drempel);
- ecologie:
 10. inzicht in de kwaliteit van het slik en de herkolonisatie van bodemfauna op het slik en vestiging van bodemdieren op de drempels;
 11. inzicht in het gebruik van de proeflocatie als foerageergebied;
 12. ontwikkeling van aangroei van oesters op de schanskorven van de buitenste zandvangdrempel;
- mosselpercelen:
 13. verstoring van de mosselpercelen door de proef.

Om hier inzicht in te geven worden er diverse metingen uitgevoerd. Sommige van de metingen leveren data op die meerdere onderwerpen inzichtelijk maken. De metingen worden in de navolgende hoofdstukken gegeven en toegelicht. Om het succes van de proef te evalueren zullen metingen worden verricht op vijf mogelijke tijdstippen: T0 = voor de aanleg, tijdens en direct na de aanleg, T1 = In het eerste jaar na de aanleg, T2 = in het tweede jaar na aanleg en T3 = het derde jaar na de aanleg.

In tabel 3.1 is een overzicht van metingen per thema gegeven. Deze metingen worden in de volgende hoofdstukken behandeld.

tabel 3.1. Overzicht metingen per thema

thema	metingen
morfologie	hoogtemetingen minisuppleties visuele inspectie
hydrodynamica en geohydrologie	stromingsmetingen golfmetingen bodemvochtmetingen
ecologie	bodemdierbemonstering (endofauna en epifauna) vogeltellingen
mosselpercelen	hoogtemetingen gewichtsanalyse

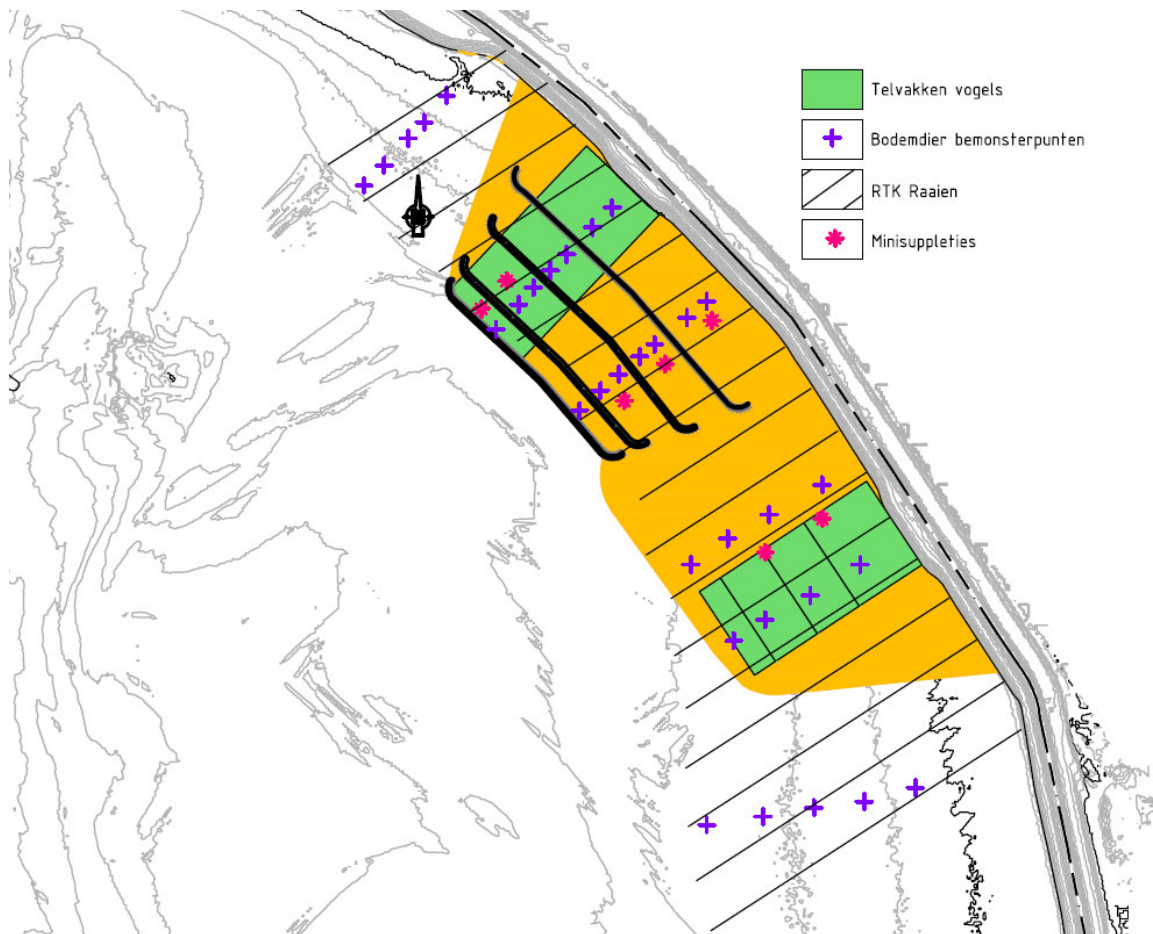
3.1. T0 meting

In 2010 zijn reeds een aantal T0 uitvoeringen uitgevoerd. De volgende metingen zijn reeds uitgevoerd:

- bodemdierbemonstering (oktober);
- minisuppleties (oktober);
- RTK-raaien om de 50 m (juni en oktober);
- vogeltellingen (eind november - begin december).

De locatie van de uitgevoerde T0 metingen zijn weergegeven in afbeelding 3.1.

afbeelding 3.1. Overzicht van de reeds uitgevoerde T0 metingen



4. MONITORING VAN GOLVEN EN STROMING

De hydrodynamische metingen hebben het doel het effect na te gaan van de cascade en suppletie op golven en stroming nabij en in het proefgebied en om de verspreiding van het sediment vanaf de suppletie te verklaren.

4.1. Stroomsnelheden

De stroomsnelheden worden gemeten om kennis te verkrijgen over de stroomsnelheid op de suppletie en bij de cascadedrempels. Deze informatie is belangrijk om lokale ontgrondingen bij de constructies en de globale erosie van de suppletie te kunnen verklaren. Tevens moeten de metingen inzicht geven of het aantal gekozen openingen in de drempel voldoende is.

In de doorstroomopeningen in de drempels, aan het einde van de drempels en boven de drempels wordt de hoogste concentratie van stroming en daarmee de grootste stroomsnelheden verwacht. Dit zijn daarom de meest interessante plekken om de stroomsnelheid te meten. Om een beeld te krijgen van het globale stromingspatroon in het gebied zal daarnaast op enige afstand van de drempels worden gemeten:

1. aan het uiteinde van de drempels. Het is op voorhand niet te voorspellen waar de ontgrondingen zich exact zullen vormen. De metingen zullen daarom pas na verloop van tijd worden uitgevoerd in i) de reeds ontstane ontgrondingskuil en ii) juist daarbuiten. Zodoende wordt verwacht een goed inzicht te verkrijgen in het stromingspatroon om de koppen van de drempels;
2. doorstroomopeningen. In de drempels is om de 50 m een doorstroomopening ontworpen. Om te grote ontgrondingen te voorkomen moeten er voldoende openingen zijn zodat de stroomsnelheid in de openingen voldoende laag is. De stroomsnelheidsmetingen wijzen uit of het aantal en grootte van de openingen juist is;
3. tussen de drempels en in het referentie gebied, op voldoende afstand van de drempels. Deze metingen worden gedaan om het globale stromingspatroon in beeld te brengen. Deze metingen worden op voldoende afstand van de drempels uitgevoerd zodat geen lokale effecten bij de drempels worden gemeten.

Er zal gemeten worden met Aquadopps [ref. 8.] (zie afbeelding 4.1). De Aquadop meet met behulp van akoestische pulsen op basis van de doppler-verschuiving de richting en grootte van de stroomsnelheid. Deze kan op de bodem worden geplaatst of aan een vaste constructie worden bevestigd. In tegenstelling tot de proef op de Galgeplaat wordt er geen gebruik gemaakt van ADCP's (Acoustic Doppler Current Profiler). Deze worden niet geschikt geacht, omdat de proef Schelphoek dagelijks droogvalt.

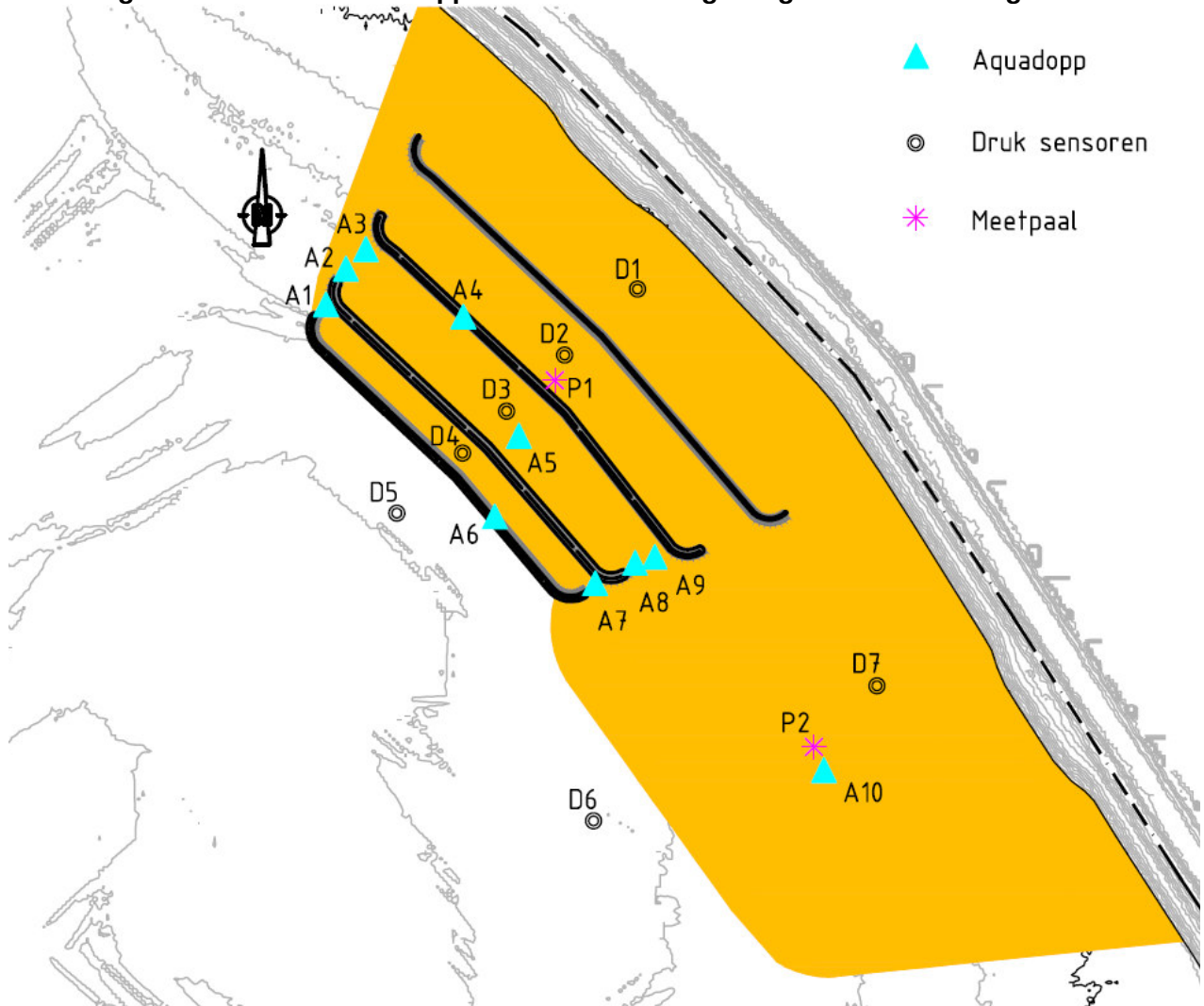
afbeelding 4.1. Aquadop [ref. 8.]



In een workshop [ref. 15.] is besloten om de volgende stromingsmetingen uit te voeren:

- één getijdencyclus tijdens doodtij;
- één getijdencyclus tijdens springtij;
- één getijdencyclus tijdens storm (minimaal ZW 8).

afbeelding 4.2. Locaties van meetapparatuur voor meting van golven en stroming



Er zijn tien locaties aangegeven in de afbeelding waar de stroomsnelheden gemeten worden. De helft van de metingen aan de uiteinden van de drempels worden uitgevoerd in geulen die ontstaan. De plaatsing van deze instrumenten is daarmee afhankelijk van de morfologische ontwikkeling van geulen.

In principe zijn er twee aquadopps continu beschikbaar. Het moment van dood- en springtij is goed te voorspellen en daarom kan door goed inplannen van de metingen vijf instrumenten ingepland worden [ref. 15.]. Voor de metingen tijdens storm zullen twee aquadopps 'standby' staan. Deze zullen op basis van stormvoorspellingen geplaatst worden.

De aquadaopps worden beurtelings op verschillende locaties in de proef ingezet. Niet alle meetpunten zijn even belangrijk en daarom is er een prioritering in de volgorde. De metingen dienen in de volgende volgorde te worden uitgevoerd: A6, A5, A10, A4, A7, A1, A8, A2, A3 en A9.

Omdat de stroming vermoedelijk hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door golven is het belangrijk dat de stroomsnelheidsmetingen worden gekoppeld aan golfmetingen. De locaties waar gemeten zal worden is aangegeven in afbeelding 4.2.

Omdat in de huidige situatie de stroomsnelheden klein zijn wordt een meting vooraf aan het plaatsen van de proef (T0) niet nodig geacht. De serie metingen zal aanvangen in het eerste jaar (T1). Afhankelijk van de morfologische ontwikkeling en de resultaten van de T1 metingen kan in de daarop volgende jaren de serie metingen worden herhaald. Een overzicht van de frequentie van meten is gegeven in tabel 4.1.

tabel 4.1. Frequentie van metingen aan stroomsnelheden

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
stroomsnelheid (aquadopp)	Nee, niet nodig, in T0 beperkte stroming.	-	één getijdencyclus tijdens doottijd, één tijdens springtij en één tijdens storm (minimaal ZW 8) op 10 locaties	afhankelijk van ontwikkeling.	afhankelijk van ontwikkeling.

4.2. Golfhoogte

Er wordt verwacht dat de golven de belangrijkste drijvende kracht zijn voor stroming en sedimenttransport en daarmee de grootste invloed hebben op morfologische verandering van de proef.

Er zal gekeken worden naar de relatie tussen de golven voor de proeflocatie en de golven op de proeflocatie. Daarnaast zal onderzocht worden of de golven invloed hebben op de stroomsnelheden (paragraaf 4.1) en de morfologische ontwikkeling van de proef.

4.2.1. Golfhoogte vóór de proeflocatie

De hoogte van de inkomende golfhoogte wordt op enige afstand vóór de proeflocatie gemeten zodanig dat de proef geen invloed heeft op deze golfhoogte. Deze golfhoogte kan worden gemeten met een directional Waverider of met een Golf-ADCP. Beiden worden hieronder toegelicht. In de workshop [ref. 15.] is bepaald om de waverider te gebruiken.

Waverider

De waverider is een ronde boei met een diameter tot 1 m. De golfhoogte metingen zijn gebaseerd op het meten van verticale versnellingen. Bij elke golfpassage gaat de boei omhoog en deze verticale versnelling wordt gemeten door een versnellingsmeter en verwerkt. De bepaling van de golfrichting is gebaseerd op het meten van horizontale versnellingen. Door twee versnellingsmeters en een kompas te gebruiken kunnen de noord-zuid en oost-west richtingen worden berekend [ref. 9. en ref. 10.].

De bodemdiepte waar de Waverider wordt geplaatst moet minimaal NAP - 4,0 m zijn (een minimale diepte van 2 m onder de boei). Om aan deze eis te voldoen zal de Waverider in de buurt van de monding van Schelphoek geplaatst dienen te worden. De Waverider moet daarnaast op voldoende afstand van de vaargeul worden geplaatst.

Golf-ADCP

De golf-ADCP is een relatief nieuw meetinstrument welke in een frame op de grond staat. De meetdienst van Rijkswaterstaat gaat dit instrument eind 2010 voor het eerst toepassen. Doordat deze op een kleinere diepte toegepast wordt, kan deze dichterbij de proef geplaatst worden. In afbeelding 4.2 is de beoogde locatie van de Golf-ADCP gegeven.

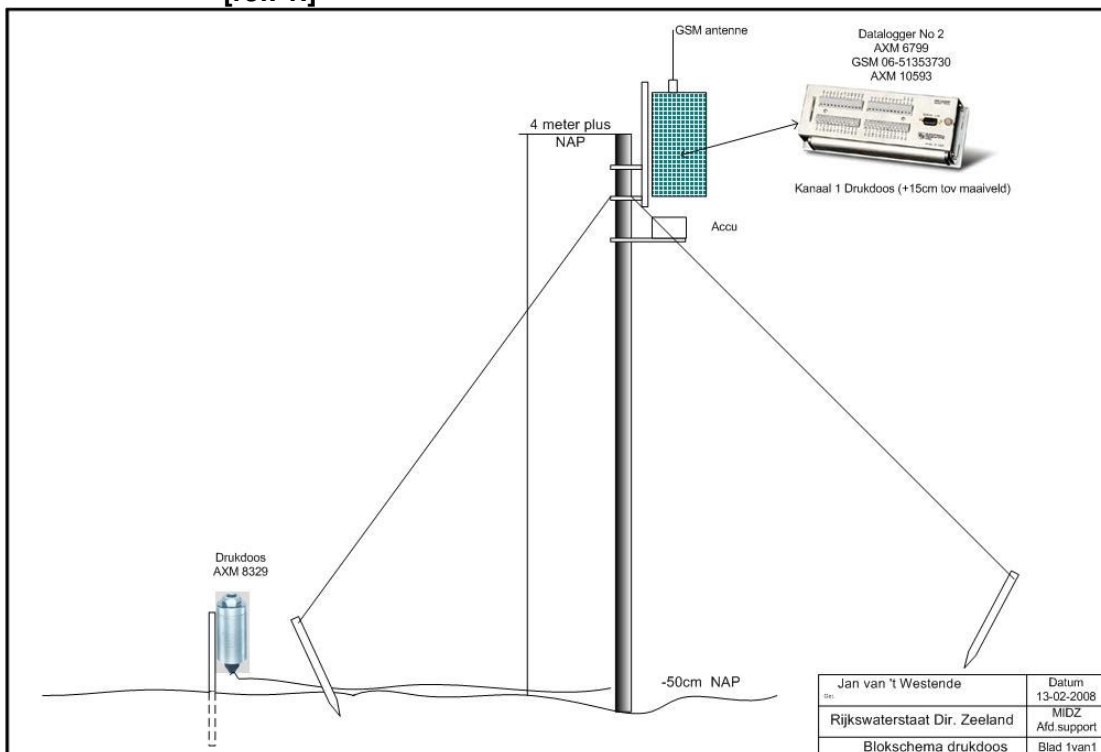
4.2.2. Golfhoogte op de proeflocatie

De golfhoogtemetingen met druksensoren, die bij de suppletie worden uitgevoerd, dienen om;

- een relatie te verkrijgen tussen het golfklimaat op de proeflocatie en het golfklimaat bij de waverider/Golf-ADCP. In combinatie met windgegevens moet er een beeld worden verkregen van het golfklimaat waaraan de proef, in de jaren na aanleg, wordt blootgesteld;
- de golfdempende werking van de proef (suppletie en drempels) te bepalen. Door de golfgegevens vóór en achter de drempels met elkaar te vergelijken wordt inzicht verkregen in de golfdempende werking van suppletie en drempels.

Naast de golfhoogtes zullen, met de druksensoren, ook de golfperiodes gemeten worden.

afbeelding 4.3. Druksensor opstelling zoals voorgesteld voor monitoring van de Galgeplaat [ref. 1.]



Druksensoren worden gebruikt om waterniveaufluctuaties te meten. Hieruit kunnen de gemiddelde waterdiepte en golfhoogtes en periodes worden bepaald. De druksensor meet de druk van de waterkolom, inclusief de luchtdruk, boven het instrument. Om de waterniveaus te verkrijgen moet de druk worden gecorrigeerd voor de barometrische luchtdruk.

Om de invloed op golfhoogte van een individuele drempel te bepalen zal aan weerszijden van een drempel worden gemeten. De drukdoos zal midden tussen twee drempels worden geplaatst. Om de golfdempende werking van de gehele proef te bepalen zal ook direct voor de dijk worden gemeten. Ter vergelijking zal ook de golfhoogte op het gedeelte van de proef zonder drempels worden bepaald. De

golfhoogte zal hier op twee plaatsen worden gemeten, één locatie vóór de proef en één locatie vlak voor de dijk.

De drukdozen verbruiken weinig stroom. Eén meetpaal met één zonnepaneel en één datatransmissie-apparaat zou in principe 6 drukdozen aan kunnen. In een workshop [ref. 15.] is aangegeven dat er vijf drukdozen voor de proef beschikbaar zijn.

Er zijn zeven locaties voor drukdozen gegeven in afbeelding 4.2. Omdat er vijf drukdozen beschikbaar zijn kunnen niet alle metingen tegelijkertijd worden uitgevoerd. De metingen zullen daarom per raai worden uitgevoerd. Zo wordt het verloop van de golfhoogte langs een gehele raai gemeten. Er is één raai met vijf meetpunten op het deel van de proef met drempels en één raai met twee meetpunten op het gedeelte zonder drempels. Door het plaatsen van twee meetpalen, één meetpaal op het deel zonder drempels en één op het deel met drempels, kunnen alle golfmetingen met drukdozen worden uitgevoerd.

Als drukdozen op grotere afstand dan 15 m van de paal komen moeten de kabels worden verlengd. Bij verlenging van de kabels kunnen nog wel de golfhoogten worden gemeten maar niet de waterstand.

4.2.3. T0-meting en overzicht

Voorafgaand aan de uitvoering wordt in dezelfde raaien de golfhoogte gemeten. Naast de golfboei zal er één drukdoos in het gebied met drempels en één drukdoos in het gebied zonder drempels worden geplaatst.

De voorgestelde meetfrequentie voor golven is gegeven in tabel 4.2.

tabel 4.2. Frequentie van metingen aan golven

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
golfhoogte - waverider	continu	-	continu	afhankelijk van ontwikkeling	1 maand in de winter, afhankelijk van ontwikkeling
golfhoogte - drukdozen	2 locaties (D2 en D7), juist voor de dijk	-	7 locaties in 2 raaien (5 + 2) gedurende minimaal 3 maanden	afhankelijk van ontwikkeling	3 maanden in de winter, afhankelijk van ontwikkeling

4.3. Geohydrologie

Onder geohydrologie wordt in de context van dit monitoringsplan specifiek bedoeld op de heterogeniteit, de droogvalduur en de vochtigheid van de bodem. Deze variabelen geven informatie over de vochtigheid van het gebied en de afname hiervan, welke invloed hebben op de herkolonisatie van de bodemdieren. Voor een bodemdier bepaalt de periode van droogval en de mate waarin de bodem vocht weet vast te houden tijdens een getijdencyclus de mate waarin het blootgesteld wordt aan uitdroging, de mate waarin het voedsel kan verzamelen en de mate waarin predatie kan plaatsvinden door vogels.

Heterogeniteit van de bodem

De heterogeniteit van de bodem geeft inzicht in eigenschappen als doorlatendheid van de grond. De heterogeniteit kan met behulp van destructieve methoden (boringen, sonderingen en peilbuizen) relatief snel worden bepaald. Om snel een globaal inzicht te krijgen in de heterogeniteit van de proeflocatie, kan gebruik worden gemaakt van niet-destructieve onderzoeksmethoden zoals infrarood en radar. Dit lijkt echter overbodig als voldoende informatie beschikbaar is over de herkomst van het zand dat aan-

gebracht zal worden op de proeflocatie. Daarnaast zal bestudering van bodemmonsters (zie hoofdstuk 6) informatie geven over de heterogeniteit van de suppletie.

Droogvalduur en vochtigheid bodem

De droogvalduur, de tijd dat de slikken tijdens laagwater droogvallen, kan rekenkundig afgeleid worden uit de getijcurve van de Oosterschelde en de bodemhoogte van de proeflocatie. De mate waarin de bodem het water vasthoudt is afhankelijk van het bodemmateriaal. Omdat het suppletiemateriaal veel grover is dan het gebiedseigen materiaal zal het suppletiegebied mogelijk snel uitdrogen. Het is belangrijk om te meten hoe snel dit uitdroogt en wat het effect hiervan op is op de bodemdiergemeenschap.

Door de aanleg van de cascade-oeververdediging spelen lokale effecten een grote rol. Er is veel variatie in het projectgebied met betrekking tot de hoogteligging. Op voorhand is het volgende onderscheid binnen het gebied al aan te duiden:

- de cascades liggen op verschillende hoogtes;
- aan de rand van de proef zal vermoedelijk sneller uitdroging plaatsvinden;
- de drempels zijn relatief 'slecht' waterdoorlatend. Hierdoor zal het gebied direct boven de drempels relatief nat blijven.

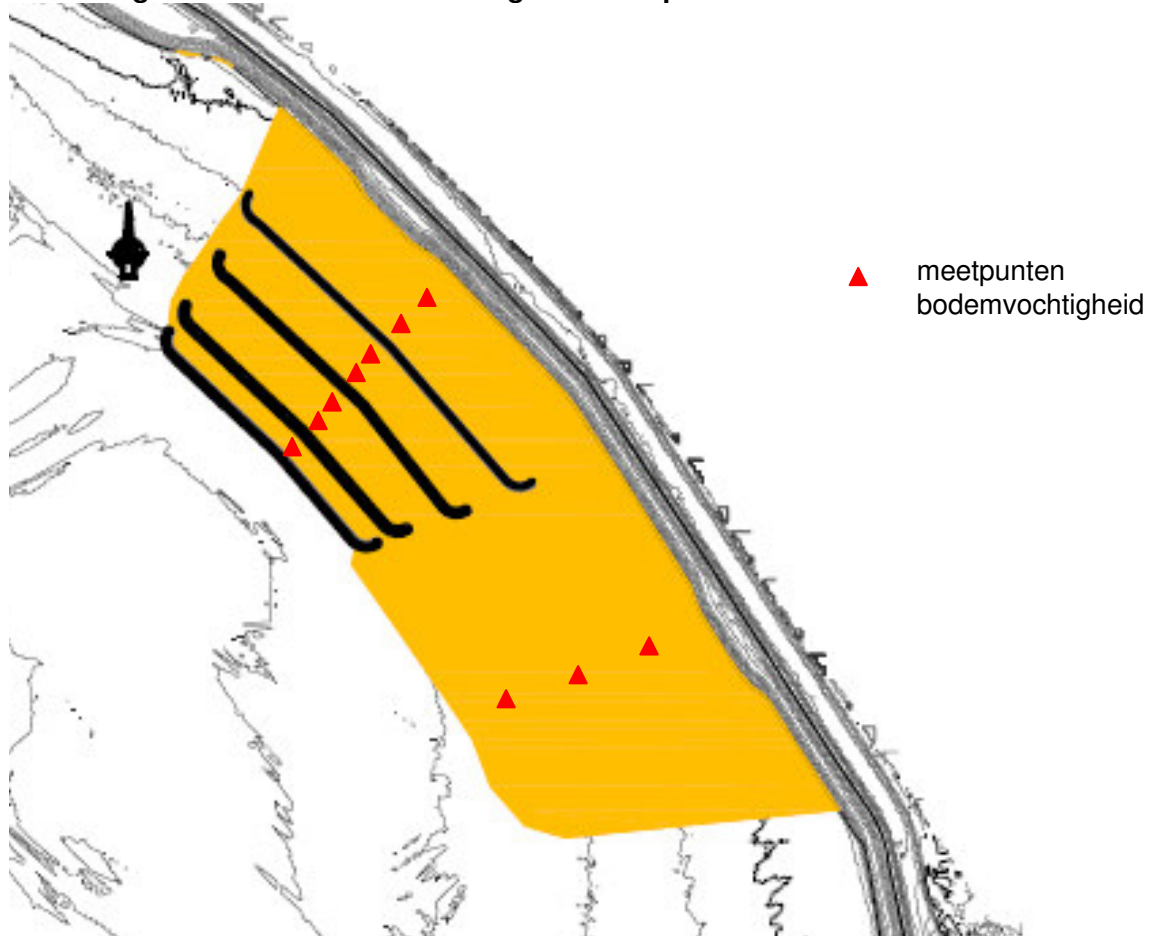
Om de variatie in bodemvochtigheid voldoende inzichtelijk te maken wordt op tien plaatsen de bodemvochtigheid gedurende één getijdencyclus continu gemeten. Door deze onderling en met de waterstand te vergelijken wordt inzichtelijk hoe goed de bodem het vocht weet vast te houden. In afbeelding 4.4 is de locatie van de metingen weergegeven en in tabel 4.4 is de frequentie aangegeven. Voor de inspectie van heterogeniteit van het bodemmateriaal wordt verwezen naar de bodemdierenbemonstering (hoofdstuk 6).

De bodemvochtigheid kan worden gemeten met een FDR (frequency domain reflectometry) systeem met een datalogger. Beschouwde systemen zijn gemaakt van roestvast staal en blootstelling aan zout water voor een langere periode kan corrosie veroorzaken. Daarom wordt voorgesteld de meting voor een relatief korte tijd uit te voeren zodat corrosie geen probleem vormt. Enkele parameters die belangrijke invloed hebben op de vochtigheid van de bodem zijn waterstand, neerslag en temperatuur. Het is daarom belangrijk dat de gemeten bodemvochtigheid gekoppeld zal worden aan zowel waterstand, temperatuur en de neerslag. Om metingen voor verschillende punten te kunnen vergelijken is het van belang dat de metingen worden uitgevoerd onder vergelijkbare omstandigheden voor de genoemde parameters. De metingen worden bij voorkeur uitgevoerd in een periode zonder neerslag.

Er is geen ervaring met dit systeem in getijdegebieden. Naar verwachting leveren continue metingen aan de bodemvochtigheid wel waardevolle informatie op. Omdat er geen andere bruikbare methode bekend is, zijn metingen met een FDR-systeem opgenomen in het monitoringsplan. Afhankelijk van de bruikbaarheid van de metingen kan de meting herhaald worden.

Een voorbeeld van een mogelijk te hanteren sensor is gegeven in [ref. 19.]. Deze meet tevens het zoutgehalte en de temperatuur.

afbeelding 4.4. Locaties bodemvochtigheidsmeetpunten



4.4. Overzicht metingen golven en stroming

In tabel 4.3 is een overzicht gegeven van de voorgestelde monitoring van golven, stroming en geohydrologie.

tabel 4.3. Frequentie van metingen aan golven en stroming

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
stroomsnelheid (aquadopp)	nee, niet nodig, in T0 beperkte stroming.	-	één getijdencyclus tijdens doodtij, één tijdens springtij en één tijdens storm (minimaal ZW 8) voor 10 locaties	afhankelijk van ontwikkeling.	afhankelijk van ontwikkeling.
golfhoogte - waverider	continu	-	continu	afhankelijk van ontwikkeling	1 maand in de winter, afhankelijk van ontwikkeling
golfhoogte - drukdozen	2 locaties (D2 en D7), juist voor de dijk	-	7 locaties in 2 raaien (5 + 2) gedurende minimaal 3 maanden	afhankelijk van ontwikkeling	3 maanden in de winter, afhankelijk van ontwikkeling
bepalen bodemvocht	-	-	continu, alle 10 locaties gedurende minimaal 1 week	afhankelijk van bruikbaarheid resultaten	idem

5. MONITORING VAN MORFOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN

Eén van de belangrijkste doelen van de proef is inzicht te krijgen in het morfologisch gedrag. Het meetplan morfologie heeft tot doel het morfologisch gedrag van cascade en zandsuppletie na te gaan. De proef bestaat uit twee delen, waarbij een deel zonder en een deel met drempels wordt uitgevoerd. Door de morfologische ontwikkeling van beide delen met elkaar te vergelijken wordt het effect van de drempels duidelijk. De monitoring dient inzicht te geven in:

1. bodemverandering ter plekke en in nabijheid van de proef;
2. plaats waar het zand bij erosie van de suppletie naar toe gaat;
3. verandering in bodemsamenstelling, bijvoorbeeld de korrelgrootte;
4. erosiesnelheid en zandverlies van de suppletie;
5. zandvangdrempels: i) lokale morfologische effecten (ontgrondingen), ii) functioneren van zandvangdrempels: zanddichtheid, stabiliteit, invloed op golven, stroming en sedimenttransport en daarmee op globale morfologie;
6. zettingen van het gebied.

Om dit te bepalen wordt navolgende monitoring voorgesteld:

- visuele inspectie;
 - visualisatie van de proefranden door bamboestokken;
 - ontwikkeling ontgrondingskuilen;
 - stabiliteit constructies;
 - verstuiving;
- hoogtemetingen:
 - multibeam;
 - RTK-dGPS;
 - SET-metingen;
- minisuppleties;
- bepalen van zettingen met behulp van zakbakens.

De verandering in bodemsamenstelling wordt bepaald bij de bodemdierbemonstering (zie hoofdstuk 6).

5.1. Visuele inspectie

Bij het proefbezoek van de meetdienst zal een visuele inspectie worden uitgevoerd. Hieronder vallen een aantal onderdelen. Deze onderdelen hebben betrekking op verschillende thema's zoals deze zijn voorgesteld in dit monitoringsplan. In deze paragraaf wordt een lijst gegeven met alle onderdelen die vallen onder visuele inspectie. De verschillende onderdelen zijn uitgewerkt in het hoofdstuk met het betreffende thema. De volgende onderdelen vallen onder visuele inspectie:

1. volgen van suppletiegrens met bamboestokken (paragraaf 5.1.1);
2. ontwikkelingen ontgrondingskuilen (paragraaf 5.3);
3. stabiliteit cascades in de gaten houden (wordt tevens gelet op ondermijning en achterloopsheid);
4. volgen van ontwikkelingen in de morfologie rondom cascades en rondom de suppletie (paragraaf 5.1.2);
5. aangroei flora en fauna op cascades (paragraaf 6.2);
6. constateren of er getijdepoelen gevormd worden en of er zich daar een epifauna levensgemeenschap vormt (paragraaf 6.1.2);
7. SET-metingen (inclusief bepalen lutumgehalte, wadpiëren, stroomribbelrichting, dikte oxidatielaag en andere bijzonderheden, paragraaf 5.2.3);
8. minisuppleties (paragraaf 5.4);
9. globaal beeld vormen van sedimenttransporten, water/getijstroom, ruimtelijke variatie van bodemvocht;
10. inspectie van meetapparatuur;

11. op enkele (representatief gelegen) RTK-raaien zullen om de zoveel meter het aantal wadpiëren hoopjes per m2 geteld worden;
12. volgen van zettingen met behulp van zakbakens (paragraaf 5.6);
13. verstuiving (paragraaf 5.5).

5.1.1. Bamboestokken

Voor de visualisatie van de vervorming van de suppletie, worden na de aanleg tien bamboestokken om de suppletie heen geplaatst zodat de initiële locatie gedurende de hele monitoring zichtbaar blijft. De locaties van deze stokken worden in X- en Y- richting ingemeten, voor het geval er een of meerdere stokken verloren gaan.

5.1.2. Foto's

Om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van het gebied zullen, bij verschillende vaste gemarkeerde en ingemeten punten (dGPS), foto's gemaakt worden van het gebied. Er worden in ieder geval foto's gemaakt van de volgende onderdelen:

- getijdepoelen (indien aanwezig, zie paragraaf 6.1.2);
- ontgrondingen bij de zandvangdrempels;
- permanente kwadranten (zie paragraaf 6.2);
- verstuiving (paragraaf 5.5).

De foto's zullen gemaakt worden door de meetdienst tijdens bezoek aan de suppletielocatie. Afhankelijk van het plaatbezoek door de meetdienst zullen de foto's naar verwachting maandelijks gemaakt worden.

tabel 5.1. Frequentie van visuele inspectie

parameter	inzet/frequentie				
	T ₀	uitvoering	T1	T2	T3
bamboestokken	-	10 stokken	continu	continu	continu
Visuele inspectie	proefbezoek meetdienst (circa 1 keer per maand)	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst

5.2. Hoogtemeting

De volgende metingen zijn voorzien om de hoogte, de ontwikkeling van de hoogte en het zandverlies van het gebied te bepalen.

- Multibeam;
- RTK-dGPS;
- SET-metingen.

Met geen van de voorgestelde metingen kan de hoogte van gehele interessegebied gemeten worden. Daarom is er een overlap tussen de RTK-raaien en het gebied wat met behulp van multibeam wordt gemeten. De SET-metingen worden uitgevoerd om lokaal kleine bodemveranderingen vroeg te kunnen meten.

5.2.1. Multibeam

De minimale diepte waarbij de singlebeam kan meten is 0,9 m (diepgang van 0,4 m plus een minimale kielspeling van 0,5 m). Hiermee zou een redelijk groot deel van de proef gemeten kunnen worden. De nauwkeurigheid (+/- 10 cm) van de multibeam wordt echter niet volledig toereikend geacht om van waarde kunnen te zijn voor het bepalen van morfologische effecten van de proef. Met landmetingen (RTK-dGPS, zie paragraaf 5.2.2) kunnen raaien worden gemeten tot 0,5 m onder het waterniveau. De RTK-raaien zijn daarmee niet gebiedsdekkend. Om toch de morfologische effecten op relatief dieper water inzichtelijk te krijgen worden de RTK-raaien aangevuld met multibeammetingen. De vaste objecten (de zandvangdempels) kunnen als ijkpunt dienen waardoor de nauwkeurigheid toeneemt. In afbeelding 5.1 is het gebied gearceerd wat met behulp van multibeam wordt gemeten.

De frequentie van de multibeammetingen is wel kleiner dan de frequentie van de RTK-raaien: 2 keer per jaar (voor en na de winter).

De RWS meetdienst heeft voorgesteld om de metingen uit te voeren met de 'Pegasus', een vaartuig van RWS ZH met een diepgang van 0,4 m.

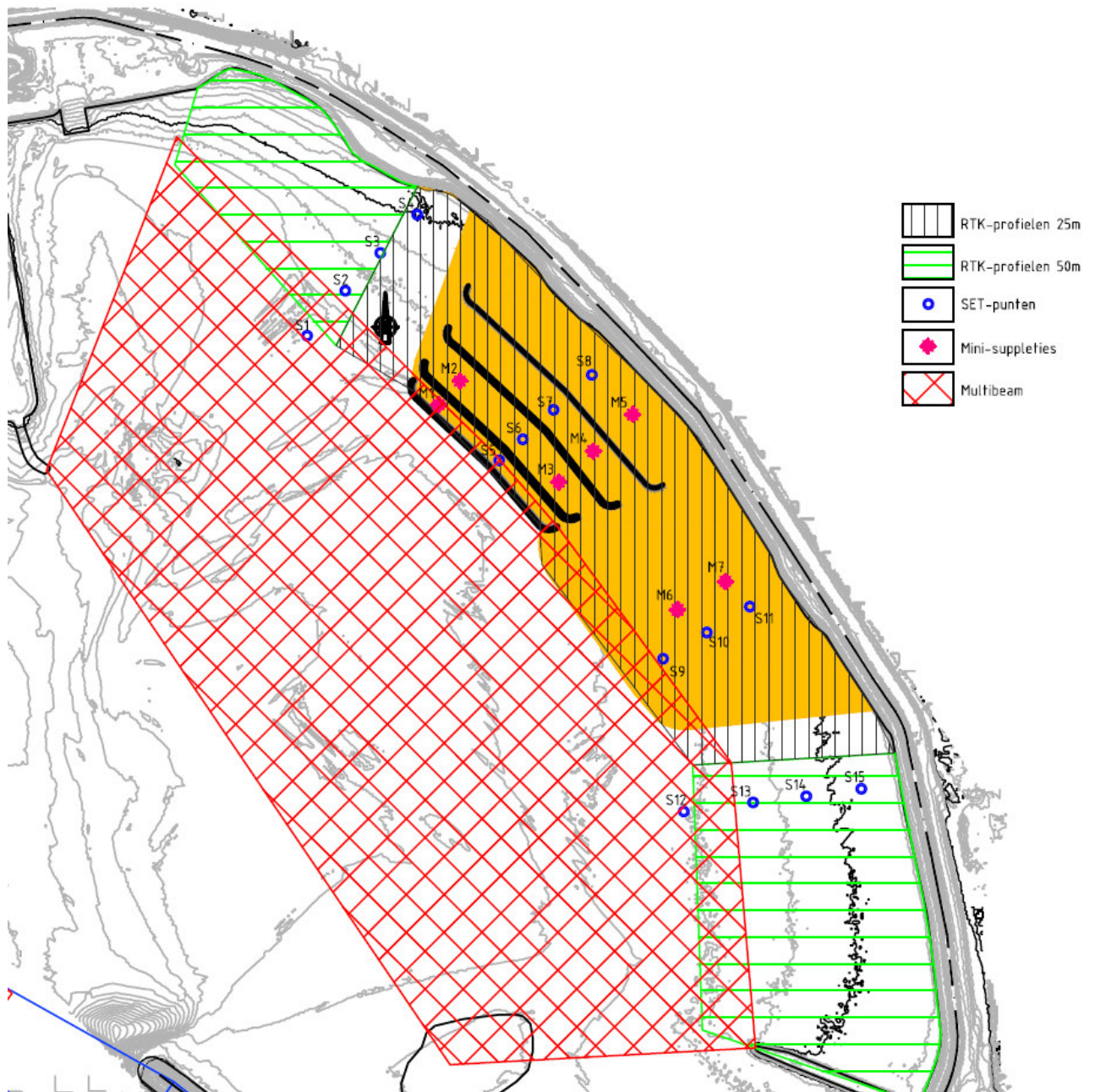
5.2.2. RTK-dGPS

De hoogtemetingen zullen worden uitgevoerd met behulp van RTK-dGPS die in raaien loodrecht op de dijk worden gelopen. De basis van de RTK-dGPS ('Real Time Kinematic'-'differential Global Positioning System') is hetzelfde als die van een normale dGPS. Echter, bij dGPS wordt er alleen gebruik gemaakt van gecodeerde informatie van de satelliet signalen. Bij RTK wordt de fase van de satelliet signalen gebruikt, waarop deze codes zijn gemoduleerd. De resolutie van deze fase is in de orde van 20 cm en kan worden gemeten met een nauwkeurigheid van $1/100^e$, dus 2 mm. Op deze manier kan een precisie bereikt worden van enkele centimeters in positie en hoogte. Een snelle en betrouwbare radioverbinding is nodig om de hoeveelheid aan informatie over te sturen van het referentiestation naar de mobiele ontvanger (rover). RTK-systemen maken nagenoeg altijd gebruik van UHF-radioverbindingen [ref. 11.].

De raaien lopen ongeveer haaks op de dijk van Schelphoek. Op en direct rondom de proef zal een gebied gemeten worden met raaien om de 25 m. Er is ook gekozen voor 25 m raaien in de directe omgeving van de suppletie, zodat kuberen van dit gebied mogelijk is (zie afbeelding 5.1). Buiten dit gebied wordt kuberen niet nodig geacht en volstaan 50 m raaien.

Van de 25 m raaien worden 2,5 x 2,5 m grids gemaakt. Bij elke volgende peiling wordt een verschilkaart gemaakt en een kubering uitgevoerd om te bepalen hoeveel sediment er nog ligt. Met behulp van dwarsprofielen wordt de hoogteontwikkeling verder gevisualiseerd.

afbeelding 5.1. Locaties metingen aan morfologische ontwikkeling



Er is reeds een T0-meting uitgevoerd. In afbeelding 5.2 is de locatie van de T0- raaien weergegeven. Deze raaien zijn om de 50 m en niet gebiedsdekkend en er zal daarom nog een T0-meting gedaan moeten worden om kubering mogelijk te maken. Voorgesteld wordt om bij de 25 m T0-meting tevens de raaien zowel loodrecht op de dijk als loodrecht op de drempels te lopen.

afbeelding 5.2. RTK-raaien uit T0 meting



5.2.3. SET-metingen

Om kleine geleidelijke morfologische veranderingen vroegtijdig te kunnen meten worden SET metingen (Sedimentatie-Erosie-Transport-plotjes) uitgevoerd. Bij SET metingen wordt de lokale bodempositie ten opzichte van een vast referentieniveau gemeten (afbeelding 5.3). Dit gebeurt op 5 posities langs elke zijde van een gelijkzijdige driehoek. Deze zijdes zijn 1,5 m lang. Deze methode is geschikt om nauwkeurig (orde 1 cm) geleidelijke bodemverandering te volgen.

afbeelding 5.3. Opname SET meting [ref. 7.]



De hoogte van het referentieniveau heeft een nauwkeurigheid van +/- 1 cm en wordt jaarlijks met RTK ingemeten. De aflezingen van het referentieniveau worden in mm gedaan met een duimstok. De verwachting is dat met behulp van de SET metingen al eerder veranderingen kunnen worden gemeten dan met de raaimetingen (RTK). In afbeelding 5.1 zijn de locaties voor de SET-metingen weergegeven. Hierbij zijn locaties zowel binnen als buiten de suppletie gekozen.

Op de SET-meetpunten wordt naast de bodemverandering ook het volgende bepaald:

- lutumgehalte bodem;
- aantal wadpierhopen/m²;
- stroomribbelrichting (indien aanwezig);
- dikte oxidatielaag (eventueel);
- bijzonderheden.

tabel 5.2. Frequentie van hoogtemetingen

parameter	inzet/frequentie				
	T ₀	uitvoering	T1	T2	T3
Multibeam	1 x	1 x direct na de uitvoering	2 maal per jaar (voor en na de winter)	2 maal per jaar (voor en na de winter)	2 maal per jaar (voor en na de winter)
RTK-dGPS	reeds uitgevoerd, maar aanvulling nodig voor ku-bering	-	direct na suppletie, daarna 1 maal per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal
SET-metingen	-	plaatsen opstellen- gen 15 locaties	direct na suppletie, daarna 1 maal per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal

5.3. Bepalen omvang ontgrondingen

Aan weerszijden van de drempels en met name aan de uiteinden van de drempels worden lokale ontgrondingen verwacht. Voor grootschalige toepassing van drempels in de Oosterschelde is het belangrijk om inzicht in omvang en ontwikkeling van de ontgrondingskuilen te verkrijgen. De RTK-raaien (zie paragraaf 5.2.2) lopen haaks op de dijk en haaks over de drempelconstructies en door de ontgrondingskuil en zullen daarmee de ontgrondingen aan weerszijden van de drempel inzichtelijk maken. De ontgrondingen aan de uiteinden van de drempels worden hiermee echter niet inzichtelijk gemaakt.

Er wordt voorgesteld om de (ontwikkeling van) deze ontgrondingen te volgen met:

- foto's;
- RTK-metingen.

Met de RTK-meting kan het de diepte van de ontgroning exact worden bepaald. Mede op basis van de foto's kan de vorm van de ontgroning bepaald worden en of er sprake is van 'detached' of 'attached' ontgroning.

tabel 5.3. Frequentie van metingen aan ontgrondingen

parameter	inzet/frequentie				
	T ₀	Uitvoering	T1	T2	T3
Visuele inspectie: foto's, bepalen omvang lokale ontgroning	proefbezoek meetdienst (circa 1 keer per maand)	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst

5.4. Sedimenttransport

Het nauwkeurig bepalen van sedimenttransporten (zoals bijvoorbeeld met de Delftse of Vlissingse fles) is over het algemeen een lastige exercitie op intergetijdegebied. Rijkswaterstaat heeft recentelijk een aantal proeven gedaan met minisuppleties [ref. 12.]. Hierbij wordt een minisuppletie aangelegd (circa 1,5 m groot, 20 cm hoog) waarna na bijvoorbeeld één maand de vormverandering wordt bepaald. Op deze wijze kan de overheersende lokale sedimenttransportrichting bepaald worden, wat inzicht kan geven in de globale morfologische veranderingen van de proef. Er wordt voorgesteld om op een aantal locaties op de proef minisuppleties toe te passen. In afbeelding 5.1 zijn de beoogde locaties van de minisuppleties weergegeven.

tabel 5.4. Frequentie van metingen aan minisuppleties

parameter	inzet/frequentie				
	T ₀	uitvoering	T1	T2	T3
minisuppleties	-	plaatsen minisuppleties op 7 locaties	proefbezoek meetdienst.	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst

5.5. Bepalen van verstuiving

Mogelijk zal een gedeelte van het zand uit de dijkvoetsuppletie door winderosie op en over de dijk transporteren. Dit is een ongewenst effect en daarom zullen, wanneer blijkt dat transport over de dijk plaatsvindt, erosieremmende maatregelen worden genomen. De dijk om de Schelphoek is een grasdijk met daarop een onderhoudspad (asfalt weg). Naar verwachting zal eventueel verstoven zand accumuleren in het gras of over de dijk transporteren.

Er wordt voorgesteld visuele inspecties op de gras- en asfaltdijk uit te voeren. Cumulaties van zand op de gras-/asfaltdijk wijzen op verstuiving. De ordegroottes van geaccumuleerd zand worden tijdens deze visuele inspectie geschat in de orde van decimeters.

tabel 5.5. Frequentie van metingen aan verstuiving

parameter	inzet/frequentie				
	T ₀	Uitvoering	T1	T2	T3
visuele inspectie: verstuiving	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst

5.6. Zettingen

Door de aanleg van de proef zullen mogelijk zettingen plaatsvinden. De grootste zettingen vinden over het algemeen tijdens en direct na de uitvoering plaats. Omdat het huidige bodemmateriaal zeer klein en kleiachtig is, kunnen daarna ook nog zettingen optreden. Het is belangrijk om de zettingen in beeld te krijgen, zodat inzichtelijke wordt gemaakt of hoogteveranderingen in het gebied daadwerkelijk het resultaat zijn van sedimentatie en erosieprocessen of het gevolg zijn van zettingen.

In de RTK-raaien zal ook de hoogte van de drempelconstructie worden gemeten. Indien de hoogtes van deze constructies niet gelijk blijven is dat een aanwijzing voor zakkingen in het gebied. De zakkingen onder zandsuppletie worden gemeten middels zakkakens.

Een zakbaak is een hulpconstructie (meetpaal) om veranderingen in de hoogte van dieper liggende bodemlagen te bepalen. Een zakbaak bestaat uit een vierkante of ronde stalen plaat van 0,5 tot 2 m doorsnede. Op deze plaat bevindt zich zuiver verticaal een metalen buis. De onderzijde van de zakbaak zal meezakken met de huidige bodem. Door de bovenkant van de zakkakens in te meten wordt de zetting bepaald. Om de zettingen voldoende inzichtelijk te maken wordt tien zettbakens verspreid over het gebied geplaatst.

De zakkakens worden tijdens de uitvoering door de aannemer geplaatst en na de uitvoering overgedragen aan de RWS-meetdienst.

5.7. Overzicht metingen morfologie

In tabel 5.6 is een overzicht gegeven van de voorgestelde monitoring voor de bewaking van de morfologische ontwikkelingen.

tabel 5.6. Frequentie van metingen aan morfologie

parameter	inzet/frequentie				
	T ₀	Uitvoering	T1	T2	T3
bamboestokken	-	10 stokken	continu	continu	continu
visuele inspectie (zie paragraaf 5.1)	proefbezoek meetdienst (circa 1 x per maand)	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst
Multibeam	1 x	1 x direct na de uitvoering	2 maal per jaar (voor en na de winter)	2 maal per jaar (voor en na de winter)	2 maal per jaar (voor en na de winter)
RTK-dGPS	reeds uitgevoerd, maar aanvulling nodig voor kubering	-	direct na suppletie, daarna 1 maal per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal
SET-metingen	-	plaatsen opstellingen 15 locaties	direct na suppletie, daarna 1 maal per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal
minisuppleties	-	plaatsen minisuppleties op 7 locaties	proefbezoek meetdienst.	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst
zettbakens	-	10 zettbakens	continu	continu	continu

6. MONITORING VAN ECOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN

Indien de proef succesvol is, wordt de daling van het slik effectief tegengegaan, zonder dat dit ten koste gaat van de uiteindelijke kwaliteit van het slik als foerageer- en rusthabitat. Om het succes van de proef te evalueren zullen metingen worden verricht op 5 tijdstippen: T0 = voor de aanleg, tijdens en direct na de aanleg, T1 = In het eerste jaar na de aanleg, T2 = in het tweede jaar na aanleg en T3 = het derde jaar na de aanleg. Daarnaast zal tijdens de aanlegwerkzaamheden onderzocht worden welke directe verstoringen kunnen optreden. Vergelijking van de meetresultaten van de verschillende metingen geeft dan goed inzicht in de eventuele achteruitgang ten opzichte van T0 en het herstel van de oude situatie. De T0 meting is uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 3.1.

Meetplan in relatie tot N2000

Het meetplan is gericht op ecologische parameters die beïnvloed worden door de proef. Voor enkele van deze parameters, te weten vogels, en slikken en platen (onderdeel van habitat type 'grote baaien' H1160) geldt dat er instandhoudingdoelstellingen geformuleerd zijn. Het meetplan richt zich dus voornamelijk op de monitoring van Natura 2000 doelen. Dit maakt het mogelijk om effecten van de proef op Natura 2000 doelen goed inzichtelijk te maken.

6.1. Bodemdierbemonstering

6.1.1. Endofauna (dieren in de bodem)

Bodemdierbemonstering vindt plaats om de kwaliteit van het slik en de (her) kolonisationsnelheid van de proef door bodemdieren te bepalen. Zowel de samenstelling als de hoeveelheden bodemdieren worden bepaald. Daarnaast wordt ook een korrelgroottebemonstering uitgevoerd. Een aantal andere factoren die invloed kunnen hebben op de bodemdiergemeenschap worden ook gemeten (zie hoofdstuk 4 en 5). Deze factoren dienen tevens als onderbouwing voor de kwaliteit van het slik.

Voor de bodemdiergemeenschap zijn een aantal factoren belangrijk [ref. 2.]:

- zoutgehalte;
- slibgehalte/korrelgrootte;
- primaire productie van algen;
- hoogteligging/droogvalduur;
- stroomsnelheid;
- vochtgehalte (geohydrologische metingen in hoofdstuk 4).

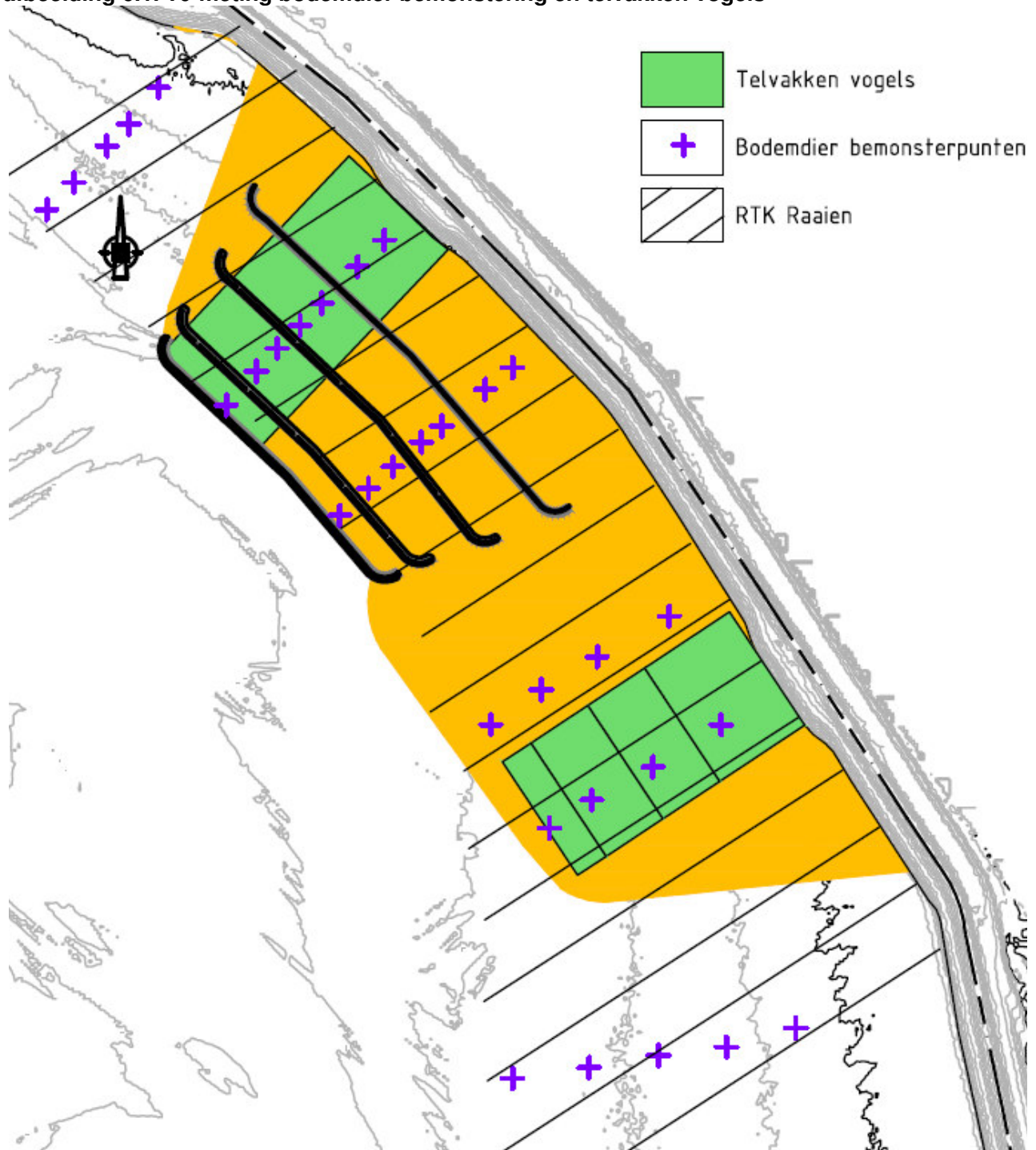
Door de aanleg van de cascade-oeververdediging is er veel variatie in het projectgebied met betrekking tot hoogteligging, stroomsnelheid, korrelgrootte en vochtgehalte. Op voorhand is het volgende onderscheid binnen het gebied al aan te duiden:

- de cascades liggen op verschillende hoogtes;
- aan de rand van het proefgebied zal vermoedelijk sneller uitdroging plaatsvinden;
- de drempels zijn relatief 'slecht' waterdoorlatend. Hierdoor zal het gebied direct boven de drempels relatief nat blijven.

Door de relatief grote variatie in het gebied is er binnen het proefgebied mogelijk veel variatie in de herkolonisationsnelheid door bodemdieren. Het is daarom belangrijk om voldoende monsterpunten te hebben om dit onderscheid te kunnen meten.

Bij de keuze van de ligging van de raaien is aangesloten op de reeds uitgevoerde T0-meting (zie afbeelding 6.1). In zes raaien worden 4-8 bodemmonsters genomen. Twee van deze raaien vallen in het gedeelte van de proef met drempels, twee raaien vallen in het gedeelte van de proef zonder drempels en twee raaien liggen parallel aan weerszijden van het proefgebied.

afbeelding 6.1. T0-meting bodemdier bemonstering en telvakken vogels



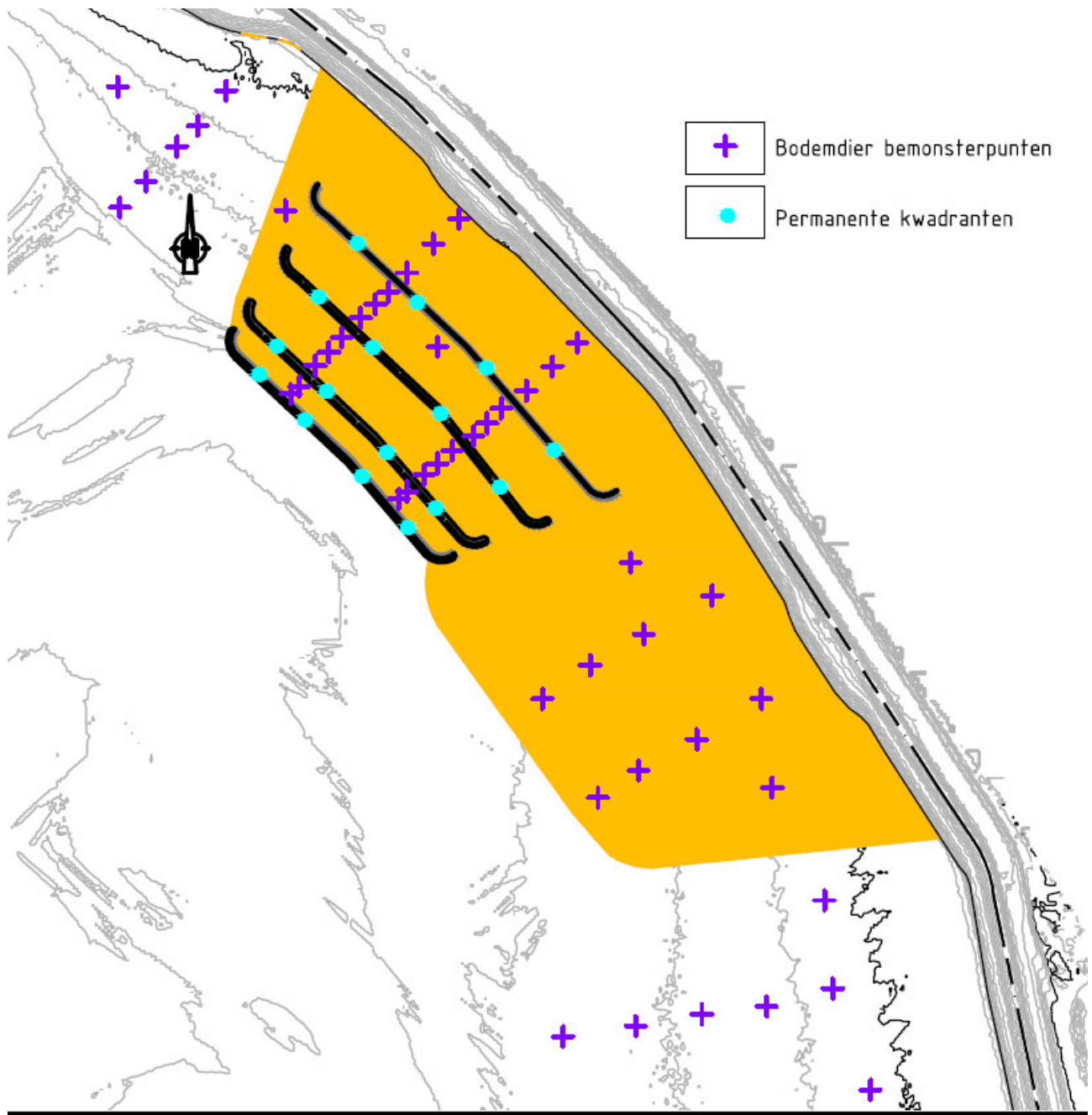
Op het gedeelte met drempels zijn er telkens twee monsterpunten tussen de drempels geplaatst. De omvang van de randeffecten van de uiteinden van de drempels worden geschat op 50 m. Om te voorkomen dat er met name randeffecten worden gemeten dienen de meetpunten op voldoende afstand (50 m) van de drempeluiteinden te worden uitgevoerd. Per bemonsterpunt worden 6 steekbuizen met een diameter van 8 cm in het zand gestoken, tot een diepte van 30 cm, en over 1 mm gezeefd.

De bodemdierbemonstering heeft plaatsgevonden op de 32 punten in de T0. De bodemdierbemonstering zal jaarlijks herhaald worden, maar met enkele kleine wijzigingen:

- er zal op de onderste cascade op 2 locaties in een raai worden gemeten in plaats van op één locatie;
- er worden extra monsterpunten toegevoegd om een goede vergelijking van de vakken tussen de verschillende cascades te maken. Hiervoor wordt per vak tussen de cascades op 6 in plaats van 4 locaties bemonsterd;
- toevoeging van een raai die kruist over de andere raaien: te verwachten is dat de bodemdieren minder verstoord worden naarmate ze verder van de suppletielocatie afliggen. Door middel van deze raai wordt geprobeerd vast te stellen of er een geleidelijke verstoring van de bodemdieren plaatsvindt. De punten aan de buitenzijde worden naar verwachting weinig verstoord en dienen derhalve met name als referentiepunt.

Alle bemonsterlocaties zijn weergegeven in afbeelding 6.2. De exacte locatie en nummering van de bemonsterlocaties zijn weergegeven in een separaat aangeleverde dxf file.

afbeelding 6.2. Locaties van steekbuisbemonstering en permanente kwadranten



De T0-meting is reeds uitgevoerd (oktober 2010). De volgende metingen zullen jaarlijks in oktober worden uitgevoerd.

6.1.2. Epifauna (dieren op de bodem)

De bodemdiergemeenschap is een belangrijke parameter voor de kwaliteit van het slik voor foerageerde vogels. De dieren in de bodem, zijn echter niet de enige voedselbron. In bepaalde jaargetijden eten veel vogelsoorten veel krabben, garnalen en grondels [ref. 16.]. Deze dieren (epifauna) leven niet in de bodem maar er op. Krabben en garnalen graven zich bij laag water deels in op het drooggevalen zand. Die worden meegenomen met de bemonstering van endofauna (paragraaf 6.1.1). De hoogste concen-

traties krabben, garnalen en ook grondels, zijn bij laag water op het slik te vinden in de achtergebleven getijdenpoelen. Daarom is het ook van belang het voedselaanbod in de eventuele getijdenpoelen te bepalen.

De proeflocatie is in de huidige situatie (voor de realisatie van de proef) vrij homogeen van karakter, met weinig of geen getijdenpoelen. Door de aanleg van de cascades kan dit in positieve zin sterk veranderen. Er kan verwacht worden dat er achter de cascades lokaal meer getijdenpoelen ontstaan. De toename van de aanwezigheid van getijdenpoelen kan vastgelegd worden met foto's. Hiervoor kunnen de maandelijkse foto's van hoofdstuk 5.1.2 gebruikt worden.

Daarnaast zullen de getijdenpoelen bemonsterd worden om te bepalen wat het voedselaanbod in deze poelen is. Hier bestaat geen standaard methode voor. Grotere getijdenpoelen worden vaak bemonsterd met een kleine boomkor (zie bijvoorbeeld [ref. 18.]). Maar naar verwachting zijn de getijdenpoelen die op de proeflocatie zullen ontstaan daar te klein voor.

Voorgesteld wordt om de epifauna in de getijdenpoelen te bemonsteren met een standaard macrofaunanet wat veel in het zoete water wordt toegepast voor onderzoek. Dit is een eenvoudig handnet op een steel met de volgende specificaties [ref. 17.]:

- netopening: breedte 0,30 m, hoogte 0,20 m;
- diepte van het net: 0,45 tot 0,60 m;
- maaswijdte: 0,5 mm.

Wanneer de poelen zeer klein zijn (> 1 meter diameter) kunnen deze geheel leeggeschept worden. Door het oppervlakte van de poel te bepalen kan dan berekend worden hoeveel krabben, garnalen en grondels er per vierkante meter zijn aangetroffen. Indien de poelen groter zijn kan de lengte van het geschepte traject bijgehouden worden. De lengte van het scheptraject maal de breedte van het net vormt dan het bemonsterd oppervlakte waarmee terug gerekend kan worden naar aantallen per vierkante meter.

Grondels, krabben en garnalen zijn mobiele dieren, en bovendien kunnen krabben en garnalen zich ingraven. Hierom dient het net over de bodem en met snelheid door het water getrokken te worden. Er dient minstens 10 % van het totale oppervlakte getijdenpoelen bemonsterd te worden voor een goede steekproef. De inhoud van het net wordt gezeefd over een zeef van 1 mm. Het aantal gevangen dieren wordt in het veld geteld en de lengtes worden gemeten. Daarna worden de dieren levend terug gezet. De volgende lengtes worden bepaald:

- grondels: standaard lengte (kop tot staartwortel);
- garnalen: lengte van rostrum tot en met staart zonder sprieten;
- krabben: breedte van het rugschild.

Vogels foerageren met name in de nazomer op de epifauna [ref. 16.]. Deze bemonstering wordt daarom uitgevoerd 1 x per jaar in augustus.

6.2. Bodemdierbemonstering op de drempelconstructies

6.2.1. Breuksteen en palenrij

Naar verwachting zal op drempels een zeer diverse levensgemeenschap ontwikkelen. De ontwikkelingen op het harde substraat kan niet gemeten worden middels bodemmonsters en daarom worden op een aantal locaties permanente kwadranten uitgezet (PQ) van 0,5 bij 0,5 m waarin de leefgemeenschap zal worden opgenomen. Per drempel zullen 4 kwadranten worden uitgezet. Per kwadrant worden alle aanwezige soorten opgenomen en hun bedekking ingeschat. Van elk kwadrant wordt tevens een foto genomen om de begroeiing tussen jaren objectief te kunnen vergelijken.

Een ecologische waardering en typering van de begroeiing op de drempels kan uitgevoerd worden volgens de methode van Meijer [ref. 14.]. Deze methode kan op een overzichtelijke manier inzicht verschaffen in de successie van de levensgemeenschap.

6.2.2. Oesterkorven

De oesterkorven worden geïnventariseerd volgens dezelfde methode als het breuksteen (paragraaf 6.2.1). Er worden 4 kwadranten op de oesterkorven uitgezet.

6.3. Ongewenste zandverspreiding

Mogelijk zal tijdens de uitvoering van de proef of in de loop van de tijd zand zich verspreiden over het naastliggende slik. Middels de bodemhoogtemetingen (hoofdstuk 4) en een veldinspectie zal worden onderzocht of er gedeelten in de Schelphoek worden bedekt waardoor mogelijk bodemdieren dusdanig worden afgedekt dat deze hinder ondervinden.

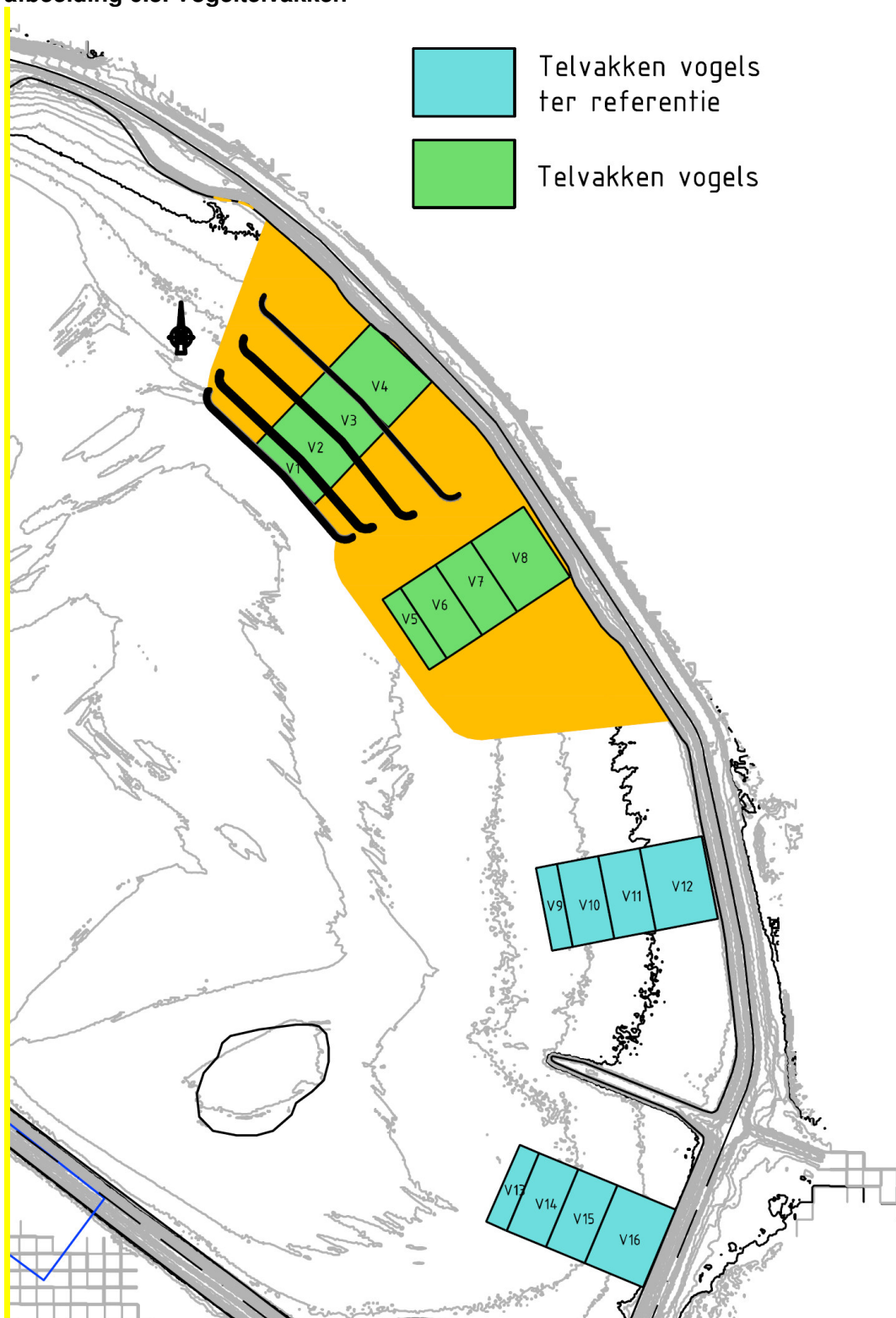
6.4. Vogeltellingen

Het gebruik van het suppletiegebied en de omgeving door vogels zal worden gemonitord door vogeltellingen. Hierbij wordt gelet op soort, activiteit en verblijfsduur. De resultaten van de tellingen geven een globaal beeld of de proeflocatie weer in gebruik wordt genomen.

Bij de bepaling van telvakken is aangesloten op de reeds uitgevoerde T0-meting (zie afbeelding 6.1). De breedte (afstand loodrecht op de dijk) van de vakken is gelijk genomen aan de afstand tussen de drempels. De lengte van de vakken is steeds 100 m. Dezelfde grootte van vakken is gekozen voor het gedeelte van de proef zonder drempels. Ten opzichte van de T0 metingen zijn de vakken verschoven naar het midden zodat randeffecten worden gemedend.

Daarnaast worden er ter referentie aan de zuidwest zijde van de proef referentietelvakken toegevoegd waar dezelfde vogeltellingen worden uitgevoerd. In principe is dit een goede locatie, maar via de pier aan de zuidkant komen de pierenstekers wel het gebied binnen. Dit levert enig risico op, omdat de oppervlakte beschikbaar voor pierenstekers in eerste instantie ook terug zal lopen. Overwogen zou kunnen worden (omdat er in het algemeen toch met twee waarnemers wordt gewerkt) om ten zuiden van het de kleine pier nog een tweede rij referentie te gebruiken. Hier werd in het verleden niet door pierenstekers gespit. De vogeltelvakken zijn gegeven in afbeelding 6.3.

afbeelding 6.3. Vogeltelvakken



De vogeltellingen worden gedurende tien dagen per jaar uitgevoerd in de periode van hoogwater tot laagwater, in acht telvakken in het suppletiegebied en 8 vakken daarbuiten. De tellingen worden uitgevoerd gespreid over het jaar, met iets meer aandacht voor de trekperiodes dan voor de andere perio-

den. De eerste 3 teldagen vinden plaats tijdens de voorjaarstrek (april-mei), dag 4 en 5 tijdens de zomerperiode (juli-augustus), dag 6, 7 en 8 gedurende de herfsttrek (september-oktober) en dag 9 en 10 in de winterperiode (december-januari). Hierbij is het belangrijk dat ieder jaar in vrijwel dezelfde periode wordt geteld, aangezien gedurende de trek in een periode van twee maanden aanzienlijke verschuivingen in de soortensamenstelling kunnen optreden. De tellingen kunnen uitgevoerd worden vanaf de dijk met behulp van een verrekijker en een telescoop. De tellingen worden gestart met hoogwater en elk volgend kwartier begint een nieuwe telronde, waarbij alle telvakken geteld worden. De telling eindigt op de laag water kentering. Bij de telling wordt per vak genoteerd hoeveel vogels van een soort aanwezig zijn en hoeveel hiervan foerageren.

Op basis van de tellingen kunnen de volgende zaken berekend worden:

- maximale aantallen per vak per dag;
- gemiddeld aantal per vak per dag;
- foerageerminuten (per vogelsoort = som totaal aantal foeragerende vogels x telinterval);
- foerageerintensiteit (aantal foerageerminuten per oppervlakte-eenheid).

In het kader van de T0-meting zullen de vogeltellingen nogmaals worden uitgevoerd in de winter van 2010/2011. De inzet en frequentie van de vogeltellingen over het hele traject van de proefsuppletie staan in tabel 6.1 weergegeven.

tabel 6.1. Overzicht meetfrequentie ecologie

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
bodemdierbe- monstering - endofauna steekbuismon- ster	reeds uitgevoerd (oktober 2010)	-	1 x per jaar: 47 steekbuismon- sters in oktober	1 x per jaar (in oktober)	1 x per jaar (in oktober)
bodemdierbe- monstering drempels - 16 permanente kwadranten	-	direct erna	1 x per jaar	1 x per jaar	1 x per jaar
bodemdierbe- monstering - epi- fauna	n.v.t., in huidige si- tuatie geen getijde- poelen aanwezig	-	1 x per jaar in au- gustus	1 x per jaar in augustus	1 x per jaar in augustus
oesterkorven - 4 permanente kwadranten	-	direct erna	1 x per jaar	1 x per jaar	1 x per jaar
vogeltellingen (16 vakken)	eind nov/begin dec (reeds uitgevoerd, 8 vakken) winter 2010/ 2011	-	4 x per jaar (10 da- gen totaal)	4 x per jaar (10 dagen totaal)	4 x per jaar (10 dagen totaal)

7. MONITORING EFFECTEN OP MOSSELPERCELEN

Naast het bepalen van de effectiviteit van de proef, zal er extra monitoring uitgevoerd worden om de aangrenzende mosselpercelen te bewaken om gebeurtenissen met eventuele negatieve effecten vroegtijdig te signaleren.

Vanuit hydromorfologisch oogpunt is niet te verwachten dat zand vanuit de proef getransporteerd wordt naar gebied buiten Schelphoek. Een gedeelte van het slib kan tijdens de uitvoering van suppletie tijdens eb mogelijk wel tot buiten Schelphoek kunnen komen, maar de hoeveelheid is vrijwel verwaarloosbaar. Desondanks zal er toch extra monitoring worden uitgevoerd.

Door metingen wordt getracht inzicht te krijgen in het volgende:

- het mogelijke effect van de suppletie op de bodemhoogte van bestaande mosselpercelen;
- het effect van een de suppletie op het vleesgewicht van de mosselen;
- de variatie van deze parameters in tijd en ruimte.

Om de effecten van de proef op de mosselpercelen vast te stellen bevat het monitoringsprogramma daarom de volgende onderdelen:

- hoogtemetingen: bodemhoogtemetingen op de mosselpercelen;
- productiegewicht mosselen.

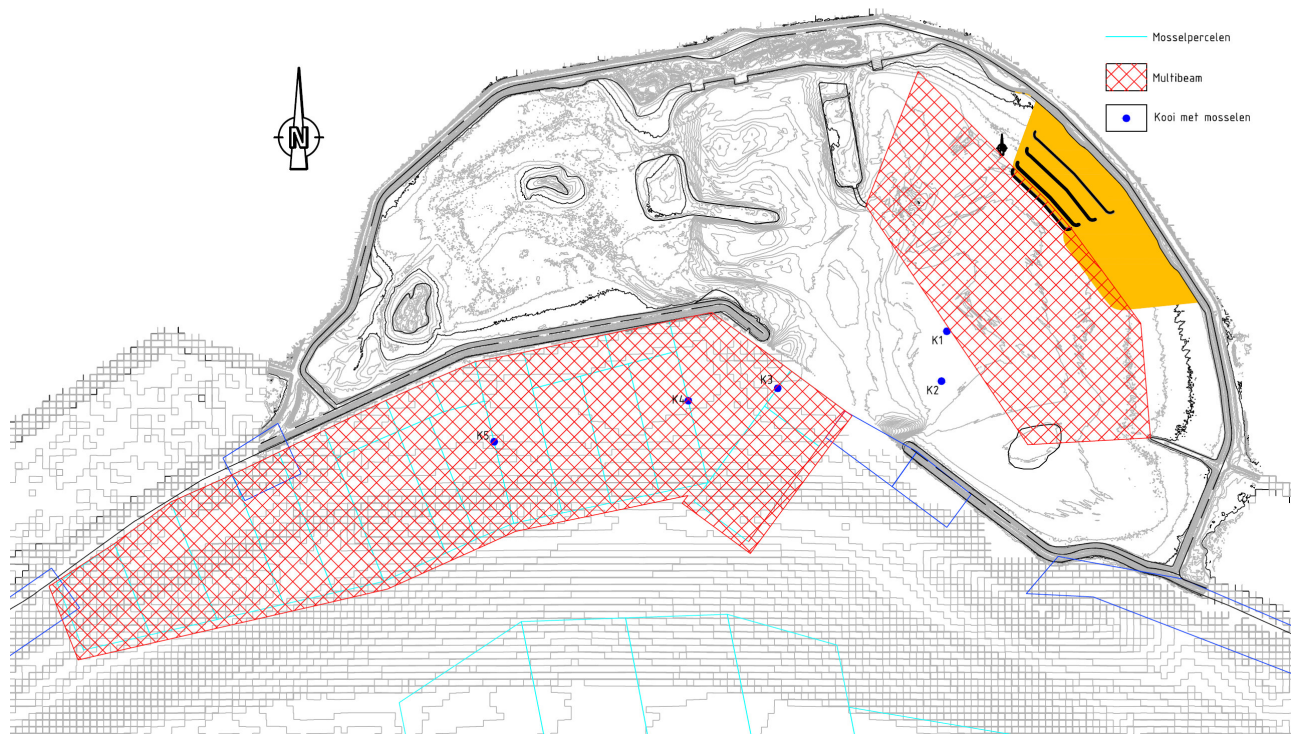
Deze onderdelen worden in volgende paragrafen verder uitgewerkt.

7.1. Hoogtemetingen

Hoogtemetingen van de bodem, beneden de laagwaterlijn, worden uitgevoerd om de bodemhoogte veranderingen op de mosselpercelen te bepalen.

In het gehele gebied met mosselpercelen in de monding en direct naast de monding van de Schelphoek zullen bodemhoogtemetingen worden uitgevoerd (zie afbeelding 7.1).

afbeelding 7.1. Locatie mosselpercelen, mosselkooien en multibeam gebied



Het gebied tegenover de monding in de mosselpercelen op de noordelijke plastrand van de Roggeplaat zal niet worden gemeten omdat er wordt verwacht dat de zandsuppletie geen effect heeft op gebieden aan de andere zijde van de geul.

Bodemhoogtemetingen voor de bewaking van de mosselpercelen worden uitgevoerd met multibeam echolood (gelijk aan monitoring op de Galgeplaat [ref. 1.]). Multibeam is nauwkeuriger dan singlebeam en de waterdiepte boven de percelen is toereikend. Multibeam meet via een akoestische methode diepteprofielen. Hiervan kunnen hoge resolutie dieptekaarten van de bodem geproduceerd worden. De akoestische signalen worden in één keer, onder diverse hoeken, uitgezonden. Tussen het uitzenden van de akoestische signalen en de ontvangst van de gereflecteerde signalen zit een tijdsverschil. Dit tijdsverschil wordt door de multibeam nauwkeurig gemeten en verwerkt. De bodemhoogte kan in een strook, met een breedte van 4 maal de waterdiepte, onder het vaartuig worden gemeten [ref. 1.].

De multibeam metingen zullen in de T0 en direct na de uitvoering gedaan worden. Mocht het noodzakelijk zijn dan kan na één jaar nogmaals een multibeam meting verricht worden. Deze metingen hebben echter alleen zin als de bodem van het perceel onaangetast is gebleven: zodra een perceelhouder werkzaamheden op een mosselperceel uitvoert, wordt de bodem dusdanig beroerd dat verwacht kan worden dat de multibeam metingen geen toegevoegde waarde meer hebben.

Van de multibeammetingen worden 1 x 1 m grids gemaakt. In een kaart zullen de metingen visueel gemaakt worden. Vervolgens zal met de opvolgende peiling een verschilkaart gemaakt worden. In tabel 7.1 staan de frequenties van de bodemhoogtemetingen uitgezet.

tabel 7.1. De frequentie van de multibeam bodemhoogtemetingen onder de laagwaterlijn

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
bodemhoogtemeting mosselpercelen (multibeam)	1 x (mei 2010)	direct erna	op afroep	-	-

7.2. Productiegewicht van de mosselen

Als er sprake is van aanzanding of vertroebeling ter plekke van de mosselpercelen en dit verklaarbaar is met sedimentverlies uit de proef Schelphoek moet het effect op productiegewicht van de mosselen aangetoond worden. Mosselen zijn in zekere mate ingesteld op aanzanding en vertroebeling van het water, er kan daarom niet automatisch van uitgegaan worden dat deze processen leiden tot productieverlies. Om een afname in productiviteit te kunnen kwantificeren staan onderstaande analyses gepland:

- analyse van historische gegevens rendementen van de percelen (overleg over gebruik gegevens op basis van vertrouwelijke informatie);
- bepaling groei van eigen mossels die in mandjes op diverse locaties worden gehangen. Deze mossels hebben initieel allen eenzelfde kwaliteit.

Van het suppletie materiaal zou een gedeelte, ondanks de aanleg van de zandvangdrempels, mogelijk kunnen eroderen en in de richting van de geulen worden gevoerd. Het sediment zal vervolgens in de geulen neerslaan of door de geulen worden meegevoerd in de richting van de monding van Schelphoek. Mogelijk kan het sediment de percelen in de monding en direct daarnaast beïnvloeden. Hoe verder de percelen naar het westen liggen hoe kleiner naar verwachting de impact zal zijn. Er kan worden aangenomen dat de percelen aan de andere zijde van de geul, op de noordzijde van de Roggeplaat geen invloed zullen hebben van eventuele erosie of werkzaamheden van proef Schelphoek. Daarom worden de percelen in de monding en direct naast de monding gezien als mogelijke impactgebieden.

Het vleesgewicht en de gesteldheid van de mosselen moet bepaald worden in percelen nabij en verderaf (controlegebieden) van de suppletie. Om de groei van mosselen onafhankelijk van de activiteiten van de kwekers te kunnen volgen worden manden met eigen mosselen geplaatst en gemeten. Uit deze manden zullen maandelijks monsters worden genomen en geanalyseerd op schelplengte. Vervolgens zal het monster opgesplitst worden in twee deelmonsters, een voor de bepaling van visgewicht en een voor de bepaling van drooggewicht. In afbeelding 7.2 is een voorbeeld te zien van een mand die gebruikt kan worden.

afbeelding 7.2. Bovenaanzicht van een mand waarin mosselen zijn geplaatst voor het uitvoeren van onafhankelijke metingen (uit [ref. 7.]).



Er zullen manden op 5 verschillende locaties geplaatst worden, verspreid over verschillende percelen. De verschillende locaties zullen onderling vergeleken worden. De metingen zullen dezelfde tijdsduur hebben als de metingen op de percelen. Er zullen uit iedere kooi worden gehaald in zowel de monding als op de rand van de Roggeplaat.

tabel 7.2. Frequentie van de bepaling van het productiegewicht van de mosselen

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
productiegewicht mosselen	-	alle locaties	alle 5 locaties, maandelijks	-	-

7.3. Overzichtstabel mosselmonitoring

In tabel 7.3 is een overzicht gegeven van de voorgestelde monitoring voor de bewaking van de mosselpercelen. In afbeelding 7.1 zijn de locaties aangegeven waar de metingen worden uitgevoerd.

tabel 7.3. Overzichtstabel mosselmonitoring

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
productiegewicht mosselen	-	alle locaties	alle 5 locaties, maandelijks	-	-
bodemhoogtemeting mosselpercelen (multibeam)	1 maal (mei 2010)	direct erna	op afroep, maandelijks	-	-

Opmerking: een niet eerder genoemde methode om een goed beeld te krijgen van de sedimentbedekking van de mosselpercelen tijdens de uitvoering is door de mosselpercelen te laten filmen door een duiker. Dit wordt vaker gedaan en werkt over het algemeen goed.

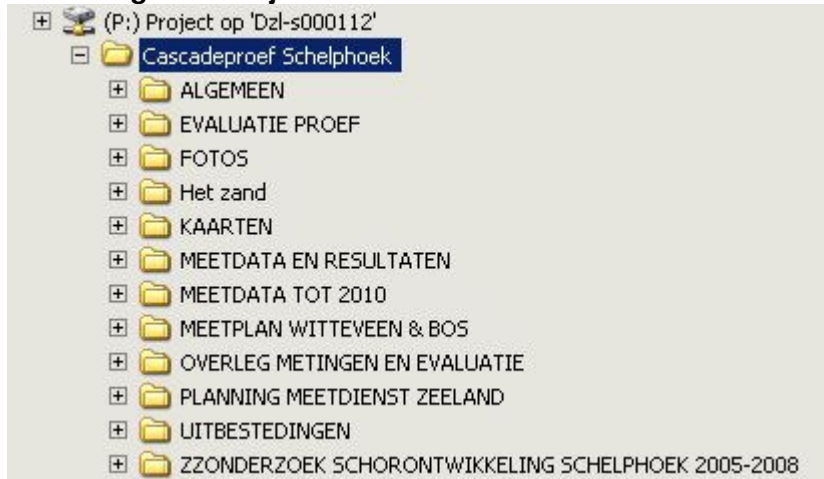
8. DATAVERWERKING

Gedurende de monitoring en de evaluatie daarvan worden monitoringsgegevens en rapportages verwerkt en opgeslagen. Dit hoofdstuk beschrijft de dataverwerking.

De project-schijf van RWS DZL (P:\Cascadeproef Schelphoek\)) is de centrale plek van de verwerkte data. De structuur van deze schijf is te zien in afbeelding 8.1.

Van de monitoring welke wordt uitbesteed (vogels, bodemdieren, prod. Gew. mosselen) wordt de data door het bureau zelf verwerkt en gerapporteerd. De gegevens en rapportage worden in de betreffende map 'uitbestedingen' geplaatst. De ruwe data afkomstig van de stroom- en golfmetingen wordt in de map 'meetdata en resultaten' geplaatst. Deze data wordt vervolgens door een extern bureau gevalideerd en in een rapportage gepresenteerd. De data beland vervolgens weer in de map 'uitbestedingen'. De data van de hoogtemetingen (RTK, SET, Multibeam) komt in de map 'meetdata en resultaten' te staan. Voor de RTK-data is dit zowel in puntvorm (punten-shapefile) als vergrid naar raster 2,5 x 2,5m. Het product van de multibeamdata is een raster met celgrootte 1 x 1m. De gegevens van de SET-metingen worden met behulp van Excel in spreadsheet en in grafiek gepresenteerd. Tijdens een visuele inspectie wordt op een scala van aspecten gelet (inclusief minisuppleties) en de resultaten/opmerkelijkheden worden gepresenteerd in een visueel inspectieverslag (vergelijkbaar met de verslagen voor de proef Galgeplaat). Gemaakte foto's belanden in de betreffende map 'foto's'. Van de morfologische metingen wordt een 'eerstelijns' analyse gemaakt. Door middel van onder andere verschilbeelden, dwarsprofielen en kubering wordt een beeld verkregen van de morfologische ontwikkelingen. De resultaten van de eerstelijns analyses, samenvatting van de visueel inspectieverslagen et cetera, wordt kort en bondig elk kwartaal aan de belanghebbenden gerapporteerd (ook zoals dit bij het project Galgeplaat Suppletie gaat) eventueel ondersteund met enkele plaatjes als verschilkaart en/of dwarsprofielen en eventueel foto's. De maximale omvang hiervan is 2 A4-tjes.

afbeelding 8.1. Schijfstructuur verwerkte data



9. SAMENVATTING

In tabel 9.1 staat een samenvatting van alle voorgestelde metingen. Alle monitoringslocaties en nummers van de voorgestelde metingen worden tevens separaat aangeleverd in DXF-formaat.

tabel 9.1 Overzicht metingen

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
stroomsnelheid (aquadopp)	nee, niet nodig, in t0 beperkte stroming.	-	één getijdencyclus tijdens doottijd, één tijdens springtij en één tijdens storm (minimaal ZW 8) voor 10 locaties	afhankelijk van ontwikkeling	afhankelijk van ontwikkeling.
golfhoogte - waverider	continu	-	continu	afhankelijk van ontwikkeling	1 maand in de winter, afhankelijk van ontwikkeling
golfhoogte - drukdozen	2 locaties (D2 en D7), juist voor de dijk	-	7 locaties in 2 raaien (5 +2) gedurende minimaal 3 maanden	afhankelijk van ontwikkeling	3 maanden in de winter, afhankelijk van ontwikkeling
bepalen bodemvocht	-	-	continu, alle 10 locaties gedurende minimaal 1 week	afhankelijk van bruikbaarheid resultaten	idem
bamboestokken	-	10 stokken	continu	continu	continu
visuele inspectie (zie paragraaf 5.1)	proefbezoek meetdienst (circa 1 x per maand)	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst
Multibeam	1 x	1 x direct na de uitvoering	2 maal per jaar (voor en na de winter)	2 maal per jaar (voor en na de winter)	2 maal per jaar (voor en na de winter)
RTK-dGPS	reeds uitgevoerd, maar aanvulling nodig voor kubering	-	direct na suppletie, daarna 1 maal per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal
SET-metingen	-	plaatsen opstellingen 15 locaties	direct na suppletie, daarna 1 maal per kwartaal	1 x per kwartaal	1 x per kwartaal
minisuppleties	-	plaatsen minisuppleties op 7 locaties	proefbezoek meetdienst.	proefbezoek meetdienst	proefbezoek meetdienst
zetbakens	-	10 zetbakens	continu	continu	continu
bodemdierbemonstering - endofauna steekbuismonster	reeds uitgevoerd (oktober 2010)	-	1 x per jaar: 47 steekbuismonsters in oktober	1 x per jaar (in oktober)	1 x per jaar (in oktober)
bodemdierbemonstering drempels - 16 permanente kwadranten	-	direct erna	1 x per jaar	1 x per jaar	1 x per jaar
bodemdierbemonstering - epifauna	nvt, in huidige situatie geen getijdepoelen aanwezig	-	1 x per jaar in augustus	1 x per jaar in augustus	1 x per jaar in augustus
oesterkorven - 4 perma-	-	direct erna	1 x per jaar	1 x per jaar	1 x per jaar

parameter	inzet/frequentie				
	T0	uitvoering	T1	T2	T3
nente kwadranten					
vogeltellingen (16 vakken)	eind nov/begin dec (reeds uitge- voerd, 8 vakken) winter 2010/ 2011	-	4 x per jaar (10 dagen to- taal)	4 x per jaar(10 dagen totaal)	4 x per jaar (10 dagen totaal)
productiegewicht mosse- len	-	alle locaties	alle 5 locaties, maandelijks	-	-
bodemhoogtemeting mos- selpercelen (multibeam)	1 maal (mei 2010)	direct erna	op afroep	-	-

10. LITERATUUR

1. Ramaekers en Marx, Monitoringsprogramma, proefsuppletie Galgeplaat, Oosterschelde, 20 juni 2008.
2. Witteveen+Bos ontwerprapport Schelphoek.
3. E. van Zanten en L.A. Adriaanse, Verminderd getij, Verkenning naar mogelijke maatregelen om het verlies van platen, slikken en schorren in de Oosterschelde te beperken, 2008.
4. D.C. van Maldegem & J.A. van Pagee, Zandhonger Oosterschelde, een verkenning naar mogelijke maatregelen, Rijksinstituut voor Kust en Zee, werkdocument RIKZ/ZDA/2005.802w, maart 2005.
5. Cd-rom bij uitvraag met informatieve documenten.
6. Staatsbosbeheer regio Zuid, huurovereenkomst visserij Schelphoek buitendijks, contractnummer 57012, versienummer contract: 5.0.cr.13.06.1.
7. Deltares, Evaluatie proefsuppletie Galgeplaat, ontwikkelingen in de eerste 3 maanden na aanleg, projectnummer Z4581, maart 2009.
8. <http://www.gserentals.co.uk/pdf/Profiler.pdf>.
9. www.epa.qld.gov.au/environmental_management/coast_and_oceans/waves_and_storm_tides/wave_monitoring/waverider_buoys/.
10. www.encora.eu.
11. <http://nl.wikipedia.org/wiki/RTK>.
12. Rijkswaterstaat Meetadviesdienst Zeeland, minisuppleties, richting sedimenttransport bepalen in situ, 28 juli 2010.
13. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Lidar>.
14. Meijer, A.J.M., 1989. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde. Ecologische waardering dijkvakken. Bureau Waardenburg bv, Culemborg. Rapport nr. 89.20.
15. Witteveen+Bos, MIRT Verkenning Zandhonger Oosterschelde, workshop proef Schelphoek concept 02 en monitoringsplan concept 01, 11 januari 2011, referentie RW1809-28/rijm3/042.
16. Zwarts 2009. Voedsel voor wadvogels in de Oosterschelde: nazomer 2009. Altenburg en Wymenga rapport 1346. Feanwalden.
17. STOWA, 2010. Handboek Hydrobiologie.
18. Van der Veer H.W. & Bergman M.J.N. 1986. Development of tidally related behaviour of a newly settled 0-group plaice (*Pleuronectes platessa*) population in the Western Waddensea. Marine Ecology Progress Series, 31: 121-129.
19. factsheet soil MCT:
<http://www.eijkelpark.com/Portals/2/Eijkelpark/Files/AP-14111n%20e+soil%20mct%20sensor.pdf>